



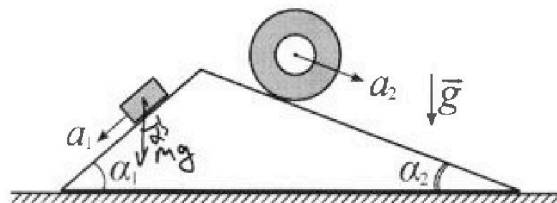
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

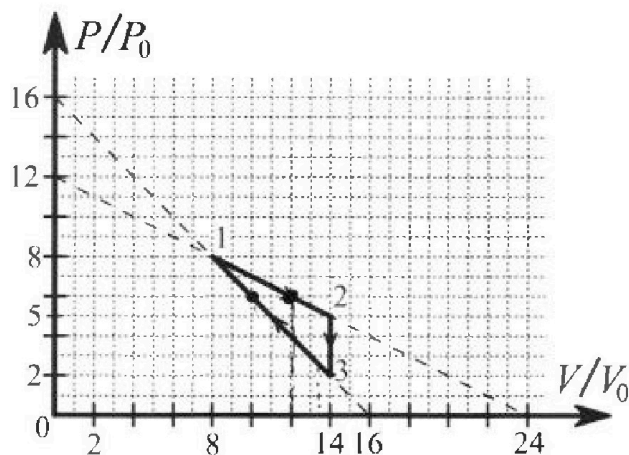


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином. $\frac{3mg}{5} - F_1 = \frac{6mg}{13}$; $F_1 = mg(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}) = \frac{9mg}{65}$
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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

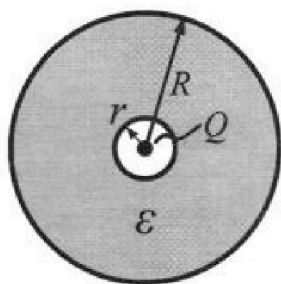
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



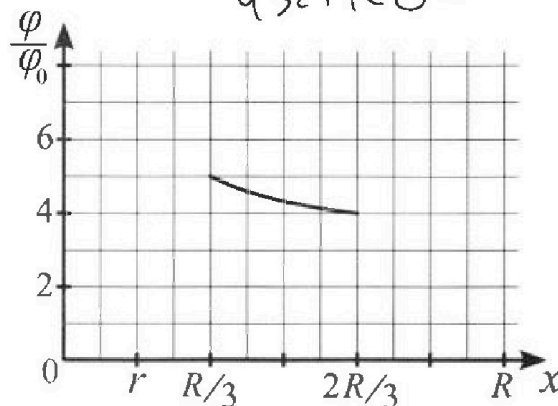
Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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



$$\begin{array}{r} 960 \\ - 96 \\ \hline 864 \\ \cdot 384 \\ \hline 256 \\ \hline 128 \end{array}$$





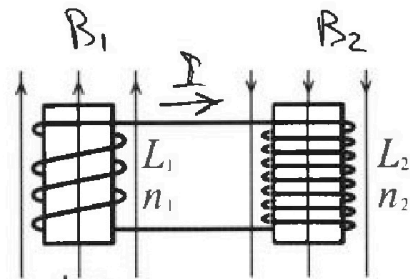
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



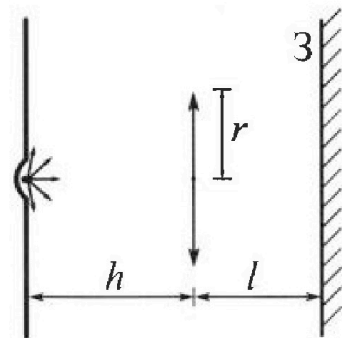
4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



