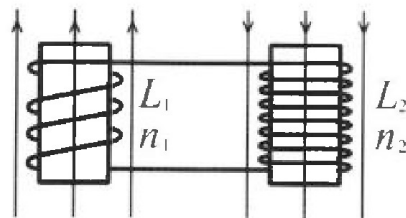


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

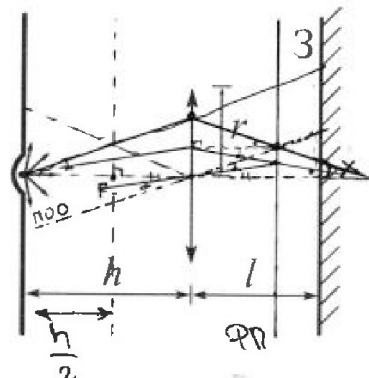
4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет. $I(t=0) = 0$



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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, 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.

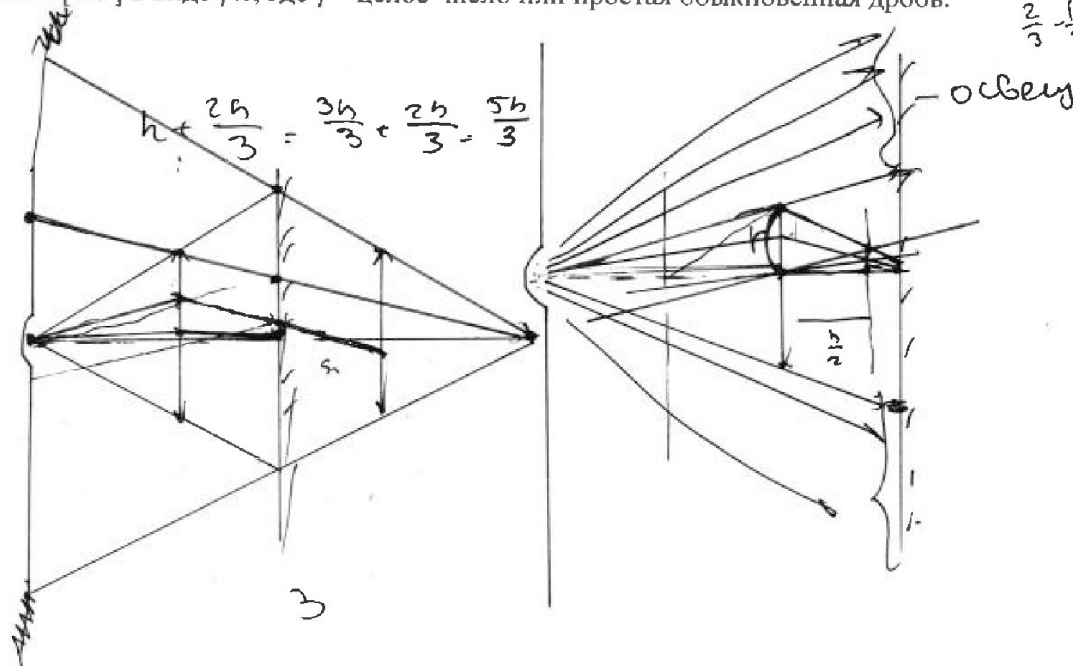
5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ 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 $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

$$\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$





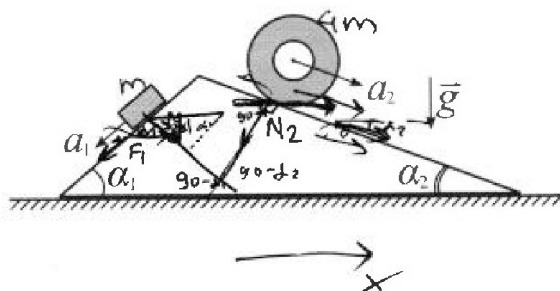
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (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.

