

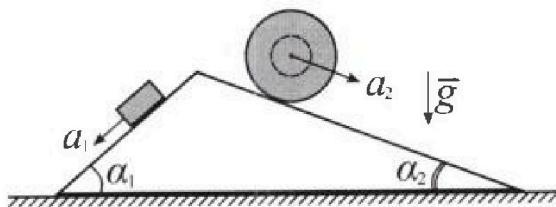
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**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.



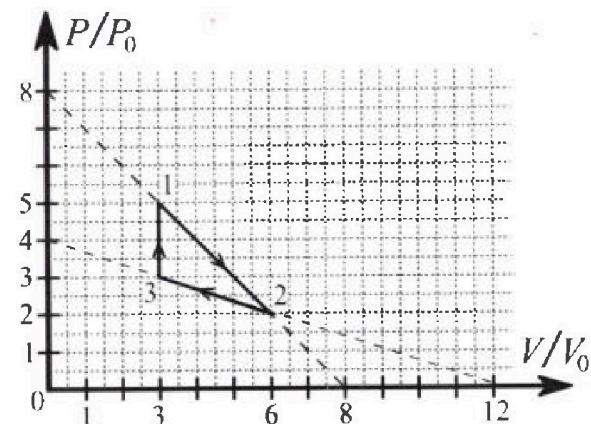
- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразите 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.

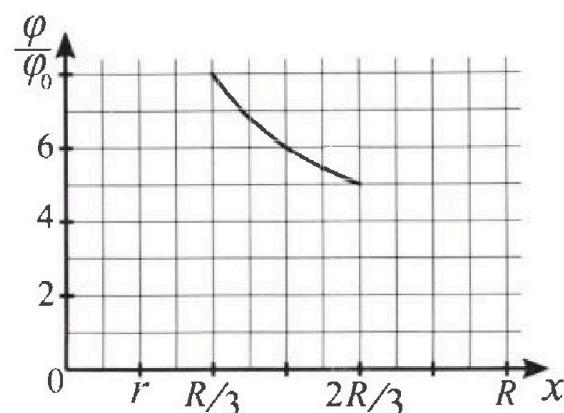
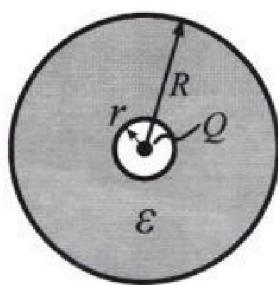
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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

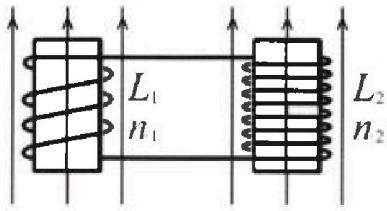


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-02**

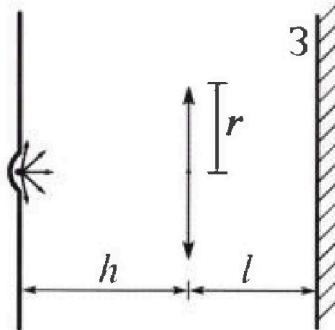
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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.

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

СТРАНИЦА  
1 из 2

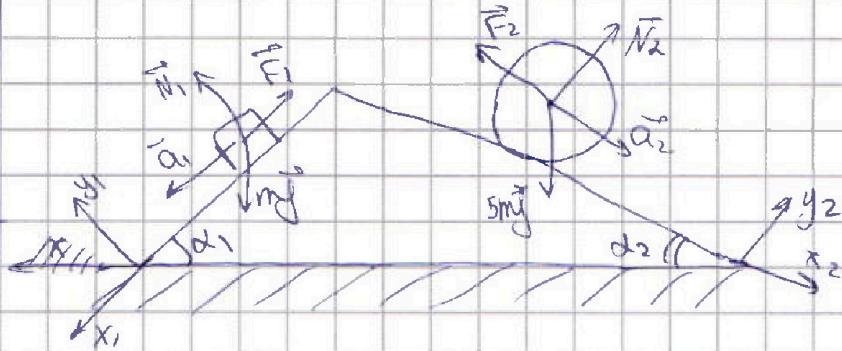
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается чёрновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 17^{\circ} 9' \\ \alpha_2 &= 89^{\circ} 25' \\ sm\alpha_1 &= \frac{3}{5} \\ sm\alpha_2 &= \frac{8}{17} \end{aligned}$$