$$\Phi = nS B_1 - 4nS B_2 + LI + 16LI$$

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

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



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

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

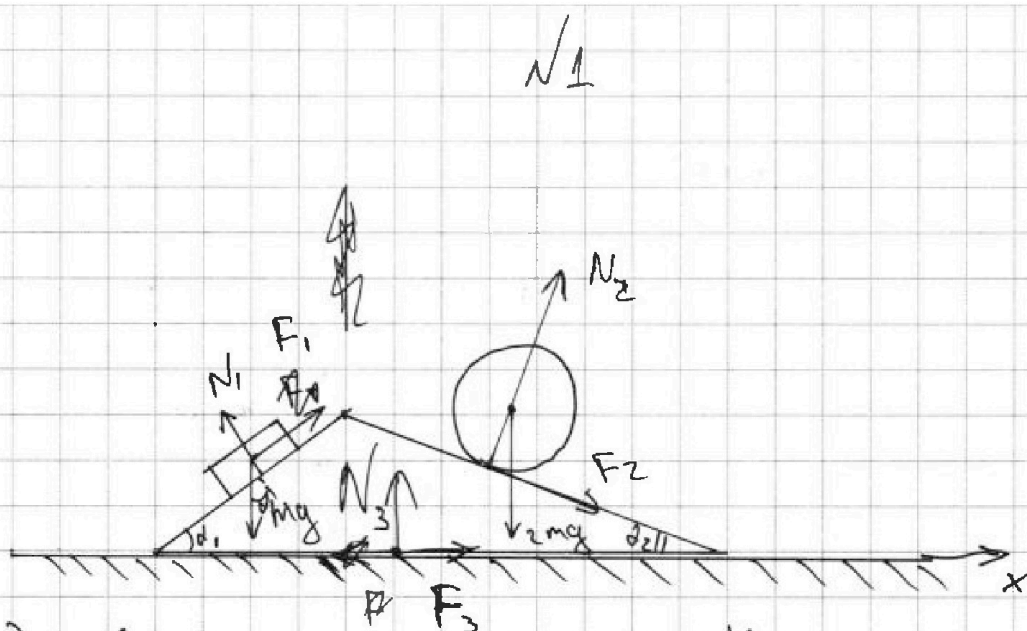


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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



- 1) Проецируем IIЗ-н Ньютона на левую поверхность клина
- $$mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$\frac{3mg}{5} - F_1 = \frac{6mg}{13}; F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \frac{9mg}{65}$$

- 3) Теорема о движении центра масс. Ускорение ц.м. системы вдоль Ox:

$$a_x = \frac{-m_1 a_1 \cos \alpha_1 + m_2 a_2 \cos \alpha_2}{M}$$

где M - масса всей системы с клином.



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 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!

~~II з. Н. на 0 + для~~

Теорема о движении ц.м.
на O_x :

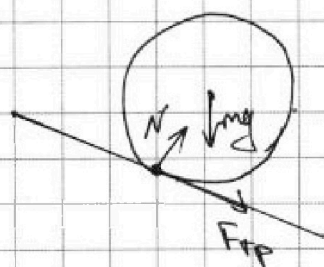
$$-m a_1 \cos \varphi_1 + 2m a_2 \cos \varphi_2 = F_3$$

$$- \frac{6mg}{13} \cdot \frac{4}{5} + \frac{mg}{4} \cdot \frac{2 \cdot 12}{13} = F_3$$

$$mg \left(\frac{6}{13} - \frac{24}{5 \cdot 13} \right) = F_3$$

$$mg \cdot \frac{6}{65} = F_3; \quad F_3 = \frac{6mg}{65}$$

2) Числовые неперескальзывания:
числовое ускорение земной поверхности
на радиус равно поступатель-
ному.



от цилиндра:

цилиндр полый,
момент инерции
отн. центра
 $I = 2mR^2$ где R - радиус.
ден. уравнение движения
вращ. движение отн.



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!

$$\Gamma E = F_{\text{тр}} \cdot R$$

$$E = \frac{F_{\text{тр}} F_z}{2mR}$$

$$E \cdot R = Q_z \text{ — условие не проскальзывания}$$

$$\frac{F_z}{2m} = g_4; \quad F_z = \frac{mg}{2}$$

Пересчит (считайте черновик)

3)

$$Q_x = \frac{2mq_z \cos d_2 + 3m \cdot m a_1 \cos d_1}{M}$$

$$M a_x = F_{\text{тр}}$$

$$\frac{2mg}{14} \cdot \frac{12}{13} - \frac{6mg}{13} \cdot \frac{4}{5} = \frac{6mg}{65}$$

$$2mg \sin d_2 + F_{\text{тр}} = \frac{mg}{2}$$
$$\frac{10mg}{13} + F_{\text{тр}} = \frac{mg}{2}$$



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

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
6 из 7

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!

