



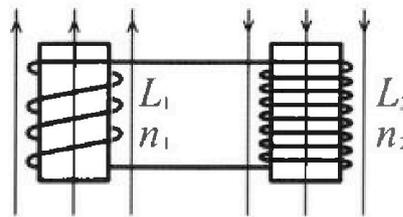
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



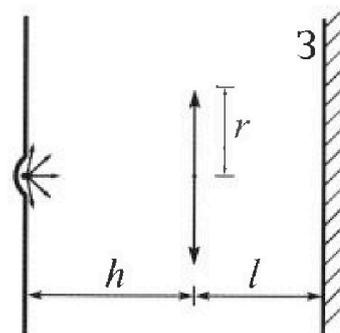
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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. 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



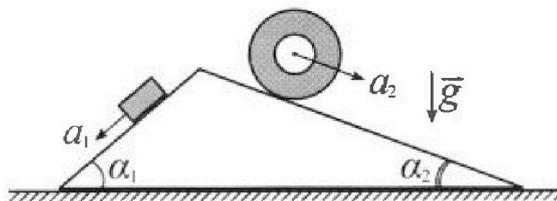
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

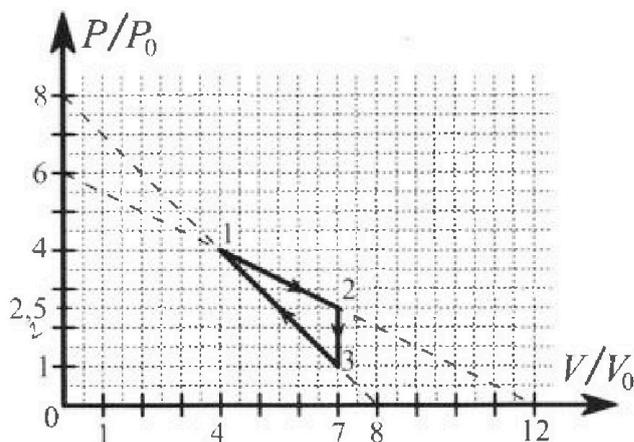


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

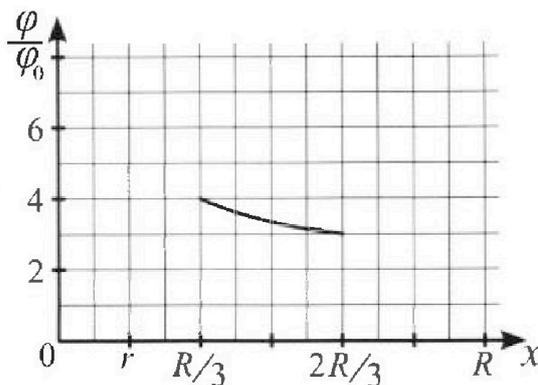
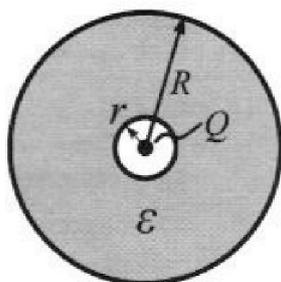
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .





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!

$$F_3 = mg \left( -\frac{56}{25 \cdot 13} + \frac{12}{25} - \frac{48 \cdot 5}{13^2} + \frac{110}{13^2} \right) =$$
$$= mg \left( \frac{1}{25} \left( \frac{-56 + 12 \cdot 13}{13} \right) + \frac{-240 + 110}{13^2} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{1}{25} \left( \frac{100}{13} \right) - \frac{130}{13} \right) = mg \cdot \left( \frac{4}{13} - 10 \right) = mg \left( -\frac{126}{13} \right)$$

$$\Rightarrow F_3 = mg \cdot \frac{126}{13}$$

$$\text{Order: } mg \cdot \frac{126}{13}$$



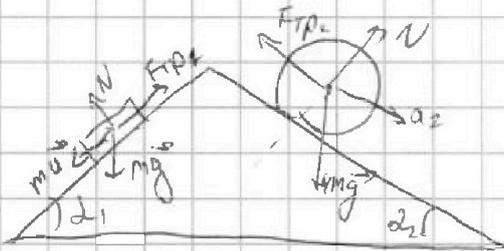
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

1)



$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр1}$$

$$m a_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_{тр1}$$

$$\Rightarrow F_{тр1} = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \left( g \cdot \frac{5}{13} \right) = mg \cdot \frac{14}{65}$$

