



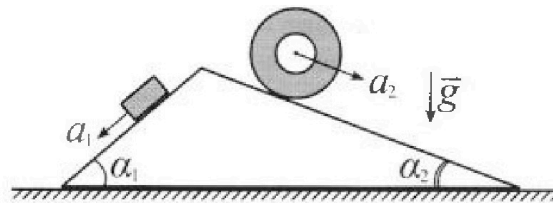
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (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.

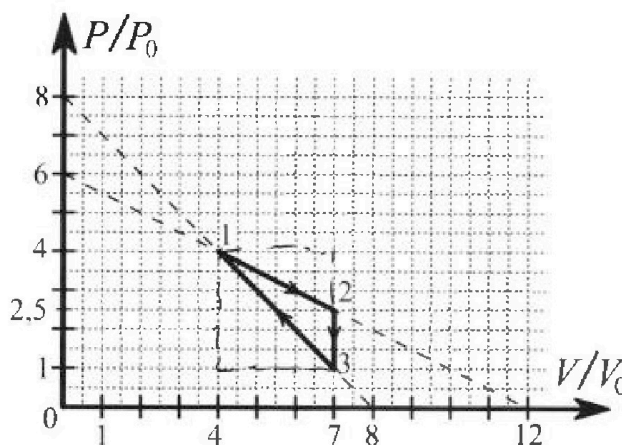


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

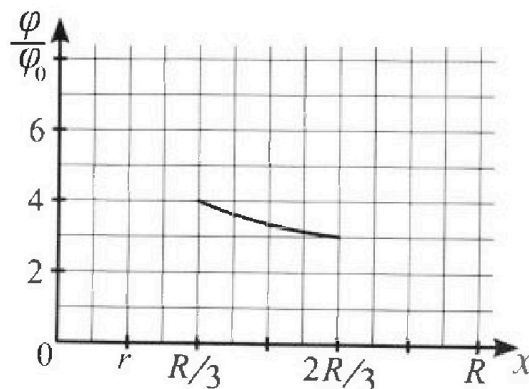
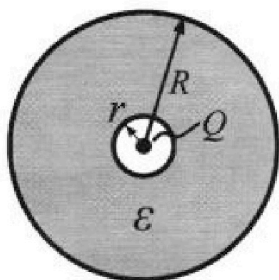
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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.

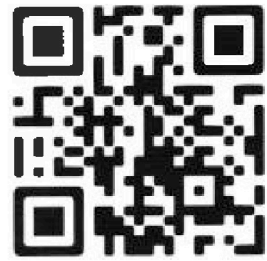
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



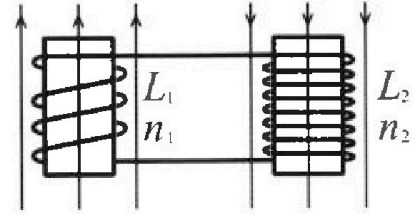
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

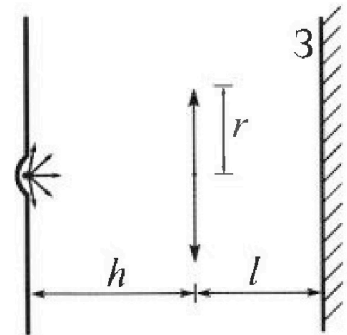


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , 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  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  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.



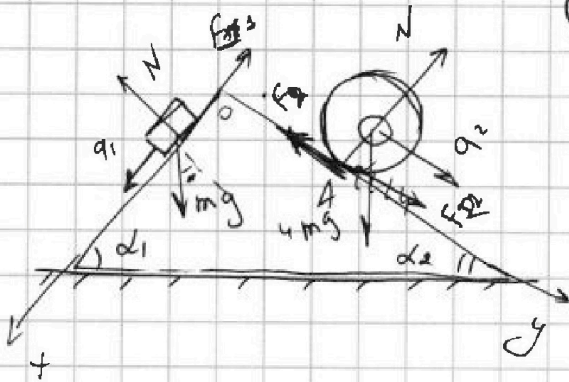


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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 1) Силы разобьем на  
на рисунке

