

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

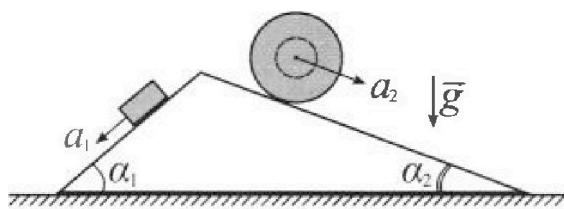
Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$. 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.

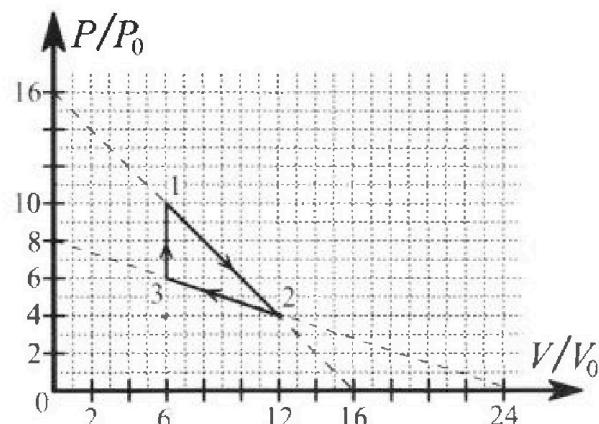
Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.



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.

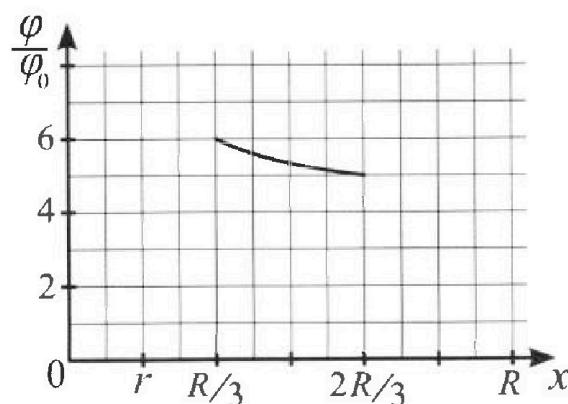
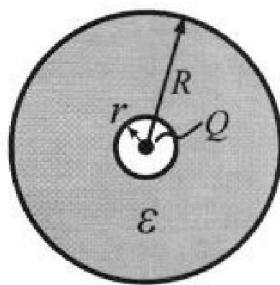
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

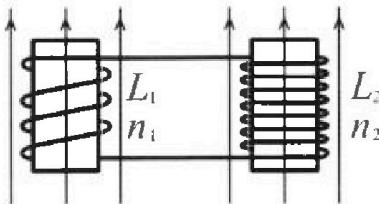


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-04

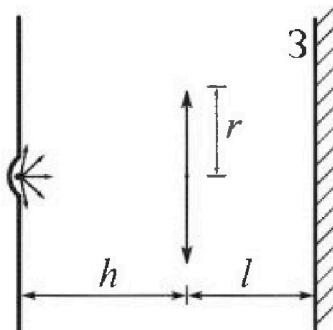
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ 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 скоро стью (по модулю) начнет изменяться 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

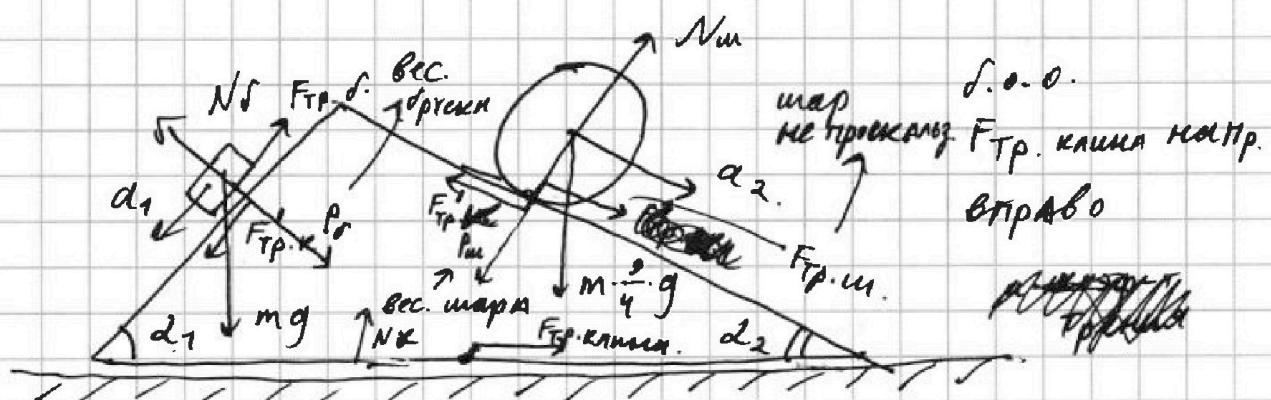
Ответы дайте в [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

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.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

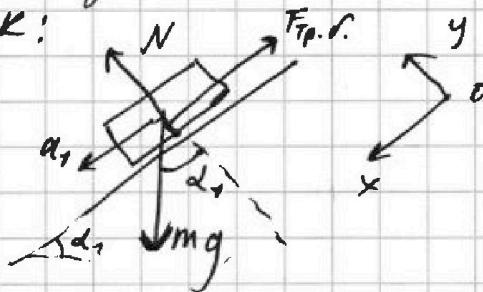
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!



рассм. по отдельности; учитывая, что клин неподв.

