



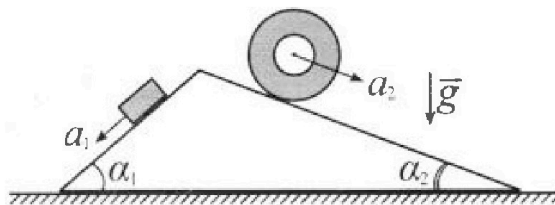
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок 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.

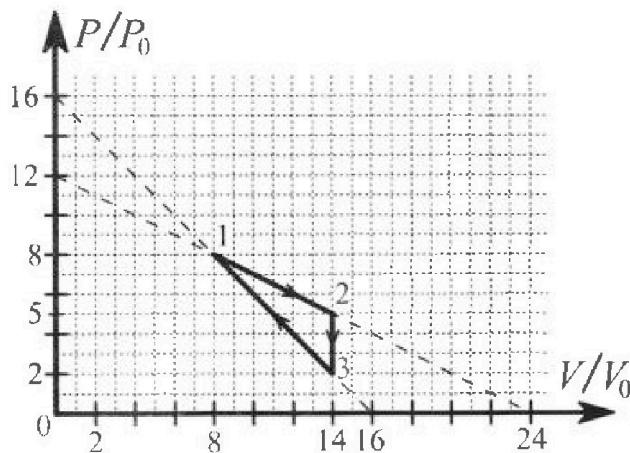


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

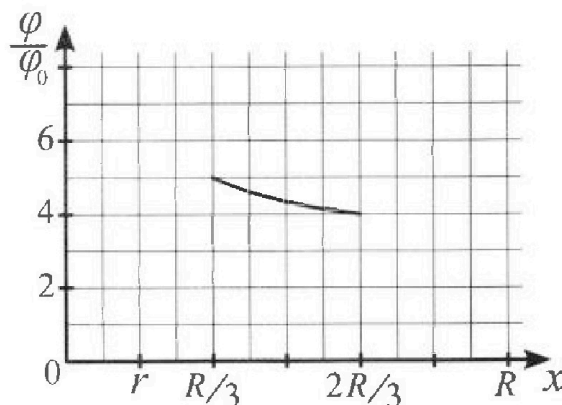
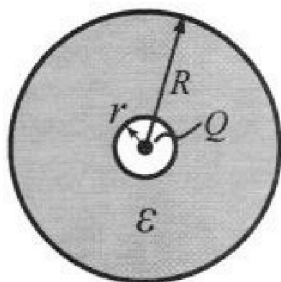
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



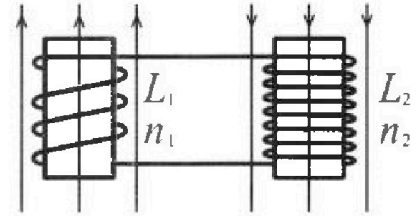
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

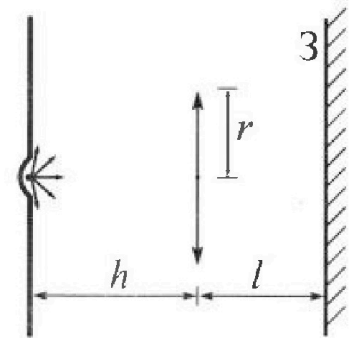


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



- 1) С какой 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 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  $F = h/3$ . 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - 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

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!

$$F_3 = \left( \frac{36 - 210 + 600 - 156}{25 \cdot 13} \right) \text{ mg} = \left( \frac{636 - 366}{13 \cdot 25} \right) \text{ mg} = \frac{27 \cdot 8 \cdot 2}{13 \cdot 5 \cdot 8} \text{ mg} =$$
$$= \frac{54}{65} \text{ mg}$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{3}{65} \text{ mg}$ ; 2)  $F_2 = \frac{4}{26} \text{ mg}$ ; 3)  $F_3 = \frac{54}{65} \text{ mg}$ ;

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

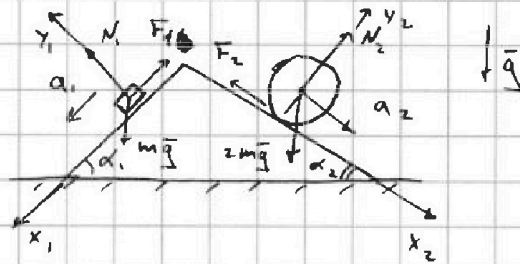
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№2.

