



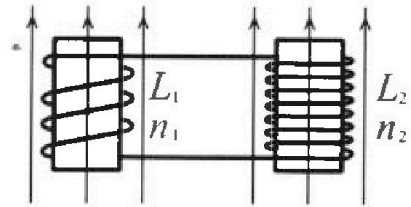
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

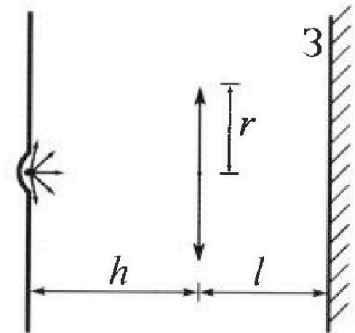


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



- 1) С какой скоростью (по модулю) на чет 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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



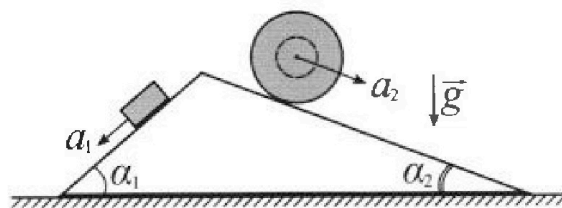
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



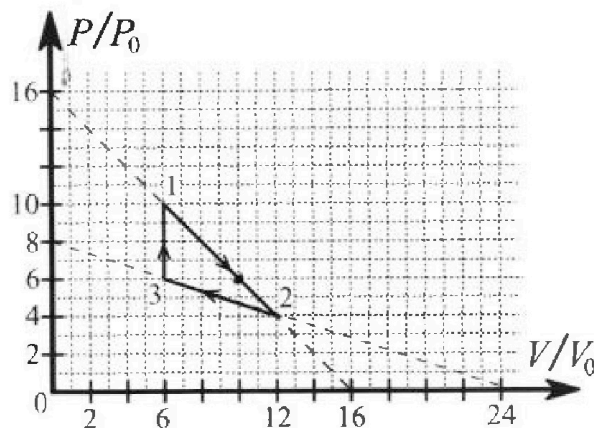
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

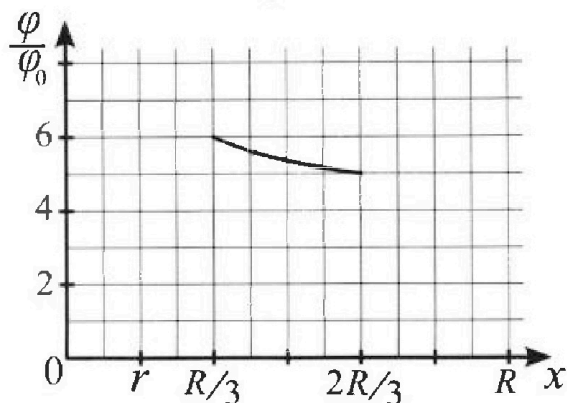
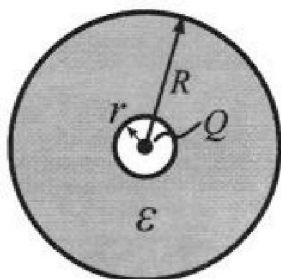


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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

$$m, a_1 = \frac{5g}{17}$$

$$\frac{9m}{4}, a_2 = \frac{8g}{27}$$

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

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

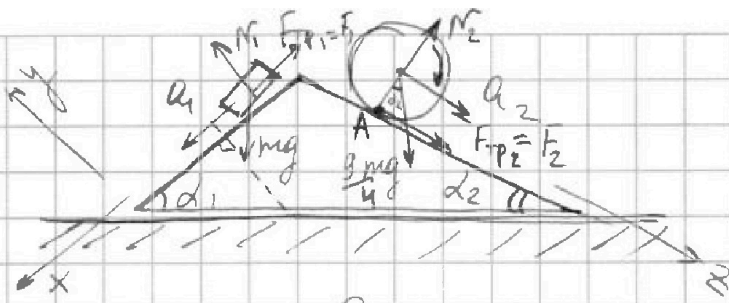
$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$1) F_1 = ?$$

$$2) F_2 = ?$$

$$3) F_3 = ?$$



т.к. система в покое, то x, y, z .