1-2:

$$p = 12p_0 - \frac{p_0 V}{2V_0}; dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV$$

$$dA = p dV = 12p_0 dV - \frac{p_0 V dV}{2V_0}$$

$$dU = \frac{3}{2}(p dV + V dp) = \frac{3}{2}\left(12p_0 dV - \frac{p_0 V dV}{2V_0} - \right.$$

$$\left. - \frac{p_0 V dV}{2V_0}\right) = 18p_0 dV - \frac{3}{2} \frac{p_0 V dV}{V_0}$$

$$30p_0 dV = 2 \frac{p_0 V dV}{V_0}$$

3-1

$$p = 16p_0 - \frac{p_0 V}{V_0}; dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$dA = p dV = 16p_0 dV - \frac{p_0 V dV}{V_0}$$

$$dU = \frac{3}{2}(p dV + V dp) = \frac{3}{2}\left(16p_0 dV - \frac{p_0 V dV}{V_0} - \right.$$

$$\left. - \frac{p_0 V dV}{V_0}\right) = 24p_0 dV - 3 \frac{p_0 V dV}{V_0}$$



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.

1
☐2
☒3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 7

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!

 $\sqrt{2}$

1) АЕ

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

$$A = \frac{1}{2} \cdot 6V_0 \cdot 3P_0 = 9P_0 V_0$$

(мощность преобразователя)

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (20P_0 V_0 - 64P_0 V_0) = 9P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$$

$$2) T_3 \in 14 \cdot 2 P_0 V_0 = \cancel{14} VRT_3 -$$

$$T_3 > \frac{28 P_0 V_0}{VR}$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для
мол. смеси газов

В процессе 1-2 график коснется изотермы в точке с миним. температурой.

Уравнение процесса 1-2:

$$P = 12P_0 - \cancel{24P_0} \frac{V}{24V_0} \frac{V}{V_0} P_0 \cdot \frac{1}{2}$$



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.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 7

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!

$$P = P_0 \left(12 - \frac{V}{2V_0} \right); PV = \nu RT$$

Хотим максимизировать PV
на процессе 1-2; тогда T
будет наиб. наиб.

$$T \text{ E } PV = P_0 \left(12 - \frac{V}{2V_0} \right) \cdot V =$$

$$= 12 P_0 V - \frac{P_0 V^2}{2V_0}; \text{ ищем вершину параболы}$$

$$V_x = \frac{12 P_0}{P_0} \cdot V_0 = 12 V_0$$

Как раз приращением 1-2

$$P_x = 6 P_0$$

$$P_x V_x = \nu R T_x; T_x = \frac{72 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_x}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

3) В процессе 2-3 мы меняем
всё сразу; это факт.



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 7

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!

~~В процессе~~

Рассмотрим процессы 1-2 и 3-1;
Там может случиться касание
адиабат.

Процессе 1-2:

$$p = p_0 \left(12 - \frac{V}{2V_0} \right); \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0}; dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV$$

$$dA = p dV = 12 p_0 dV - \frac{p_0 V dV}{2V_0}$$

$$dU = \frac{3}{2} (p dV + V dp) = \frac{3}{2} \left(12 p_0 dV - \frac{p_0 V dV}{2V_0} \right) -$$

$$- \frac{p_0 V dV}{2V_0}; \text{ касание происходит}$$

там, где $dA + dU = 0$; на dV сразу сокра-
тим все

~~$12 p_0 dV$~~

$$12 p_0 - \frac{p_0 V}{2V_0} + 18 p_0 - \frac{3 p_0 V}{2V_0} = 0$$

$$30 p_0 = 2 p_0 \frac{V}{V_0}; \frac{V}{V_0} = 15$$

И.е. на процессе 1-2 в точке $V = 15 V_0$
НР случится касание адиабат, т.е. не будем
на 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.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 7

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!