① II закон для бруска на ось  $x_1$ :

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

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



② Т.к. 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 усл. равн. вдоль оси  $x$ :

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

$$\rightarrow F_{3x} = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 = \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5}$$

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

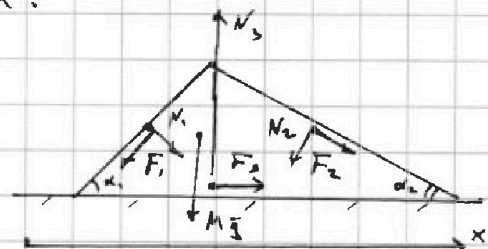
$$\underline{\underline{F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1}}$$

- Равновесия бруска и цилиндра на оси  $y_1$  и  $y_2$ , соотв.:

$$y_1: N_1 = m_1 g \cos \alpha_1, \quad y_2: N_2 = 2m_2 g \cos \alpha_2$$

$$\underline{\underline{T.O.}} \quad F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + 2m_2 g \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 - m_1 g \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1 =$$

$$= \left( \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} + \frac{2 \cdot 5 \cdot 12}{13 \cdot 13} - \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} \right) mg = \frac{(9 \cdot 4 - 7 \cdot 6 \cdot 5 + 2 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 5 - 3 \cdot 4 \cdot 13)}{5 \cdot 5 \cdot 13} mg$$



$M$  - 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



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!

№2.

① Работа газа за цикл - площ. внутри цикла в pV:

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

$$A = 3p_0V_0$$

$p_i$  - давление в  $i$ -ом состоянии

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (70 - 60) p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

Т.о.  $\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$

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

уг. газа:  $p_3 V_3 = \nu R T_3 \rightarrow T_3 = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R}$

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

~~$\delta Q =$  Зададим функцию процесса 1-2:~~

~~$$p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} V + 12 p_0$$~~

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

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

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

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p}{V}$$

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

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

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

Тогда ур. сост. для газа при  $T_{\text{max}}$ :



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!

$$p, V_1 = \nu R T_{\max} \rightarrow T_{\max} = \frac{72 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{Т.О.} \quad \frac{T_{\max}}{T_s} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

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

$$A = 9 p_0 V_0 \quad \text{— из п. 1.}$$

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

(в процессе 2-3 — работ. холодильник)

$Q_{nij}$  — кол-во теп.

нагр. в а.  $i \rightarrow j$  процесс.

- Первое нач. термодин. для

беск. малого процесса:

$$\text{— из п. 2} \rightarrow p dV + V dp = \nu R dT$$

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

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

- Зададим ур. 1-2 и 3-1 проц.:

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

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

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

$$\bullet \text{ Рассм. процесс 1-2: } \delta Q = -\frac{5}{4} \cdot \frac{p_0}{V_0} V dV + 30 p_0 dV +$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{p_0}{V_0} V dV = 30 p_0 dV - 2 p_0 \frac{V}{V_0} dV = 2 \frac{p_0}{V_0} (15 V_0 - V) dV$$

$$\delta Q > 0 \text{ при } V < 15 V_0 \quad (\text{из п. 1}) \quad (dV > 0)$$

$$\text{Т.О.} \quad Q_{n12} = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 9 p_0 V_0 + \left( \frac{8 \cdot 16 - 5 \cdot 10}{2} \right) p_0 V_0 =$$

$$= (8 + 64 - 25) p_0 V_0 = 48 p_0 V_0$$

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

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

Т.К. В.Ф. СЕРОВ



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!

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

Т.о. Нагреватель в 3-1 работает от 14% до 10%

$$Q_{н31} = \frac{3}{2} (6\rho_0 \cdot 10V_0 - 2\rho_0 \cdot 14V_0) = \underbrace{\left( \frac{36\rho_0 V_0}{2} - \frac{4\rho_0 V_0}{2} \right)}_A =$$

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

Т.о.  $Q_n = 80 \rho_0 V_0 \rightarrow \underline{\underline{\eta = \frac{3}{80}}}$

Ответ: 1)  $\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$ ; 2)  $\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{18}{7}$ ; 3)  $\eta = \frac{3}{80}$ ;



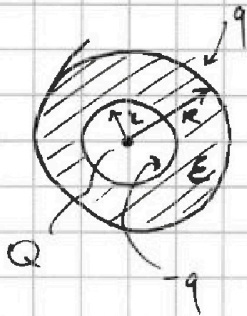
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

53.



① Поле вне шара будет, как от заряда  $Q$ , а в диэл. также, но в  $\epsilon$  раз меньше (т.к. диэл. — линейный)

Пусть поляриз. заряды  $q$  и  $-q$ , снаружи и в полости соотв. Найдем  $q$  из усл. на поле внутри диэлектрика:

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

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

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

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

② Рассм. крайние точки на графике:

1.  $\varphi_1 = 5\varphi_0$ ,  $x_1 = \frac{R}{3}$ ;

2.  $\varphi_2 = 4\varphi_0$ ,  $x_2 = \frac{2R}{3}$ ;

Находим формулу для потен. внутри диэл.  $\varphi(x)$ :

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

Подставим  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ :

$$1. \quad 5\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1 + \frac{1}{3}(\epsilon-1)}{\frac{\epsilon}{3} R} \cdot R Q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(2+\epsilon)}{\epsilon R} \cdot Q \quad (1)$$

$$2. \quad 4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1 + \frac{2}{3}(\epsilon-1)}{\frac{\epsilon}{3} R} \cdot R Q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(5+\epsilon)}{\epsilon R} \cdot Q \quad (2)$$





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

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!

