



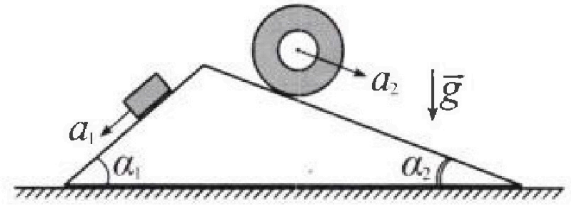
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

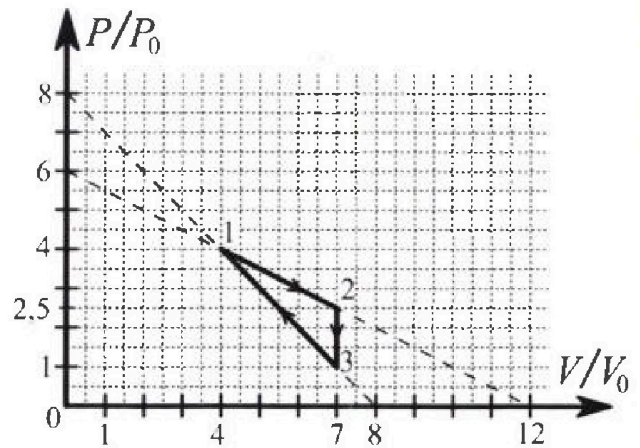
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

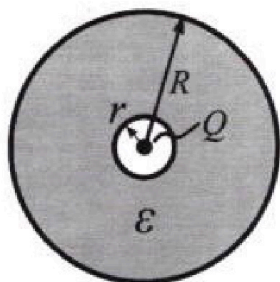
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.



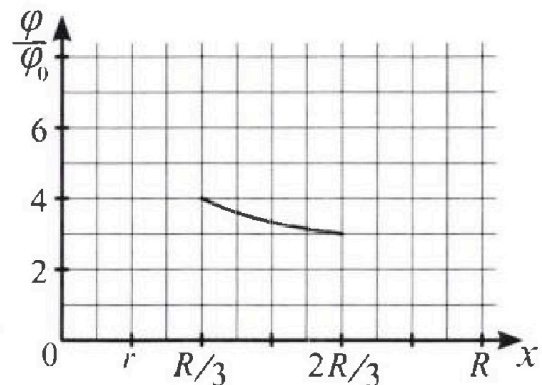
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .



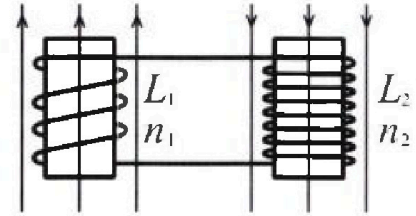
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

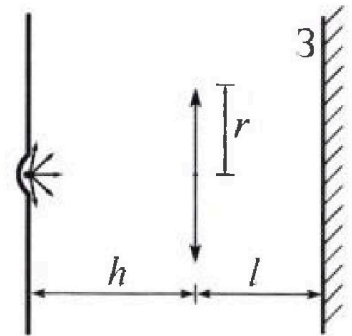


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[\text{см}^2]$  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  
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!

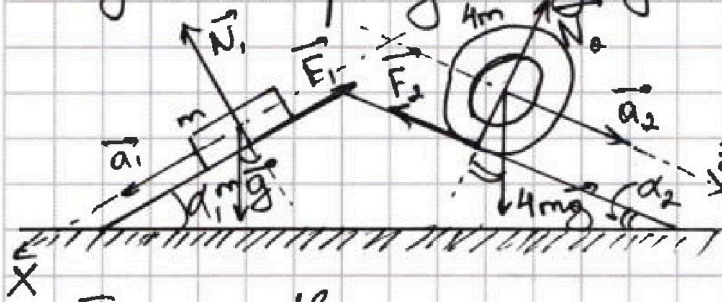
## Задача 1

Дано:  $a_1 = \frac{5g}{13}$ ,  $m$ ,  $a_2 = \frac{5g}{24}$ ,  $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$ ,  $\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$

Найти:  $F_1$  - ?  $F_2$  - ?  $F_3$  - ?

Решение:

Сделаем рисунок задачи и расставим силы, действующие на брусок и цилиндр.



