

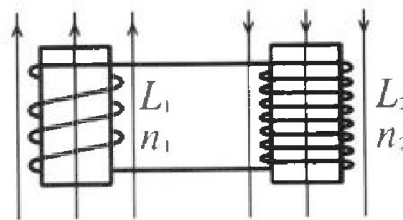
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

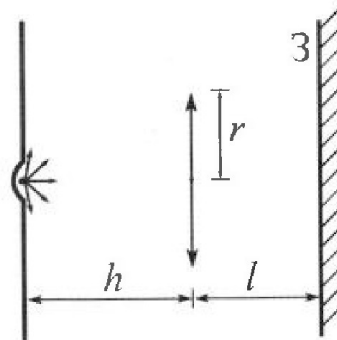


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



- 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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



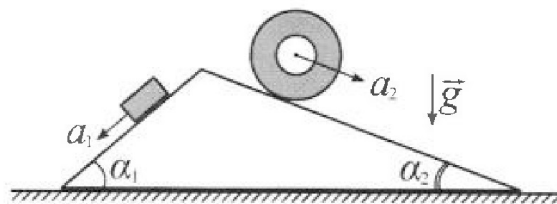
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ 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.

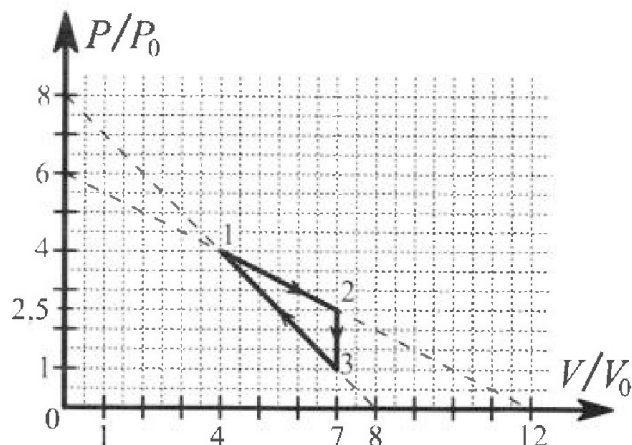


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

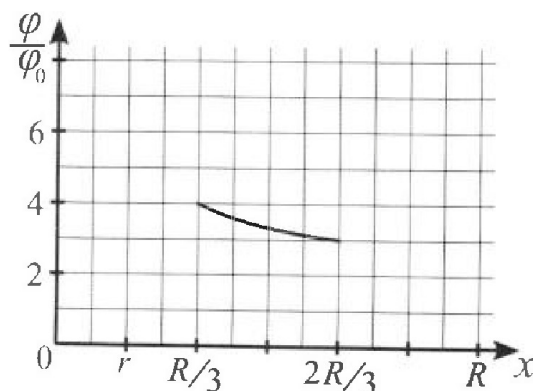
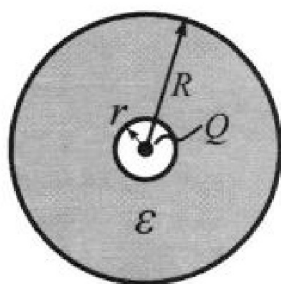
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





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!

Дано:

$$a_1 = 5g/13;$$

$$m_2 = 4m;$$

$$a_2 = 5g/24;$$

$$\sin \alpha_1 = 3/5;$$

$$\cos \alpha_1 = 4/5;$$

$$\sin \alpha_2 = 5/13;$$

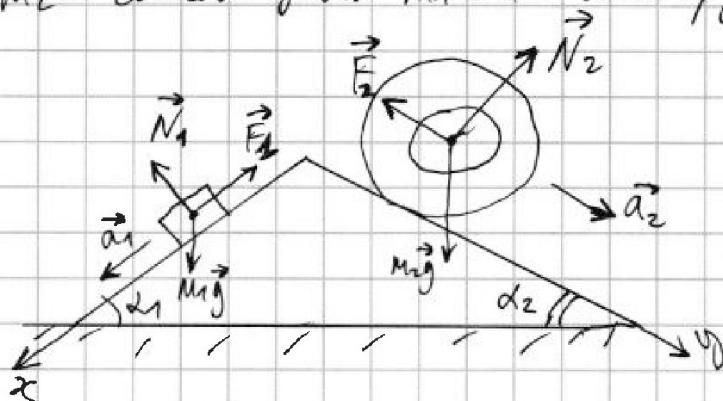
$$\cos \alpha_2 = 12/13;$$

$$1) F_1 - ?$$

$$2) F_2 - ?$$

$$3) F_3 - ?$$

m_2 - масса уш. $m_1 = m$ - масса бруска



N_1 - сила реакции опоры клина на брусок; N_2 - сила реакции клина на уш.

