



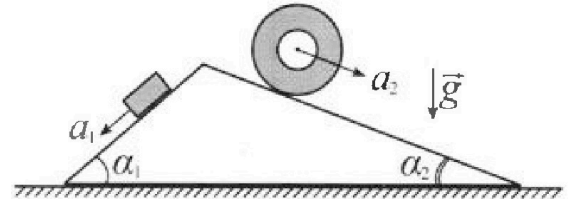
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

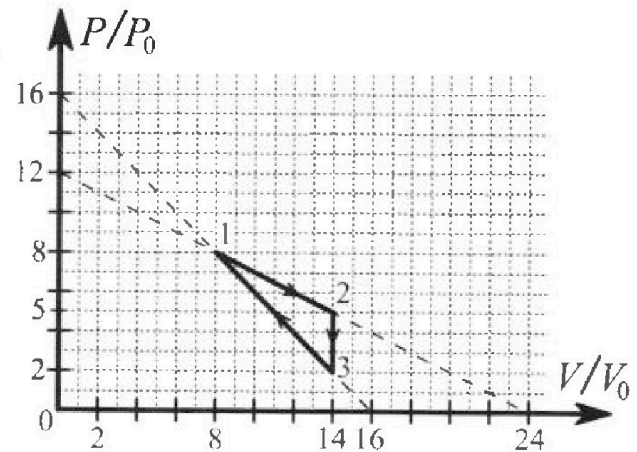
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

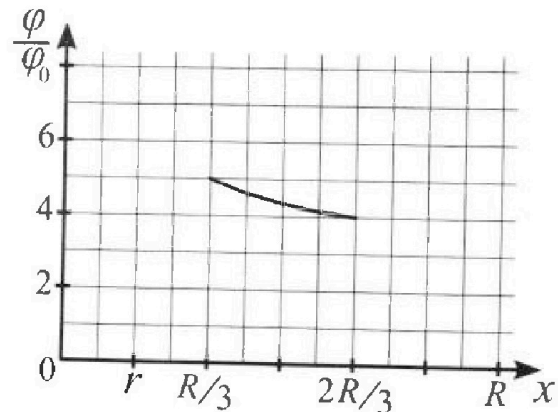
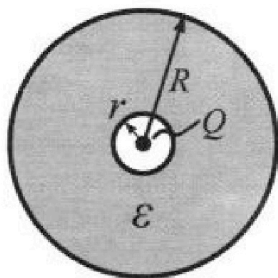


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

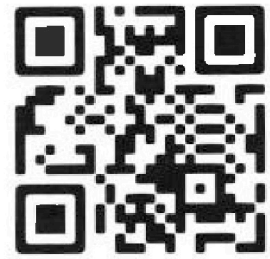
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



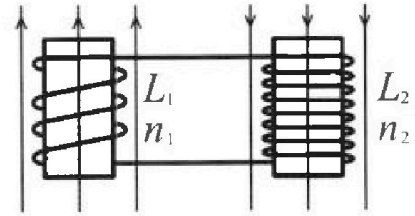
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

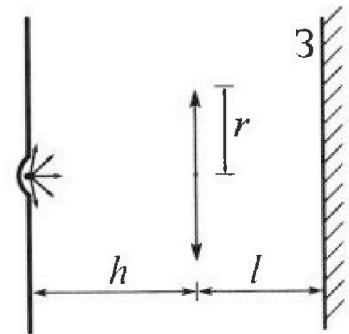


1. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $3B_0$  до  $9B_0/4$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 5$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

Задача 1.

