

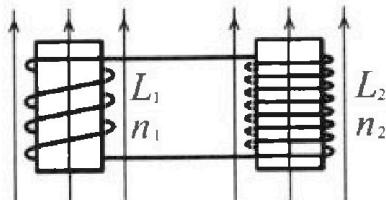
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



**Вариант 11-04**

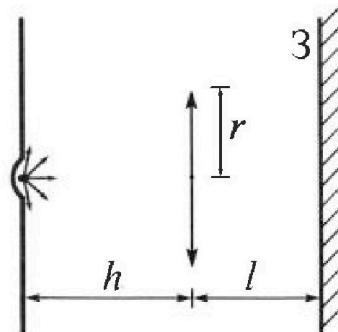
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

**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 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  $F = 2h/3$ . 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 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 [см<sup>2</sup>] в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

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

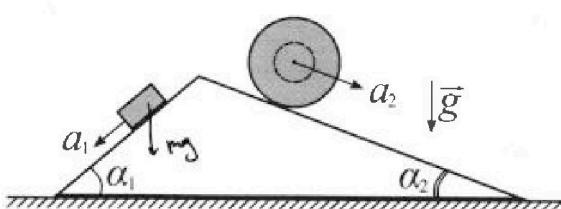
**Вариант 11-04**



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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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.

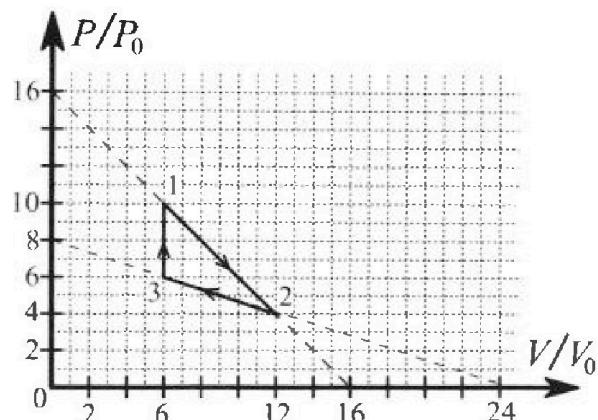
- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.



Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с чи словым 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.

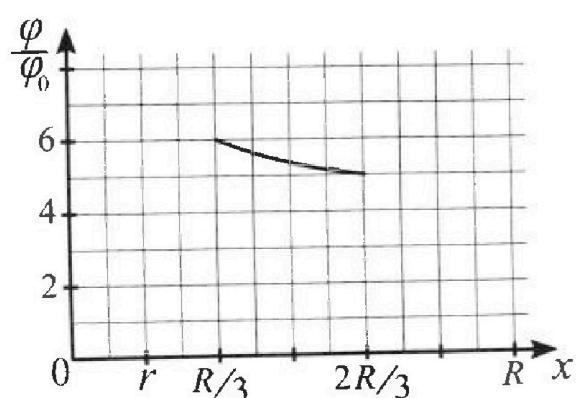
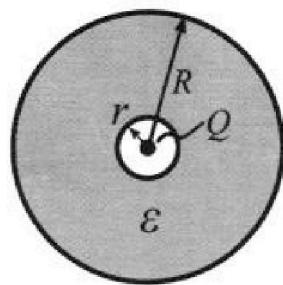
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — 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  $\epsilon$ .

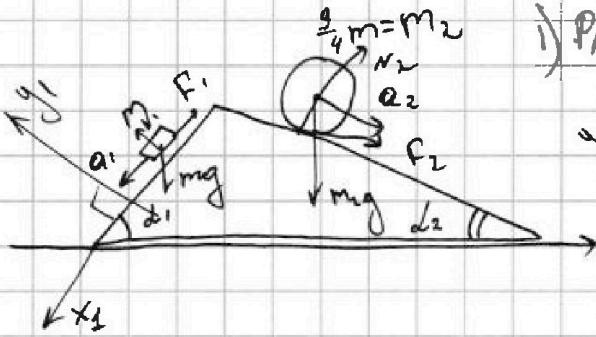


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

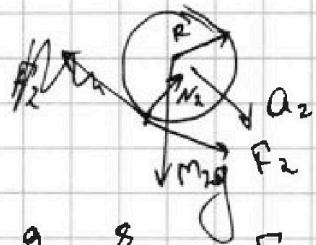
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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!