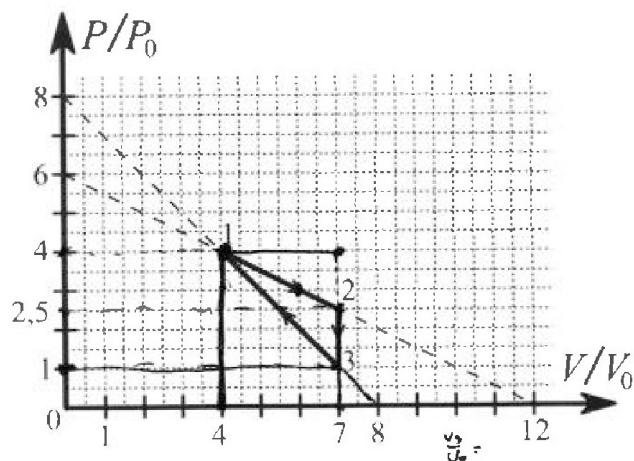


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

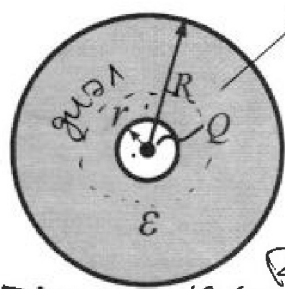
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



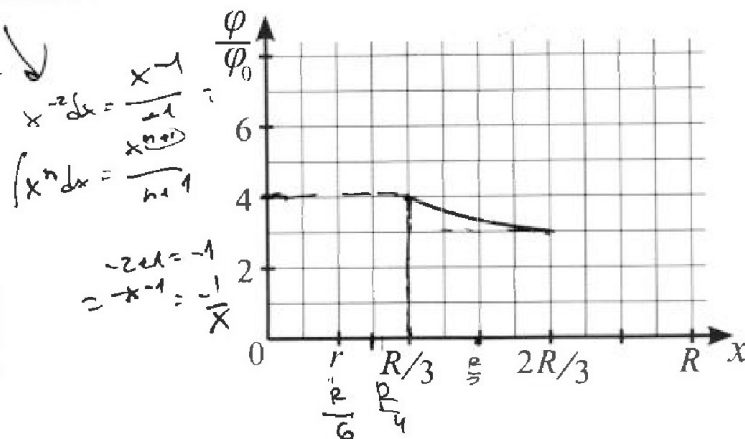
Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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



из графика $r = \frac{R}{6}$!!!





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!

$$\# \frac{55}{78} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{36}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{4mg}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + F_3 = 0$$
$$mg \left(\frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{36}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{12}{25} - \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} \right) + F_3 = 0$$
$$\frac{110}{169} - \frac{180}{169}$$

$$mg \left(\frac{-70}{13^2} + \frac{12}{25} - \frac{56}{25 \cdot 13} \right) + F_3 = 0$$
$$\frac{-1750 + 2028 - 728}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$mg \frac{-1750 + 2000 + 28 - 700 - 28}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$mg \frac{-1750 + 1300}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$mg \frac{-450}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$mg \frac{-18 \cdot 25}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$mg \frac{-18}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$mg \frac{-18}{169} + F_3 = 0$$

$$F_3 = \frac{18}{169} mg$$

ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{55}{78} mg$

3) $F_3 = \frac{18}{169} mg$



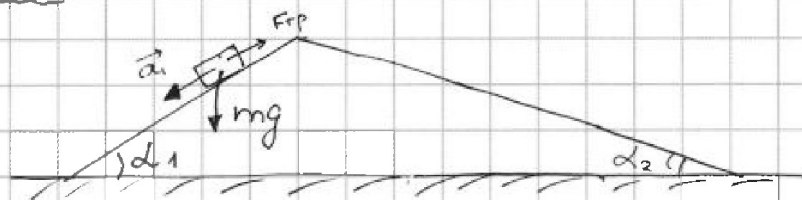
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

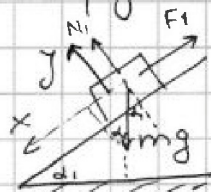
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

$\sqrt{5} = 1$



1) брусок:



ОВД на ОХ: ~~mg~~
 $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$
 $\frac{m \cdot 5g}{13} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_1$

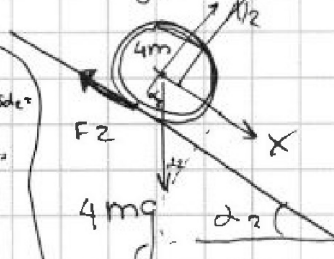
на ОУ:
 $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4mg}{5}$

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

$$F_1 = \frac{14}{65} mg$$

2) цилиндр:

на ОУ:
 $N_2 = 4mg \cos \alpha_2$
 $= 4mg \cdot \frac{12}{13}$
 $= \frac{48mg}{13}$



