



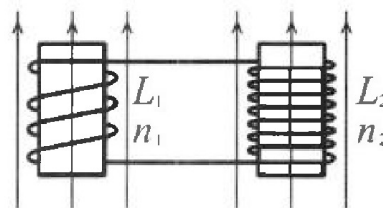
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

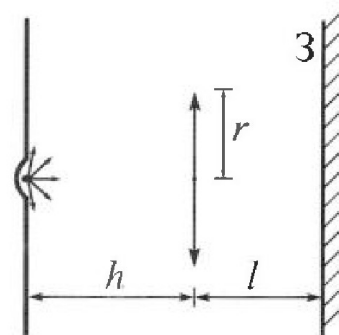


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

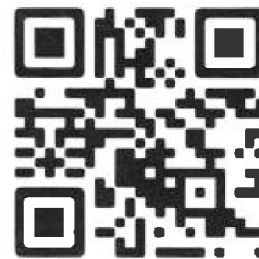
Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



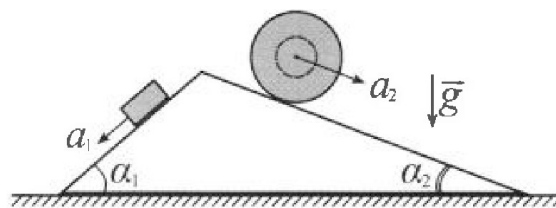
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



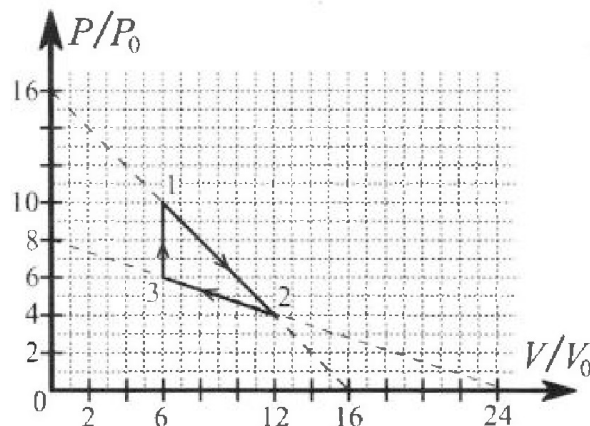
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

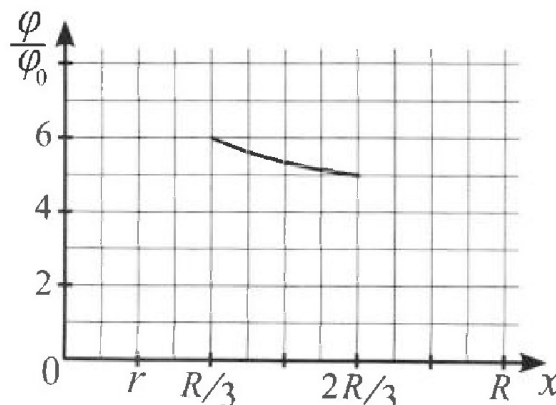
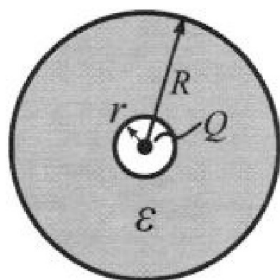


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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



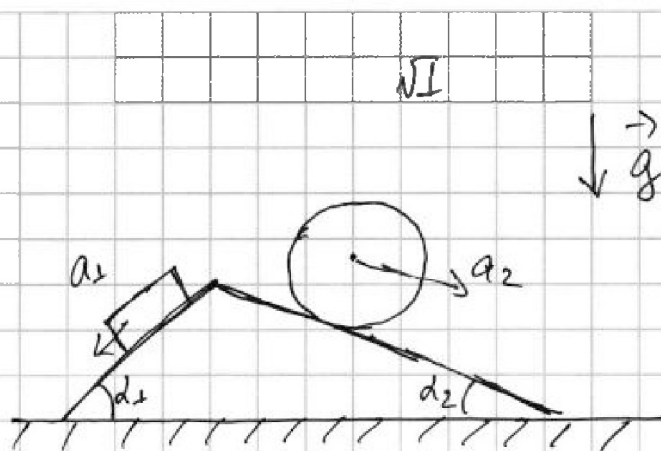


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

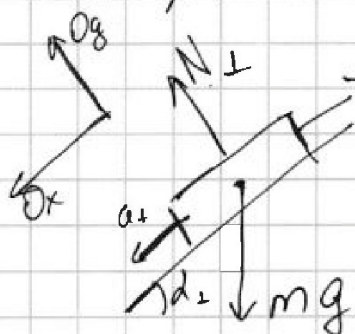


СТРАНИЦА  
1 из 3

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) Рассмотрим силы действующие на брусок