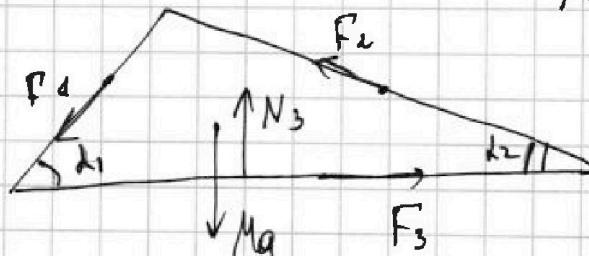


2) РАС-ши пологий шар:



$$\frac{9}{4}m \frac{8}{27}g = F_2, \quad F_2 = \frac{2}{3}mg \quad (2)$$

3) РАС-ши колесо.



$$F_2 = \frac{26 \cdot 12 + 30 \cdot 25}{17 \cdot 25 \cdot 3} mg = \frac{312 + 750}{17 \cdot 25 \cdot 3} mg = \frac{1062}{425 \cdot 3} mg = \frac{354}{425} mg \quad (3)$$

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

$$F_2 = \frac{2}{3} mg$$

$$F_3 = \frac{354}{425} mg$$

1) РАС-ши брусков: II-ой з-и Ньютона

$$\begin{aligned} & \text{б-р. закон: } ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \\ & \sum F_y = 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1 \\ & F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = \\ & = \frac{51 - 25}{85} mg = \frac{26}{85} mg \quad (1) \end{aligned}$$

Ур-ие движущего твёрдого тела:

$$\begin{aligned} I \cdot \epsilon &= F_2 R, \quad \epsilon - \text{угловое уск. пологого шара} \\ & \epsilon = \frac{\alpha_2}{R}, R - \text{радиус шара.} \\ I &= M_2 R^2 = \frac{9}{4} M R^2. \end{aligned}$$

M - масса колеса

усл. равн. симметрии б-р. на  
оси z:

$$\begin{aligned} 0 &= -F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + F_3 \\ F_3 &= \left( \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{15}{17} \right) mg \end{aligned}$$

$$F_3 = \frac{1062}{425 \cdot 3} mg = \frac{354}{425} mg \quad (3)$$



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

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

$$\lambda = 3.$$

$$d) A_{12} = \frac{10P_0 + 4P_0}{2} \cdot 6V_0 = 42 P_0 V_0$$

$$d) U_{12} = \frac{3}{2} (4P_0 \cdot 12V_0 - 10P_0 \cdot 6V_0) = \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot (48 - 60) = -18 P_0 V_0$$

~~$$g) A_{23} = -\frac{6P_0 + 4P_0}{2} \cdot 6V_0 = -30 P_0 V_0$$~~

$$A_{31} = 0$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 12 P_0 V_0$$

$$\beta = \frac{|dU_{12}|}{A} = \frac{18}{42} \cdot \frac{3}{2}$$

2)  $T_{32} = T_3$  ур-е Менделеева - Капеллера:

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{V R} = \frac{36 P_0 V_0}{V R}$$

РА с-ши проходил  $1 \rightarrow 2$ , здесь  $P = 16 P_0 - \frac{V}{V_0} P_0$ , при  $6V_0 \leq V \leq 12V_0$

затем давление газа от его обёма на участке

ТОГДА температура газа на участке  $1 \rightarrow 2$  будет стоять  $1 \rightarrow 2$ .

ур-е Менделеева - Капеллера:

$$T = \frac{(16P_0 - \frac{V}{V_0} P_0)V}{V R} = -V^2 \cdot \frac{P_0}{V_0 V R} + V \cdot \frac{16P_0}{V R}$$

$T(V)$  - ур-е пр-ва пары в виде  $\Rightarrow$  макс. ф-ии  
(температура) будет в вершине этой параболы, т.е.  
при  $V = \frac{-16P_0}{-2 \cdot \frac{P_0}{V_0 V R}} = 8V_0$  (бывает удобн. кир-бю (2))

$$T_{\max} = (-64 + 8 \cdot 16) \frac{P_0 k}{V R} = 64 \frac{P_0 k}{V R}$$

$$\gamma = \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$



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 7СТРАНИЦА  
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!

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+}$$

$$dQ = dA + dU.$$

шаговый участок

• РАС-шик процесса 1→2:

$$dQ = P_0 dV + \frac{3}{2} (P_0 dV + V dP)$$

$$dQ_{12} = \frac{5}{2} \cdot \left( 16P_0 dV - \frac{V}{V_0} P_0 dV \right) + \frac{3}{2} V \cdot \left( -dV \frac{P_0}{V_0} \right) =$$

$$= P_0 dV \left( 40 - \frac{V}{V_0} (2,5 + 1,5) \right) = P_0 dV \left( 40 - \frac{4V}{V_0} \right), \quad dV > 0$$

$$\text{при } V < 10V_0 \quad dQ > 0: Q_{12} = \int dQ_{12} = 40P_0 V_0 (10 - 6) -$$

$$-1 \frac{P_0}{V_0} \cdot \frac{100V_0^2 - 36V_0^2}{2} = 400P_0 V_0 - 128P_0 V_0 = 272P_0 V_0.$$

