

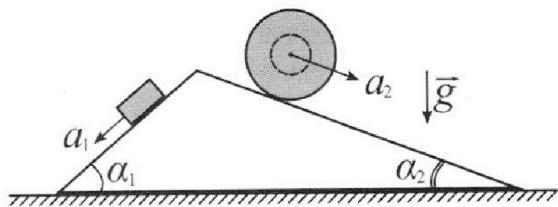
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-02**



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

- 1.** С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (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.



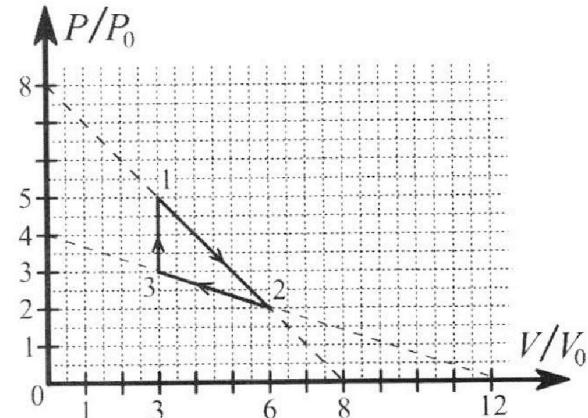
- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

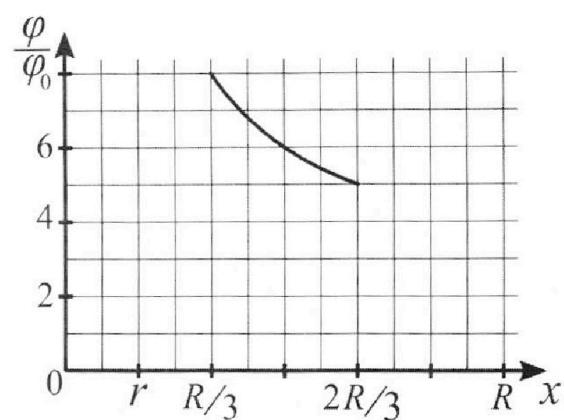
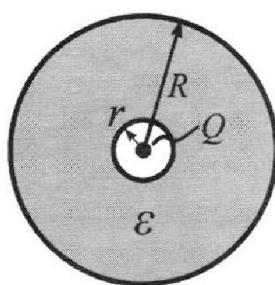
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



# Олимпиада «Физтех» по физике,

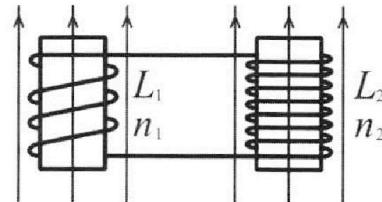
февраль 2024

Вариант 11-02

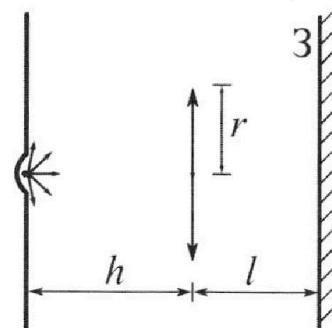


*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. 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.

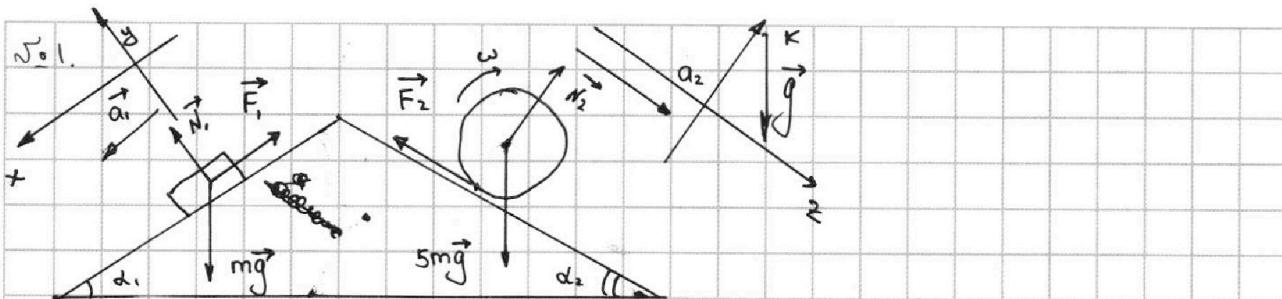


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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



1) Нарисуем рисунок и ~~разложим~~ силы действующие на тело:

2) Запишем 2 закона Ньютона для бруска: 2 закона Ньютона для шара:

$$OY: mgs \sin \alpha_1 - F_1 = ma_{1x}$$

$$OZ: 5mgs \sin \alpha_2 - F_2 = 5ma_{2z}$$

$$OY: N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$OK: N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

из этих уравнений:

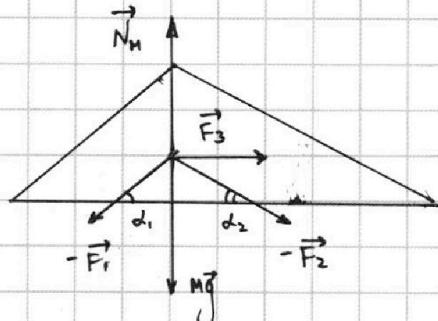
$$F_1 = mgs \sin \alpha_1 - ma_{1x}$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_{1x})$$

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_{2z})$$

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_{2z})$$

Нарисуем силы на колесе с учетом 3-го закона Ньютона:



т.к колесо покончало ~~упираться~~

то  $\sum \vec{F}_i = \vec{0}$ , а значит по горизонтали

также:

$$F_3 + F_2 \cos \alpha_2 = F_1 \cos \alpha_1$$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_3 = m \cos \alpha_1 (g \sin \alpha_1 - a_{1x}) - 5m \cos \alpha_2 (g \sin \alpha_2 - a_{2z})$$



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

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!

Стоит отметить, что если  $F_3 < 0$ , то направление азимут противоположно указанному на рисунке, но модуль остается тем же.

Перейдем к расчетам:

$$F_1 = m(g \sin d_1 - a_{1x}) = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{7g}{17}) = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) =$$

$$F_1 = mg \left( \frac{3 \cdot 17 - 7 \cdot 5}{5 \cdot 17} \right) = mg \left( \frac{51 - 35}{85} \right) = mg \frac{16}{85} \rightarrow F_1 = \frac{16}{85} mg$$

$$F_2 = 5m(g \sin d_2 - a_{2z}) = 5m(g \frac{8}{17} - \frac{8g}{25}) = 5mg \left( \frac{1}{17} - \frac{1}{25} \right) \quad \text{отвр.}$$

$$F_2 = 40mg \left( \frac{25 - 17}{17 \cdot 25} \right) = 40mg \frac{8}{425} = \frac{320}{425} mg \rightarrow F_2 = \frac{320}{425} mg$$

$$F_3 = F_1 \cos d_1 - F_2 \cos d_2$$

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{64}{85} mg \frac{15}{17} =$$

отвр.

$$F_3 = mg \frac{1}{85} \left( \frac{16 \cdot 4}{5} - \frac{64 \cdot 15}{17} \right) = \frac{64}{85} mg \left( \frac{1}{5} - \frac{15}{17} \right) = \frac{64}{85} mg \left( \frac{17 - 75}{17 \cdot 5} \right)$$

$$F_3 = \frac{64}{85} mg \frac{17 - 75}{85} = - \frac{64 \cdot 58}{85^2} mg = - \frac{3712}{7225} mg$$

$$|F_3| = \frac{3712}{7225} mg.$$

отвр.



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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$\frac{|\Delta U|_{31}}{A}$

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} V R \Delta T \rightarrow \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \Delta(PV)$$

$\frac{T_{\max}}{T_2}$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} V \Delta P \quad (\text{т.к. } V = \text{const} \text{ & процесс } 31)$$

? - ?

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 (5P_0 - 3P_0) = \frac{9V_0}{2} \cdot 2P_0 = 9V_0 P_0$$

$$\Delta U_{31} = 9P_0 V_0$$

2) A за цикл - площадь под графиком.

Введем огнищами змеи 1-2 и 2-3.

$$P_{12} = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \quad P_{23} = 4P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V$$

$$A_{12} = \int_{3V_0}^{6V_0} P_{12} dV = \int_{3V_0}^{6V_0} \left( 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \right) dV = \int_{3V_0}^{6V_0} 8P_0 dV - \frac{P_0}{V_0} \int_{3V_0}^{6V_0} V dV$$

$$A_{12} = 8P_0 V \Big|_{3V_0}^{6V_0} - \frac{P_0}{V_0} \frac{V^2}{2} \Big|_{3V_0}^{6V_0} = 8P_0 (6V_0 - 3V_0) - \frac{P_0}{2V_0} (36V_0^2 - 9V_0^2)$$

$$A_{12} = 8P_0 \cdot 3V_0 - \frac{P_0}{2V_0} 27V_0^2 = 24P_0 V_0 - \frac{27}{2} P_0 V_0 = P_0 V_0 \left( 24 - \frac{27}{2} \right)$$

$$A_{12} = P_0 V_0 \frac{21}{2}$$

$$A_{23} = \int_{6V_0}^{3V_0} P_{23} dV = 4P_0 \int_{6V_0}^{3V_0} dV - \frac{P_0}{3V_0} \int_{6V_0}^{3V_0} V dV = 4P_0 (3V_0 - 6V_0) - \frac{P_0}{3V_0} \left( \frac{9V_0^2}{2} - \frac{36V_0^2}{2} \right)$$

$$A_{23} = 4P_0 (-3V_0) - \frac{P_0}{2V_0} \frac{(-27)V_0^2}{2} = -12P_0 V_0 + P_0 V_0 \frac{9}{2} = P_0 V_0 \left( -12 + \frac{9}{2} \right)$$

$$A_{23} = P_0 V_0 \left( \frac{9}{2} - 12 \right) = -\frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$A_{23} = -\frac{15}{2} P_0 V_0$$