если F_2 направлена туда, она получится
 м.о. об-и у.м. на ОХ:

$$4m \cdot a_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$\frac{4m \cdot 5g}{24} = 4mg \cdot \frac{5}{13} - F_2$$

$$F_2 = \frac{20mg}{13} - \frac{20mg}{24}$$

$$F_2 = 20mg \left(\frac{1}{13} - \frac{1}{24} \right) = \frac{55}{78} mg$$

3) клин:



Усл-е равновесия на ОХ: (если $F_{тр}$ получится, то она направ. в другую сторону)

$$N_1 \sin \alpha_1 + F_2 = N_2 \sin \alpha_2$$

$$+ F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_3 = 0$$



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.

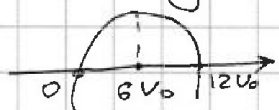
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

$$f(V) = 12V_0V - V^2 = (12V_0 - V)(V)$$

график $f(V)$ - параб. ветвями вниз



$V^* = 6V_0$ - в участок 1-2
графика V

$$f(V^*) = (12V_0 - 6V_0) \cdot 6V_0 = (6V_0)^2 = 36V_0^2$$

$$T_{12\text{MAX}} = \beta \cdot 36V_0^2 = \frac{2\rho_0}{2V_0} \cdot 36V_0^2 = 18\rho_0V_0 = \frac{18\rho_0V_0}{2R}$$

зр-е Менделеева - кинетическая теория т.п.:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$4\rho_0 \cdot 4V_0 = \nu R T_1$$

$$16\rho_0 V_0 = \nu R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{16\rho_0 V_0}{2R}$$

$$\frac{T_{12\text{MAX}}}{T_1} = \frac{18\rho_0 V_0}{2R} \cdot \frac{2R}{16\rho_0 V_0} = \frac{18}{16} = \left(\frac{9}{8}\right)$$

$$3) \eta = \frac{A'}{Q_{\text{получ}}}$$

процесс 1-2: $Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12}$

A'_{12} - 3-й шаг

$$A'_{12} = \frac{4\rho_0 (12V_0 - 4V_0)}{2} - \frac{2,5\rho_0 \cdot (12V_0 - 7V_0)}{2} =$$

$$= \frac{4\rho_0 \cdot 8V_0}{2} - \frac{\frac{5}{2}\rho_0 \cdot 5V_0}{2} = 16\rho_0 V_0 - \frac{25}{4}\rho_0 V_0 =$$

$$= 16\rho_0 V_0 - 6\rho_0 V_0 - \frac{\rho_0 V_0}{4} = 10\rho_0 V_0 - \frac{\rho_0 V_0}{4} = \frac{39}{4}\rho_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}\nu R T_2 - \frac{3}{2}\nu R T_1 = \frac{3}{2}p_2 V_2 - \frac{3}{2}p_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2}\rho_0 \cdot 7V_0 - \frac{3}{2} \cdot 16\rho_0 V_0 = \frac{3}{2}\rho_0 V_0 \left(\frac{5}{2} \cdot 7 - 16\right) =$$

$$= \frac{3}{2}\rho_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4}\rho_0 V_0$$



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

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!

$\gamma = 2$

1) $\frac{|\Delta U_{23}|}{A'} = ?$

$$\begin{aligned}\Delta U_{23} &= U_3 - U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_3 - \frac{3}{2} \nu R T_2 = \\ &= \frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_2 V_2 = \frac{3}{2} \cdot p_0 \cdot 7V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} p_0 \cdot 7V_0 = \\ &= \frac{21}{2} p_0 V_0 \left(1 - \frac{5}{2}\right) = \frac{21}{2} p_0 V_0 \cdot \left(-\frac{3}{2}\right) = -\frac{63 p_0 V_0}{4} \\ |\Delta U_{23}| &= \frac{63 p_0 V_0}{4}\end{aligned}$$

A' - работа газа $3a$ $y u k 1$ =
площадь $\Delta 123$ на p - V

$$A' = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{5}{2} p_0 - p_0 \right) \cdot (7V_0 - 4V_0) =$$

высота $\Delta 123$ на p - V ширина $\Delta 123$ на p - V

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 \cdot 3V_0 = \frac{9 p_0 V_0}{4}$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A'} = \frac{\frac{63 p_0 V_0}{4}}{\frac{9 p_0 V_0}{4}} = \frac{63}{9} = 7$$