- 1)  $F_1 - ?$
- 2)  $F_2 - ?$
- 3)  $F_3 - ?$

Решение



1) Использование динамики:

$$m\vec{a}_1 = \vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1 ; X_1: m\alpha_1 = mg sm\alpha_1 - F_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = mg sm\alpha_1 - ma_1 = m \left( \frac{3}{5} \cdot g - \frac{7}{17} g \right) =$$

$$= mg \left( \frac{51 - 35}{85} \right) = \frac{16mg}{85} ; Y_1: N_1 = mg cos\alpha_1$$

2) Использование шарнира:

$$5m\vec{a}_2 = \vec{F}_2 + \vec{N}_2 + \vec{mg} \quad X_2: 5m\alpha_2 = 5mg sm\alpha_2 - F_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = 5m(sm\alpha_2 - a_2) = 5mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) =$$

$$= \frac{40}{17 \cdot 25} mg (25 - 17) = \frac{40 \cdot 8}{17 \cdot 25} mg = \frac{64}{85} mg$$

$$Y_2: N_2 = 5mg cos\alpha_2$$

3) Т.к. кинетика покоящиеся тела и движущиеся тела имеют одинаковую скорость, то

по III закону:  $N_1 = P_1$ ;  $N_2 = P_2$ ;  $F$  симметрический, действующий на массу и массу блоков и шаров со скоростью равной, поэтому и пропорциональные им

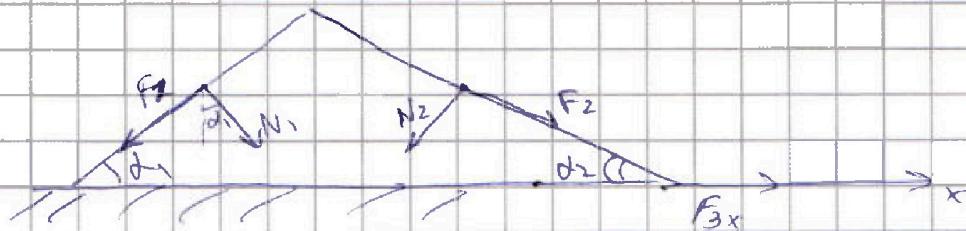
изменениям

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 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 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!



$$\text{Д.У. на } x: -F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 + F_{3x} = 0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow F_{3x} &= \frac{16mg}{85} \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + 3mg \cdot \frac{5}{17} \cdot \frac{8}{17} - \\ &- \frac{64mg}{85} \cdot \frac{15}{17} = mg \left( \frac{64}{85 \cdot 5} - \frac{12}{25} + \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17^2} - \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 17} \right) - \\ &= mg \left( \frac{64}{5 \cdot 17^2} - \frac{12}{25} + \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17^2} - \frac{64 \cdot 15}{5 \cdot 17^2} \right) = \\ &= mg \left( -\frac{14 \cdot 64}{5 \cdot 17^2} + \frac{25 \cdot 15 \cdot 8}{17^2 \cdot 5} - \frac{12}{25} \right) = \\ &= mg \left( \frac{125 \cdot 3 - 8 \cdot 14}{5 \cdot 17^2} - \frac{12}{25} \right) = mg \left( \frac{375 - 112}{5 \cdot 17^2} - \frac{12}{25} \right) = \\ &= mg \left( \frac{263}{5 \cdot 17^2} - \frac{12}{25} \right) = mg \left( \frac{8 \cdot 263 + 5 - 12 \cdot 17^2}{25 \cdot 17^2} \right) = \\ &= mg \end{aligned}$$

$$\text{Ober: } \frac{16mg}{85}; \frac{64mg}{85}; \left( \frac{80 \cdot 263 - 12 \cdot 17^2}{25 \cdot 17^2} \right) mg$$

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.



