



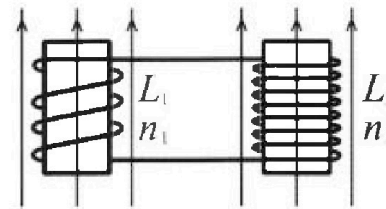
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02



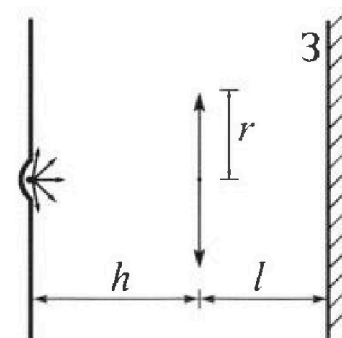
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ 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. В начале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) на чет изменяется ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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.

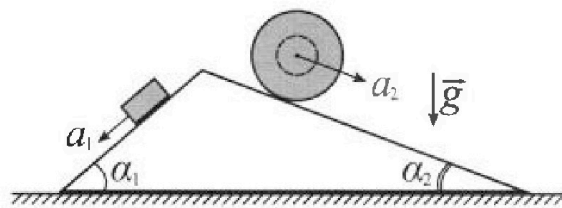
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



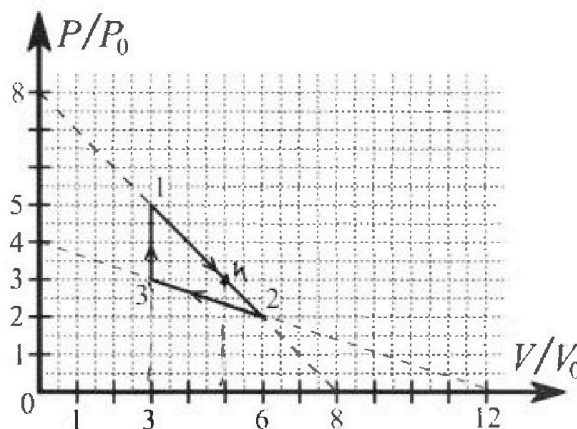
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

Каждый ответ выразить через m и g с 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.

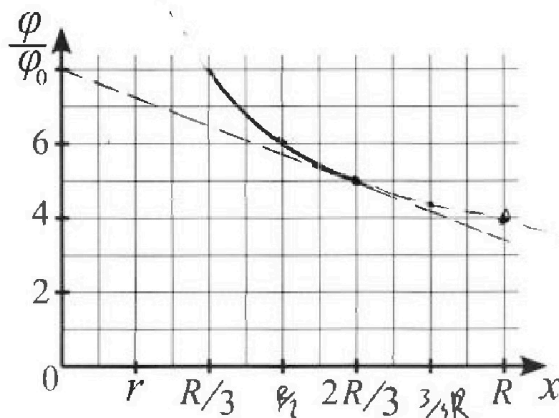
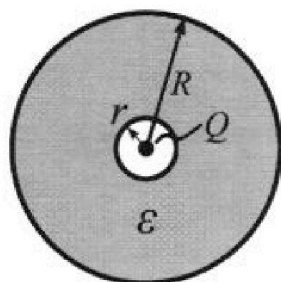


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 3R/4$.
- 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
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!

показатели (1) и (3) и (2):

$$F_3 = \frac{16 \text{ mg} \cdot 4}{85 \cdot 5} + \frac{75 \text{ mg} \cdot 8}{17 \cdot 17} - \frac{864 \text{ mg} \cdot 15}{425 \cdot 17} - \frac{12}{25}$$

$$- \frac{4}{5} \text{ mg} \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_3 = \text{mg} \left(\frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 5} + \frac{75 \cdot 8}{17 \cdot 17} - \frac{864 \cdot 15}{425 \cdot 17} - \frac{12}{25} \right)$$

$$F_3 = \text{mg} \left(\frac{64}{5^2 \cdot 17} + \frac{5^2 \cdot 3 \cdot 8}{17^2} - \frac{864 \cdot 15}{17^2 \cdot 5^2} - \frac{12}{5^2} \right)$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{64 \cdot 17 + 5^4 \cdot 3 \cdot 8 - 864 \cdot 15 - 12 \cdot 17^2}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{17(64 - 12 \cdot 17) + 5 \cdot 3(5^3 \cdot 8 - 864)}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{17 \cdot 4(16 - 3 \cdot 17) + 8 \cdot 3 \cdot 3(5^3 - 108)}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{17 \cdot 4 \cdot (-35) + 8 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 17}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{4(-7) + 8 \cdot 3}{5 \cdot 17}$$

$$F_3 = - \text{mg} \frac{3}{85} \Rightarrow \text{условное направление силы в обратную сторону, предполагаемое было неверно}$$