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

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

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

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



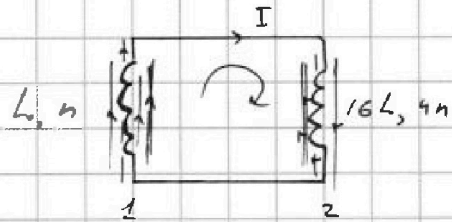
1  2  3  4  5  6  7

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!

54.

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



- Поток через первую катушку:  $\Phi_1 = LI + B_1 Sn$

- Поток через вторую катушку:  $\Phi_2 = 16LI + 4B_2 Sn$

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

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

$\Phi = 17LI + (B_1 + 4B_2) Sn$  - полный поток через весь контур.

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

Т.о.  $\frac{d\Phi}{dt} = 17L \frac{dI}{dt} + \alpha Sn = 0 \rightarrow \frac{dI}{dt} = -\frac{\alpha Sn}{17L}$

② Т.к.  $\Phi = \text{const}$ , то поток  $B$  на в. равен потоку в конце:  $\Phi_0 = \Phi_1$

~~$\Phi_0 = (B_0 + 4 \cdot 3B_0) Sn$~~   $\Phi_0 = (B_0 + 4 \cdot 3B_0) Sn$ ,  $\Phi_1 = 17LI + (B_0 + 4 \cdot \frac{3}{4} B_0) Sn$

$\Phi_0 = 13B_0 Sn$ ,  $\Phi_1 = \frac{28}{3} B_0 Sn + 17LI$

Т.о.  $\Phi = \text{const} \rightarrow I = \frac{11}{3} \cdot \frac{B_0 Sn}{17L} = \frac{11}{51} \cdot \frac{B_0 Sn}{L}$

Ответ: 1)  $|\frac{dI}{dt}| = \frac{\alpha Sn}{17L}$ ; 2)  $I = \frac{11}{51} \cdot \frac{B_0 Sn}{L}$ ;



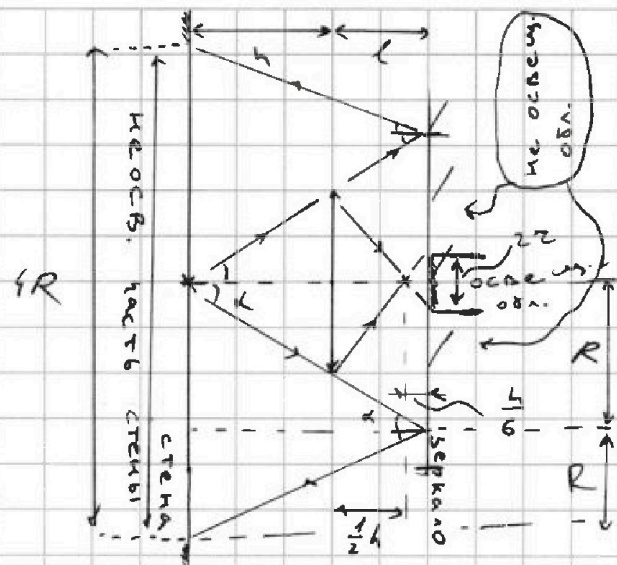
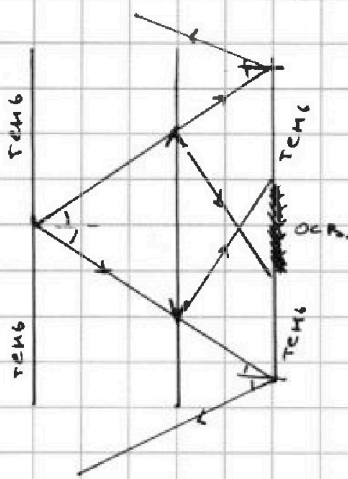
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

55.



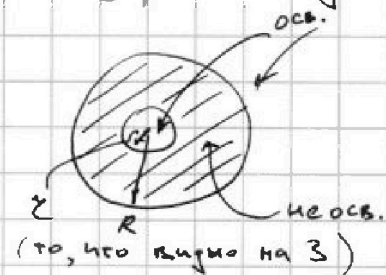
① Найдём, где собираются лучи от лампочки после прохожд. через линзу по формуле тонкой линзы:

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

Рассмотрим ход крайних лучей, прох. через край линзы и кас. её. Осв. и не осв. обл. на зеркале будут предст. из себя два кону. круга.

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

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



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

② Не осв. часть стены будет тоже кругом, границы которого определ. отр. от зеркала лучей, касающ. линзы. Так как угол падения равен углу отр. и равен. стpа  $\Delta \rightarrow$  радиус не осв. части будет  $2R$ .

П.о. Площ. осв. части стены:  $S_2 = \pi (2R)^2 = \frac{4 \cdot 25}{3} \pi \text{ см}^2$   
 $S_2 = \frac{100\pi}{3} \text{ см}^2$



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)  $S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$ ; 2)  $S_2 = \frac{100}{9} \pi \text{ см}^2$ ;