



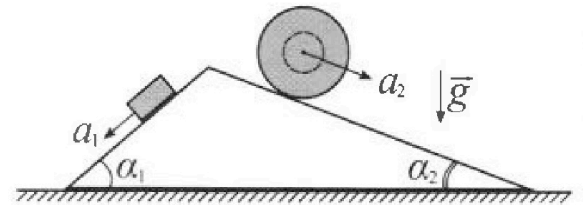
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 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.



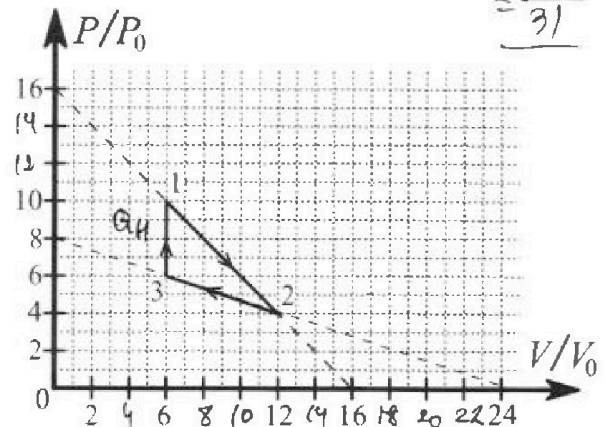
- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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

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 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.

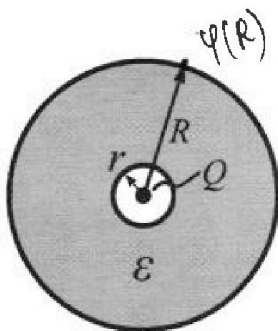
$$\frac{37}{9} = 2$$

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

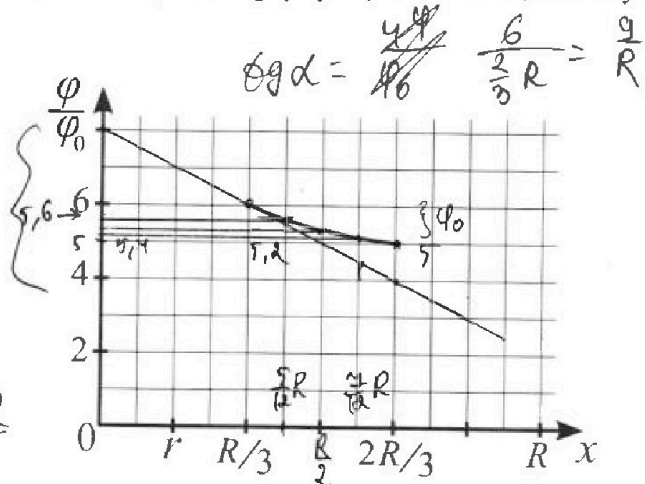
$$\frac{5R}{6} - \frac{2R}{6} = \frac{R}{6}$$

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

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



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



$$\epsilon g d = \frac{4\varphi}{\varphi_0} \cdot \frac{6}{\frac{2}{3}R} = \frac{9}{R}$$



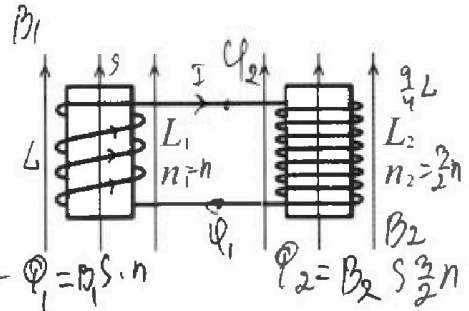
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



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.

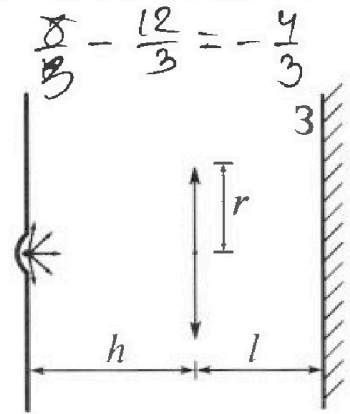


$$\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt} S n \leftarrow \Phi_1 = B_1 S n$$

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

- 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 γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

