



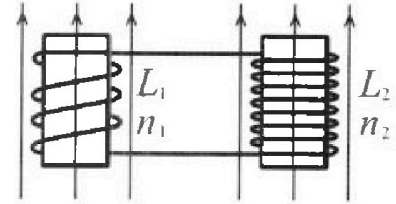
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024



Вариант 11-04

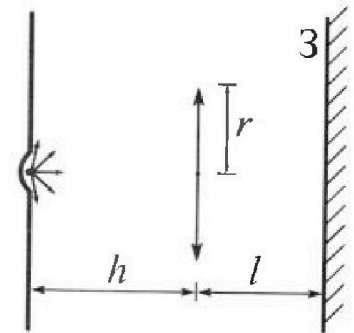
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  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 уменьшаться 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  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  $u\pi$ , где  $u$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

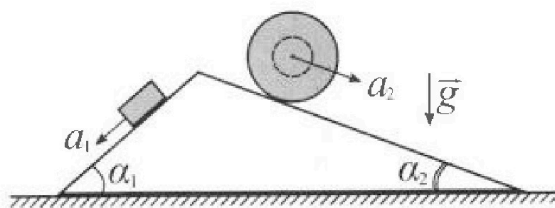
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04

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



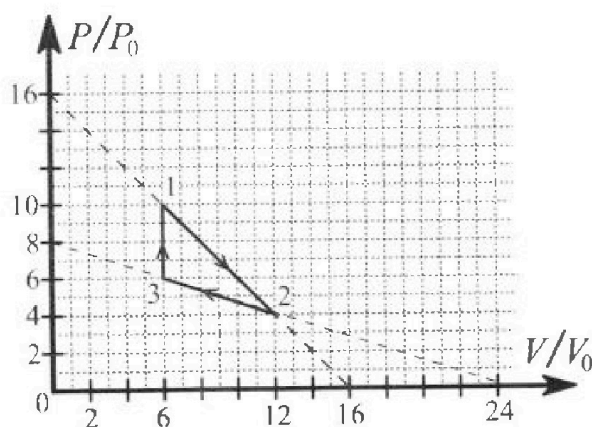
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). 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 шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ вы разить 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.

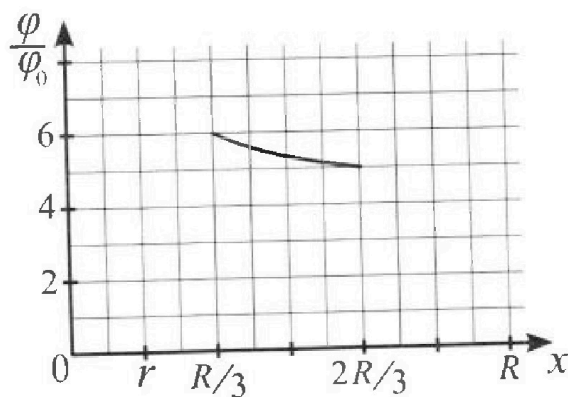
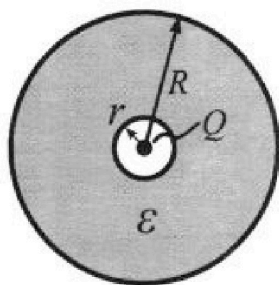


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





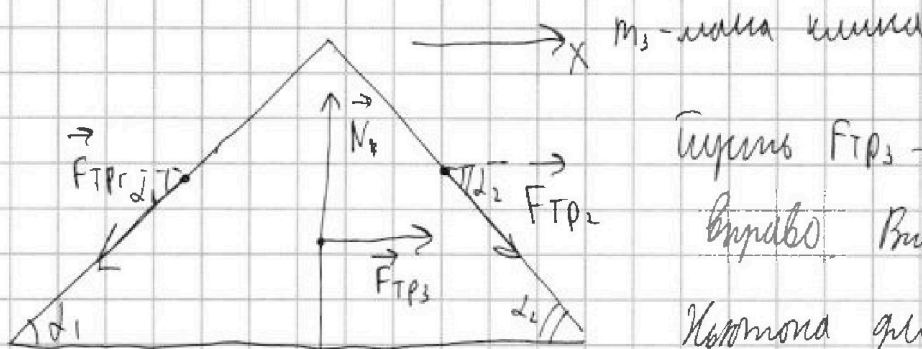
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

б) Рассчитать силы на клин



Узнать  $F_{TP3}$  - направление  
вправо. Второго закона  
Климона для клина:

$$\vec{F}_{TP1} + \vec{N} + m_3 \vec{g} + \vec{F}_{TP3} + \vec{F}_{TP2} = 0; \text{OX: } F_{TP3} + F_{TP2} \cos \alpha_2 - F_{TP1} \cos \alpha_1 = 0$$

$$F_{TP3} = F_{TP1} \cos \alpha_1 - F_{TP2} \cos \alpha_2 = \frac{m_3 g \cdot 26}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{m_3 g \cdot 20}{53} \cdot \frac{15}{17} =$$

$$= m_3 g \left( \frac{36 \cdot 4}{85 \cdot 5} - \frac{20 \cdot 15}{53 \cdot 17} \right) = 4 m_3 g \left( \frac{36}{85 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 15}{53 \cdot 17} \right) =$$

$$= 4 m_3 g \left( \frac{36}{17 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 15}{53 \cdot 17} \right) = \frac{4 m_3 g}{17} \left( \frac{26}{25} - \frac{9}{53} \right) = \frac{4 m_3 g}{17} \left( \frac{478}{1325} \right) \Rightarrow$$

$$\frac{4 m_3 g}{17} \left( \frac{1378 - 900}{295} \right) = \frac{4 m_3 g}{17} \cdot \frac{478}{295} = \frac{1912}{18545} m_3 g \Rightarrow \frac{1988 m_3 g}{22525} \Rightarrow$$

$$\begin{array}{r} 53 \\ \times 26 \\ \hline 318 \\ + 106 \\ \hline 1378 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 6 \\ \hline 90 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 53 \\ \times 15 \\ \hline 265 \\ + 53 \\ \hline 795 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1378 \\ - 900 \\ \hline 478 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 478 \\ \times 4 \\ \hline 1912 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 478 \\ \times 4 \\ \hline 1912 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 795 \\ \times 17 \\ \hline 5565 \\ + 795 \\ \hline 13515 \end{array}$$

$\Rightarrow$  узнать в действительности направление вправо.

