

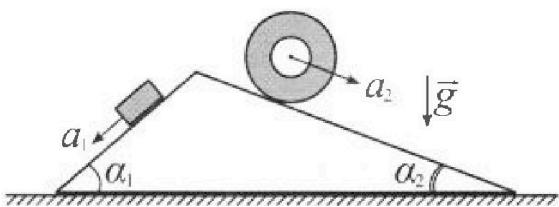
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-03



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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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 $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. 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.

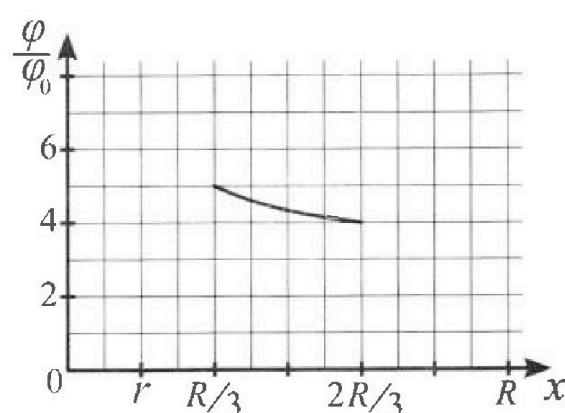
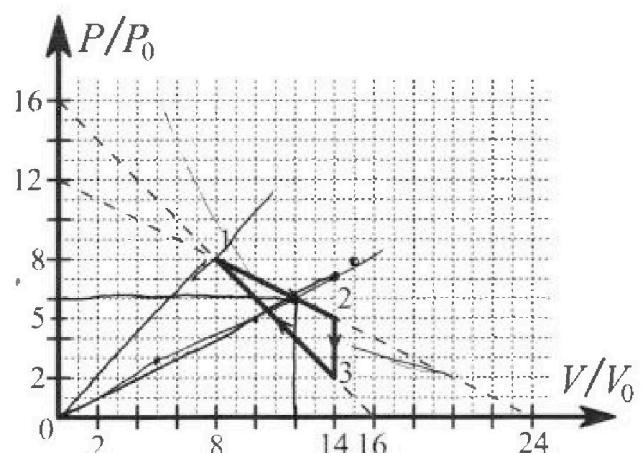
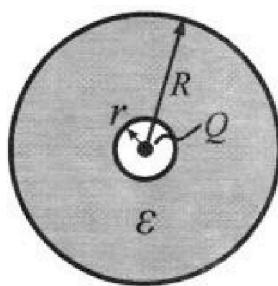
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 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,

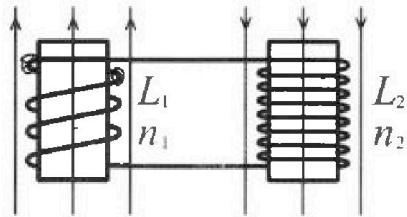
февраль 2024

Вариант 11-03



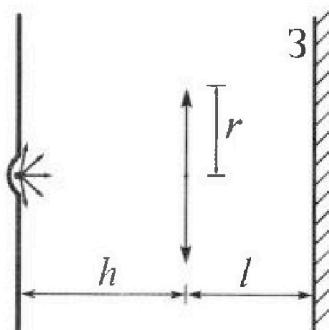
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $y\pi$, где y - 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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