Пусть  $O_y$  перпендикулярна плоскости грани тупа, а  $O_x$  сонаправлена. Запишем 2 закона Ньютона на оси

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

$$= m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{17} g) =$$

$$O_y: N - mg \cos \alpha_1 = 0$$

$$= mg \left( \frac{51 - 25}{5 \cdot 17} \right) = mg \cdot \frac{26}{5 \cdot 17} =$$

$$= \frac{26}{85} mg$$

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

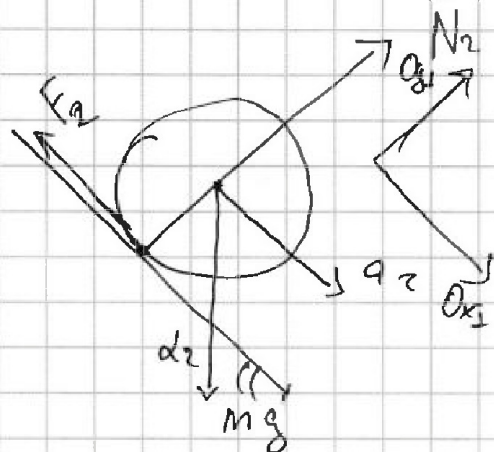


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

2) Составим Аналогично для шара



II закон Ньютона по  $Ox_2$ :  $\frac{3m}{4} g \sin \alpha_2 - F_2 = \frac{3m}{4} a_2$

$$F_2 = \frac{3m}{4} (g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{3m}{4} \left( g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8}{27} g \right) =$$

$$= \frac{3m}{4} g \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{27} \right) = 18mg \left( \frac{1}{17} - \frac{1}{27} \right) = 18mg \cdot \frac{27-17}{27 \cdot 17} =$$

$$= 2mg \cdot \frac{10}{51} = \frac{20}{51} mg$$

$$\text{по } OY_2: N_2 = \frac{3m}{4} g \cos \alpha_2 = \frac{3m}{4} g \cdot \frac{15}{17} = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} mg$$



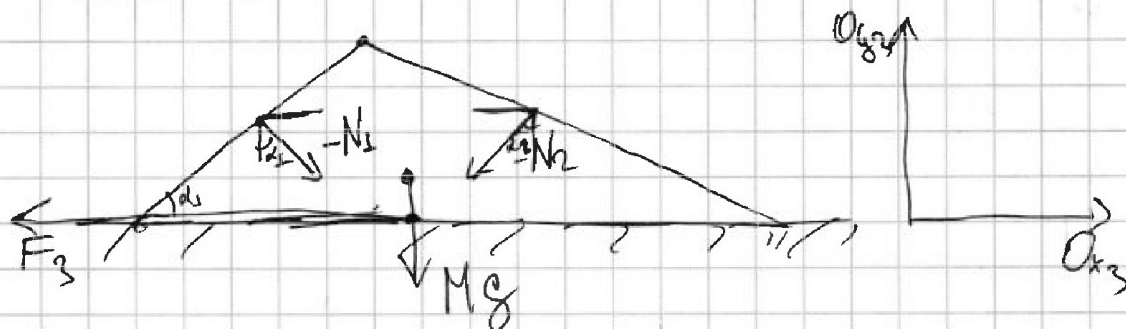
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!

3) Рассмотрим силы действующие на нить



Здесь  $M$  — масса нити.