• РАС-шик процесса 2→3:

давление зависит от объёма следующим образом:

$$P = 8P_0 - \frac{8}{24} \frac{V}{V_0} P_0 = 8P_0 - \frac{V}{3V_0} P_0 \quad \text{при } 6V_0 \leq V \leq 12V_0 (5)$$

$$dP = -\frac{dV}{3V_0} P_0$$

3 СЭ для малого участка процесса 2→3:

$$dQ_{23} = \frac{5}{2} (8P_0 dV - \frac{P_0}{3V_0} V dV) + \frac{3}{2} V \left( -\frac{dV}{3V_0} P_0 \right) =$$

$$= P_0 dV \left( 20 - \frac{4}{3} \frac{V}{V_0} \right) = P_0 |dV| \cdot \left( \frac{4}{3} \frac{V}{V_0} - 20 \right).$$

$dV < 0$  для этого участка.

$dQ_{23} > 0$  при  $V > 15V_0$  не угодн. исп. by (5)  $\Rightarrow dQ_{23} < 0$ .

$dQ_{31} = \frac{5}{2} P dP > 0$  во всём участке 3→1 как глобальный участок.

$$Q_{31} = \frac{5}{2} 4P_0 \cdot 6V_0 = 36P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{12P_0 V_0}{36P_0 V_0 + 272P_0 V_0} = \frac{6}{154} = \frac{3}{77}.$$

Объём: 1)  $\frac{3}{2}$ ; 2)  $\frac{16}{9}$ ; 3)  $\frac{3}{77}$ .



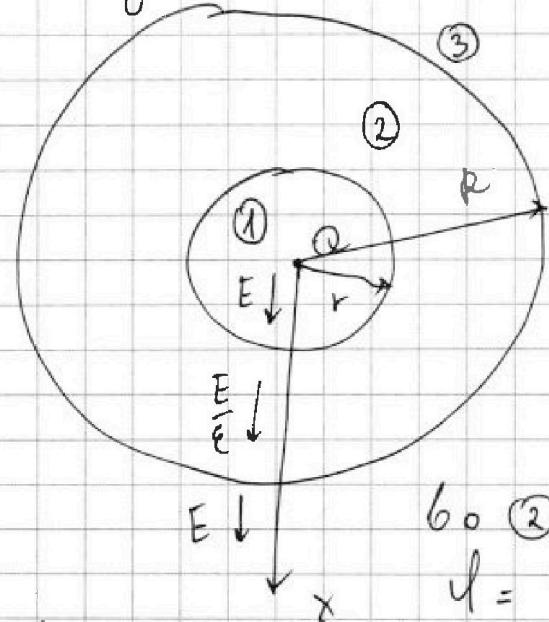
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 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!

Выяснили некоторую зависимость поле уменьшает близко.  
тогда:



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

$$\Delta U = \int E dx$$

$\psi_y$  - потенциал в центре шара;

рас-ши как зависит потенциал от координаты в ① области:

$$\psi = \psi_y - \frac{kQ}{x} \quad 0 \leq x \leq r$$

$$\psi(r) = \psi_y - \frac{kQ}{r}$$

в ② области:

$$\psi = \psi(r) - \frac{kQ}{Ex} + \frac{kQ}{Er} =$$

$$= \psi_y - \frac{kQ(\epsilon-1)}{Er} - \frac{kQ}{Ex}$$

$$\psi(R) = \psi_y - \frac{kQ(\epsilon-1)}{Er} - \frac{kQ}{ER}$$

в ③ области:

$$\psi = \psi(R) - \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R} = \psi_y - kQ \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \cdot \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) - \frac{kQ}{x}$$

$$\psi(\infty) = 0 \Rightarrow \psi_y = \frac{kQ(\epsilon-1)(R-r)}{RR\epsilon}$$

тогда

$$\psi = \begin{cases} kQ \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{R-r}{Er} - \frac{1}{x} \right) & \text{при } 0 \leq x < r \\ kQ \left( \frac{1-\epsilon}{\epsilon R} - \frac{1}{Ex} \right) & \text{при } r \leq x < R \\ -\frac{kQ}{x} & \text{при } x \geq R \end{cases}$$

$$\text{i) a) при } r > \frac{11}{12} R: \psi = kQ \frac{\frac{1}{\epsilon} \frac{R-r}{R} - \frac{12}{11} \frac{1}{x}}{\frac{11}{12} \epsilon R} = kQ \frac{11\epsilon R - 11R + 11r - 23\epsilon r}{11\epsilon R x}$$

$$\text{i) b) при } r < \frac{11}{12} R: \psi = kQ \frac{\frac{1}{\epsilon} \frac{R-r}{R} - \frac{12}{11} \frac{1}{x}}{\frac{11}{12} \epsilon R} = kQ \frac{-11\epsilon - 1}{11\epsilon R}$$

в)

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!