2 ЗН для бруска: ок: $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = m \left(g \sin \alpha_1 - \frac{5g}{17} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = mg \left(\frac{51 - 25}{85} \right) = \frac{26}{85} mg$$

F_1 — сила трения скольжения F_2 — сила трения качения.

2 ЗН для шара: (сила трения направ. вверх от z т.к. она всегда направлена ^{против} возможного направления проскальзывания)

$$oz: \frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 + F_2 = \frac{9m}{4} a_2$$

$$F_2 = \frac{9m}{4} \left(-g \sin \alpha_2 + \frac{8g}{27} \right) = \frac{9}{4} mg \left(\frac{8}{27} - \frac{8}{17} \right) =$$

Упр-е моментов отн. к А:

$$\frac{9mg}{4} R \sin \alpha_2 = I \varepsilon$$

$$I = mR^2$$

$$\varepsilon = \frac{a_2}{R}$$

$$\text{т.е. } \frac{9mg}{4} R \sin \alpha_2 = m a_2 R$$

$F_2 < 0 \Rightarrow$ не ударил с направлением $\Rightarrow F_2$ ^{против} oz .

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!



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

$$N_1 = N_1' = mg \cos \alpha_1$$

по оси Om : $F_{3m} - F_1 \cos \alpha_1 + N_2' \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 +$
 $= F_2 \cos \alpha_2 = 0$

$$F_{3m} = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 =$$

$$= F_1 \cos \alpha_1 + \frac{9mg}{4} \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 +$$

$$+ F_2 \cos \alpha_2 = \left(\frac{20}{51} \cdot \frac{4}{5} + \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) \cdot$$

$$= \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} mg = mg h$$

$a_2 = \varepsilon R$, и пр. соотнеси: радиус ч.л. бара

$$F_{2x} + \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 = \frac{9m}{4} a_2 + \frac{9m}{4} a_2$$

— радиус точки касания ч.л.

т.е. $F_{2x} = \frac{9mg}{4} (2 \sin \alpha_2) = \frac{9mg}{4} (2 \cdot \frac{8}{17})$

$$= \frac{9m}{4} \left(2 \cdot \frac{8g}{17} - \frac{8g}{17} \right) = \frac{9mg}{4} \left(\frac{34 - 27}{17} \right) =$$

$$= \frac{18mg \cdot 7}{27 \cdot 17} = \frac{2}{3} \cdot mg \frac{7}{17} = \frac{14}{51} mg$$



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.

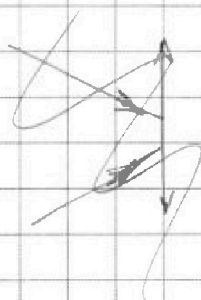


СТРАНИЦА
из

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!

$$|F_3|_2 = \left| \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{15}{17} \cdot \frac{14}{17 \cdot 3} \right|_{\text{neg}}$$

=



$$\frac{3}{4} = f$$

$$f \cdot h = \gamma + f$$

$$\frac{1}{h} = \frac{\gamma + f}{f}$$



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!

$$\kappa \cdot \sqrt{A} (1 + \beta) = -C_A \beta \quad \text{где } \beta = \frac{5}{3}$$

$$\text{т.е. } \frac{p_0 \sqrt{A}}{T_0} = 16 p_0 \beta$$

$$\sqrt{A} = 16 \cdot \frac{\frac{5}{3}}{\frac{8}{3}} \cdot T_0 = \frac{16 \cdot 5}{8} = 10 \sqrt{V_0}$$

т.е. до $V = 10 V_0$ тепло подводилось, потом отводилось.

$$T_{\max} = T_A : 10 V_0 \cdot 6 p_0 = 2 R T_A$$

$$\left[\frac{T_{\max}}{T_B} = \frac{10 \cdot 6}{6 \cdot 6} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \right] \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta U_{12} = \\ \Delta U_{2A} = \Delta U_{12} \end{array} \right.$$