дружок:



2-ой закон Ньютона на
на оси:

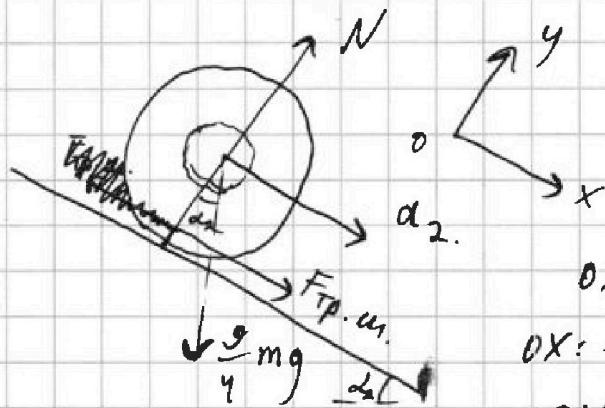
$$Ox: ma_1 = mg \sin(\alpha_1) - F_{Tp.s}$$

$$Oy: 0 = N - mg \cos(\alpha_1)$$

Решение

$$1) F_{Tp.s} = mg \cdot \sin(\alpha_1) - ma_1 = m\left(g \cdot \frac{3}{5} - g \cdot \frac{5}{17}\right)g = \frac{26}{85}mg$$

шар:



2-ой Закон
Ньютона на
на оси:

$$Ox: \cancel{N_{шар}}$$

$$Ox: \frac{9}{4}ma_2 = F_{Tp.m} + \frac{9}{4}mg$$

$$Oy: 0 = N_m - \frac{9}{4}mg \cos(\alpha_2)$$

$$2) F_{Tp.m} = -\frac{9}{4}mg \sin(\alpha_2) + \frac{9}{4}ma_2 = m \cdot \frac{9}{4} \left(\frac{8}{27}g - g \cdot \frac{8}{17} \right) = \\ = mg \cdot -\frac{80}{459} \cdot \frac{9}{4} \left(\text{т.е. сила тр. не разгоняет шар, а тормозит.} \right)$$



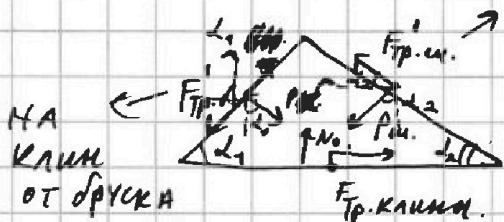
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

3) Клин:



на клин. от шара

нас интересуют
только проекции
на ось ОХ.

2-ой закон Ньютона.



$$P_A \cdot \sin(\alpha_1) - P_m \cdot \sin(\alpha_2) - F_{Tp.s}' \cdot \cos(\alpha_1) - F_{Tp.m}' \cdot \cos(\alpha_2) +$$

+ F_{Tp. клина} = 0 : по 3-му закону Ньютона:

$$F_{Tp. клина} = \frac{135}{68} \cdot \frac{8}{72} \cdot mg +$$

$$+ \frac{26}{95} \cdot \frac{4}{5} \cdot mg - \cancel{\frac{P_B}{mg} \cdot \frac{15}{72} \cdot \frac{20}{57} mg}$$

$$- \frac{4}{5} \cdot \cancel{\frac{3}{5} mg} =$$

$$P_m = N_m = \frac{9}{4} mg \cos(\alpha_2) = \frac{135}{68} mg$$

$$P_B = N_B = mg \cos(\alpha_1) = \frac{9}{5} mg$$

$$F_{Tp.s}' = F_{Tp.s.} = \frac{26}{85} mg$$

$$F_{Tp.m}' = F_{Tp.m.} = \cancel{mg} - \frac{20}{57} mg$$

$$1 = \frac{270}{289} \cdot mg + \frac{104}{425} mg - \cancel{\frac{700}{289} mg} - \cancel{\frac{72}{25} mg} - \cancel{\frac{170}{289} mg} = \frac{70}{289} mg = \frac{70}{77} mg$$

$$F_{Tp. клина} = mg \cdot \left(\frac{70}{77} + \frac{104}{25 \cdot 72} \right)$$

$$- \frac{72 \cdot 72}{25 \cdot 72} = mg \left(\frac{70}{77} - \frac{100}{25 \cdot 72} \right) = \frac{6}{77} mg$$

Ответ: 1) $F_{Tp.s} = \frac{26}{85} mg$

2) $F_{Tp.m} = \frac{20}{57} mg$

3) $F_{Tp. клина} = \frac{6}{77} mg$.

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 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!

$$1) |A_y| = S_{\text{графика}} \cdot P(V) : \Rightarrow |A_y| = \frac{1}{2} \cdot 6V_0 \cdot 6P_0 - \frac{1}{2} \cdot 6V_0 \cdot 2P_0 = \\ = 3V_0 (6P_0 - 2P_0) = \underline{\underline{12V_0P_0}}$$

при этом заметим, что

$$A_y > 0 \text{ т.к. } A_{3-1} = 0 \quad (\Delta V_{3-1} = 0)$$

$$A_{1-2} > A_{2-3} \left(P_{1,2} > P_{2,3} \left(\frac{V_1}{V_2} / f_{T-KA} \right) \right) \Rightarrow \cancel{A_{1-2} = 12V_0} \\ \left(\Delta V_{1-2} > 0 ; \Delta V_{2-3} < 0 \right) \boxed{A_y = 12P_0V_0}$$

$$\Delta U_{1,2} = C_V \sqrt{\Delta T_{1,2}} = \frac{3}{2} R \sqrt{\Delta T_{1,2}} \left(\begin{array}{l} i = \frac{3}{2} \\ \text{-аг. означает раз} \end{array} \right)$$