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = KQ \left( -\frac{\epsilon-1}{\epsilon R} - \frac{1}{ER\frac{R}{3}} \right) = KQ \left( \frac{-\epsilon-2}{\epsilon R} \right) = 6\%$$

$$\varphi\left(\frac{4R}{3}\right) = KQ \left( -\frac{\epsilon-1}{\epsilon R} - \frac{3}{2\epsilon R} \right) = KQ \frac{-2\epsilon-1}{2\epsilon R} = 5\%$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{4R}{3}\right)} = \frac{6}{5} = \frac{-\epsilon-2}{-\epsilon-0,5}$$

$$\underline{6\epsilon - 15 = 5\epsilon - 20} \quad -6\epsilon - 3 = -5\epsilon - 10$$

$$\epsilon = -5$$

$$\epsilon = 7$$

Ответ: 1) а)  $r \geq \frac{11}{12} R$ :  $\varphi = KQ \frac{\epsilon(11R - 23r) - 11(R-r)}{11\epsilon R^2}$

б)  $r < \frac{11}{12} R$ :  $\varphi = -KQ \frac{11\epsilon + 1}{11\epsilon R}$

2)  $\epsilon = 7$

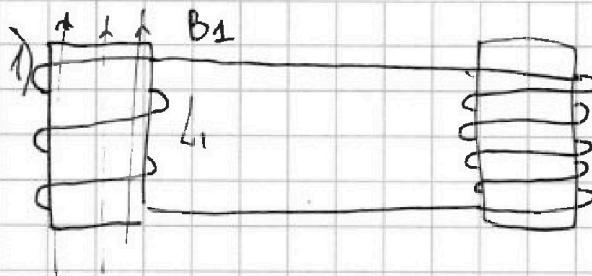


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



I - ток текущий в катушках.

$$L_2 \quad \mathcal{E}_i = -\frac{dB}{dt} \quad S = LS$$

$$\mathcal{E}_i = L_2 \dot{I} + L_1 \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{4LS}{13}$$

$$2) -S \cdot \left( \frac{dBS_1}{dt} - \frac{dBS_2}{dt} \right) = -(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{S}{L_1 + L_2} \cdot \left( \left( 4 - \frac{8}{3} \right) B_0 - \left( B_0 - \frac{3}{4} B_0 \right) \right) = \frac{4S}{13L} \cdot \frac{48 - 32 - 12 + 9}{12} B_0 = \\ &= \frac{1}{3} B_0 \frac{S}{L} \end{aligned}$$

Ответ:  $I = \frac{4LS}{13}$

$$I = \frac{1}{3} \frac{B_0 S}{L}$$

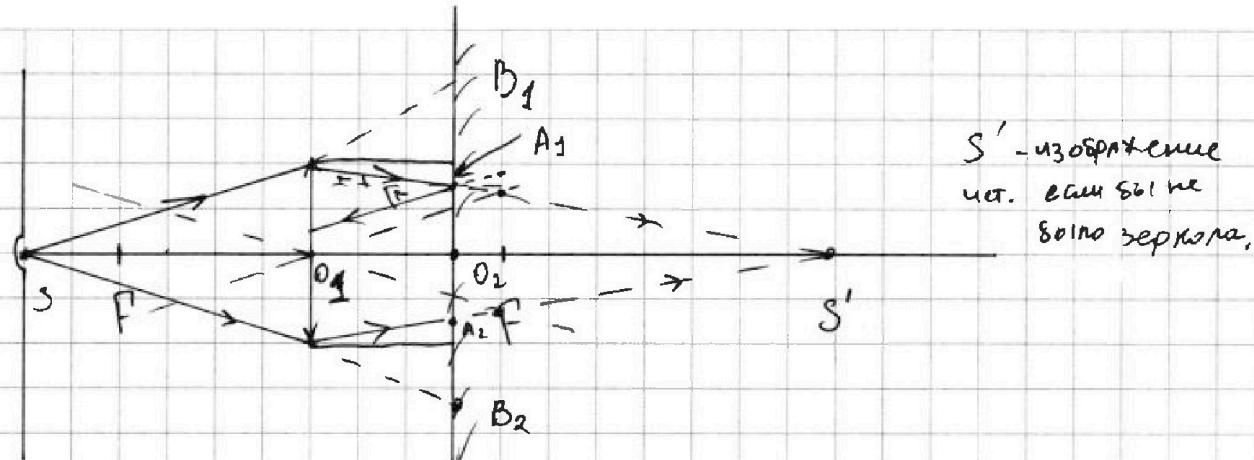


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

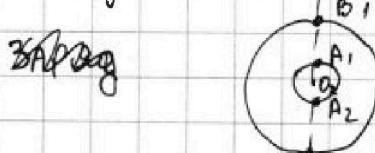


$S'$  - изображение  
чт. если бы не  
было зеркала,

1) рас-ши краине лучи (они определяют границу кольца)  
части зеркала, они пересекают зеркало в т.  $A_1$  и  $A_2$   
рас-ши первые лучи (самые близкие к ГОО) которых

не преломились (прямые линии лежат), лучи  
 $SB_1$  и  $SB_2$ .