привели $T_A = T_1$ - цепят на одной изогерме.

$$\text{Значит } Q_{12} = Q_{12} = \frac{(10+6) \cdot 4}{2} p_0 V_0 + \Delta U_{12} = 32 p_0 V_0$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{2 \cdot 10}{2} p_0 V_0 + \frac{4}{2} \cdot \frac{5}{3} \cdot 12 p_0 V_0 = 18 p_0 V_0$$

Аналогично для процесса 2-3 точка B - точка кас. адиабаты

$$\kappa \cdot \sqrt{A} = -C_B \beta \quad = \frac{8 p_0 \cdot \frac{5}{3}}{\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{p_0}{V_0}} = 2 \quad 3 \cdot 5 \sqrt{V_0} = 15 \sqrt{V_0} \Rightarrow$$

$15 \sqrt{V_0} > T_{\max}$ цикла

$\Rightarrow$ в процессе 2-3 температура всё время ~~переваливает~~ отводилась

$$\text{тогда } \eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_{12}} = \frac{12 p_0 V_0}{Q_{31} + Q_{12}} = \frac{12 p_0 V_0}{36 p_0 V_0 + 32 p_0 V_0} = \frac{12}{68} = \frac{3}{17}$$

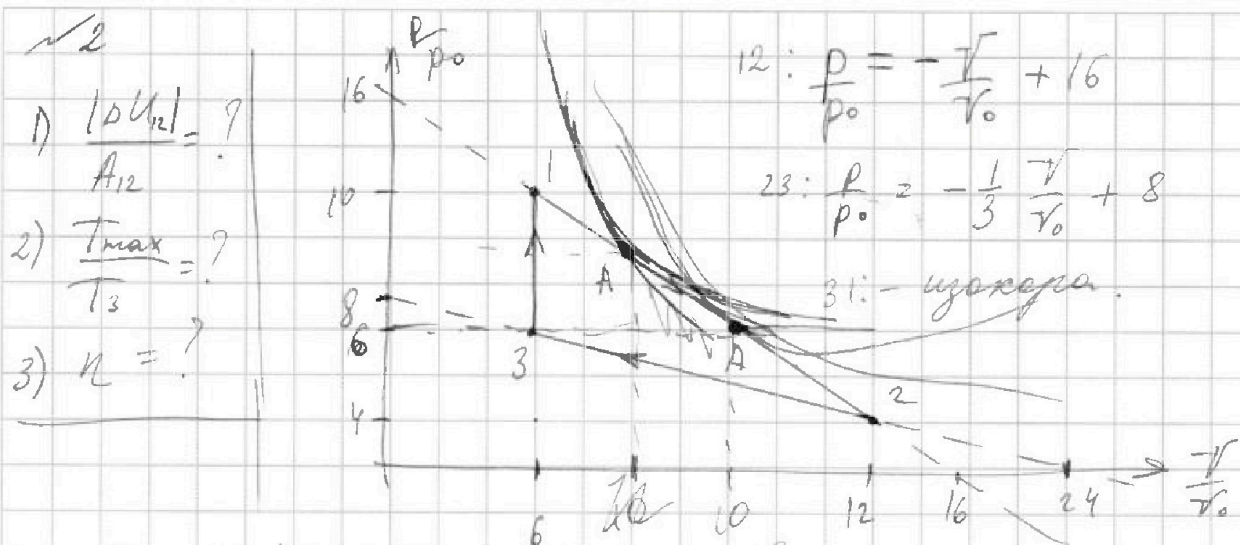


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



Ур-е Клапейрона - Менделеева:

$$p_1 v_1 = \nu R T_1, \quad p_2 v_2 = \nu R T_2, \quad p_3 v_3 = \nu R T_3$$

$$A_{12} = S_{12} = \frac{(10p_0 + 4p_0) \cdot 6v_0}{2} = 14 \cdot 3 p_0 v_0$$

на прямой 1-2: $\delta Q = \nu C dT = 0$ в т.с. $T_1 = T_{max}$
 т.е. в т. касания адиабаты.

