

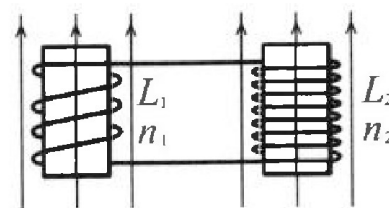
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

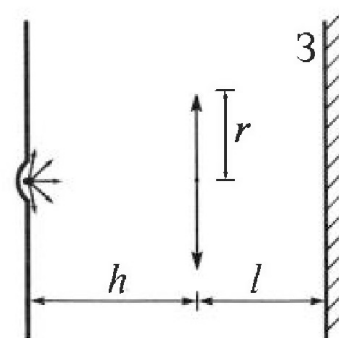


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь 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.



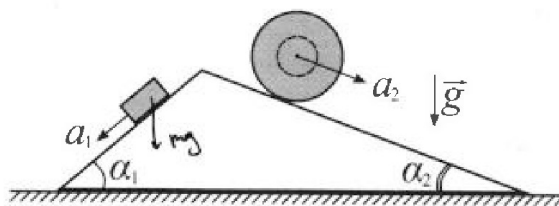
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



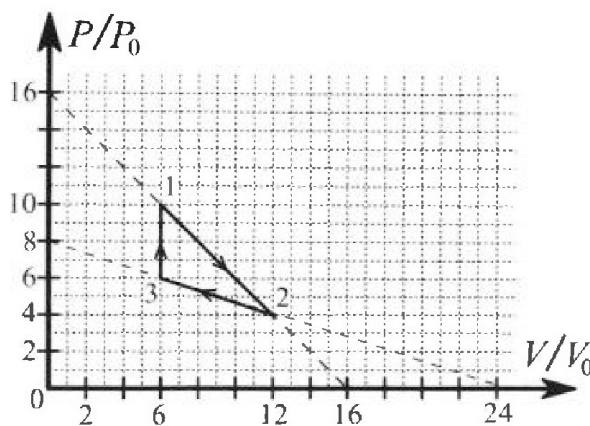
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_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.

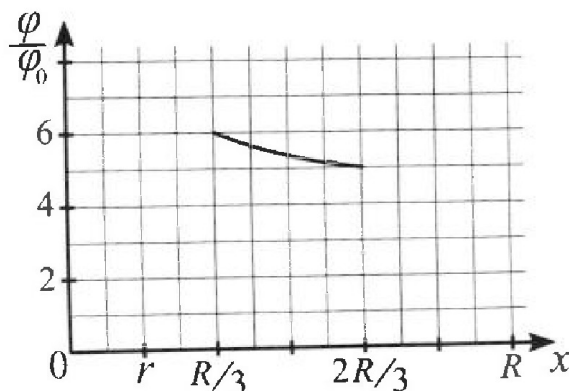
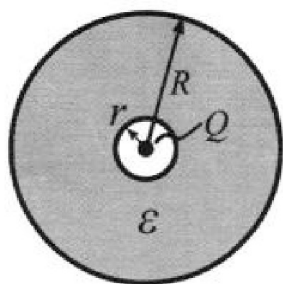


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



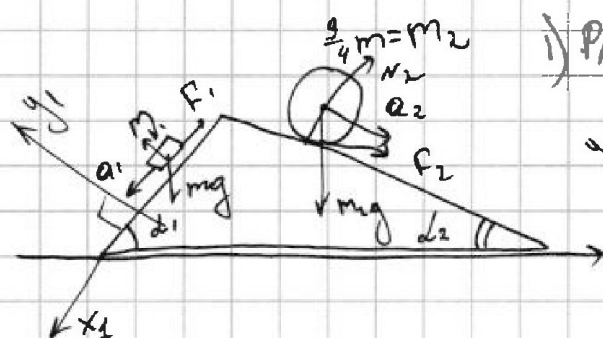


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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) РАС-ши брусок: II-ой з-н Ньютона
вкр. на ось X_1 : $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$
 y : $0 = N_1 - mg \cos \alpha_1$
 $F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) =$
 $= \frac{51-25}{85} mg = \frac{26}{85} mg. (1)$