Ур-е менн.-Клајп. для темп. точек 1, 2, 3:

$$1: 10P_0 \cdot 6V_0 = \sqrt{R} T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{60P_0V_0}{\sqrt{R}}$$

$$2: 4P_0 \cdot 12V_0 = \sqrt{R} T_2 \quad \boxed{T_2 = \frac{48P_0V_0}{\sqrt{R}}}$$

$$3: 6P_0 \cdot 6V_0 = \sqrt{R} T_3 \quad \boxed{T_3 = \frac{36P_0V_0}{\sqrt{R}}}$$

$$\Rightarrow \Delta T_{1,2} = T_2 - T_1 = -72 \frac{P_0V_0}{\sqrt{R}} \quad \boxed{T_3 = \frac{36P_0V_0}{\sqrt{R}}}$$

$$\Rightarrow \Delta U_{1,2} = -\frac{3}{2} \cdot 72 \cdot P_0V_0 = -78P_0V_0$$

$$\Rightarrow \boxed{\eta = \left| \frac{\Delta U_{1,2}}{A_y} \right| = \left| \frac{-78P_0V_0}{12P_0V_0} \right| = \frac{3}{2}.}$$

2) рассл. процесс 1-2. т.к. ~~процв. Р-V для~~ ^{некот. темп.}

1-2 ~~некот.~~ процв. Р-V любой т-ки процессов 2-3 и 3-1

\Rightarrow макс. темп. достигалась в т-ии. ^(на 3-1) _(на 3-1) ^{ион. увелич.)}

выраз. Т из ур. менн.-Клајп. $T = \frac{PV}{\sqrt{R}}$ ^(на 3-1) _(на 3-1) \Rightarrow макс.

теперь выраз. $\frac{P}{P_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$ на ур-ке 1-2: \Rightarrow получ. заб-тс ^(на 3-1)

сост. аналитич. заб-тс $\frac{P}{P_0} = 76 - \frac{V}{V_0} \cdot 1 \Rightarrow P = 76P_0 - V \cdot \frac{P_0}{V_0} \boxed{P(V)}$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

noget. $P(V)$ & $T(P; V)$.

$$T = \frac{V \left(T_0 P_0 - V \cdot \frac{P_0}{V_0} \right)}{\gamma R} = \frac{1}{\gamma R} \left(T_0 P_0 \cdot V - V^2 \cdot \frac{P_0}{V_0} \right).$$

Тогда: T_{\max} будет при $T' = 0 = \left(16 P_0 - 2 V_x \frac{P_0}{V_0} \right) \frac{1}{NR}$

$$\Rightarrow T_{MAX} = \frac{8V_0 \left(76P_0 - 8 \cdot V_0 \cdot \frac{P_0}{V_0} \right)}{\sqrt{R}} \quad | \cdot \frac{V_x - \frac{P_0}{V_0}}{V_0} = 8P_0 : \boxed{V_x = 8V_0}$$

\Rightarrow go T-ку $(8V_0; 8P_0)$ гемп росла $\sqrt{R} = T_{MAX}$

~~а после~~ ~~такое тепло как в этот раз,~~ ~~падет~~ $(\text{при } V < 8V_0 : T' > 0 ; \text{ при } V > 8V_0 : T' < 0)$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{T_{MAX}}{T_3} = \frac{\frac{64 P_o V_o}{\sqrt{R}}}{\frac{36 P_o V_o}{\sqrt{R}}} = \frac{64}{36} = \left(\frac{8}{6}\right)^2 = \left(\frac{4}{3}\right)^2 = \frac{16}{9}$$

$$\lambda = \frac{16}{9}$$

3) Теперь TAK же (на наличие т-ки ~~некоторой~~) ищет extr. процесс 2-3:

$$\frac{P}{P_0} = 8 - \frac{1}{3} \cdot \frac{V}{V_0} \Rightarrow P = 8P_0 - \frac{1}{3} V \cdot \frac{P_0}{V_0}$$

→ в процессе 2-3

$$+ U_{\text{ext}} > 0; A_r < 0 \quad (\forall r)$$

$$V_x' = 72 V_o \quad \begin{cases} npu \\ V < 12 V_o \\ T' > 0 \end{cases}$$

PROSES

Тогда, для расчёта КМД можно определить внутр. энерг. расходы на η -ки, на которых энергия подводится. Если пренебр.



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

указали на участке 3-1: $A_T = 0$; $\Delta U_{3-1} > 0$
 \Rightarrow тепло подводилось.

тогда рассл. (E_n) для процессов 1-2 и 2-3:

поли.
энерг. газа

$$E_n = \frac{3}{2} JR T \Rightarrow E_n \sim T$$

$$\Rightarrow \Delta E_n = Q \Rightarrow Q \sim T^2$$

~~$E_1 = \frac{3}{2} P_0 V_0 \Rightarrow (E_2) = \frac{3}{2} \sqrt{P_0 V_0} \cdot \sqrt{P_0 + \frac{P_0}{V_0}}$~~

\Rightarrow extr. Q и T совпад. \Rightarrow из наших предыд.
рассуждений: (а так же участки можно ти)

1-2: $[6; 8]$ - энерг. подвод-сб.; $[8; 12]$ - отвод-сб.

2-3: ~~весь~~ процесс подводила сб. энергии.

$$\Rightarrow \delta = \frac{\Delta U}{\Delta U_{3-1} + \Delta U_{1-\text{MAX}} + A_{T_{1-\text{MAX}}} + \Delta U_{2-3} + A_{T_{2-3}}}$$

$$\Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} R \cdot J \cdot \left(\frac{60 P_0 V_0}{JR} - \frac{36 P_0 V_0}{JR} \right) = \frac{3}{2} \cdot 24 \cdot P_0 V_0 = 36 P_0 V_0$$

$$\text{от. т-ки} \Delta U_{1-\text{MAX}} = \frac{3}{2} R J \left(\frac{64 P_0 V_0}{JR} - \frac{60 P_0 V_0}{JR} \right) = \frac{3}{2} \cdot 4 P_0 V_0 = 6 P_0 V_0$$

$$\text{extr. } A_{T_{1-\text{MAX}}} = 2 V_0 \cdot \left(\frac{8 P_0 + 10 P_0}{2} \right) = 18 P_0 V_0 \quad \begin{matrix} \text{площадь} \\ \text{трапеции} \end{matrix}$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} JR \cdot (48 - 36) \frac{P_0 V_0}{JR} = \frac{3}{2} \cdot 12 P_0 V_0 = 18 V_0 P_0$$

$$A_{T_{2-3}} = 6 V_0 \cdot \left(\frac{4 P_0 - 6 P_0}{2} \right) = -6 P_0 V_0 \quad \begin{matrix} \text{отрицат.} \\ \text{рад.} \end{matrix}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{72 V_0 P_0}{36 P_0 V_0 + 6 P_0 V_0 + 18 P_0 V_0 + 18 P_0 V_0 - 6 P_0 V_0}$$

$$= \frac{72}{72} = \frac{1}{6}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!