2) по IIЗН:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{TP} = m\vec{a}$$

$$Ox: ma_1 = mgs \sin \alpha - F_{TP1}$$

$$F_1 = mgs \sin \alpha_1 - ma_1 = m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5g}{13} \right)$$

$$F_1 = mg \left( \frac{3 \cdot 13 - 25}{65} \right) = \boxed{mg \cdot \frac{14}{65}}$$

② по IIЗН в проекции на OY: (при пере-  
счете во в.р. с.о.)

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 + F_{TP2}$$

$$F_1 = F_2$$

$$F_2 = 4ma_2 = \boxed{\frac{5}{8} gm}$$

$$\vec{N} + \vec{F}_{TP} + 4m\vec{g} = 4m\vec{a}_2$$

$$F_{TP2} = 4ma_2 - 4mg \sin \alpha_2 = 4m(a_2 - \sin \alpha_2 g)$$

$$F_{TP2} = 4m a_2 - 4mg \left( \frac{6}{24} - \frac{5}{13} \right)$$

$$F_{TP2} = 4ma_2 + 4mg \left( \sin \alpha_2 - \frac{6}{24} \right) = 4m \left( \frac{200}{13 \cdot 24} - \frac{6}{24} \right)$$

$F_{TP2}$  - сила трения по кас.

$$= \boxed{\frac{155}{78} mg}$$

③  $F_1 = \frac{14}{65} mg$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 \quad N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$N_1 = \boxed{\frac{mg \cdot 4}{5}}$$

$$N_2 = \frac{12}{13} \cdot 4mg = \boxed{\frac{48}{13} mg}$$



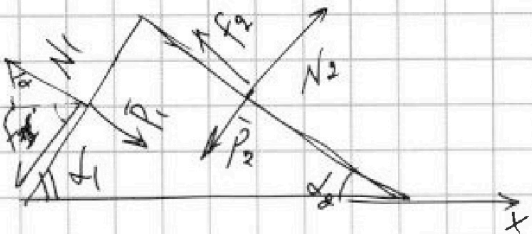
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 Рассмотрим отдельно центр масс



$$\vec{F}_3 + \vec{P}_1 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{P}_2 + \vec{N}_1 + \vec{N}_2$$

$$M\vec{g} = 0$$

Ox:

$N_1$

$$P_1 = mg \cos \alpha$$

$$P_2 = 4mg \cos \alpha$$

(но 38H)

$$P_1 = N_1$$

$$P_2 = N_2$$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha + P_1 \sin \alpha$$

$$+ F_2 \cos \alpha - P_2 \sin \alpha$$

(М.к. брусков поворачиваем)

$$F_3 = \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} +$$

$$+ \frac{155}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13}$$

$$F_3 = mg \left( \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} + \frac{12}{25} + \frac{155 \cdot 12}{78 \cdot 13} - \frac{48 \cdot 5}{169} \right)$$

по третьей  
закону  
поворотки





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 5

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) Найдем приращение внутренней энергии газа в процессе 2-3.

$$2,5P_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_2 \quad |\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) =$$

$$P_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_3$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} (2,5P_0 \cdot 7V_0 - 7V_0 P_0)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (1,5 \cdot 7 P_0 V_0)$$

$A_{газ} \rightarrow$  площадь фигуры под графиком (по

графику)  $A_{газ} = \frac{9P_0 V_0}{2} - \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{6}{2} P_0 V_0 = 3P_0 V_0$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{газ}} = \frac{\frac{3}{2} (\frac{3}{2} \cdot 7 P_0 V_0)}{3 P_0 V_0} = \frac{21}{4}$$

②  $16P_0 V_0 = \nu R T_1 \quad T_1 = \frac{16P_0 V_0}{\nu R}$

Найдем максимальную температуру в цилиндре (очевидно, что она будет где то в процессе 1-2 (т.к. кава... и изотерме. - процесс 1-2). = спичем процесс

$$P_1 V_1 = \nu R T_x$$

функцией.

$$P = \alpha V + k \quad \text{найдем}$$

$\alpha$  и  $k$ .