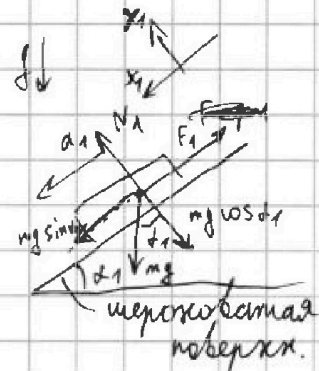
1) Рассмотрим брусок в произв. момент:

По 2ЗН: на ось  $x_1$ :  $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1 \rightarrow$

$$\rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{13} g\right)$$

$$\left[ F_1 = mg \left( \frac{39}{65} - \frac{30}{65} \right) = \frac{9}{65} mg \right]$$

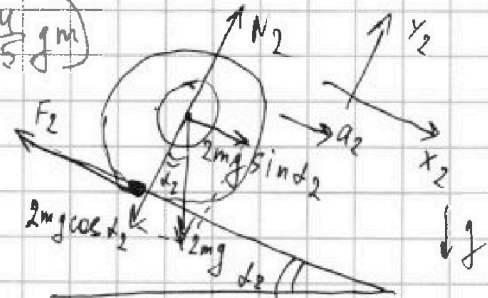
По 2ЗН: на ось  $y_1$ :  $(N_1 = mg \cos \alpha_1) = \frac{4}{5} gm$



2) Рассмотрим цилиндр в произв. момент времени.

П.к он скатывается без проскальзывания -

важно, то на него действует постоянная сила трения качения  $F_2$ . П.к на центр масс цилиндра находится в его центре. Сила  $F_2$  действует на точку цилиндра, касающуюся с клином.



По 2ЗН: на ось  $x_2$ :

$$2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow \left[ F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2m\left(\frac{5}{13} g - \frac{1}{4} g\right) = \frac{7}{26} mg \right]$$

По 2ЗН: на ось  $y_2$ :  $(N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg)$

3) Рассмотрим клин в произв. момент времени. П.к он покоится, то на него действует сила трения покоя  $F_3$ . Пусть она будет направлена вправо.



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!

Если окажется, что  $F_3 < 0$ , то она направлена в противоположную сторону.

По 3 ЗН на клин будут действовать

силы  $F_1$  и  $N_1$  со стороны

клина и силы  $F_2$  и  $N_2$  со стороны

цилиндра, направленные в

противоположную сторону.

По 2 ЗН: на ось  $X_3$ :  $N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + F_3 = 0$

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

$$F_3 = \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} + \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} =$$

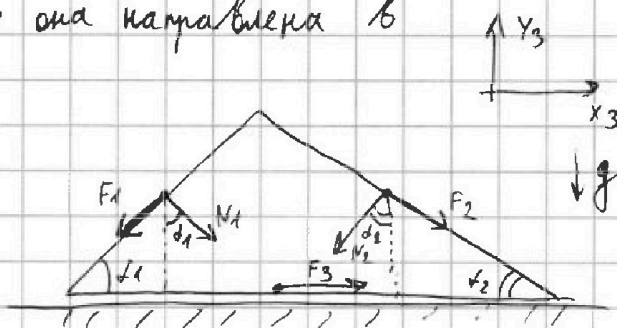
$$= mg \left( \frac{36}{325} - \frac{12}{25} - \frac{42}{169} + \frac{120}{169} \right) =$$

$$= mg \left( -\frac{120}{325} + \frac{78}{169} \right) = -\frac{78}{845} mg \quad (F_3 < 0, \text{ значит на клинке она напр. в обратн. сторону}).$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{9}{65} mg$

2)  $F_2 = \frac{7}{26} mg$

3)  $F_3 = \frac{78}{845} mg$







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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

5) Рассмотрим процесс 1-2:  $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$   
 $A_{12} = +S_{гр} = \frac{1}{2} (P_1 + \frac{5}{8} P_1) (\frac{7}{4} V_1 - V_1) = \frac{1}{2} \cdot \frac{13}{8} P_1 \cdot \frac{3}{4} V_1$

$$A_{12} = \frac{39}{64} P_1 V_1$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (\frac{35}{32} P_1 V_1 - P_1 V_1) = \frac{9}{2} P_1 V_1$$

$$\left[ \frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}} = \frac{9}{2} \cdot \frac{64}{39} = \frac{3 \cdot 32}{13} = \frac{96}{13} \right] \neq 1$$

6)  $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{н}}}$ ;  $A_{\Sigma} = A_{12} - A_{31} = +S_{гр}$

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (\frac{7}{4} V_1 - V_1) (\frac{5}{8} P_1 - \frac{2}{8} P_1) = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} V_1 \cdot \frac{3}{8} P_1 = \frac{9}{64} P_1 V_1$$

7) В процессах 1-2 и 3-1 "С" меняется, поэтому на каких-то участках тепло подводится, на каких-то отводится.