Запишем второй закон Ньютона для  $Ox_3$ :

$$N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_3 = M \cdot 0, \text{ т.к. нить покоится}$$

$$\frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} \cdot \frac{8^2}{17} mg = F_3$$

$$mg \left( \frac{12}{25} - \frac{270}{17^2} \right) = F_3$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{26}{85} mg$$

$$F_2 = \frac{20}{51} mg$$

$$F_3 = \frac{2783}{7225} mg$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

$$i = 3 \quad pV = \nu RT$$

1) Работа газа за цикл это площадь внутри цикла, в нашем случае треугольника  $\cdot p_0 V_0$ .

$$S_{123} = 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 6 = 12$$

$$A_{123} = 12 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot (48 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) =$$

$$= - \frac{3}{2} \cdot 12 p_0 V_0 = -18 p_0 V_0$$

Пусть  $\eta_1$  - КПД, тогда  $\eta_1 = \frac{18 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = 1,5$

2) П.н.  $T = \frac{pV}{\nu R}$ , то максимальная температура  $T_{\max}$  в процессе 1-2, будет, когда  $pV = \max$

Процесс 1-2, описывается

$$\frac{p}{p_0} = - \frac{10-4}{12-6} \frac{V}{V_0} + 16 \Leftrightarrow \frac{p}{p_0} = - \frac{V}{V_0} + 16, \text{ т.е.}$$

$$p = -V \cdot \frac{p_0}{V_0} + 16 p_0, \text{ т.е.}$$

$$pV = -V^2 \cdot \frac{p_0}{V_0} + 16 p_0 V$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 5

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

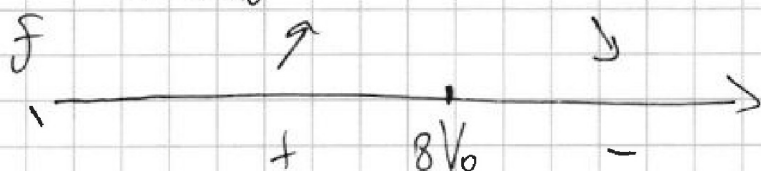
Чтобы найти экстремум этой функции, мы возьмем производную и приравняем к нулю.

$$(-V^2 \frac{p_0}{V_0} + 16 p_0 V) = 0$$

$$-2V \cdot \frac{p_0}{V_0} + 16 p_0 = 0$$

$$2V \frac{p_0}{V_0} = 16 p_0$$

$$V = 8V_0$$



т.е.  $8V_0$  - это точка когда  $pV$  - max

$$\text{при } V = 8V_0 \Rightarrow pV = (-64V_0^2 \cdot \frac{p_0}{V_0} + 16 p_0 \cdot 8V_0) =$$

$$= -64 p_0 V_0 + 128 p_0 V_0 = 64 p_0 V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{64 p_0 V_0}{0R}$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{0R} = \frac{36 p_0 V_0}{0R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{\frac{64 p_0 V_0}{0R}}{\frac{36 p_0 V_0}{0R}} = \frac{64}{36} = \frac{32}{18} = \frac{16}{9} = 1\frac{7}{9}$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$3) \quad \eta = \frac{Q_H}{A} = \frac{A - |Q_X|}{A} = 1 - \frac{|Q_X|}{Q_H}$$

В процессе  $3 \rightarrow 1$   $pV$  — непрерывно растет  $\Rightarrow \delta Q = dU + \delta A > 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  на протяжении всего процесса  $3 \rightarrow 1$  газ получает тепло  $\Rightarrow Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) = \frac{3}{2}(\overbrace{6p_0 V_0}^{12V_0} - 3p_0 V_0) = 3p_0 V_0$

В процессе  $1 \rightarrow 2$  и  $2 \rightarrow 3$  возможно касание адиабаты.

Для процесса  $1 \rightarrow 2$  найдем точку касания адиабаты.

$$p = -V \frac{p_0}{V_0} + 6p_0 \quad \delta Q = p dV + \frac{3}{2} \mathcal{R} dT$$

$$dp = -\frac{p_0}{V_0} dV \quad pV = \mathcal{R} T$$

$$p dV + V dp = \mathcal{R} dT$$

$$\delta Q = p dV + \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} \left( -V \frac{p_0}{V_0} + 6p_0 \right) dV + \frac{3}{2} V \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0} dV \right)$$

в т. касания адиабаты  $\delta Q = 0$

$$0 = \frac{5}{2} \left( -V \frac{p_0}{V_0} + 6p_0 \right) dV + \frac{3}{2} V \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0} dV \right)$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$0 = 5\left(-\frac{V}{V_0} + 16\right) + 3\left(-\frac{V}{V_0}\right)$$

$$0 = 80 - \frac{5V}{V_0} - 3\frac{V}{V_0}$$

$$8\frac{V}{V_0} = 80 \Rightarrow \text{касание адиабаты происходит при } V = 10V_0$$