Ответ: а) (1)  $\bullet$   $F_1 = \frac{26}{85} m_3 g$ ; б) (2)  $\bullet$   $F_2 = \frac{20}{53} m_3 g$ ;

в) (3)  $\bullet$   $F_3 = \frac{1988}{22525} m_3 g$

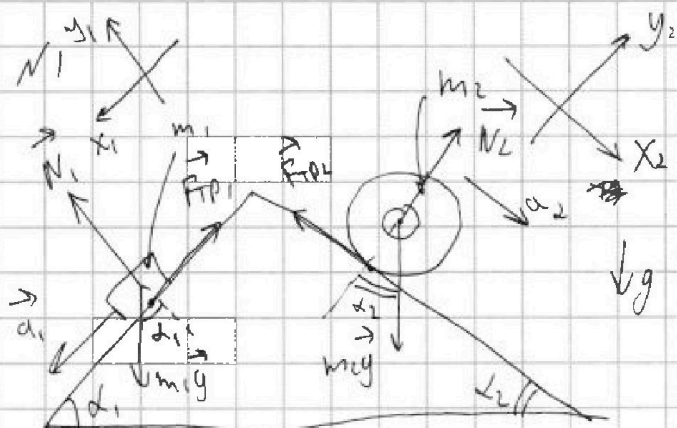


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:  $a_1 = \frac{5g}{17}$ ;  $a_2 = \frac{8g}{27}$ ;  
 $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$ ;  $\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$ ;  $g$ ;  
 $m_1 = m$ ;  $m_2 = \frac{9m}{4}$

Найти: а)  $F_1$  -!  
 б)  $F_2$  -?  
 в)  $F_3$  -?

$$\frac{459}{53}$$

Решение:

Преобразуем  $F_1, F_2, F_3$  соответственно  $F_{TP1}, F_{TP2}, F_{TP3}$

а) Вспомогательный закон Ньютона для  $m_1$

$$m_1 a_1 = m_1 g + F_{TP1} + N_1; \text{ OX}_1: m_1 a_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - F_{TP1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{TP1} = m_1 g \sin \alpha_1 - m_1 a_1 = m_1 (g \sin \alpha_1 - a_1) = m_1 \left( g \sin \alpha_1 - \frac{5g}{17} \right) =$$

$$= m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5g}{17} \right) = m \left( \frac{3g}{5} - \frac{5g}{17} \right) = m \left( \frac{51g - 25g}{85} \right) = \frac{26g}{85} = \frac{m \cdot 26}{85} = F_1$$

б) Для второго тела нельзя писать  $F_{TP2} = m_2 g$ , т.к.

так как сила трения  $F_{TP2} \leq N_2$ , поэтому применим вспомогательный

закон Ньютона:  $m_2 a_2 = m_2 g + F_{TP2} + N_2$ ;

$$\text{OX}_2: m_2 a_2 = m_2 g \sin \alpha_2 - F_{TP2}; \Rightarrow F_{TP2} = m_2 g \sin \alpha_2 - m_2 a_2 =$$

$$= m_2 (g \sin \alpha_2 - a_2) = m_2 \left( g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8g}{27} \right) = m_2 \left( \frac{216g - 136g}{459} \right) =$$

$$= \frac{2m \cdot 80g}{4 \cdot 459} = \frac{mg \cdot 20}{53} = F_2$$

$$\frac{216}{459} = \frac{8}{17}$$

$$\frac{136}{459} = \frac{8}{27}$$

$$\frac{216 - 136}{459} = \frac{80}{459}$$

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!

№2

$\frac{p}{p_0}$  y



Найти:

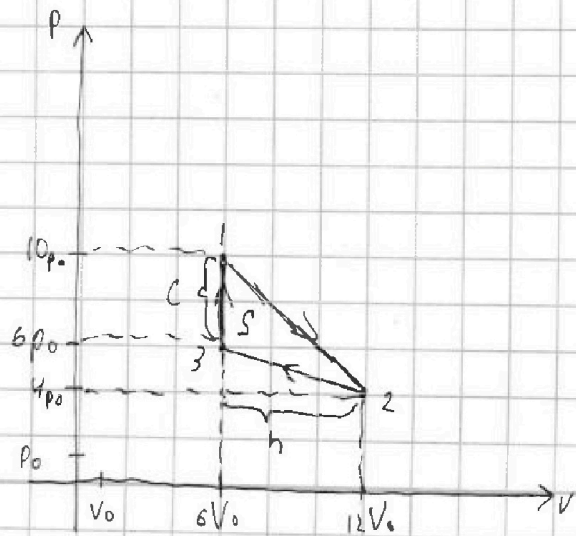
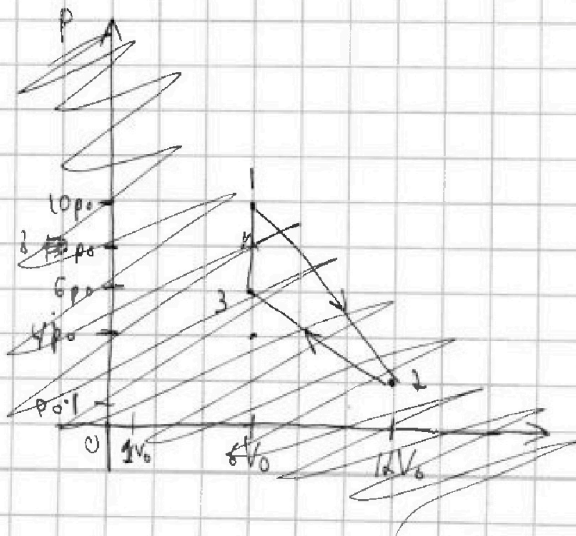
перемещение график в  $p-v$ ; т.к. исходный график, который дан по условию, просто разделили ~~на  $p_0$~~  ось  $y$  на  $p_0$ , а ось  $x$  на  $V_0$ , то в  $p(V)$  исходный график будет таким же, т.к. мы просто делили ось  $y$  на  $p_0$ , а ось  $x$  на  $V_0$