Найдём объёмы ~~у~~ <sup>в</sup> ~~об~~ <sup>обо</sup>их в обоих процессах при которых  $Q=0$  при помощи касат. к адиабате.

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{const} - \text{ур-е адиаб}$$

$$p(V) = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}} = P$$

$$p'(V) = \text{const} \cdot \left(-\frac{5}{3}\right) \cdot V^{-1} \cdot V^{-\frac{5}{3}} = -\frac{5P}{3V}$$

• процесс 1-2:  $p'(V) = -\frac{P_0}{2V_0} = -\frac{5P}{3V} \rightarrow \frac{P}{V} = \frac{3P_0}{10V_0}$

Ответы: 1)  $\frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{2}$  2)  $\frac{|\Delta U_{\text{нел}}|}{A_{12}} = \frac{96}{13}$



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!

Задача 2:

1) Рассмотрим процесс 1-2:  $\frac{p}{p_0} = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \rightarrow (p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} V)$

• Также из графика видим:  $\frac{\frac{p_1}{p_0}}{\frac{p_2}{p_0}} = \frac{8}{5} \rightarrow (p_2 = \frac{5}{8} p_1)$ , где  $p_1$  и  $p_2$  - давление газов в процессах 1 и 2 соотв.

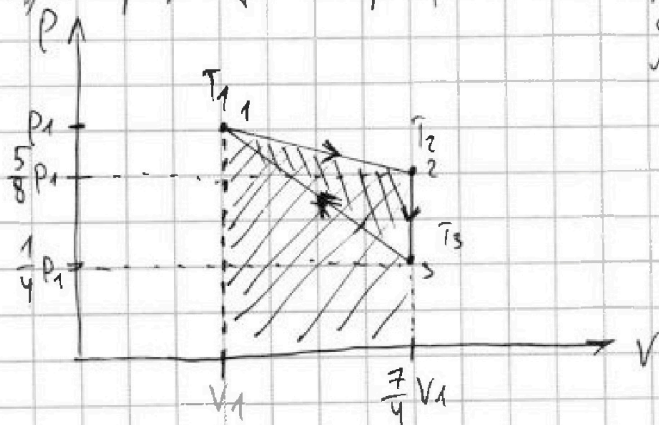
•  $\frac{\frac{V_1}{V_0}}{\frac{V_2}{V_0}} = \frac{8}{14} \rightarrow (V_2 = \frac{7}{4} V_1)$ , где  $V_1$  и  $V_2$  - объём газов в точках 1 и 2 соотв.

2) Рассмотрим процесс 3-2:  $\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} \rightarrow (p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V)$

• Из графика: (получено методом из пункта 1)  $(V_3 = \frac{7}{4} V_1)$ ;  $(p_3 = \frac{1}{4} p_1)$ , где  $p_3$  и  $V_3$  - давление и объём газа в т. 3.

3) Рассмотрим процесс 2-3:  $\frac{V}{V_0} = \text{const} \rightarrow (V = \text{const})$   
(изохорн. процесс)  
 $(V_2 = V_3 = \frac{7}{4} V_1)$

4) Перерисуем график в координатах  $p(V)$ :



По з. Менделеева - Клапейрона (М.к.):

$$\left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \rightarrow T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} \\ p_2 V_2 &= \nu R T_2 \rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{35 p_1 V_1}{32 \nu R} \\ p_3 V_3 &= \nu R T_3 \rightarrow T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{7 p_1 V_1}{16 \nu R} \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\left[ \frac{T_2}{T_3} = \frac{35 \cdot 16}{32 \cdot 7} = \frac{5}{2} \right]$$





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!

