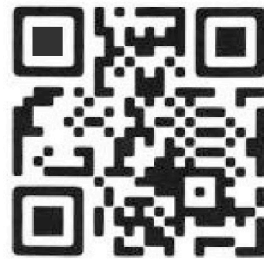


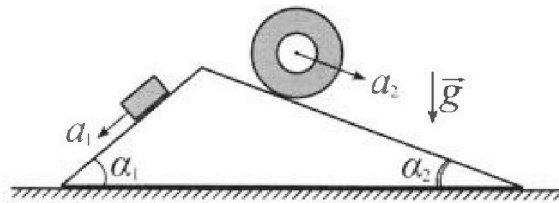
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

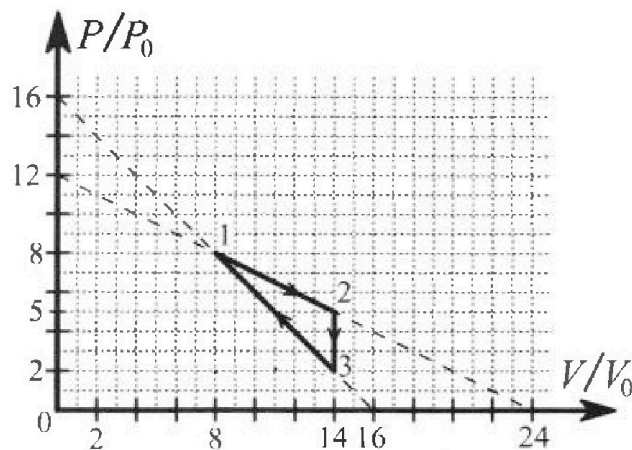


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с чл словом 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.

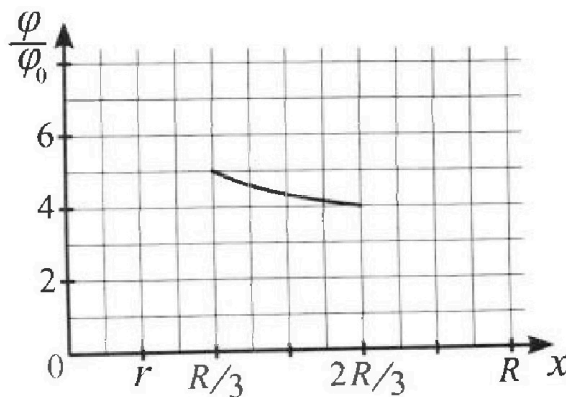
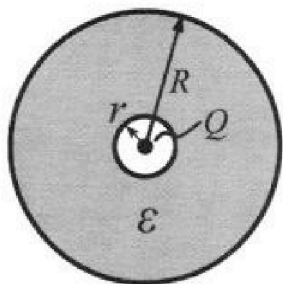
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

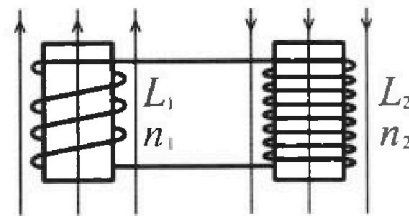
Вариант 11-03



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.

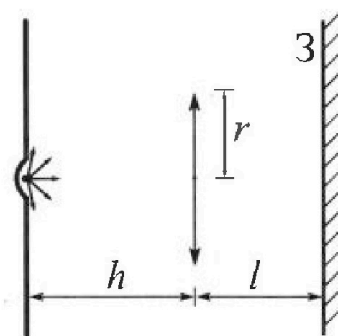


1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?

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 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.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

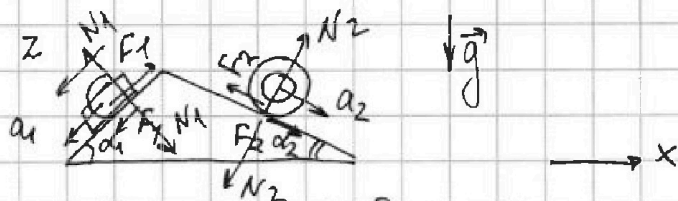
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 1

Дано: $a_1 = \frac{6g}{13}$; $a_2 = \frac{g}{4}$; $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$; $\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$

Найти: F_1 ; F_2 ; F_3 - ?