~~и.к. бруска~~

из II З.К.:

брусок движется по x : $m_1 \cdot a_1 = -F_1 + m_1 g \cdot \sin \alpha_1$

$$m \cdot 5g/13 = -F_1 + mg \cdot 3/5$$

$$F_1 = mg \cdot \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \cdot \frac{39 - 25}{13 \cdot 5} =$$

$$= mg \cdot \frac{14}{13 \cdot 5} = mg \cdot \frac{14}{65}$$

уш движется по y : $m_2 \cdot a_2 = -F_2 + m_2 g \cdot \sin \alpha_2$

$$4m \cdot 5g/24 = -F_2 + 4m \cdot g \cdot 5/13$$

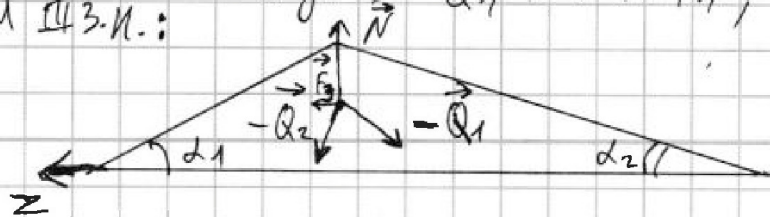
$$F_2 = mg \cdot \left(\frac{20}{13} - \frac{5}{6} \right) = mg \cdot \frac{120 - 65}{13 \cdot 6} =$$

$$= mg \cdot \frac{55}{78}$$

применим III З.К.:

$$\text{Сумма } Q_1 = \vec{N}_1 + \vec{F}_1; Q_2 = \vec{N}_2 + \vec{F}_2$$

N - сила реакции клина на уш





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
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 II 3. И. для кинемат. проекции на z :

$$F_{3z} - Q_{2z} - Q_{1z} = 0; F_{3z} = Q_{2z} + Q_{1z}$$

из II 3. И в проекции на z :

для бруска:

$$m_1 \cdot a_1 \cdot \cos \alpha_1 = Q_{1z}; Q_{1z} = m \cdot \frac{5g}{13} \cdot \frac{4}{5}$$

для цилиндра: $-m_2 \cdot a_2 \cdot \cos \alpha_2 = Q_{2z}$ ~~$m \cdot \frac{5g}{13} \cdot \frac{12}{13}$~~

$$Q_{1z} = mg \cdot \frac{4}{13}; Q_{2z} = -4 \cdot m \cdot \frac{5g}{24} \cdot \frac{12}{13}$$

$$Q_{2z} = -mg \cdot \frac{10}{13};$$

$$F_{3z} = -mg \cdot \frac{10}{13} + mg \cdot \frac{4}{13} = -mg \cdot \frac{6}{13};$$

$$F_3 = |F_{3z}| = mg \cdot \frac{6}{13}$$

Ответ: 1) $mg \cdot \frac{14}{65}$

2) $mg \cdot \frac{55}{78}$

3) $mg \cdot \frac{6}{13}$



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!