Введем на рисунке ось  $Ox \uparrow \vec{a}_1$  и ось  $Oz \uparrow \vec{a}_2$

II з-н. Ньютона:

$$\begin{cases} m\vec{a}_1 = \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_1 \\ 4m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + 4m\vec{g} + \vec{F}_2 \end{cases}$$

$$Ox: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \frac{14}{65} mg$$

$$Oz: 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$\begin{aligned} F_2 &= 4mg (\sin \alpha_2 - a_2) = 4mg \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = \\ &= 20mg \frac{24-13}{13 \cdot 24} = \frac{55}{78} mg \end{aligned}$$

Затем найдем  $\vec{N}_1$  и  $\vec{N}_2$  (силы реакции опоры на брусок и цилиндр соответственно):



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

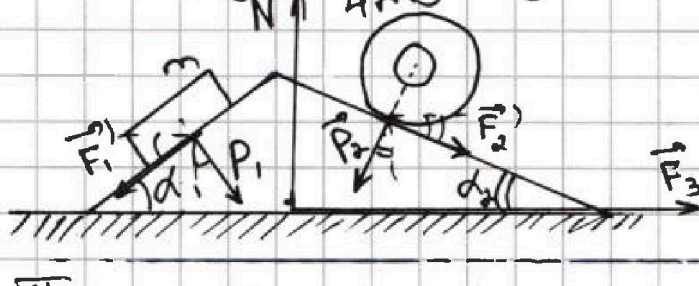
СТРАНИЦА  
2 из 3

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!

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$$

Для нахождения силы  $\vec{F}_3$  сделаем новый рисунок, на котором расставим силы, действующие на кин:



Предположим, что сила трения между

стальной и кинной действует

II 3-й Ньютона:

$$\sum_i \vec{F}_i = m \vec{a}_k = 0 \quad (\text{кин покоится}) \quad \text{вправо (если пау}$$

( $m_k$  - масса кина)

$a_k$  - ускорение кина)

или  $F_3 < 0$ , значит

$\vec{F}_3$  действует

влево)

Введем ось  $Oy \uparrow \vec{F}_3$ :

$$Oy: F_3 - F_1' \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{По III 3-му Ньютона } \vec{F}_1' = -\vec{F}_1, \vec{F}_3' = -\vec{F}_3 \\ \vec{N}_1 = -\vec{P}_1, \vec{N}_2 = -\vec{P}_2 \quad \text{или } F_1 = F_1', F_3 = F_3', \\ P_1 = N_1, P_2 = N_2 \end{array} \right.$$

$$F_3 - \frac{4}{5} F_1 + N_1 \frac{3}{5} - N_2 \frac{5}{13} + F_2 \frac{12}{13} = 0$$

$$F_3 - \frac{4}{5} F_1 + N_1 \frac{3}{5} - N_2 \frac{5}{13} + F_2 \frac{12}{13} = 0$$



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  
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!

$$F_3 = \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg + \frac{5}{13} \cdot \frac{48}{13} mg - \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} mg = mg \left( \frac{1}{25} \left( \frac{56}{13} - \frac{156}{13} \right) + \frac{1}{13} \left( \frac{240}{13} - \frac{660}{78} \right) \right)$$

$$F_3 = mg \left( -\frac{4}{13} + \frac{10}{13} \right) = \frac{6}{13} mg$$

Ответ:  $F_1 = \frac{14}{65} mg$ ,  $F_2 = \frac{55}{78} mg$ ,  $F_3 = \frac{6}{13} mg$



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  
1 из 4

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!

## Задача 2

Найти:  $\frac{|\Delta U_{23}|}{A}$  - ?  $T_{max,12}$  - ?  $\eta$  - ?