Решение:

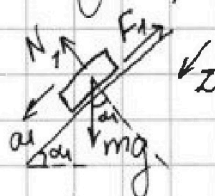


1) Запишем $\Pi^{\text{в}}$ 3-х Ньютона для бруска в проекции на OZ, сонапр. его ускорению a_1 :

$$OZ: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$m \cdot \frac{6g}{13} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_1$$

$$F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \frac{39 - 30}{65} = \frac{9}{65} mg$$



2) Рассмотрим движение цилиндра. Запишем для него m -ую зв-цу центра масс в проекции на сонапр-е движение:

$$2m \cdot \frac{g}{4} = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 2mg \left(\frac{12}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \cdot \frac{20 - 13}{52} = \frac{14}{52} mg = \frac{7}{26} mg$$

3) Центр масс системы покоится \Rightarrow
 \Rightarrow по т.ме о движении центра масс сумма сил действующих на него равна нулю \Rightarrow из рав-ва сил, действующих на клин в проекции на горизонтальную ось OX:

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



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 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!

Из \vec{n}^{20} з-на Альтмана и т-мк орб-шц.м
на ось перпендикулярную напр-во дви-я
для груза и цилиндра соств:

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 ; N_1 = mg \cos \alpha_1$$

Окончательно:

$$N_1 \cdot \frac{3}{5} - F_1 \cdot \frac{4}{5} + F_2 \cdot \frac{12}{13} - N_2 \cdot \frac{5}{13} + F_{3x} = 0$$

$$mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} - 2mg \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} + F_{3x} = 0$$

$$mg \left(\frac{12}{25} - \frac{36}{325} + \frac{84}{2 \cdot 169} - \frac{120}{169} \right) = -F_{3x}$$

$$mg \left(\frac{12 \cdot 13 - 36}{325} + \frac{84 - 240}{2 \cdot 169} \right) = -F_{3x}$$

$$mg \left(\frac{120}{325} - \frac{156}{2 \cdot 13^2} \right) = -F_{3x}$$

$$mg \left(\frac{24}{65} - \frac{12}{26} \right) = -F_{3x}$$

$$mg \left(\frac{24}{65} - \frac{6}{13} \right) = -F_{3x}$$

$$mg \frac{24 - 30}{65} = -F_{3x} \Rightarrow F_{3x} = \frac{6}{65} mg = F_3$$

$$F_3 = \frac{6}{65} mg$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{9}{65} mg ; F_2 = \frac{7}{26} mg ; F_3 = \frac{6}{65} mg$$



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!

№2

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

Найти: $\frac{\Delta U}{A_{12}}$; $\frac{T_{\max 12}}{T_3}$; η

Решение:

1) Для м. 1:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

Для м. 2:

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

Для м. 3:

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

Из графика:

$$p_1 = 8p_0; V_1 = 8V_0$$

$$p_2 = 5p_0; V_2 = 14V_0$$

$$p_3 = 2p_0; V_3 = 14V_0$$

$$2) \begin{cases} 64p_0 V_0 = \nu R T_1 \\ 70p_0 V_0 = \nu R T_2 \\ 28p_0 V_0 = \nu R T_3 \end{cases}$$

Пусть T_0 - такая T -ра, что $7p_0 V_0 = \nu R T_0$,
тогда:

$$T_3 = 4T_0$$

$$T_2 = 10T_0$$

$$T_1 = \frac{64}{7}T_0$$

3) Работу газа за цикл найдём как площадь под графиком отс. $\Delta 123$.

$$A = 3p_0 \cdot 6V_0 \cdot \frac{1}{2} = 9p_0 V_0 > 0 \text{ цикл прямой}$$

$$|\Delta U_{12}| = \left| \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \right| = \frac{3}{2} (70p_0 V_0 - 64p_0 V_0) =$$

$$= 9p_0 V_0$$

Тогда:

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

4) П.к. кол-во вещества в процессе постоянно, то температура в процессе $1 \rightarrow 2$ максимальна, когда максимальное произв. $p_i V_i$ в точке i на отрезке $[5p_0; 8p_0]$ $[8V_0; 14V_0]$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 5

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!