2) РАС-ши полый шар:



Ур-ие движения Твёрдого тела:

$$I \epsilon = F_2 R$$

ϵ - угловое ускорение шара

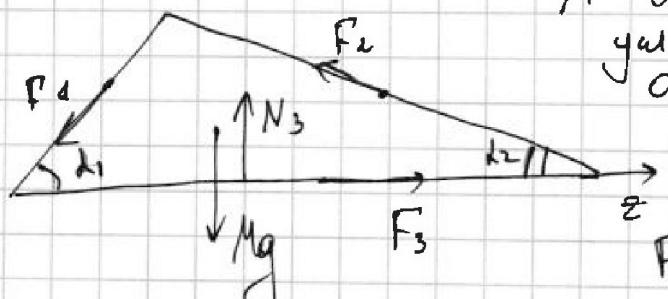
$$\epsilon = \frac{a_2}{R}, R - \text{радиус шара.}$$

I - момент инерции полного шара

$$I = m_2 R^2 = \frac{9}{4} MR^2.$$

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

3) РАС-ши клин.



M - масса клина

уч. равновесия вкр. на ось Z :

$$0 = -F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + F_3$$

$$F_3 = \left(\frac{26}{85} \cdot \frac{4}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{15}{17} \right) mg$$

$$F_3 = \frac{26 \cdot 12 + 30 \cdot 25}{17 \cdot 25 \cdot 3} mg = \frac{312 + 750}{17 \cdot 25 \cdot 3} mg = \frac{1062}{425 \cdot 3} mg = \frac{354}{425} mg. (3)$$

Ответ: $F_1 = \frac{26}{85} mg$

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

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



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

$$\alpha = 3.$$

$$1) A_{12} = \frac{10P_0 + 4P_0}{2} \cdot 6V_0 = 42 P_0 V_0$$

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

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

$$A_{31} = 0$$

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

$$\beta = \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$$

2) T_5 — из ур-ня Менделеева — Клапейрона:

$$T_5 = \frac{P_3 V_3}{\nu R} = \frac{36 P_0 V_0}{\nu R}$$

Расс-им процесс $1 \rightarrow 2$, здесь $P = 16P_0 - \frac{V}{V_0} P_0$, так как $V \leq 12V_0/12$
зависимость давления газа от его объёма на участке

Тогда температура газа на участке $1 \rightarrow 2$ будет ст-ем $1 \rightarrow 2$.
ур-ня Менделеева — Клапейрона:

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

$T(V)$ — ур-ня прт параболы ветвлени вниз $\Rightarrow$ макс. ф-ии
(температура) будет в вершине этой параболы, т.е.
при $V = \frac{-\frac{16P_0}{\nu R}}{-2 \cdot \frac{P_0}{V_0 \nu R}} = 8V_0$ (входит удовл. кер-ву (2))

$$T_{\max} = (-64 + 8 \cdot 16) \frac{P_0 V_0}{\nu R} = 64 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\gamma = \frac{T_{\max}}{T_5} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$



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
☐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!

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

$$dQ = dA + dU.$$

маленький угайчик

Рассчитаем процесс 1→2:

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

$$dQ_{12} = \frac{5}{2} \cdot \left(16 \hat{P}_0 dV - \frac{V}{V_0} P_0 dV \right) + \frac{3}{2} V \cdot \left(-dV \frac{P_0}{V_0} \right) =$$

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

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

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

Рассчитаем процесс 2→3:

давление зависит от объема медленным образом:

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

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

309 где малю угайчик процесс 2→3:

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

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

$dV < 0$ на этом процессе.

$dQ_{23} > 0$ при $V > 15V_0$ не удовн. усл. (5) $\Rightarrow dQ_{23} < 0$.