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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$A_{31} = 0, \text{ т.к. шокорд } (dV=0)$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = P_0 V_0 \frac{21}{2} - \frac{15}{2} P_0 V_0 = P_0 V_0 \frac{1}{2} (21 - 15)$$

$$A = P_0 V_0 \frac{1}{2} \cdot 6 = 3 P_0 V_0 \rightarrow A = 3 P_0 V_0$$

Ответ

$$\frac{|\Delta u_{31}|}{A} = \frac{9 P_0 V_0}{3 P_0 V_0} = 3 \rightarrow \frac{|\Delta u_{31}|}{A} = 3$$

3) Рассмотрим функцию

Запишем чр-ие линейн-коэф:

$$P_{12} = b P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$PV = VRT$$

также

$$\left(8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V\right) V = VRT$$

$$\left(8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2\right) \frac{1}{VR} = T \rightarrow T(V)$$

надо найти максимум температуры  $\frac{dT}{dV} = 0$

$$\frac{dT}{dV} = \left(8P_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot 2V\right) \frac{1}{VR} \rightarrow \frac{dT}{dV} = 0 \rightarrow 48P_0 = \frac{2V^*P_0}{V_0}$$

т.к.  $V^*$  в прошлых строках между

$$V^* = 4V_0$$

$6V_0$  и  $3V_0$ , то при  $V^*$  у нас макс. температура.

$$T_{max} = \frac{1}{VR} \left(8P_0 \cdot 4V_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot 16V_0^2\right) = \frac{1}{VR} \left(\cancel{32} P_0 V_0 - 16 P_0 V_0\right) = \frac{16 P_0 V_0}{VR}$$

$$T_{max} = \frac{16 P_0 V_0}{VR}$$

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"/> |

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!

Найдем  $T_2$

$$2P_0 \cdot 6V_0 = VR T_2 \quad (\text{Ур.-Менделеева - Кланейроне в точке 2})$$

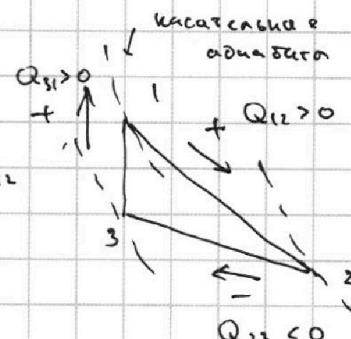
$$T_2 = \frac{(2P_0V_0)}{VR} \rightarrow \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16P_0V_0}{VR} \cdot \frac{VR}{12P_0V_0} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

Ответ.

Найдем КПД цикла:

$$\eta = \frac{A}{Q_+} ; Q_+ = Q_{31} + Q_{12}$$



Первый Закон Термодинамики:

$$Q = A + \Delta U$$

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (6V_0 \cdot 2P_0 - 5P_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} (12P_0V_0 - 15P_0V_0) = -\frac{9}{2} P_0V_0$$

$$A_{12} = P_0V_0 \frac{21}{2} \rightarrow Q_{12} = P_0V_0 \frac{21}{2} - \frac{9}{2} P_0V_0 = P_0V_0 \frac{1}{2} (21 - 9) = 6P_0V_0$$

$$Q_{12} = 6P_0V_0$$

~~$Q_{23} = 0$~~ .  $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \Delta U_{31}$  (т.к. изотерма)

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 \cdot 2P_0 = 9V_0P_0 \rightarrow Q_+ = Q_{12} + Q_{31}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{3P_0V_0}{15P_0V_0} = \frac{3}{15}$$

$$Q_+ = 6P_0V_0 + 9P_0V_0$$

$$\eta = \frac{3}{15}$$

Ответ.

$$Q_+ = 15P_0V_0$$



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.

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

СТРАНИЦА  
1 из \_\_\_\_\_

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

№3.

$E \propto R^{-2}$

Рассмотрим поле от одиночного заряда:

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

но из-за диэлектрика поле внутри него будет равно  $E = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$

тогда оно будет  $E(r)$  будет выглядеть так:

$$E(r) = \begin{cases} \frac{kQ}{\epsilon r^2} & ; r \leq R \\ \frac{kQ}{r^2} & ; R < r \end{cases}$$

№3.