Аналогично процессу 1-3:

$$dp = -p_0 \frac{dV}{V_0}$$

$$dp = -\frac{p_0 V dV}{V_0^2}$$

$$p = 16 p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} = p_0 \left(16 - \frac{V}{V_0} \right)$$

$$dA = p dV = 16 p_0 dV - \frac{p_0 V dV}{V_0}$$

$$dU = \frac{3}{2} (p dV + V dp) =$$

$$= \frac{3}{2} \left(16 p_0 dV - \frac{p_0 V dV}{V_0} - \frac{p_0 V dV}{V_0} \right) =$$

$$= 24 p_0 dV - \frac{3 p_0 V dV}{V_0}$$

$$dA + dU = 0$$

$$40 p_0 dV - \frac{4 p_0 V dV}{V_0} = 0$$

$$\frac{40}{4} = \frac{V}{V_0} \quad V = \frac{40 V_0}{4} = 10 V_0$$

можем произойти касание адиабаты.

III. е. в процессе 1-2 мы получаем
меньше энергии, чем требуется до точки $V = 10 V_0$

а в процессе 3-1 мы его получаем



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
5 ИЗ 7

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!

закрывающая
нагрузка в точке $\frac{40V_0}{3}$ $10V_0$

Вышаем Q_+ :

$$Q_{12} = 3V_0 A_{12} + \Delta U_{12} = 3 \cdot 6V_0 \cdot \frac{(8+7)P_0}{2}$$

$$= 39P_0V_0 + \frac{3}{2} \cdot 6P_0V_0 = 48P_0V_0$$

$$Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13} = -2V_0$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -\frac{16V_0}{3} \cdot \frac{P_0}{2} \left(16 - \frac{49}{16} + 8\right)$$

$$+ \frac{3}{2} \left(64P_0V_0 - P_0V_0 \cdot \frac{49}{3} \cdot \left(16 - \frac{49}{3}\right)\right) =$$

$$= -16 - 8P_0V_0 \cdot \frac{32}{3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0V_0 \left(64 - \frac{320}{9}\right) =$$

$$= -\frac{256P_0V_0}{9} + 86P_0V_0 - \frac{160}{3}P_0V_0 =$$

$$= \frac{P_0V_0}{9} (864 - 480 - 256) = \frac{128P_0V_0}{9}$$

$$Q_+ = Q_{31} + Q_{12} = \frac{550P_0V_0}{9}$$

$$\eta = \frac{81}{550} = \frac{A}{Q_+} \quad ; \quad A = 9P_0V_0$$



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.

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
7 ИЗ 7

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!

$$Q_{31} = \cancel{A_{31}} + \Delta U_{31} = -\frac{16 V_0 \cdot \rho_0}{3}$$

$$\begin{aligned} Q_{31} &= A_{31} + \Delta U_{31} = -2 V_0 \cdot \frac{\rho_0}{2} (16 - 10 + 8) + \\ &+ \frac{3}{2} (64 \rho_0 V_0 - \rho_0 V_0 \cdot 10 \cdot (16 - 10)) \\ &= -2 V_0 \cdot \frac{\rho_0}{2} (8 + 6) + \frac{3}{2} (64 \rho_0 V_0 - 60 \rho_0 V_0) = \\ &= -14 \rho_0 V_0 + 6 \rho_0 V_0 = \end{aligned}$$

готовим 10 V_0

$$\begin{aligned} Q_{31} &= A_{31} + \Delta U_{31} = -4 V_0 \cdot \frac{\rho_0}{2} \cdot 4 + \\ &+ \frac{3}{2} (60 - 28) = -8 \rho_0 V_0 + 16 - 48 \rho_0 V_0 = \\ &= 40 \rho_0 V_0 \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{31} + Q_{12}} = \frac{9}{108} = \frac{1}{12}$$