Ответ: $F_1 = \frac{16}{85} \text{ mg}$; $F_2 = \frac{864}{425} \text{ mg}$; $F_3 = \frac{3}{85} \text{ mg}$

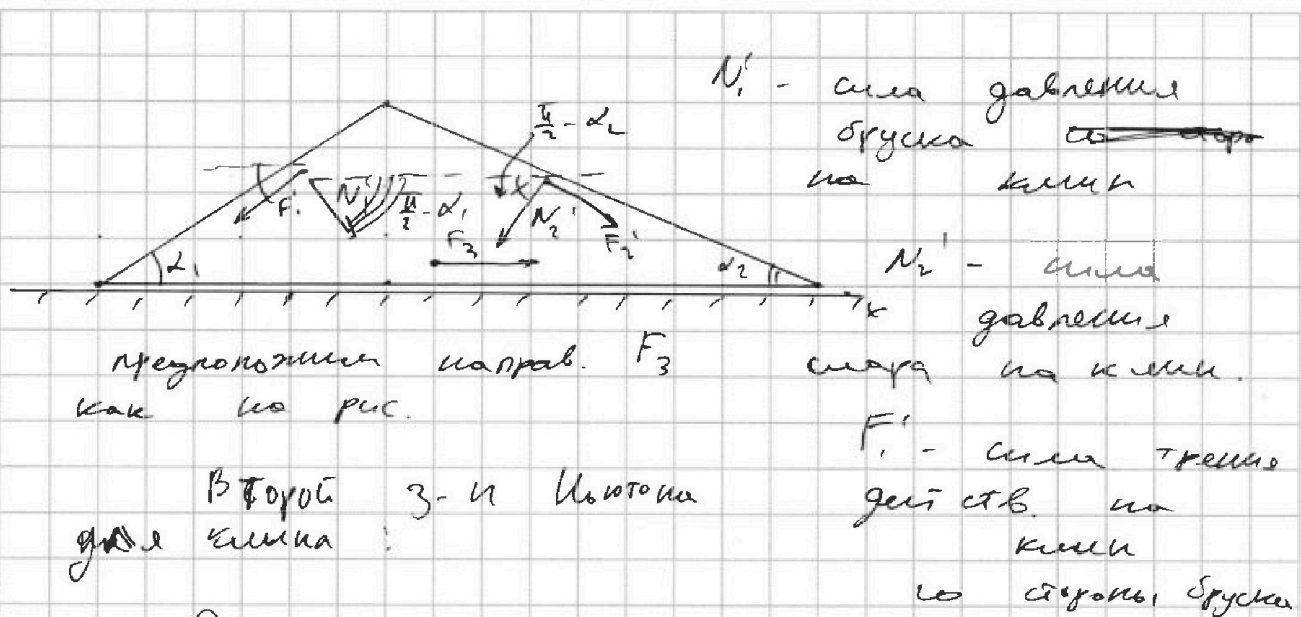


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



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

$$(2) F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1$$

второй закон Ньютона на мая:

$$O_y: \begin{cases} N_2 = mg \cdot \cos \alpha_2 \\ m a_2 = mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} N_2 = \frac{75}{17} mg \\ \text{...} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} N_2 = \frac{75}{17} mg \\ F_2 = mg \left(\frac{40}{17} - \frac{8}{25} \right) \end{cases}$$

$$F_2 = m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$(3) \begin{cases} N_2 = \frac{75}{17} mg \\ F_2 = \frac{864}{425} mg \end{cases}$$



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!