Дано:  $p_0, V_0$

Найти: 1)  $k_{тр} = \frac{|\Delta V_{12}|}{A_{тр}}$  ?

2)  $Z_{тр} = \frac{T_{max}}{T_3}$  ?

3)  $\eta$  ?





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!

~~По методу изотермы  $pV$ , процесс 1-2 имеет максимальную температуру, а процесс 3-4 имеет минимальную температуру, также это можно доказать и из уравнения Клапейрона-Менделеева:  $p_1 V_1 = \nu R T$  и произведение  $pV$  максимальное в точке 1, а минимальное в точке 3~~

$$\# a) (1): |\Delta U_{12}| = \left| \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \right| = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{60 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{48 p_0 V_0}{\nu R} \right) = \frac{3}{2} \cdot 12 p_0 V_0 = 18 p_0 V_0$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{60 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{48 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$A_{\text{за цикл}} = S_{\text{цикла}} = \frac{1}{2} ch = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 p_0 = 12 p_0 V_0$$

$c$  и  $h$  - отрезки на рисунке

$$K = \frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\text{за цикл}}} = \frac{18 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{3}{2} = 1,5$$

b) (2): сделаем уравнение прямой в точке 1-2, как  $y = kx + b$ .

$$\begin{cases} \text{точка 1: } 10 p_0 = k \cdot 6 V_0 + b & (1) \\ \text{точка 2: } 4 p_0 = k \cdot 12 V_0 + b & (2) \end{cases} \quad \begin{aligned} (1) - (2) \Rightarrow 6 p_0 &= -k \cdot 6 V_0 \Rightarrow k = -\frac{p_0}{V_0} \\ \text{из (2)} \Rightarrow 4 p_0 &= -\frac{p_0}{V_0} \cdot 12 V_0 + b \Rightarrow b = 16 p_0 \end{aligned}$$

$$\text{Итак уравнение цикла: } p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0$$



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!

$$z = \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64 \rho_0 V_0 \cdot \mathcal{J}R}{\mathcal{J}R \cdot 36 \rho_0 V_0} = \frac{64}{36} = \frac{32}{18} = \frac{16}{9}$$

В) (3): по определению  $Q = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{пол}}}$

Ищем тепловую или 1-2 непостоянно перемещаем эту часть энергии. Проанализируем одно

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 42 \rho_0 V_0 - 18 \rho_0 V_0 = 24 \rho_0 V_0 \Rightarrow \text{нагрев}$$

$A_{12}$  = работа поперечной поперечной силы

$$A_{12} = S_{\text{поперечная}} = \frac{1}{2} 6 V_0 (4 \rho_0 + 10 \rho_0) = 3 V_0 \cdot 14 \rho_0 = 42 \rho_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \mathcal{J}R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \mathcal{J}R \left( \frac{48 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R} - \frac{60 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R} \right) = \frac{3}{2} \cdot (-12) \rho_0 V_0 =$$

$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\mathcal{J}R} = \frac{12 \rho_0 \cdot 4 V_0}{\mathcal{J}R} = \frac{48 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R} = -18 \rho_0 V_0$$

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\mathcal{J}R} = \frac{10 \rho_0 \cdot 6 V_0}{\mathcal{J}R} = \frac{60 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R}$$

Проверим также  $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = -30 \rho_0 V_0 - 18 \rho_0 V_0 < 0 \Rightarrow$

$$A_{23} = -S_{\text{поперечная}} = -\frac{1}{2} \cdot 5 V_0 (4 \rho_0 + 6 \rho_0) = -30 \rho_0 V_0 \Rightarrow \text{охлаждение}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{J}R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \mathcal{J}R \left( \frac{36 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R} - \frac{48 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R} \right) = -\frac{3}{2} \cdot 12 \rho_0 V_0 =$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\mathcal{J}R} = \frac{6 \rho_0 \cdot 6 V_0}{\mathcal{J}R} = \frac{36 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R} = -18 \rho_0 V_0$$

На 3-1 будет из графика, что нагревает  $\Rightarrow Q_{\text{пол}} = Q_{12} + Q_{31}$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \mathcal{J}R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \mathcal{J}R \left( \frac{60 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R} - \frac{36 \rho_0 V_0}{\mathcal{J}R} \right) = \frac{3}{2} \cdot 24 \rho_0 V_0 =$$

$$A_{31} = 0 \text{ (н.к. } V \text{ const)} = 36 \rho_0 V_0$$

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  
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!