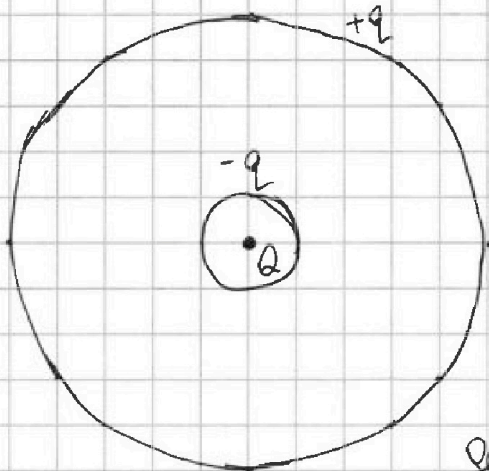


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



№3

Закон Кулона для
точ. заряда

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2 x^2}$$

где x - расстояние

до за

От точки до заряда; ϵ - диэлектрическая проницаемость в точке.

Индукцированные на диэлектрике заряды не создают поля вне шара.

(суммарный заряд на двух сферических поверхностях равен нулю).

И.е. снаружи шара поле зависит от

x как:

$$E_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}$$

Найдем индуцированный на внутренней сфере заряд.



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 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!

Внешняя сферическая поверхность
не создает поля внутри диэлектрика
м.к. сфера; внутренняя дает поле $-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{x^2}$

Поле в диэлектрике (принцип суперпозиции)

$$\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{x^2}$$

$$\frac{Q}{\epsilon} = Q - q ; q = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{Q}{\epsilon} \cdot (\epsilon - 1)$$

Теперь можем при помощи принципа
суперпозиции найти потенциал в
 $x = \frac{5R}{6}$; Внешняя сфера создает
там потенциал $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R}$; внутренняя

вместе с точечным зарядом созда-
ет там потенциал

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(Q-q) \cdot 6}{5R} = \frac{3}{10\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q-q}{R} = \frac{3Q}{10\pi\epsilon_0 R} =$$

Потенциал равен:

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{5R} \cdot \frac{Q}{\epsilon} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6Q}{5R \cdot \epsilon}$$

$$\phi = \frac{Q(\epsilon-1)}{4\pi\epsilon\epsilon_0} + \frac{3Q}{10\pi\epsilon\epsilon_0 R} = \frac{Q}{\pi\epsilon\epsilon_0 R} \left(\frac{\epsilon-1}{4} + \frac{3}{10} \right)$$



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 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!

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{Q(\epsilon-1)}{R} + \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{6Q}{5R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R} \left(\epsilon + \frac{6}{5} \right)$$

~~Внешняя сфера~~

2) Точки $\frac{R}{3}$ и $\frac{2R}{3}$ лежат
одн. внутри диэлектрика.
Посчитаем потенциал в обеих:

$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{3Q}{\epsilon R} =$$

$$= \frac{Q(\epsilon-1)}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R} + \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R} \left(\epsilon - 1 + \frac{3}{\epsilon} \right)$$

$$\cdot \left(\epsilon - 1 + \frac{3}{\epsilon} \right) \cdot (\epsilon + 2) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \frac{\epsilon + 2}{\epsilon}$$

- в точке $\frac{R}{3}$

$$\varphi_2 = \frac{Q(\epsilon-1)}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R} + \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R \cdot 2} =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R} \left(\epsilon - 1 + \frac{3}{2} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \frac{2\epsilon + 1}{2\epsilon}$$

Согласно графику $\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{5}{4}$; верно.



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
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!

$$2. \frac{e+2}{2e+1} = \frac{5}{4}$$

$$8(e+2) = 5(2e+1)$$

$$2e = 11; e = \frac{11}{2}$$



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

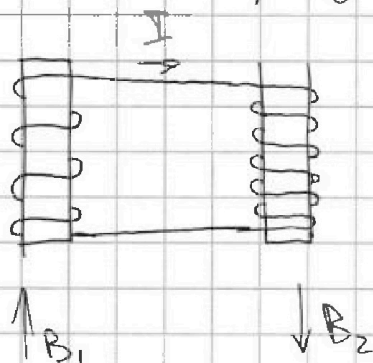
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!