5) Ур-е прямой, к-й принаделим отр. 1 → 2:

$$\frac{p}{p_0} = -\frac{3}{6} \cdot \frac{V}{V_0} + 12 \frac{p_0}{p_0}$$

$$\frac{p}{p_0} = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 12$$

$$p = -\frac{1}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} + 12 p_0$$

6) $pV = \left(-\frac{1}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} + 12 p_0\right) V = -\frac{1}{2} V^2 \cdot \frac{p_0}{V_0} + 12 p_0 V$ — ур-е параболы, ветви вниз, тогда:

$$V(T_{\max}) = \frac{-12 p_0}{-2 \cdot \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}} = 12 V_0 \in [8V_0, 14V_0]$$

Тогда из ур-я сост-я и графика ($p(12V_0) = 6p_0$)

$$12 p_0 \cdot 6 V_0 = \nu R T_{\max, 12}$$

Окончательно:

$$\frac{T_{\max, 12}}{T_3} = \frac{12 p_0 \cdot 6 V_0}{7 \cdot 4 p_0 V_0} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

7) Запишем I^e начало ТД, предварительно заметив, что в процессе 1 → 2 из рисунка и 4-6 Т-ра возрастает до $A(12V_0; 6p_0) \Rightarrow$ проверим процесс 1 → 2 на кас-е с адиабатой. В адиабат. процессе $c = 0$:

$$0 = c_V \nu dT + p dV$$

Из ур-я сост-я в малых приращенных:

$$p dV + V dp = \nu R dT$$

Оконч-но:

$$c_V + \frac{R}{1 + \frac{\nu dp}{p dV}} = 0$$



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
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!

8) Шаг 1: $a_v = \frac{3}{2} R \Rightarrow$ (из уравнений)

$$1 + \frac{v dp}{p dV} = -\frac{2}{3}$$

$$\frac{v dp}{p dV} = -\frac{5}{3}$$

из н.с: $\frac{dp}{dV} = -\frac{p}{2} \frac{p_0}{V_0}$

$$\frac{V_k}{p_k} \cdot -\frac{p}{2} \frac{p_0}{V_0} = -\frac{5}{3}$$

$$\frac{V_k}{p_k} = \frac{10}{3} \cdot \frac{V_0}{p_0}, \text{ где } p_k, V_k - \text{ координаты точки касания с адiabатой}$$

9) $p_k = \left(\frac{10}{3} \frac{V_0}{p_0}\right)^{-1} \cdot V_k = \frac{3}{10} \frac{p_0}{V_0} V_k$

$$\frac{3}{10} p_0 \cdot \frac{V_k}{V_0} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V_k + 12 p_0$$

$$\frac{8}{10} p_0 \cdot \frac{V_k}{V_0} = 12 p_0$$

$$V_k = \frac{120}{8} V_0 = 15 V_0 - \text{вне стр. } [8V_0, 14V_0]$$

10) Шаг из I^{20} канала $\nabla \Delta_1$:

$$\begin{aligned} Q_+ = Q_{12} &= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \mathcal{A}_{12} = \\ &= \frac{3}{2} (70 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0) + \frac{8 p_0 + p_0}{2} \cdot 6 V_0 = \\ &= \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 + 39 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0 \end{aligned}$$

11) По определению КПД:

$$\eta = \frac{\mathcal{A}}{Q_+} = \frac{9}{48} = \frac{3}{16}$$

Ответ: $\frac{|Q_{12}|}{\mathcal{A}} = 1$; $\frac{T_{\max 12}}{T_3} = \frac{18}{7}$; $\eta = \frac{3}{16}$



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!