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 5

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!

$$\text{при } V=0 \quad P=k \quad \gamma = 6P_0 \Rightarrow$$

$$P = \alpha V + 6P_0$$

$$4P_0 = \alpha \cdot 4V_0 + 6P_0 \quad \alpha = -\frac{1}{2}$$

$$P = -\frac{1}{2} \frac{P_0 V}{V_0} + 6P_0 \Rightarrow$$

$$\left\{ \begin{aligned} P_1 &= -\frac{P_0 V_1}{2V_0} + 6P_0 \\ P_1(V_1) &= VRT_x \end{aligned} \right.$$

$$V_1 = \frac{VRT_x}{P_1}$$

$$P_1 = -\frac{P_0}{2V_0} \cdot \frac{VRT_x}{P_1} + 6P_0$$

$$P_1^2 - 6P_1 P_0 + \frac{P_0}{2V_0} \cdot VRT_x = 0$$

$$\frac{P_0 VRT_x}{2V_0} = 6P_1 P_0 - P_1^2$$

$$T_x(P_1) = \frac{2V_0}{P_0 V R} (6P_1 P_0 - P_1^2)$$

$$P_{1 \text{ MAX}} = \frac{-6P_0}{2} = 3P_0$$

$$T_{x \text{ MAX}} = \frac{2V_0}{P_0 V R} (6 \cdot P_0 \cdot 3P_0 - 9P_0^2)$$

$$T_{x \text{ MAX}} = \frac{18 P_0 V_0}{V R}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{x \text{ MAX}}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

③ Найдем КПД ускорителя, где этого





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 5

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!

Найдем  $Q^+$   $\eta = \frac{A_{\text{полн}}}{Q^+}$

1) Очевидно, что процесс  $3-3 \Rightarrow$  процесс

$Q^+ =$  В процессе 2-3 тепло отводится.

Найдем точку касания с изодермой в процессе 1-2.

$$dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + dA \quad \underline{dQ=0}, \quad \nu R dT = P dV + \nu dP$$

$$P dV = -\frac{3}{2} \nu R dT \quad \Rightarrow \quad P dV = -\frac{3}{2} (P dV + \nu dP)$$

для процесса 1-2

$$P(V) = P = \frac{P_0 V}{2V_0} + 6P_0$$

$$\begin{cases} P dV = -\frac{3}{2} (P dV + \nu dP) \\ dP = -\frac{P_0 dV}{2V_0} \end{cases}$$

$$P = -\frac{P_0 V}{2V_0} + 6P_0 \quad \frac{5}{2} P dV = \frac{3}{2} \nu dP$$

$$\left( -\frac{P_0 V}{2V_0} + 6P_0 \right) dV$$

$$\frac{5}{2} dV \left( \frac{P_0 V}{2V_0} + 6P_0 \right) = \frac{3}{2} \nu \frac{P_0 dV}{2V_0}$$

$$+ 2 \frac{dV V}{2V_0} - 6 = \frac{3}{2} \frac{V dV}{2V_0}$$



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  
4 из 5

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!

$$\frac{-\frac{5}{2}V}{2V_0} - 6 = \frac{3}{4}V$$

$$\cancel{15} \quad 6 = \frac{5}{4} \frac{V}{V_0} + \frac{3}{4} \frac{V}{V_0} = \textcircled{2V_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = 3 \Rightarrow \text{касание с квадратом}$$