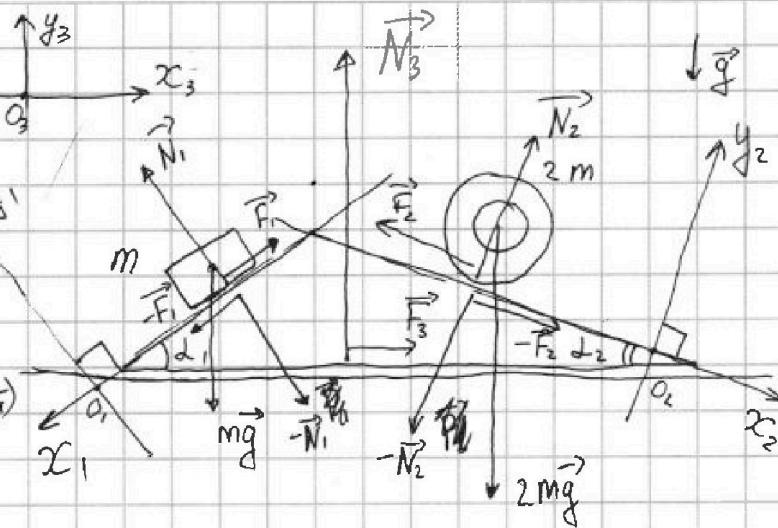
Клин поконится

Рассставим силы

~~N - сила реакции опоры~~

~~Р~~

~~2F~~



3

Запишем II закон Ньютона на ось O₁x₁ для бруска:

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

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$F_1 = m\left(g \frac{3}{5} - \frac{6}{13}g\right) = mg \cdot \frac{9}{26}$$

на ось O₁y₁ для бруска:

$$m \cdot 0 = -mg \cos \alpha_1 + N_1 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$N_1 = mg \cdot \frac{4}{5}$$

Запишем II закон Ньютона на ось O₂x₂ для цилиндра:

$$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = 2m\left(g \cdot \frac{5}{13} - \frac{9}{4}\right) = mg \cdot \frac{7}{26}$$

на ось O₂y₂ для цилиндра:

$$2m \cdot 0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 \Rightarrow N_2 = \frac{24}{13}mg$$

На клин действуют силы (по III закону Ньютона):

$$-\vec{F}_1; -\vec{N}_1; -\vec{F}_2; -\vec{N}_2 \text{ и } \vec{N}_3; \vec{F}_3$$

Клин поконится, поэтому все силы скомпенсированы.

Пусть сила трения на клин F_3 направлена вправо, по оси O₂x₃.

Если получим $F_3 < 0$, значит сила трения направлена влево.



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!

3

Задача II з-н Ньютона для клина на ось $O_3 X_3$

$$M_{\text{клина}} \cdot O = F_2 \cos \angle_2 - N_2 \sin \angle_2 - F_1 \cos \angle_1 + N_1 \sin \angle_1 + F_3 -$$

$$F_3 = N_2 \sin \angle_2 - N_1 \sin \angle_1 - F_2 \cos \angle_2 + F_1 \cos \angle_1,$$

$$F_3 = \frac{5}{13} \cdot \frac{24}{13} mg - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} mg - \frac{12}{13} \cdot \frac{7}{26} mg + \frac{3}{5} \cdot \frac{9}{80} mg$$

$$F_3 = mg \left(\frac{120}{13^2} - \frac{12}{15^2} - \frac{42}{13^2} + \frac{27}{13 \cdot 5^2} \right)$$

$$F_3 = mg \left(\frac{78}{13^2} + \frac{27 - 12 \cdot 13}{13 \cdot 5^2} \right) = \frac{173}{13^2 \cdot 25} mg = \frac{173}{4225} mg$$

$$F_3 = \frac{173}{4225} mg$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{9}{80} mg ; F_2 = \frac{7}{26} mg ; F_3 = \frac{173}{4225} mg$$



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"/> 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
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!

$$V_{\text{вершины}} = \frac{-12 P_0}{2 \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \right)} = 12 V_0 \Rightarrow (pV)_{\max}, \text{ когда } V = V_{\text{вершины}} = 12 V_0$$

$$T_{\max} = \frac{(pV)_{\max}}{\partial R} = \frac{1}{\partial R} \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot (12 V_0)^2 + 12^2 P_0 V_0 \right) = \frac{72 P_0 V_0}{\partial R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72 P_0 V_0}{\partial R} \cdot \frac{\partial R}{28 P_0 V_0} = \frac{18}{7} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_f} \quad \text{Проверим процессы } 1 \rightarrow 2 \text{ и } 3 \rightarrow 1 \text{ на касание с адиабатой}$$

$$i = 3 \Rightarrow \delta = \frac{5}{3} \quad \beta - \text{чекая константа}$$

$$pV^\delta = \text{const} = \beta$$

$$p = \beta V^{-\delta}$$

$$\frac{dp}{dV} = -\delta \beta V^{-\delta-1}$$

$$\star \frac{k P_0}{V_0} = -\delta \beta V^{\delta-1}$$

~~$$P = \frac{P_0}{V_0}$$~~

$$\frac{k P_0}{V_0 \delta} V = P$$

$$\text{процесс } 1 \rightarrow 2 \quad p = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12 P_0$$