катушку сверхпроводящую, т.е. суммарный ток через катушки постоянен.



На рисунке
указано направление
тока (возьмем
поток равен: I)

$$\Phi = n S B_1 - 4n S B_2 \text{ (ток равен)}$$

$$\Phi = \text{const}$$

За время Δt B_1 изменилось
на величину $\Delta B = \Delta t$

$$\begin{aligned} \Phi &= n S (B_1 + \Delta t) - 4n S B_2 + L I + 16 L I = \\ &= n S B_1 - 4n S B_2 \end{aligned}$$

$$n S \Delta t + 17 L I = 0; I = -\frac{n S \Delta t}{17 L}$$

дифференцируем по времени, получаем

$$\dot{I} = -\frac{n S \dot{\Delta t}}{17 L}; |\dot{I}| = \frac{n S \dot{\Delta t}}{17 L}$$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
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) $\Phi = nSB_0 - 12nSB_0$ — ~~поток~~
в ~~потенциале~~

$$\Phi = \text{const.}$$

Поток в конце ток равен I

$$\Phi = \frac{nSB_0}{3} - 27nSB_0 + LI + 16LI =$$

$$= nSB_0 - 12nSB_0$$

$$- \frac{80nSB_0}{3} + 17LI = -11nSB_0$$

$$17LI = \frac{80-33}{3} nSB_0$$

$$17LI = \frac{47}{51} nSB_0 ; I = \frac{47}{51} \frac{nSB_0}{L}$$

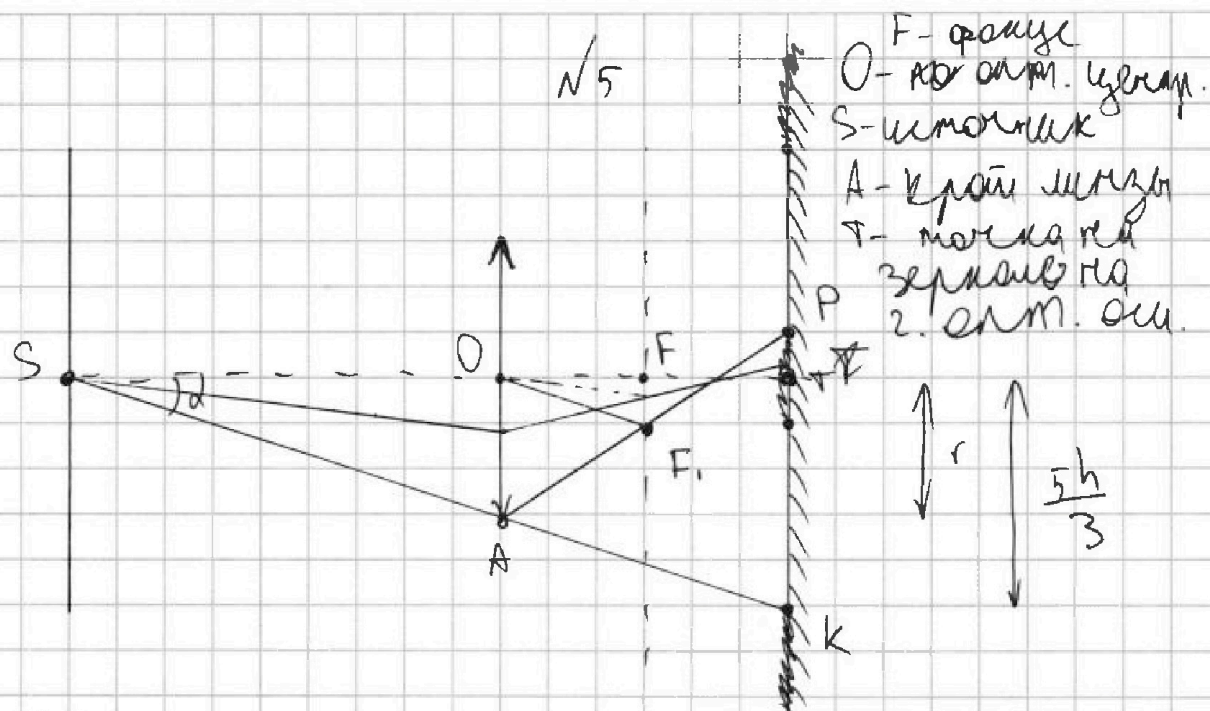


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
1 из 6

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!