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

СТРАНИЦА  
ИЗ

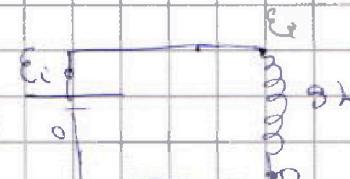
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\vec{B}_1$   
 $h_1 = 2$   
 $n_1 = n$

$\vec{B}_2$   
 $h_2 = 3h$   
 $n_2 = 3n$

$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -2$   
 $B \rightarrow J \rightarrow \vec{e}$

$E_{pi} = \phi^1 = -n \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = n \cdot n \cdot S$


 $U = \phi L J$   
 $E_i = S L J' = J' = \frac{n \cdot n \cdot S}{S L}$

2) Когущие 2 штук тои  
 б) когущие 1 левящие тои  
 $\Rightarrow$  в) коговорот

$E_{k1} = n \cdot S$ ;  $E_{k2} =$


 $E_{k1} = E_{k2} = 10 \text{ В}$   
 $10B_1S - 3nB_2'S = 10LJ$   
 $10nB_1S - 3n^2nB_2S = 10LJ'$   
 $10n(B_0/3 - 3 \cdot 4) = 10LJ$

$R_{k1} = \frac{RQ}{r} (r_1 - r) = 8 \Omega$   
 $\frac{RQ}{r} = \frac{VQ}{ER_1^2} (r_2 - r) = 5 \Omega$

$\frac{5VQ}{r} - 5 \frac{RQ}{r} (r_1 - r) = \frac{8VQ}{r} - \frac{8 \frac{RQ}{r}}{ER_2^2} (r_2 - r)$

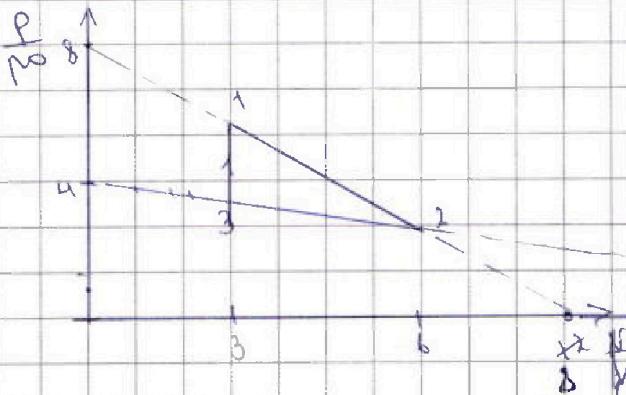


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$1) \frac{p_{31}}{A} \quad 2) T_{12m}$$

3) ?

$$1) p_1 = 5p_0; \quad p_2 = 2p_0; \quad p_3 = 3p_0 \\ V_1 = 3V_0; \quad V_2 = 6V_0; \quad V_3 = 3V_0$$

$$\Delta V_{31} = \frac{3}{2} R_0 T_{31} = \frac{3}{2} (p_3 V_1 - p_1 V_3) = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 (3p_0 - 5p_0) = 3V_0 p_0$$

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

$$A_{12} = \frac{(p_1 + p_2)}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{7p_0}{2} \cdot 3V_0$$

$$A_{23} = - \frac{(p_2 + p_3)}{2} (V_2 - V_3) = - \frac{5p_0}{2} \cdot 3V_0$$

$$\Rightarrow A = \frac{7p_0 \cdot 3V_0}{2} - \frac{15p_0 V_0}{2} = 3V_0 p_0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V_{31}}{A} = \frac{3p_0 V_2}{3V_0 p_0} = 3$$

$$2) B \text{ процесс } 1-2 \quad p \frac{p_0}{V_0} = 8 - \frac{V}{V_0} \rightarrow \\ \Rightarrow p = 8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0}$$

$$pV = \gamma RT$$

$$(8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0})V = \gamma RT_{12} \Rightarrow T_{12}(V) = \frac{p_0}{\gamma R} \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V$$

$$\Rightarrow T_2 = T_{12}(6V_0) = \frac{p_0}{\gamma R} \left( 8 - \frac{6V_0}{V_0} \right) 6V_0 = \frac{12p_0 V_0}{2R}$$

$T_{12m}$  - вершина параболы  $\varphi$ -ции  $T_2(V)$



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.