$$\text{процесс } 3 \rightarrow 1 \quad p = -\frac{P_0}{V_0} V + 16 P_0$$

$$p = -k V + b$$

$$\frac{k P_0}{V_0 \delta} V = \left(-k V + b \right) \quad V = \frac{b}{k \left(\beta + \frac{P_0}{V_0 \delta} \right)}$$

Получается, что в процессе $1 \rightarrow 2$ тепло подводится из $(8; 8)$, до $(12; 6)$. В пр $3 \rightarrow 1$ отводится $(14; 2)$ до $(8; 8)$.

$$Q_f = \frac{8 P_0 + 6 P_0}{2} (12 V_0 - 8 V_0) + \frac{i}{2} (14 V_0 - 6 P_0 \cdot 12 V_0 - 8 P_0 \cdot 8 V_0) = 40 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{9 P_0 V_0}{40 P_0 V_0} = \frac{9}{40}$$

~~$$V = \frac{16 P_0}{(4 + \frac{5}{3}) \frac{P_0}{V_0}}$$~~

$$\text{Ответ: } \frac{\Delta U_{12}}{A} = 1 ; \quad \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7} ; \quad \eta = \frac{9}{40}$$

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 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!

$$i = 3$$

$p_n; V_n; T_n$ - давление, объем и температура
в состоянии "n" соответственно.

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \bar{V} R (T_2 - T_1)$$

$$A = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) + \frac{P_2 + P_3}{2} (V_1 - V_3) - \text{Площадь внутри цикла.}$$

$$P_1 = 8 P_0$$

$$V_1 = 8 V_0$$

Закон Менделеева-Клапейрона

$$P_2 = 5 P_0$$

$$V_2 = 14 V_0$$

$$P_n V_n = \bar{V} R T_n$$

$$P_3 = 2 P_0$$

$$V_3 = 14 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{i}{2} (5 P_0 \cdot 14 V_0 - 8 P_0 \cdot 8 V_0) = 3 i P_0 V_0$$

$$A = \frac{8 P_0 + 5 P_0}{2} (14 V_0 - 8 V_0) + \frac{8 P_0 + 2 P_0}{2} (8 V_0 - 14 V_0) = 9 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{3 i P_0 V_0}{9 P_0 V_0} = \frac{i}{3} = 1 \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$$

$$P_3 V_3 = \bar{V} R T_3$$

$$T_3 = \frac{2 P_0 \cdot 14 V_0}{\bar{V} R} = 28 \frac{P_0 V_0}{\bar{V} R}$$

Рассмотрим процесс 1 → 2: зависимость манометра:

$$P = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} P_0 + 12 P_0$$

$$PV = \bar{V} R T \Rightarrow T = \frac{1}{\bar{V} R} \cdot PV$$

$$\frac{1}{\bar{V} R} = \text{const} \Rightarrow T_{\max}, \text{когда } (PV)_{\max}$$

$$PV = \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12 P_0 \right) V = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 12 P_0 V$$

получилась парабола с ветвями вниз.

Максимальное значение параболы с ветвями вниз находится в вершине.

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
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!

Найдём зависимость потенциала внутри диэлектрика

от расстояния от центра сферы. q - некоторый пробный заряд.

$$(\varphi_x - \varphi_{\infty}) q = A \quad ; \quad \varphi_{\infty} = 0$$

$$\varphi_x \cdot q = A$$

$$dA = E q \cdot dl$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{l^2} \text{ - внутри диэлектрика}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{l^2} \text{ - снаружи диэлектрика.}$$

$$A = \int_0^R dA = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon} \cdot \int_x^R \frac{dl}{l^2} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0} Q \int_R^{+\infty} \frac{dl}{l^2}$$

$$A = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon} \int_x^R \frac{dl}{l^2} + \int_R^{+\infty} \frac{dl}{l^2} \right) \quad \int \frac{dx}{x^2} = -\frac{1}{x} + \text{Const}$$

$$A = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{R} - \frac{1}{+\infty} \right)$$