Тогда наименееющей частью зеркала будет кольцо



найдём  $O_2A_1$  и  $O_2B_1$ :  
Уз подобие:

$$O_2A_1 = r \cdot \frac{O_1S' - e}{O_1S} \quad O_2B_1 = r \cdot \frac{h + e}{h} = r \cdot \left(1 + \frac{e}{h}\right) = r(1 + 0,5) = 6\text{ см}$$

$$\text{Уз } Q\text{-ми тонкой линзы: } O_1S' = \frac{h \cdot F}{h - F} = \frac{2}{3 - \frac{1}{2}} h = 2h$$

$$O_2A_1 = r \cdot \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 2}\right) = \frac{3}{4} r = 3\text{ см.}$$

$$S = \pi r^2 (1,5^2 - 0,75^2) = \pi (36\text{ см}^2 - 9\text{ см}^2) = 27\text{ см}^2 \pi$$

$$O_2S' = O_1S' - e = 2h - \frac{h}{2} = 1,5h$$

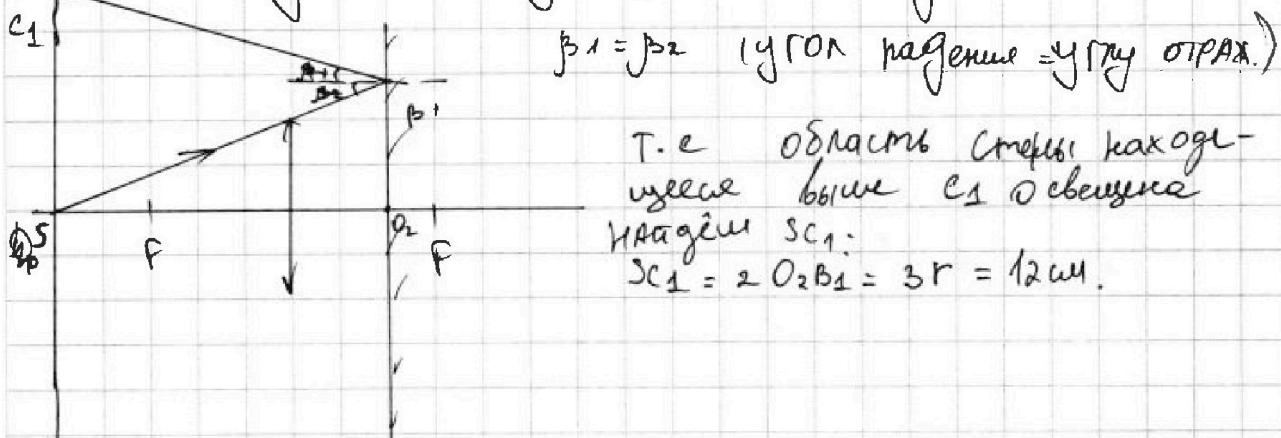
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

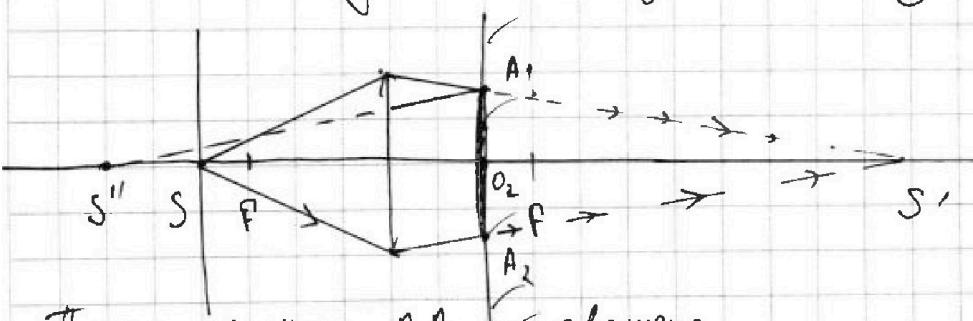
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

2) Рассчитать лучи неподдающиеся на линзу:



Рассчитать лучи проходящие через линзу:



Полоса зеркала  $A_1, A_2$  — освещена.

