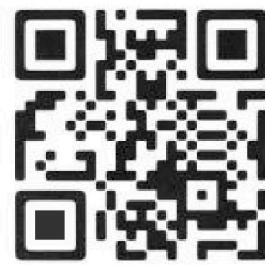


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-03

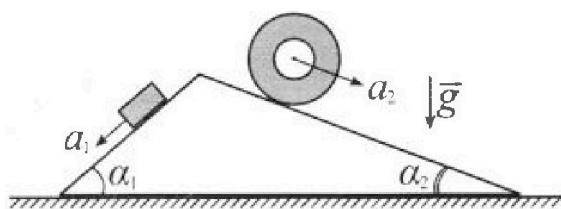


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (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 $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. 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 цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

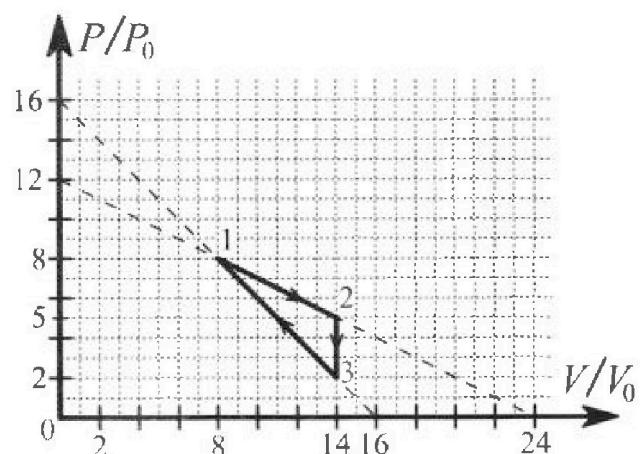
Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.



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.

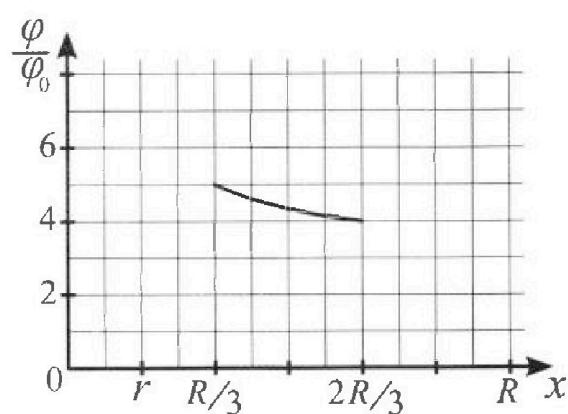
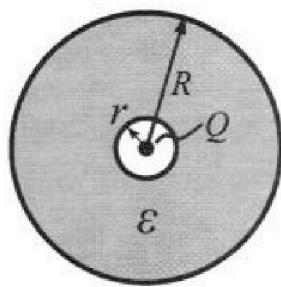
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

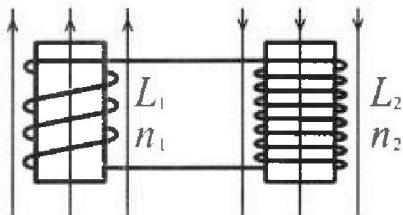


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

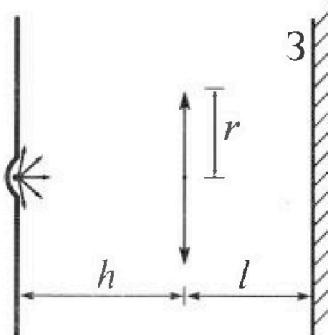
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С како^йй скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. 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.



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$F_3 = \left(\frac{12 - 210 + 600 - 156}{25 - 13} \right) mg = \left(\frac{636 - 366}{13 \cdot 25} \right) mg = \frac{27 \cdot 8 \cdot 2}{13 \cdot 5 \cdot 8} mg = \\ = \underline{\underline{\frac{54}{65} mg}}$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{3}{65} mg$; 2) $F_2 = \frac{7}{26} mg$; 3) $F_3 = \frac{54}{65} mg$

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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

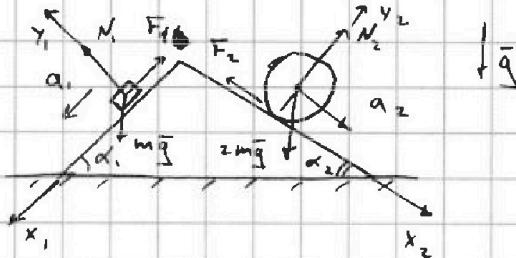
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1.