Ответ:  $mg \cdot \frac{14}{65}$

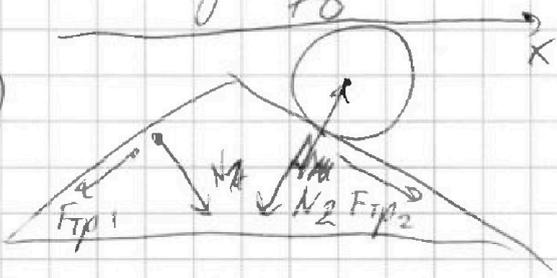
2) Аналогично для цилиндра:  $4m a_2 = 4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{тр2}$

$$\Rightarrow F_{тр2} = 4mg \cdot \frac{5}{13} - 4m \cdot \left( g \cdot \frac{5}{24} \right) = 20mg \left( \frac{1}{13} - \frac{1}{24} \right) =$$

$$= 20mg \left( \frac{11}{13 \cdot 24} \right) = mg \cdot \frac{55}{6 \cdot 13} = mg \cdot \frac{55}{78}$$

Ответ:  $mg \cdot \frac{55}{78}$

3)



По III закону Ньютона силы реакции опоры действующие на цилиндр со стороны блока на цилиндр также же как

или реакции опоры действующие на блок.

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

$$\text{На ось OX: } -F_{тр1} \cdot \cos \alpha_1 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_{тр2} \cdot \cos \alpha_2 = F_3$$

$$F_3 = -mg \cdot \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + 4mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} + mg \cdot \frac{55 \cdot 12}{78 \cdot 13}$$



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!

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 1,5 P_0 V_0 + 6,5 \cdot 1,5 P_0 V_0 = 1,5 \cdot 8 P_0 V_0 = 12 P_0 V_0$$

$$Q_{34} = \Delta U + A = \frac{3}{2} \cdot (3P_0 - 5P_0 - 7P_0 \cdot V_0) - \frac{40 \cdot P_0 + 3P_0 \cdot 2V_0}{2} =$$
$$= \frac{3}{2} \cdot (15 - 7) P_0 V_0 - 4P_0 V_0 = 3 \cdot 12 P_0 V_0 - 4P_0 V_0 = 8 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{1,5 \cdot 1,5 P_0 V_0}{Q_{12} + Q_{34}} = \frac{2,25 P_0 V_0}{(8+12) P_0 V_0} = \frac{2,25}{20} =$$
$$= \frac{9}{80}$$

Order:  $\frac{9}{80}$  в пункте (3)



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!

3) КПД цикла  $\eta = \frac{Q_+}{Q_-}$ , где  $Q_+$  - это количество энергии, поступающей в цилиндр,  $Q_-$  - это количество энергии, уходящее из цилиндра. Если процесс происходит в точке касания изобары, то есть

$$P \cdot V^\gamma = \text{const} = C, \quad \gamma - \text{показатель адиабаты}, \quad \gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$$

Для процесса 1-2:  $\left\{ \begin{aligned} P_2 &= \frac{C}{V_2^{\frac{5}{3}}} = P_0 \left(6 - \frac{V}{2V_0}\right)^{\frac{5}{3}} \\ P_1 &= \frac{C}{V_1^{\frac{5}{3}}} = \frac{P_0}{2V_0^{\frac{5}{3}}} \end{aligned} \right.$

$$C = 6P_0 \cdot V_1^{\frac{5}{3}} = \frac{P_0}{2V_0^{\frac{5}{3}}}$$

$$C = C \Rightarrow 6P_0 \cdot V_1^{\frac{5}{3}} = \frac{P_0}{2V_0^{\frac{5}{3}}}$$

$$C = \frac{3P_0}{10V_0} \cdot V_1^{\frac{5}{3}}$$

$$C = C \Rightarrow 6P_0 \cdot V_1^{\frac{5}{3}} - \frac{V_1^{\frac{5}{3}} P_0}{2V_0} = \frac{3P_0}{10V_0} V_1^{\frac{5}{3}}$$

$$6 - \frac{V_1}{2V_0} = \frac{3V_1}{10V_0}$$

$$\Rightarrow 6 = \frac{8V_1}{10V_0} \Rightarrow V_1 = \frac{60}{8} V_0 = 7,5 V_0, \text{ но от } 1 \text{ до } 2$$

нет точки  $V = 7,5 \Rightarrow$  весь процесс 1-2 становится Q.