Каждый разок тепло пущем газ в процессе, когда он расширялся от  $6V_0$  до  $10V_0$

$$Q = \frac{3}{2}(60p_0V_0 - 60p_0V_0) + \left(4 \cdot 6 + 4 \cdot \frac{4}{2} \cdot 4\right) p_0V_0 =$$

$$= (24 + 8)p_0V_0 = 32p_0V_0$$

Qм за процесс 1-2 равен  $32p_0V_0$

Сделаем то же самое для процесса 2-3

$$p = \frac{24}{8} \cdot \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{8p_0V}{24V_0} + 8p_0 = \frac{1}{3} \frac{p_0V}{V_0} + 8p_0$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} \left(-V \frac{p_0}{V_0} + 16p_0\right) dV \quad dp = \frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} dV$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$0 = \frac{5}{2} \left(\frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} V + 8p_0\right) dV + \frac{3}{2} V \left(\frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} dV\right)$$



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  
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!

$$0 = 5\left(\frac{1}{3}\frac{V}{V_0} + 8\right) + 5V \cdot \frac{1}{3}V_0$$

$$0 = \frac{5}{3}\frac{V}{V_0} + 40 + \frac{V}{V_0} \Leftrightarrow -40 = \frac{8}{3}\frac{V}{V_0}$$

$$V = -15V_0$$

Плотно на процессе 2  $\rightarrow$  3 значения  $V$  не может быть  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  в процессе 2  $\rightarrow$  3 нет касания адиабаты

$$Q_{23} = \frac{3}{2}(36p_0V_0 - 48p_0V_0) + (24p_0V_0 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 8) =$$

$$= -18p_0V_0 + 30p_0V_0 = 12p_0V_0$$

$$\Delta = 12p_0V_0$$

$$Q_H = 36p_0V_0 + 12p_0V_0 + 32p_0V_0 = 136 + 44p_0V_0 = 80p_0V_0$$

$$\eta = \frac{12p_0V_0}{80p_0V_0} = \frac{3}{20} = 15\%$$

Ответ!  $\eta_1 = 1,5$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{16}{9} = 1\frac{7}{9}$$

$$\eta = 15\%$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

$$E_x = \begin{cases} k \frac{Q}{x^2}, & \text{при } x \leq R \\ k \frac{Q}{\epsilon x^2}, & \text{при } R \leq x \leq R \\ k \frac{Q}{x^2}, & \text{при } x > R \end{cases}$$

Потенциал в точке лежащей на бесконечности равен 0, тогда потенциал при  $x = R$ , равен  $\varphi_R = k \frac{Q}{R}$

$$\varphi_{\frac{11}{12}R} - \varphi_R = \int_R^{\frac{11}{12}R} -k \frac{Q}{\epsilon x^2} dx = -k \frac{Q}{\epsilon} \cdot \frac{(-1)}{x} \Big|_R^{\frac{11}{12}R} =$$

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

$$= k \frac{Q}{\epsilon} \left( \frac{1}{\frac{11}{12}R} - \frac{1}{R} \right) = k \frac{Q}{\epsilon} \left( \frac{12}{11R} - \frac{1}{R} \right) = k \frac{Q}{\epsilon} \left( \frac{1}{11R} \right) =$$

$$= k \frac{Q}{\epsilon R} \cdot \frac{1}{11}$$

$$\varphi_{\frac{11}{12}R} = R \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{11\epsilon R} = k \frac{Q}{R} \left( 1 + \frac{1}{11\epsilon} \right) = k \frac{Q}{R} \cdot \frac{11\epsilon + 1}{11\epsilon}$$

2) Также так же выразим  $\varphi_{\frac{R}{3}}$  и  $\varphi_{\frac{2R}{3}}$

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon R} \left( \frac{1}{\frac{1}{3}} - 1 \right) = k \frac{Q}{R} \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right)$$

$$\varphi_{\frac{2R}{3}} = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon R} \left( \frac{1}{\frac{2}{3}} - 1 \right) = k \frac{Q}{R} \left( 1 + \frac{1}{2\epsilon} \right)$$



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  
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!