~~№3~~

Клипертон - Менделеев:  $pV = \nu RT \Rightarrow \forall \text{га } p = \frac{\nu RT}{V}$ , подставим  
р в нашу функцию

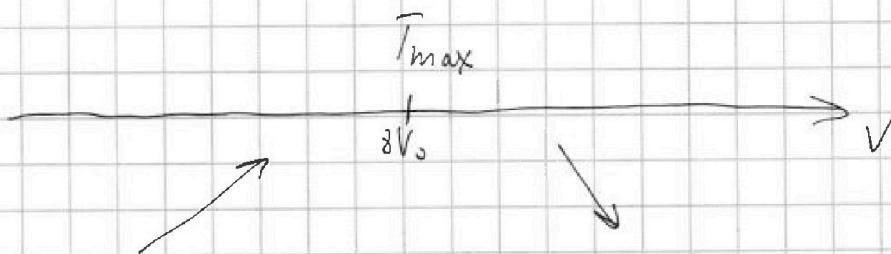
$$\frac{\nu RT}{V} = -\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0$$

$$\nu RT = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 16 p_0 V; \quad T = -\frac{p_0 V^2}{V_0 \nu R} + \frac{16 p_0 V}{\nu R} =$$

$$= \frac{p_0 V}{\nu R} \left( -\frac{V}{V_0} + 16 \right)$$

Получим производную  $T'$

$$T' = -\frac{p_0}{V_0 \nu R} 2V + \frac{16 p_0}{\nu R}; \quad T' = 0; \Rightarrow \frac{p_0}{V_0 \nu R} 2V = \frac{16 p_0}{\nu R} \Rightarrow 2V = 16 V_0 \Rightarrow V = 8 V_0$$



Или проверим через производную, что  $T_{\max}$  при  $8V_0$ , найдем из Клипертона - Менделеева чему оно равно;

из графика видно, что при  $8V_0$  у нас давление  $8p_0$ .

$$pV = \nu RT_{\max} \Rightarrow T_{\max} = \frac{pV}{\nu R} = \frac{8V_0 \cdot 8p_0}{\nu R} = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R}$$

~~$$T_{\max} = 16 p_0 V_0 \nu R$$~~

$$p_3 V_3 = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{6 p_0 V_0 \cdot 6}{\nu R} = \frac{36 p_0 V_0}{\nu R}$$

Из графика:  $p_3 = 6 p_0; V_3 = 6 V_0$





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!

$$A_{\text{за цикл}} = 12 p_0 V_0$$

$$Q_{\text{внеш}} = Q_{12} + Q_{31} = 36 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0 = 60 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{внеш}}} = \frac{12 p_0 V_0}{60 p_0 V_0} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ или } 20\%$$

$$\text{Ответ: а) (1): } K = 1,5; \text{ б) (2): } z = \frac{16}{9}; \text{ в) (3): } \eta = 20\%$$

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!

$$\frac{P_1}{P_0} = 6; \quad \frac{P_2}{P_0} = 5 \Rightarrow P_0 = \frac{P_2}{5}$$

из графика, который дан в условии задачи

~~3/11~~  
~~12~~

подставляем  $P_0$  в  $\frac{P_1}{P_0} = 6$

$$\frac{P_1}{\frac{P_2}{5}} = 6; \quad \frac{5P_1}{P_2} = 6; \quad 5P_1 = 6P_2$$

или подставляем  $P_1$  и  $P_2$  в  $5P_1 = 6P_2$

$$5 \cdot \frac{Q}{4460R} \left( \frac{\varepsilon + 1}{\varepsilon} \right) = 6 \cdot \frac{Q}{41160R} \left( \frac{1 + 2\varepsilon}{2\varepsilon} \right)$$

$$\frac{5\varepsilon + 10}{\varepsilon} = \frac{6 + 12\varepsilon}{2\varepsilon}; \quad 10\varepsilon + 20 = 6 + 12\varepsilon$$

$$14 = 2\varepsilon \Rightarrow \varepsilon = 7$$

Ответ: а) (1):  $P\left(\frac{11R}{12}\right) = \frac{Q}{4460R} \left(1 + \frac{1}{11\varepsilon}\right);$

б) (2):  $\varepsilon = 7$



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!

$$\begin{aligned} \ominus \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{12}{11} - \frac{(\epsilon-1)12}{11 \cdot \epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) &= \\ = \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{12\epsilon - 12(\epsilon-1) + 11\epsilon - 11}{11\epsilon} \right) &= \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{12\cancel{\epsilon} - 12\cancel{\epsilon} + 12 + 11\epsilon - 11}{11\epsilon} \right) = \\ = \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{11\epsilon + 1}{11\epsilon} \right) &= \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( 1 + \frac{1}{11\epsilon} \right) \end{aligned}$$

2)  $P_0$  - наименьшая величина ~~потенциала~~ <sup>потенциала</sup> ~~у~~ <sup>у</sup>  
она равен ~~на~~ <sup>равна</sup> расстоянию  $y$

$$P_0 = \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 y}} - \frac{q}{4\sqrt{\epsilon_0 y}} + \frac{q}{4\sqrt{\epsilon_0 y}} = \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 y}}$$

$$P(x) = \frac{1}{4\sqrt{\epsilon_0}} \left( \frac{Q}{x} - \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon x} + \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon R} \right)$$

$$\text{при } x = \frac{R}{3}$$

$$P_1 = P\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{1}{4\sqrt{\epsilon_0}} \left( \frac{3Q}{R} - \frac{Q(\epsilon-1) \cdot 3}{\epsilon R} + \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( 3 - \frac{3(\epsilon-1)}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{3\epsilon - 3\epsilon + 3 + \epsilon - 1}{\epsilon} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{\epsilon + 2}{\epsilon} \right)$$

$$P_2 = P\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{1}{4\sqrt{\epsilon_0}} \left( \frac{3Q}{2R} - \frac{Q(\epsilon-1) \cdot 3}{2R\epsilon} + \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{3}{2} - \frac{(\epsilon-1)3}{2\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{3\epsilon - 3\epsilon + 3 + 2\epsilon - 2}{2\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\sqrt{\epsilon_0 R}} \left( \frac{1 + 2\epsilon}{2\epsilon} \right)$$

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.