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

$$T_{12}(V) = \frac{p_0}{2R} \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V \Rightarrow T_{12} = 0 \text{ при } V=0 \quad V=2V_0$$

$$\Rightarrow V_0 = 4V_0 \Rightarrow T_{12m} = T(4V_0) = \frac{p_0}{2R} (8-4) 4V_0 =$$

$$= \frac{16p_0V_0}{2R} \Rightarrow \frac{T_{12}}{T_2} = \frac{16p_0V_0}{2R} \cdot \frac{2R}{12p_0V_0} = \frac{4}{3}$$

3)  $\Theta_K = \Theta_{31} + \Theta_{12}$

$$\Theta_{31} = \Delta U_{31} = 3p_0V_0 ; \quad \Theta_{12} = \Delta U_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} 2R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (2p_0 \cdot 6V_0 - 5p_0 \cdot 3V_0) = - \frac{9p_0V_0}{2}$$

$$\Rightarrow \Theta_{12} = \frac{21p_0V_0 - 9p_0V_0}{2} = 6p_0V_0$$

$$\Rightarrow \Theta_K = 3p_0V_0 + 6p_0V_0 = 15p_0V_0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{\Theta_K} = \frac{3p_0V_0}{15p_0V_0} = \frac{1}{5} = 20\% \quad 0,2 = 20\%$$

Отв: 3;  $\frac{4}{3}$ ; 20%; 0,2 = 20%



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

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

1) Дана:  $r, R, \epsilon_0, \epsilon$ ; Найти:  $\varphi\left(\frac{3R}{4}\right)$   
 2) И-ми:  $E_g$

1) Т.к. диэлектрик выше все сейте не изменяет и потенциал на бесконечности равен нулю, то в плюсе  $\varphi(x) = \frac{KQ}{x}$

Т.к. потенциал - убывающее квадратичное, то

$$\varphi(r) = \frac{KQ}{r}; \text{ Далее надо решить по зданию}$$

$$E_g = \frac{KQ}{8\pi r^2}$$

$$-\varphi(x) + \varphi(r) = E_g \cdot (x-r) \Rightarrow \varphi(x) = \varphi(r) - E_g \cdot (x-r)$$

$$\varphi(x) = \frac{KQ}{r} - \frac{KQ}{8\pi r^2} (x-r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{KQ}{r} - \frac{KQ \cdot 16}{8 \cdot 9 R^2} \left(\frac{3R}{4} - r\right)$$

2)  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0$ ;  $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\varphi_0$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\varphi_0 \Rightarrow \frac{KQ}{8\pi r^2} \cdot \frac{R}{3}$$

$$\frac{3KQ}{4R^2 \cdot 8\pi r^2} \left(\frac{2R}{3} - \frac{R}{3}\right) = \frac{KQ}{4\pi r^2} \cdot \frac{R}{3}$$

$$\frac{KQ}{r^2} = 14\varphi_0;$$

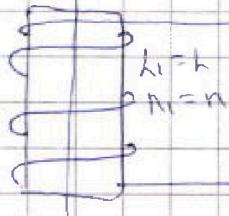
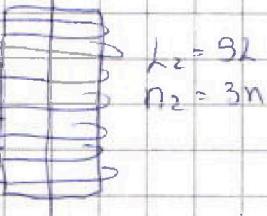
Отв.:  $\frac{KQ}{r} - \frac{KQ \cdot 16}{9\pi R^2} \left(\frac{3R}{4} - r\right)$



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 7СТРАНИЦА  
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!

 $A B_1$  $A B_2$ 

$$\begin{aligned} 1) \quad & J_1 = ? \\ 2) \quad & J_2 = ? \end{aligned}$$

решение:

1) При уменьшении тока на  $6$

из  $E_{\text{д}} = -\Phi \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} n = S \Delta B n$ , но второе катушка будет чувствовать уменьшение тока

$$\text{т.е. } E_{\text{д}} = \partial B \cdot J_1 = S \Delta B n$$

$$\Rightarrow J_1 = \frac{S \Delta B n}{9L}$$

2) При уменьшении тока на  $6 +$   
катушке получится  $E_1 = n S B_1$ , а во 2  
катушке  $E_{\text{д}} = 3n S B_2$ , т.к. ток в 1-й катушке уменьшился, то в 2-й катушке получится  $E_2 = |E_{\text{д}} - E_1|$   
таким образом в обеих катушках будет получиться  
по току  $\Delta B$  одинаковый

