



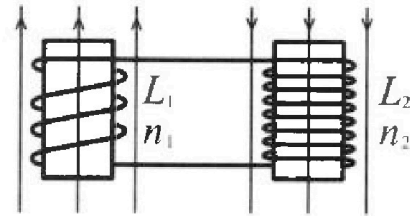
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

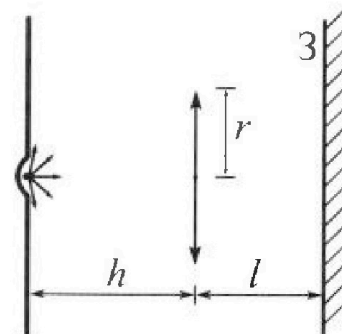


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



- 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 З. 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 yl , где y - целое число или простая обыкновенная дробь.

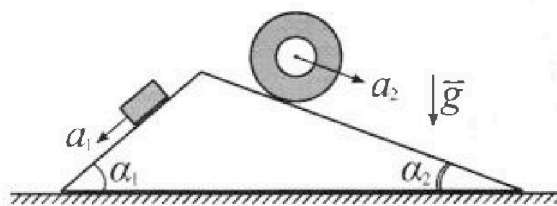
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

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



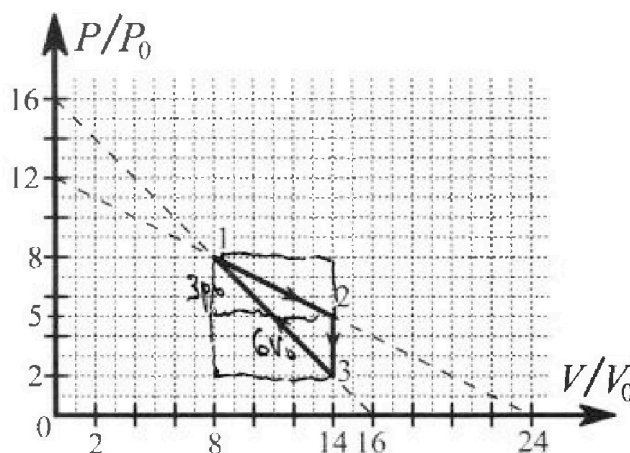
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

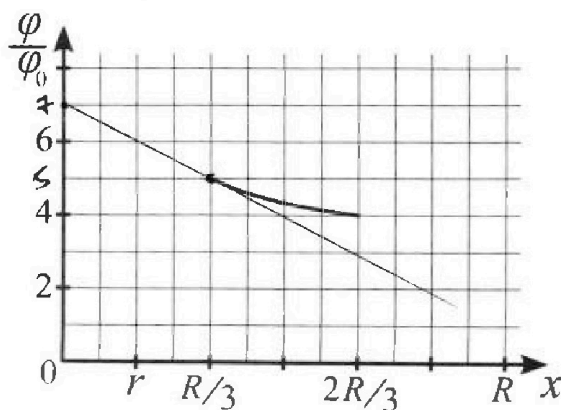
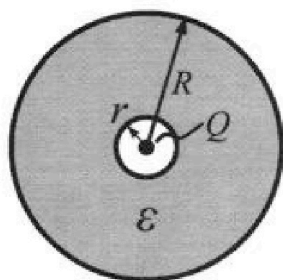


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





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

Дано:

$m, a_1 = \frac{6}{13}g$
 $2m, a_2 = \frac{g}{4}$

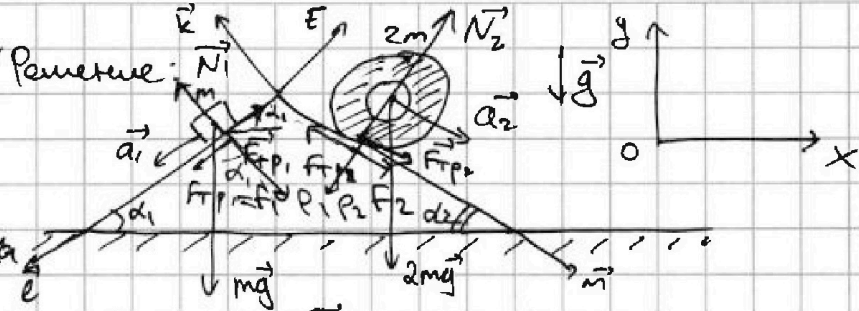
$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$