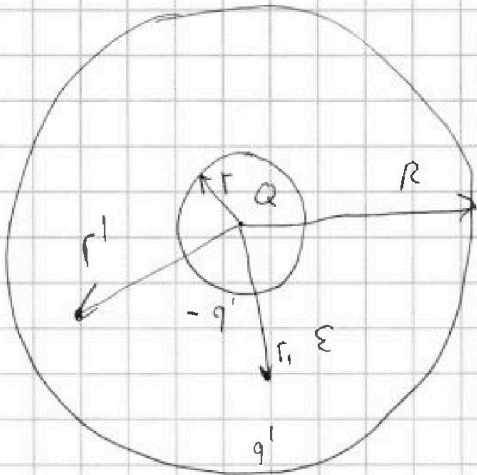


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

N 3



Дано:  $r; R; Q; \epsilon; x = \frac{11R}{12}$

Найти:  $\varphi(r)$  при  $x = \frac{11R}{12}$ , <sup>сначала</sup> ~~сначала~~  
что  $\epsilon$  дано

р)  $\epsilon$

Решение:

а)  $q'$ -индуцированной  
заряду диэлектрика. Поверхности  
иной он равен. Если внутри

диэлектрика находится в  $\epsilon$  раз (это из теории)

$$\epsilon \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r'^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r'^2} - \frac{q'}{4\pi\epsilon_0 r'^2} \quad ; \quad \frac{Q}{\epsilon} = Q - q' \Rightarrow q' = Q - \frac{Q}{\epsilon} = Q - \frac{Q}{\epsilon} = \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon}$$

Если  $r \leq r' \leq R$   $r' = x$

$$P(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r'} - \frac{q'}{4\pi\epsilon_0 r'} + \frac{q'}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q}{r'} - \frac{q'}{r'} + \frac{q'}{R} \right) =$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q}{r'} - \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon r'} + \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon R} \right)$$

$$P(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{12Q}{11R} - \frac{Q(\epsilon-1) \cdot 12}{\epsilon \cdot 11R} + \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( \frac{12}{11} - \frac{(\epsilon-1)12}{\epsilon 11} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)$$

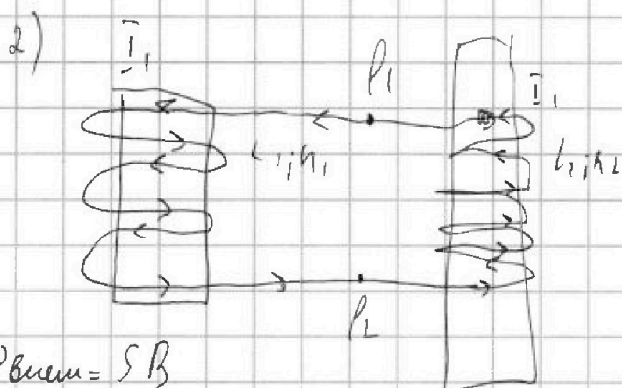


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!



Через магнитопровод:

$$U_1 = \dot{\Phi}_1 - \dot{\Phi}_2; U_2 = \dot{\Phi}_2 - \dot{\Phi}_1$$

$$U_1 = -U_2$$

$$U_1 + U_2 = 0$$

$$\Phi_{внеш} = SB$$

$$\frac{d\Phi_{внеш1}}{dt} + L_1 \frac{dI_1}{dt} + \frac{d\Phi_{внеш2}}{dt} + L_2 \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$\int n_1 S \frac{dB_1}{B_0} + L_1 \int dI_1 + \int n_2 S \frac{dB_2}{4B_0} + L_2 \int dI_2 = 0$$

$$\frac{8}{3} - 4 \frac{1^3}{3} = \frac{8-12}{3} = -\frac{4}{3}$$

$$4n_1 S \left( \frac{3B_0}{4} - B_0 \right) + L_1 I_{кон} + n_2 S \left( \frac{8B_0}{3} - 4B_0 \right) + L_2 I_{кон} = 0$$

$$- \frac{1}{4} S B_0 n_1 + L_1 I_{кон} - S \frac{4}{3} B_0 n_2 + L_2 I_{кон} = 0$$

$$\frac{4}{3} + \frac{1}{4} =$$

$$I_{кон}(L_1 + L_2) = S \left( \frac{4}{3} B_0 n_2 + \frac{1}{4} B_0 n_1 \right)$$

$$= \frac{16+3}{12} = \frac{19}{12}$$

$$I_{кон} = \frac{S \cdot 19 B_0}{12(L_1 + L_2)} = \frac{S \cdot 19 B_0}{12(L + \frac{9}{4}L)} = \frac{19 S B_0}{39 L}$$

Через: а) (1):  $\frac{dI_1}{dt} = \frac{4 S n_1}{13 L}$ ; б) (2):  $I_{кон} = \frac{19 S B_0}{39 L}$

$$I_{кон} = \frac{S \left( \frac{4}{3} B_0 n_2 + \frac{1}{4} B_0 n_1 \right)}{L_1 + L_2} = \frac{S \left( 2 B_0 n_2 + \frac{1}{4} B_0 n_1 \right)}{L + \frac{9}{4} L}$$

$$\frac{S \cdot 9 B_0 n_1}{4(13L)} = \frac{9 B_0 n_1 S}{13 L}$$

Через: а) (1):  $\frac{dI_1}{dt} = \frac{4 S n_1}{13 L}$ ; б) (2):  $I_{кон} = \frac{9 B_0 n_1 S}{13 L}$