$$\Rightarrow (E_0 - 1J) + 3nS = 10LJ$$

$$(3nS - nS) = 10LJ$$

$$2nS = 10LJ$$

$$\ln S (3(\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3}) - (\frac{2B_0}{3} - B_0)) = 10LJ$$

$$\ln S (\frac{B_0}{4} - B_0 - \frac{2B_0}{3} + B_0) = 10LJ$$

$$\frac{5nS B_0}{12} = 10LJ \Rightarrow J = \frac{nS B_0}{24L}$$

$$J = \frac{nS B_0}{24L}$$

Ответ:

$$J_1 = \frac{S \Delta B n}{9L}$$

$$J_2 = \frac{nS B_0}{24L}$$

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.



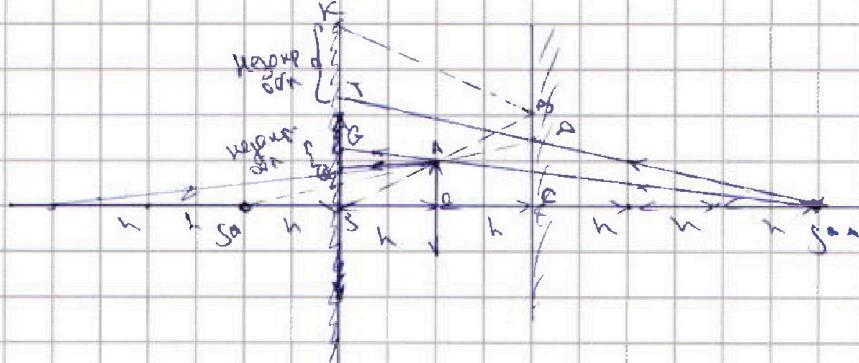
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

$$S_1 = \pi BC^2 - \pi DC^2 = \pi(BC - DC)(BC + DC) = \\ = \pi \cdot \frac{1}{2}r \cdot \frac{7r}{2} = \frac{7\pi}{4}r^2 = 47\pi \text{ см}^2$$

2)  $S^{**}$  - движущийся призма над горизонтом  
 $S^{**}$  - изображение этого призма в горизонте,  
 причем расстояние  $S^{**}$  до горизонта равно  $3h$ ,  
 а до земли  $4h$



$S^{**}$  имеет высоту не землю  $4 \cdot 2$

$S_K$  - сумма всех движущихся полей  $\triangle SKS^{**}$  и  $\triangle STS^{**}$   
 и) первые  $\triangle STS^{**}$  и  $\triangle DC S^{**}$   
 $\frac{ST}{DC} = \frac{SS^{**}}{CS^{**}} \rightarrow \frac{2ST}{3r} = \frac{5h}{3h} \Rightarrow ST = \frac{5r}{2}$

Также из первого  $SK = 4r \Rightarrow$

$$S_D = \pi SK^2 - \pi ST^2 = \pi(SK - ST)(SK + ST) = \pi \cdot \frac{3r}{2} \cdot \frac{13r}{2} = \\ = 39\pi \text{ см}^2$$

ii) первые  $\triangle SG S^{**}$  и  $\triangle OKS^{**}$

$$\frac{SG}{KO} = \frac{SS^{**}}{OS^{**}} \Rightarrow SG = \frac{5h}{4h} \Rightarrow SG = \frac{5r}{4}$$

т.к.  $S^{**}$  наклонено не расстоянию  $4h = 2F$ , то  
 это изображение будет иметь не расстоянием  $4h$   
 от земли  $\Rightarrow$  из первого



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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

$$\frac{AO}{S\odot} = \frac{5r}{4r} \Rightarrow S\odot = \frac{4}{5} r$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow S_{\text{нр}} &= \pi (S\odot^2 - S\odot^2) = \pi (S\odot - S\odot)(S\odot + S\odot) = \\ &= \pi \cdot \left( \frac{5r}{4} - \frac{4r}{5} \right) \left( \frac{5r}{4} + \frac{4r}{5} \right) = \pi \cdot \frac{9r}{20} \cdot \frac{41r}{20} = \\ &= \pi \cdot 41 \cdot 9 \cdot \frac{1}{400} = 3,68\pi \text{ см}^2\end{aligned}$$