№3

Дано: $r; R; Q; \frac{\varphi}{\varphi_0}(x)$
Найти: $\varphi(\frac{5R}{6}) \epsilon; \frac{\varphi}{\varphi_0}; \epsilon - ?$

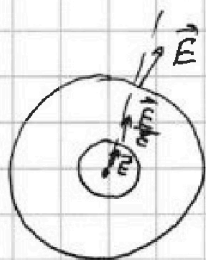
Решение:

1)



Рассмотрим граничные условия для вектора $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$ на внутренней и внешней пов-ти диэлектрика:

Пл.к на диэлектрике отвечает сторонний заряд, то: $D_1 = D_2 = D_3$, где D_1, D_2, D_3 - это вектора D внутри полости диэл; в толще и снаружи соотв.-но, тогда:



Тогда снаружи и в полости напр. поле:

$$\vec{E}_1 = k \frac{Q}{R^3} \vec{R}$$

А в толще диэлектрика:

$$\vec{E}_2 = \frac{\vec{E}_1}{\epsilon} = \frac{k}{\epsilon} \frac{Q}{R^3} \vec{R}$$

Тогда потенциал на пов-ти диэлектрика из связи м.у E и φ : $E_r = -\frac{d\varphi}{dr}$:

$$\varphi_1 = \int_{\infty}^R \frac{kQ}{R^2} dR = kQ \left(-\frac{1}{R} \right) \Big|_R^{\infty} = \frac{kQ}{R}$$

С учетом того, что потенциал характеризует работу по переносу заряда в электростат. поле:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \int_x^R \frac{E}{\epsilon} dr = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} \right) \Big|_x^R = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{x} \right),$$

где x - r - е от точки с пот. $\varphi(x)$ $r < x \leq R$, должн-но для потенциала в толще диэлектрика;

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



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

1 2 3 4 5 6 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) Тогда в точке $x = \frac{5R}{6}$:

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{R}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{5R} =$$
$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{5\varepsilon R}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} \left(1 + \frac{1}{5\varepsilon}\right)$$

3) Возьмем на гр-ке характ. точки $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0$;
 $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0$, тогда имеем:

$$5\varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{1}{R}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon}\right)$$

$$4\varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{1}{R}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon}\right)$$

$$\frac{5}{4} = \frac{1 + \frac{2}{\varepsilon}}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}}$$

$$5 + \frac{5}{2\varepsilon} = 4 + \frac{8}{\varepsilon}$$

$$1 = \left(8 - \frac{5}{2}\right) \frac{1}{\varepsilon}$$

$$1 = \frac{11}{2} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\varepsilon = \frac{11}{2}$$

Ответ: $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} \left(1 + \frac{1}{5\varepsilon}\right)$; $\varepsilon = \frac{11}{2}$



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!

№ 4

Дано: $L_1 = L$; $L_2 = 16L$; $n_1 = n$; $n_2 = 4n$; S

Найти: $|\frac{dI}{dt}|$ ($B = \alpha > 0$) - ?; I_k - ?

Решение:

1)

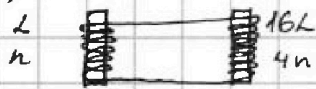
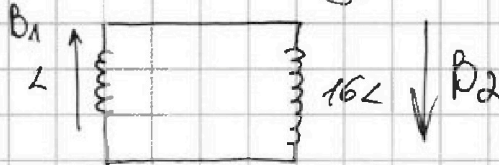


Схема контура:



2) П.к. омического сопр-я нет, то поток в контуре должен сокращаться

3) Из з-на Фарадея $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$. Поток в катушке складывается из потока внешнего поля и потока созданного самоиндукцией. Запишем \mathcal{E} з-н Кирхгофа для контура:

$$-\frac{d\Phi_1}{dt} + \left(-\frac{d\Phi_2}{dt}\right) = 0$$

Во второй катушке $B_{внеш} = const \Rightarrow \mathcal{E}_{i2}$ склад. только из самоиндукции.