$\Rightarrow$  в процессе 1-2 - тепло подводится

$$Q_{42}^+ = A_{12} + \frac{3}{2}VR(T_2 - T_1) + A_{12} = 12P_0V_0^{-\frac{3}{2}}$$

$$Q_{12}^+ = \frac{9}{4}P_0V_0 + 3P_0V_0 + \frac{2VR}{4P_0V_0} \frac{17,5P_0V_0 - 16P_0V_0}{PR} \frac{21}{2}P_0V_0$$

$$\frac{9}{2} + 3 = \frac{15}{2}P_0V_0$$

Найдем точку касания с квадратом в процессе  $\frac{1}{3}$

$$\int P dV = +\frac{3}{2}(P dV + V dP)$$

$$P = \frac{-\cancel{3}VP_0}{V_0} + 8P_0$$

$$dP = -\frac{dVP_0}{V_0}$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{VP_0}{V_0} - 8P_0 \right) dV = \frac{3}{2}V \left( -\frac{dVP_0}{V_0} \right)$$

$$-\frac{1}{2}P dV = \frac{3}{2}V dP$$

$$\frac{4}{2} \frac{V}{V_0} = 4 \quad \textcircled{\frac{V}{V_0} = 2} \quad \frac{V}{2V_0} - 4P_0 = -\frac{3}{2} \frac{V}{V_0}$$





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  
5 ИЗ 5

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!

$$Q_{13} = \frac{3}{2} \left( \frac{16 P_0 V_0}{1875} - 7 P_0 V_0 \right) - \frac{9}{2} P_0 V_0 - 3 P_0 V_0$$

$$\frac{27}{2} - \frac{15}{2} = \frac{12}{2} = 6 P_0 V_0 = \frac{24}{4} P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\eta = \frac{3 P_0 V_0}{\left( \frac{24}{4} + \frac{51}{4} \right) P_0 V_0} = \frac{3 \cdot 4}{75} = \frac{4}{25} = 0,16$$

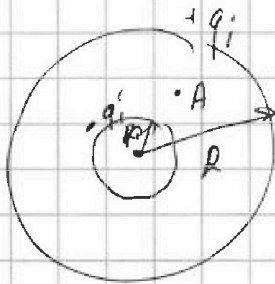
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$\varphi_A$  не расставился  ~~$R > r$~~

$$\varphi_A = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_i}{x} + \frac{kq_i}{R}$$

$$\varphi_A = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\epsilon-1)}{x\epsilon} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{R\epsilon}$$

Далее  $x = \frac{R}{\gamma}$

$$\varphi_A = \frac{4kQ}{R} - \frac{4kQ(\epsilon-1)}{R\epsilon} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{R\epsilon}$$

$$\varphi_A = \frac{kQ}{R} \left( 4 - \frac{4(\epsilon-1)}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \left( 4 - \frac{3(\epsilon-1)}{\epsilon} \right)$$

$$\boxed{\frac{kQ}{R} \left( \frac{\epsilon+3}{\epsilon} \right)}$$

Найдем отношение этих потенциалов для

$$x = \frac{R}{3} \quad \text{и} \quad x = \frac{2R}{3}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{4}{3}$$

$$\varphi_1 = \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ(\epsilon-1)}{R\epsilon} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{R\epsilon}$$

$$\varphi_2 = \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kQ(\epsilon-1)}{2R\epsilon} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{R\epsilon}$$

$$\varphi_1 = \frac{kQ(\epsilon+2)}{R\epsilon}$$

$$\varphi_2 = \frac{kQ(2\epsilon+1)}{2R\epsilon}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{4}{3} = \frac{(\epsilon+2)2\epsilon}{\epsilon(2\epsilon+1)}$$

$$8\epsilon + 4 = 2\epsilon + 12$$

$$2\epsilon = 8 \quad \epsilon = 4$$



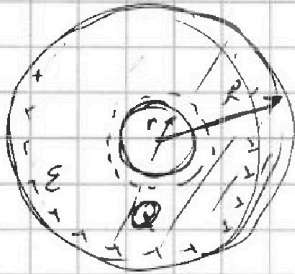


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$E_i$  — внутри диэлектрика  
получаем в  $E$  раз, тогда

$$E(r) \text{ где } R/r = \frac{kQ}{R^2}$$

В диэлектрике  $R_0 > r = r < R$ .