N2

Дано:

график; $i=3$;

1) $\frac{|\Delta U_{23}|}{A_{\text{полн}}} = ?$

из графика: $U_2 = \frac{3}{2} \cdot 2,5 P_0 \cdot 7 \cdot V_0$

из графика: $U_3 = \frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot 7 \cdot V_0$

$$|\Delta U_{23}| = |-U_2 + U_3| = \left| -\frac{3}{2} \cdot 2,5 P_0 \cdot 7 V_0 + \frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot 7 V_0 \right| = \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot P_0 \cdot V_0 \cdot (2,5 - 1) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 1,5 \cdot 7 \cdot P_0 \cdot V_0 = \frac{9}{4} \cdot 7 \cdot P_0 \cdot V_0; \quad |\Delta U_{23}| = \frac{9}{4} \cdot 7 \cdot P_0 \cdot V_0$$

из графика: $A_{12} = (7-4) \cdot V_0 \cdot \frac{1+2,5}{2} \cdot P_0$

из графика: $A_{23} = 0$; из графика: $A_{31} = (4-7) \cdot V_0 \cdot \frac{1+4}{2} \cdot P_0$

$$A_{\text{полн}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = (7-4) \cdot V_0 \cdot \frac{1+2,5}{2} \cdot P_0 -$$

$$- (7-4) \cdot V_0 \cdot \frac{1+4}{2} \cdot P_0 = 3 \cdot V_0 \cdot P_0 \cdot \left(\frac{6,5}{2} - \frac{5}{2} \right) = 3 \cdot V_0 \cdot P_0 \cdot \frac{1,5}{2}$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_{\text{полн}}} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 7 \cdot P_0 \cdot V_0}{\frac{9}{4} \cdot P_0 \cdot V_0} = 7$$

2) ~~В точке 1~~ в точке 1 из ур-я Менг-Клау:

$$\frac{T_{12 \text{ макс}}}{T_1} \cdot (3) \cdot 4 \cdot P_0 \cdot 4 \cdot V_0 = V \cdot R \cdot T_1$$

ур-е процесса 1-2: $P(V) = k \cdot V + b$

из графика м.1: $4 \cdot P_0 = k \cdot 4 \cdot V_0 + b$

из графика м.2: $2,5 \cdot P_0 = k \cdot 7 V_0 + b$

$$(4-2,5) \cdot P_0 = k \cdot (4-7) \cdot V_0$$

$$k = -\frac{1,5}{3} \cdot \frac{P_0}{V_0}; \quad k = -\frac{1}{2} P_0 : V_0$$

из графика: $6 \cdot P_0 = 0 \cdot k + b$; $b = 6 \cdot P_0$



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!

$$Q_{12} = 3 \cdot \frac{6,5}{2} \cdot p_0 \cdot V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot p_0 \cdot V_0 = \frac{3}{2} \cdot p_0 \cdot V_0 \cdot (6,5 - 1,5) = \\ = \frac{3}{2} \cdot p_0 \cdot V_0 \cdot 5 = \frac{15}{2} \cdot p_0 \cdot V_0$$

Уз I имеет периодичности:

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}; \quad A_{31} = (4-7) \cdot V_0 \cdot \frac{1+4}{2} \cdot p_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot p_0 \cdot 4 \cdot V_0 - \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot p_0 \cdot 7 \cdot V_0$$

$$Q_{31} = -\frac{3}{2} \cdot 5 \cdot p_0 \cdot V_0 + \frac{3}{2} \cdot p_0 \cdot V_0 \cdot (\underbrace{16-7}_9) = \\ = +\frac{3}{2} \cdot p_0 \cdot V_0 \cdot (\underbrace{9-5}_4) = 6 \cdot p_0 \cdot V_0$$

$$Q_{\text{итог}} = Q_{12} + Q_{31}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{полн.}}}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{\frac{9}{4} \cdot p_0 \cdot V_0}{\frac{15}{2} \cdot p_0 \cdot V_0 + 6 \cdot p_0 \cdot V_0} = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{15}{2} + 6} = \\ = \frac{9}{30 + 24} = \frac{9}{54} = \frac{1}{6}$$

Ответ:

- 1) 7
- 2) 9/8
- 3) 1/6



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!

$$(1): P = -\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V + 6 \cdot P_0 \quad (\text{ур-е процесса 1-2})$$

$$(2): P \cdot V = \gamma \cdot R \cdot T \quad (\text{ур-е шм.})$$

подставим (1) в (2):

$$\left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V + 6 \cdot P_0\right) \cdot V = \gamma \cdot R \cdot T$$

$$-\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V^2 + 6 \cdot P_0 \cdot V = \gamma \cdot R \cdot T \quad (\text{квадрат. ф-ция})$$