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

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

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

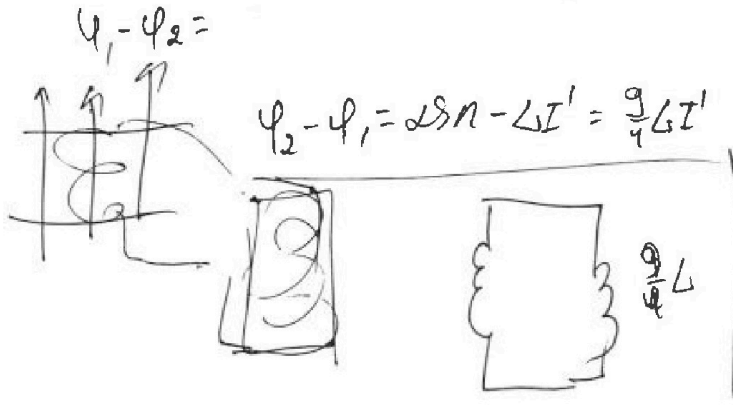
$$I' = \frac{4 \Delta S n}{13 L}$$

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

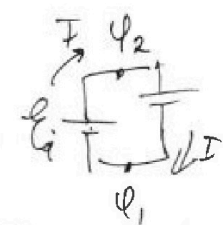
$$\Phi_2 - \Phi_1 = \frac{dB_2}{dt} S \frac{3n}{2} + \frac{9}{4} \Delta I'$$

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

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



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



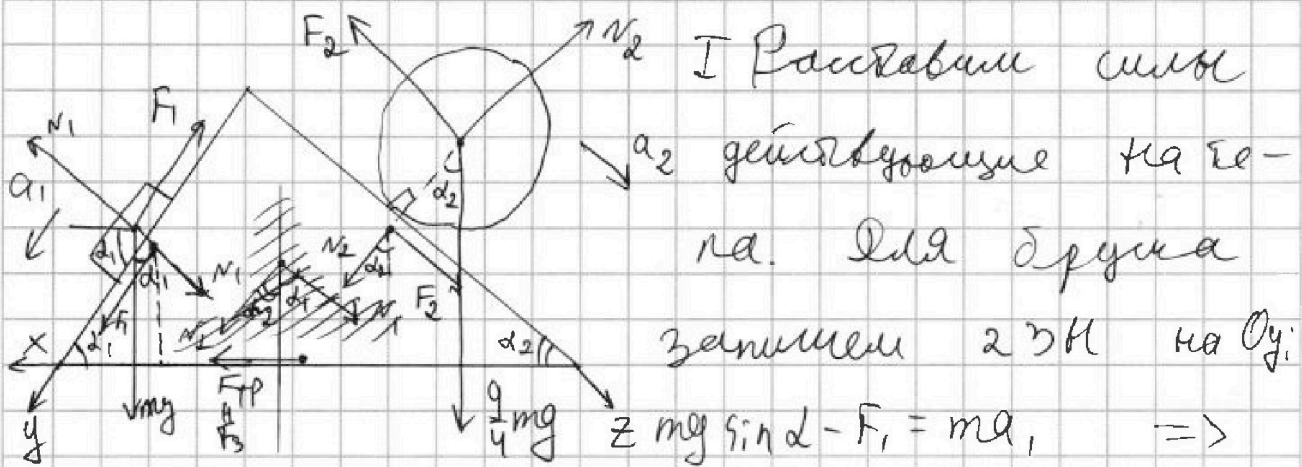


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{2g}{14}\right) = mg \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85} mg$$

II Для второго тела запишем Т.О. вместе с тем же вектора массы и спроецируем на Oz :

$$\frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 - F_2 = \frac{9}{4} ma_2 \Rightarrow F_2 = \frac{9}{4} m(g \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= \frac{9}{4} m\left(\frac{8}{17}g - \frac{8g}{27}\right) = \frac{8 \cdot 9}{4} mg \left(\frac{216 \cdot 27 - 17}{459}\right) = 18mg \frac{10}{459} =$$

$$= \frac{180}{459} mg = \frac{20}{51} mg = \frac{20}{31} mg$$

III Предположим, что $F_3 = F_{тр}$ действующая как и мы предполагаем влево. По 2 ЗК 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 m_1 и m_2 :

$$m_1 = m_0 \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} m_0$$

$$m_2 = \frac{9}{4} m_0 \cos \alpha_2 = \frac{9}{4} m_0 \cdot \frac{15}{17} = \frac{135}{68} m_0$$