$S''$  — изображение  $S'$ ,  $O_2S'' = O_2S = 15\text{ см}$ , из зеркала шумы бывают направленными к  $S''$  (где есть  $S''$  минимум  $\frac{\partial I}{\partial \Omega}$ )  
тогда  $\varphi$ -рая тонкой линзы:

$$\frac{1}{-O_2S''e} + \frac{1}{O_2S} - \frac{1}{O_2S'''e} = \frac{1}{F} \Rightarrow O_2S'''e = \frac{F \cdot (O_2S''e)}{F + O_2S''e} = \frac{F \cdot 15}{F + 15} = \frac{15}{5+15} = 3\text{ см}$$

$$= \frac{\frac{2}{3} \cdot h}{\frac{2}{3} + 1} = \frac{2}{5} h = 0,4h$$

$$O_2S'''e = 6\text{ см}$$

из подобия  $R = O_2A_1 \cdot \frac{h - 6}{h} = 3\text{ см} \cdot \frac{3}{5} = 4,5\text{ см}$ .  
площадь квадрата стены  $\pi R^2 = \pi (144\text{ см}^2 - 20,25\text{ см}^2) = 123,75\text{ см}^2$   
Объем:  $27\text{ см}^3 \pi ; 123,75\text{ см}^2 \pi$

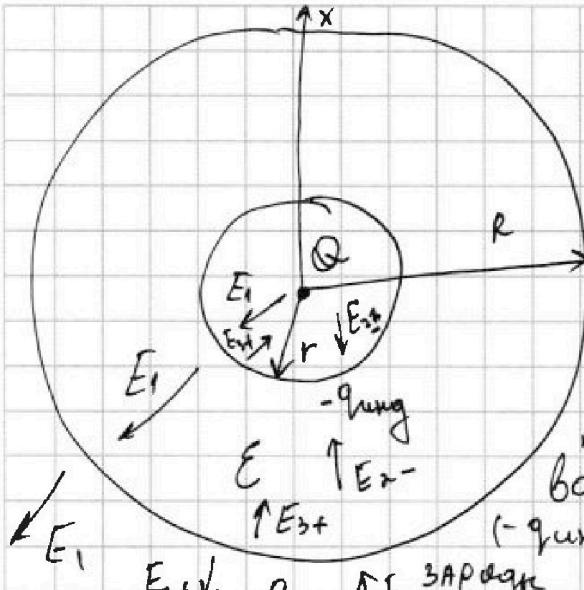


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\Phi = \int E_1 dx \quad \Phi = \int E dx.$$

$$\Phi = \int E(r) dx.$$

$$\text{при } x \leq r: E(r) = \frac{kQ}{r^2}$$

при  $x$

Из-за электрической зарядности шара в нем (на его поверхности) возникают заряды  $q_{unq}$  и  $-q_{unq}$ . Вследствие них эти заряды распределены равномерно вдоль поверхности шара, так чтобы напряженность поля внутри уменьшилась в  $\frac{1}{4}$  раза, тогда:

- где определены  $Q > 0$ ,  $q_{unq} > 0$

$E_1$ ,  $E_2+$ ,  $E_2-$  - напряженность поля создаваемое зарядом  $Q$ ,  $-q_{unq}$ ,  $+q_{unq}$

a) при  $0 < x \leq r$ :  $0 < x \leq r$

$$\Phi = \frac{kQ}{x}, \quad E = \frac{kQ}{x^2}$$

$$E_{\Sigma A} = E_1 + E_{2-4} \rightarrow E_{3+8}$$

$$E_1 = \frac{kQ}{x^2}$$

$$E_{2-4} = \frac{kq_{unq}}{r^2}$$

$$E_{3+8} = \frac{kq_{unq}}{R^2}$$

$$E_{\Sigma A} = k \left( \frac{Q}{x^2} + q_{unq} \left( \frac{1}{r^2} - \frac{1}{R^2} \right) \right).$$

$$\Phi = \Phi_y - \frac{kQ}{x} - q_{unq} \frac{(R^2 - r^2)x}{R^2 r^2}$$

$\Phi_y$  - потенциал в ц. шара



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

1) Поток в системе катушках не изменяется, т.е.

$$d\Phi_1 + d\Phi_2 = 0$$

$d\Phi_1$  - изм. потока в катушке  $L_1$ ,

$d\Phi_2$ . изм. потока в катушке  $L_2$ .