V_8 - вершина параболы

$$V_8 = \frac{-6 \cdot P_0}{2 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{P_0}{V_0}} = 6 \cdot V_0; \text{ в вершине } T_{\text{max}}$$

$$\gamma \cdot R \cdot T_{12 \text{ max}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V_8^2 + 6 \cdot P_0 \cdot V_8$$

$$(5): \gamma \cdot R \cdot T_{12 \text{ max}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot 36 \cdot V_0^2 + 6 \cdot P_0 \cdot 6 \cdot V_0 =$$

$$= -18 \cdot P_0 \cdot V_0 + 36 \cdot P_0 \cdot V_0 = 18 \cdot P_0 \cdot V_0$$

делим (5) на (3):

$$\frac{T_{12 \text{ max}}}{T_1} = \frac{18 \cdot P_0 \cdot V_0}{16 \cdot P_0 \cdot V_0} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) $\eta = ?$

$$\eta = \frac{A_{\text{шм.}}}{Q_{\text{нагр.}}}$$

$$Q_{23} < 0, \text{ т.к. } \Delta U_{23} < 0, \quad A_{23} = 0$$

из I закона термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}; \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \cdot 2,5 \cdot P_0 \cdot 7 \cdot V_0 - \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot P_0 \cdot V_0$$

$$Q_{12} = (7 - 4) \cdot V_0 \cdot \frac{4 + 2,5}{2} \cdot P_0 + \frac{3}{2} \cdot 2,5 \cdot P_0 \cdot 7 \cdot V_0 - \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot P_0 \cdot V_0$$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

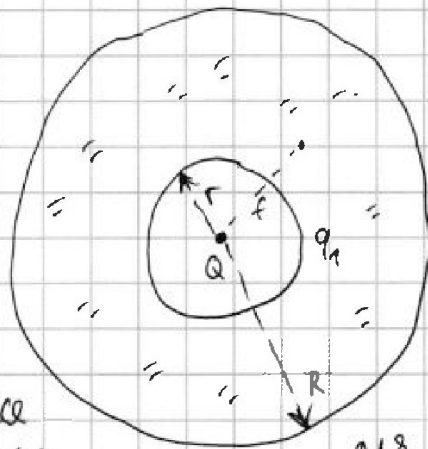
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Дано: r, R, Q, ϵ ;
 $\varphi(R/4) = ?$

(1): м.к. диэлектриком $\epsilon \approx 3$ заполнено всё пространство $4/9$ двумя жидкостями.
пов-мем: конфигурация поля в диэлектрике не изменится, а E уменьшится в ϵ раз;

из симметрии
системы отн.
поверхности
верт оси прох.
через Q :

q_1 и q_2 распределены
равномерно по пов-ти
жидк.



f - произв. радиус до произв.
точки в жидк.

для нап. U внутри жидк:

$$U(1): \frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot f^2} = \frac{k \cdot Q}{f^2} + \frac{k \cdot q_1}{f^2}$$

$$\frac{Q}{\epsilon} = Q + q_1;$$

применим закон сохранения энергии: $q_1 = Q \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right)$

$$\varphi(R/4) = \varphi_{q_1}(R/4) + \varphi_Q(R/4) + \varphi_{q_2}(R/4)$$

$$\varphi_{q_1}(R/4) = \frac{k \cdot q_1}{R/4} = \frac{4 \cdot k \cdot Q \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right)}{R}$$

$$\varphi_Q(R/4) = \frac{k \cdot Q}{R/4} = \frac{4 \cdot k \cdot Q}{R}; \quad \varphi_{q_2}(R/4) = \frac{k \cdot q_2}{R}$$

$$\varphi(R/4) = \frac{4 \cdot k \cdot Q \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right)}{R} + \frac{4 \cdot k \cdot Q}{R} + \frac{k \cdot q_2}{R}$$

$$\varphi(R/4) = \frac{4 \cdot k \cdot Q}{R} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 + 1 \right) + \frac{k \cdot q_2}{R}$$