Для процесса 1-3:  $\left\{ \begin{aligned} P &= 2P_0 - \frac{V \cdot P_0}{V_0} = \frac{C}{V^{\frac{5}{3}}} \\ P_1 &= -\frac{P_0}{V_0} = \frac{C}{V_1^{\frac{5}{3}}} \cdot -\frac{5}{3} \end{aligned} \right.$

$$\Rightarrow \frac{C}{V_1^{\frac{5}{3}}} = 2P_0 - \frac{V_1 P_0}{V_0} = \frac{3P_0}{5V_0} V_1 \Rightarrow 2P_0 = \frac{3P_0}{5V_0} V_1 \Rightarrow V_1 = 5V_0$$

$$\Rightarrow P = 2P_0 - \frac{5V_0 \cdot P_0}{V_0} = 3P_0. \text{ Найдем точку } 5V_0, 3P_0$$

- точкой 4. Процесс 3-4 и 1-2 увеличивает Q.

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{i}{2} (3P_0 \cdot 4V_0 - 2P_0 \cdot 5V_0) + \frac{3P_0 + 2P_0}{2} \cdot V_0$$

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

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \cdot ((7,5 \cdot 2,5 P_0 V_0) - (4P_0 \cdot 4V_0)) + \left(\frac{7,5P_0 + 4P_0}{2}\right) \cdot 3V_0$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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

$$1) \Delta U = \frac{i}{2} \cdot J R \Delta T \stackrel{J, R = \text{const}}{=} \frac{1}{2} \cdot \Delta(JRT) = \frac{i}{2} \cdot \Delta(PV) \quad \begin{matrix} i=3 \\ \text{т.к. одноат.} \end{matrix}$$

$$\text{т.к. } PV = JRT \Rightarrow |\Delta U_{23}| = \left| \frac{3}{2} \cdot (P_2 V_2 - P_3 V_3) \right| =$$

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

Работу цикла можно рассчитать как площадь под графиком.

$$A = \frac{(P_2 - P_3) \cdot (V_2 - V_1)}{2} = \frac{1,5 P_0 \cdot 3 V_0}{2}$$

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

Ответ: 7 (в 1) пункте)

$$2) PV = JRT \Rightarrow T = \frac{P \cdot V}{JR} \Rightarrow T_1 = \frac{4 P_0 \cdot 4 V_0}{JR} = \frac{16 P_0 V_0}{JR}$$

выразим P через V на прямой 1-2:

$$P = 6 P_0 - \frac{V}{2 V_0} \cdot P_0 = P_0 \left( 6 - \frac{V}{2 V_0} \right) \quad \text{(1) уравнение}$$

$$\text{Температура на прямой 1-2: } T_2 = \frac{P_0 \left( 6 - \frac{V}{2 V_0} \right) \cdot V}{JR}$$

получаем параболическую зависимость. максимум в

$$V = \frac{P_0 \cdot 6}{2 \cdot \frac{P_0}{2 V_0}} = 6 V_0 \quad \text{из уравнения (1): } P = 3 P_0$$

$$\Rightarrow \text{Температура в точке максимума: } T_{\text{max}} = \frac{3 P_0 \cdot 6 V_0}{JR}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{18 P_0 V_0}{16 P_0 V_0} \cdot \frac{JR}{JR} = \frac{9}{8}$$

Ответ:  $\frac{9}{8}$  (в пункте (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  
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!

1) Потенциал на расстоянии  $\varphi$  - потенциал  $E$  - напряженность

тогда  $-\frac{d\varphi}{dx} = E \Rightarrow \varphi = E \cdot x$

$E$  в точке вне шара (напряженность)  $= k \cdot \frac{Q}{x^2}$ , где

$x$  - расстояние до точки от шара  $\Rightarrow$

на расстоянии  $R$  потенциал будет:  $\varphi_R = \varphi_0 + \int_{\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx =$   
 $= \varphi_0 + \frac{kQ}{x} \Big|_{\infty}^R = \frac{kQ}{R}$  ( $\varphi_0 = 0$  т.к. на бесконечности)

Потенциал напряженности внутри шара с радиусом  $R$

$E$ :  $\frac{kQ}{\epsilon x^2} \Rightarrow$  на расстоянии  $\frac{R}{\epsilon}$   $\varphi = \varphi_R - \int_{R/\epsilon}^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$   
 $= \varphi_R + \frac{kQ}{x} \Big|_{R/\epsilon}^R = \varphi_R + \frac{kQ \cdot \epsilon}{R} - \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon R}$

Ответ:  $\frac{kQ \cdot 3}{\epsilon R} + \frac{kQ}{R}$

2) Аналогично: в точке  $\frac{R}{3}$  потенциал  $\varphi_{R/3} = \frac{kQ}{\epsilon R} \cdot 2 + \frac{kQ}{R}$

в точке  $\frac{2R}{3}$ :  $\varphi_{2R/3} = \frac{kQ}{\epsilon 2R} + \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right)$

$\frac{\varphi_{R/3}}{\varphi_{2R/3}} = \frac{2}{3} = \frac{\frac{kQ}{R} \left( \frac{2}{\epsilon} + 1 \right)}{\frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right)} = \frac{2(2 + \epsilon)}{1 + 2\epsilon} = \frac{4 + 2\epsilon}{1 + 2\epsilon} = \frac{4}{3}$

$(4 + 2\epsilon) \cdot 3 = 4(1 + 2\epsilon) \Rightarrow 2\epsilon + 4 = 4 \Rightarrow \epsilon = 4$

Ответ:  $\epsilon = 4$





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  
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!