также $pV^\gamma = \text{const}$ - ур-е адиабаты. $pV = \frac{\nu R T}{V}$

т.е. $T \cdot V^{(\gamma-1)} = \text{const}$

т.е. $T \cdot V^{(\gamma-1)} \cdot (\gamma-1) \neq 0$

т.е. $T \cdot V^{(\gamma-1)} = \text{const}$

$\frac{p}{p_0} = -\frac{v}{v_0} + 16$ ур-е касания 1-2 совпадает с ур-е касания касат к. $pV^\gamma = \text{const}$

т.е. $\frac{p}{p_0} = -\left(\frac{p_0}{p_0}\right) \frac{v}{v_0} + 16$

т.е. $\frac{p}{p_0} = -\left(\frac{p_0}{p_0}\right) \frac{v}{v_0} + 16$

т.е. $\frac{p}{p_0} = -\left(\frac{p_0}{p_0}\right) \frac{v}{v_0} + 16$



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!

$$A_{\text{цикла}} = \frac{1}{2} (6 \cdot 6 p_0 V_0 - 2 \cdot 6 p_0 V_0) = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 4 p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

$$6 p_0 V_0 \cdot 6 = 2 R T_3$$

$$10 p_0 \cdot 6 V_0 = 2 R T_1$$

$$12 V_0 \cdot 4 p_0 = 2 R T_2$$

$$|\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} 2 R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} |48 - 60| p_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot 12 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 12}{14 \cdot 3} = \frac{6}{14} = \frac{3}{7}$$

$$Q_{13} = \Delta U_{13} = \frac{3}{2} (60 - 36) p_0 V_0 = 3 \cdot 12 p_0 V_0 = 36 p_0 V_0$$

$$p = \frac{\text{const}}{V^\gamma} \quad \text{или} \quad \text{const} \cdot V^{(\gamma-1)} = k$$

$$p = k V^{-\gamma} + \text{const} \quad \text{т.е.} \quad T_A = - \left(\frac{p_0}{V_0} \right)$$

$$p V^\gamma = \text{const} \quad | : \text{при} \text{ } p \text{ и } V \text{ не}$$

$$p' V^\gamma + p \cdot \gamma V^{\gamma-1} = 0$$

$$p' = k$$

$$k_A = - \frac{p_0}{V_0}$$

$$\text{т.е.} \quad k V_A^\gamma = - (k V_A + C) \cdot V_A^{\gamma-1} \cdot \gamma$$

$$C_A = 16 p_0$$

$$\text{т.е.} \quad \frac{p_0}{2 V_0} \cdot V_A^\gamma = - \frac{p_0}{V_0} \cdot V_A^{\gamma-1} \cdot 16 p_0$$

$$- 2 p_0 V_0 \cdot V_A^\gamma = - 16 p_0 V_0 \cdot V_A^{\gamma-1}$$

$$k V_A^\gamma (1 + \gamma) = - C V_A^{\gamma-1} \cdot \gamma$$



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!

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{r}, \quad r \in (R; +\infty)$$

$$\varphi(x) = \int \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = -2$$

$$\varphi_\infty = 0 \quad \varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi_1 - \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{r} - \frac{3kQ}{R\epsilon} = \frac{kQ}{r} - 6\varphi_0$$

$$E_{\text{ин}} = \frac{\sum Q}{\epsilon_0 \epsilon S} = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon \cdot 4\pi R^2}$$

$$d\varphi = E_{\text{ин}} \cdot dx = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi x^2} dx$$

$$\Delta\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot (-2) \cdot \frac{1}{x} \Big|_{R_1}^{R_2} = \frac{Q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\varphi_{\left(\frac{R}{3}\right)} = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) + \Delta\varphi(R_1, R_2) = 6\varphi_0 - \frac{Q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{12}{R} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\left(\frac{3}{R} - \frac{12}{R} \right) = 6\varphi_0 - \frac{Q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \left(\frac{33-12}{R} \right) =$$

$$\varphi_0 = \varphi\left(\frac{R}{3}, \frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{3}{R} - \frac{3}{2R} \right)$$



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!

