



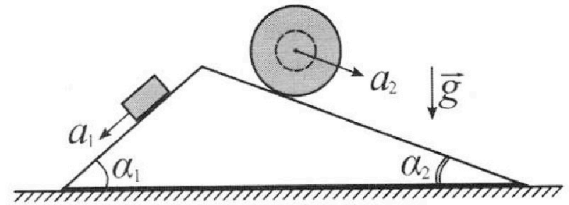
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

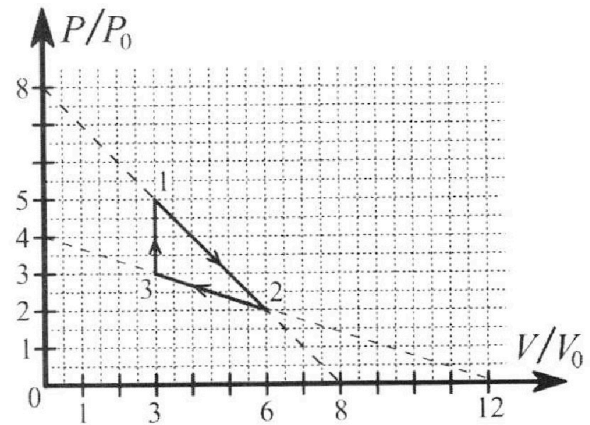
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

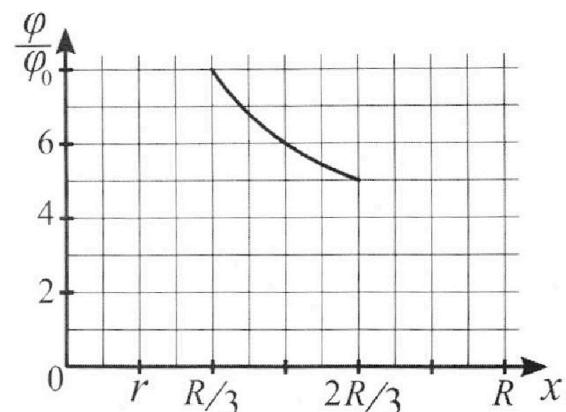
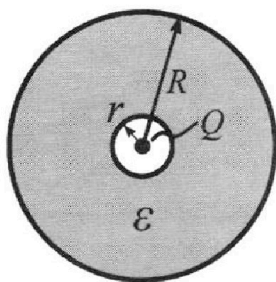


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





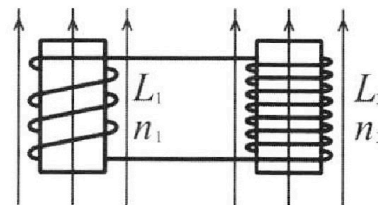
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02



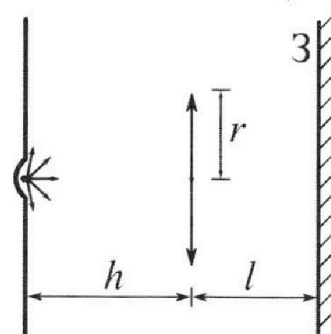
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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. 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 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 З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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

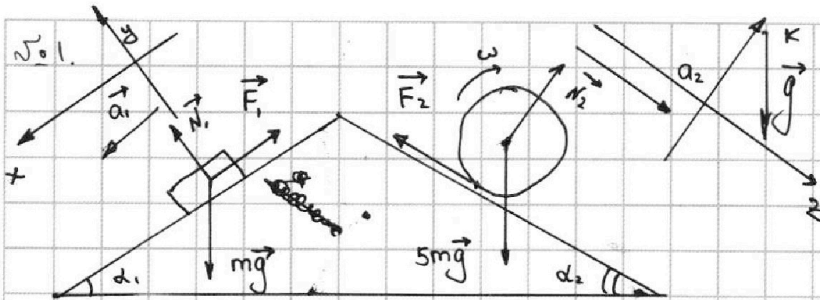


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



1) Нарисуем рисунок и ~~рисуем~~ силы действующие на тела:

2) 2 закона Ньютона для бруска: 2 закона Ньютона для шара:

$$Ox: mg \sin \alpha_1 - F_1 = m a_{1x}$$

$$Oz: 5mg \sin \alpha_2 - F_2 = 5m a_{2z}$$

$$Oy: N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$Ok: N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

из этих уравнений:

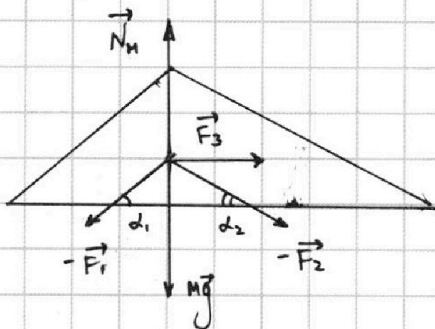
$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - m a_{1x}$$

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_{2z})$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_{1x})$$

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_{2z})$$

Нарисуем силы на клин с учетом 3-го закона Ньютона:



т.к. клин покоится, ~~то сумма сил равна нулю~~

то $\sum \vec{F}_i = \vec{0}$, а значит по горизонтали

также:

$$F_3 + F_2 \cos \alpha_2 = F_1 \cos \alpha_1$$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_3 = m \cos \alpha_1 (g \sin \alpha_1 - a_{1x}) - 5m \cos \alpha_2 (g \sin \alpha_2 - a_{2z})$$



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!

Стоит отметить, что если $F_3 < 0$, то направление силы противоположно указанному на рисунке; но модуль остается тем же.

Перейдем к расчетам:

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_{1x}) = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{7g}{17}) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) =$$

$$F_1 = mg \left(\frac{3 \cdot 17 - 7 \cdot 5}{5 \cdot 17} \right) = mg \left(\frac{51 - 35}{85} \right) = mg \frac{16}{85} \rightarrow F_1 = \frac{16}{85} mg$$

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_{2z}) = 5m \left(g \frac{8}{17} - \frac{8g}{25} \right) = 5mg \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25} \right) \leftarrow \text{ответ.}$$

$$F_2 = 40mg \left(\frac{25 - 17}{17 \cdot 25} \right) = 40mg \frac{8}{425} = \frac{320}{425} mg \rightarrow F_2 = \frac{320}{425} mg$$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_2 = \frac{64}{85} mg$$

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{64}{85} mg \frac{15}{17} =$$

ответ

$$F_3 = mg \frac{1}{85} \left(\frac{16 \cdot 4}{5} - \frac{64 \cdot 15}{17} \right) = \frac{64}{85} mg \left(\frac{1}{5} - \frac{15}{17} \right) = \frac{64}{85} mg \left(\frac{17 - 15 \cdot 5}{17 \cdot 5} \right)$$

$$F_3 = \frac{64}{85} mg \frac{17 - 75}{85} = -\frac{64 \cdot 58}{85^2} mg = -\frac{3712}{7225} mg$$

$$|F_3| = \frac{3712}{7225} mg.$$

← ответ



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

$$|\Delta U_{31}| \rightarrow$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} \rightarrow ?$$

? \rightarrow

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \rightarrow \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \Delta(PV)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} V \Delta P \quad (\text{т.к. } V = \text{const} \text{ в процессе 31})$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 (5P_0 - 3P_0) = \frac{9V_0}{2} \cdot 2P_0 = 9P_0V_0$$

$$\Delta U_{31} = 9P_0V_0$$

2) А за угол - площадь под графиком.

Введем функции для 1-2 и 2-3.

$$P_{12} = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$P_{23} = 4P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V$$

$$A_{12} = \int_{3V_0}^{6V_0} P_{12} dV = \int_{3V_0}^{6V_0} (8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) dV = \int_{3V_0}^{6V_0} 8P_0 dV - \frac{P_0}{V_0} \int_{3V_0}^{6V_0} V dV$$

$$A_{12} = 8P_0 V \Big|_{3V_0}^{6V_0} - \frac{P_0}{V_0} \frac{V^2}{2} \Big|_{3V_0}^{6V_0} = 8P_0 (6V_0 - 3V_0) - \frac{P_0}{2V_0} (36V_0^2 - 9V_0^2)$$

$$A_{12} = 8P_0 \cdot 3V_0 - \frac{P_0}{2V_0} 27V_0^2 = 24P_0V_0 - \frac{27}{2} P_0V_0 = P_0V_0 \left(24 - \frac{27}{2} \right)$$

$$A_{12} = P_0V_0 \frac{21}{2}$$

$$A_{23} = \int_{6V_0}^{3V_0} P_{23} dV = 4P_0 \int_{6V_0}^{3V_0} dV - \frac{P_0}{3V_0} \int_{6V_0}^{3V_0} V dV = 4P_0 (3V_0 - 6V_0) - \frac{P_0}{3V_0} \left(\frac{9V_0^2}{2} - \frac{36V_0^2}{2} \right)$$

$$A_{23} = 4P_0 (-3V_0) - \frac{P_0}{3V_0} \frac{(-27)V_0^2}{2} = -12P_0V_0 + P_0V_0 \frac{9}{2} = -12P_0V_0 + \frac{9}{2} P_0V_0$$

$$A_{23} = P_0V_0 \left(\frac{9}{2} - 12 \right) = -\frac{15}{2} P_0V_0$$

$$A_{23} = -\frac{15}{2} P_0V_0$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!