$E \propto R^{-2}$  из-за диэлектрика поле внутри него:  $E_d = \frac{E}{\epsilon}$

$$E = \frac{kQ}{x^2} \text{ (поле от заряда)} \rightarrow E_d = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

тогда оно будет выглядеть так:

$$E(x) = \begin{cases} \frac{kQ}{x^2} & ; x \leq R \\ \frac{kQ}{\epsilon x^2} & ; R < x \end{cases}$$

Задача, что поле непрерывна  $d\varphi = -E_x dx$

$d\varphi = -E_x dx \rightarrow$

$$\int d\varphi = - \int E_x dx$$



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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\int_{\varphi(x)}^{\varphi(\infty)} d\varphi = - \int_x^{\infty} E_x dx \rightarrow \varphi(\infty) - \varphi(x) = - \left( \int_x^R E_x dx + \int_R^{\infty} E_x dx \right)$$

$$\varphi(x) - \varphi(\infty) = \int_x^R E_x dx + \int_R^{\infty} E_x dx$$

$$\varphi(x) - \varphi(\infty) = \frac{KQ}{\varepsilon} \int_x^R \frac{dx}{x^2} + \frac{KQ}{1} \int_R^{\infty} \frac{dx}{x^2}$$

$$\varphi(x) - \varphi(\infty) = KQ \left( \frac{1}{\varepsilon} \int_x^R \frac{dx}{x^2} + \int_R^{\infty} \frac{dx}{x^2} \right)$$

Сам интеграл:

$$\int \frac{dx}{x^2} = \frac{x^{-2+1}}{-2+1} = \frac{x^{-1}}{-1} = -\frac{1}{x} \rightarrow \varphi(x) - \varphi(\infty) = -KQ \left( \frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{x} \Big|_x^R + \frac{1}{x} \Big|_R^{\infty} \right)$$

$$\varphi(x) - \varphi(\infty) = -KQ \left( \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) + \left. \frac{1}{x} \right|_R^{\infty} - \frac{1}{R} \right) = -KQ \left( \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) - \frac{1}{R} \right)$$

$$\varphi(\infty) = 0 \rightarrow \varphi(x) = KQ \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) \right)$$

$$\varphi(x) = KQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) \right)$$

$$\varphi(x = \frac{3R}{4}) = KQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{4}{3R} - \frac{1}{R} \right) \right) = KQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon R} \left( \frac{4}{3} - 1 \right) \right)$$

$$\varphi(x = \frac{3R}{4}) = \frac{KQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{3\varepsilon} \right)$$





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  
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!

из графика:

$$8\% \text{ при } \frac{R}{3} \text{ т.о. } 8\% = KQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon R} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right) \right)$$

$$5\% \text{ при } \frac{2R}{3} \quad 8\% = KQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon R} (3-1) \right)$$

$$5\% = KQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon R} \left( \frac{3}{2R} - \frac{1}{R} \right) \right)$$

$$8\% = KQ \frac{1}{R} \left( 1 + \frac{2}{\varepsilon} \right)$$

$$5\% = KQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon R} \left( \frac{3}{2} - 1 \right) \right)$$

$$\frac{8\%R}{KQ} = 1 + \frac{2}{\varepsilon}$$

~~поделили~~

$$5\% = \frac{KQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{\varepsilon 2} \right) \rightarrow \frac{5\%R}{KQ} = 1 + \frac{1}{2\varepsilon}$$

поделили.

$$\frac{8\%R}{KQ} \cdot \frac{KQ}{5\%R} = \left( 1 + \frac{2}{\varepsilon} \right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}} \rightarrow \frac{8}{5} \left( 1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right) = 1 + \frac{2}{\varepsilon}$$

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

$$\varepsilon = \frac{\left( 2 - \frac{4}{5} \right)}{\frac{8}{5} - 1} = \frac{\frac{10-4}{5}}{\frac{8-5}{5}} = \frac{6}{2} = 3$$

$$\varepsilon = 3$$

ответ



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.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

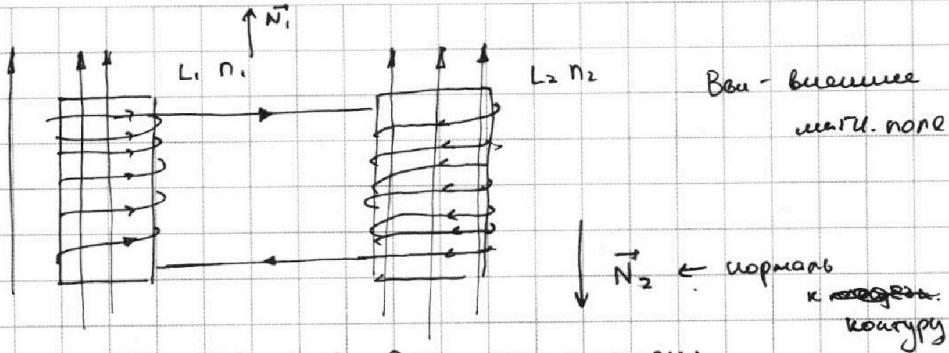
$$L_1 = L$$

$$L_2 = gL$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 3n$$

$$S$$



Найдем поток магнитного поля для этих катушек:

~~Все вспомогательные~~

$$\Phi_1 = B_{\text{вн}} n_1 S + L_1 J$$

$$\Phi_2 = -B_{\text{вн}} n_2 S + L_2 J$$

~~Формулы для расчета~~, запишем Фарadays:

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} = - \frac{d}{dt} (B_{\text{вн}} n_1 S + L_1 J)$$