$$\frac{E = \frac{kQ}{R^2 \epsilon}}{R^2 \epsilon} \Rightarrow d\phi = \left( \frac{kQ}{R^2 \epsilon} \right) dR \quad \text{Пускай } Q > 0.$$

Пускай в диэлектрике  
сферической  $E_i$ , придем  
рассмотрим поле на  
расстоянии  $r$  от центра.

$$\frac{E}{\epsilon - E_i} = \epsilon$$

$$E = \epsilon(E - E_i) = \epsilon E - E = E_i \epsilon \Rightarrow$$

$$E_i = \frac{E(\epsilon - 1)}{\epsilon}$$

Пускай ищущий  
равновесия заряд  $q_i$ , тогда.

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

$$E_- = \frac{kq_i}{r} \quad E_+ = \frac{kq_i}{R}$$

$$E_- = E_i \Rightarrow$$

$$\frac{q_i}{r} = \frac{rE}{R}$$

$$\frac{kq_i}{r} = \frac{E(\epsilon - 1)}{\epsilon}$$

$$q_i = \frac{rE(\epsilon - 1)}{k\epsilon} \Rightarrow \frac{Q(\epsilon - 1)}{\epsilon}$$

Рассмотрим систему как заряд  
 $q$  в центре сферы и заряд  
поверхности сферической оболочки.

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!

В любой момент равно

$$U_1 = U_2 \quad U_1 = \frac{L_1 dI}{dt} + \frac{dB_1 S n_1}{dt}$$

$$U_2 = \frac{L_2 dI}{dt} + \frac{dB_2 S n_2}{dt}$$

$$U_1 = U_2 \Rightarrow$$

$$\frac{L_1 dI}{dt} + \frac{dB_1 S n_1}{dt} = \frac{L_2 dI}{dt} + \frac{dB_2 S n_2}{dt}$$

$$dI(L_2 - L_1) = S(dB_1 n_1 - dB_2 n_2)$$

$$dI = \frac{S(dB_1 n_1 - dB_2 n_2)}{L_2 - L_1}$$

в пункте 1

$$dB_2 = 0 \Rightarrow \cancel{dI} = \frac{S dB_1 n_1}{L_2 - L_1}$$

$$L_1 dI \quad L_1 \dot{I} + dB_1 S n_1 = L_2 \dot{I}$$

$$\dot{I}(L_2 - L_1) = dS n_1$$

$$\boxed{\dot{I} = \frac{dS n_1}{L_2 - L_1}} = \boxed{\frac{dS n}{3L}}$$

в пункте 2:  $\Delta I = I = \frac{S}{L_2 - L_1} \left( \frac{B_0 n_1}{2} - \frac{4B_0 n_2}{3} \right)$

$$\dot{I} = \frac{S}{3L} \left( \frac{3}{6} B_0 n - \frac{16}{6} B_0 n \right) = \boxed{\frac{13 S B_0 n}{18L}}$$





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

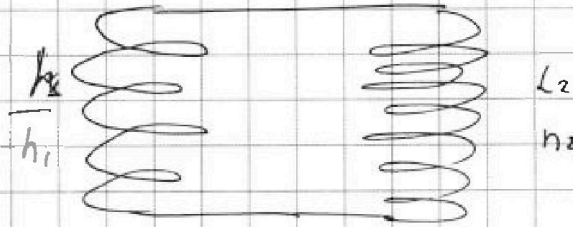
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$L_1 = L \quad L_2 = 4L$$

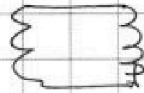
$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$

S



$$\frac{dB}{dt} = \alpha$$



1) Если в левой катушке начнется менять внешнее поле, то еще катушку начнет меняться поток

$$d\Phi = dB \cdot S n \rightarrow \text{циркулярное увеличение потока.}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_{\text{с}} \quad \mathcal{E}_{\text{с}} = \frac{dB}{dt} S n = \alpha S n$$