• $dQ_{31} = \frac{3}{2} V dP > 0$ на всем участке 3→1 на всем участке 2→3

$$Q_{31} = \frac{3}{2} P_0 \cdot 6V_0 = 36 P_0 V_0$$

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

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

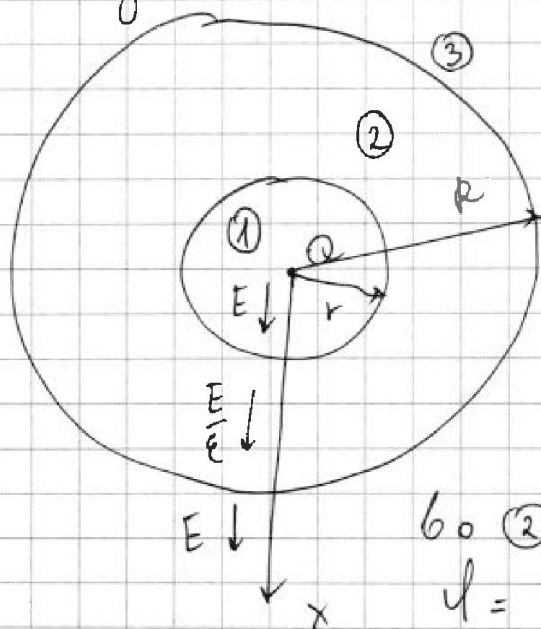


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Вид электрического ~~поле~~ напряжённости поле уменьшается в раз.
тогда:



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

$$\Delta\varphi = \int E dx$$

φ_y - потенциал в центре шара;

Рассчитаем как зависит потенциал от координаты в ① области:

$$\varphi = \varphi_y - \frac{kQ}{x} \quad 0 \leq x \leq r$$

$$\varphi(r) = \varphi_y - \frac{kQ}{r}$$

в ② области:

$$\varphi = \varphi(r) - \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{\epsilon r} \quad r < x \leq R$$

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

$$\varphi(R) = \varphi_y - \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R}$$

в ③ области:

$$\varphi = \varphi(R) - \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R} = \varphi_y - kQ \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) - \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi(\infty) = 0 \Rightarrow \varphi_y = \frac{kQ(\epsilon-1)(R-r)}{Rr\epsilon}$$

тогда

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

$$1) \text{ а) при } r > \frac{11}{12} R: \varphi = kQ \frac{11(\epsilon-1)(R-r) - 12r\epsilon}{11\epsilon R} = kQ \frac{11\epsilon R - 11R + 11r - 23\epsilon r}{11\epsilon R}$$

$$б) \text{ при } r < \frac{11}{12} R: \varphi = kQ \frac{11\epsilon R - 11\epsilon\epsilon - 12\epsilon}{11\epsilon R} = kQ \frac{-11\epsilon-1}{11\epsilon R}$$



На одной странице можно оформить 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!

$$\psi\left(\frac{R}{3}\right) = KQ \left(-\frac{9-1}{\varepsilon R} - \frac{1}{\varepsilon R/3} \right) = KQ \left(\frac{-\varepsilon-2}{\varepsilon R} \right) = 6\%$$

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

$$\frac{\psi\left(\frac{R}{3}\right)}{\psi\left(\frac{4R}{3}\right)} = \frac{6}{5} = \frac{-\varepsilon-2}{-\varepsilon-0.5}$$

$$6\varepsilon - 15 = 5\varepsilon - 20 \quad -6\varepsilon - 3 = -5\varepsilon - 10$$

$$\varepsilon = 5$$

$$\varepsilon = 7$$

Ответ: 1) а) $r \geq \frac{11}{12} R$: $\psi = KQ \frac{\varepsilon(11R-23r)-11(R-r)}{11\varepsilon R}$