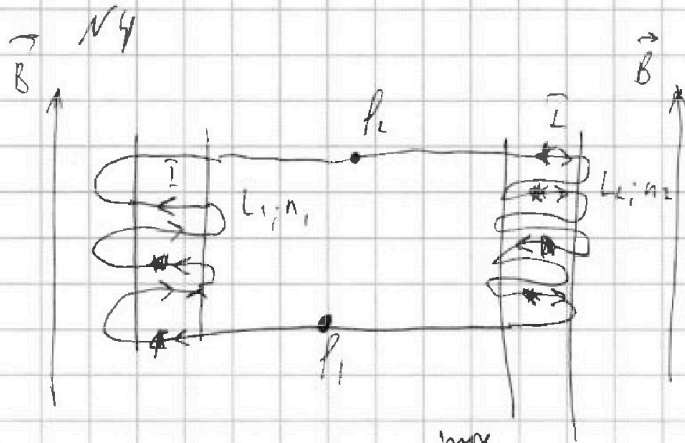


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:  $L_1 = l_1$ ;  $l_2 = \frac{9L}{4}$

$n_1 = n_2$ ;  $n_2 = \frac{3n_1}{2}$ ;  $S$ ;  $\frac{AB}{dt} = \frac{dB}{dt}$

Найти:  $\vec{I}'_F$  -? ;  $\vec{I}'_{кон}$  -?

1) В одной цепи будет променит уравнений:

$U_1 = P_1 - P_2$ ;  $U_2 = P_2 - P_1$  (Меню по коммутации)

$U_1 = -U_2$ ;  $U_1 + U_2 = 0$ ;  $U_1 = \varphi'_{внеш}(t) + L_1 \frac{dI}{dt}$

$U_2 = L_2 \frac{dI}{dt}$

$\varphi'_{внеш}(t) + L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$

$\varphi_{внеш} = n_1 S B$

$\varphi'_{внеш}(t) = n_1 S \frac{dB}{dt}$

$n_1 S \frac{dB}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$

$\frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) = -n_1 S \frac{dB}{dt}$ ;  $I'(t) = -n_1 S \frac{dB}{dt} \cdot \frac{1}{L_1 + L_2} =$

$= S \alpha \frac{n_1}{L_1 + L_2} = \frac{S \alpha n_1}{L_1 + L_2} = \frac{S \alpha n_1}{L + \frac{9}{4}L} = \frac{4S \alpha n_1}{13L} = \frac{4S \alpha n_1}{13L}$

2) Я не очень понял откуда надо решить второй вариант, либо от начала времени (увеличива либо убывающая первая вариант. Я буду решать второй вариант отсюда, т.е. с увеличением времени без первого



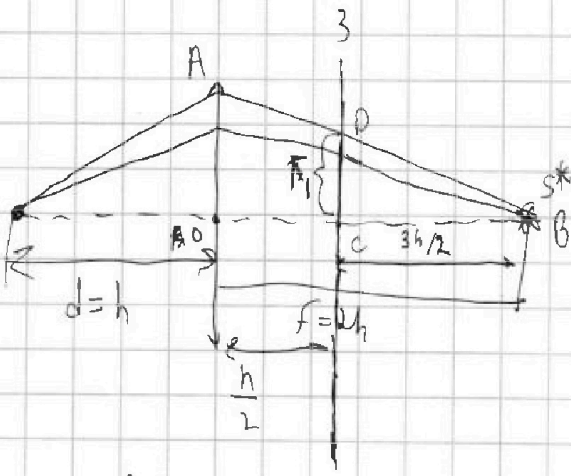
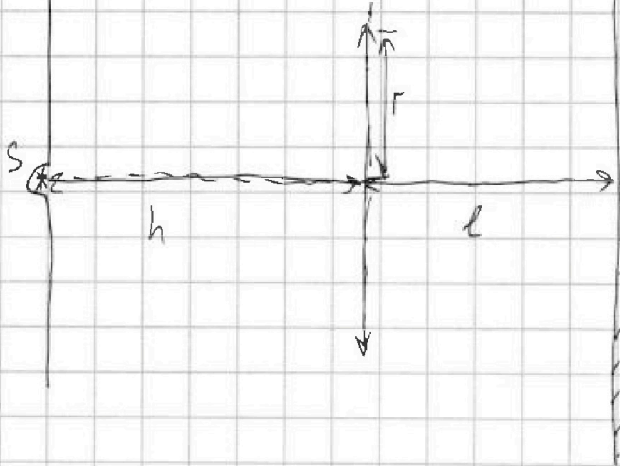
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N5 Мне кажется в ответе ошибка, в т.к. камнями поворачивают радиус зеркала, мы это не как не выразим, т.к. неизвестна вся площадь зеркала



$$= \frac{\frac{3}{2}h \cdot r}{2h} = \frac{3h \cdot r}{4h} = \frac{3}{4} r = \frac{3}{4} \cdot 2h = 3h = r,$$

$$S_1 = \pi r^2 = \pi \cdot 9 = 9\pi \text{ см}^2 \text{ (окрашенная площадь)}$$

Отметки с радиусом зеркала с помощью линзы

Дано:  $f = \frac{2h}{3}$ ;  $h$ ;  $F = \frac{2h}{3}$ ;  
 $r = 4 \text{ см}$ ;  $S_{\text{зеркала}} = ?$   
 $S_{\text{окрашен. 1-2}}$   
 $S_{\text{окрашен. 2-3}}$   
 $S_{\text{окрашен. 3-4}}$   
 $S_{\text{окрашен. 4-5}}$   
 $S_{\text{окрашен. 5-6}}$   
 $S_{\text{окрашен. 6-7}}$   
 $S_{\text{окрашен. 7-8}}$   
 $S_{\text{окрашен. 8-9}}$   
 $S_{\text{окрашен. 9-10}}$

Решение:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{h - F}{hF} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f = \frac{hF}{h - F} = \frac{h \cdot \frac{2h}{3}}{h - \frac{2h}{3}} =$$

$$= \frac{2h^2 \cdot 3}{3(h - \frac{2h}{3})} = \frac{6h^2}{3(h - \frac{2h}{3})} = 2h$$