Значит в катушке начнется ток

~~$$\mathcal{E}_{\text{с}} = \frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt}, \text{ где } I \rightarrow \text{израстет во столько же тока.}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_{\text{с}}}{L} \Rightarrow I_s = \frac{\alpha S n^2}{L}$$~~

~~$$I_s = \frac{\alpha S n^2}{L}$$~~

2)  $B_0 \rightarrow B_0/2$

$$2B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3}$$

$\mathcal{E}_{\text{с}} =$  Напряжение на катушке

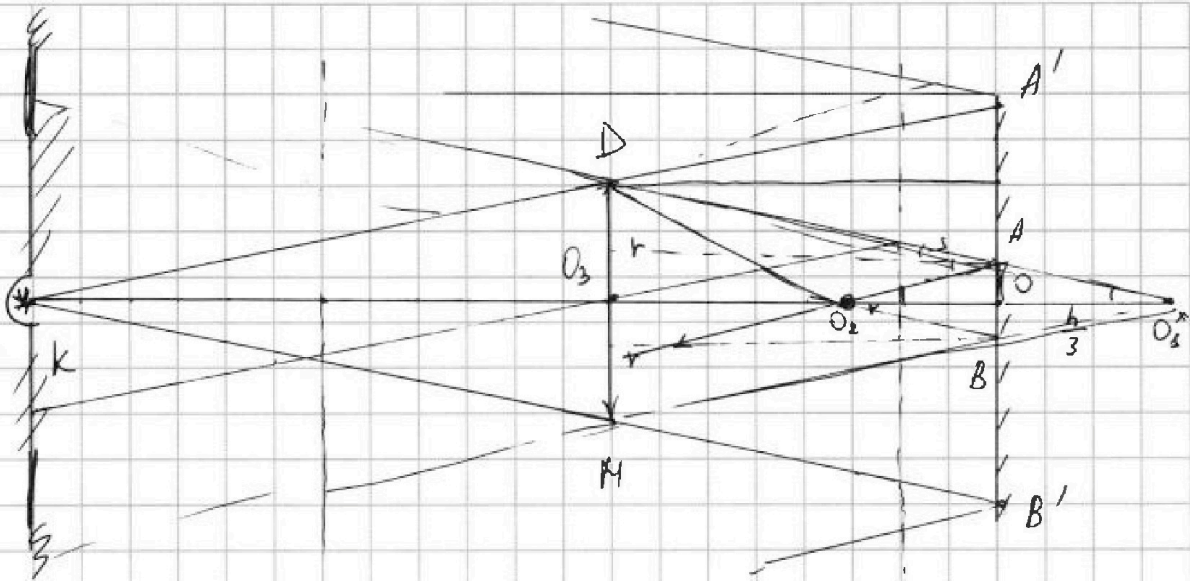


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



- д) выберем два крайних луча, после приращении можем построить ч с помощью параллельного переноса найдем угол падения найдем расстояние от луча до изображения

$$\frac{1}{\frac{h}{2}} = \frac{1}{h} + \frac{1}{d} \quad d = h \Rightarrow \text{т.к. источник}$$

в двойном фокусе лучей, то и свет изображения будет там же.

д) крайние лучи отражены от зеркала в точках A и B  $\Rightarrow$  AO = OB (в силу симметрии.)

з)  $\triangle AO_2O = \triangle BO_2O$  (т.к.  $\angle AO_2O = \angle BO_2O$  и т.д.)

Значит после отражения лучи соберутся в точке  $O_2 \Rightarrow$  можно считать ее новым источником





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!