2) $\frac{T_{12\max}}{T_1} = ?$

процесс 1-2: $pV = \nu R T$

$$T_2 = \frac{pV}{\nu R} = \alpha pV \quad (\alpha = \frac{1}{\nu R} = \text{const})$$

уравнение процесса 1-2 (из p - V):

$$p = p_0 \left(6 - \frac{V}{2V_0}\right)$$

$$T_2 = \alpha p_0 \left(6 - \frac{V}{2V_0}\right) V = \alpha p_0 \frac{12V_0 - V}{2V_0} \cdot V =$$

$$= \frac{2 p_0}{2V_0} \cdot (12V_0 - V) V = \frac{2 p_0}{2V_0} (12V_0 V - V^2)$$

$$T_2 = \beta (12V_0 V - V^2) \quad \beta = \text{const}$$

$T_2 = T_{\max}$, когда эта скобка макс



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!

$$Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12} = \left(\frac{3g}{4} + \frac{g}{4} \right) p_0 V_0 = \frac{4g}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

газ нагревается

процесс 2-3:

$$V = \text{const} \Rightarrow A' = 0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (17 - 2,5 \cdot 7)$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 11 (1 - 2,5) < 0$$

газ отдает тепло

процесс 3-1:

$$Q_{31} = A'_{31} + \Delta U_{31}$$

A'_{31} считаем как $S_{\text{подпр.}}$ с учетом напр-я процесса ($A'_{31} < 0$)

$$|A'_{31}| = \frac{4 p_0 (8 - 4) V_0 - p_0 V_0}{2} =$$

$$= \frac{16 p_0 V_0}{2} - \frac{p_0 V_0}{2} = \frac{15 p_0 V_0}{2}$$

$$A'_{31} = -\frac{15 p_0 V_0}{2}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (16 - 7) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 9 = \frac{27 p_0 V_0}{2}$$

$$Q_{31} = -\frac{15 p_0 V_0}{2} + \frac{27 p_0 V_0}{2} = \frac{12 p_0 V_0}{2} = 6 p_0 V_0$$

газ нагревается

A' - считаем где н-л

$$\eta = \frac{Q_{\text{нагр.}}}{Q_{\text{подпр.}}} =$$

$$Q_{\text{нагр.}} = Q_{12} + Q_{31} = 12 p_0 V_0 + 6 p_0 V_0 = 18 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{9 p_0 V_0}{4} \cdot \frac{1}{18 p_0 V_0} = \frac{9}{4 \cdot 2 \cdot 8} = \left(\frac{1}{8} \right)$$

ответ: $\frac{|\Delta U_{23}|}{A'} = 7$

2) $\frac{T_{2\text{max}}}{T_1} = \frac{9}{8}$

3) $\eta = \frac{1}{8}$



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!

2) ~~4~~ из графика $r < \frac{R}{3}$.

тогда используем соответствующую формулу из п.1.

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ}{\varepsilon a_1} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{3kQ}{\varepsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{\varepsilon R} = \frac{kQ}{R} \cdot \left(1 + \frac{2}{\varepsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{\varepsilon + 2}{\varepsilon}$$

$$\begin{aligned} \varphi\left(a_2 = \frac{2R}{3}\right) &= \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ}{\varepsilon a_2} = \\ &= \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ \cdot 3}{\varepsilon \cdot 2R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2\varepsilon R} = \\ &= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{2\varepsilon + 1}{2\varepsilon} \end{aligned}$$

из графика: $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0$, $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\varphi_0$

тогда: $\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{4\varphi_0}{3\varphi_0} = \frac{4}{3}$

$$\begin{aligned} \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} &= \frac{\frac{kQ}{R} \cdot \frac{\varepsilon + 2}{\varepsilon}}{\frac{kQ}{R} \cdot \frac{2\varepsilon + 1}{2\varepsilon}} = \\ &= \frac{2(\varepsilon + 2)}{2\varepsilon + 1} \end{aligned}$$

тогда: $\frac{2(\varepsilon + 2)}{2\varepsilon + 1} = \frac{4}{3} \quad | :2$

$$\frac{\varepsilon + 2}{2\varepsilon + 1} = \frac{2}{3}$$

$$3\varepsilon + 6 = 4\varepsilon + 2$$

$$4 = \varepsilon$$

$$\varepsilon = 4$$

ответ:

1) если $r < \frac{R}{4}$: $\varphi(x) = \frac{3kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ}{R}$
 2) если $r > \frac{R}{4}$: $\varphi(x) = \frac{5kQ}{R} - \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ}{\varepsilon r} - \frac{kQ}{r}$

2) $\varepsilon = 4$



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!

$$\varphi(R) = - \int_{\infty}^R E(y) dy = \int_R^{\infty} \frac{\kappa Q}{y^2} dy = \left. -\frac{\kappa Q}{y} \right|_R^{\infty} =$$

$$= \left. \frac{\kappa Q}{y} \right|_{\infty}^R = \frac{\kappa Q}{R} - 0 = \frac{\kappa Q}{R}$$

(линии всегда напр. в сторону ↓ $\varphi \Rightarrow$)

$$\Rightarrow \varphi(R) > \varphi(\infty) \approx 0$$

$$\varphi(R) > 0$$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) > \varphi(R)$$

$$\varphi(x) - \varphi(R) = \int_R^x E(y) dy = \int_R^x \frac{\kappa Q}{y^2} dy =$$

$$= \frac{\kappa Q}{\varepsilon} \int_R^x \frac{1}{y^2} dy = \frac{\kappa Q}{\varepsilon} \cdot \left(-\frac{1}{y} \right) \Big|_R^x =$$

$$= \left. -\frac{\kappa Q}{\varepsilon y} \right|_R^x = -\frac{\kappa Q}{\varepsilon R} + \frac{\kappa Q}{\varepsilon x}$$

$$\cancel{\varphi(x) = \varphi(R) + (\varphi(x) - \varphi(R))}$$

$$\cancel{\varphi(x) = \varphi(R) + (\varphi(x) - \varphi(R))}$$

$$\varphi(x) - \varphi(R) = -\frac{\kappa Q}{\varepsilon R} + \frac{\kappa Q}{\varepsilon x}$$

$$\varphi(x) - \varphi(R) = \int_R^x \frac{\kappa Q}{y^2} dy = \left. -\frac{\kappa Q}{y} \right|_R^x =$$

(если $x < R$)
интегрируем,
что в направлении
уменьшения радиуса
не годится)

(изпр. $r = \frac{R}{2}$)

$$= -\frac{\kappa Q}{x} + \frac{\kappa Q}{R}$$

итого $\varphi(x)$: ~~если~~ $\frac{R}{2} < R$.

$$\text{если } r < \frac{R}{2} < R : \varphi(x) = \frac{\kappa Q}{R} = \frac{\kappa Q}{\varepsilon R} + \frac{\kappa Q}{\varepsilon x}$$

$$\text{если } r > \frac{R}{2} : \varphi(x) = \frac{\kappa Q}{R} - \frac{\kappa Q}{\varepsilon R} + \frac{\kappa Q}{\varepsilon x} - \frac{\kappa Q}{\varepsilon R} + \frac{\kappa Q}{\varepsilon x}$$

$$(\varphi_x = \varphi_R + (\varphi_r - \varphi_R) + (\varphi_x - \varphi_r))$$



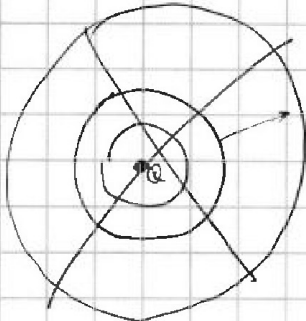
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

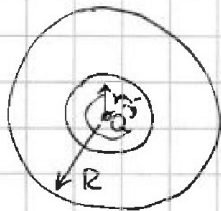
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

1)



т.к. распределение заряда
и расположение диэлектрика
симметрично относительно Q ,
Е также будет центрально
симметрична с y в Q



выберем Гауссову поверхность
на расстоянии $y < r$ от Q .

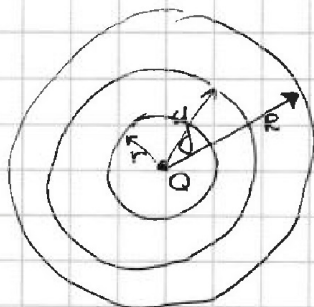
т. Гауса:

$$E_y \cdot S_y = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E(y) \cdot 4\pi y^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E_y = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 y^2} = \frac{kQ}{y^2}$$

теперь выберем Гауссову поверхность на
расстоянии $y > r$ ~~и~~ $y < r < R$:



$$\epsilon \cdot E(y) \cdot 4\pi y^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E(y) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 y^2 \epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon y^2}$$

на расстоянии $y > R$: $E(y) \cdot 4\pi y^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$

$$E(y) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 y^2} = \frac{kQ}{y^2}$$

из графика $r = \frac{R}{2} = \frac{R}{6}$, т.е. $x = \frac{R}{4}$
удовлетворяет
 $r < x < R$.