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

2) $\varepsilon = 7$



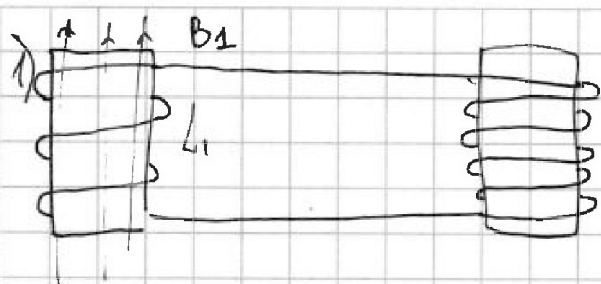
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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.
 $\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} \quad S = 2 \text{ S}$
 $\mathcal{E}_i = L_2 \dot{I} + L_1 \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{42 \text{ S}}{13}$

$$\mathcal{E} = S \cdot \left(\frac{dB_1}{dt} - \frac{dB_2}{dt} \right) = - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$I = \frac{S}{L_1 + L_2} \cdot \left(\left(4 - \frac{8}{3} \right) B_0 - \left(B_0 - \frac{3}{4} B_0 \right) \right) = \frac{42 \text{ S}}{13 L} \cdot \frac{48 - 32 - 12 + 9}{12} B_0 =$$
$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{B_0 S}{L}$$

Ответ: $\dot{I} = \frac{42 \text{ S}}{13}$
 $I = \frac{1}{3} \cdot \frac{B_0 S}{L}$

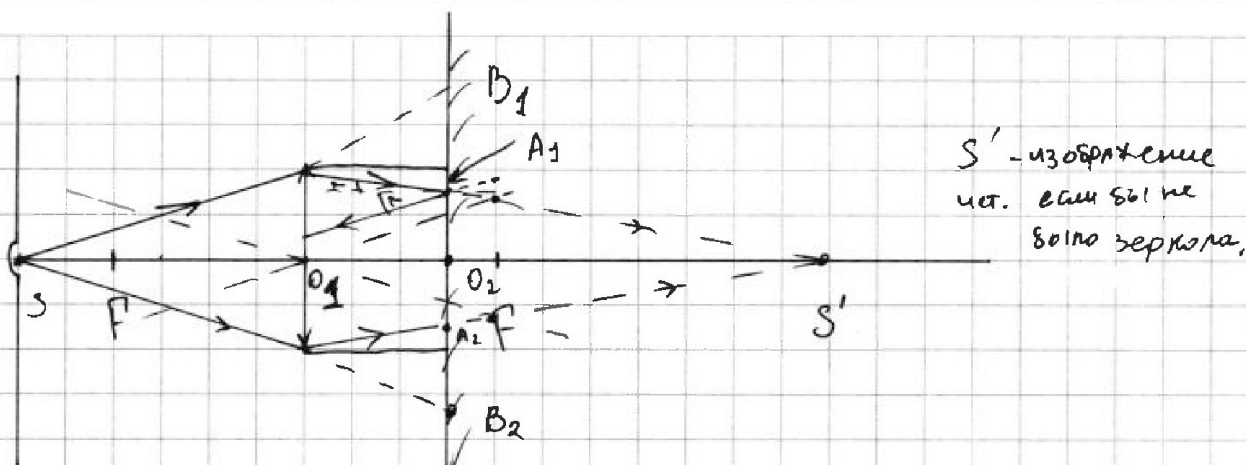


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

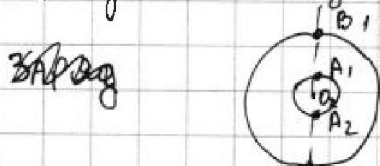


S' - изображение
ист. если бы не
было зеркала,

1) рас-ши крайние лучи (они определяют границу осв. части зеркала, они пересекают зеркало в т. A_1 и A_2)
рас-ши первые лучи (самые близкие к ГОО) которые

не преобладают (проще меньше лучей), лучи SB_1 и SB_2 .

Тогда наименьшей частью зеркала будет кольцо



Найдём O_2A_1 и O_2B_1 :
из подобия:

$$O_2A_1 = r \cdot \frac{O_1S' - \ell}{O_2S'} \quad O_2B_2 = r \cdot \frac{h + \ell}{h} = r \cdot \left(1 + \frac{\ell}{h}\right) = r(1 + 0,5) = 6 \text{ см}$$

из ф-лы тонкой линзы: $O_1S' = \frac{h \cdot F}{h - F} = \frac{2}{5 \cdot \frac{1}{5}} h = 2h$