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_2}{dt} = - \frac{d}{dt} (-B_{\text{вн}} n_2 S + L_2 J)$$

~~Две~~ Все эти уравнения по конфигурации:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = \emptyset R, \text{ где } R \approx 0 \rightarrow \mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2$$

$$-\frac{d B_{\text{вн}}}{dt} n_1 S + L_1 \frac{dJ}{dt} = -\frac{d B_{\text{вн}}}{dt} n_2 S + L_2 \frac{dJ}{dt}$$

$$-\frac{d B_{\text{вн}}}{dt} n_1 S + \frac{d B_{\text{вн}}}{dt} n_2 S = (L_2 + L_1) \frac{dJ}{dt}$$

из условия:

$$\frac{d B_{\text{вн}}}{dt} = -\alpha; \frac{d B_{\text{вн}}}{dt} = 0 \rightarrow -(-\alpha) n_1 S + 0 = (L_1 + L_2) \frac{dJ}{dt}$$

$$\alpha n_1 S = (L_1 + L_2) \frac{dJ}{dt}$$



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!

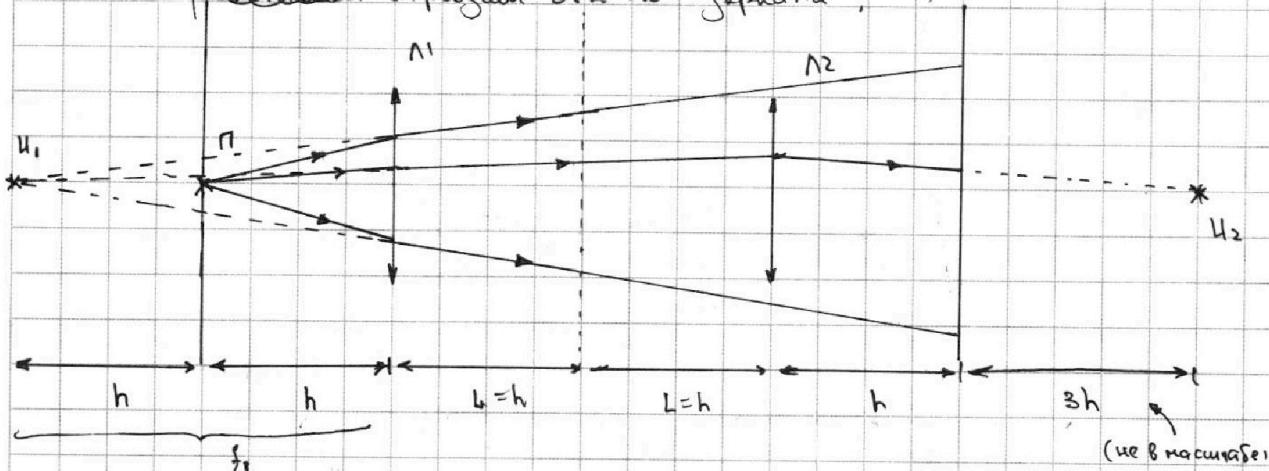
№ 5

$$h \ F=2h \cdot u = 2hu$$

$$L = h$$

П - предмет  
и - изображение.

Ведем лучами от предмета зеркала:



Напишем формулу тонкой линзы: (две первые)

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{2h} \rightarrow \frac{1}{h} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{h} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{f_1} \rightarrow f_1 = 2h$$

После преобразования в первой линзе для второй линзы идут

лучи как будто с изображением, учтем это.

Напишем ~~уравнение~~ формулу тонкой линзы для второй линзы:

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{uh} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{2h}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{uh} + \frac{1}{2h} = \frac{1}{2h} \left(1 - \frac{1}{2}\right) \rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{4h} \rightarrow f_2 = 4h$$

Нарисуем основательный рисунок происходящего.