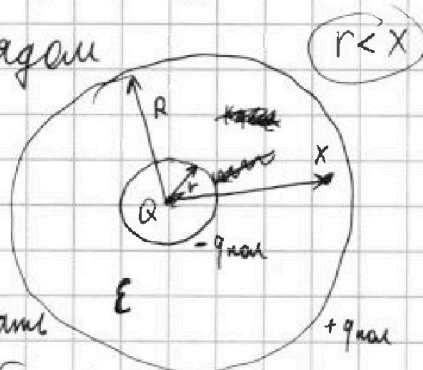
Задача 3:

1) Планый шар можно представить в виде двух заряженных сфер радиусами  $r$  и  $R$ , между которыми находится диэлектрик. Из-за электрического поля, создаваемого зарядом

$Q$  в диэлектрике произойдет поляризация зарядов из-за чего

заряд сферы радиусом  $r$  можно считать

$-q_{пол}$ , а заряд большой сферы  $+q_{пол}$ . По ЗСЗ:  $+q_{пол} - q_{пол} = 0$ .



2) Рассмотрим напряжённость в точке на расстоянии

$x$  от центра:  $\vec{E}_{\Sigma}(x) = \vec{E}_1 - \vec{E}_2$ , где

$$E_1 = \frac{kQ}{x^2}; E_2 = \frac{kq_{пол}}{x^2}; E_{\Sigma}(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$



$$\text{Тогда получаем: } \frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_{пол}}{x^2} \rightarrow \frac{Q}{\epsilon} = Q - q_{пол} \rightarrow$$

$$\rightarrow (q_{пол} = Q(1 - \frac{1}{\epsilon}))$$

3) Потенциал на расстоянии  $x$ ;  $\varphi(x)$  будет выражаться

$$\begin{aligned} \text{по формуле: } \varphi(x) &= \frac{kQ}{x} + \frac{k(-q_{пол})}{x} + \frac{kq_{пол}}{R} = \\ &= \frac{6kQ}{5R} - \frac{6kQ(1 - \frac{1}{\epsilon})}{5R} + \frac{5kQ(1 - \frac{1}{\epsilon})}{5R} = \frac{6kQ}{5R} - \frac{kQ(1 - \frac{1}{\epsilon})}{5R} = \\ &= \frac{kQ}{5R} \left( 6 - 1 + \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{5R} \left( 5 + \frac{1}{\epsilon} \right) \end{aligned}$$



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!

4) Из графика получаем:  $\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{5}{4} \rightarrow (\varphi_2 = \frac{4}{5}\varphi_1)$ , где

$\varphi_2$  и  $\varphi_1$  - потенциалы на расстояниях  $\frac{2R}{3}$  и  $\frac{R}{3}$  соотв.

$$5) \varphi_1 = \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ(1-\frac{1}{\epsilon})}{R} + \frac{kQ(1-\frac{1}{\epsilon})}{R} = \frac{3kQ}{R} - \frac{2kQ(1-\frac{1}{\epsilon})}{R} =$$

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

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

$$= \frac{kQ}{2R} \left( 2 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$6) \varphi_2 = \frac{4}{5}\varphi_1 \rightarrow \frac{kQ}{2R} \left( 2 - \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{4kQ}{5R} \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{kQ}{2R} \left( 2 - \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{4kQ}{5R} \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right) \rightarrow 1 - \frac{1}{2\epsilon} = \frac{4}{5} + \frac{8}{5\epsilon} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{5} = \frac{8}{5\epsilon} + \frac{1}{2\epsilon} \rightarrow 1 = \frac{16}{2\epsilon} + \frac{5}{2\epsilon} \rightarrow 1 = \frac{21}{2\epsilon} \rightarrow \boxed{\epsilon = \frac{21}{2}}$$

Ответ: 1)  $\varphi(x) = \frac{kQ}{5R} \left( 5 + \frac{1}{\epsilon} \right)$

2)  $\epsilon = \frac{21}{2}$



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.

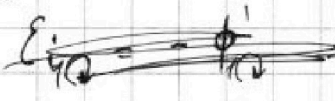


1  2  3  4  5  6  7

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!