Решение:  $\Delta n = i = 3$  - число степеней свободы

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

3-н Менделеева - Клапейрона:  $2,5 P_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_2$

$$T_2 = \frac{35 P_0 V_0}{2 \nu R}$$

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

$$T_3 = \frac{7 P_0 V_0}{\nu R}$$

Получим:  $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \left( 7 P_0 V_0 - \frac{35}{2} P_0 V_0 \right)$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \cdot \frac{21 P_0 V_0}{2} = \frac{63 P_0 V_0}{4}$$

Работа газа за цикл - это площадь треугольника на графике зависимости  $P$  от  $V$ :

$$A = P_0 V_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1,5 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

Искомое отношение:

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{63}{9} = 7$$

Для нахождения  $T_{max,12}$  найдем ур-е прямой 12:



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 4

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!

$$\cancel{V_{12} = 12V_0} \quad P_{12} = k V_{12} + b$$

$$P = 6P_0 \quad V = 0: \quad b = 6P_0$$

$$P = 0 \quad V = 12V_0: \quad 6P_0 = -k 12V_0$$

$$k = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$$

Ур-е Менделеева - Клапейрона примет вид:  
$$\left(6P_0 - \frac{1}{2} \frac{V_{12}}{V_0} P_0\right) V_{12} = \nu R T_{12}$$

Термодифференциальное выражение:

$$\nu R \frac{dT_{12}}{dV} = 6P_0 - \frac{V_{12}}{V_0} P_0 = 0 \quad (\text{при } T = T_{\max, 12})$$

$$V_{12}' = 6V_0 \quad P_{12}' = 3P_0$$

$$T_{\max, 12} = \frac{P_{12}' V_{12}'}{\nu R} = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_1 = \frac{4 \cdot 4 P_0 V_0}{\nu R} = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{Получим: } \frac{T_{\max, 12}}{T_1} = \frac{9}{4} = 2,25$$

Найдём КПД цикла по формуле:

$$\eta = \frac{A}{Q_+}, \quad \text{где } A = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

На участке 23  $A_{23} = 0$ ,  $\Delta U_{23} < 0$ , поэтому  $Q_{23} < 0$ . Значит газ получает тепло



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 4

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!

$$\textcircled{31} : -\left(-\frac{P_0}{V_0}\right) = \frac{5(8P_0 - \frac{V_{13}''}{V_0}P_0)}{3V_{12}}$$

$$3V_{13}'' = 40V_0 - 5V_{13}''$$

$$V_{13}'' = 5V_0 \quad P_{13}'' = 3P_0$$

Следовательно, газ нагревает тепло

на участке 31 от т. (7; 1) до (5; 3):

$$Q_{+1} = -\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T'') - \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot (7V_0 - 5V_0) =$$

$$= \left\{ T'' = \frac{15P_0V_0}{\nu R} \right\} = 12P_0V_0 - 4P_0V_0 = 8P_0V_0$$

$$Q_{+2} = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$Q_{+2} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{(4+2,5)P_0}{2} \cdot 3V_0$$

$$\left\{ T_1 = 16P_0V_0 : \nu R \right\}$$

$$Q_{+2} = \frac{3}{2} \left( \frac{35}{2} - 16 \right) P_0V_0 + \frac{39}{4} P_0V_0 =$$

$$= P_0V_0 \left( \frac{39}{4} + \frac{39}{4} \right) = 12P_0V_0$$

$$Q_{+} = Q_{+1} + Q_{+2} = 20P_0V_0$$

Искомое КПД цикла:  $\eta = \frac{\frac{9}{4}P_0V_0}{20P_0V_0} = \frac{9}{80}$

или  $\eta = 11,25\%$

Ответ:  $\frac{10U_{12}}{A} = 7$ ,  $\frac{T_{\max 12}}{T_1} = 2,25$ ,  $\eta = 11,25\%$





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!

### Задача 3

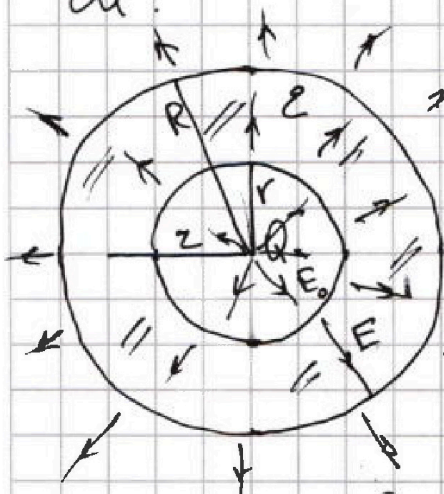
Дано:  $r, R, Q, \epsilon, \varphi_0, x = R/4$

Найти:  ~~$\varphi(x)$~~   $\epsilon$  - ?  $\varphi(x)$  - ?