$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$

$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$

$\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$

$F_1, F_2, F_3 = ?$



Решение: Δ брусок: $\vec{F}_{\Sigma 1} = m\vec{a}_1$ $\vec{N}_1 + \vec{F}_{Fp1} + m\vec{g} = m\vec{a}_1$

$k: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}mg$

$l: -F_{Fp1} + mg \sin \alpha_1 = ma_1$

$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{6}{13}g = mg \left(\frac{39}{65} - \frac{20}{65} \right) = \frac{19}{65}mg$

318 | 2
2 | 163
13 | 12 | 12 | 5
18 | 25
325 | 25
25 | 13
13
12
26
13
156
200 - 142 = 2156

Δ полый цилиндр $\vec{F}_{\Sigma 2} = 2m\vec{a}_2$

$\vec{N}_2 + \vec{F}_{Fp2} + 2m\vec{g} = 2m\vec{a}_2$

$n: F_2 + 2mg \sin \alpha_2 = 2m \cdot \frac{g}{4} \Rightarrow F_2 = \frac{mg}{2} - 2mg \cdot \frac{5}{13} = mg \left(\frac{13}{26} - \frac{20}{26} \right)$

$t: N_2 - 2mg \cos \alpha_2 = 0 \Rightarrow N_2 = 2mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{24}{13}mg$

\Rightarrow направлена против оси $x \Rightarrow F_2$ действует на цилиндр в направлении x .

Δ цилиндр. Действуют равнодействующие сил трения, действующих со стороны бруска и цилиндра. В проекции на ось x

$F_{\Sigma x} = -F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 = -\frac{19}{65}mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{7}{26}mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{169 - 20}{169}mg$

$F_{\Sigma x} = \frac{149}{169}mg$ $P_1 = N_1$ ($\sqrt{13}$ и 4) $P_2 = N_2$ ($\sqrt{13}$ и 12)

$\vec{F}_{\Sigma x} = \dots \Rightarrow x: -F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 + P_1 \cdot \sin \alpha_1 - P_2 \cdot \sin \alpha_2 = F_{\Sigma x}$

$-\frac{9}{65}mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{7}{26}mg \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{24}{13}mg \cdot \frac{5}{13} = F_{\Sigma x}$

$-\frac{36mg}{325} + \frac{84mg}{338} + \frac{12 \cdot 13}{25}mg - \frac{120}{169}mg = F_{\Sigma x}$

$-\frac{36mg}{325} + \frac{84mg}{338} + \frac{120}{25}mg - \frac{120}{169}mg = F_{\Sigma x} = \frac{120mg}{325} - \frac{156mg}{338 \cdot 169} = \frac{24mg}{65} - \frac{78}{169}mg = \frac{318}{169 \cdot 5}mg$

Итак $F_3 = \frac{318}{169 \cdot 5}mg$ $F_1 = \frac{9}{65}mg$ $F_2 = \frac{7}{26}mg$ $F_3 = \frac{318}{169 \cdot 5}mg$



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 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!

12

Дано:
график $\frac{p}{p_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$

$i=3$ (огаат)

кг. азот

1) ΔU_{12} - ?

A

2) $\frac{\max T_{12}}{T_3}$ - ?

3) η - ?