$$nBS - LI - 16LI = 0$$

$$n\alpha S = ~~nBS~~ 17L \frac{dI}{dt}$$

$$\left|\frac{dI}{dt}\right| = \frac{n\alpha S}{17L}$$

4) Поток в контуре сохраняется, т.к. из \mathcal{E} з-на Кирхгофа: $-\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_z = 0$

5) Запишем изменение потока для нач. и кон. ситуаций:

$$nB_0S + 4n \cdot 3B_0S = n \cdot \frac{B_0S}{3} + 4n \cdot \frac{9B_0S}{4} + 16LI_k + LI_k$$

$$13nB_0S = \frac{28}{3}nB_0S + 17LI_k$$



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!

$$\frac{11}{3} n B_0 S = 17 L I_k$$

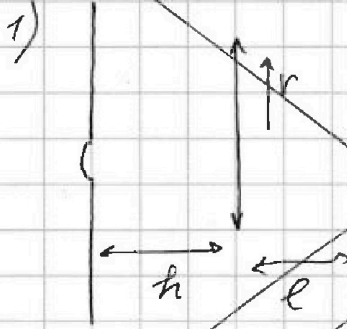
$$I_k = \frac{11 n B_0 S}{51 L}$$

Ответ: $\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{n \alpha S}{17 L}$; $I_k = \frac{11 n B_0 S}{51}$

№5
Дано: h ; $F = \frac{h}{3}$; $r = 5 \text{ см}$; $l = \frac{2h}{3}$

Найти: S_3 ; $S_{\text{ср}}$

Решение:



Из Ф-лы тонкой линзы объект с источником будет находиться на расстоянии x от линзы, так как, это:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{h/3}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{3}{h}$$

$$\frac{2}{h} = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{h}{2} < \frac{2h}{3}$$

2) Таким образом; Изобразим ход лучей



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!

15

Дано: $F = h/3$; $l = \frac{2h}{3}$; $v = 5 \text{ см}$

Найти: S_3 ; $S_{\text{ср}}$

Решение:

1) Пусть центр-е S' источника находится на r -м x от зеркала, тогда центр-е тонкой линзы:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{l-x} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{\frac{2h}{3} - x} = \frac{3}{h}$$

$$x = \frac{1}{6}h \Rightarrow \text{от линзы на } y = l - x = \frac{h}{2}$$

2) Изобразим ход лучей. Лучи прошедшие через линзу делится на лучи через S' и сферм. внутр. осв. пятно. Лучи микробавшие линзу формирует внешнее осв. пятно. Из соотно-ий h и h выходящих, что сферма неосв. части зеркала - темное кольцо. Тогда из подобия $\triangle A_1 S' O$ и $\triangle S' A O'$;

$$\frac{AO'}{r} = \frac{h/6}{h/2} = \frac{1}{3} \Rightarrow AO' = \frac{r}{3}$$

Из подобия $\triangle S A_1 O$ и $\triangle S C O'$;

$$\frac{O'C}{r} = \frac{5h}{h} = \frac{5}{3} \Rightarrow O'C = \frac{5}{3}r$$

3) Тогда окончательно:

$$S_3 = \pi (O'C^2 - AO'^2) = \frac{\pi r^2}{9} (25 - 1) = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