① II ЗН для бруска
на ось x_1 :

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \frac{39-30}{65} mg = \underline{\underline{\frac{9mg}{65}}}$$



② Тр. о движении с.м. для цилиндра на ось x_2 :

$$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2 \rightarrow F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = \\ = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \cdot \frac{20-13}{52} = \underline{\underline{\frac{7}{26} mg}}$$

③ Рассм. силы, действ. на клин:

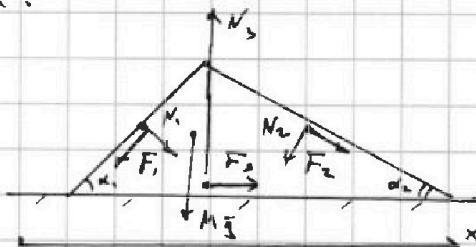
Т.к. клин не подвижен услов. равн.
вдоль оси x :

$$F_{3x} + F_2 \cos \alpha_2 = F_1 \cos \alpha_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_{3x} = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 = \frac{9}{65} \cdot \frac{1}{5}$$

$$F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 + F_3 = N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1$$

$$\underline{\underline{F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1}}$$



M - масса клина

N_3 - сила реакции
со стор. стола
на клин

N_1 - сила реакции
со стор. бруска

N_2 - сила реакции
со стор. цилиндра

- Равновесия бруска и цилиндра
на оси y_1 и y_2 , соответ.

$$y_1: N_1 = m_1 g \cos \alpha_1, \quad y_2: N_2 = m_2 g \cos \alpha_2$$

$$\text{Т.о. } F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + 2mg \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 = \\ = \left(\frac{9}{65} \cdot \frac{1}{5} - \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} + \frac{2 \cdot 5 \cdot 12}{13 \cdot 13} - \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} \right) mg = \frac{(9 \cdot 4 - 7 \cdot 6 \cdot 5 + 2 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 5 - 3 \cdot 4 \cdot 13)}{5 \cdot 5 \cdot 13} mg$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

№2.

① Работа газа за цикл - это изм. внутр. цикла в pV :

$$A = \frac{1}{2} \cdot (p_2 - p_3)(V_2 - V_1) \text{, где } V_i \text{ - объем в } i\text{-ом сост.}$$

$$\underline{\underline{A = g p_0 V_0}}$$

p_i - давление в i -ом состоянии

Изм. внутр. энергии газа в процессе 1-2:

$$\Delta U_{1,2} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (70 - 69) p_0 V_0 =$$

$$= \underline{\underline{3 p_0 V_0}} \quad \text{T.O.} \quad \underline{\underline{\frac{\Delta U_{1,2}}{A} = 1}}$$

② Температуру в сост. 3 находят из ур. сост.

из газа: $p_2 V_2 = \nu R T_2 \rightarrow T_2 = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R}$

1. Первое нач. термодин. для беск. малого процесса:

$\delta Q =$ Задачи функцию процесса 1-2:
 $\underline{\underline{p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} V + 12 p_0}}$

Ур. беск. малого процесса: $p dV + V dp = \nu R dT$

$\nu = \text{const}$, при T_{\max} имеет. след. вид: $\underline{\underline{p_1 dV + V_1 dp = 0}}$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0} \text{ - из диффер. функции;}$$

$$\underline{\underline{p_1 = \frac{p_0 V_1}{2V_0}}} \leftarrow \text{давл. при } T_{\max}$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p_1}{V_1}$$

T.O. $\frac{p_0 V_1}{2V_0} = -\frac{p_1 V_1}{2V_0} + 12 p_0 \leftarrow p_1 = p(V_1)$

$$\downarrow \quad \underline{\underline{V_1 = 12 V_0}} \rightarrow p_1 = p(12 V_0) = \underline{\underline{6 p_0}}$$