первый закон термодинамики:

для процесса 31: $Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$

$$A_{31} = 0$$



$$Q_{31} = \Delta U_{31} = 3 P_0 V_0$$

для процесса 14:

$$Q_{14} = \Delta U_{14} + A_{14}, \text{ где}$$

A_{14} - найдет, как величину, пропор. площади под графиком

$$\Delta U_{14} = \frac{3}{2} P R (T_4 - T_1)$$

уравнение состояния:

для г. 1: $15 P_0 V_0 = P R T_1$

для г. 4: $15 P_0 V_0 = P R T_4$

$$A_{14} = \frac{3 \cdot 5}{2} P_0 \cdot 2 V_0$$

$$A_{14} = 8 P_0 V_0$$

$$\Delta U_{14} = 0$$

$$Q_{14} = A_{14}$$

$$Q_{14} = 8 P_0 V_0$$

за цикл подведено Элег. кол-во теплоты:

$$Q_{14} = Q_{14} + Q_{31} = 11 P_0 V_0 \quad (10)$$

тогда КПД по опр-но:

$$\eta_{3(1)4(10)}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{14}} = \frac{3}{11}$$

Ответ: $\frac{\Delta U_{31}}{A} = 3$; $\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{16}{12}$; $\eta = \frac{3}{11}$

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!

работа газа за цикл пропорциональна
площади, ограниченной графиком, ~~сек~~ отсюда
~~получим~~

$$A = \frac{2P_0 \cdot 3V_0}{2} = 3P_0V_0 \quad (1)$$

уравнение состояния идеального
газа:

$$pV = \nu RT$$

тогда для точек 1, 2, 3
можно выследит след. образом:

$$\text{для } T_3: 3P_0 \cdot 3V_0 = \nu RT_3$$

$$\text{для } T_1: 5P_0 \cdot 3V_0 = \nu RT_1$$

$$\text{откуда } 3P_0V_0 = \nu R(T_1 - T_2) \quad (2)$$

изм. внутр. энергии газа в процессе 31:

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R(T_1 - T_2) \quad (3)$$

из (2) и (3) следует:

$$\Delta U_{31} = \frac{1}{2} 9P_0V_0 \quad (4)$$

тогда искомое отношение приращение

внутр. энергии 31 к работе за цикл:
из (1) и (4):

$$\frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{1}{2} \cdot 3 = \frac{3}{2}$$

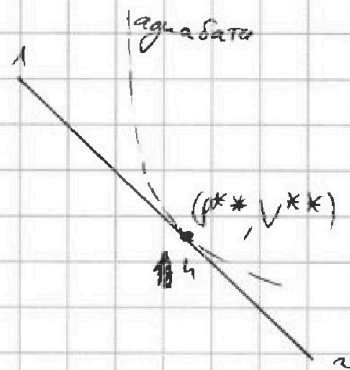


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



первый закон
+ если процесс изохорный:

$$\delta Q = \delta A + dU$$

откуда

$$\delta Q = \frac{C_p}{R} p dV + \frac{C_v}{R} V dp$$

так как адиабата:

$$0 = \frac{C_p}{R} p dV + \frac{C_v}{R} V dp$$

так из уравнения $C_p = \frac{5}{2}$; $C_v = \frac{3}{2}$

$$0 = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \quad (a)$$

из (a) и (b):

$$0 = \frac{5}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V^{**} + \delta p_0 \right) dV + \frac{3}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} \right) V^{**} dV$$

тогда из (a): $\frac{5}{2} V^{**} \frac{p_0}{V_0} = 2 p_0$

~~$\frac{5}{2} V^{**} \frac{p_0}{V_0} = 2 p_0$~~

~~$\frac{5}{2} V^{**} \frac{p_0}{V_0} = 2 p_0$~~

тогда $p^{**} =$

$$\frac{5}{2} V^{**} \frac{p_0}{V_0} = 2 p_0$$

$$V^{**} = 5 V_0$$

тогда из (b): $p^{**} = 3 p_0$, тогда в процессе μ_3 нагревается, а в процессе μ_1 - отводится.



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!

уравнение процесса 12 в PV-коор.:

$$P = -\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0 \quad (5)$$

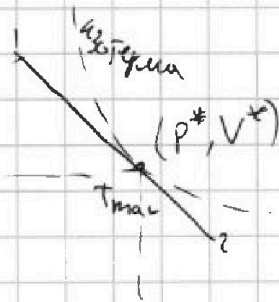
условие изотермы: $PV = \text{const}$

откуда $VdP + PdV = 0 \quad (6)$

условие максимума температуры:

изотерма касается прямой 12.