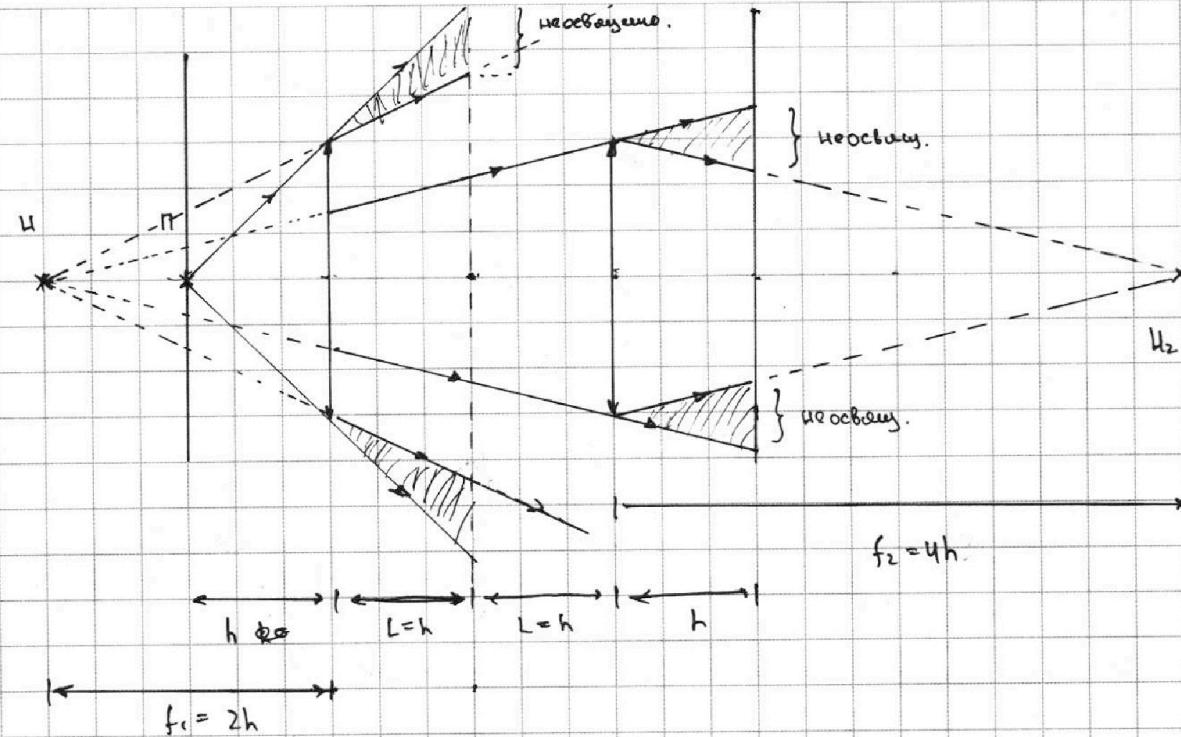


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 4

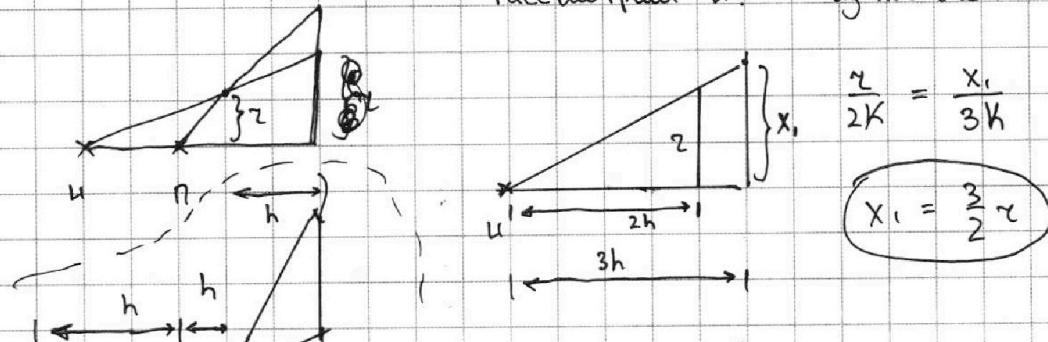
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



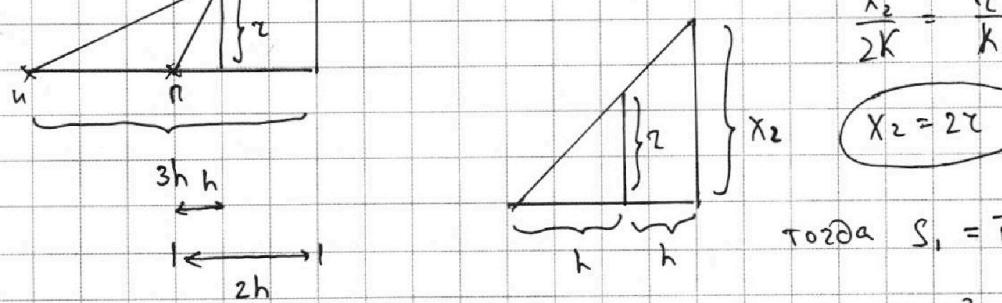
One mirror will be only one open, the wall - door,

Find the two mirrors.

Consider  $U$ . By analogy:



Consider  $\Pi$ .



$$\text{Therefore } S_1 = \pi X_2^2 - \pi X_1^2$$

$$S_1 = \pi (X_2^2 - X_1^2)$$



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.

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 4

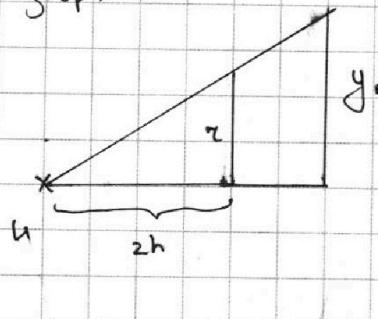
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$S_1 = \pi(x_2^2 - x_1^2) = \pi(4\pi^2 - \frac{9}{4}\pi^2) = \pi\pi^2 \left(4 - \frac{9}{4}\right) = \pi\pi^2 \left(\frac{16-9}{4}\right)$$

$$S_1 = \pi\pi^2 \cdot \frac{7}{4} \quad \curvearrowleft \text{площадь несв. части длии зеркала}$$

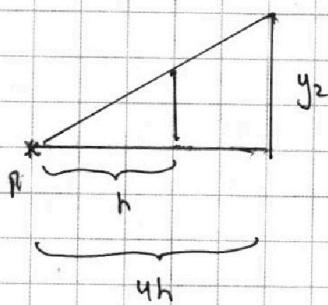
Теперь две стены: Найдем длии шамана ~~стенки~~ ореол.