отразившись от зеркала лучи, прошедшие через линзу  
преломляются фокусируются в точке  $l_3$  от зеркала

$$l_3 = l - (l_0 - l) = 2l - l_0 = \frac{2}{3}h \cdot 2 - h = \frac{1}{3}h$$

лучи выходящие из точки  $l_3$  будут падать не во  
всю линзу, а только в её часть радиуса  $r_0$

$$\frac{r_0}{l_3} = \frac{r}{l_0} \quad (\text{из подобия}) \Rightarrow r_0 = \frac{r}{3}$$

Формула тонкой линзы для таких лучей:  $\frac{1}{h} = \frac{1}{l_3} + \frac{1}{l_4}$

$$\Rightarrow \frac{1}{h} = \frac{3}{h} + \frac{1}{l_4} \Rightarrow l_4 = \frac{3h}{2}$$

$\Rightarrow$  образуется мнимое изображение, но это не  
значит, что лучи не проходят линзу. Они проходят  
её так, будто выходят из точки на  $l_4$  от линзы и не  
преломляются  $\Rightarrow$  радиус освещённой области  $r_{осв}$

$$\frac{r_{осв}}{r+l_4} = \frac{r_0}{l_4} \Rightarrow r_{осв} = \frac{2r}{3}$$

$$S_{освещ} = \pi (2r_0)^2 - \pi \cdot r_{осв}^2 = \pi \left( \frac{4 \cdot 5^2}{3^2} - \left( \frac{2 \cdot 5}{3} \right)^2 \right) =$$

$$= \pi \cdot \frac{r^2}{9} \cdot 96 = 96\pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $96\pi \text{ см}^2$  в пункте 2.

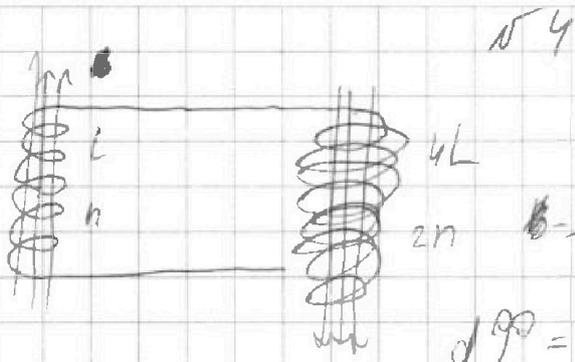


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{B l^2}{15} + \frac{l^3}{10} = \frac{12}{50}$$

$$B \frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}$$

$$d\Phi = dB S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} S \cdot n \Rightarrow \mathcal{E} = a S n$$

~~$$\frac{dI}{dt} = 4L$$~~

$$\frac{2n}{L} \mu_0 \cdot I = B \Rightarrow$$

$$L = \frac{U}{\frac{dI}{dt}}$$

$$\frac{2n}{L} \mu_0 \cdot I = B$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} S \cdot n = a S n = -2L \frac{dI}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{a S n}{2L} = 4L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{a S n}{5L}$$

$$2) \frac{dB}{dt} \cdot S n$$

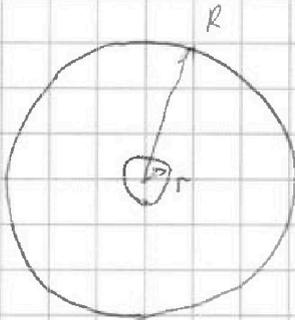


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 Чернышев

φ на поверхности шара r.  $k \frac{Q}{r}$

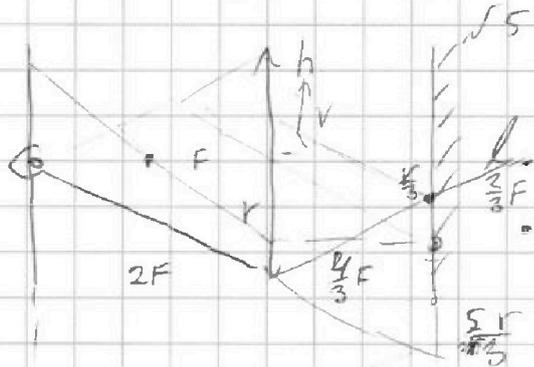
Е вне шара:  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R^2}$