Решение:

Сделаем схематичный рисунок зада-

чи:



Обозначим потенциал  
шарика с зарядом  $Q$   
как  $\varphi$

Потенциал на расстоянии  
 $r$  от него:  $\varphi - \varphi(r) = \int_0^r E_0 dz$

где  $E_0 = k \frac{Q}{z^2}$

Получим:  $\varphi = \varphi(r) = kQ$

Поле снаружи диэлектрика создается  
зарядом  $Q$  и равно  $E_0 = k \frac{Q}{z^2}$ . П.к.  $E = -\frac{d\varphi}{dz}$ ,

то по этой формуле найдём потенциал

внешней поверхности шара равен:

$$\varphi(R) - \varphi_\infty = \int_R^\infty k \frac{Q}{z^2} dz = kQ \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right)$$



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!

$$\varphi(R) = \frac{kQ}{R}$$

Теперь найдём потенциал внутри диэлектрика, учитывая, что поле внутри него уменьшается в  $\epsilon$  раз

$$E = \frac{E_0}{\epsilon} : \varphi_{*}(z) - \varphi(R) = \int_z^R E dz$$

$r \leq z \leq R$

$$\varphi_{*}(z) - \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{z} \right)$$

$$\varphi_{*}(z) = \frac{kQ}{\epsilon z} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = kQ \left( \frac{1}{\epsilon z} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi(z) = kQ \left( \frac{1}{\epsilon z} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right)$$

$$\text{Следовательно: } \varphi(x) = kQ \left( \frac{4}{\epsilon R} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right) =$$
$$= kQ \frac{\epsilon + 3}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \frac{\epsilon + 3}{\epsilon}$$

Для нахождения  $\epsilon$  найдём потенциал в т. при  $z = \frac{R}{3}$  и  $z = \frac{2R}{3}$ :

$$\left. \begin{aligned} \varphi\left(\frac{R}{3}\right) &= \frac{kQ}{R} \frac{\epsilon + 2}{\epsilon} = 4\varphi_0 \\ \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) &= \frac{kQ}{R} \frac{2\epsilon + 1}{2\epsilon} = 3\varphi_0 \end{aligned} \right\} \frac{2\epsilon + 4}{2\epsilon + 1} = \frac{4}{3}$$



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  
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!

$$6\varepsilon + 12 = 8\varepsilon + 4$$

$$2\varepsilon = 8$$

$$\varepsilon = 4$$

$$\text{Ответ: } \varphi(x) = \frac{kQ}{R} \frac{\varepsilon + 3}{\varepsilon} ; \varepsilon = 4$$



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!

2) Запишем 3-й Параграф

$$\mathcal{E} = \frac{dB_1}{dt} S_n - L_1 \dot{I}_1$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{dB_2}{dt} S_{n2} - L_2 \dot{I}_2$$

$$\Rightarrow (dB_1 S_n - L_1 \dot{I}_1) = dB_2 S_n \cdot 2 - 4L_2 \dot{I}_2$$

$$5L_2 \dot{I}_2 = (dB_2 + \frac{4}{3} dB_1) S_n$$

$$I = \frac{(B_0 + \frac{4}{3} B_0) S_n}{5L}$$

$$I_k = \frac{7}{15} \frac{B_0 S_n}{L}$$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

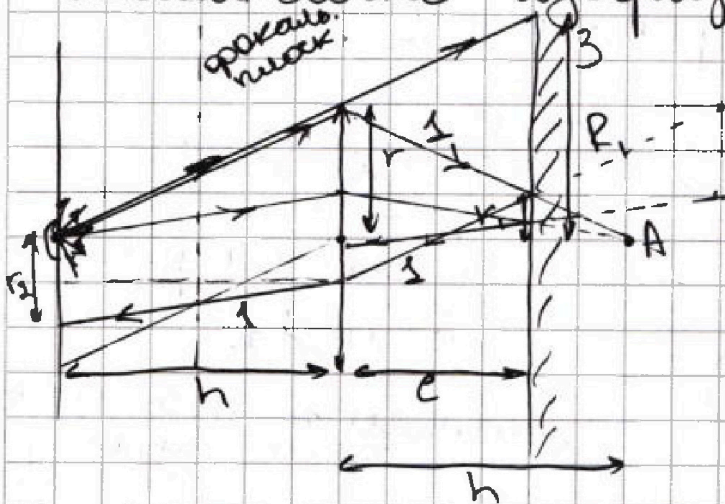
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:  $F = \frac{h}{2}$ ,  $r = 3 \text{ см}$ ,  $\rho = \frac{2h}{3}$

Найти:  $S_z$  - ?  $S_c$  - ?