④ Найдите площадь освещенной части стены зеркалом

AB - освещено неосвещено AA' + BB'

~~Δ KDM~~ Δ KDM ~ Δ KA'B' ⇒

$$\frac{A'B'}{DM} = \frac{h+r}{h} \quad DM = 2r$$

$$\frac{A'B'}{2r} = \frac{h + \frac{2}{3}h}{h} \quad 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3} \Rightarrow$$

$$A'B' = \frac{10}{3}r = 10 \text{ см}$$

$$OO_1 = OO_2 = \frac{h}{3}$$

$$A'O = 8 \text{ см}$$

Найдите  $\frac{AO}{BO_3} = \frac{OO_2}{KO_3}$

(из подобия)  
светлого в п. 24  
3) ⇒ Δ A'O\_2B' ~  
~ Δ KDM

$$\frac{AO}{r} = \frac{\frac{2h}{3} - \frac{h}{3}}{h} \Rightarrow AO = \frac{1}{3}r = \frac{1}{3} \cdot 30 \text{ см} = 10 \text{ см}$$

$$S_{\text{осв}} = \pi(A'O)^2 - \pi(AO)^2 = \pi \left( 10^2 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 \right) =$$

$$\pi \cdot 24 \sqrt{75} \text{ см} = \pi \cdot 24 \sqrt{75} \text{ см}^2$$

Ответ:  $\pi \cdot 24 \text{ см}^2$

② Найдите площадь освещенной части стены

В после того как лучи отражаются

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!

От зеркала 4 попарно обратно на стену они сфокусируют пятно

(те лучи которые не попали на стену зацветет стену после фокуса  $A_2B_2$  + тот

лучок, который овернет стену по отлучей поворачивает по лучу и приовмвешивает)



$$A_2K = KB_2 = A'B' = 10 \text{ см}$$

$$S_{\text{об}} = S_0 - S_1$$

$$S_0 = \pi(A'B')^2 = \pi \cdot 100 \text{ см}^2$$

Найдём  $S_1$

У геометрии по формуле точки лучи найдём место пересечения второго изображения (где  $O_2$  - вторичный источник)

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{d} \quad \frac{2}{h} = \frac{3}{h} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{d} < 0 \quad -h \quad d = -h$$

Второе изображение - мнимое

$\Rightarrow R_0 = 2r$  (у геометрии)  $\Rightarrow$

$$S_1 = \pi \cdot 100 - \pi \cdot 36 = \pi \cdot 64 \text{ см}^2$$



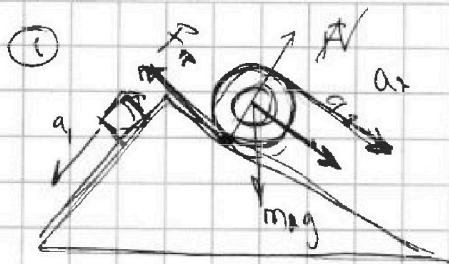


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

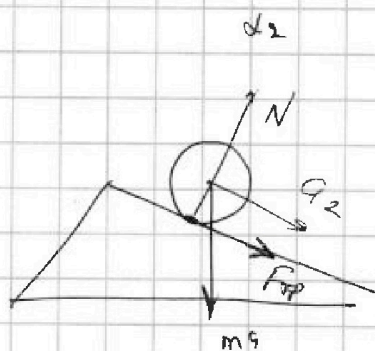
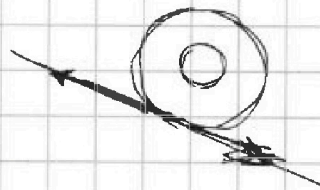
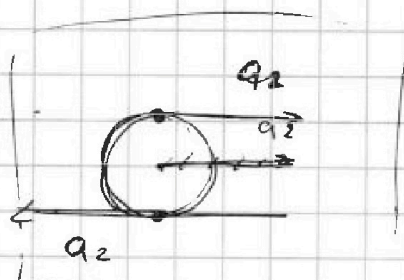
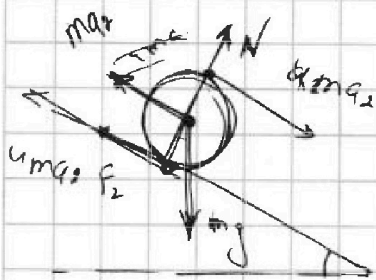
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$a_1 = \frac{5}{13}g$$