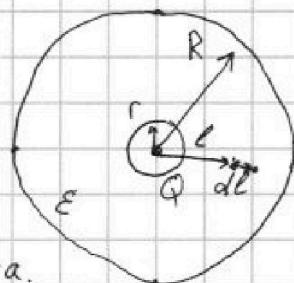
$$A = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x\epsilon} + \frac{1}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) \right)$$

$$\varphi_x q = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x\epsilon} + \frac{1}{R} \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) \right) \Rightarrow \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{1}{x} + \frac{\cancel{\epsilon-1}}{R} \right)$$

~~$$\varphi_x \text{ при } x = \frac{5R}{6}$$~~
$$\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{6}{5R} + \frac{\cancel{\epsilon-1}}{R} \right)$$

$$\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{6+5\epsilon}{5R} \right) = \frac{Q(1+5\epsilon)}{20\pi\epsilon_0\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \frac{(1+5\epsilon)}{5\epsilon}$$

$$\text{При } x = \frac{5R}{6} \quad \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \left(\frac{1+5\epsilon}{5\epsilon} \right)$$





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 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
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!

Воспользуемся двумя точками из графика $(5; \frac{R}{3})$ и $(4; \frac{2R}{3})$

$$5\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 E} \left(\cancel{\frac{3}{R}} + \frac{\epsilon - 1}{R} \right)$$

$$4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 E} \left(\frac{3}{2R} + \frac{\epsilon - 1}{R} \right)$$

$$\frac{5}{4} = \frac{\left(\frac{3}{R} + \frac{\epsilon - 1}{R} \right)}{\left(\frac{3}{2R} + \frac{\epsilon - 1}{R} \right)} \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{3 + \epsilon - 1}{\frac{3}{2} + \epsilon - 1} \quad \cancel{15}$$

$$\frac{15}{2} + 5\epsilon - 5 = 12 + 4\epsilon - 4$$

$$\epsilon = 5,5$$

Ответ: $\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{1+5\epsilon}{5\epsilon} \right) ; \epsilon = 5,5$



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.

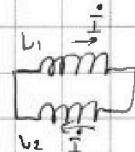
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

$$1) \quad \dot{\mathcal{E}} = -\dot{\Phi}$$

$$\dot{\mathcal{E}} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \Rightarrow (L_1 + L_2) \dot{I} = -\dot{\Phi}$$



$$\dot{I} = \frac{-\dot{\Phi}}{L_1 + L_2}$$

$$\Rightarrow \dot{I} = -\frac{\dot{B} S n_1}{L_1 + L_2} = -\frac{\Delta S n_1}{L_1 + L_2} \Rightarrow |\dot{I}| = \frac{\Delta S n}{L_1 + L_2}$$

$$\dot{\Phi} = B \cdot S \cdot n_1$$

$$|\dot{I}| = \frac{\Delta S n}{17L}$$

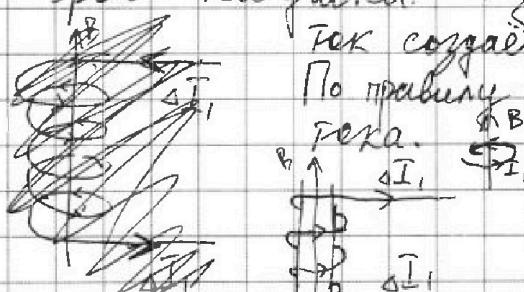
$$2) \quad \text{Рассмотрим } L \cdot \frac{dI}{dt} = -\frac{d\Phi}{dt} = L dI = -d\Phi \Rightarrow L dI = -d\Phi.$$

Л не зависит от ~~от~~ $\Phi(t)$

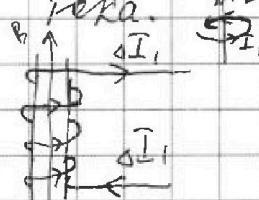
Рассмотрим куда направлено изменение тока.