из (5) и (6):



~~$$V^* \left(-\frac{P_0}{V_0} \right) dV + \left(-\frac{P_0 V^*}{V_0} + 8P_0 \right) dV = 0$$~~

$$V^* \left(-\frac{P_0}{V_0} \right) dV + \left(-\frac{P_0 V^*}{V_0} + 8P_0 \right) dV = 0$$

$$2 \frac{P_0}{V_0} V^* = 8P_0$$

то есть из (5): $V^* = 4V_0$

$P^* = 4P_0$, откуда уравнение состояния:

из (7) и (8):

где т. кот. соот. T_{max}

$$P^* V^* = 2R T_{max} \quad (7)$$

$$16P_0 V_0 = 2R T_{max} \quad (7)$$

$$\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{16}{12}$$

где т. 2:

$$2P_0 \cdot 6V_0 = 2R T_2 \quad (8)$$

процесса 12 тепло подводится к газу в до некоторой точки, коор. которой (P^{**}, V^{**})

эта точка будет явл. точкой касания адиабаты к прямой 12



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
7 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!

Тогда в точке $x = \frac{3}{2} R$:
исходим потенциал

$$\varphi_1 = kQ \frac{4}{3\epsilon R} + kQ \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R}$$

$$\varphi_1 = kQ \left(\frac{4 + 3(\epsilon - 1)}{3\epsilon R} \right)$$

$$\varphi_1 = kQ \cdot \frac{1 + 3\epsilon}{3\epsilon R}$$

расщ. т. с координатами ~~в точке~~ x :

$$\frac{d\varphi}{dx} = - \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$\frac{d\varphi}{dx}$ — коэф. угла наклона касательной

так найдем веретину $\frac{kQ}{\epsilon x^2}$ как
коэф. угла наклона касательной в $x = \frac{3}{2} R$
из графика:

запомним $\epsilon = \frac{kQ \epsilon}{\varphi_0 \cdot R}$
из графика: ~~...~~

из графика (касательная в т. $x = \frac{2}{3} R$)

$$\frac{kQ}{\epsilon x^2} \Big|_{x = \frac{2}{3} R} = \frac{3\varphi_0}{\frac{2}{3} R} \Rightarrow \frac{3kQ}{2\epsilon R} = 3\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{2\epsilon R} \quad (5)$$



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
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!

Заметим из графика, что: $\varphi(R) = 4\varphi_0$

тогда из (4):

$$4\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \right)$$

$$4\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{4R} \quad (6)$$

из (5):

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

и

$$\varepsilon = 2$$

Ответ: $\varphi_1 = kQ \cdot \frac{1+3\varepsilon}{3\varepsilon R}$; $\varepsilon = 2$

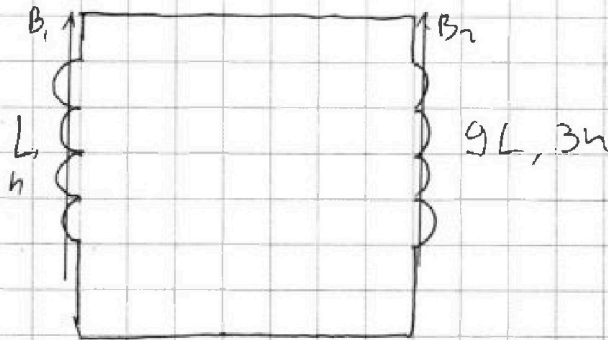
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

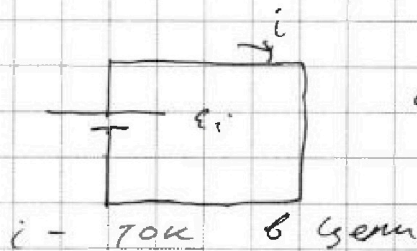
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



по условию

$$\frac{dB}{dt} = -\alpha \quad (1)$$

1) Эквивалентная схема в 1 случае:



~~Эквивалентная схема~~
напряжение на катушке

$$\text{или } \varepsilon_i = L \frac{di}{dt} \quad (2)$$

закон электро-магнит. индукции:

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \mu S \frac{dB}{dt} = - \mu S \frac{dB}{dt} \quad (3)$$

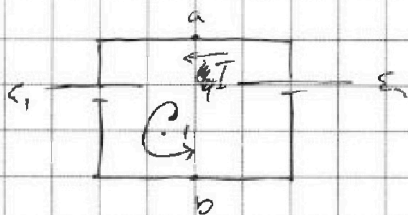
из (1), (2) и (3):

$$L \frac{di}{dt} = \mu S \alpha$$

$\frac{di}{dt}$ - скорость изменения тока в цепи

$$\frac{di}{dt} = \frac{\mu S \alpha}{L}$$

2) Эквивалентная схема во 2 случае:



~~Эквивалентная схема~~
i - ток в цепи
момент времени

I - ток



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!

$$10L \frac{di}{dt} = \cancel{4hS} \epsilon_2 - \epsilon_1$$

$$\int_0^I 10L di = 3 \int_{\frac{B_0}{3}}^{\frac{B_0}{12}} 4hS dB_2 - \int_{B_0}^{\frac{2}{3}B_0} 4hS dB_1$$

$$10LI = 3hS \left(\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} \right) - 4hS \left(\frac{2}{3}B_0 - B_0 \right)$$

$$10LI = 3hS \cdot \left(-\frac{3B_0}{12} \right) - 4hS \left(-\frac{B_0}{3} \right)$$

$$10LI = -\frac{3}{4}hSB_0 + hS\frac{B_0}{3}$$

$$I =$$

Ответ: $\frac{di}{dt} = \frac{4hS}{L}$, $I = \frac{-\frac{3}{4}hSB_0 + hSB_0}{10L}$



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!

Закон ~~схр.~~ магнитного потока,
(контур - сверхпроводящий):

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi'_1 + \Phi'_2$$

Φ_1, Φ_2 - потоки через ~~сверхпроводящий~~ индуктивности L_1 и L_2 соот. го потока i изм. магнит. индукции

Φ'_1, Φ'_2 - потоки через ~~контур~~, индуктивности L_2 и L_1 соотв. поле изм. индуктивности:

$$hS B_0 + 3h \cdot 5 \cdot \frac{B_0}{3} = i(L_1 + L_2)$$

за ∂ -м индукция:

$$\cancel{\Phi_1} = -\epsilon_1 = L \frac{di}{dt}$$

$$\epsilon_2 = 9L \frac{di}{dt}$$

при этом:

$$\epsilon_1 = \cancel{\frac{d\Phi_1}{dt}} = hS \frac{dB_1}{dt}$$

$$\epsilon_2 = \frac{3h \cdot 5}{3} \frac{dB_2}{dt}$$

B_1, B_2 - индукция произведенные соот. катушкой

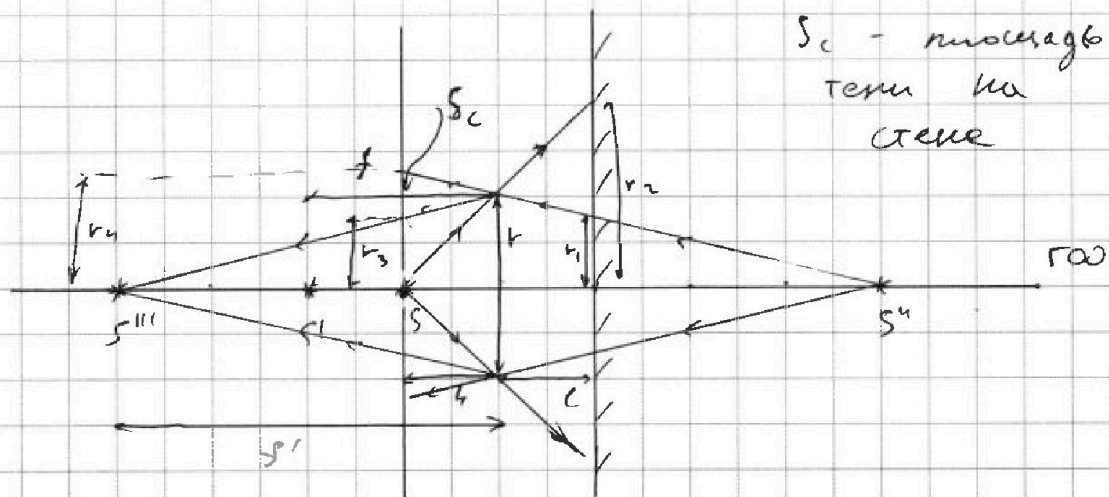


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



из подобия Δ :

$$\frac{r_3}{r} = \frac{3h}{4h} \Rightarrow r_3 = \frac{3}{4} r$$

$$\frac{r_4}{r} = \frac{5h}{4h} = \frac{5}{4} r$$

откуда

$$S_c = \pi (r_4^2 - r_3^2) = \pi \left(\frac{25}{16} - \frac{9}{16} \right) r^2$$
$$= \pi r^2 = 1 \cdot \pi \text{ см}^2$$