3

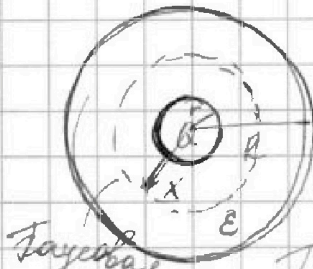
r, R

Q, ϵ

$$x = \frac{11R}{12}$$

1) $\varphi(x) = ?$

2) $\epsilon = ?$



Тогда
пол-то

1) Из графика ясно, что $r < \frac{R}{3}$, поэтому для $x \in (r, R)$ можно записать

$$T. \text{ Гаусса: } E \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\varphi_0 = 0 \cdot \varphi(r) = \frac{kQ}{r}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{1}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \frac{Q}{x}$$

$$= \frac{1}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{11R} = \frac{3Q}{11\pi R \epsilon \epsilon_0}$$

2) $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon R} = 6\varphi_0$

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

Из графика

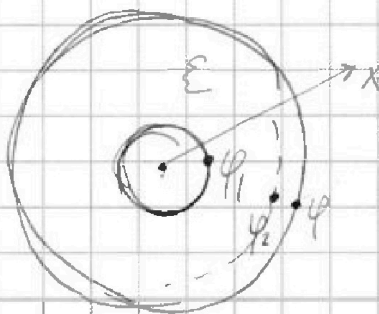
$$r = \frac{R}{6}$$

$$\varphi(r) = \frac{kQ \cdot 6}{R}$$

сферический конденсатор. Тогда $\frac{R}{3}$ и $\frac{2R}{3}$ как стенки сферического конденсатора.

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = U = \frac{Q}{C}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon(x-r)}$$



$$\varphi_1 = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \int_{\frac{R}{3}}^{\frac{2R}{3}} E_{in}(x) dx$$

$$\begin{aligned} \varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) &= \varphi_0 = \int_{\frac{R}{3}}^{\frac{2R}{3}} \frac{kQ}{\epsilon} \frac{1}{x^2} \cdot dx = \\ &= \frac{kQ}{\epsilon} \cdot (-2) \cdot \frac{1}{x} \Big|_{\frac{R}{3}}^{\frac{2R}{3}} = \frac{2 \cdot kQ}{\epsilon} \cdot \frac{R}{3} \end{aligned}$$



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!

✓ 4

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9L}{4}$$

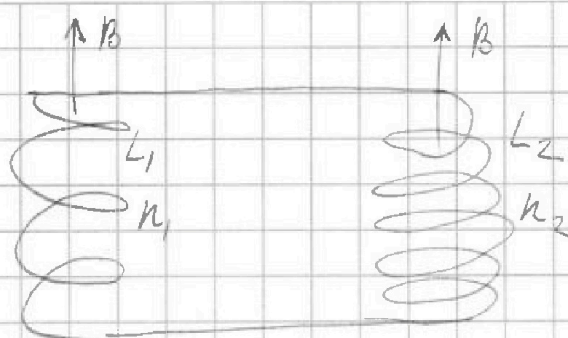
$$n_1 = n$$

$$n_2 = \frac{3n}{2}$$

S

$$1) \dot{I} = ?$$

$$2) I_k = ?$$



$$\mathcal{E}_{i1} = - \frac{d\Phi}{dt} = - S n_1 \frac{dB}{dt}$$

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

$$\mathcal{E}_{i2} = - S n_2 \frac{dB}{dt}$$

$$1) \text{ Если } \mathcal{E}_{i1} = - S n_1 \frac{dB}{dt} = - S n_1 \dot{I}, \text{ то } |\dot{I}| = \frac{S n_1 \dot{I}}{L}$$

$$\mathcal{E}_{i2} = 0$$

$$2) \Delta B_1 = \frac{B_0}{4}$$

$$\Delta B_2 = 4B_0 - \frac{8}{3}B_0 = \frac{4}{3}B_0$$

В начале тока в катушках нет $\Rightarrow W_0 = 0$.