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 графика: $\varphi(R/3) = 4 \cdot \varphi_0$; $\varphi(2R/3) = 3 \cdot \varphi_0$
 обобщим (2): $\varphi(f) = \frac{k \cdot Q}{\varepsilon \cdot f}$;
 $\frac{k \cdot Q}{\varepsilon \cdot R/3} = 4 \cdot \varphi_0$; $\frac{k \cdot Q}{\varepsilon \cdot 2R/3} = 3 \cdot \varphi_0$
 $\frac{k \cdot Q}{\varepsilon \cdot R} = \frac{4}{3} \cdot \varphi_0$; $\frac{k \cdot Q}{\varepsilon \cdot R} = 2 \cdot \varphi_0$

будем считать, что дисбаланс изначально не был заряжен: $q_2 + q_1 = 0$; $q_2 = Q(1 - \frac{1}{\varepsilon})$

(1): $\varphi(R/4) = \frac{4 \cdot k \cdot Q}{R} \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 + 1 + \frac{1}{4} \right) = \frac{4 \cdot k \cdot Q}{R} \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{4} \right)$
 обобщим формулу (2):

(3): $\varphi(f) = \frac{k \cdot Q}{f} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{f}{R} \right)$

2) $\varepsilon = 7$ из условия: $\varphi(R/3) = 4 \cdot \varphi_0$; $\varphi(2R/3) = 3 \cdot \varphi_0$

из (3): $\varphi(R/3) = \frac{3 \cdot k \cdot Q}{R} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{3} \right)$

$\varphi(2R/3) = \frac{3}{2} \cdot \frac{k \cdot Q}{R} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{2}{3} \right)$

$$\begin{cases} 4 \cdot \varphi_0 = \frac{3 \cdot k \cdot Q}{R} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{3} \right) \\ 3 \cdot \varphi_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{k \cdot Q}{R} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{2}{3} \right) \end{cases}$$

Тогда $\alpha = \frac{\varphi_0 \cdot R}{k \cdot Q}$, тогда:



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!

$$\begin{cases} \frac{4}{3} \alpha = \frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{3} \\ 2 \cdot \alpha = \frac{1}{\varepsilon} + \frac{2}{3} \end{cases}$$

поделим уравнения на друга:

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

$$\frac{2}{3} \varepsilon^{-1} + \frac{4}{9} = \varepsilon^{-1} + \frac{3}{9}$$

$$\frac{1}{9} = \frac{1}{3} \varepsilon^{-1}$$

$$\frac{1}{3} = \varepsilon^{-1}$$

$$\varepsilon = 3$$

Ответ: 1) $\frac{4 \cdot k \cdot Q}{R} \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{4} \right)$

2) 3



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:

$$L_1 = L; L_2 = 4L;$$

$$n_1 = n; n_2 = 2n;$$

$$S;$$

Φ_1 — маг. поток ~~сквозь~~ через 1 катушку,
 Φ_2 — маг. поток ~~сквозь~~ через 2 катушку

$$1) |\dot{I}| - ?$$

$$1) \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = 2;$$

B_1 — маг. поле в 1 катуш;
 B_2 — маг. поле в 2 катуш;

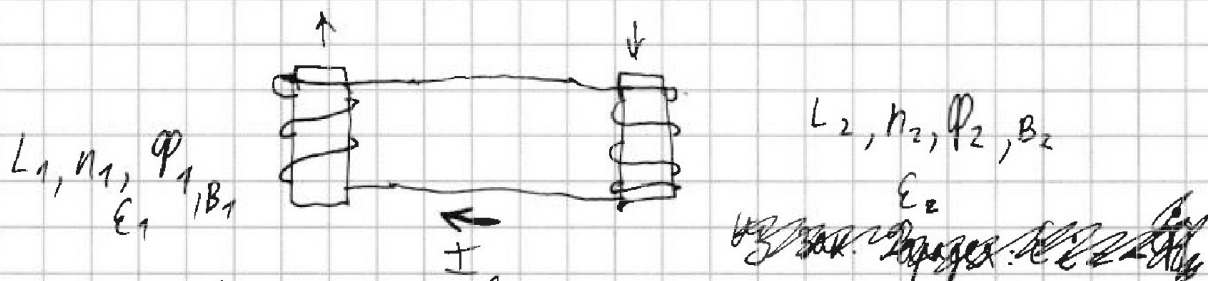
$$\Phi_1 = + B_1 \cdot n_1 \cdot S + L_1 \cdot I$$

$$\Phi_2 = - B_2 \cdot n_2 \cdot S + L_2 \cdot I$$

$\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$ — ЭДС индукции в катушках