$S^*$  - площадь зеркала

Из подобия  $\triangle BOA$  и  $\triangle BDC \Rightarrow$

$$\frac{DC}{AO} = \frac{CB}{BO} \Rightarrow DC = \frac{CB \cdot AO}{BO} =$$

$$= \frac{\frac{3}{2}h \cdot r}{2h} = \frac{3h \cdot r}{4h} = \frac{3}{4} r = \frac{3}{4} \cdot 2h = 3h = r,$$

$$S_1 = \pi r^2 = \pi \cdot 9 = 9\pi \text{ см}^2 \text{ (окрашенная площадь)}$$

Отметки с радиусом зеркала с помощью линзы

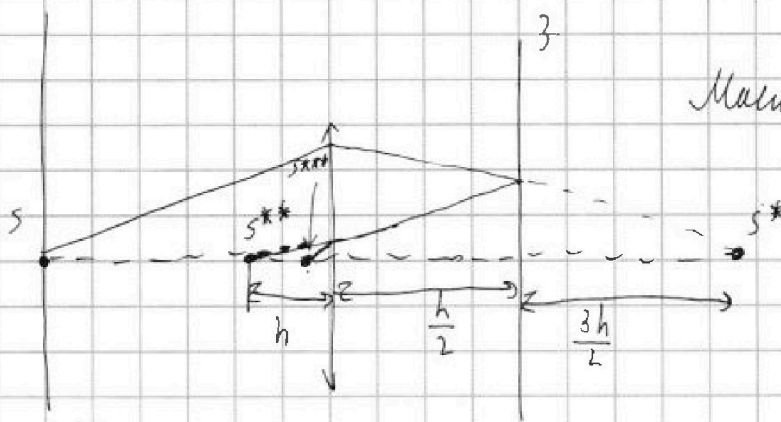


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

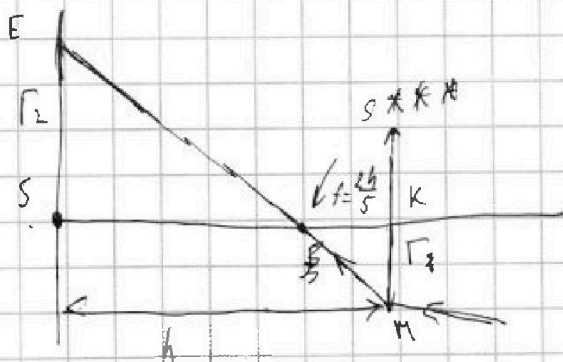


Максимум минимума не сдвинулся

$S^{**}$  - является минимуме интерференции для длины

$$d_i = h \quad - \frac{1}{d_i} + \frac{1}{f_i} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f_i} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d_i} \Rightarrow f_i = \frac{F d_i}{F + d_i} = \frac{h \cdot \frac{2}{3} h}{\frac{2}{3} h + h} =$$

$$= \frac{2h}{3(\frac{2}{3} + 1)} = \frac{2h \cdot 3}{3 \cdot 5} = \frac{2h}{5}$$



Из подобия  $\Delta SES^{***}$  и  $\Delta S^{***}KM \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{r_2}{r} = \frac{h - \frac{2h}{5}}{\frac{2h}{5}} =$$

$$= \frac{3h \cdot 5}{5 \cdot 2h} = \frac{3}{2}$$

$$r_2 = r \cdot \frac{3}{2} = 4 \cdot \frac{3}{2} = 6 \text{ см}$$

$$S_2 = \pi r_2^2 = 36\pi \text{ см}^2 \text{ (общая мощность света с помощью линзы)}$$

~~Объем:  $S_1 = 9\pi \text{ см}^2$ ;  $S_2 = 36\pi \text{ см}^2$~~





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  
# 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!

N5

Из развертки  
 $A''B'' = 2r \text{ cm}$   
 $S_{\text{бок}} = \pi \cdot 4r^2 =$   
 $= \pi \cdot 4 \cdot 36 = \pi \cdot 144 \text{ cm}^2$

$\begin{array}{r} 36 \\ \times 4 \\ \hline 144 \end{array}$

$S_{\text{необходимое 2}} =$   
 $= S_{\text{бок}} - S_2 = \pi \cdot 144 - 36\pi = 108\pi \text{ cm}^2$

$\begin{array}{r} \cdot 10 \\ 144 \\ - 36 \\ \hline 108 \end{array}$

Ответ: а) (1):  $S_{\text{необходимое 1}} = 27\pi \text{ cm}^2$ ;  
 б) (2):  $S_{\text{необходимое 2}} = 108\pi \text{ cm}^2$



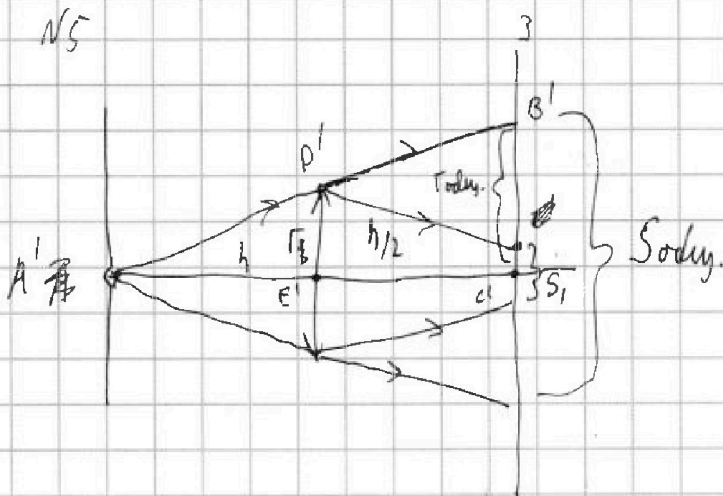
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