$$\text{В конце } W_k = \frac{L_1 I_k^2}{2} + \frac{L_2 I_k^2}{2} = \frac{I_k^2}{2} \left(L + \frac{9L}{4} \right) = \frac{13 I_k^2 L}{8}$$

$$\Delta W = A_{\text{пери}}$$

$$\delta A = \mathcal{E}_1 dq - \mathcal{E}_2 dq$$

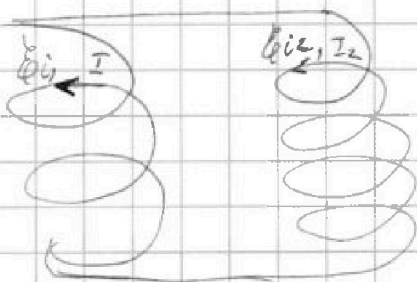
$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_{i2} - \text{б. ген.}$$

$$\delta A = \mathcal{E}_2 \cdot I \cdot dt = \left(\frac{dB_1 S n_1}{dt} - \frac{dB_2 S n_2}{dt} \right) \cdot I \cdot dt = S (dB_{1n_1} - dB_{2n_2}) I$$

$$\text{т.е. } A = \sum \delta A = S (\Delta B_1 n_1 - \Delta B_2 n_2) I_k$$

$$\frac{dI}{dt} = - \frac{\mathcal{E}_{i1}}{L}$$

$$dq = I dt$$





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!

$$\dot{\Phi}_\varepsilon = \left(\frac{dB_1 n_1 - dB_2 n_2}{dt} \right) S \quad \dot{\Phi}_i = \frac{dI L}{dt}$$

интегрирование

$$\dot{\Phi}_i dt = -dI L$$

$$\text{т.е. } |\Delta I L_\varepsilon| = |(\Delta B_1 n_1 - \Delta B_2 n_2)| \cdot S$$

$$\text{т.е. } |\Delta I| = \frac{|\Delta B_1 \cdot n - \Delta B_2 \cdot \frac{3n}{2}| S}{L + \frac{9}{4} L}$$

$$= \frac{n \left| \frac{B_0}{4} - \frac{3}{2} \cdot B_0 \cdot \frac{4}{3} \right| S}{\frac{13}{4} L} = \frac{n S B_0 \left| \frac{1}{4} - \frac{8}{4} \right|}{\frac{13}{4} L} = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$

$$I_k = 0 + \Delta I = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$

$$\text{Ответ: 1) } |\dot{I}| = \frac{S n d}{L} \quad 2) I_k = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$



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

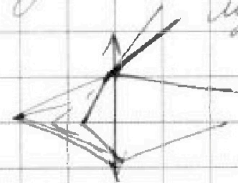


СТРАНИЦА
из

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

Для линзы свет отражённый от
зеркала идет сходящимся пучком, $\Rightarrow$ источник
мнимый, находясь на продолжении этих
лучей.

тогда $\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{x}$



Из подобия $\frac{f}{f + \frac{h}{2}} = \frac{z}{OM} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{3}{4}} = \frac{1}{3}$

$f = \frac{1}{3}f + \frac{1}{6}h$ $f = \frac{1}{6}h \cdot \frac{3}{2} = \frac{1}{4}h$

Тогда $\frac{3}{2h} = -\frac{4}{h} + \frac{1}{x}$ ~~$\frac{1}{x} = \frac{3+8}{2h}$~~

$PT = \frac{1}{4}r \cdot \frac{(h - \frac{2}{11}h)}{h} =$ $x = \frac{2h}{11}$

$= \frac{1}{4}r \cdot \frac{9}{11}$

Тогда $S_2 = \pi \left(9r^2 - \left(\frac{9 \cdot r}{4 \cdot 11} \right)^2 \right) = \pi \left(9 \cdot 16 - \frac{81}{121} \right) =$
 $= \pi \left(144 - \frac{81}{121} \right) \text{ см}^2$