Тогда ур. сост. газа при T_{\max} :

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$p_1 V_1 = \partial R T_{\max} \rightarrow T_{\max} = \frac{72 p_0 V_0}{\partial R}$$

$$\text{T.O. } \frac{T_{\max}}{T_s} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \underline{\underline{\frac{18}{7}}}$$

③ КПД будем искать по формуле: $\eta = \frac{A}{Q_n}$

$$A = g p_0 V_0 - \text{из п.1.}$$

$$Q_n = Q_{n12} + Q_{n31}, \text{где}$$

(в процессе 2-3 - работ. холодильник) Q_{nij} - кол-во тепл.

- Первое нач. термодин. д19
беск. малого процесса:

нагр. 3-й процесс.

$$- U_3 \text{ п.2 } \rightarrow p dV + V dp = \partial L dT$$

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

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

- Зададим уп. 1-2 и 3-1 проц.:

$$(1-2) U_2 \text{ п.2: } p(V) = - \frac{p_0}{2V_0} V + 12p_0 \rightarrow \frac{dp}{dV} = - \frac{p_0}{2V_0}$$

$$(3-1) \cancel{U_3} \text{ п.2: } p(V) = - \frac{p_0}{V_0} V + 16p_0 \rightarrow \frac{dp}{dV} = - \frac{p_0}{V_0}$$

Если $\delta Q > 0$, то нагр. если $\delta Q < 0$, то холод.

• Рассм. процесс 1-2: $\delta Q = - \frac{5}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} V dV + 30p_0 dV +$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} V dV = 30p_0 dV - 2p_0 \frac{V}{V_0} dV = 2 \frac{p_0}{V_0} (15V_0 - V) dV$$

$$\delta Q > 0 \text{ при } V < 15V_0 \quad (\text{д}V > 0)$$

$$\text{T.O. } Q_{n12} = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = g p_0 V_0 + \left(\frac{8+64-25}{2} \right) p_0 V_0 =$$

$$= (8+64-25) p_0 V_0 = \underline{\underline{48 p_0 V_0}}$$

• Рассм. процесс 3-1: $\delta Q = - \frac{5}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} V dV + 40p_0 dV -$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} V dV = 40p_0 dV - 4 \frac{p_0}{V_0} V dV = 4 \frac{p_0}{V_0} (10V_0 - V) dV \quad (\text{д}V < 0)$$

т.к. в ар. сторону



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$sQ > 0 \quad \text{при} \quad V > (V_0 \cdot 10)$$

T.o. Нагреватель в з-1 работает от $14V_0$ до $10V_0$

$$Q_{u31} = \frac{3}{2} (6\rho_0 \cdot 10V_0 - 2\rho_0 \cdot 14V_0) \cdot \underbrace{\left(\cancel{6\rho_0 \cdot 14V_0} - \frac{36\rho_0 V_0}{2} - \frac{4\rho_0 V_0}{2} \right)}_A =$$

ΔU

$$= (30 - 12 - 16) \rho_0 V_0 = \underline{32} \rho_0 \underline{V_0}$$

$$\underline{T.o.} \quad \underline{Q_u} = \underline{80} \rho_0 \underline{V_0} \rightarrow \underline{\gamma} = \underline{\frac{3}{80}}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$; 2) $\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{2}$; 3) $\gamma = \frac{3}{80}$;



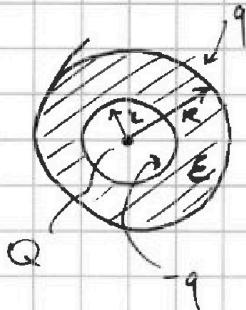
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

№3.



① Поле вне шара будет, как от заряда Q , а в диэл. также, но в ϵ раз меньшее (т.к. диэл. - диэлектрик)

Пусть поляриз. заряды $q = -q$, снаружи и в полости соотв.

Найдем q из усл. на поле внутри диэлектрика:

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} \cdot \frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(-q)}{x^2} \rightarrow q = \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right) Q$$

Тогда потенциал на $x = \frac{5R}{6}$ будет соотв.