Задача 4:

1)  Рассматриваем левую катушку  
т.к. именно в ней измеряется индукция. Проведем  
обход <sup>по</sup> часовой стрелке. Тогда  $\Phi_{12}' = L_1 I' = (BS_n \cos \beta)'$

где  $\beta$  - угол между нормалью обхода и  $\vec{B}$ , тогда:

$$L_1 I' = -S_n B' = -S_n \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = -S_n \alpha \rightarrow$$

$$\rightarrow I' = -\frac{S_n \cdot \alpha}{L_1}; |I'| = \frac{S_n \cdot \alpha}{L_1}$$

Ответ: 1)  $|I'| = \frac{S_n \cdot \alpha}{L_1}$



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

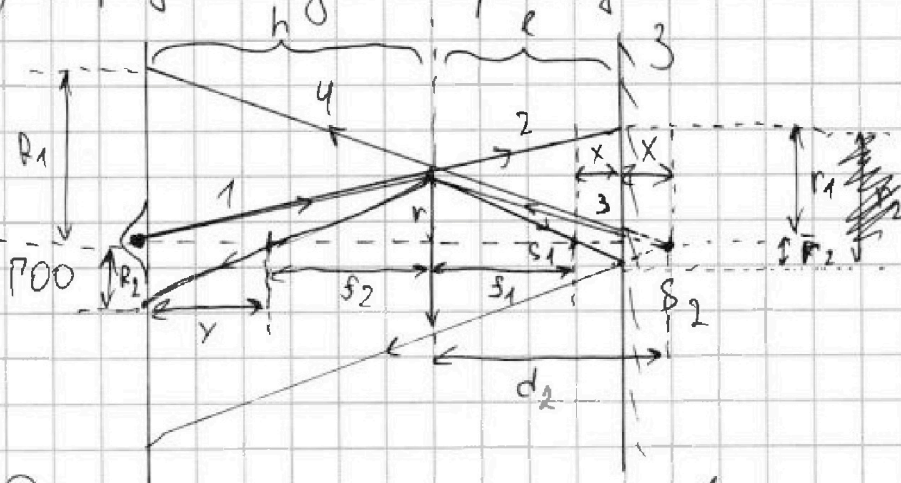
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №5:

1) По формуле тонкой собирающей линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{s_1} \rightarrow \frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{s_1} \rightarrow s_1 = \frac{h}{2} < l.$$

2) Нарисуем ход некоторых лучей света:



3) Рассмотрим луч 1, вышедший в край линзы и преломившийся. Он пересечет  $P_{00}$  в точке  $S_1$  на расстоянии  $s_1$ . ~~Возьмем~~ Этот луч и лучи, выходящие

под меньшим углом осветят зеркало окружностью

радиусом  $r_2$ . При этом  $\frac{r_2}{s_1} = \frac{r_2}{x}$ , где  $x = l - s_1 = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2}$

Тогда  $(r_2 = \frac{rh \cdot \frac{1}{6}}{\frac{1}{2}h} = \frac{r}{3})$   $S_{\text{отр}}(r_2) = \frac{\pi r^2}{9}$

Пусть луч 2, на границу линзы, который не преломится. Тогда  $\frac{r_1}{l+h} = \frac{r}{h} \rightarrow r_1 = \frac{\frac{5}{3}rh}{n} = \frac{5}{3}r$

$S_{\text{отр}}(r_1) = \frac{25\pi r^2}{9}$ . Тогда площадь неосв. части зеркала  $S_1$





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

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!

$$S_1 = S_{\text{окр}}(r_1) - S_{\text{окр}}(r_2)$$

$$S_1 = \frac{25\pi r^2}{9} - \frac{\pi r^2}{9} = \frac{24\pi r^2}{9}$$

$$\left[ S_1 = \frac{8 \cdot 25\pi}{3} = \frac{200\pi}{3} \right]$$

4) Точка  $S_2$  - мнимое изображение источника в зеркале и действ. предмет для линзы.