$$U_3^R = k \frac{Q}{R} \left( 1 + \frac{2}{\varepsilon} \right) = 6U_0$$

$$U_{\frac{2R}{3}}^R = k \frac{Q}{R} \left( 1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right) = 5U_0$$

$$\frac{U_3^R}{U_{\frac{2R}{3}}^R} = \frac{1 + \frac{2}{\varepsilon}}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}} = \frac{6}{5}$$

$$\frac{\frac{\varepsilon + 2}{\varepsilon}}{\frac{2\varepsilon + 1}{2\varepsilon}} = \frac{6}{5}$$

$$\frac{2(\varepsilon + 2)}{2\varepsilon + 1} = \frac{6}{5}$$

$$5\varepsilon + 10 = 6\varepsilon + 3 \Rightarrow \varepsilon = 7$$

Ответ:  $U_{\frac{R}{2}}^R = k \frac{Q}{R} \left( 1 + \frac{1}{14\varepsilon} \right)$   
 $\varepsilon = 7$



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  
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!

нч

$$\Phi = LI$$

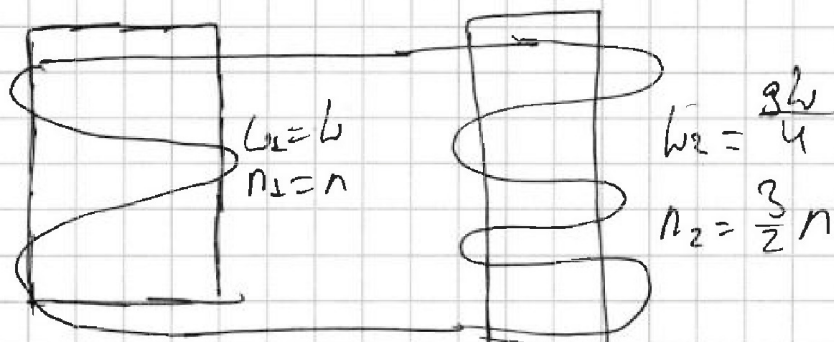
$$\Phi = B \cdot S \cdot n$$

$$1) \mu = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S \cdot n \text{ или } \frac{d(LI)}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\text{т.е. } \frac{dB}{dt} \cdot S \cdot n = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dB \cdot S \cdot n}{L \cdot dt} = \frac{\Delta B \cdot S \cdot n}{L} \Rightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{\Delta B \cdot S \cdot n}{L}$$

2)



$$\frac{dB}{dt} \cdot S \cdot n_1 = L_1 \frac{dI_1}{dt} \Rightarrow dI_1 = \frac{dB \cdot S \cdot n_1}{L_1}$$

$$\Delta I_1 = \frac{\Delta B \cdot S \cdot n}{L} = \frac{(\frac{3}{4} - 1) B_0 S \cdot n}{L} =$$

$$= -\frac{1}{4} \frac{B_0 S n}{L}$$

$$\text{Аналогично } \Delta I_2 = \frac{\Delta B_2 \cdot S \cdot 1,5n}{\frac{3L}{4}} =$$



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!

$$\Delta I_2 = \frac{\Delta B_0 \cdot S \cdot 1,5n}{\frac{8L}{4}} = \frac{(\frac{8}{3} - 4) B_0 S \cdot 1,5n}{\frac{8L}{4}} =$$

$$= - \frac{\frac{4}{3} B_0 \cdot S \cdot \frac{8}{2} \cdot n \cdot 4}{8L} = - \frac{16}{9} \frac{B_0 S n}{L}$$

$$\Delta I = \Delta I_1 - \Delta I_2 = - \frac{1}{4} \frac{B_0 S n}{L} + \frac{8}{9} \frac{B_0 S n}{L} = \frac{B_0 S n}{L} \left( \frac{8}{9} - \frac{1}{4} \right) =$$

$$= \frac{B_0 S n}{L} \left( \frac{32 - 9}{36} \right) = \frac{B_0 S n}{L} \left( \frac{23}{36} \right) = \frac{23}{36} \frac{B_0 S n}{L}$$

$$\text{т.е. } I = \frac{23}{36} \frac{B_0 S n}{L}$$

$$\text{Ответ: } \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{d \cdot S \cdot n}{L}$$

$$I = \frac{23}{36} \frac{B_0 S n}{L}$$



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  
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

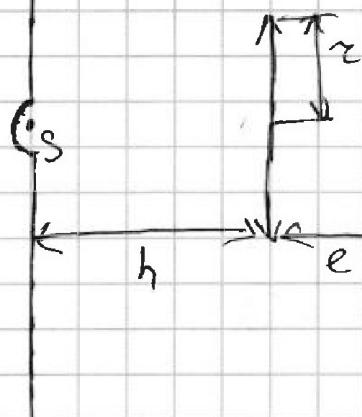
СТРАНИЦА  
1 из 3

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!