$$\Rightarrow S_2 = S_{\text{нр}} + S\odot = 38\pi + 3,68\pi = 42,68\pi$$

$$\text{Ответ: } S_1 = 4\pi ; S_2 = 42,68\pi$$



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

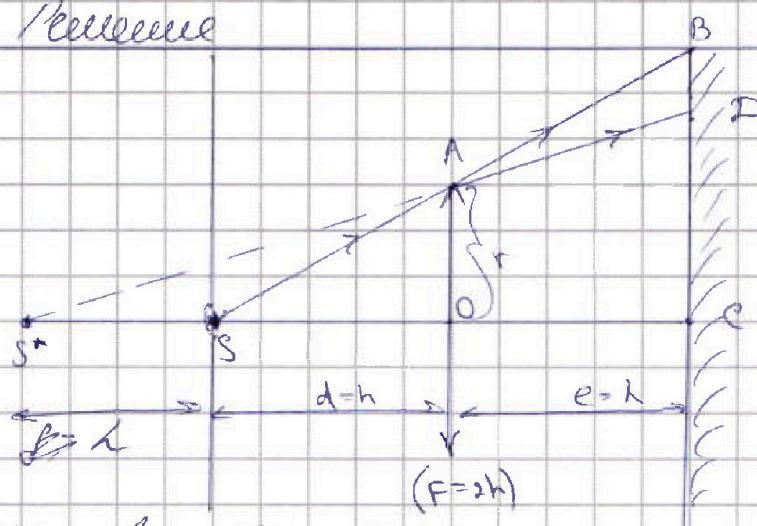
СТРАНИЦА  
1 из 3

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

Дано:

$$d = h; l = h \\ F = 2h; r = 2cm$$

- 1)  $S_1 - ?$
- 2)  $S_2 - ?$



1) Расстояние верхней концы  
лишних — деревянные ноги между ножками, прико-  
нечных джута уменьшить, а ножки привеликнуть.

$$\begin{aligned} \triangle SAO \sim \triangle ABC \text{ по углаам} \Rightarrow \frac{AO}{AC} &= \frac{SO}{BC} \\ \Rightarrow \frac{h}{2h} = \frac{l}{BC} &\Rightarrow BC = 2l \end{aligned}$$

•  $S^* -$  проекция  $S$  в сече; т.к.  $d < F$ , то  
 $S^*$  — симметрическое

$$\begin{aligned} \frac{l}{F} = \frac{l}{d} - \frac{l}{f} \Rightarrow \frac{l}{2h} &= \frac{l}{h} - \frac{l}{f} \Rightarrow \\ \Rightarrow \cancel{\left( \frac{l}{f} = \frac{l}{2h} \right)} &\Rightarrow \cancel{\left( f = \frac{2h}{l} \right)} \quad \frac{l}{f} = \frac{l}{h} \\ &\Rightarrow f = h \end{aligned}$$

•  $\triangle S^*AO \sim \triangle S^*DC$  по углаам  $\Rightarrow$

$$\frac{AO}{DC} = \frac{OA}{DC} \Rightarrow \frac{2L}{2L} = \frac{l}{DC} \Rightarrow DC = \frac{3l}{2}$$

$\Rightarrow S_1 -$  расстояние между ножками обеих скаме-  
й с радиусами  $BC$  и  $DC$