$$A_{31} = 0, \text{ так изохора } (dV=0)$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = p_0 V_0 \frac{z_1}{2} - \frac{15}{2} p_0 V_0 = p_0 V_0 \frac{1}{2} (21 - 15)$$

$$A = p_0 V_0 \frac{1}{2} \cdot 6 = 3 p_0 V_0 \rightarrow A = 3 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{31}|}{A} = \frac{9 p_0 V_0}{3 p_0 V_0} = 3 \rightarrow \frac{|\Delta U_{31}|}{A} = 3$$

Ответ

3) Рассмотрим функцию

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$p_{12} = 8 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$pV = \nu RT$$

$$\left(8 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) V = \nu RT$$

$$\left(8 p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2 \right) \frac{1}{\nu R} = T \rightarrow T(V)$$

Чтобы найти максимум температуры $\frac{dT}{dV} = 0$

$$\frac{dT}{dV} = \left(8 p_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot 2V \right) \frac{1}{\nu R} \rightarrow \frac{dT}{dV} = 0 \rightarrow 4 p_0 = \frac{2V^* p_0}{V_0}$$

Так V^* в промежутке между

$$V^* = 4 V_0$$

$6 V_0$ и $3 V_0$, то при V^* будет макс. температура.

$$T_{\max} = \frac{1}{\nu R} \left(8 p_0 \cdot 4 V_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot 16 V_0^2 \right) = \frac{1}{\nu R} \left(32 p_0 V_0 - 16 p_0 V_0 \right) = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_{\max} = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

Найдем T_2

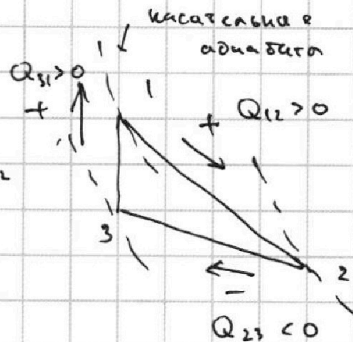
$$2P_0 6V_0 = \nu R T_2 \quad (\nu = \text{число молекул} - \text{крайнее в точке 2})$$

$$T_2 = \frac{2P_0 6V_0}{\nu R} \rightarrow \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16P_0 6V_0}{\nu R} \cdot \frac{\nu R}{12P_0 6V_0} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3} \quad \leftarrow \text{ответ.}$$

Найдем КПД цикла!

$$\eta = \frac{A}{Q_+}; \quad Q_+ = Q_{31} + Q_{12}$$



Первый закон термодинамики:

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (6V_0 \cdot 2P_0 - 3V_0 \cdot 3P_0) = \frac{3}{2} (12P_0 V_0 - 15P_0 V_0) = -\frac{3}{2} P_0 V_0$$

$$A_{12} = P_0 V_0 \frac{21}{2} \rightarrow Q_{12} = P_0 V_0 \frac{21}{2} - \frac{3}{2} P_0 V_0 = P_0 V_0 \frac{1}{2} (21 - 3) = 6P_0 V_0$$

$$Q_{12} = 6P_0 V_0$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \Delta U_{31} \quad (\text{т.к. изохорно})$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 \cdot 2P_0 = 9P_0 V_0 \rightarrow Q_+ = Q_{12} + Q_{31}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{3P_0 V_0}{15P_0 V_0} = \frac{3}{15}$$

$$Q_+ = 6P_0 V_0 + 9P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{3}{15} \quad \leftarrow \text{ответ.}$$

$$Q_+ = 15P_0 V_0$$



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.

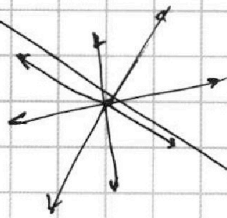
1 2 3 4 5 6 7

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!