Решение:

$$1) \text{ Поэтит } \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$pV = \nu RT \left(\frac{\nu p - R}{R - \nu p} \right)$$

$$= \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\text{по графикам } p_2 V_2 = 5 p_0 \cdot 14 V_0 = 70 p_0 V_0$$

$$p_1 V_1 = 8 p_0 \cdot 8 V_0 = 64 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

A = Суммарное ср. давление молекул, газом

го процесса.

$$A = 6 p_0 \cdot 6 V_0 - \frac{6 p_0 \cdot 6 V_0}{2} - \frac{3 p_0 \cdot 6 V_0}{2} =$$

$$= 36 p_0 V_0 - 18 p_0 V_0 - 9 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1$$

2) Найдем макс T в процессе $1 \rightarrow 2$ введем завис $p(V)$ в процессе $1 \rightarrow 2$.

$$p = -\frac{3 p_0}{28 V_0} V + 12 p_0 = -\frac{p_0}{2 V_0} V + 12 p_0$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow T \propto \frac{pV}{\nu R} = \frac{\left(-\frac{p_0}{2 V_0} V + 12 p_0 \right) V}{\nu R} = -\frac{p_0}{2 V_0 \nu R} V^2 + \frac{12 p_0}{\nu R} V$$

$$V^* = \frac{-\frac{12 p_0}{\nu R}}{2 \cdot \left(-\frac{p_0}{2 V_0 \nu R} \right)} = \frac{12 p_0 \cdot V_0 \cdot \nu R}{2 R \cdot p_0} = 12 V_0 - \text{объем при котором } T_{\max}$$

$$T_{\max 12} = T(V^*) = T_{\max} = -\frac{p_0}{2 V_0 \nu R} \cdot 144 V_0^2 + \frac{12 p_0}{\nu R} \cdot 12 V_0 =$$

$$= -\frac{72 p_0 V_0}{\nu R} + \frac{144 p_0 V_0}{\nu R} = \frac{72 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{2 p_0 \cdot 14 V_0}{\nu R} = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\max 12}}{T_3} = \frac{72 p_0 V_0 \cdot \nu R}{\nu R \cdot 28 p_0 V_0} = \frac{36}{14} = \left(\frac{18}{7} \right)$$



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 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!

$$Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_2 V_2) - \frac{8p_0 + 2p_0}{2} \cdot \frac{3}{8} V_0 =$$

$$= \frac{3}{2}(64p_0 V_0 - 28p_0 V_0) - 30p_0 V_0 = 24p_0 V_0$$

или $24p_0 V_0$

$$Q^+ = Q_{12} + Q_{23} = 48p_0 V_0 + 24p_0 V_0 = 72p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{9p_0 V_0}{72p_0 V_0} = \left(\frac{1}{8}\right)$$

Ответ: 1) $\frac{|Q_{12}|}{A} = 1$ 3) $\eta = \frac{1}{8}$

2) $\frac{T_{\max 12}}{T_3} = \frac{18}{7}$



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!

3) Задача 2.

~~Задача 2~~

Определить количество теплоты Q в процессе 1-3 от объема

$$dQ = dU + dA \quad (I \text{ и } II)$$

$$c \cdot \nu \cdot dT = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV \quad (I)$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow dpV + p dV = \nu R dT \Rightarrow \nu dT = \frac{dpV + p dV}{R} \quad (II)$$

$$c \cdot \nu \cdot dT = \frac{3}{2} c \cdot \frac{dpV + p dV}{R} = \frac{3}{2} (dpV + p dV) + p dV \quad | \cdot R$$

$$c \cdot (dpV + p dV) = \frac{3}{2} R dpV + \frac{3}{2} R p dV + p dV R = \frac{3}{2} R dpV + \frac{5}{2} p dV R$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0 \quad (\text{гип в процессе } 1 \rightarrow 3)$$