$$d\Phi_1 = (\vec{B}, \vec{s})$$

$$d\Phi_1 = -\frac{dB}{dt} S + L_1 \dot{I}$$

$$d\Phi_2 = -L_2 \dot{I}$$

$$2S + L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = 0$$

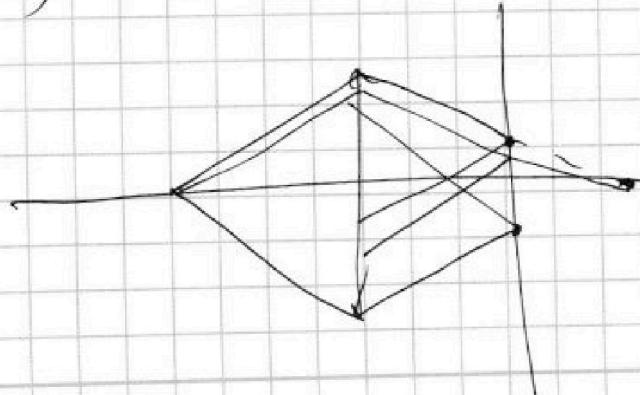
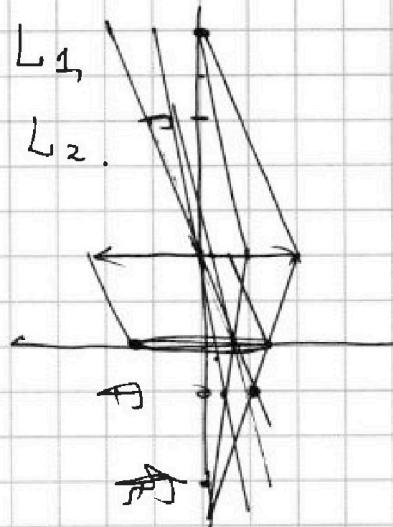
$$|\dot{I}| = \frac{2S}{L_2 - L_1} = \frac{4dS}{5}$$

2) З-н сохранение потока в катушках:

$$-\frac{dB}{dt} S + L_1 \dot{I} +$$

$$(6^L - 5^L) =$$

$$(3 \cdot 2)^2 - 3^2 = 3^2 \cdot 3$$



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

- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" 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!

$$8) r < x \leq R$$

$$E_{\epsilon\delta} = E_1 - E_{3+} - E_{2-}, \text{ при } E_{\epsilon\delta} = \frac{E_1}{\epsilon}$$

$$E_1 = \frac{kQ}{x^2}$$

$$E_{3+} = \frac{kq_{\text{вн}}}{R^2}$$

$$E_{2-} = \frac{kq_{\text{вн}}}{x^2}$$

$$\frac{E_1}{\epsilon} = E_1 - E_1 \cdot \frac{R^2}{x^2} \cdot \frac{q_{\text{вн}}}{Q} - E_1 \frac{q_{\text{вн}}}{Q}$$

$$1 = \epsilon - \frac{q_{\text{вн}}}{Q} \cdot \frac{1-\frac{1}{\epsilon}}{\frac{1}{\epsilon}-\frac{1}{x^2}} = \frac{1-\frac{1}{\epsilon}}{\frac{1}{\epsilon}-\frac{1}{x^2}} = \frac{x}{R} = 7$$

$$L = \mu_0 \cdot \frac{N}{4} S$$

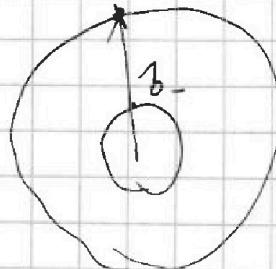
$$\left( \frac{\partial}{\partial x} + \frac{1}{x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} - \frac{1}{x} = 7$$

$$\frac{-\epsilon-2}{\epsilon R} \sqrt{\mu_0 L_0} = \frac{1}{c}$$

$$\frac{f_0}{4\pi}$$

$$6 \parallel 5$$

$$6+7$$



$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 45 \\ \hline 225 \\ 180 \\ \hline 20,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ - 20,25 \\ \hline 123,75 \end{array}$$

$$0,035 : \frac{9}{2}$$

$$\frac{10}{3}$$

$$\frac{X-E_x-R}{4\pi X} = \frac{kQ}{L}$$

$$\frac{P}{S^3}$$

$$6 \parallel 5$$

$$\frac{15}{2} \sqrt{5} = \frac{1}{2} \sqrt{10}$$

$$\frac{P}{S^3}$$

$$\frac{P3}{6} = \frac{P}{6} = 7$$

$$kQ$$



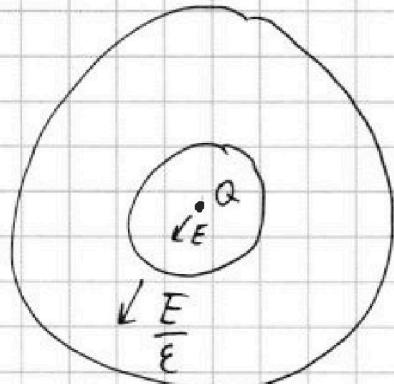
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Внутри диэлектрика напр. поле уменьшается в  $\epsilon$  раз, тогда:



$$\psi = \int E dx$$

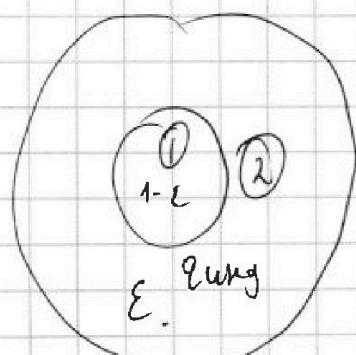
если  $0 < x \leq r$ :

$$\psi = \int_0^r \frac{kQ}{x^2} dx = -\frac{kQ}{x} + C_1$$

при  $r < x \leq R$ :

$$\psi = \psi_y - \frac{kQ}{r} - \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \psi_y - \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{r}$$

$$\psi = \psi_y - \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{(\epsilon - 1)kQ}{\epsilon r} + \frac{kQ}{\epsilon r}$$



1-ε

$$E_1 = \frac{kQ}{x(1-\epsilon)}$$

$$E_2 = \frac{kQ}{(1-\epsilon)x}$$

$$E'_1 = \frac{kQ}{x^2 \epsilon}, \quad E_2 = \frac{kQ}{x^2}$$

$$-6\psi_1 = kQ \left( \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right)$$

- $\psi_{\text{внеш}}$  (3).      1)  $\frac{kQ}{x^2} \frac{1}{(1-\epsilon)\epsilon}$

2)  $\frac{kQ}{x^2} \frac{1+\epsilon}{\epsilon}$

$$-5\psi_1 = kQ \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R}$$

3)  $\frac{kQ}{x^2} 1$ .

$$\psi = \psi_y - \frac{(\epsilon - 1)kQ}{\epsilon r} - \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R}$$

$$\psi = \psi_K - \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon} KQ \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) - \frac{kQ}{x}$$

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 checked="" 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!

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 3 \\ \hline 51 \\ + 51 \\ \hline 152 \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 3 \\ \hline 51 \\ - 25 \\ \hline 26 \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 12 \\ \hline 26 \\ + 26 \\ \hline 312 \\ \end{array}$$

$$17 = \frac{312}{18}$$

$$17 = \frac{17 \cdot 25}{17 \cdot 3} + \frac{17}{17 \cdot 3} = 17 + \frac{710}{51} = 17$$

$$\begin{array}{r} 312 \\ + 756 \\ \hline 1062 \\ - 102 \\ \hline 42. \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 25 \\ \hline 175 \\ 25 \\ \hline 425 \end{array}$$

$$C = \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi r^2} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}R^2} = \frac{4Q}{\pi R^2}$$

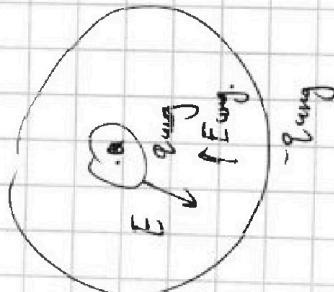
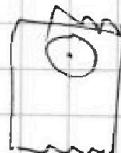
$$\begin{array}{r} 1062 \\ - 1062 \\ \hline 0 \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 750 - 312 \\ 750 \\ - 312 \\ \hline 438 \\ - 34 \\ \hline 98 \end{array}$$

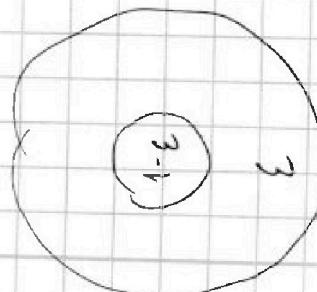
$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 5 \\ \hline 85 \\ + 17 \\ \hline 102. \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 272 \\ + 36 \\ \hline 308 \\ - 154 \\ \hline 154 \\ - 77 \\ \hline 77 \end{array}$$

$$E = \frac{4\pi x^2}{63} Q$$



$$\begin{aligned} q_1 &= \frac{KQ}{4\pi r^2} - \frac{KQ}{4\pi (2r)^2} = \frac{KQ}{4\pi r^2} - \frac{KQ}{16\pi r^2} = \frac{3KQ}{16\pi r^2} \\ q_2 &= \frac{KQ}{4\pi r^2} - \frac{KQ}{4\pi (2r)^2} = \frac{KQ}{4\pi r^2} - \frac{KQ}{16\pi r^2} = \frac{3KQ}{16\pi r^2} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} 1) E &= \frac{KQ}{(1-\epsilon)x^2} \\ 2) E &= \frac{KQ}{x^2} \cdot \frac{1}{(1-\epsilon)} \end{aligned}$$

$E_{avg}$

$E_{avg}$



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 \_\_\_\_\_

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!