Возвращаясь к (1)

$$F_3 + \frac{4}{5} \cdot \frac{26}{85} m_0 - \frac{4}{5} m_0 \cdot \frac{3}{5} + \frac{135}{68} m_0 \cdot \frac{8}{17} - \frac{20}{31} m_0 \cdot \frac{15}{17} = 0$$

$$F_3 + \frac{4}{5} \left(\frac{26-85}{85} \right) m_0 + \frac{4}{25} m_0 \left(\frac{26}{17} - 3 \right) + \frac{15}{17} m_0 \left(\frac{9 \cdot 8}{68} - \frac{20}{31} \right) =$$

$$= -\frac{4}{25} m_0 \cdot \frac{25}{17} + \frac{2 \cdot 15}{17} m_0 \left(\frac{36 \cdot 31 - 10 \cdot 68}{2108} \right) = -\frac{4}{17} m_0 + \frac{30}{17} m_0 \frac{436}{2108}$$

$$= -\frac{4}{17} m_0 + \frac{30}{17} m_0 \frac{2 \cdot 18}{1054} = -\frac{4}{17} m_0 + \frac{36}{17} m_0 \frac{109}{527} =$$

$$= \frac{4}{17} m_0 \left(\frac{109 \cdot 9}{527} - 1 \right) = \frac{4}{17} m_0 \frac{454}{527} = \frac{1816}{8959} m_0$$

Отв. 1) $F_1 = \frac{26}{85} m_0$; 2) $F_2 = \frac{20}{31} m_0$; 3) $F_3 = \frac{1816}{8959} m_0$

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
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!

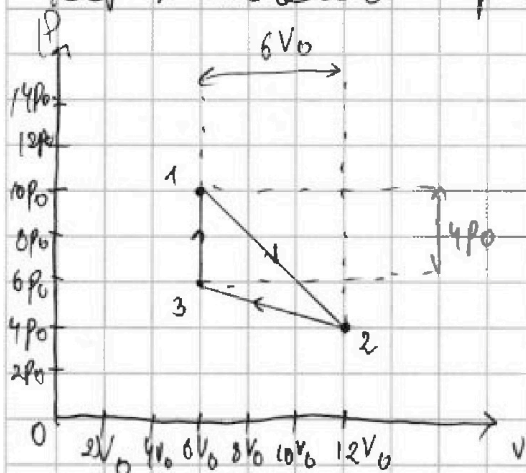
I По графику определим зависимость $\frac{P}{P_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$

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

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

$$T \text{ максимально, когда } (2) = 0: 16P_0 = \frac{2P_0V}{V_0} \rightarrow V = 8V_0 -$$

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

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

Для соотношения α 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!

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

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

III Изменился 1-2 по I закон Термодинамики:

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

$$\frac{\delta Q}{dV} = 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V + \frac{3}{2} 2R \left(16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0} \right) = 16 p_0 + \frac{p_0}{V_0} V + 24 p_0 - 3 \frac{p_0}{V_0} V = 40 p_0 - 4 \frac{p_0}{V_0} V \quad (3)$$

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

$$\text{соотношения } 40 p_0 - 4 \frac{p_0}{V_0} V = 0 \rightarrow V = 10 V_0, \text{ тогда}$$

$$(3): \delta Q = 40 p_0 dV - 4 \frac{p_0}{V_0} V dV$$

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

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 2-3, p_0 остается

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



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) $\eta = \frac{3}{17}$

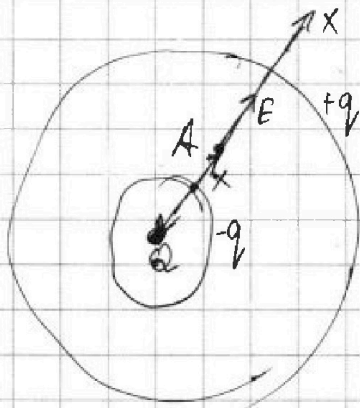


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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, ϵ_0 не в нём уменьшается в ϵ 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 ϵ_0 :

$$\frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} \Rightarrow Q \left(\frac{1}{\epsilon_0} - 1 \right) = -q \Rightarrow$$

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

Рассм т.д. на расстоянии x от центра.