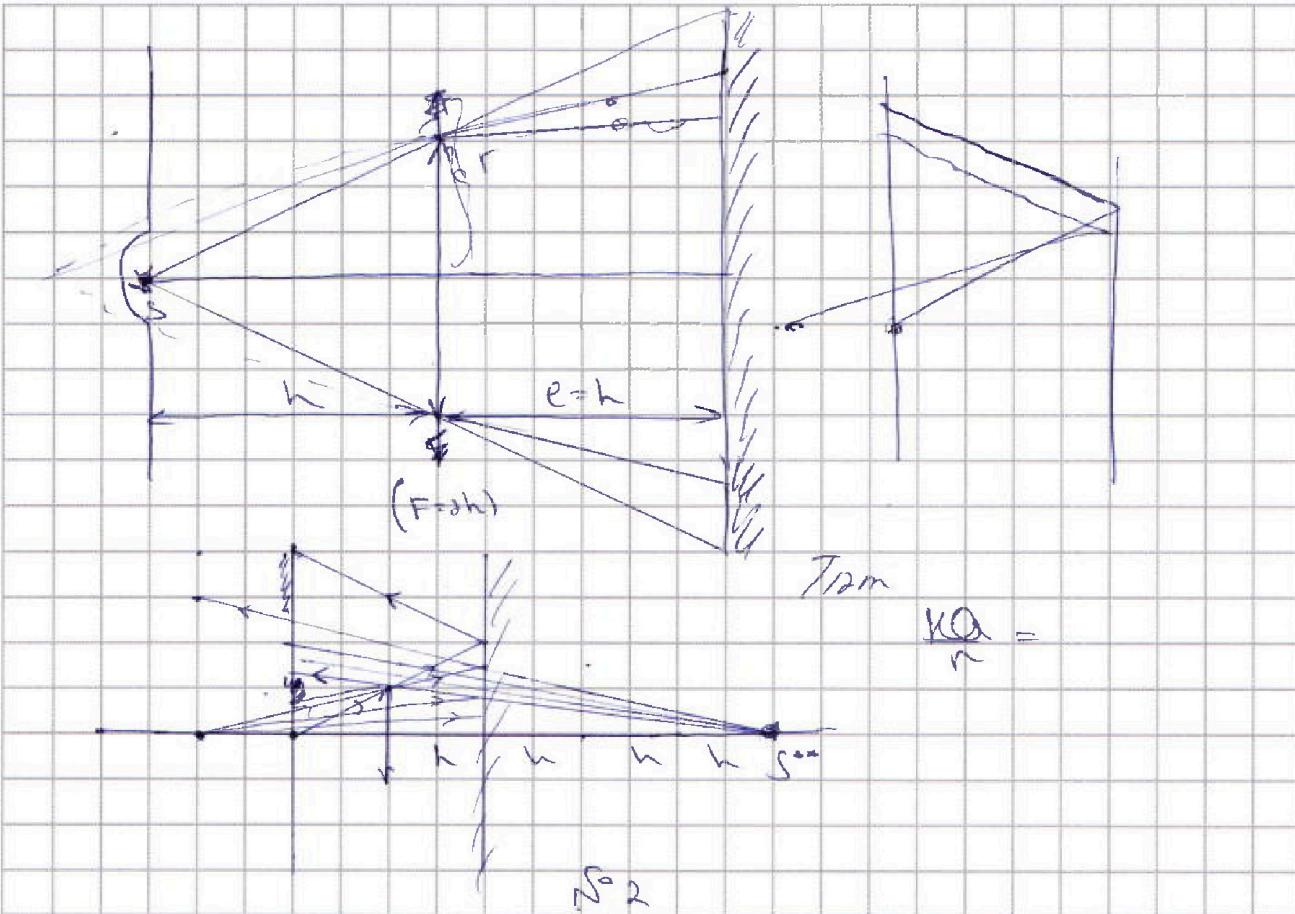


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

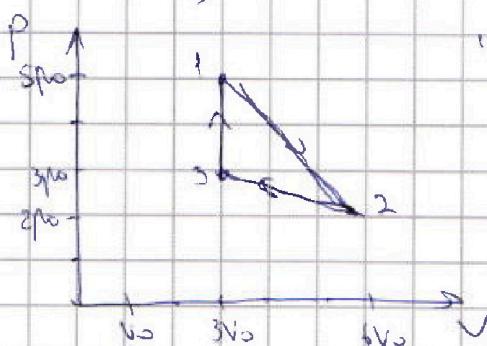
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\rho_1 = 5\rho_0; \rho_2 = 2\rho_0; \rho_3 = 3\rho_0$$

$$V_1 = 3V_0; V_2 = 6V_0; V_3 = 3V_0$$

1)  $\Delta U_{21}$       A      2)  $T_2$       3)  $2 - ?$



$$\rho_1 \Delta T = \frac{1}{2P} (\rho_1 V_1 - \rho_2 V_2)$$





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 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 чёрновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) II 3-и Ньютона для диска:

$$m\ddot{a}_1 = \vec{N} + \vec{F} + \vec{mg}$$

$$\vec{N} = m g \sin \alpha_1 - F \vec{d}$$

$$= m g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{3}{25} = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{3}{25} \right) =$$

$$= m g \left( \frac{51}{25} \right) = m g \left( \frac{16}{5} \right) = \frac{16 m g}{5}$$