Рассмотрим луч 3, падающий на край линзы и преломленный в ней. По формуле тонкой линзы:

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \rightarrow \frac{3}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{f_2} \rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$\rightarrow f_2 = \frac{5}{9}h$ . Выходит луч пересечёт  $FOO$  на расстоянии

$f_2$  от линзы и попадет на стену. радиус светового пятна на стене будет  $R_2 = \frac{ry}{f_2}$ , где  $y = h - \frac{5}{9}h = \frac{4}{9}h$

$$R_2 = \frac{r \cdot \frac{4}{9}h}{\frac{5}{9}h} = \frac{4}{5}r \quad S_{\text{окр}}(R_2) = \frac{16\pi r^2}{25}$$

Рассмотрим луч 4, падающий на угл линзы, но

не преломившийся в ней. Из рисунка видно, что

$$R_1 = \frac{r(x+h+c)}{x+c}; \quad R_1 = \frac{rh \frac{11}{6}}{\frac{6}{5}h} = \frac{11}{5}r; \quad S_{\text{окр}}(R_1) = \frac{121\pi r^2}{25}$$

$$5) S_2 = S_{\text{окр}}(R_1) - S_{\text{окр}}(R_2) = \frac{105\pi r^2}{25}; \quad \left[ S_2 = \frac{105 \cdot 25 \cdot \pi}{25} = 105\pi \right]$$

Ответ: 1)  $S_1 = \frac{200\pi}{3}$  2)  $S_2 = 105\pi$ .