Решение:

Схематично изобразим рисунок задачи:



П.к. источник находится на

расстоянии  $h$  от линзы, то его

изображение бу-

дет на таком

же расстоянии  $h$

По крайнему лучу определим площадь

неосвещенной части зеркала  ~~$S_{\text{неосв}}$~~

(неосвещенная часть представляет

из себя кольцо:

$$\frac{r_1}{r} = \frac{h - \rho}{h} \Rightarrow r_1 = \frac{r}{3}$$

$$R_1 = r \frac{h + \rho}{h} = \frac{5}{3} r$$

Следовательно:  $S_z = \pi R_1^2 - \pi r_1^2$



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!

$$S_3 = \pi (R_1 - r_1)(R_1 + r_1) = \pi \cdot \frac{4}{3} r^* \cdot 2r = \frac{8}{3} r^2 \pi$$

$$S_3 = 24\pi \text{ см}^2$$

Аналогично по крайнейшему шургу най-  
дем  $S_c$  (рассмотрев шургу  $\perp$ ):

$\{R_2 = 2R_1\}$   
из геометрии  
рисунка

~~$\frac{R_2 - r_1}{h}$~~   $r_2 = 2r_1$   
из геометрии  
рисунка

$$S_c = \pi (R_2^2 - r_2^2)$$

$$= 4\pi (R_1^2 - r_1^2) = 4 S_3 = 96\pi \text{ см}^2$$

(Аналогично на стене  
будет теневое  
кольцо)

$$\text{Ответ: } S_c = 96\pi \text{ см}^2, S_3 = 24\pi \text{ см}^2$$



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  
3 из 4

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!

на участках 31 и 12

Найдём точки касания этих процессов с адiabатой:  $dQ = dU + \delta A = 0$

$$\left. \begin{aligned} \frac{3}{2} \nu R dT + P dV = 0 \\ 3V dP + 5P dV = 0 \end{aligned} \right\} \nu R dT = P dV + V dP$$

$$3V dP + 5P dV = 0$$

$$-\frac{dP}{dV} = \frac{5P}{3V}$$

$$\left\{ \left( \frac{dP}{dV} \right)_{12} = k = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} ; \left( \frac{dP}{dV} \right)_{13} = -\frac{P_0}{V_0} \right\}$$

$$\left\{ P_{13} = 8P_0 - \frac{V_{12}}{V_0} P_0 \right\}$$

$$\textcircled{12}: \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} = \frac{(8P_0 - \frac{1}{2} \frac{V_{12}}{V_0} P_0) \cdot 5}{3V_{12}}$$

$$\frac{3}{2} V_{12} = 30V_0 - \frac{5}{2} V_{12}$$

$$\frac{8}{2} V_{12} = 30V_0$$

$$V_{12} = 7,5V_0$$

П.к.  $V_{12} = 7,5V_0$  не находится на участке 12, то на всём участке 12 газ нагревается тепло ( $dQ_{12} > 0$ )

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

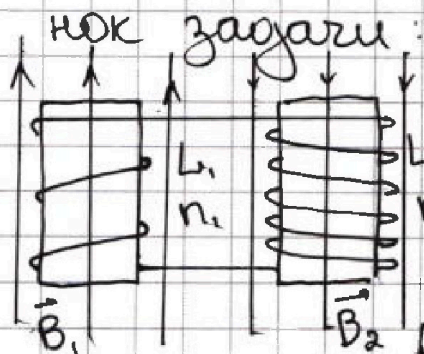
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

Дано:  $L_1 = L$ ,  $L_2 = 4L$ ,  $n_1 = n$ ,  $n_2 = 2n$ ,  $S$

Найти:  $I_0$  - ?  $I_k$  - ?