$\frac{f + \frac{h}{2}}{f + h} = \frac{OM}{r} = \frac{3}{4}$

$\frac{3}{4}f + \frac{3}{4}h = f + \frac{h}{2}$

$\frac{3}{4}f = \frac{h}{4}$



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

☐☐☐☐☒☐☐

СТРАНИЦА
— ИЗ —

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

$$S_2 = \pi \left(9 \cdot 16 - \left(\frac{3}{5} \right)^2 \right) = \pi \cdot \left(144 - \frac{9}{25} \right) =$$
$$= \frac{\pi}{25} (144 \cdot 25 - 9) = \frac{\pi \cdot 3591}{25} \text{ см}^2.$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 144 \\ \times 25 \\ \hline 1720 \\ 288 \\ \hline 3600 \end{array}$$



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

☐☐☐☐☒☐☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$4f + 2h = 3f + 3h$$

$$\frac{f + \frac{h}{2}}{f + h} = \frac{3}{4}$$

$$4f + 2h = 3f + 3h$$

$$h = 4f - 3f = f$$

$$\frac{3}{2} - \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{8}$$

$$z = r - 2y = r - \frac{3}{4}r = \frac{1}{4}r$$

$$\frac{\frac{1}{4}}{f} = \frac{\frac{3}{4}}{f + \frac{h}{2}}$$

$$3f = f + \frac{h}{2} \quad \left[f = \frac{h}{2} \right]$$

$$\frac{f + h}{f + \frac{h}{2}} = \frac{4}{3}$$

$$3f + 3h = 4f + 2h$$
$$\left[f = h \right] \quad ?$$

$f = h \Rightarrow$ Будет просто точка на исто-смычке,
а вокруг него

$$\frac{3h}{2h} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{x} \quad \frac{1}{x} = \frac{3+2}{2h} \quad x = \frac{2}{5}h$$

$$PT = \frac{1}{4}r \cdot \frac{(1 - \frac{2}{5})}{1} = \frac{1}{4}r \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{5} \text{ см.}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$\frac{44}{28}$$

$$120$$

$$8$$

$$27 - 17$$

$$\frac{64}{24} \frac{4}{16}$$

$$\frac{9}{4} - \frac{25}{64}$$

$$12.4$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 16 \\ \times 9 \\ \hline \end{array}$$

$$90$$

$$1 \text{ mg } \frac{2}{3 \cdot 17} \cdot 10 = \frac{20}{51}$$

$$144$$

$$+ 54$$

$$144$$

$$E \cdot S = \sum \frac{Q}{\epsilon_0}$$



$$Q = 6S$$

$$S = 2S$$

$$E = \frac{6S}{2\epsilon_0 S^2}$$

$$120$$

$$144 - 25 = 119$$

$$36 - \frac{25}{4} = \frac{119}{4} E$$

$$\epsilon E$$

$$E = k$$

$$Q = \frac{q}{d}$$

$$Q = \frac{q}{U} = \frac{q}{Ed} =$$

$$= \frac{QS}{\frac{6}{\epsilon_0} \cdot d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$E = \frac{kq}{R^2} \quad \varphi = \frac{kq}{R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} = \frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h}$$

$$\frac{h}{2}$$

$$\begin{aligned} \frac{4}{3} - \frac{1}{2} &= \frac{8-3}{6} = \frac{5}{6} : \frac{4}{3} = \\ &= \frac{5 \cdot 3}{6 \cdot 4} = \frac{5}{2 \cdot 4} \end{aligned}$$



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

$$h, F = \frac{2h}{3}$$
$$l = \frac{h}{2}$$
$$r = 4 \text{ см}$$

$$1) S_1 = ?$$

$$2) S_2 = ?$$

Если бы не было зеркала:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2h} + \frac{1}{b} \quad \frac{1}{b} = \frac{3h}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} \quad \text{т.е. } b = 2h \text{ от линзы.}$$

За точкой А и В зеркало точно освещено.

Проверим крайний луч, проходящий $\frac{1}{2}$ линзы и $\frac{1}{2}$ от линзы (т.е. центр. линзы (т.е. не приложится), они пересекились бы где-то за зеркалом в т. на фокальной пл-ти.