Ответ:

$$1) \eta = \left| \frac{4U_{1-2}}{A_g} \right| = \frac{3}{2}$$

$$2) \lambda = \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{16}{9}$$

$$3) \delta = \frac{1}{6}$$

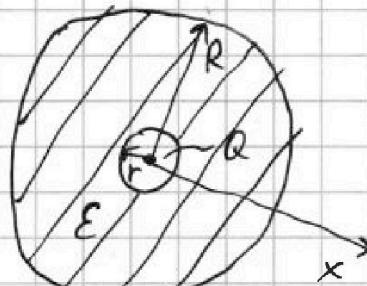


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



заметим, что согласно
графику $r < \frac{R}{3}$.

$$\int \vec{E} d\vec{s} = \frac{Q}{\epsilon_0} = 4\pi R^2 E_x$$

$$\Rightarrow E_x = \frac{kQ}{x^2} \quad \text{т.к. при } x \rightarrow \infty: \varphi \rightarrow 0$$

$$\begin{aligned} \text{поле} \\ \text{все} \\ \text{дил.} \end{aligned} \quad \left(\begin{array}{l} \text{при} \\ x > R \end{array} \right) \Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{x}$$

теперь рассм. потенциал точек вне шара
отталкиваюсь от φ_0 :

рассм. точку на расст. L: ($r < L < R$) и её потенц.

из общих соотр-ий:

$$d\varphi = E(L) dL$$

$$\varphi = \int (E(L) dL)$$

\Rightarrow где точки внутри дил.

$$\varphi_L - \varphi_0 = - \int_{R}^{L} \frac{kQ}{L^2} dL + (-) \int_{R}^{x} \frac{kQ}{L^2} dL = \left(- \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{EL} + \frac{kQ}{RE} \right)$$

$$= kQ \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{E} + \frac{1}{x} - \frac{1}{LE} \right) \Rightarrow$$

т.е. в дил. шаре
потенци в E раз меньше
чем в вакууме
 $\Delta \varphi_{\text{вак}} = E \cdot \Delta \varphi_{\text{дил.}}$

$$\varphi_L = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{E} + \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{LE}$$

$$\varphi_L = \frac{kQ}{E} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{E} + \frac{1}{x} - \frac{1}{LE} \right)$$

$$= -\frac{kQ}{RE} + \frac{kQ}{LE} - \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_0 - \varphi_L = \int_R^L \frac{kQ}{EL^2} dL + \int_L^x \frac{kQ}{L^2} dL =$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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, где находится E из графика. \rightarrow т.к. x уже
выразил аналитич. зав-ть $\frac{q}{q_0}(k)$ где $k \in (r; R)$

$$\Rightarrow \frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{kQ}{L} \cdot \frac{1}{\epsilon} + \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) = \frac{\frac{1}{L\epsilon} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon}}{\frac{1}{R\epsilon}} =$$

$$\varphi(L) = \frac{2kQ}{x} + \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) - \frac{kQ}{L\epsilon}$$

$$= \frac{\frac{1}{x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon}}{\frac{1}{R\epsilon}}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{\frac{2kQ}{x} + \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) - \frac{kQ}{L\epsilon}}{\frac{1}{R\epsilon}}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = 2 + \frac{\frac{1}{x}}{\frac{1}{R\epsilon}} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) - \frac{\frac{1}{R\epsilon}}{\frac{1}{R\epsilon}} \cdot \frac{R}{L} \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

тогда: расц. 2 точки на графике: $\left(\frac{R}{3}; 6\right), \left(\frac{2R}{3}; 5\right)$.

$$4\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) = 5 - 6 = -\frac{11}{12} \left(\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{E} - \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{E.} \right) = -\frac{11}{12} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{E.}$$

$$4 \quad \frac{f(\theta)}{f(0)} = \frac{5-6}{72} = \left(\frac{R-3}{2R} \cdot \frac{1}{E} + 1 - \frac{7}{E} \right) - \frac{17}{72} \left(\frac{R+1}{R} - \frac{1}{E} + \frac{7}{E} \right)$$

$$\frac{1}{E} = 1 \cdot \frac{12-2}{71-3} = \frac{24}{33}$$

14.9 33
11 1 2 (11) 72 1 2 11 8 E

A handwritten note containing a diagram and labels. The diagram consists of several overlapping circles and ovals. Labels include: 'B' in a box at the top left; 'C' in a circle above 'B'; 'D' in a circle to the right of 'C'; 'E' in a circle below 'D'; 'F' in a circle to the right of 'E'; 'G' in a circle below 'F'; 'H' in a circle to the right of 'G'; 'I' in a circle below 'H'; 'J' in a circle to the right of 'I'; 'K' in a circle below 'J'; 'L' in a circle to the right of 'K'; 'M' in a circle below 'L'; 'N' in a circle to the right of 'M'; 'O' in a circle below 'N'; 'P' in a circle to the right of 'O'; 'Q' in a circle below 'P'; 'R' in a circle to the right of 'Q'; 'S' in a circle below 'R'; 'T' in a circle to the right of 'S'; 'U' in a circle below 'T'; 'V' in a circle to the right of 'U'; 'W' in a circle below 'V'; 'X' in a circle to the right of 'W'; 'Y' in a circle below 'X'; and 'Z' in a circle to the right of 'Y'. There are also some other unlabeled circles and ovals in the background.