В) Если потенциал равен. $\varphi_x = \frac{kQ}{x} + \frac{kq}{R} - \frac{kq}{x} =$

$$= \frac{kQ}{x} + \frac{kq}{R} - \frac{kQ}{\epsilon_0 R} - \frac{kq}{x} + \frac{kQ}{\epsilon_0 x} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon_0 R} + \frac{kQ}{\epsilon_0 x} -$$

$$\frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon_0} \right) + \frac{kQ}{\epsilon_0 x} = \frac{kQ(\epsilon_0 - 1)}{R \epsilon_0} + \frac{kQ}{\epsilon_0 x} \quad \text{— справедливо, } \forall x \leq R$$

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 φ_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 $S: S \approx \frac{1}{3}R$

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

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

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

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

$$kQ (\epsilon_0 - 1) \left(\frac{1}{18} - \frac{1}{3} \right) = kQ \left(\ln 2 - \frac{1}{6} \right) \Rightarrow \epsilon_0 - 1 = \frac{18(\ln 2 - \frac{1}{6})}{5}$$

$$\epsilon_0 = 1 + \frac{18}{5} \left(\ln 2 - \frac{1}{6} \right) \approx 1 + \frac{18}{5} \cdot \left(\frac{9}{6} - \frac{4}{6} \right) \approx$$

\approx

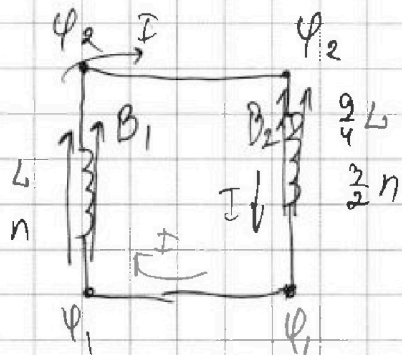


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.

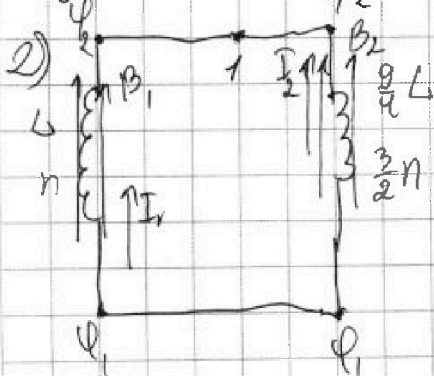
В первом пункте, на катушке с уменьшающимся B_1 , создается разность потенциалов:

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

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 создает левая катушка, 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 $dI_1 = -dI_2$

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

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

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

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

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

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

- ток течёт как I_2 на рис по модулю

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

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

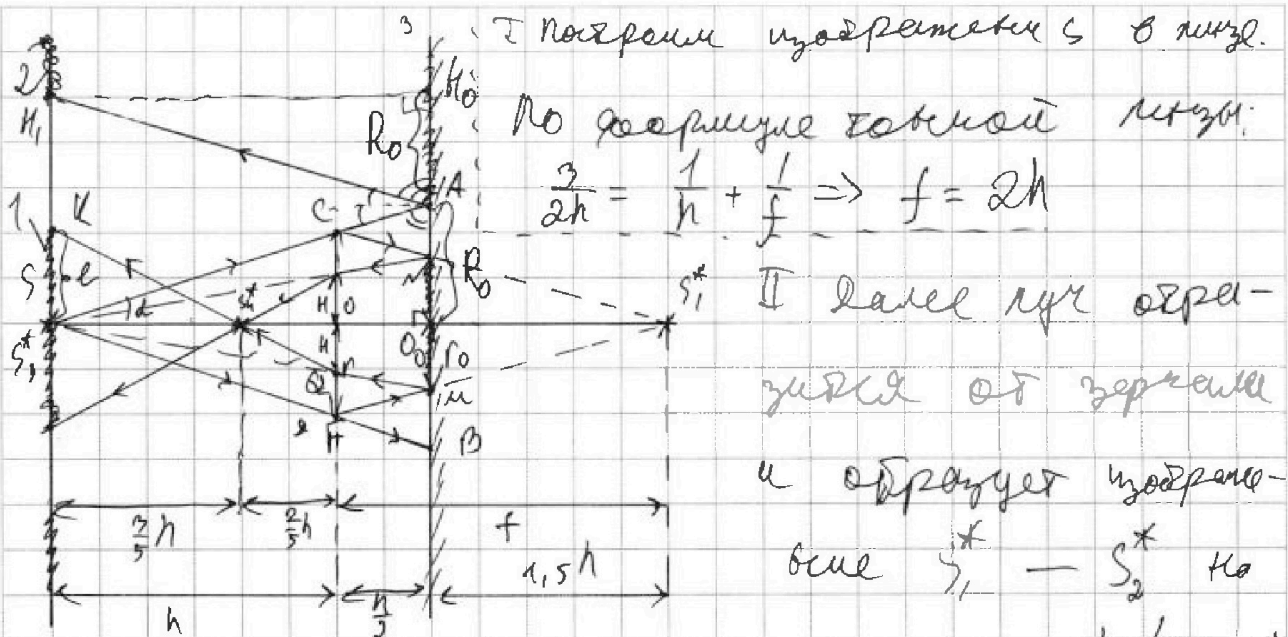


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 мизе.