$Q, -q$ — как той. заряды на расст. $x = \frac{5R}{6}$ и q — как на поверхности R :

$$\begin{aligned} \psi(x) &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{x} + \frac{(-q)}{x} + \frac{q}{R} \right) \xrightarrow{x = \frac{5R}{6}} \psi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6Q}{5R} + \right. \\ &+ \left. \left(-\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot \frac{6Q}{5R} \right) + \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{R} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{6}{5} + \frac{-6(\epsilon - 1)}{5\epsilon} + \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon} \right) \frac{Q}{R} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6\epsilon - 6\epsilon + 6 + 5\epsilon - 5}{5\epsilon} \right) \frac{Q}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(5\epsilon + 1)}{5\epsilon} \cdot \frac{Q}{R} \end{aligned}$$

② Рассм. крайние точки на графике:

$$\begin{aligned} 1. \quad \psi_1 &= 5\psi_0, \quad x_1 = \frac{R}{3}; \\ 2. \quad \psi_2 &= 4\psi_0, \quad x_2 = \frac{2R}{3}; \end{aligned}$$

Найдем формулы для потен. внутри диэл. $\psi(x)$:

$$\psi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{Q}{x} - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{x} + \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{R} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{R + x(\epsilon - 1)}{\epsilon \cdot x \cdot R} \right) Q$$

$$\text{Подставим } \psi_1 \text{ и } \psi_2: \quad 1. \quad 5\psi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1 + \frac{1}{3}(\epsilon - 1)}{\epsilon \cdot \frac{R}{3} \cdot R} \cdot Q =$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(2 + \epsilon)}{\epsilon \cdot R} \cdot Q \quad (1)$$

$$2. \quad 4\psi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1 + \frac{2}{3}(\epsilon - 1)}{\epsilon \cdot \frac{2R}{3} \cdot R} \right) Q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(9\epsilon + 4)}{6\epsilon \cdot R} \cdot Q \quad (2)$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$(1) \quad 5\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot (2+\epsilon) \frac{Q}{ER} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \quad \frac{(1)}{(2)} \rightarrow \frac{5}{4} = \frac{2+\epsilon}{\frac{1}{2}+\epsilon}$$
$$(2) \quad 4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot (\frac{1}{2}+\epsilon) \frac{Q}{ER}$$

Решаем полув. ур.: $8 + 4\epsilon = \frac{5}{2} + 5\epsilon \rightarrow \underline{\underline{\epsilon = \frac{11}{2}}}$

Ответ: 1) $\varphi(\frac{5R}{6}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(5\epsilon+1)Q}{5\epsilon R}$;

2) $\epsilon = \frac{11}{2} = 5,5$;

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.

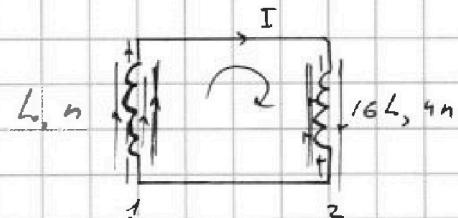
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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.

① Напряж. на катушках
равны, через них ток один
и тот же.



- Поток через первую катушку: $\Phi_1 = L_1 I + B_1 S_n$

- Поток через вторую катушку: $\Phi_2 = 16L_1 I + B_2 S_n$

$$\text{Обход контура: } -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0 \rightarrow h$$

$$\frac{dB_1}{dt} = \alpha, \quad \frac{dB_2}{dt} = 0 \quad (\text{T.K. } B_2 = \text{const}) \quad \Phi = \Phi_1 + \Phi_2$$

$$\Phi = 17L_1 I + (B_1 + \alpha B_2) S_n \quad - \text{полный поток через весь контур.}$$

- Т.к. контур — с разрезом проводами, то $\Phi = \text{const}!$

$$\text{T.O. } \frac{d\Phi}{dt} = 17L_1 \frac{dI}{dt} + \alpha S_n = 0 \rightarrow \frac{dI}{dt} = -\frac{\alpha S_n}{17L_1}$$

② Т.к. $\Phi = \text{const}$, то поток в нач. равен
потоку в конце: $\Phi_0 = \Phi$.