~~Orbeit: 1) $q(t) = \frac{4Q}{\pi} \cdot \frac{\pi}{E} + \frac{4Q}{R} \left(\frac{\pi - t}{E} \right)$~~ ist ~~unrealistisch~~.

$$2) E = \frac{q(L)}{q_0} = 2 + \frac{17}{12} \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right) - \frac{17}{12} \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\alpha' = \frac{u}{c_0} \alpha(1) = \frac{u}{c_0} \left(\frac{1}{E} + \frac{1}{\rho} - \frac{1}{c^2} \right)$$

относит
потенциал.
(отн. ф.).

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) рассм. связь ф-потока магн. поля с катушкой и I — то окажется

$$\Phi = L I$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = L dI \quad (\text{при } L = \text{const}).$$

$$\Delta\Phi = L \Delta I \quad - \text{для катушки}$$

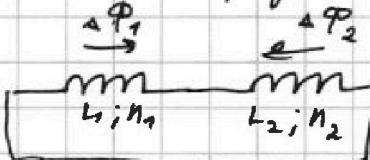
тогда в сист. из 2-х катушек:

заметим, что
 ΔI не зависит
от характера
изм.-я "Ф"

$$\Delta\Phi_{\Sigma} = L_{\Sigma} \cdot \Delta I : L_{\Sigma} = L_1 + L_2 \quad (\text{послед. соч}) = \frac{13}{4} L.$$

$$\Delta\Phi_1 \quad \Delta\Phi_2$$

однако! т.к. изм.
ногоков „разном направл-ии“:



$$\Delta\Phi_1 = \Delta B_1 \cdot n_1 \cdot S = \left(\frac{3}{4}B_0 - B_0\right) n_1 S$$

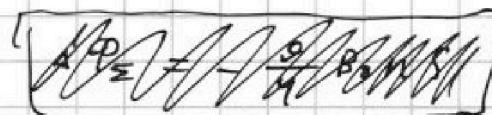
$$\Delta\Phi_2 = \Delta B_2 \cdot n_2 \cdot S = \left(\frac{9}{3}B_0 - 4B_0\right) \frac{3}{2} n_2 S$$

$$\Delta\Phi_1 = -\frac{7}{4} B_0 n_1 S$$

$$\Delta\Phi_2 = -\frac{9}{3} B_0 \cdot \frac{3}{2} n_2 S = -2 B_0 n_2 S.$$

\Rightarrow (т.к. в ответе насчитывается модуль):

$$|\Delta\Phi_{\Sigma}| = |\Delta\Phi_2 - \Delta\Phi_1| = \frac{7}{4} B_0 n S.$$



$$\Rightarrow |\Delta I| = |I_{k1} - 0| = |I_{k1}|$$

наг. ток по услов. = 0

вкл. магнит. пот.

$$|I_{k1}| = \frac{\frac{7}{4} B_0 n S}{\frac{13}{4} L} = \frac{7}{13} \cdot \frac{B_0 n S}{L}$$

Ответ:

$$1) \frac{dI}{dt} = \frac{4}{9} \cdot \frac{n S d}{L}$$

$$2) |I_{k1}| = \frac{7}{13} \cdot \frac{B_0 n S}{L}$$

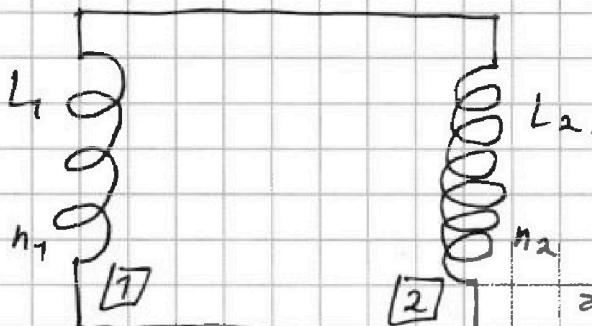


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$L_1 = L ; \quad L_2 = \frac{\rho}{4} L$$

$$n_1 = n ; \quad n_2 = \frac{3}{2} n$$

катушки находятся
далеко друг от друга

⇒) преигнорируем взаимоин-
дукцией.

Омическое сопр-е в системе преигноримо мало

⇒ в усл-х задачи $\Phi = \text{const}$ (V_T при $B = \text{const}$)
 $L = \text{const}$)

$$1) \frac{dB}{dT} = -\alpha$$

$$\frac{dB_2}{dT} = 0 \quad \left(\begin{array}{l} \text{во 2-й} \\ \text{катушке} \\ \text{для внешн.} \\ \text{поля} \end{array} \right)$$

при изм. внешн. поле в 1-й катушке в ней изм. поток
⇒ возник E_C , которое в свою очередь возбуждает изм.
тока во 2-й катушке
при постоянном внешн. поле.

$$\text{Тогда: } E_{C_1} = - \frac{d\Phi_1}{dT} = -n_1 S \cdot \frac{dB}{dT} = n_1 S \alpha$$

во 2-й катушке:

$$E_{C_2} = - \frac{d\Phi_2}{dT} = -L_2 \cdot \frac{dI}{dT}$$



по 2-му правилу Кирхгофа: $E_{C_1} + E_{C_2} = 0$.

$$\Rightarrow E_{C_1} = -E_{C_2} \Rightarrow L_2 \cdot \frac{dI}{dT} = n_1 S \alpha$$