из зак. Фарадея: $-\mathcal{E}_1 = \dot{\Phi}_1 = 2 \cdot n_1 \cdot S + L_1 \cdot \dot{I}$

$$-\mathcal{E}_2 = \dot{\Phi}_2 = L_2 \cdot \dot{I}$$



из II правила Кирхгофа для всей цепи:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$2 \cdot n_1 \cdot S + L_1 \cdot \dot{I} + L_2 \cdot \dot{I} = 0$$

$$|\dot{I}| = \frac{2 \cdot n_1 \cdot S}{L_1 + L_2} = \frac{2 \cdot n \cdot S}{5 \cdot L}$$

2) $B_{1 \text{ кон}} = B_0; B_{1 \text{ кон.}} = B_0/2; B_{2 \text{ кон}} = 2 \cdot B_0; B_{2 \text{ кон.}} = \frac{2}{3} B_0;$
 $|\dot{I}_{\text{кон.}}| - ?$



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 II пр. курс:

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = 0;$$

$$\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = 0;$$

$$\Delta \Phi_1 + \Delta \Phi_2 = 0;$$

$$\Delta \Phi_1 = (B_{1\text{кон}} - B_{1\text{нар}}) \cdot n_1 \cdot S + (I_{\text{кон}} - I_{\text{нар}}) \cdot L_1$$

$$\Delta \Phi_2 = -(B_{2\text{кон}} - B_{2\text{нар}}) \cdot n_2 \cdot S + (I_{\text{кон}} - I_{\text{нар}}) \cdot L_2$$

$$\Delta \Phi_1 = -\frac{B_0}{2} \cdot n \cdot S + (I_{\text{кон}} - I_{\text{нар}}) \cdot L$$

$$\Delta \Phi_2 = -\left(\frac{B_0 \cdot 2}{3} - 2 \cdot B_0\right) \cdot 2 \cdot n \cdot S + (I_{\text{кон}} - I_{\text{нар}}) \cdot L_2$$

$$\Delta \Phi_2 = \frac{8}{3} \cdot B_0 \cdot n \cdot S + (I_{\text{кон}} - I_{\text{нар}}) \cdot L \cdot 4$$

из условия $I_{\text{кон}} = 0;$

$$-\frac{B_0}{2} \cdot n \cdot S + I_{\text{кон}} \cdot L + \frac{8}{3} \cdot B_0 \cdot n \cdot S + 4 \cdot I_{\text{кон}} \cdot L = 0$$

$$-5 \cdot I_{\text{кон}} \cdot L = B_0 \cdot n \cdot S \left(-\frac{1}{2} + \frac{8}{3}\right) = B_0 \cdot n \cdot S \cdot \left(-\frac{3}{6} + \frac{16}{6}\right) =$$

$$= \frac{13}{6} \cdot B_0 \cdot n \cdot S; \quad |I_{\text{кон}}| = \frac{13}{30} \cdot \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{\alpha \cdot n \cdot S}{5 \cdot L}$

2) $\frac{13}{30} \cdot \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{L}$



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!

Дано:

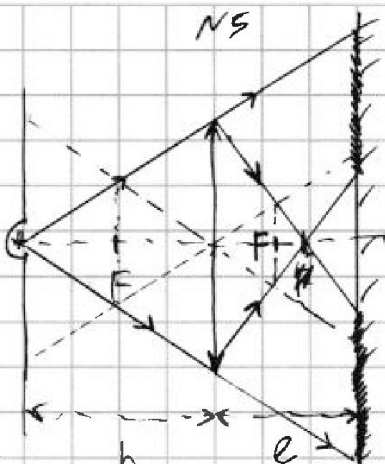
$$h; F = \frac{h}{2};$$

$$\Gamma = 3 \text{ см};$$

$$l = \frac{2h}{3};$$

$$1) S_3 - ?$$

$$2) S_c - ?$$



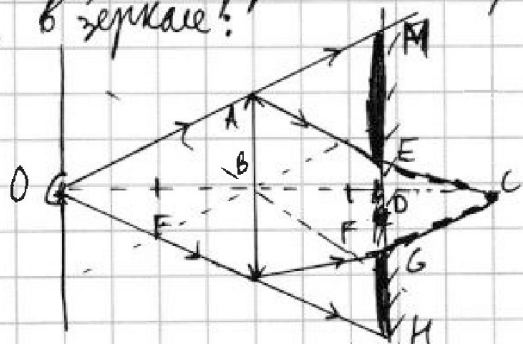
Запомним, что в выделенную часть зеркала не попадают лучи от источника

Пусть a - расстояние от линзы до изображения:

из формулы соб. линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{b};$

$$\frac{2}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{b}; \quad b = h, \text{ значит рисунок}$$

некорректен; корректный рисунок:
до опр. в зеркале:



ME и GH не освещены
из симм. $ME = GH$
с-изображение в линзе
 $AB = \Gamma$

$$OD = h + l = \frac{5h}{3}$$

$$OB = h$$

$$\Delta OBA \sim \Delta ODM: \quad \frac{OB}{OD} = \frac{AB}{FD};$$

$$\frac{h}{\frac{5h}{3}} = \frac{\Gamma}{FD};$$

$$FD = \frac{5}{3} \Gamma;$$

$$DC = b - l = \frac{h}{3}$$

$$BC = b = h;$$

$$\Delta ABC \sim \Delta EDC:$$

$$\frac{AB}{ED} = \frac{BC}{DC}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

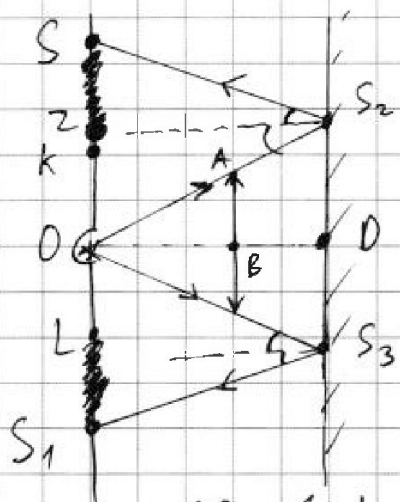
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\frac{3}{h} + \frac{1}{d} = \frac{2}{h}$; $\frac{1}{d} = -\frac{1}{h}$; $d = -h$. Значит
точки C_1 и C_2 совпадают

из $\triangle BMC_1 \sim \triangle BVC$: $BC_1 = h/3$
 $\frac{BM}{r} = \frac{h/3}{h}$; $BM = r/3$;

из $\triangle OLC_2 \sim \triangle BMC_2$:
 $\frac{OL}{r/3} = \frac{2h}{h}$; $OL = \frac{2r}{3}$

KL - освещенная ось; из симметрии
 $OK = OL$; построим "крайние" лучи, попадающие
на зеркало, не проходя через линзу, применив
закон отражения