При уменьшении потока, оставшийся ток пытается скомпенсировать это изменение! Поэтому:

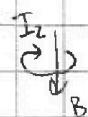
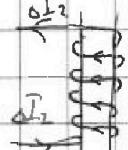
Первая катушка: В уменьшилось значение подавившегося тока создаёт магнитное поле вверх.



По правилу буравчика определяем направление тока.



Аналогично определим направление во второй катушке.





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!

Поэтому по принципу суперпозиции $\Delta I = \Delta I_1 - \Delta I_2$

$$\Delta I_1 = \left| \frac{\Delta \Phi_1}{L_1 + L_2} \right|$$

$$\Delta I_2 = \left| \frac{\Delta \Phi_2}{L_1 + L_2} \right|$$

$$\Delta I_1 = \frac{2}{3} \frac{B_0 n S}{17 L}$$

$$\Delta I_2 = \frac{3}{8} \frac{B_0 n S}{17 L}$$

$$I = \Delta I = \frac{B_0 n S}{L} \cdot \left(\frac{2}{3 \cdot 17} - \frac{3}{17} \right) = - \frac{B_0 n S}{L} \cdot \frac{7}{51}$$

$$|I| = \frac{7}{51} \frac{B_0 n S}{L}$$

$$\text{Ответ: } |I| = \frac{7}{51} \frac{B_0 n S}{L} ; |I| = \frac{7}{51} \frac{B_0 n S}{L}$$

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"/> | <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 черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Формула тонкой линзы: собирающей:

Неосвещенные участки будут в виде толстостенных окружностей

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{R} + \frac{1}{l}$$

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

$$a = h$$

$$F = \frac{h}{3} \quad \frac{1}{h} = \frac{1}{R} + \frac{1}{l}$$

$$\frac{1}{l} = \frac{2}{h} \Rightarrow l = \frac{h}{2}$$

$$l < h \Rightarrow \frac{y_1}{l-h} = \frac{r}{l} = \tan \alpha_1 = \frac{2r}{h}$$

$$y_1 = r \cdot \frac{l-h}{l} = r \cdot \left(\frac{2h}{3} - \frac{h}{2} \right) \cdot 2$$

$$y_1 = \frac{r}{3}$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{y_2}{l+h} = \frac{r}{h} \Rightarrow y_2 = r \cdot \frac{h+l}{h} = r \cdot \frac{h+\frac{2}{3}h}{h}$$

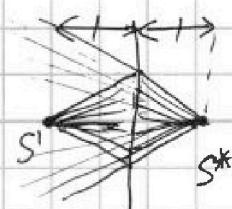
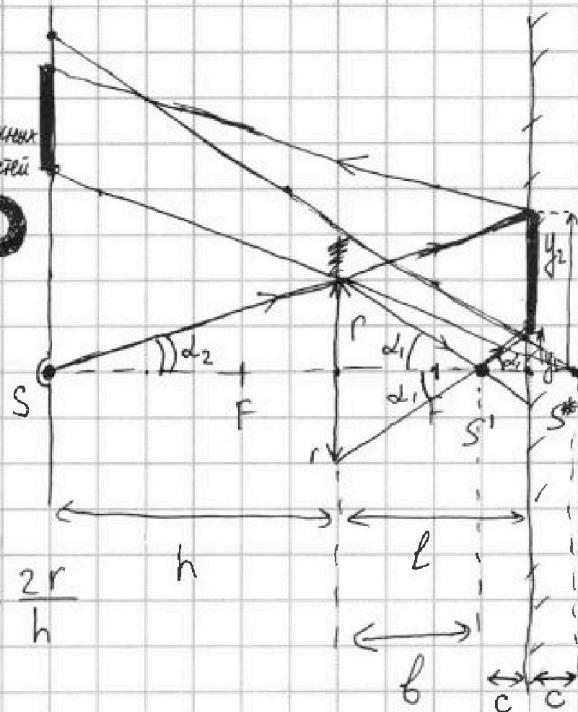
$$\tan \alpha_2 = \frac{r}{h}$$

$$y_2 = \frac{5}{3}r$$

$$S_1 = \pi y_2^2 - \pi y_1^2 = \pi (y_2^2 - y_1^2) = \pi r^2 \left(\left(\frac{5}{3}\right)^2 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 \right) = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi r^2$$

$$S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

Получившийся источник S' , испускающий лучи в сторону зеркала под углом α_1 к ГОО можно представить как источник S^* справа от зеркала на том же расстоянии испускающий лучи под углом α_1 к ГОО.