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

$$c \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0} dV \cdot V + p dV \right) = \frac{3}{2} R \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0} \right) dV \cdot V + \frac{5}{2} p dV R \quad | \cdot 2V_0$$

$$2c (pV_0 - p_0 V) = -3R p_0 V + 5pV_0 R$$

$$2c \left(-pV + 16p_0 V_0 - p_0 V \right) = -3R p_0 V + 5R V_0 \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 16p_0 \right) =$$

$$= -3R p_0 V - 5R p_0 V + 8R p_0 V_0$$

$$2c (16V_0 - 2V) = -8R V + 8R V_0$$

$$c \cdot (8V_0 - V) = -4R V + 4R V_0$$

$$c = \frac{2R(V_0 - V)}{8V_0 - V}$$

Найти V , при котором $c=0 \Rightarrow 2R(V_0 - V) = 0$
 $V = V_0 \Rightarrow$

на всем процессе $c > 0 \Rightarrow Q$ поглощается

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 9p_0 V_0 + \frac{8p_0 + 5p_0}{2} \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0 + 39p_0 V_0 = 48p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}^0 = \frac{3}{2} p_3 V_3 - p_2 V_2 = \frac{3}{2} (28p_0 V_0 - 70p_0 V_0) < 0 \text{ выделяется}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

~~$$\varphi(x) = \varphi_r - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$~~

~~$$\varphi_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$~~

~~$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$~~

$$x = \frac{5}{6}R \quad \text{Найдем потенциал на поверхности шара}$$

$$\varphi_{\text{шар}} = 0 = \int \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 x} \Big|_R^\infty = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$\varphi(x)$ внутри шара в точке x от поверхности:

$$\varphi(x) - \varphi_{\text{шар}} = \int_R^x \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 x} \Big|_R^x = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{5}{6}R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{3Q}{10\pi\epsilon_0 R} =$$

$$= \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{3}{5} \right) = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} \frac{5 \cdot 3 + 1}{10} = \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

По симметрии

$$\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q \cdot 3}{4\pi\epsilon_0 R} = 5\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R} = 4\varphi_0$$

$$\frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R} - \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R} = \varphi_0 = \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} (x^{-1})' = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} (-1) \cdot \frac{1}{x^2} = \text{условия на поверхности как и ур.}$$

Найдем $\frac{d\varphi}{dx}$ в т. $x = \frac{R}{3}$, тогда как и ур. в т. $x = \frac{R}{3}$

$$\frac{d\varphi}{dx}\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{Q \cdot 9}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{240 \cdot 3}{R} = \frac{86 \cdot 3Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(x = \frac{5}{6}R\right) = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} \frac{5 \cdot 3 + 1}{10}$



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

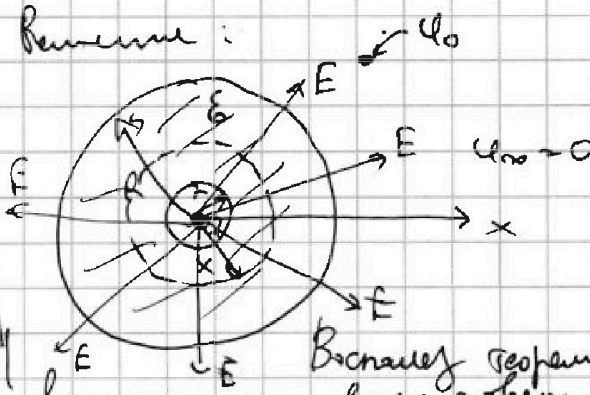
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

23

Дано:
 ϵ_0, r, R, Q
 $E(x) = ?$
 $\varphi_0 = 0$

Решение:



1) $\varphi = 0$
 $x = \frac{5}{6} R$
2) $E = ?$

Вспомогательной теоремой Гаусса:
возьмем сферическую поверхность в направлении радиусом x .

$$E \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon} \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} \leftarrow \text{вне сферы диэлектрика}$$

$$E_2(x) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} \leftarrow \text{вне сферы диэлектрика}$$

~~$\varphi_r - \varphi(x)$ - потенциал разности потенциалов между сферами на расстоянии r от центра~~