Все лучи идущие ниже $\frac{1}{2}$ линзы аналогично, и тогда не освещен остается участок АМ
т.е. $S_1 = \pi DA^2 - \pi OM^2$

$$\frac{DA}{r} = \frac{3h}{4h} = \frac{3}{4} \quad DA = \frac{3}{4} r = \frac{3}{4} \cdot 4 \text{ см} = 3 \text{ см}$$
$$\frac{OM}{r} = \frac{OS}{2h} = \frac{2h - \frac{h}{2}}{2h} = \frac{\frac{3h}{2}}{2h} = \frac{3}{4} \quad \text{т.е. } OM = \frac{3}{4} r = 3 \text{ см}$$



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

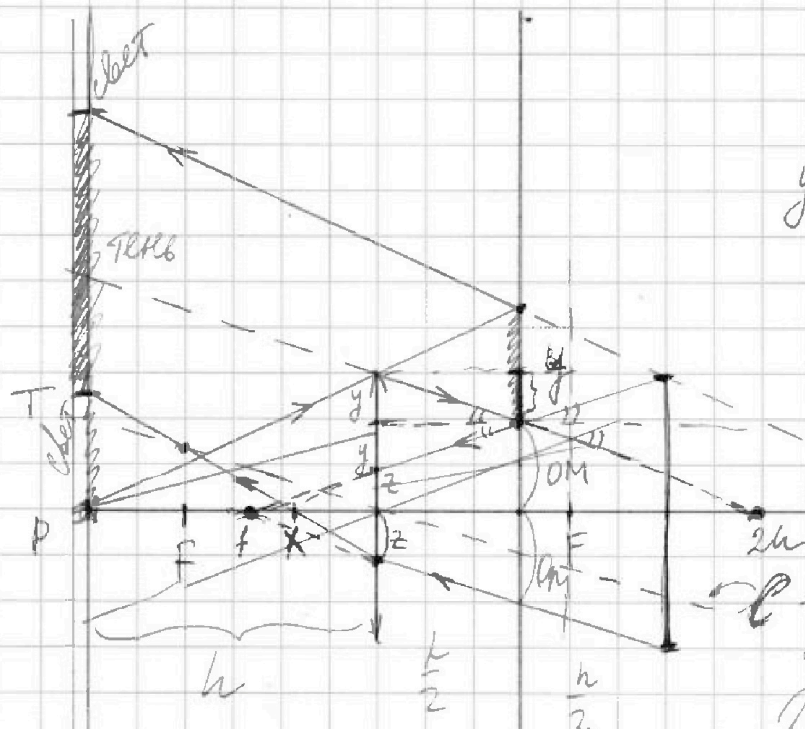


СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$S_1 = \pi \left(\left(\frac{3}{2} r \right)^2 - \left(\frac{3}{4} r \right)^2 \right) = \pi r^2 \left(\frac{9}{4} - \frac{9}{16} \right) = \pi \cdot 4^2 \cdot \frac{(144 - 25)}{64} = \frac{\pi}{4} \cdot 119 \text{ см}^2 = \frac{119\pi}{4} \text{ см}^2$$

$$\text{Тень на стене} = \pi \left(\left(\frac{3}{2} \cdot 4 \right)^2 - \left(\frac{3}{4} \cdot 4 \right)^2 \right) = \pi \cdot (36 - 9) = 27\pi \text{ см}^2$$



$$y = \frac{\frac{3}{2} r - \frac{3}{4} r}{2} = \frac{3}{8} r$$

$$z = r - 2y = r - \frac{3}{4} r = \frac{1}{4} r$$

проверим $\frac{r}{2}$
луч, отраженный
от зеркала.
П.с. & в фокальн.
те-ти.

$$S_2 = \pi ((2AO)^2 - PT^2) = \pi (9r^2 - PT^2)$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x} \Rightarrow \frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{x} \Rightarrow x = 2h$$

т.е.

тогда

$$\frac{z}{x} = \frac{PT}{(h-x)}$$

$$PT = \frac{1}{4} r \cdot \frac{(h-x)}{h}$$