№3.
E <math>R <math> Q

Рассмотрим поле от точечного заряда:



$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

Но из-за диэлектрика поле внутри шара будет равно $E = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$

Тогда функция $E(r)$ будет выглядеть так:

$$E(r) = \begin{cases} \frac{kQ}{\epsilon r^2} & ; r < R \end{cases}$$

№3.

EQR <math>r <math>

из-за диэлектрика поле внутри шара : $E_0 = \frac{E}{\epsilon}$

$$E = \frac{kQ}{x^2} \text{ (поле от заряда)} \rightarrow E_0 = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

тогда функция $E(x)$ будет выглядеть так:

$$E(x) = \begin{cases} \frac{kQ}{x^2} & ; x \leq R \\ \frac{kQ}{\epsilon x^2} & ; R < x < R \\ \frac{kQ}{x^2} & ; R < x \end{cases}$$

Знаем, что для потенциала $d\varphi = -E_x dx$

$$d\varphi = -E_x dx \rightarrow \int_{\varphi(x)}^{\varphi(\infty)} d\varphi = - \int_x^{\infty} E_x dx$$



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!

$$\int_{\varphi(x)}^{\varphi(\infty)} d\varphi = - \int_x^{\infty} E_x dx \rightarrow \varphi(\infty) - \varphi(x) = - \left(\int_x^R E_x dx + \int_R^{\infty} E_x dx \right)$$

$$\varphi(x) - \varphi(\infty) = \int_x^R E_x dx + \int_R^{\infty} E_x dx$$

$$\varphi(x) - \varphi(\infty) = \frac{kQ}{\epsilon} \int_x^R \frac{dx}{x^2} + \frac{kQ}{1} \int_R^{\infty} \frac{dx}{x^2}$$

$$\varphi(x) - \varphi(\infty) = kQ \left(\frac{1}{\epsilon} \int_x^R \frac{dx}{x^2} + \int_R^{\infty} \frac{dx}{x^2} \right)$$

Сам интеграл:

$$\int \frac{dx}{x^2} = \frac{x^{-2+1}}{-2+1} = \frac{x^{-1}}{-1} = -\frac{1}{x} \rightarrow \varphi(x) - \varphi(\infty) = -kQ \left(\frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x} \Big|_x^R + \frac{1}{x} \Big|_R^{\infty} \right)$$

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

$$\varphi(\infty) = 0 \rightarrow \varphi(x) = kQ \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) \right)$$

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

ответ

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

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

ответ



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!

Из графика:

$$8\% \text{ при } \frac{R}{3} \text{ тогда: } 8\% = \cancel{R} KQ \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right) \right)$$

$$5\% \text{ при } \frac{2R}{3} \quad 8\% = KQ \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon R} (3-1) \right)$$

$$5\% = KQ \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{1}{R} \right) \right)$$

$$8\% = KQ \frac{1}{R} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon} \right)$$

$$5\% = KQ \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\varepsilon R} \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \right)$$

$$\frac{8\%R}{KQ} = 1 + \frac{2}{\varepsilon}$$

~~5\%R~~

$$5\% = \frac{KQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right) \rightarrow \frac{5\%R}{KQ} = 1 + \frac{1}{2\varepsilon}$$

→ поделим.

$$\frac{8\%R}{KQ} \cdot \frac{KQ}{5\%R} = \left(1 + \frac{2}{\varepsilon} \right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}} \rightarrow \frac{8}{5} \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right) = 1 + \frac{2}{\varepsilon}$$

$$\frac{8}{5} + \frac{4}{5\varepsilon} = 1 + \frac{2}{\varepsilon} \rightarrow \frac{8}{5} - 1 = \frac{1}{\varepsilon} \left(2 - \frac{4}{5} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{\left(2 - \frac{4}{5} \right)}{\frac{8}{5} - 1} = \frac{\frac{10-4}{5}}{\frac{8-5}{5}} = \frac{6}{2} = 3$$