N5



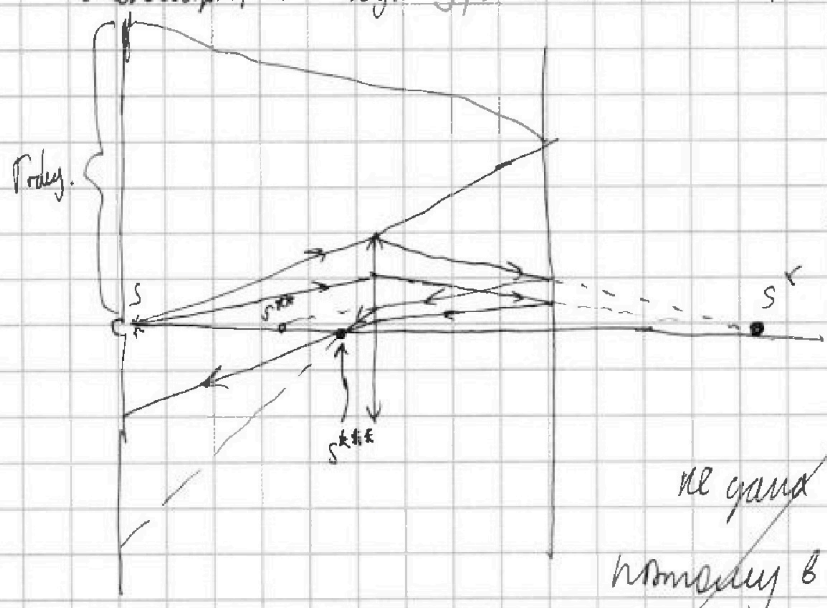
Из подобия  $\triangle A'B'C'$  и  $\triangle A'D'E'$   $\Rightarrow$

$$\frac{R}{r} = \frac{h/2}{h} = \frac{2}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{3r}{2} = \frac{3 \cdot 4}{2} = 6 \text{ см}$$

$$S_{\text{конус}} = \pi \cdot R \cdot h = \pi \cdot 36 \text{ см}^2$$

$$S_{\text{сферы}} = S_{\text{конус}} - S_1 = \pi \cdot 36 - 9\pi = 27\pi \text{ см}^2$$



~~Заметно, что  
неверно найден  
площадь сферической  
части тела, т.к.~~

~~не дана площадь S\_сферы,  
потому в ответе я написал~~

~~площадь  $S_1$  сферической части~~

Ответ:  $S_{\text{сферы}} = 27\pi \text{ см}^2$ ;  $S_{\text{к}} = 36\pi \text{ см}^2$



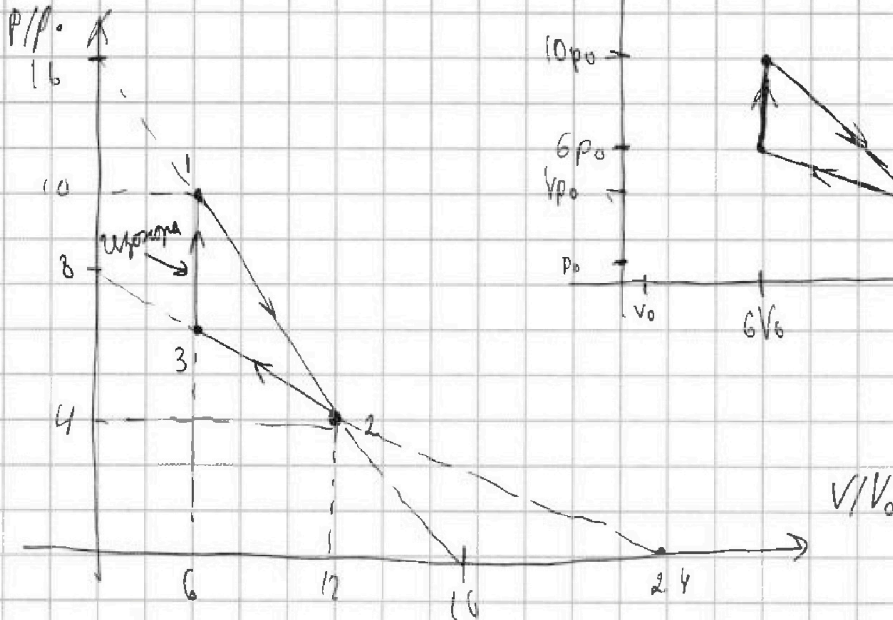
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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:



$$V/V_0 = \text{const} \quad \text{в } 1-3 \Rightarrow V = \text{const}$$

$$\text{процесс } 1-2: \quad \frac{p}{p_0} \downarrow, \text{ а } \frac{V}{V_0} \uparrow$$

$$\text{молча: } \frac{V}{V_0} = 12 \Rightarrow V = 12V_0, \text{ а } p = 4p_0; \text{ молча } V = 6V_0;$$

$$pV = \text{const}$$

$$\frac{26}{25} = \frac{75}{53}$$

$$= \frac{1378 - 1875}{25 \cdot 53} = \frac{-497}{1325}$$

$$\begin{array}{r} 1325 \\ \times 17 \\ \hline 9275 \\ 1325 \\ \hline 22525 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 497 \\ \times 4 \\ \hline 1988 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 53 \\ \times 26 \\ \hline 318 \\ 106 \\ \hline 1378 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 25 \\ \hline 375 \\ 150 \\ \hline 1875 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1875 \\ \times 1010 \\ \hline 1378 \\ 497 \end{array}$$

~~1325~~

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 53 \\ \hline 75 \\ 125 \\ \hline 1325 \end{array}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