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

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

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

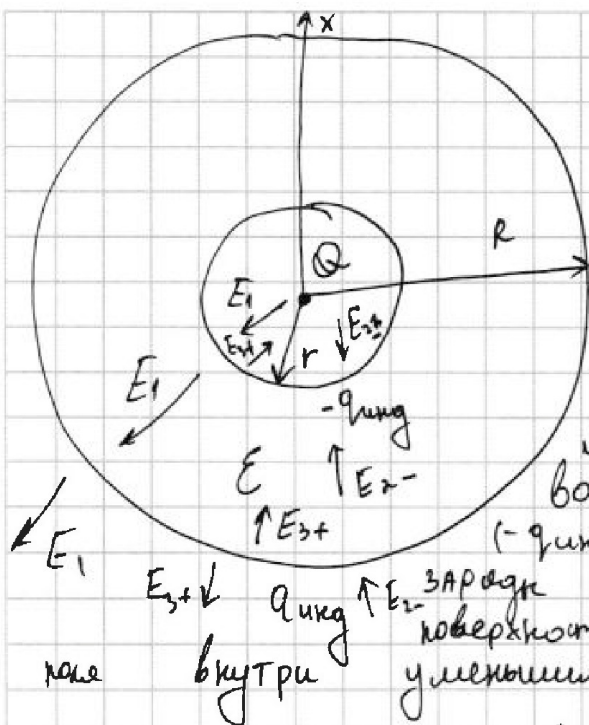


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 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!



$$\varphi = \int E dx \quad \varphi = \int E dx$$

$$d = \int E(r) \cdot dx$$

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

при x

Из-за электрической проницаемости шара в нём (на его поверхности) возникают заряды $q_{\text{инд}}$ и $(-q_{\text{инд}})$. Вследствие них эти заряды распределяются равномерно вдоль поверхности шара, так чтобы напряжённость поле внутри уменьшилась в 2 раза, тогда:

• для определения $Q > 0$, $q_{\text{инд}} > 0$

E_1 , E_2 , E_3 — напряжённость поле создаваемая зарядом Q , $-q_{\text{инд}}$, $+q_{\text{инд}}$

а) при $0 < x \leq r$:

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

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

$$E_{\text{сум}} = E_1 + E_2 + E_3$$

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

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

$$E_{3+} = \frac{kq_{\text{инд}}}{r^2}$$

$$E_{\text{сум}} = k \left(\frac{Q}{x^2} + q_{\text{инд}} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{r^2} \right) \right)$$

$$\varphi = \varphi_y - \frac{kQ}{x} + q_{\text{инд}} \frac{(r^2 - r^2)x}{r^2 r^2}$$

φ_y — потенциал в y. 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.



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 катушках не изменится, 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 .

$$d\Phi_1 = (B, S)$$

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

$$d\Phi_2 = -L_2 |I|$$

$$2S + L_1 |I| - L_2 |I| = 0$$

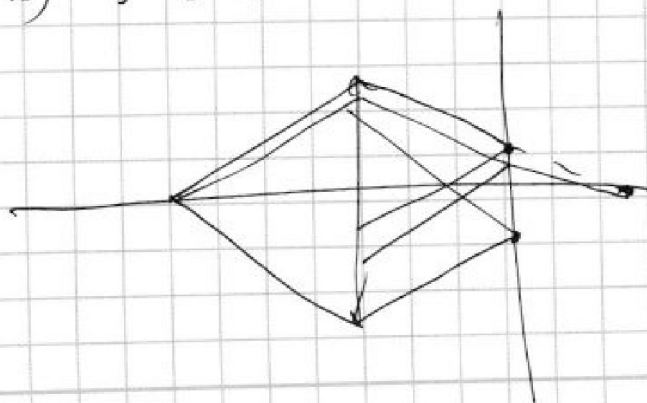
$$|I| = \frac{2S}{L_2 - L_1} = \frac{42S}{5}$$

2) 3-й закон сохранения потока в катушках:

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

$$6^L - 5^L =$$

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





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.



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!