№5

3

1) Каковы изображения источ-  
ника, которое дает линза



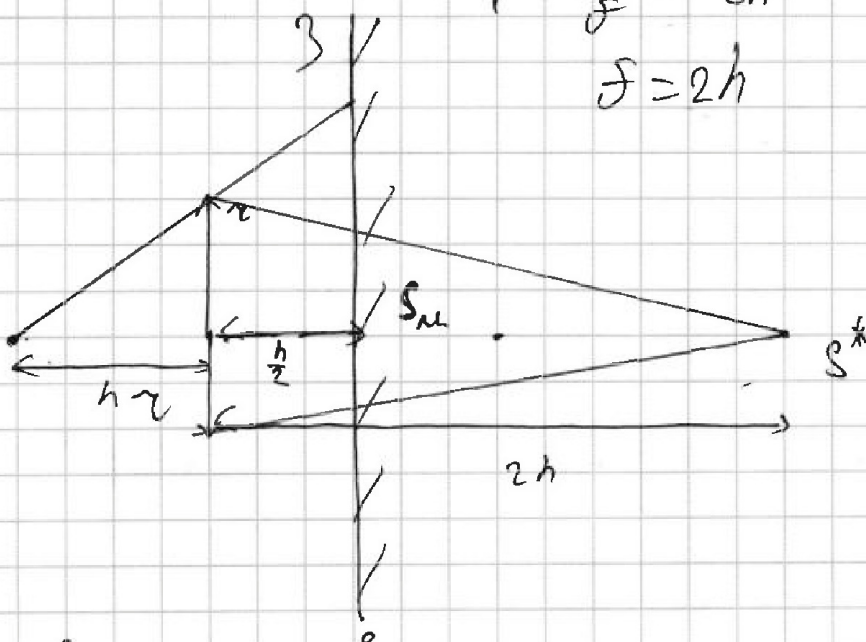
$$\frac{1}{f} + \frac{1}{h} = \frac{1}{\frac{2h}{3}}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{h} = \frac{3}{2h}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3-2}{2h}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2h}$$

$$f = 2h$$



$S_m$  - это освещенная часть зеркала

$$S_m = \left( \frac{2h - \frac{h}{2}}{2h} \cdot z \right)^2 \pi = \left( \frac{\frac{3}{2}h}{2h} \cdot z \right)^2 \pi = \left( \frac{3}{4} z \right)^2 \cdot \pi$$

Тогда освещенная часть зеркала равна

1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

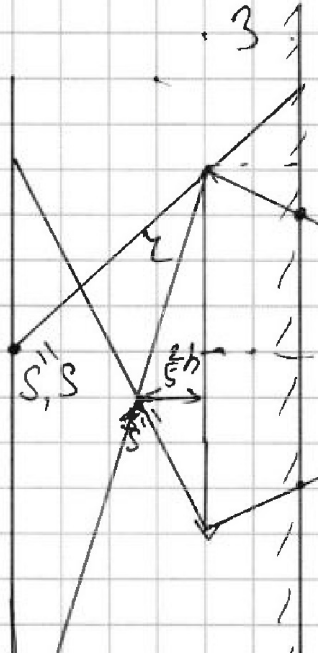
СТРАНИЦА  
 2 из 3

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!

$$S_{\text{отб}} = \pi R^2 \pi \cdot \left( \frac{h + \frac{h}{2}}{\frac{h}{2}} \right)^2 - \frac{9}{16} \pi z^2 =$$

$$= \left( \frac{3}{2} z \right)^2 \pi - \frac{9}{16} \pi z^2 = \frac{9}{4} \pi z^2 - \frac{9}{16} \pi z^2 =$$

$$= \pi z^2 \left( \frac{9 \cdot 4 - 9}{16} \right) = \pi z^2 \cdot \frac{27}{16}$$