2) II 3. Ньютона для ската:

$$5m\ddot{a}_2 = \vec{F}_{\text{н}} + \vec{N}_{\text{н}} + \vec{5mg}$$

$$\vec{N}_{\text{н}} = 5m g \cos \alpha_2 = 5m g \sin \alpha_2 + \vec{f}_{\text{н}}$$

$$\vec{f}_{\text{н}} = 5m \left( g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = \frac{40}{25} m g \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 8 m g \cdot \frac{8}{25} = \frac{64 m g}{25}$$

3) I-к. если попытаться отрываться от ската, то скользит по горизонтальной поверхности

$$N \cos \alpha_1 - F_{\text{н}} \cos \alpha_1 + F_{\text{н}} \cos \alpha_2 - N \sin \alpha_1 + F_{\text{н}} = 0$$

$$N \vec{d} = m g \cos \alpha_1 ; N_{\text{н}} = 5m g \cos \alpha_2$$

$$m g \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - F_{\text{н}} \cos \alpha_1 + F_{\text{н}} \cos \alpha_2 - m g \cos \alpha_2 + F_{\text{н}} = 0$$

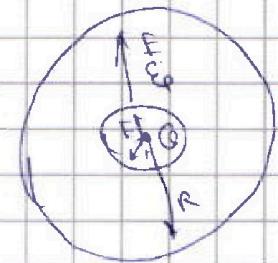
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

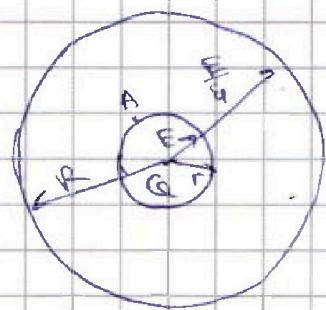
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!



$$q_1 \sigma \left(\frac{R}{3}\right) = \epsilon_0 \cdot q_0 \cdot 8$$

$$\sigma \left(\frac{2R}{3}\right) = 5 \sigma_0$$



$$q \cdot \sigma \cdot \pi R^2 = \sigma(r) = \frac{KQ}{r}$$

$$E = -\sigma(r) \rightarrow \frac{KQ}{R^2} \times \frac{R^2}{x^2}$$

$$E = \frac{KQ}{R^2} \times \frac{R^2}{x^2}$$

$$E_g = \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} \rightarrow q_A - q_B = \frac{KQg^2}{\epsilon_0 R^2} \times \frac{g^2}{g^2}$$

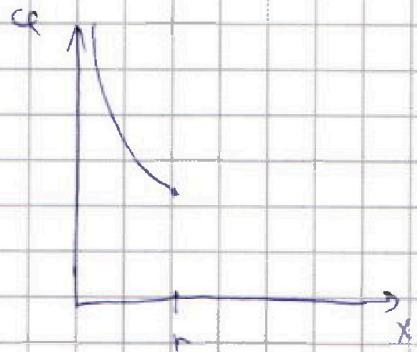
$$\sigma_0 = \frac{KQ}{\epsilon_0 R^2} \times x$$

$$\varphi = \frac{KQ}{\epsilon_0 x} \rightarrow \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{4KQ}{3\epsilon_0 R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3KQ}{\epsilon_0 R} = \frac{3KQ}{\epsilon_0 R} \times \frac{8}{8} \times \sigma_0 \quad \sigma\left(\frac{R}{3}\right)$$

$$\sigma_0 = \frac{KQ}{\epsilon_0 R^2} \quad \varphi - \varphi_0 = \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} \rightarrow \frac{KQ}{\epsilon_0 R^2} \times \left( \frac{1}{x} + \frac{4}{3R} \right)$$

а) Вспомогательные  
номера



$$\sigma(x) = \frac{KQ}{x^2}$$

$$\Delta \sigma = F \cdot E_{ext}$$

$$\sigma(x) - \sigma(r) = \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} \cdot (x - r)$$

$$\sigma(x) = \frac{KQ}{r^2} - \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} (x - r)$$



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!