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} \Rightarrow \Delta\varphi = \int_r^R \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} dx =$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\epsilon} \cdot \left[ \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right]$$

$$\Rightarrow \varphi = k \frac{Q}{r} - \Delta\varphi = k \frac{Q}{r} - \left[ \frac{Qk}{r\epsilon} + \frac{kQ \cdot 4}{\epsilon R} \right]$$

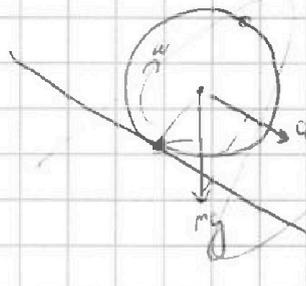
2)  $k \frac{Q \cdot 6}{R} - \left[ \frac{kQ \cdot 6}{R \cdot \epsilon} + \frac{kQ \cdot 3}{R\epsilon} \right]$



1)  $\frac{1}{F} = \frac{1}{h}$   
 $\Delta S = \left( \frac{5k}{3} \right)^2 9c - \left( \frac{1}{3} \right)^2 9c = 24 \pi \text{ cm}^2$

2) строится

$\frac{10}{3} v$



$v = \omega R$   
 $a = \frac{d\omega}{dt} R = \epsilon R$

$J \epsilon = \sum M = m R^2 \epsilon = mg \cdot \frac{\sin \alpha}{R}$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

*Черновик*

1)  $\frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot J R \Delta T = \frac{1}{2} \Delta(PV) = \frac{1}{2} \cdot (2,5 P_0 \cdot 7 V_0 - P_0 \cdot 7 V_0) =$

$= \frac{3}{2} \cdot 1,5 \cdot 7 \cdot P_0 \cdot V_0$

$A = S = \frac{1,5 P_0 \cdot 3 V_0}{2} = \frac{4,5}{2} P_0 V_0$

$\Rightarrow \frac{\Delta U}{A} = \frac{7 \cdot \frac{3}{2} \cdot 1,5}{\frac{3}{2} \cdot 1,5} \rightarrow$

2)  $PV = JRT \Rightarrow T = \frac{PV}{JR} = T_1 = \frac{4 P_0 \cdot 4 V_0}{JR}$

$P = 6 P_0 - \frac{V \cdot P_0}{2 V_0}$

$T_2 = \frac{P_0 (6 - \frac{V}{2 V_0}) \cdot V}{JR} = \frac{6 P_0 V - \frac{V^2 \cdot P_0}{2 V_0}}{JR}$

max:  $\frac{d}{dV} = \frac{6 P_0 - \frac{2 V P_0}{2 V_0}}{2 P_0} = \frac{6 P_0 - \frac{V P_0}{V_0}}{2 P_0} = \frac{6 P_0 - 2 V_0}{2 P_0} = 6 V_0$

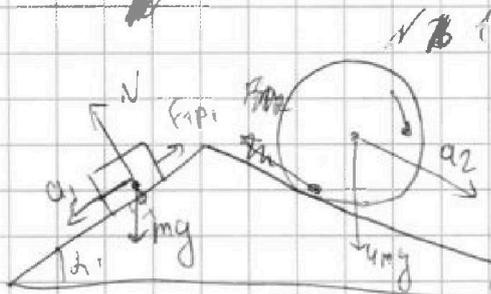
$\Rightarrow P = 3 P_0 \Rightarrow T_{2, \max} = \frac{3 P_0 \cdot 6 V_0}{JR} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$

3)  $PV^{\frac{5}{3}} = C = PV^{\frac{5}{3}} = C$

$P = \frac{C}{V^{\frac{5}{3}}}$

$P' = \frac{C \cdot (-\frac{5}{3})}{V^{\frac{8}{3}}} = -\frac{5}{3} \cdot \frac{C}{V^{\frac{8}{3}}} = -\frac{5}{3} \cdot \frac{P_0}{2 V_0}$

~~$P = \frac{C}{V^{\frac{5}{3}}}$~~



$N = mg \cdot \cos \alpha$   
 $m a_1 = mg \cdot \sin \alpha - F_{tr}$

$\Rightarrow F_{tr} = m \cdot \frac{5}{13} g - mg \cdot \frac{3}{5} =$

$= mg \left( \frac{32}{65} - \frac{25}{65} \right) = \left( \frac{14}{65} \right) mg$

Скорость

$\frac{20}{13} mg \cdot \sin \alpha - F_{tr} = \frac{20}{13} mg$