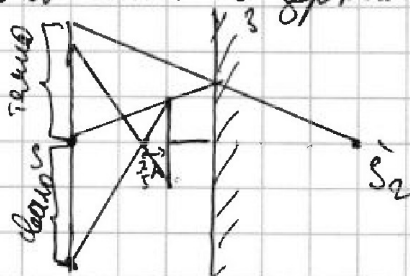
2)  Лучи, которые прошли через систему  
 линза + зеркала ~~линза~~ не будут  
 сходясь к источнику.

$$\frac{1}{S'} - \frac{1}{S} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{2h} + \frac{1}{h}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5}{2h} \Rightarrow f = \frac{2}{5}h$$

Лучи, которые все-таки не попадают на линзу, после  
 отражения в зеркале снова не попадают в линзу, т.е.





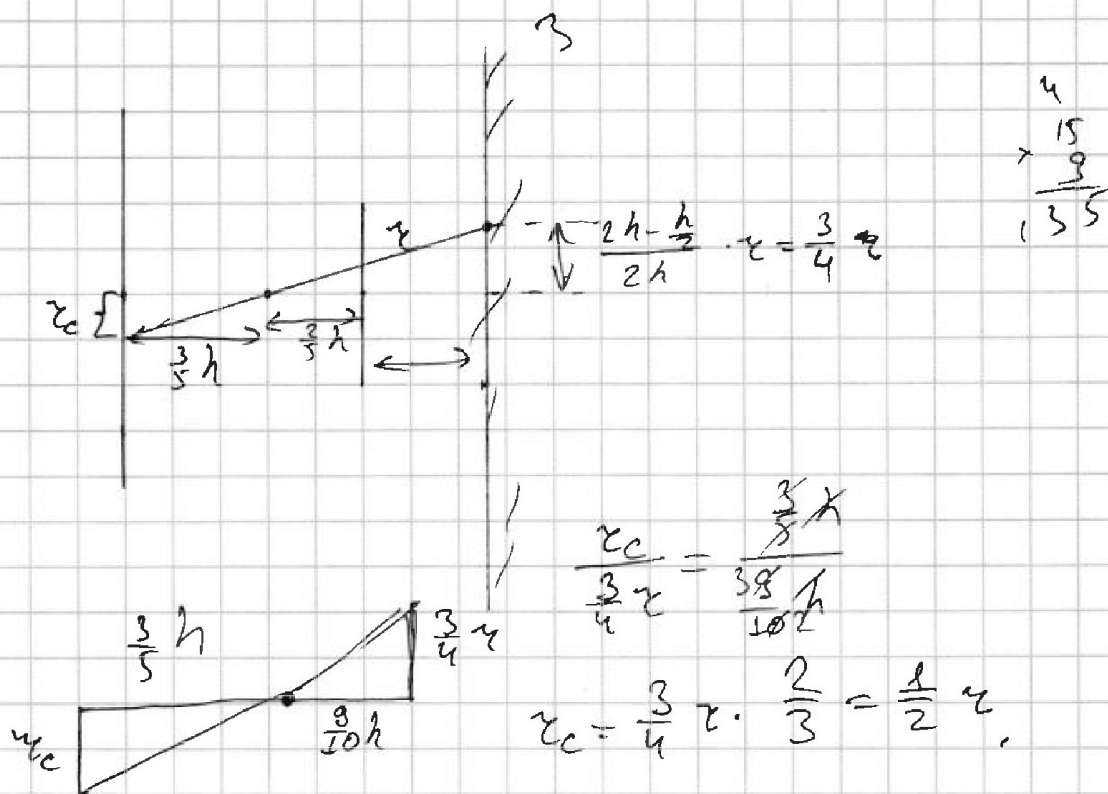


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

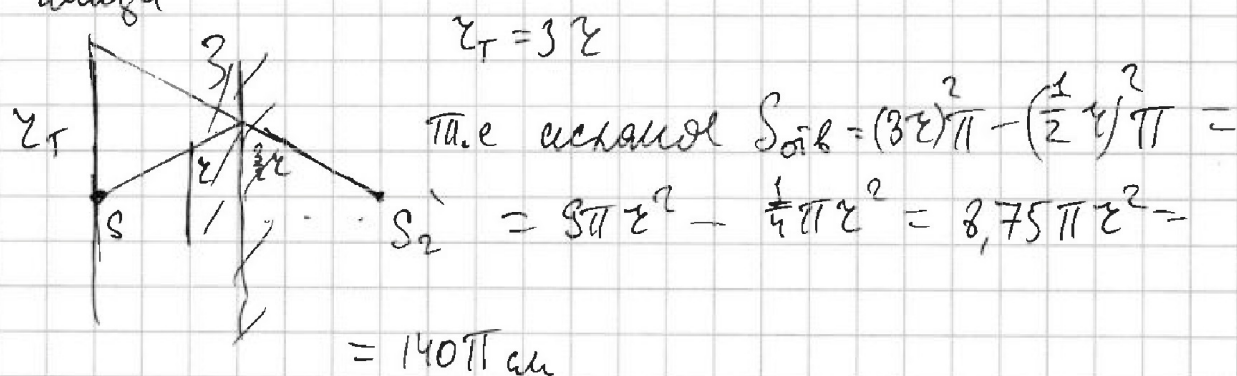
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☐

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!



Здесь  $z_c$  — радиус освещенной части стены  
лучами прошедшими через систему линза-зеркало-  
линза



Ответ: 1)  $\frac{27}{16}\pi z^2 = 27\pi \text{ см}$  2)  $8,75\pi z^2 = 140\pi \text{ см}$



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  
☐

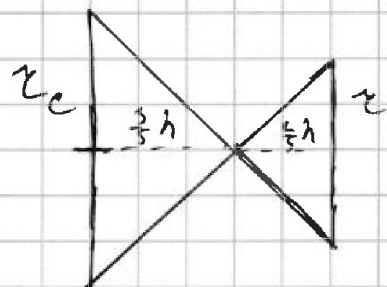
5  
☒

6  
☒

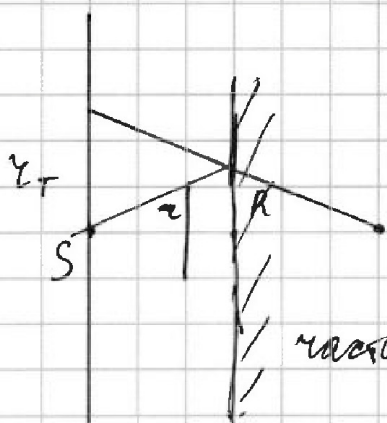
7  
☒

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!



$r_c = \frac{3}{2} r$ , здесь  $r_c$  — радиус обечинки  
части стержня, муфта прошедшие через  
систему шпиль — от одного — муфта