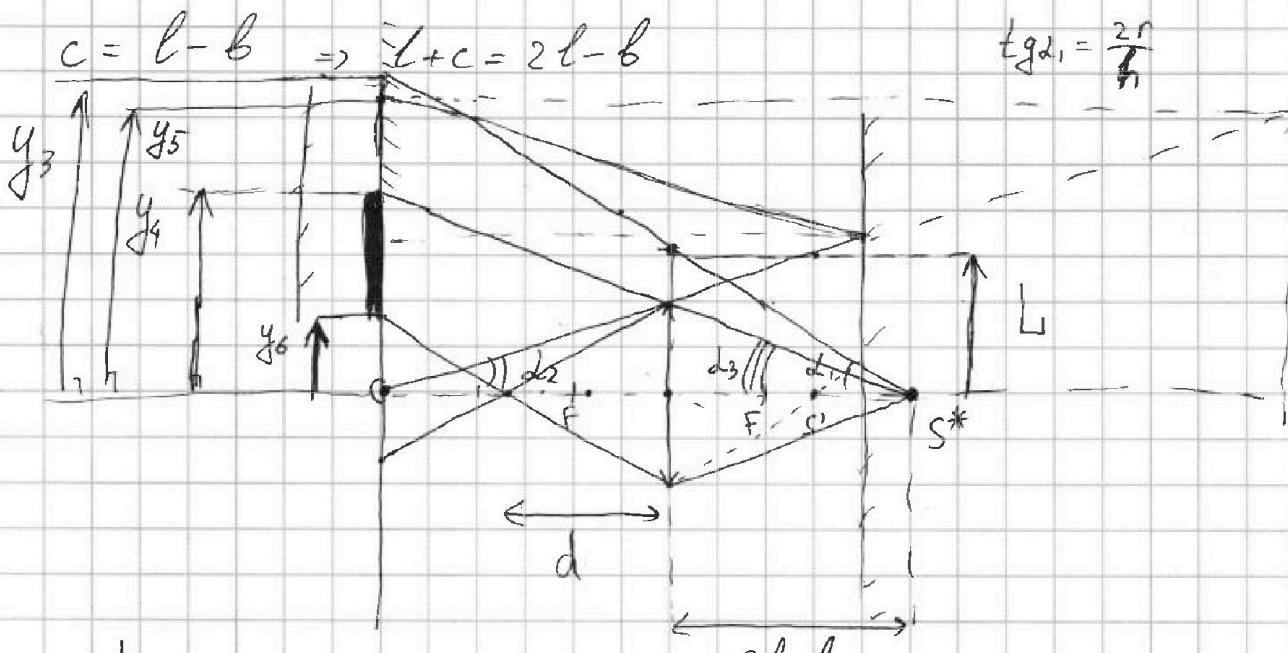


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\frac{b}{2l-f} = \operatorname{tg} \alpha_1$$

$$2l-f$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{2r}{h}$$

$$2l-f = \frac{5}{6}h$$

$$l = \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot (2l-f) = \frac{2r}{h} \left(\frac{4}{3}h - \frac{5}{6}h \right) = \frac{5}{3}r > r$$

Значит верхний дуг проходит выше чем линза. Тогда

$$y_3 = (h+2l-f)\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{2r}{h} \left(\frac{11}{6}h - \frac{5}{3}r \right) = \frac{11}{3}r$$

$$y_5 = (h+l) \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2$$

$$y_4 = (h+2l-f)\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{11}{6}h \cdot \frac{r}{5h} = \frac{11}{30}r$$

$$y_5 = \frac{10}{3}r < y_3$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{2l-f} \Rightarrow \frac{3}{h} = \frac{1}{d} + \frac{6}{5h} \Rightarrow d = \frac{5}{9}h$$

$$y_3 > y_5 > y_4$$

$$\frac{y_6}{h-d} = \frac{r}{d} \Rightarrow y_6 = r \left(\frac{h-d}{d} \right) = r \left(\frac{h}{d} - 1 \right) = \frac{4}{5}r$$

$$S_2 = \pi y_4^2 - \pi y_6^2 = \pi r^2 \left(\left(\frac{11}{30}r \right)^2 - \left(\frac{4}{5}r \right)^2 \right) = \pi r^2 \cdot \frac{85}{25} \Rightarrow S_2 = 85\pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_1 = \frac{200}{3}\pi \text{ см}^2 ; S_2 = 85\pi \text{ см}^2$$

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.