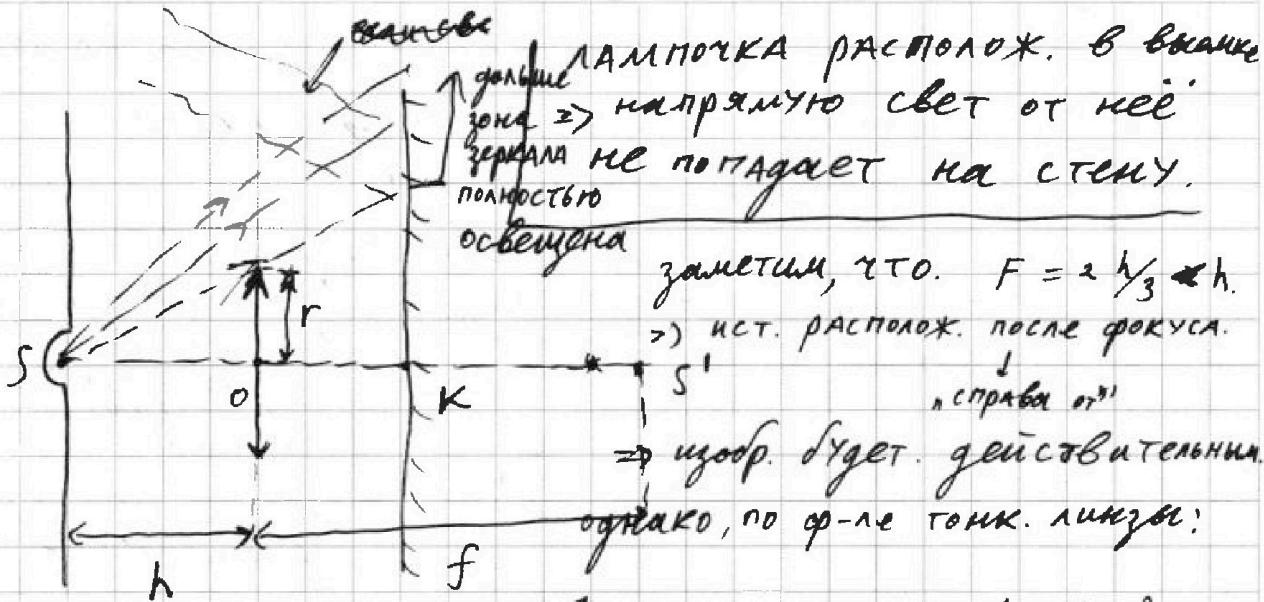
$$\Rightarrow \left| \frac{dI}{dT} \right| = \frac{n_1 S \alpha}{L_2} = \frac{n_1 S \alpha}{\frac{\rho}{4} L} \quad \Rightarrow \boxed{\left| \frac{dI}{dT} \right| = \frac{4}{\rho} \cdot \frac{n_1 S \alpha}{L}}$$

2) на след. странице.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

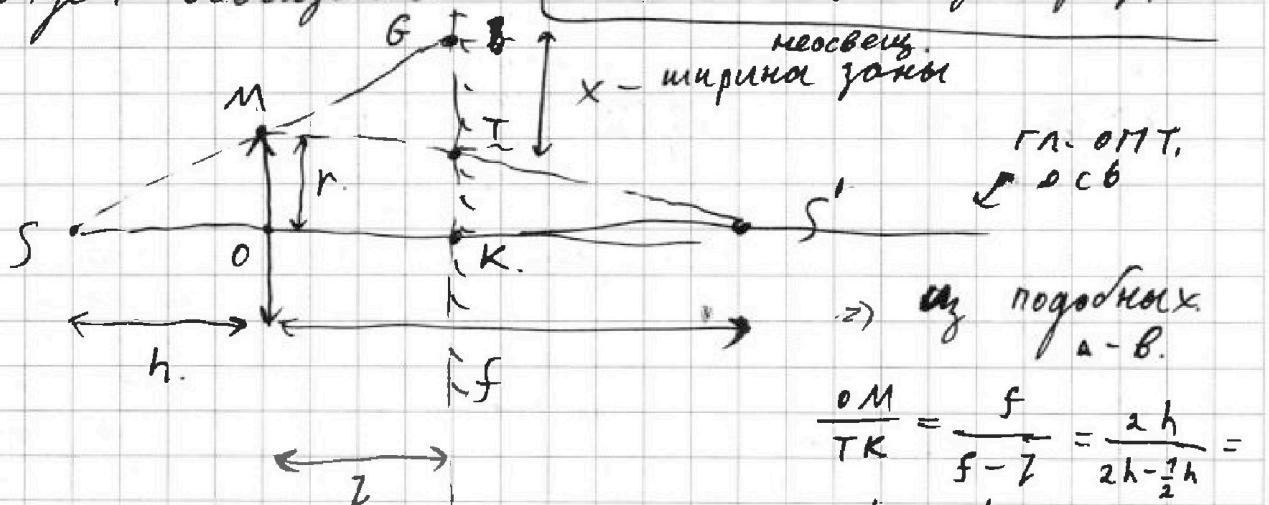
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается чёрновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



в такой системе, часть зеркала не будет освещена:

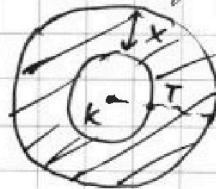
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} : f = \frac{Fh}{h-F} = \frac{\frac{2}{3} \cdot h^2}{\frac{1}{3}h} = 2h$$

$$f > l \Rightarrow \text{изобр. будет "за" зеркалом.}$$



тогда: $x = \frac{3}{2}r - \frac{3}{4}r = \frac{3}{4}r$

\Rightarrow неосвещ. зона имеет вид:



$KT = \frac{3}{4}r$:

6) $S_{\text{неосвещ.}} = \pi \cdot \left(\frac{3}{2}r\right)^2 - \pi \left(\frac{3}{4}r\right)^2$
зеркало
 $= \frac{27}{16}\pi r^2 = 27\pi r^2 (\text{см}^2)$

1) $MOS \sim \triangle SGK$

$$\frac{GK}{OM} = \frac{h+Z}{h} = \frac{\frac{3}{2}h}{h} = \frac{3}{2}$$

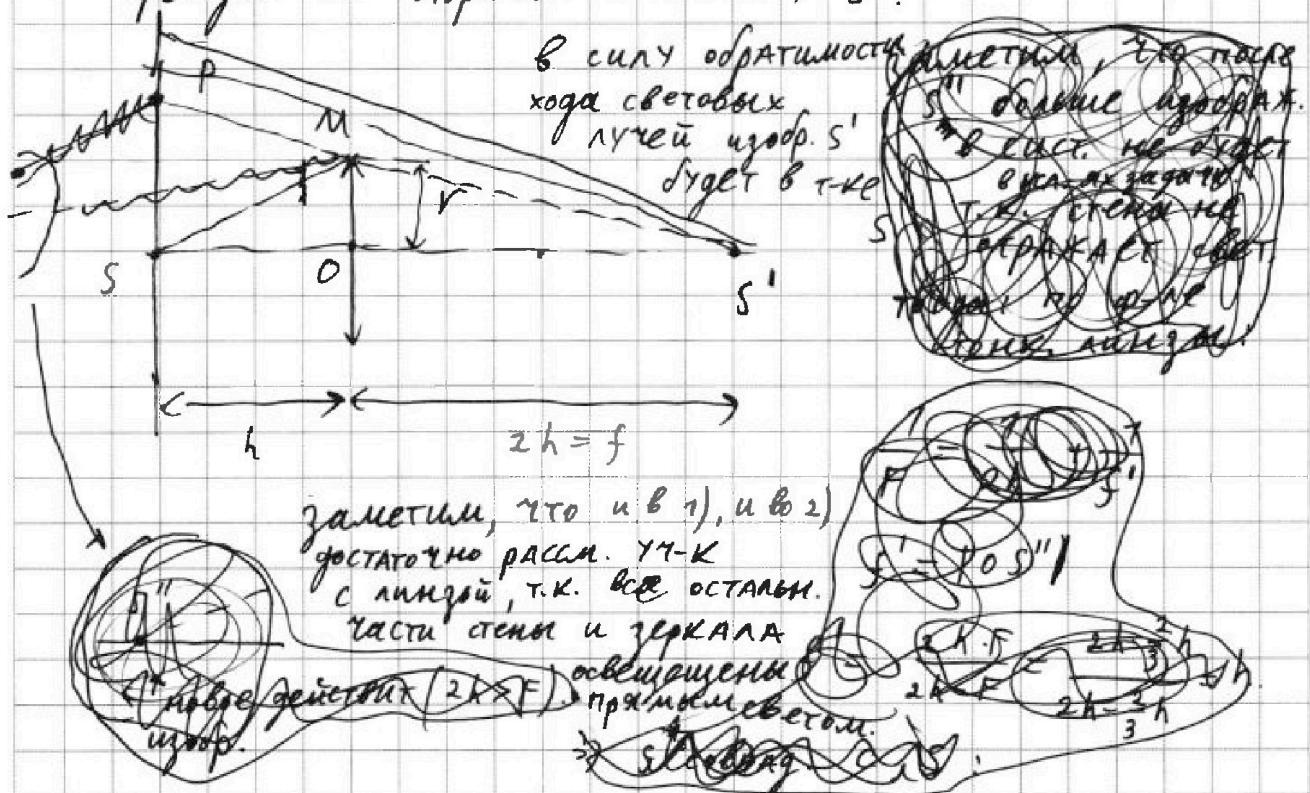
$\Rightarrow GK = TK + X = \frac{3}{2}r$

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!

2) Теперь рассмотрим аналогичную ситуацию, но уже абстрагировавшись от S и ~~зеркала~~ зеркала и перейдя к вторичн. источнику S' :



\Rightarrow "тёмной" окажется зона в виде круга с центром в т-ке S и радиусом SP (считая ист. тогучным, площадь изобр. от S' не учит. (пренебрежим)).

$$\Rightarrow S_{\text{неков.}} = \pi \cdot |SP|^2 : \text{из подобия } \triangle PSS' \sim \triangle S'OM' \quad (\text{пренебрежим})$$

$$\Rightarrow S_{\text{неков.}} = \frac{9}{4} \pi r^2 = 36 \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_{\text{неков.}} = 27 \pi \text{ см}^2$
2) $S_{\text{неков.}} = 36 \pi \text{ см}^2$

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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|

СТРАНИЦА
ФИЗ

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

Черновик $L_1 = L$; $L_2 = \frac{9}{4}L$.

$n_1 = n$; $n_2 = \frac{3}{2}n$.

КАТУШКИ находятся далеко друг от друга \Rightarrow преимущество в индукции.

Омическое сопротивление катушек и проводов пренебр. мало \Rightarrow в усл-ях задачи $\Phi = \text{const}$ ($\forall t$; $B = \text{const}$) $L = \text{const}$

1) $B = \mu_0 NI$ ($\mu = 1$). при нач. пол. в 1-й катушке

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -\Delta$$

в 2-й катушке. может быть ЭДС, \Rightarrow для его компенсации, ЭДС появится и во 2-й катушке при нач. поле:

$$\frac{\Delta B_2}{\Delta t} = 0$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -\Delta; E_{c_2} = -\frac{d\Phi}{dt} = -n_2 S \cdot \frac{dP}{dt} = n_2 S \cdot \Delta$$

\Rightarrow во 2-й кат. появится ЭДС $E_{c_2} = -L_2 \cdot \frac{dI}{dt}$ ($T.I.K.$ $B_{\text{внеш}} = \text{const}$)

по правилу Кирхгофа: $E_{c_1} + E_{c_2} = 0$.