Пусть лучи идут через край линзы так, чтобы
он не превышался. Из подобия

Треугольников $\triangle SOA$ и $\triangle SOK$ расстоя-
ние OK будет $\frac{5h}{3}$. Видно, что на это зеркало
далее точки K будут освещены.

Теперь пусть лучи идут через край линзы так,
чтобы лучи не превышались. Строим

на фокальной плоскости передний

фокус F . так, чтобы $OF \parallel SA$;

Продолженный SA пройдет через F и
пересечет зеркало в точке P



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 6

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!

$\angle OSA = \angle TOF_1 = \angle$ из параллельности

$$\tan \angle = \frac{r}{h}$$

$$OF = \frac{OS}{3}; \text{ из подобия } \triangle SOA; \triangle OFF_1$$

$$\text{следует } FF_1 = \frac{r}{3}$$

AF_1 пересекает зеркало в т. P ;

$AF_1 = F_1P$ м.х. фокальная плоскость

перпендикулярна линзе и зеркалом

(подобие). Расстояние между A и F_1

Проекция AF_1 на вертикаль равна

$$r - FF_1 = \frac{2r}{3}; \text{ аналогично проекция}$$

$$F_1P \text{ тоже } \frac{2r}{3}. \text{ откуда находим}$$

$$TP = \frac{2 \cdot \frac{2r}{3}}{3} - r = \frac{r}{3}.$$

Покажем, что все лучи, прошедшие через OA , пройдут через TP

Любой луч ~~идет~~ — тем же лучомой ~~идет~~, тем OA , пересекает линзу ~~идет~~ тем A ; ~~идет~~ тем F_1 ~~идет~~ тем F_1



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

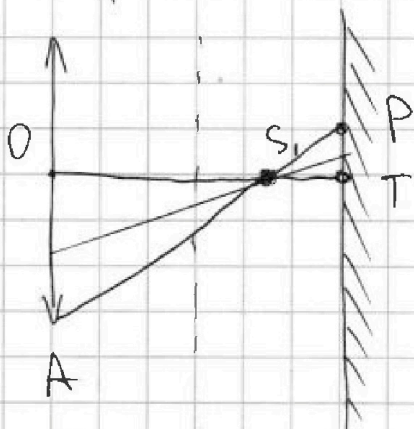
СТРАНИЦА
3 из 6

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!

Изображение источника света
перед зеркалом; т.е. луч, вышед-
ший от источника к главной оси; край
пересечет зеркало ниже к ней же:
 S_1 - изображение. Перпендикулярной
лучи:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{OS_1}; F = \frac{h}{3}$$

$$\frac{2}{h} = OS_1 \cdot \frac{1}{OS_1}; OS_1 = \frac{h}{2}$$



Все лучи, прошедшие параллельно
через O, пройдут
и через S_1 ; т.е.
движения будет окру-
жности радиуса PT

Площадь несвещенной части:

$$\begin{aligned} \pi \cdot TK^2 - \pi \cdot PT^2 &= \pi \cdot \frac{25h^2}{9} - \pi \frac{h^2}{9} = \\ &= \frac{8\pi}{3} h^2 = \frac{200\pi}{3} \text{ см}^2. \end{aligned}$$