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:

$$\frac{3}{2h} = -\frac{1}{2h} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{3+1}{2h} = \frac{4}{2h} \Rightarrow f_1 = \frac{6h}{4} = \frac{3h}{2}$$

$$= \frac{2}{3} \rightarrow f_1 = \frac{2}{3}h$$

IV Теперь найдем по u и v (см. рис) рассмотрим крайние лучи которые преломляются в линзе. Лучи

и угол 2 которых меньше преломляются в линзе и падают так на линзе озяря об-

ласть 1 стекла. Лучи для которых 2 больше

прейдут в мизе и образуются от зеркала

прейдут в мизе и образуются от зеркала

прейдут в мизе 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 $\Delta O_0NS_1^* \sim \Delta COS_1^*$: $\frac{r}{r_0} = \frac{2K}{3K} = \frac{2}{3} \rightarrow r_0 = \frac{3}{2}r$

Однако между r_0 и R_0 не выполняется нера-

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

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

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

Из подобия $\Delta QOS_4^* \sim \Delta KSS_4^*$: $\frac{r}{H} = \frac{\frac{3}{2}K}{\frac{2}{3}K} = \frac{9}{4}$

$\rightarrow l = \frac{3}{2}H = \frac{3}{2} \cdot \frac{r}{9} = \frac{r}{6}$ - радиус сетки

но от центра на сетке.

Т.к. $\Delta KMH_1 \sim \Delta O_0AS$, то $MO_0A = R_0$, и когда r, H ,

выполнит от S на $2R_0$. Расстояние между

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

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

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!

$F = \frac{2k}{3} \cdot \lambda \cdot h$
 $f = \frac{\frac{2k}{3} \cdot \lambda \cdot h}{h - \frac{1}{3}h} = \frac{\frac{2}{3} \lambda h^2}{\frac{2}{3}h} = 2\lambda$
 $f_2 = \frac{\frac{2k}{3} \cdot \lambda \cdot h}{h + \frac{1}{3}h} = \frac{\frac{2}{3} \lambda h^2}{\frac{4}{3}h} = \frac{2h}{5}$
 $\frac{R}{r_0} = \frac{2k}{3} = 3 \rightarrow r_0 = \frac{r}{3}$
 $\frac{R}{\frac{r}{3}} = \frac{k}{2} = \frac{3R}{r} = \frac{2}{3} \rightarrow R = \frac{2r}{9}$
 $\frac{R_0}{R} = \frac{\frac{3k}{2}}{\frac{2}{3}k} = \frac{3}{2} \rightarrow R_0 = \frac{3}{2} R = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{r}{3} = \frac{r}{3}$
 $\frac{R^*}{r} = \frac{\frac{2k}{3}}{k} = \frac{3}{2} \rightarrow R^* = \frac{3}{2} r$
 $F_x = \frac{kQ}{x^2}$
 $d\phi = -\frac{kQ}{x^2} dx$
 $\phi = \frac{kQ}{x}$
 $F_x = \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2}$
 $\frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} dx = -d\phi$
 $-(\phi(R) - \phi(x)) = \frac{kQ}{\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{x} \right) = \phi(x) - \phi(R) = -\frac{kQ}{\epsilon_0 R} + \frac{kQ}{\epsilon_0 x}$
 $\frac{d(\phi/\epsilon_0)}{dx} = \frac{kQ}{\epsilon_0}$
 $\phi(x) = \frac{kQ}{\epsilon_0 x}$
 $6\phi_0 = \frac{3kQ}{\epsilon_0 R}$
 $2\phi_0 = \frac{kQ}{\epsilon_0 R} \rightarrow \phi_0 = \frac{kQ}{2\epsilon_0 R}$

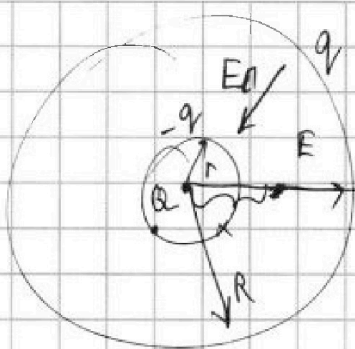


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

$$9.0 \leq x \leq R$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{d\varphi}{\varphi_0 dx} = \frac{d\varphi}{\varphi_0}$$

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

$$\frac{dx}{dx} = \frac{R^4}{81}$$

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

$$24 V_0 = 2V$$

$$V = 12 V_0$$

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

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

$$+ \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{48 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{8 p_0 V_0}{\nu R} \right)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Q_H = 40 p_0 (10 V_0 - 6 V_0) - \frac{4 p_0}{V_0} \frac{100 V_0^2 - 36 V_0^2}{2} = 160 p_0 V_0 - 128 p_0 V_0 = 32 p_0 V_0$$

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!