$$R = \frac{3}{2} r$$

$r_t = 2R = 3r$ , здесь  $r_t$  — смотри рисунок...

$S_2$  — площадь поперечного сечения  
части стержня равна  $(3r)^2 \pi - (\frac{3}{2}r)^2 \pi =$

$$= 9\pi r^2 - \frac{9}{4}\pi r^2 = \frac{27}{4}\pi r^2$$

Ответ: 1)  $\frac{27}{16}\pi r^2 = 27\pi \text{ см}$

2)  $\frac{27}{4}\pi r^2 = 108\pi \text{ см}$

$$\frac{2}{5} + \frac{1}{2} = \frac{4+5}{10} = \frac{9}{10}$$



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!

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 283 \end{array}$$

$$\frac{12}{25} \cdot \frac{270}{289} = \frac{12 \cdot 270}{25 \cdot 289} =$$

~~$$\frac{12 \cdot 270}{25 \cdot 289} = \frac{3240}{7225}$$~~

$$\begin{array}{r} 289 \\ \times 12 \\ \hline 578 \\ 289 \\ \hline 3468 \end{array}$$

~~$$\begin{array}{r} 270 \\ \times 25 \\ \hline 3150 \\ 1350 \\ \hline 6750 \end{array}$$~~

$$\begin{array}{r} 3468 \\ - 675 \\ \hline 2793 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \times 289 \\ 44' \\ \times 289 \\ \hline 25 \\ 1945 \\ 578 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 27 \\ \hline 108 \end{array}$$

~~$$\begin{array}{r} 875 \\ \times 2 \\ \hline 1750 \end{array}$$~~

$$\begin{array}{r} 43 \\ \times 875 \\ \hline 16 \\ 5250 \\ 875 \\ \hline 14000 \end{array}$$