~~$$\varphi_r - \varphi(x) = \int_r^x E(x) dx = \int_r^x \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon x^2} dx = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \left. \frac{x^{-1}}{-1} \right|_r^x =$$

$$= -\frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon x} + \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon r} = \varphi_r - \varphi(x) \Rightarrow$$~~

~~$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon x}, \text{ где } x \in [r, R]$$

$$\text{При } x = \frac{5}{6} R: \varphi = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon \cdot \frac{5}{6} R} = \frac{3Q}{10\pi \epsilon_0 \epsilon R}$$~~

~~Найдем ϵ по сравнению. Используем формулы $x_1 = \frac{R}{3}$, $x_2 = \frac{2R}{3}$~~

~~$$\varphi_1 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon \cdot \frac{R}{3}} = \frac{3Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon R} = 5\varphi_0$$

$$\varphi_2 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon \cdot \frac{2R}{3}} = \frac{3Q}{8\pi \epsilon_0 \epsilon R}$$~~



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!

241

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

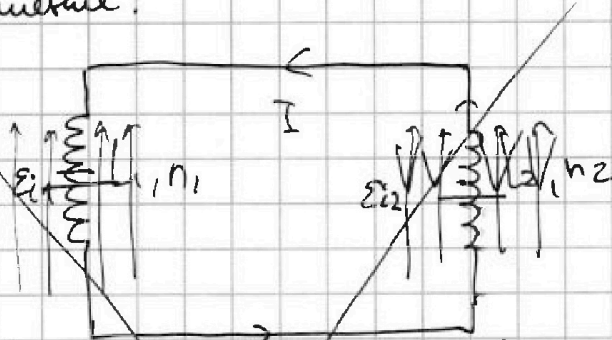
$$n_2 = 4n$$

S

1) $\varphi_1 - ?$

2) $t - ?$

Решение:



1) В 1 катушке при внешнем воздействии, а во второй индукция.

$$|\epsilon_{i1}| = \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB}{dt} S n_1 = \alpha S n_1$$

~~$$\Phi = L_1 I_1 \Rightarrow \epsilon_{i1} = \frac{d\Phi_1}{dt} = L_1 \frac{dI_1}{dt}$$~~

~~В 2 катушке поле внешнее \Rightarrow ток в ней индуцируется~~

~~$$\epsilon_{i1} = \epsilon_{i2} \Rightarrow L_1 \frac{dI_1}{dt} = L_2 \frac{dI_2}{dt}$$~~

$$\frac{24}{65} - \frac{78}{169} = \frac{24}{13 \cdot 5} - \frac{78}{13 \cdot 13} = \frac{72 - 390}{169 \cdot 5} = \frac{-318}{169 \cdot 5}$$