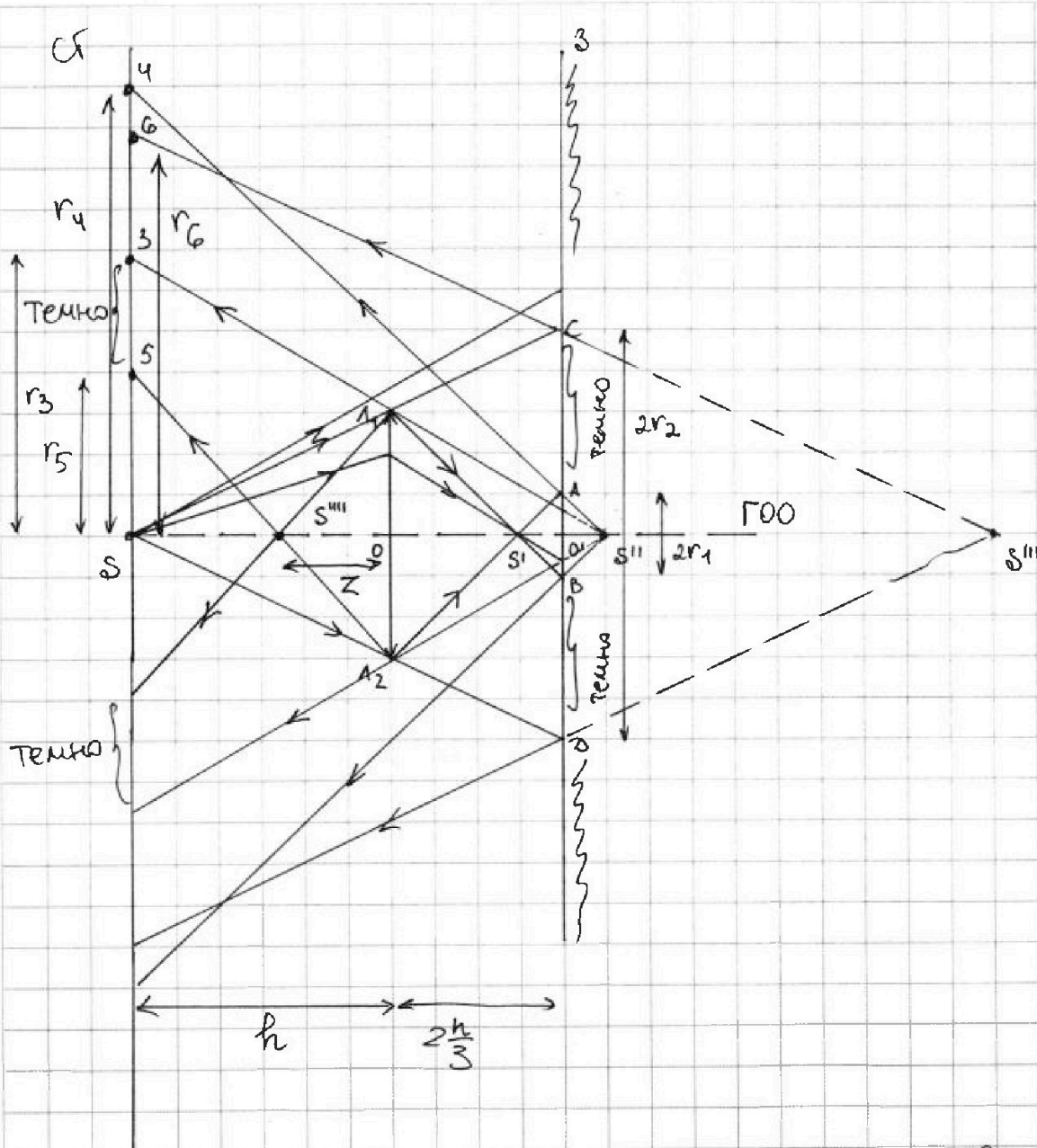
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 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. Порта QR-кода недопустима!



4) Изобразим S'' и S''' - изобр-я S' и S в зеркале соответственно. Тогда луч вышедший из S'' и прошедший через L_1 формирует внутр. границу внешней обв. области, а лучи вышедшие из S'' и преломившиеся формируют внешнейю границу внутренней светлой области



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!