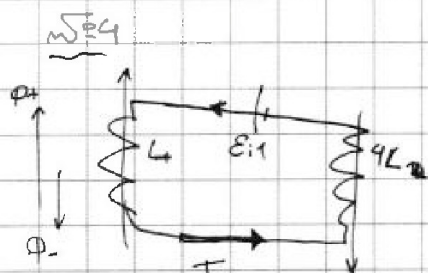
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



Φ - поток из 1-го катушки

$$\frac{dB}{dt} = \Delta$$

$$\mathcal{E}_{11} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(nBS)}{dt} = -nS \frac{dB}{dt}$$

$$= -nS \Delta = -\dot{\Phi} \Rightarrow \dot{\Phi} = nS \Delta$$

~~Вторичная катушка~~

1

$$B_{S11} = \frac{\mu_0 n I}{l} \Rightarrow \frac{\mu_0 n}{l} = \frac{B_{S11}}{I}$$

$$\textcircled{1} L = \frac{\mu_0 n^2 S}{l} = \frac{\mu_0 n}{l} \cdot nS = \frac{B_{S11}}{I} \cdot nS = \frac{B_1 nS}{I}$$

$$4L = \frac{B_2 \cdot 2nS}{I}$$

$$\frac{4L}{2} = \frac{B_2 \cdot 2nS}{I} \cdot \frac{I}{B_1 nS} = \frac{2B_2}{B_1}$$

$$2 = \frac{2B_2}{B_1}$$

$$2 = \frac{B_2}{B_1}$$

$$B_2 = 2B_1$$

из 2-го кат. из 1-го

$$B_2 = 2B_1$$

$$B_1 = B - \frac{B_2}{2}, \text{ где } B_2 - \text{ поле из катушки 2 (т.к. } n_2 = 2n_1)$$

$$B_2 = 2(B - \frac{B_2}{2})$$

$$B_2 = 2B - B_2$$

$$2B_2 = 2B$$

$$B_2 = B$$

$$\frac{dB_2}{dt} = \frac{dB}{dt} = \Delta$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 2nI}{l} \Rightarrow B_2 = \frac{\mu_0 2nI}{l}$$



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!

~~B₂~~ по аналогии с ①:

$$L_2 = \frac{B_2 n_2 S}{I}$$

$$4L = \frac{B_2 \cdot 2nS}{I}$$

$$B_2 = \frac{4LI}{2nS} = \frac{2LI}{nS}$$

$$\dot{B}_2 = \frac{2L\dot{I}}{nS}$$

~~$\dot{B}_2 = \dot{L}$~~ ~~$\frac{2L\dot{I}}{nS} = \dot{L}$~~

2) ~~у р-е~~ ~~$B_2 = 2B_1$~~ сокращается (выходит так же)

~~$B_1 = \frac{B_0}{\mu_0}$~~
 ~~$B_{\text{вект}}$~~

$$\frac{2L\dot{I}}{nS} = \dot{L}$$

$$\dot{I} = \frac{nS\dot{L}}{2L}$$

ответ

① ис область - область, V 3
 кот. освещают лица,
 вообще не вызван модий створавшие с
 лица. 5h 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
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!

чтобы было удобнее считать наименьшие
площади, отразим фигуру в зеркале



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!

Черновик

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

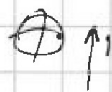
$$1 - \frac{5}{2} = \frac{2}{2} - \frac{5}{2} = -\frac{3}{2} : \frac{2}{3} = 2p$$