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

$$E_{\text{св}} = E_1 - E_{3+} - E_2, \text{ где } E_{\text{св}} = \frac{E_1}{\epsilon}$$

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

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

$$E_2 = \frac{kq_{\text{инг}}}{x^2}$$

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

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

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

$$\left(\frac{d}{dx} + \frac{1}{x} \right) = \frac{d}{dx} - \frac{d}{dx} = 0$$

$$\sqrt{\mu_0 \epsilon} = \frac{1}{c}$$

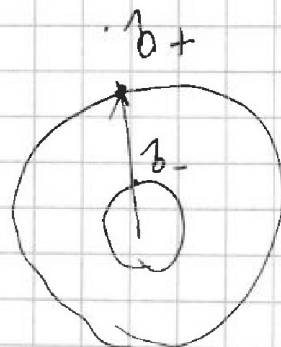
$$\frac{R_3 - \epsilon R_3 - R}{\epsilon R R_3}$$

$$\frac{R_3 - \epsilon R_3 - R}{\epsilon R R_3}$$

$$\begin{array}{r} 4.5 \\ \times 4.5 \\ \hline 22.5 \\ 18.0 \\ \hline 20.25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ - 20.25 \\ \hline 123.75 \end{array}$$

$$\frac{144}{20.25} = 7.11$$



$$\frac{0.35}{2} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{180}{20.25}$$

$$\frac{x - \epsilon x - R}{\epsilon R x}$$

$$\frac{kQ}{L}$$

$$\frac{R}{S}$$

$$\frac{144}{20.25}$$

$$\frac{144}{20.25}$$

$$\frac{144}{20.25}$$

$$kQ$$

$$\frac{R^3}{\epsilon} = \frac{R}{\epsilon} = 7$$

$$\frac{R}{S}$$



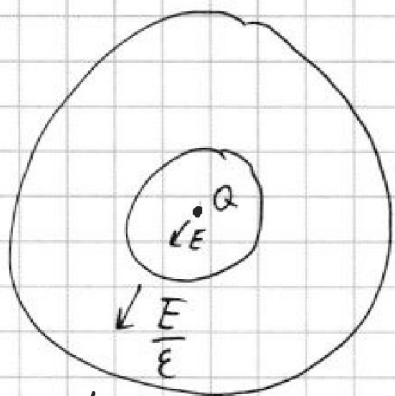
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
1 из 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!

Внутри диэлектрика инт. пол. уменьш. в ϵ раз, тогда:



$$U = \int E dx$$

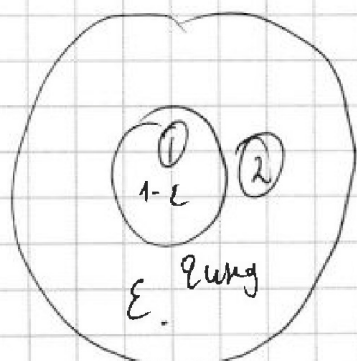
б.у. потенциал $\varphi_{б.у.}$

$$\varphi = \int_0^r \frac{kQ}{x^2} dx = -\frac{kQ}{x} + \varphi_{б.у.}$$

при $r < x \leq R$:

$$\varphi = \varphi_{б.у.} - \frac{kQ}{r} - \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \varphi_{б.у.} - \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{r}$$

$$\varphi = \varphi_{б.у.} - \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{(\epsilon-1)kQ}{\epsilon r} + \frac{kQ}{\epsilon r}$$



1-е)

$$E_1 = \frac{kQ}{x^2(1-\epsilon)}$$

$$E_2 = \frac{kQ}{x^2}$$

$$E_1' = \frac{kQ}{x^2\epsilon}, E_2 = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\begin{aligned} -6\varphi_1 &= kQ \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon r} \right) \\ -5\varphi_1 &= kQ \frac{\epsilon-1}{\epsilon r} \\ \text{Набрав} \end{aligned}$$

$$\varphi = \varphi_{б.у.} - \frac{(\epsilon-1)kQ}{\epsilon r} - \frac{kQ}{\epsilon r} - \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi = \varphi_{б.у.} - \frac{(\epsilon-1)kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) - \frac{kQ}{x}$$



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.



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!