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

2-3: $\frac{p}{p_0} = 8 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} \rightarrow p = 8p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V$

$A = 4p_0 \cdot 6V_0 \cdot \frac{1}{2} = 12p_0V_0$

$dV_{12} = \frac{3}{2} V R \Delta T = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (48p_0V_0 - 10p_0V_0) = 18p_0V_0$

$36p_0V_0 = 3RT_3 \rightarrow T_3 = \frac{36p_0V_0}{3R}$

1: $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$
 $F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$

II: $\frac{8}{17} g = \frac{63}{20} a_2$
 $g = \frac{63}{20} a_2$
 $\frac{56}{34} = \frac{18}{17} g = \frac{63}{20} a_2$
 $a_2 = \frac{18 \cdot 20}{17 \cdot 63} g$

III: $\frac{9}{4} m a_2 = \frac{9}{4} m g \sin \alpha_2 - F_2$
 $F_2 = \frac{9}{4} m (g \sin \alpha_2 - a_2)$

$F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 + F_3 = 0$
 $F_3 = mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + F_1 \cos \alpha_1$

$N_1 = mg \cos \alpha_1$
 $N_2 = \frac{9}{4} mg \cos \alpha_2$

$\frac{8}{17} g = a_2 \cdot \frac{5}{3}$
 $\frac{24}{5 \cdot 17} g$

$16p_0$
 $10p_0$
 $6p_0$
 $4p_0$

$4p_0$
 3
 2

$4p_0$
 $8p_0$
 $12p_0$
 $16p_0$

4
 $\times 17$
 $\frac{2}{24}$
 $+ 11g$
 34
 $45g$

68
 31
 $+ 68$
 204
 2108



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!

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

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

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

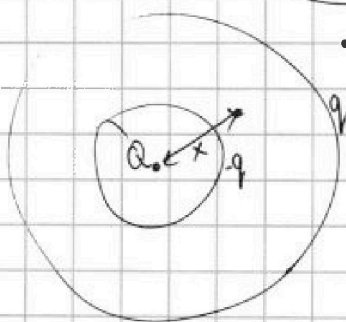
$$\frac{44}{12} \cdot \frac{2^2}{6} = \frac{11}{3}$$

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

$$kq \ln(2) = 2R \varphi_0 \epsilon_0 = 2R \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{\varphi}{6} \Rightarrow \frac{\varphi}{6} dx = \frac{kq}{\epsilon_0 R \varphi_0} \left(\frac{R}{x} + \epsilon_0 - 1 \right) =$$

$$\left. \begin{matrix} 6\varphi_0 = \frac{3kq}{\epsilon_0 \cdot R} \\ 5\varphi_0 = \frac{2kq}{\epsilon_0 \cdot 2R} \end{matrix} \right\} \frac{6}{5} = \frac{3}{2} = \frac{-Rkq}{\epsilon_0 R \varphi_0} \left(\frac{1}{x^2} \right)$$

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



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

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

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

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{kq}{\epsilon_0 x R \varphi_0} (R + \epsilon_0 x - x) \quad \left| \frac{6\varphi_0}{5} = \right. \quad \frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{kq}{\epsilon_0 R \varphi_0} \left(\frac{R}{x} + \epsilon_0 - 1 \right)$$

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!

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

$$\delta R \frac{dT}{dV} = 8P_0 - \frac{2P_0 V}{V_0} = 0$$

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

$$\delta Q = P_0 dV + \frac{3}{2} \delta R dT$$

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

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

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

$$V > 6V_0$$

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

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

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

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

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

3-1! ...

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

$$\varphi_0 = \frac{2kq}{R^2} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) + \frac{2kq}{r_0^2} \quad \left| \begin{array}{l} 54kq = \frac{4kq}{R^2} \cdot \frac{27kq}{20R^2} \\ \varphi_0 = \frac{2kq}{\epsilon R^2} \end{array} \right.$$

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

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

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



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!