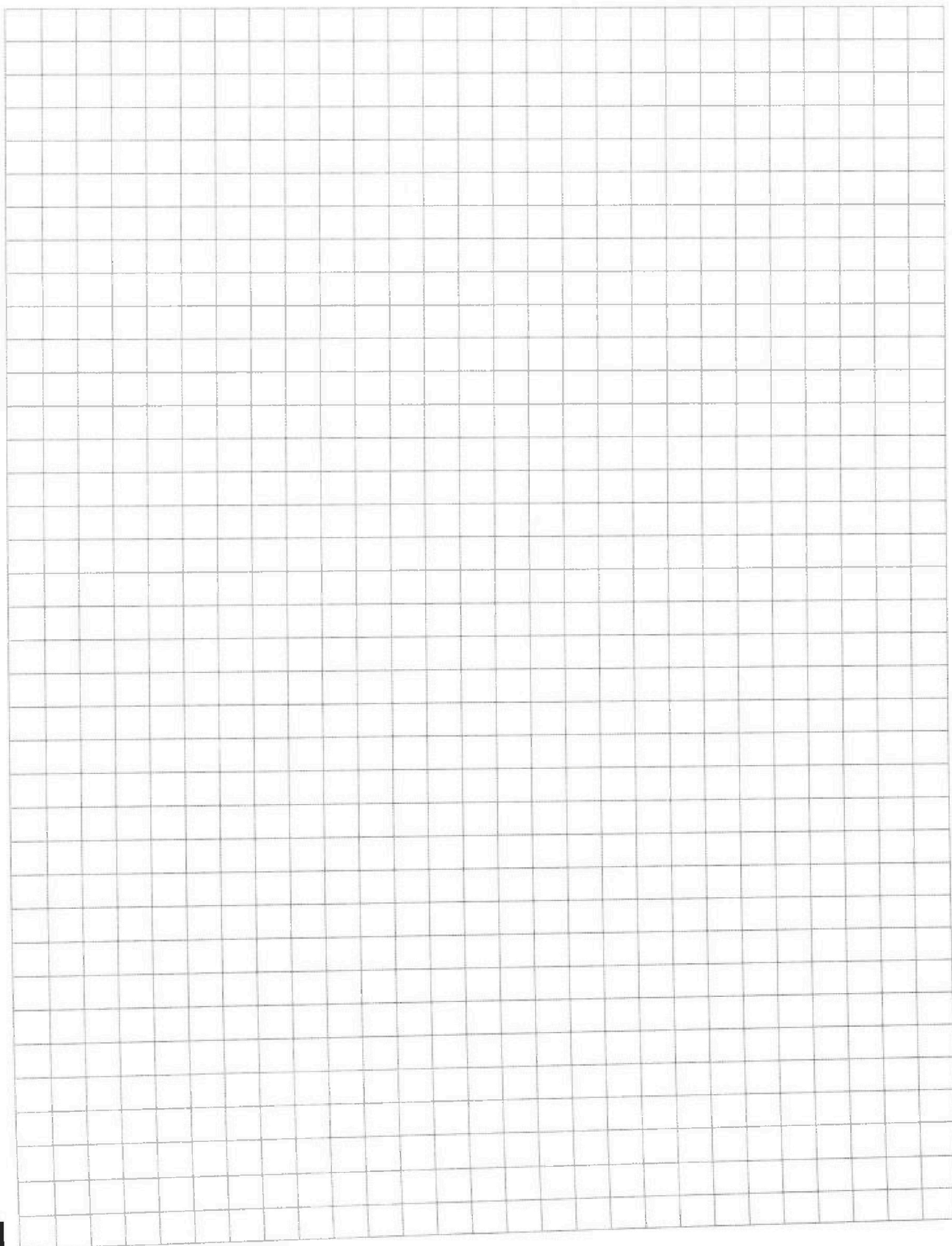


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!







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!

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 3 \\ \hline 39 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 5 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\frac{39 - 30}{65} = \frac{9}{65}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 4 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$\frac{20 - 13}{52} = \frac{7}{52}$$

$$\begin{array}{r} \times 65 \\ 5 \\ \hline 525 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 13 \\ \hline 39 \\ + 13 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 5 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$325 = 13 \cdot 25 \cdot 13$$

$$169 = 13 \cdot 13 \cdot 25$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 13 \\ \hline 36 \\ + 12 \\ \hline 156 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 13 \\ \hline 39 \\ + 13 \\ \hline 169 \\ - 10 \\ \hline 120 \\ - 42 \\ \hline 78 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 169 \\ 25 \\ \hline 845 \\ + 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ \times 13 \\ \hline 36 \\ + 12 \\ \hline 1560 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ \times 25 \\ \hline 390 \\ + 156 \\ \hline 1950 \\ - 1560 \\ \hline 390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 845 \\ \times 5 \\ \hline 4225 \end{array}$$

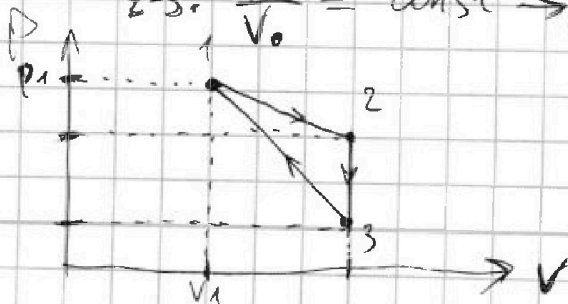
1)  $\frac{\Delta U_{12}}{A_1}$

$$\frac{390}{4225} = \frac{78}{845}$$

2) 1-3:  $\frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} \rightarrow P \cdot V = P_0 \cdot V_0 \rightarrow P(V) = -\frac{P_0}{V_0} V$

1-2:  $\frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \rightarrow P(V) = \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V$

2-3:  $\frac{V}{V_0} = \text{const} \rightarrow (V = \text{const})$



1-2:  $\frac{P_1}{P_0} \cdot \frac{P_0}{P_2} = \frac{8}{7} \rightarrow P_2 = \frac{5}{8} P_1$

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!

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{5}{4} \rightarrow \varphi_2 = \frac{4}{5} \varphi_1$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 200 \end{array}$$

$$\varphi(R/3) = \frac{4}{5} \varphi(2R/3)$$

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 9 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 16 \\ \hline 150 \\ + 25 \\ \hline 400 \end{array}$$

~~$$\begin{array}{r} 400 \\ 144 \end{array}$$~~

$$\begin{array}{r} 391 \\ 144 \end{array} \sqrt{2}$$

$$\begin{array}{r} \times 391 \\ 25 \\ \hline 1955 \\ + 782 \\ \hline 8775 \end{array} \sqrt{2}$$

$$\frac{2h}{6} + \frac{h}{6} = h \frac{5}{6}$$

$$\begin{array}{r} .11 \\ 121 - \\ 16 \\ \hline 105 \end{array}$$

$$\frac{h}{6} + \frac{2h}{6} + \frac{h}{6} = \frac{11}{6} h$$

$$\frac{5}{6} h$$