$\Rightarrow E_{c_1} = -E_{c_2} \Rightarrow L_1 \cdot \frac{dI}{dt} = n_1 S \Delta$

$\Rightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{n_1 S \Delta}{L_1} = \frac{n S \Delta}{\frac{9}{4}L} \Rightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{4}{9} \cdot \frac{n S \Delta}{L}$

2) на след. странице.

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

2) Рассл. связь Φ -потока в катушке и I -тока же

$$\Phi = B \cdot S \cdot n = \mu_0 \cdot n^2 \cdot S \cdot I$$

исп-ем сообр-ж о том, что
 $B = \mu_0 \cdot n \cdot I \cdot \frac{1}{l}$; где l -длина

$$\Rightarrow d\Phi = \mu_0 \cdot n^2 \cdot S \cdot dI$$

(т.к.
 $n = \text{const}$
 $S = \text{const}$)

$$\Rightarrow \Delta\Phi = \mu_0 \cdot n^2 \cdot S \cdot I - \text{для кажд. катушки}$$

заметим,
что A не зависит
от характ.
катушки Φ

тогда: рассл. изм. потока в системе
из 2-х катушек:

$$\Delta\Phi_{\Sigma} = \mu_0 \cdot n_{\Sigma}^2 \cdot S \cdot I_{\Sigma}$$

$\Delta\Phi_1 = \Delta B_1 \cdot n_1 \cdot S = \left(\frac{3}{4}B_0 - B_0\right) n_1 \cdot S$

$$\Delta\Phi_2 = \Delta B_2 \cdot n_2 \cdot S = \left(\frac{9}{3}B_0 - 4B_0\right) n_2 \cdot \frac{3}{2}S$$

$\Delta\Phi_1 = -\frac{1}{4}B_0 n_1 S$

$$\Rightarrow \Delta I_{\Sigma} = -\frac{9}{4} \cdot \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{\mu_0 \cdot n_{\Sigma}^2 \cdot S}$$

$\Delta\Phi_2 = -\frac{4}{3}B_0 \cdot \frac{3}{2}n_2 S = -2B_0 n_2 S$

$$n_{\Sigma} = n_1 + n_2 = \frac{5}{2}n$$

$\Delta\Phi_{\Sigma} = -\frac{9}{4}B_0 n S$

$$\Delta I_{\Sigma} = -\frac{9}{4} \cdot \frac{B_0}{\mu_0 \cdot n \cdot 25} = -\frac{9}{25} \frac{B_0}{\mu_0 \cdot n}$$

изначально тока
в катушках нет

$$\Rightarrow \Delta I_{\Sigma} = I_{\Sigma} - 0$$

теперь найдём исходн. ток в катушках:

* самом начале тока в катушках нет.

$$\Rightarrow \text{в обеих катушках } \Delta\Phi_{\Sigma} = \Delta B_1 \cdot n_1 + \Delta B_2 \cdot n_2 = \mu_0 (n_1 + n_2) \cdot \frac{B_0}{25}$$

$$\Rightarrow B_1 \cdot n_1 + B_2 \cdot n_2 = \frac{B_0}{25} \cdot (n_1 + n_2)$$

$$\Rightarrow I_{\Sigma} = \Delta I_{\Sigma} = \frac{9}{25} \frac{B_0}{\mu_0 \cdot n}$$

$$\frac{12}{42+18} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}$$

$$36+6+36-6 = \frac{72}{72}$$

I

T

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$B = \mu_0 n I = \mu_0 \frac{MI}{L}$$

$$\frac{1}{L} = \frac{N^2}{L} \cdot \frac{\mu_0 \cdot N^2}{L} = \frac{L}{L} = 1$$



$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$L = \mu_0 \cdot n^2 \cdot L \cdot S$$

$$\mathcal{E} = \cancel{8-12}$$

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{B \cdot S \cdot n}{I} = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot S}{I}$$

$$\frac{1}{L}$$

$$\left(\frac{3}{2} - \frac{1}{c+1} \right)$$

$$Q = \frac{2}{12} \left(2 + \frac{3}{2} \right) = \frac{5}{4}$$

$$\mathcal{E} = L \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{S \cdot N \cdot d\Phi}{dt} = B = \mu_0 \cdot \frac{I - r^2}{r^2}$$

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

$$\mathcal{E} = - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{S \cdot N \cdot L}{I} = B = \frac{F}{r} = n \cdot I$$

$$Q \Rightarrow r \cdot I$$

$$Q_x = \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{R}{R} = \frac{kQ}{R} = \frac{26}{85} = \frac{26}{85} \quad \Phi = B S A =$$

$$Q_x = \frac{K}{c^2} \cdot R = \frac{K}{c^2} \cdot \frac{R}{R} = \frac{K}{c^2} = \frac{K}{c^2}$$

$$= \mu_0 n^2 I S$$

$$Q = \frac{2}{12} \cdot 3 = 1$$

$$\frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{R} \cdot B_1 \cdot S \cdot n_1 + \frac{KQ}{R} \cdot B_2 \cdot S \cdot n_2 = \mu_0 (n_1 + n_2)^2 S \cdot 2 I$$

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

$$k \times 5$$

$$= \frac{25}{85} \cdot \frac{57}{85} =$$

$$I = \frac{R}{\mu_0} \cdot \frac{KQ}{c^2} = \frac{KQ \cdot n_1 + KQ \cdot n_2}{(\mu_0 c^2)^2}$$

$$I = \frac{R}{\mu_0} \cdot \frac{KQ}{c^2} = \frac{KQ \cdot n_1 + KQ \cdot n_2}{(\mu_0 c^2)^2}$$

I

T



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
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!