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

$$1 + \frac{3}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{1}{2} = 12$$

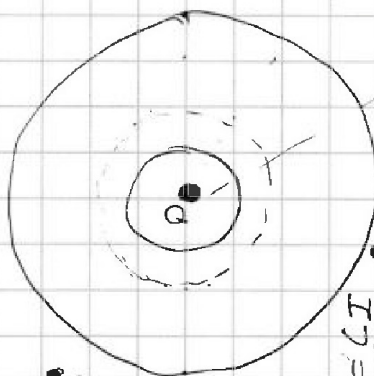
$$\frac{(1200 - V)V}{2V_0}$$



$$\frac{25}{4} = \frac{24}{4} + \frac{1}{4} = 6\frac{1}{4}$$

$$\left(6 - \frac{V}{2V_0}\right) \cdot V =$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{12}{210}$$



$$u_1 + u_2 = 0$$

$$-L\vec{I} + 4L\vec{I} = 0$$

$$\frac{2p_0}{2V_0} \cdot 2 \cdot 18 \cdot \sqrt{6} \cdot \sqrt{5} = 2p_0 \cdot 18\sqrt{6}$$

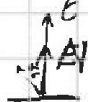
$$\frac{9 \cdot 3}{4} = \frac{4 \cdot 3 + 3}{4}$$

$$\frac{5}{2} \cdot 7 - 16 = \frac{35}{2} - \frac{32}{2} = \frac{3}{2}$$

В этих задачах не перемешивать!

как приращением, так и силой

$$d\Phi = \vec{E} \cdot \vec{S} = E dS = E \cdot S$$



$$r_{cp} = \frac{4}{3}R$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = 4\vec{I} \cdot \vec{L}$$

$$n S \Delta = 4\vec{I} \cdot \vec{L}$$

$$\vec{I} = \frac{n S \Delta}{4L}$$



$$kQ = \frac{Q}{r}$$

$$\varphi = \int E(y) dy$$

$$\varphi(R)$$

$$\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + \frac{4kQ}{ER} = \frac{3kQ}{ER} + \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi(L)$$

$$\varphi = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + \frac{kQ}{ER} - \frac{kQ}{R} + \left(\frac{4kQ}{R}\right) =$$

$$\vec{I}$$

$$L\vec{I} = \varphi_1$$

$$L\vec{I} = \varphi_2$$

$$d\varphi_1 = \frac{4\vec{I}}{R}$$

$$L\vec{I}$$

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!

Черновик

$$5 \cdot 13 = 50 +$$

$$35 + 9 = 30 + 18$$

$$\frac{3 \cdot 13}{5} - \frac{5 \cdot 15}{13} = \frac{39 - 25}{5 \cdot 13} = \frac{14}{65}$$

$$\frac{1}{13} - \frac{1}{24} = \frac{11}{288}$$

$$u_8 = 4 \cdot 12$$

$$L \cdot I = \Phi$$

$$L \cdot I = \Phi$$

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

$$24 \cdot 13 = 240 + 24 \cdot 3 = 240 + 60 + 48 = 312$$

$$2 \cdot 10 \cdot 11$$

$$\frac{5 \cdot 2 \cdot 11}{13 \cdot 2 \cdot 12} = \frac{55}{78}$$

$$250 - 450$$



$$450 = 9 \cdot 50 = 9 \cdot 25 \cdot 2 = 18 \cdot 25$$

$$B_2 = 2B_2 - 2B$$

$$-B_2 = -2B$$

$$B_2 = 2B$$

$$169 \cdot 12$$

$$1690 + 338$$

$$1690$$

$$+ 338$$

$$2028$$

$$\frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 6} \cdot \frac{12^2}{13} = \frac{5 \cdot 11 \cdot 2}{13^2} = \frac{110}{169}$$

$$\frac{36 \cdot 5}{169} = \frac{150 + 30}{169} = \frac{180}{169}$$

$$56 \cdot 13 = 560 + 56 \cdot 3 = 560 + 168$$

$$B = \mu_0 n I$$

$$\frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{14 \cdot 4}{5 \cdot 13 \cdot 5} = \frac{14 \cdot 4}{25 \cdot 13}$$

$$560$$

$$+ 168$$

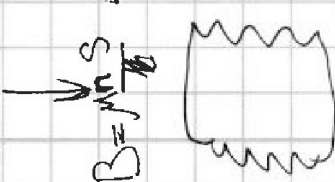
$$728$$

$$B = \mu_0 n I$$

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

$$20 \cdot 25 = 100$$

$$14 \cdot 4 = 40 + 16 =$$



$$B = \frac{\Phi}{S}$$

$$B = \frac{\Phi}{S}$$

$$B = \frac{\Phi}{S}$$

$$24$$

$$- 15$$

$$9$$



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
__ 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!