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 ☐

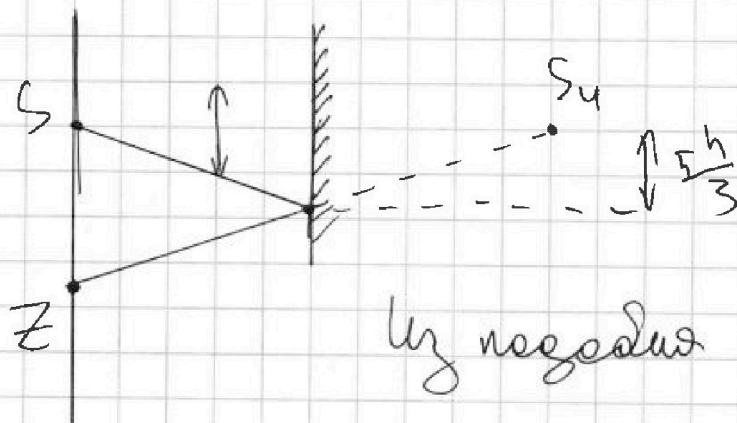
СТРАНИЦА
6 из 6

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!

лучи S_2 прошедший через край светлого пятна на зеркале пересекает стену ещё дальше.

Последняя группа лучей - не прошедшая через линзу.

Они пересекутся в S_4 - отразившись S отн. зеркала:



$$\text{лучи пересекут } SZ = \frac{10h}{3}$$

что опять же больше, чем SR . Таким образом, все, что больше R , будет светиться. Нев. мощность:

$$\begin{aligned} \pi SR^2 - \pi SQ^2 &= \pi \left(\frac{121r^2}{25} - \frac{16r^2}{25} \right) = \\ &= \frac{\pi}{5} \cdot 21r^2 = 105\pi \text{ см}^2 \end{aligned}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
74 из 66

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!

6 линза (оно действительное).

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{OS_2} + \frac{1}{OS_3}$$

$$\frac{3}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{OS_3}$$

$$\frac{1}{OS_3} = \frac{9}{5h} ; OS_3 = \frac{5h}{9} ; SS_3 = \frac{4h}{9}$$

Найдем радиус круга, описанного
лучами, прошедшими через OS_3

после преломления

$$\triangle SQS_3 \sim \triangle BOS_3 \text{ по тр. подобия } \frac{4}{h} = \frac{SS_3}{SO}$$

$$SQ = \frac{4}{h} r ; \text{ Теперь смотрим}$$

на остальные лучи.

Луч из S_2 проходящий через

A и не преломившийся пройдет

~~через светлый палец на~~
~~через край светлого палец на~~

зеркале и пересечет стержень в точке R

$$SR = OA \cdot \frac{SS_2}{OS_2} = R \cdot \frac{\frac{11h}{6}}{\frac{5h}{6}} = \frac{11R}{5}$$

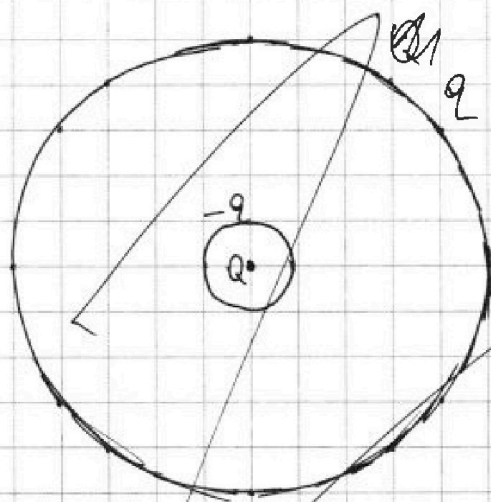


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} =$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{Q}{x^2} - \frac{q}{x^2} \right)$$

$$\frac{1}{\epsilon} Q = Q - q$$

$$q = \frac{Q(\epsilon - 1)}{\epsilon}$$

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q(\epsilon - 1)}{\epsilon R} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6Q}{5R} +$$

$$- \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q(\epsilon - 1)}{5\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{6}{5} - \frac{1}{5} \right)$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{6}{5} - \frac{\epsilon - 1}{5\epsilon} \right)$$

$$+ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{5R} (Q - q) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R} \left(1 + \left(\frac{6}{5} - \frac{\epsilon - 1}{5\epsilon} \right) \epsilon + \frac{1}{\epsilon} \right)$$



На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер странички 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!