~~$$\Phi_0 = \left(\frac{B_0}{\pi} + 4 \cdot 3 B_0 \right) S_n, \quad \Phi_1 = 17L_1 I + \left(\frac{B_0}{3} + 4 \cdot \frac{3}{4} B_0 \right) S_n$$~~

$$\Phi_0 = 13B_0 S_n, \quad \Phi_1 = \frac{28}{3} B_0 S_n + 17L_1 I$$

$$\text{T.O. } \Phi = \text{const} \rightarrow I = \frac{11}{3} \cdot \frac{B_0 S_n}{17L_1} = \frac{11}{51} \cdot \frac{B_0 S_n}{L}$$

Ответ: 1) $\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{\alpha S_n}{17L_1}; \quad 2) I = \frac{11}{51} \cdot \frac{B_0 S_n}{L};$

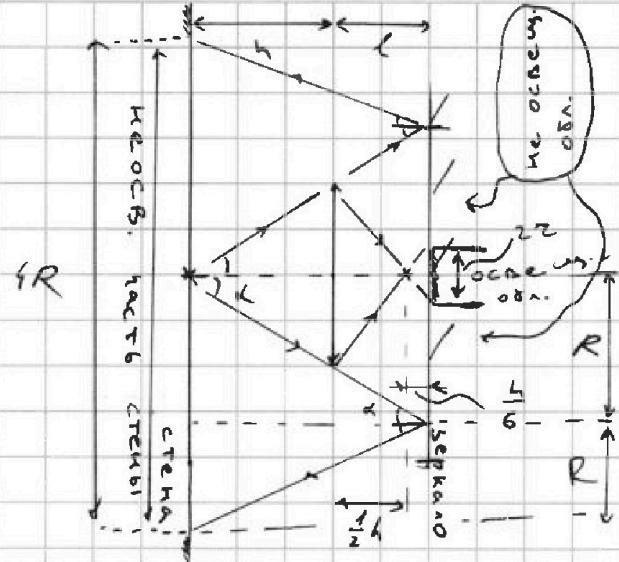
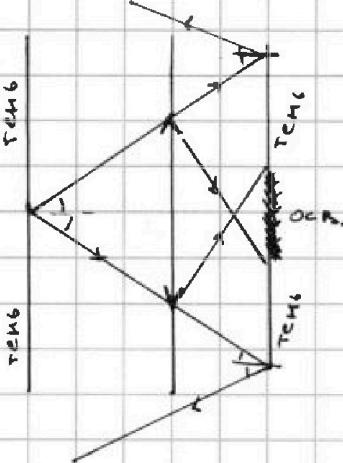
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

№ 5.



① Найдём, где собираются лучи от лампочки после прохожд. через линзу по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x} \rightarrow x = \frac{Fh}{h-F} = \frac{h^2}{3h-h} = \frac{h}{2}$$

Рассмотрим ход крайних лучей, прох. через край линзы и кас. её. Ось. и не ось одн. На зеркале будет предст. из себя ~~з~~ конц. круга.

Из подобия Δ : $\frac{r}{\varepsilon} = \frac{\frac{1}{2}h}{\frac{1}{6}h} \rightarrow \varepsilon = \frac{r}{3}$

$$\frac{R}{r} = \frac{h+l}{h} \rightarrow R = \frac{5r}{3}$$



Т.о. Площ. не осв. части зеркала: $S_1 = \pi R^2 - \pi \varepsilon^2 = \pi r^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{200 \pi}{3} \text{ см}^2$

② Неосв. часть стены будет тоже кругом, границы которого определ. отр. от зеркала лучей, касающимися линз. Так как угол падения равен углу отр. и равен. стра Δ \rightarrow радиус неосв. части будет $2R$.

Т.о. Площадь неосв. части стены: $S_2 = \pi (2R)^2 = \frac{4 \cdot 25}{9} \pi r^2$

$$S_2 = \frac{100 \pi}{9} \text{ см}^2$$



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

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!

Ответ:

$$1) S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2; \quad 2) S_2 = \frac{100}{3} \pi \text{ см}^2;$$