чт  $a_2 = \frac{5g}{25}$

1)

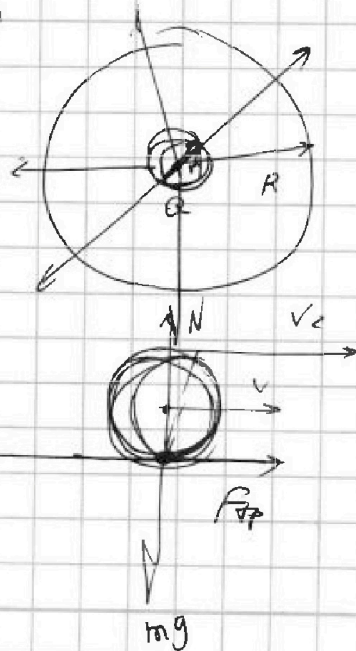


⊕

②

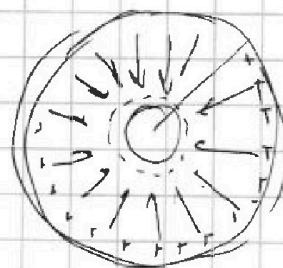
неметно

③



x om  $\frac{R}{3} g$   $\frac{2R}{3} E$

$$\frac{E}{E_0}$$



$14 + 3,5 =$

① 17,5

x 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 \_\_

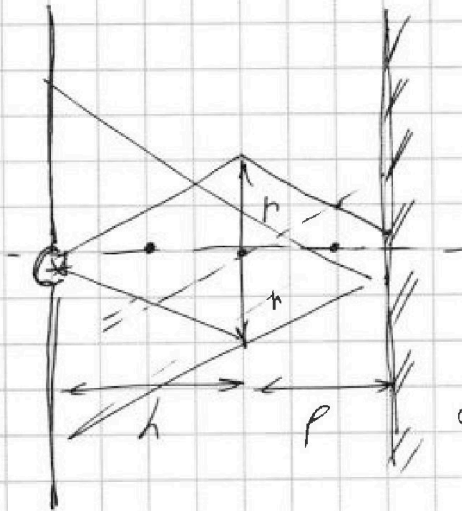
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{3kQ}{R} \left( 3 - \frac{3(\varepsilon-1)}{\varepsilon} + \frac{(\varepsilon-1)}{\varepsilon} \right)$$

$$3 - \frac{2(\varepsilon-1)}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon+1}{3\varepsilon}$$

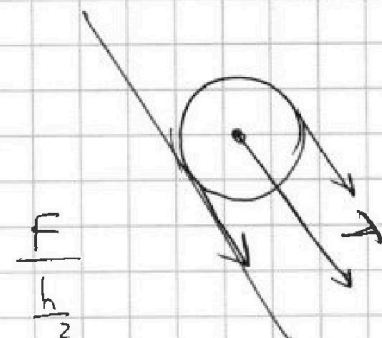
$$\frac{kQ}{R} \left( 3 - \frac{3(\varepsilon-1)}{\varepsilon} + \frac{2(\varepsilon-1)}{\varepsilon} \right)$$

6. 4. 3 -  $\frac{(\varepsilon-1)}{\varepsilon}$   $\frac{2\varepsilon}{\varepsilon}$



$$dP = dB \cdot S$$

ч.н

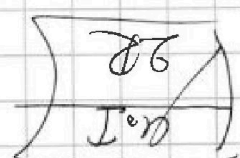


$$13 \cdot 24 \cdot 6$$

$$\sqrt{(280 - 65)^2}$$

$$\frac{13 \cdot 24 \cdot 6}{155}$$

$$3 = \frac{dP}{d} = \frac{d(I)P}{d}$$



$$f = 2\pi R \cdot \nu$$

$$\frac{0.1 \cdot 0.2}{4\pi} \left( \frac{2\pi R \cdot \nu}{R} \right)$$