Ответ: $S_3 = \pi \frac{55}{16} \text{ см}^2$; $S_c = \pi \cdot 1 \text{ см}^2$



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 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_3 - площадь тени на зеркале:

r_1, r_2 - радиусы окр., огр. областей тени (см. рисунок):

из подобия Δ :

$$\begin{array}{l|l} \frac{r_1}{h} = \frac{a}{a+l} & r_1 = \frac{3}{4}r \\ \frac{r_2}{h} = \frac{2h}{h} & r_2 = 2r \end{array} \Rightarrow$$

тогда искоемая площадь тени:

$$S_3 = \pi (r_2^2 - r_1^2) = \pi \left(4r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right) = \pi \frac{55}{16} r^2 = \pi \frac{55}{16} \text{ см}^2$$

из формулы тонкой линзы ~~расстояние~~ расстояние от линзы до S'' (это S'):

$$\frac{1}{S'} + \frac{1}{4h} = \frac{1}{2h}$$

$$S' = \frac{1}{2h}$$

тогда найдем r_3 и r_4 - радиусы, огр. обл. тени на стекле:

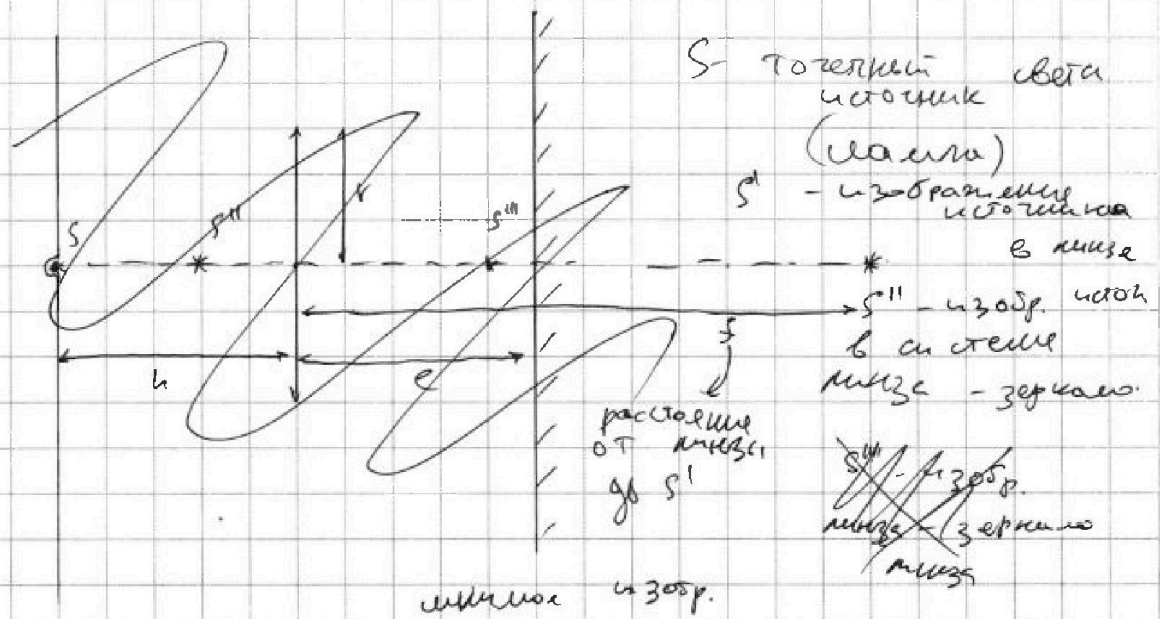
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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



S - точечный световой источник (лампа)
 S' - изображение источника в мизе
 S'' - изобр. источ. в системе миза - зеркала.
 S''' - изобр. миза - зеркала миза
 расстояние от миза до S'
 миза - изобр.

миза создает изобр. источника S'

~~формула~~ формула тонкой мизы:
 f - расстояние от мизы до S'

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2h} - \frac{1}{h}$$

$$f = -2h$$

S''' - изобр. источника S'' в мизе

тогда расстояние от S' до зеркала:
~~формула~~ $a = 3h$