Изобр.



$$\frac{y_1}{5h} = \frac{\pi}{2h} \rightarrow y_1 = \frac{\pi}{2} r$$

Длия предмета.



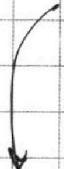
$$\frac{y_2}{4h} = \frac{\pi}{h} \rightarrow y_2 = 4\pi$$

$$S_2^1 = \pi(y_2^2 - y_1^2) = \pi(16\pi^2 - \frac{25}{4}\pi^2) = \pi\pi^2 \left(16 - \frac{25}{4}\right)$$

$$S_2^1 = \pi\pi^2 \frac{64-25}{4} = \pi\pi^2 \frac{39}{4} \rightarrow S_2^1 = \pi\pi^2 \frac{39}{4}$$

площадь общего ореона стены.

Найдем второй ореон



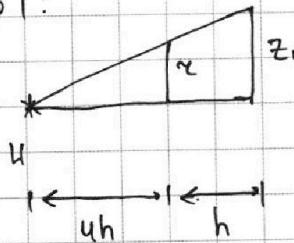
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

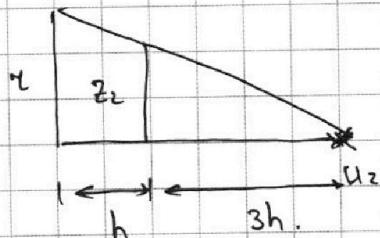
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

чертеж 1:



$$\frac{z_1}{5K} = \frac{r}{4K} \rightarrow z_1 = r \frac{5}{4}$$

чертеж 2.



$$\frac{z_2}{3K} = \frac{r}{4K} \rightarrow z_2 = r \frac{3}{4}$$

$$S_2'' = \pi (z_1^2 - z_2^2)$$

$$S_2'' = \pi \left( r^2 \frac{25}{16} - \frac{9}{16} r^2 \right)$$

$$S_2'' = \pi r^2 \frac{25-9}{16} = \pi r^2$$

$$S_2'' = \pi r^2$$

$$S_2 = S_2'' + S_2' \rightarrow S_2 = \pi r^2 + \pi r^2 \frac{39}{4} = \pi r^2 \left( 1 + \frac{39}{4} \right)$$

$$S_2 = \pi r^2 \left( \frac{4+39}{4} \right) = \pi r^2 \frac{43}{4} \rightarrow S_2 = \frac{43}{4} \pi r^2$$

$$S_1 = \frac{7}{4} \pi r^2$$

$$S_2 = \frac{43}{4} \pi r^2 \text{ см}^2 = 43 \pi \text{ см}^2$$

$$S_1 = \frac{7}{4} \pi \cdot 4 \text{ см}^2 = 7 \pi \text{ см}^2$$

$$S_2 = 43 \pi \text{ (см}^2\text{)}$$

✓ отвѣт

$$S_1 = 7 \pi \text{ (см}^2\text{)}$$



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!



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!

$$\Delta n_1 S = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\Delta n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{\Delta n_1 S}{9L + L} = \frac{\Delta n_1 S}{10L}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\Delta n_1 S}{10L}$$

✓ ответ

Из уравнений выше:

$$\cancel{-dV_{B11} n_1 S + dV_{B11n2} n_2 S} = (L_1 + L_2) dI \quad (\text{домножили на } dt)$$

$$-n_1 S \int_{B_0}^{\frac{2B_0}{3}} dV_{B11} + n_2 S \int_0^{\frac{B_0}{12}} dV_{B11n2} = (L_1 + L_2) \int dI$$

$$-n_1 S \left( \frac{2B_0}{3} - B_0 \right) + n_2 S \left( \frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} \right) = (L_1 + L_2) I$$

$$n_1 S \frac{B_0}{3} - n_2 S \frac{B_0}{4} = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{B_0 S \left( \frac{n_1}{3} - \frac{n_2}{4} \right)}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S (4n_1 - 3n_2)}{12(L_1 + L_2)}$$

$$I = \frac{B_0 S (4n_1 - 3n_2)}{120L}$$

✓ ответ.