Решение: Сделаем схематичный рису-



1) По 3-му Фарадея:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}, \text{ где } \Phi = B \cdot NS$$

$$L_2 \dot{I}_2 + L_1 \dot{I}_0 = \frac{d\Phi}{dt} = d n_1 S$$

$$I_0 = \frac{dnS}{5L}$$

~~2) По 1-му Фарадея:  $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$~~

~~$$L_1 dI_1 = dB_1 n_1 S$$~~

~~$$L dI_1 = dB_1 n S$$~~

~~$$L_2 dI_2 = dB_2 n_2 S$$~~

~~$$4L dI_2 = dB_2 \cdot 2n S$$~~

~~$$L dI_1 = dB_1 n S$$~~

~~$$2L dI_2 = dB_2 n S$$~~

~~Пропустируем:  $L(I_k - I_0) = (B_0 - \frac{B_0}{2}) n S$~~

~~$$2L(I_k - I_0) = (2B_0 - \frac{2}{3} B_0) n S$$~~





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!

$\cancel{F_2} \quad \epsilon$   
 $BSn, \quad F_2 R = I \epsilon$   
 $I = 4mR^2$   
 $\epsilon = BS$   
 $4mg \sin \alpha$   
 $L = \mu_0 n S$   
 $B = \mu_0 \frac{N}{L} I$   
 $\epsilon(I + 4mR^2) = 4mg \sin \alpha R$   
 $I \epsilon = F_2 R$   
 $F_2 + 4m a_2 = 4mg \sin \alpha$   
 $mg \sin \alpha - m a_1 = F_1$   
 $mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = F_1$   
 $\frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65}$   
 $\frac{1}{F} = \frac{3}{8F} + \frac{1}{4} \left( \frac{3}{13} - \frac{5}{24} \right) = \frac{20}{13} - \frac{5}{6} = \frac{120 - 65}{78}$   
 $\frac{5F}{3} = \frac{10}{4} \quad dB_2 n_2 S - dB_1 n_1 S = L a_2$   
 $dB_1 n_1 S - dB_2 n_2 S = L a_1$

~~45~~  
~~45~~ | 4  
~~-4~~ | 11  
~~-5~~ | 25  
~~-4~~ | 10  
~~-8~~ | 20  
~~20~~ | 20  
~~3~~ | 18  
~~2~~ | 10  
~~20~~ | 20  
~~-10~~ | 10

$240$   
 $\times 6$   
 $1440$   
 $660$   
 $80$

$55$   
 $\times 12$   
 $660$   
 $36$   
 $156$

$48$   
 $\times 5$   
 $240$   
 $12$   
 $36$   
 $156$

$39$   
 $\frac{39}{25}$   
 $14$

$5 \cdot 48$   
 $55 \cdot 1$



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!

$$A =$$

$$P = dV + \cancel{B} + 6P_0$$

$$P_{12} = 6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_{12} \quad B = 6P_0 \quad 4P_0 = d \cdot 4V_0 + 6P_0$$

$$P_{12} = \frac{2RT_{12}}{V_{12}} \quad d = -\frac{2P_0}{4V_0} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$$

$$V_{12} = \frac{6P_0 - P_{12}}{\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}} = 12V_0 - 2 \frac{P_{12}}{P_0} V_0$$

$$P_{12} \left( 12V_0 - 2 \frac{P_{12}}{P_0} V_0 \right) = 2RT_{12}$$

$$L_1 I = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$$

$$L_2 I = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$$

$$dPV + dV \cancel{P} = 0$$

$$12V_0 \frac{dP}{dV} - 4 \frac{P_{12}}{P_0} V_0 \frac{dP}{dV} =$$

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{P}{V}$$

$$P_{12} = 3P_0$$

$$\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} = \frac{P}{V}$$

$$V_1 = 12V_0 - 2V_0 \frac{P_{12}}{P_0}$$

$$6P_0 - P_{12} = P_{12}$$

$$V_2 = 8V_0 - V_0 \frac{P_{12}}{P_0}$$

$$P_{12} = 3P_0$$

$$dQ = 0$$

$$\frac{dV}{dP} = -\frac{3V}{5P} = -$$

$$\frac{3}{2} 2RdT = PdV$$

$$\frac{3V_1}{5P_{12}} = d \frac{V_0}{P_0}$$

$$\frac{3}{2} dPV + \frac{5}{2} PdV =$$

$$26 \frac{P_{12}}{P_0} = 10 \frac{P_{12}}{P_0} \quad P_{12} = \frac{36}{4} P_0$$

$$5PdV = -3dPV$$