$$OD = e + h = \frac{5}{3}h$$

$$OB = h;$$

$$AB = r;$$

из симм.: $OK = OL$; $OS = OS_1$

SK и LS_1 - неосвещенные
лучи

из рав-ва $\triangle SS_2Z$ и
 $\triangle ZS_2O$

$$OS = OS_2 \cdot 2$$

из подобия $\triangle OAB$ и $\triangle OS_2D$

$$\frac{AB}{S_2D} = \frac{OB}{OD}$$

$$\frac{r}{S_2D} = \frac{h}{\frac{5}{3}h}$$

$$S_2D = \frac{5}{3}r;$$



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
2 ИЗ 4

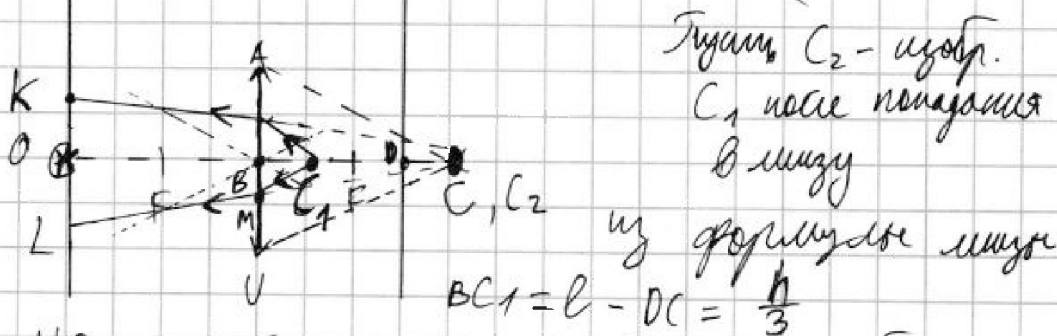
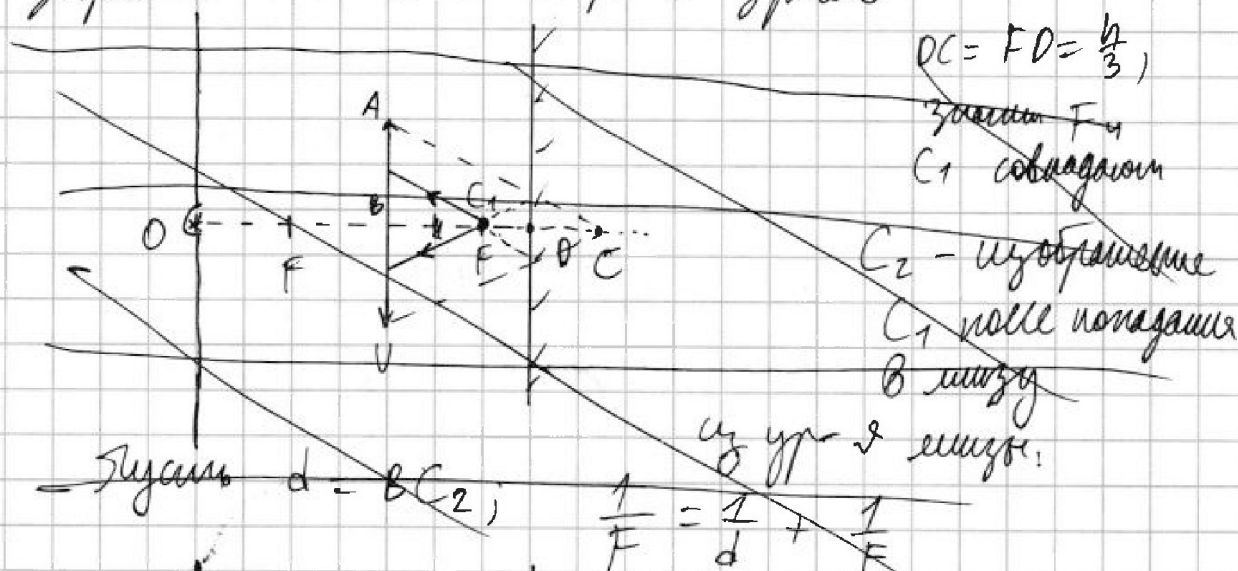
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{r}{ED} = \frac{h}{h/3} ; \quad ED = \frac{1}{3} r,$$

$$S_3 = \pi \cdot DM^2 - \pi \cdot DE^2 = \pi \cdot r^2 \cdot \left(\left(\frac{5}{3} \right)^2 - \left(\frac{1}{3} \right)^2 \right) =$$

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

Точка отражения в зеркале: C_1 - ~~изображение~~
изображение C после отр. в зеркале



AC и VC || крайним лучам из C_1 , т.к. было отр.
в зеркале

Значит d - расстояние от линзы до C_2 , но
 C_1 и C_2 с одной стороны от линзы
из формулы линзы: $\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
4 из 4

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

$$OS = \frac{10}{3} r$$

$$S_c = \pi \cdot OS^2 - \pi \cdot OK^2 =$$

$$= \cancel{100\pi} \cdot \frac{100}{9} \cdot r^2 - \pi \cdot \frac{4}{9} \cdot r^2 =$$

$$= 100\pi \cancel{cm^2} - 4\pi cm^2 = 96\pi cm^2$$

ответ: 1) $24\pi cm^2$

2) $96\pi cm^2$