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

$$\frac{13}{2} \cdot 6 - \frac{10}{2} \cdot 6 = \frac{3}{2} \cdot 6 = 9$$

$$\frac{13}{2} \cdot 6 = 39 - 5 \cdot 6$$

~~78~~ ~~40~~
~~13^2~~

$$\frac{27 - 156}{13 \cdot 25}$$

~~78~~ ~~129~~
~~13^2~~ ~~13 \cdot 25~~

домашка

$$pV = \left(-\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} p_0 + 12p_0 \right) V = \cancel{-\frac{1}{2}}$$

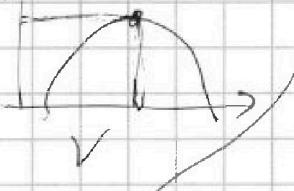
$$= -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 12p_0 V$$

$$-\frac{p_0}{V_0} V + 12p_0 = 0$$

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

$$\frac{V}{V_0} = 12 \Rightarrow V = 12V_0$$

$$\frac{1850 - 1677}{13^2 \cdot 25}$$



$$244 - \frac{144}{2}$$

$$\frac{72}{28} = \frac{36}{14} \quad 7$$

$$\frac{18}{7}$$

$$\frac{173}{13^2 \cdot 25}$$

$$3 - \frac{9}{4} \quad \frac{12 - 9}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\begin{array}{r} \times | 2 \\ \times | 3 \\ \hline 156 \\ \hline 129 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \hline 390 \\ \hline 186 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ | 29 \\ \times 13 \\ \hline 387 \\ \hline 129 \end{array}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{3}{16} = \frac{32 - 9}{48}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ | 850 \\ \hline 677 \\ \hline 173 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 13 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 13 \\ \hline 419 \end{array}$$

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



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

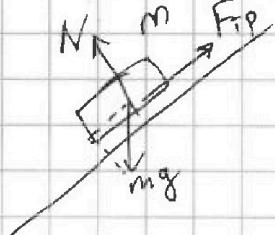
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} \quad E_E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2 \cdot E} \quad \frac{4}{6} - \frac{3}{6} \quad \frac{15-6}{5} = \frac{9}{5}$$

~~Число~~

$$E_g = F \quad F_{dx} = dA$$

$$E = \frac{121}{85}$$

$$\int_r^{+\infty} \frac{kQ}{2c^2\epsilon} g \sqrt{dx} + \int_r^{+\infty} \frac{kQ}{x^2\epsilon} g \sqrt{dx} = \varphi_r \quad kQ \left(-\frac{1}{2c} + \frac{1}{r} \right) = \varphi_r$$



$$mgs \sin \alpha_1 = ma_1 - F_{tp1}$$

$$F_{tp1} = m(a_1 - g \sin \alpha_1)$$

$$F_{tp1} = m \left(\frac{6g}{13} - \frac{3g}{5} \right) = 3g m \left(\frac{1}{13} - \frac{3}{5} \right)$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

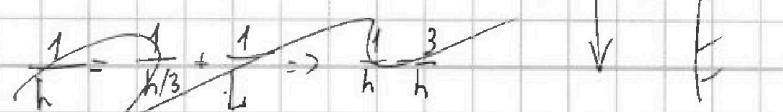
$$F_1 = m g \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right)$$

$$F_1 = \frac{39-30}{80} mg$$

$$F_1 = \frac{9}{80} mg$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 169 \\ \hline 125 \\ 845 \\ \hline 25 \\ 845 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$\frac{20-13}{13 \cdot 4} = \frac{7}{52}$$



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 type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