$$\begin{array}{r} 390 \\ - 72 \\ \hline 318 \end{array}$$



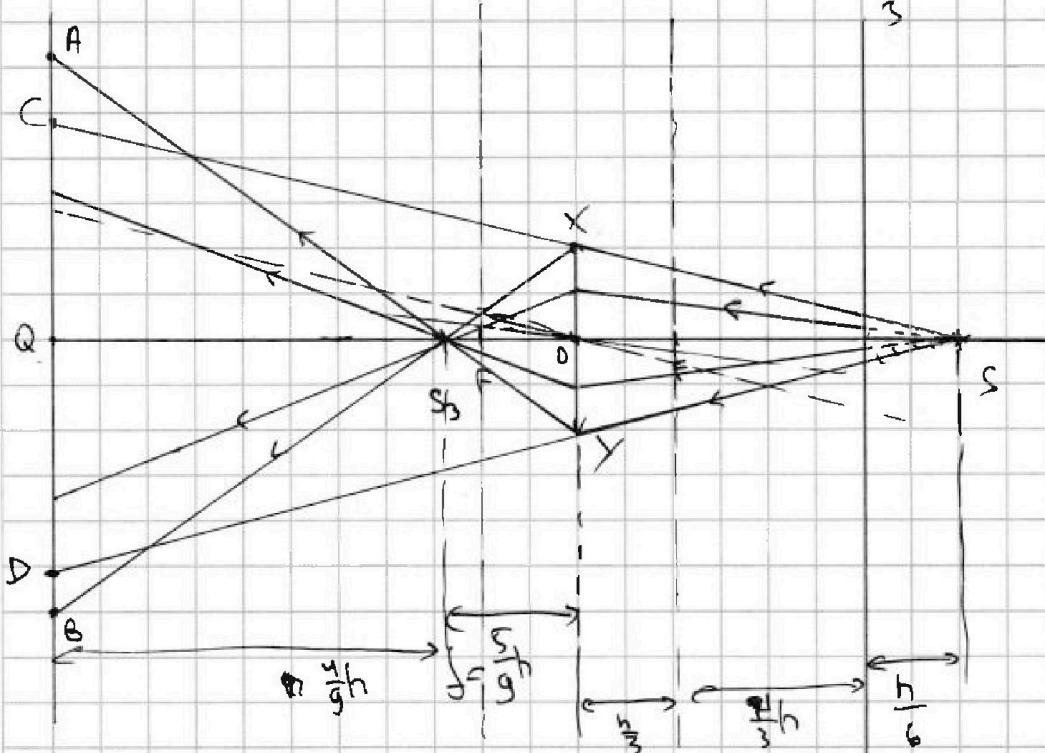
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

S'' - площадь углубления ~~в~~ в зеркала
Рассмотрим теперь углубление S'' зеркала.



Найдем расст от S_3 до центра по формуле

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{\frac{5}{6}h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{9}{5h} \Rightarrow f = \frac{5}{9}h$$

Тем самым углубление имеет к P, A, O и тем самым к P, B, O ок
попадает на ось.

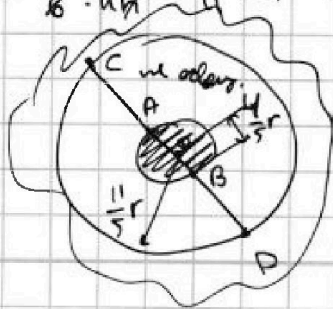
$$\Delta ABS_3 \sim \Delta S_3XY \Rightarrow \frac{XY}{AB} = \frac{\frac{5}{9}h}{\frac{4}{9}h} = \frac{5h \cdot 9}{8 \cdot 4h} = \frac{5}{4} \Rightarrow S_{AB} = 4 \cdot 2r = 8r$$

$$AB = \frac{8}{5}r$$

Δ углубление имеет углубление без центра $\Delta SXX \sim \Delta SCD \Rightarrow$

$$\frac{XY}{CD} = \frac{\frac{5}{6}h}{\frac{11}{6}h} = \frac{5h \cdot 6}{8 \cdot 11h} = \frac{5}{4} \Rightarrow CD = \frac{11}{5}XY = \frac{11}{5} \cdot 2r = \frac{22r}{5}$$

Помогает $\frac{11}{6}h$



$$S_2 = \pi \cdot \left(\frac{11}{5}r\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{4}{5}r\right)^2$$

$$= \frac{121}{25} \pi r^2 - \frac{16}{25} \pi r^2 = 105 \pi r^2$$

Объем: 1) $S_1 = \frac{200}{3} \pi r^2$

2) $S_2 = 105 \pi r^2$



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!

25

Дано:

$$F = \frac{1}{3}$$

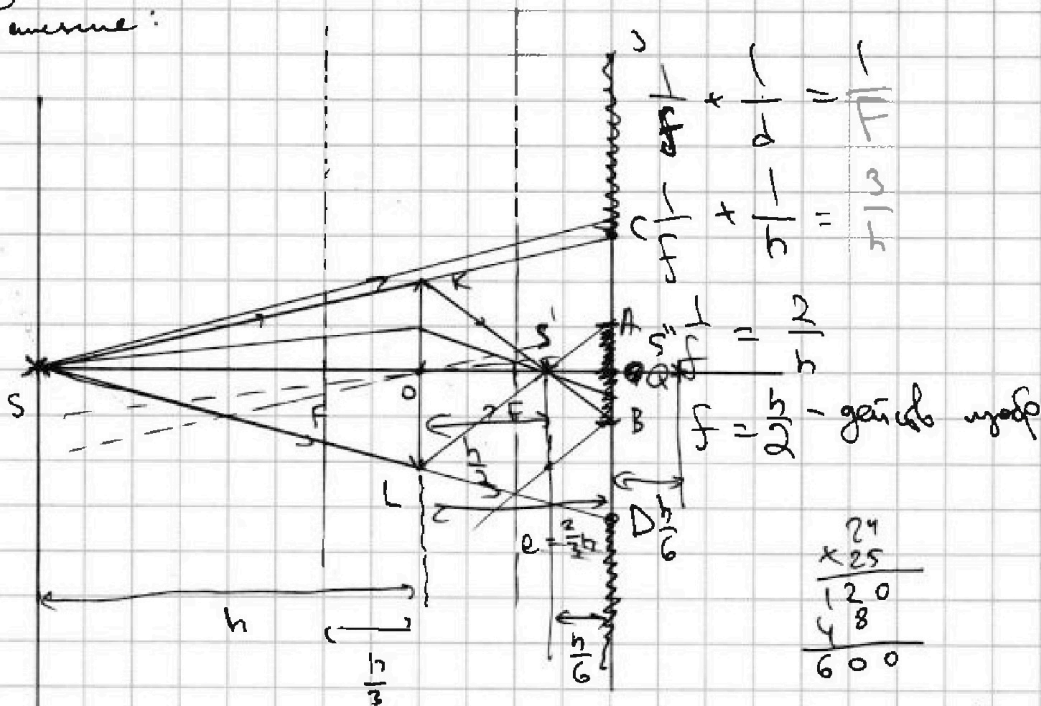
$$r = 5 \text{ см}$$

$$e = \frac{2}{3}h$$

$$S_1 = ?$$

$$S = ?$$

Решение:



Заметим, что по формуле тонкой линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$f = \frac{h}{2} \Rightarrow$ все лучи исходя из S будут пересек в т. S'

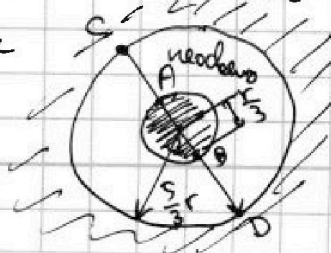
Также построением заметим, что чем ближе мы подходим к зеркалу \Rightarrow рассмотрим крайний луч, проходящий через край линзы. Значит будет область AB и также область между C и линзой D, т.к. там лучи не успевают пересечь в линзе

$$\Delta KLS' \sim \Delta SAB \Rightarrow \frac{AB}{KL} = \frac{2h - \frac{h}{2}}{\frac{h}{2}} = \frac{\frac{3h}{2}}{\frac{h}{2}} = \frac{3h}{h} = 3 = \frac{AB}{\frac{2r}{3}} \Rightarrow AB = \frac{2r}{3}$$

$$\Delta SCD \sim \Delta SKL \Rightarrow \frac{KL}{CO} = \frac{h}{2+h} = \frac{h}{h + \frac{2}{3}h} = \frac{h}{\frac{5}{3}h} = \frac{3}{5} \Rightarrow CD = \frac{5}{3} KL = \frac{5}{3} \cdot \frac{2r}{3} = \frac{10}{3}r$$

$$S_1 = \pi \cdot \left(\frac{2}{3}r\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{r}{3}\right)^2 = \frac{25}{9}\pi r^2 - \frac{1}{9}\pi r^2 = \frac{24}{9}\pi r^2 = \frac{8}{3}\pi \cdot 25 = \frac{200}{3}\pi \text{ см}^2$$

Решение





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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!