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

5

□

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.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Черновик: (1)

$$\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 7 = \frac{21}{2}; \quad \frac{21}{2} - \frac{15}{2} = 3P_0V_0$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{3}{2} 3 \cdot 2 = 9P_0V_0 \rightarrow (3)$$

$$L = \frac{\Phi}{t} \rightarrow L_1 = \Phi \quad \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 5 = \frac{15}{2} P_0V_0$$

$$\left( 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \right) \frac{V}{C_0 R} + 8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 \rightarrow 8P_0 - \frac{2P_0}{V_0} V = 0$$

Вспомни  $S + L_J$ ,

$$\frac{16}{32} \quad \Phi_{\text{вспом}} = L_J \quad 48P_0 = \frac{16}{32} \times 8P_0 \times 2 \times 5$$

$$\Phi = L_J \quad \frac{16}{32} = \frac{4 \cdot 4}{4 \cdot 3} = \frac{4}{3}$$

$$L = \frac{\Phi}{J} \rightarrow \Phi = L_J \quad \frac{16}{12} = \frac{4 \cdot 4}{8 \cdot 3} = \frac{4}{3}$$

$$\Phi = L_J$$

$$Q_{\text{ср}} = A_{S1} + \Delta U_{S1} \quad \frac{1}{2} - \frac{1}{12} = \frac{1}{12} \left( 1 - \frac{1}{4} \right) = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \Delta B = B_L - B_1$$

$$Q_{11} = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 \cdot 2P_0 = 9V_0P_0$$

$$\frac{2}{3} - 1 = \frac{2}{3} = \frac{15P_0V_0}{3}$$

$$\frac{15}{2} P_0V_0$$

$$\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} = B_0 \left( \frac{1}{12} - \frac{1}{3} \right)$$

$$E_d = \frac{E_n}{\epsilon}$$

$$B_0 \frac{1}{9} \left( \frac{1}{4} - 1 \right) = B_0 \frac{1-4}{4} = -\frac{B_0 \delta}{4} = -\frac{B_0 \delta}{4} F_K = k \frac{q Q}{4 \pi \epsilon_0 \epsilon r^2} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0 \epsilon} \frac{q Q}{r^2} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0 \epsilon} \frac{q Q}{r^2}$$

$$X = \frac{3R}{4}$$

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

$$r = \frac{R}{6}$$

$$\left( \frac{1}{R} - \frac{1}{X} \right) < 0 \quad X < R$$

$$\frac{1}{R} - (-a) = \frac{1}{R} + a$$

$$X = \frac{R}{1+a}$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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:

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{7}{17} = \frac{17 \cdot 3 - 7 \cdot 5}{5 \cdot 17} = \frac{2}{17}$$

58

$$= \frac{51 - 35}{85} = \frac{16}{85}$$

(11,5)

19,5.

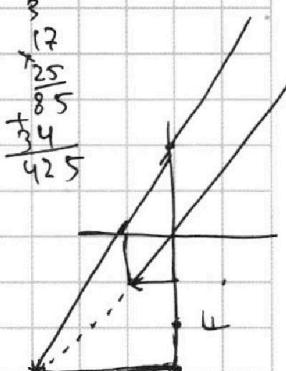
$$\frac{425}{40} \mid \begin{matrix} 5 \\ 25 \\ 10 \end{matrix}$$

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

$$P_{12} = 8P_0 - \frac{\Delta P}{\Delta V} V$$

$$\frac{2+3}{2} \cdot 3 = \frac{15}{2}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{5}{3} \cdot 3 = \frac{25}{8} = \frac{34}{425}$$



$$12 + 4,5 = 16,5. \quad \frac{40}{425} = \frac{8}{425} = \frac{8}{85}.$$

$$\frac{2+5}{2} \cdot 3 = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{2} = \frac{21}{2}$$

75  
58

$$\frac{320}{425} = \frac{40 \cdot 8}{425} = \frac{8}{85} \cdot 8 = \frac{64}{85}.$$

$$17 - 15,5$$

$$\frac{85}{425} \mid \begin{matrix} 2 \\ 16 \\ 64 \\ 580 \\ 7225 \end{matrix}$$

$$\frac{1}{2} \mid \begin{matrix} 16 \\ 9 \\ 64 \\ 580 \\ 7225 \end{matrix}$$

$$\frac{64}{25} = -\frac{15}{2}$$

$$4P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V$$

$$-\frac{24}{9} = -$$

$$\frac{17}{58}$$

$$\frac{1}{5} - \frac{15}{17} = \frac{17 - 15,5}{17 \cdot 5} = \frac{17 - 75}{85} = -\frac{58}{85}.$$

$$8P_0 - \frac{P_0}{V_0} 6V_0 = 2P_0$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 58 \\ \hline 16 \\ 15 \\ \hline 320 \\ 3712 \end{array}$$

$$\frac{16}{4} = 4$$

$$4P_0 - \frac{P_0}{3V_0} 62 = 2P_0$$

$$\frac{2+3}{2} \cdot 3 = \frac{15}{2}$$

$$(10,5 - 7,5)$$

$$\frac{2}{5} \mid \begin{matrix} 15 \\ 75 \\ 85 \end{matrix}$$

$$\frac{2+5}{2} \cdot 3 = \frac{21}{2}$$

$$(3P_0 V_0)$$

$$\frac{2+3}{2} \cdot 3 = \frac{15}{2}$$