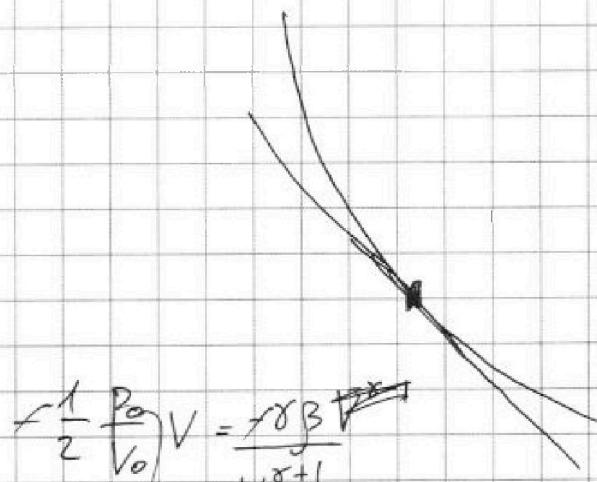


$$-\gamma \beta V^{\gamma-1} = -\frac{P_0}{V_0} V$$

$$\beta = \frac{P_0}{V_0} \frac{V^\gamma}{\gamma}$$

$$PV^\gamma = \frac{P_0}{V_0} \frac{V^\gamma}{\gamma}$$

$$P = \frac{P_0}{V_0} \frac{V^\gamma}{\gamma}$$



$$\frac{P_0}{2V_0} \frac{V^{\gamma+2}}{\gamma} = \beta$$

$$\frac{P_0}{2V_0} \frac{V^{\gamma+2}}{\gamma} = PV^\gamma$$

$$\frac{P_0}{2V_0} \frac{V^{\gamma+2}}{\gamma} = P V^\gamma$$

$$d \left(\left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12P_0 \right) V^\gamma \right) = \beta$$

$$dV =$$

$$\frac{dp}{dv} = -\gamma p v^{\gamma-1}$$

$$\frac{dp}{dv} = -\gamma \cdot \frac{p}{v} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^{\gamma-1}$$

$$\frac{p}{v} - p = \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^{\gamma-1}$$

$$7P_0 V_0 + \frac{3}{2} (72 - 64) P_0 V_0$$

$$(28 + 12) P_0 V_0 = 40 P_0 V_0$$



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
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!

$$\text{Одна} \quad E = -\dot{\phi} = \frac{dB}{dt} \cdot nS$$

$$E_1 = L \cdot n \cdot S = L, \dot{I}_1 \Rightarrow \dot{I}_1 = \frac{L n S}{L_1} = \frac{L n S}{L}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{L n S}{L}$$

$$L \Delta I = \Delta \phi$$

при уменьшении

$$\Delta I_1 > 0 \quad \Delta I_2 > 0$$

↓

$$\Delta I_1 = \frac{\Delta B_1 S}{L_1} n_1$$

$$\Delta I_2 = \frac{\Delta B_2 S}{L_2} n_2$$

$$\Delta I = \Delta I_1 - \Delta I_2$$

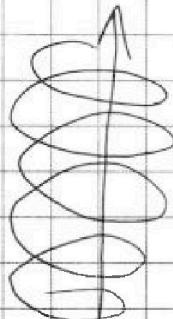
$$\Delta I_1 = \frac{\frac{2}{3} B_0 S n}{L}$$

$$\Delta I_2 = \frac{\frac{3}{4} B_0 S \cdot 2n}{16 L} = \frac{3}{16} \frac{B_0 n S}{L}$$

$$\Delta I_1 = \frac{\frac{2}{3} B_0 S n}{L}$$

$$I = \Delta I = \frac{B_0 S n}{L} \left(\frac{2}{3} - \frac{3}{16} \right) = \frac{B_0 S n}{L} \frac{23}{48}$$

$$\text{Ответ: } I_1 = \frac{L n S}{L} ; \quad I = \frac{23}{48} \frac{B_0 S n}{L}$$



↑

$$\frac{2}{3 \cdot 17} - \frac{3}{17}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 17 \\ \hline 3 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\frac{2 - 9}{3 \cdot 17} = -\frac{7}{51}$$