5) Из подобия $\Delta S'''S_6$ и $\Delta S'''O'C$:

$$\frac{r_6}{r_2} = \frac{\frac{5h}{3} \cdot 2}{\frac{5h}{3}} = 2 \Rightarrow r_6 = 2r_2 = \frac{10}{3}r$$

Из подобия $\Delta S''O'A$ и $\Delta S''S_4$:

$$\frac{r_4}{r_1} = \frac{6}{\frac{h}{6}} = 11 \Rightarrow r_4 = 11r_1 = \frac{11}{3}r$$

$r_4 > r_6 \Rightarrow$ расс. п. ч. верши

Из подобия $\Delta S''O_1A_1$ и $\Delta S''S_3$:

$$\frac{r_3}{r_4} = \frac{6}{\frac{5h}{6}} = \frac{11}{5} \Rightarrow r_3 = \frac{11}{5}r$$

Из ср-ной тонкой линзы:

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

$$z = \frac{5}{9}h$$

Из подобия $\Delta S'''O_1A_1$ и $\Delta S'''S_5$:

$$\frac{r_5}{r} = \frac{\frac{4}{9}h}{\frac{5}{9}h} = \frac{4}{5} \Rightarrow r_5 = \frac{4}{5}r$$

Окончательно:

$$S_{\text{от}} = \pi (r_3^2 - r_5^2) = \frac{\pi}{25} r^2 (121 - 16) = \frac{105}{25} \pi r^2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

Ответ: $S_3 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$; $S_{\text{от}} = 105 \pi \text{ см}^2$

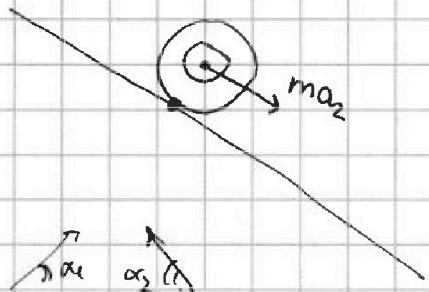


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

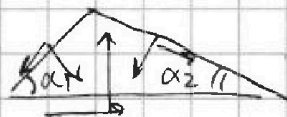
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!



$$I \cdot \frac{a_2}{R} = F_2 R$$



$$2m \frac{a_2}{2} = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$mg \cdot \frac{1}{2} = mg \cdot \frac{10}{13} - F_2$$

сдт =

$$c = c_v + \frac{R}{1 + \frac{V dp}{p dV}}$$

$$\frac{h}{6} + \frac{10h}{6} = \frac{11h}{6} \quad \frac{dp}{dV} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0}$$

$$\frac{2h}{3} + \frac{h}{6} = \frac{5h}{6} \quad c_v + \frac{R}{1 + \frac{V dp}{p dV}} = 0$$

$$\frac{3}{2} R = - \frac{R}{1 + \frac{V dp}{p dV}}$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{1}{2} p_0 V$$

$$1 + \frac{V dp}{p dV} = -\frac{2}{3}$$

$$\frac{V dp}{p dV} = -\frac{5}{3}$$

$\frac{N}{\sin \alpha_2}$
 $\frac{N}{\cos \alpha_2}$
 x^2
первообр
 x^{-1}
 $\frac{1}{-1}$



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
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!

$m \cdot \frac{g}{3} = mg \cdot \frac{12}{15} - \frac{F_a}{15}$

$I \cdot \frac{a_2}{R} = F_2 \cdot R$

$(I + 2mR^2) \cdot \epsilon = 2mgs \sin \alpha$

$I a_2 = F_2 R^2$

$I a_2 + 2mR^2 \epsilon = 2mgs \sin \alpha R$

$(F_2 + 2ma_2) R^2 = 2mgs \sin \alpha R$

$12 \cdot 13 = 13 \cdot 4 \cdot 3 = 52 \cdot 3$

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

$\frac{1}{2} + \frac{6}{5h} = \frac{3}{h}$

$\frac{1}{2} = \frac{15-6}{5h}$

$2 = \frac{9}{5} h$

$3h/5 + 2h/3 = 5 \cdot 2/3 = 10/3 \cdot 3.33$

$h + 2/3 h = 2h/3 + 2h/3 = 4h/3$

$h \cdot 2/3 = 5h/6$

$h + 2/3 h = 5h/6 + 2h/6 = 7h/6$

неосв.
100
неосв.
неосв.

неосвещенная область - тень колесо

$\Delta \Pi = mg dx \sin \alpha$

$F_a dx = \mu dx = \mu \cdot 2R \alpha$

$2mR^2 \alpha$