$$\varepsilon = 3$$

ответ

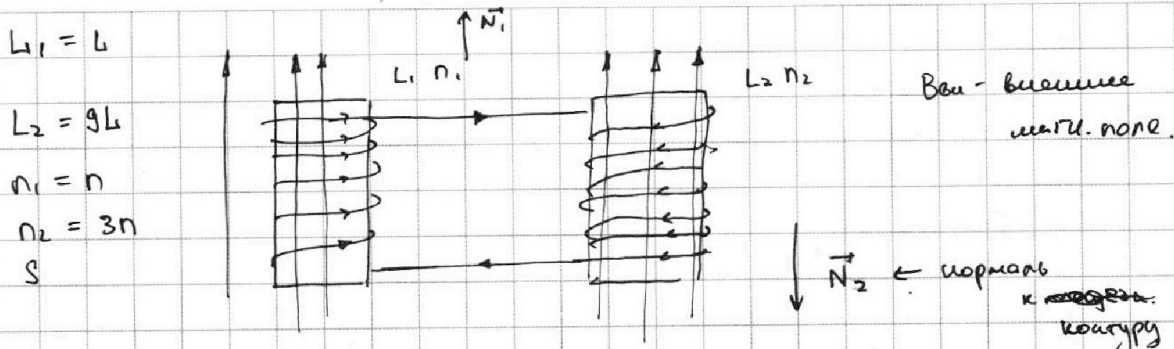


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



Найдем поток магн. поля B_{ext} этих катушек:

~~$\Phi_1 = B_{ext} n_1 S + L_1 I$~~

$$\Phi_1 = B_{ext} n_1 S + L_1 I$$

$$\Phi_2 = -B_{ext} n_2 S + L_2 I$$

~~$\Phi_1 = B_{ext} n_1 S + L_1 I$~~ Записываем законы Фарадея:

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -\frac{d}{dt} (B_{ext} n_1 S + L_1 I)$$

$$\mathcal{E}_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -\frac{d}{dt} (-B_{ext} n_2 S + L_2 I)$$

Тогда для всей цепи по контуру:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = IR, \text{ где } R \approx 0 \rightarrow \mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2$$

$$-\frac{dB_{ext}}{dt} n_1 S + L_1 \frac{dI}{dt} = -\frac{dB_{ext}}{dt} n_2 S + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$-\frac{dB_{ext}}{dt} n_1 S + \frac{dB_{ext}}{dt} n_2 S = (L_2 + L_1) \frac{dI}{dt}$$

из условия:

$$\frac{dB_{ext}}{dt} = -\alpha; \frac{dB_{ext}}{dt} = 0 \rightarrow -(-\alpha) n_1 S + 0 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\alpha n_1 S = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$



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 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!

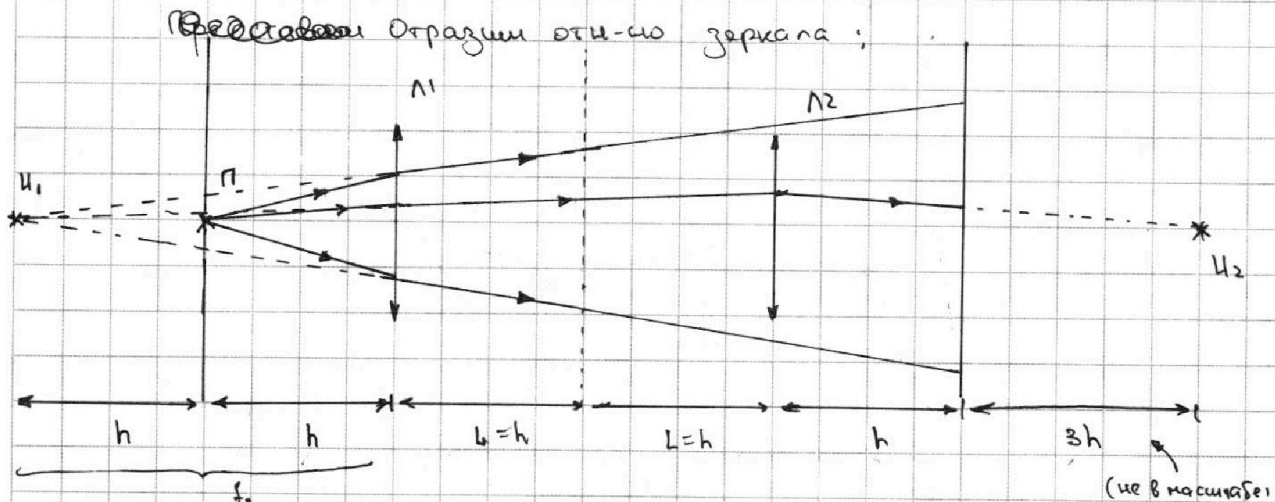
№5

$h, F=2h, \gamma=2\text{см}$

$L=h$

Π - предмет

Π' - изображение



Напишем формулу тонкой линзы: (для первой)

$$\frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{h} - \frac{1}{f_1} = \frac{1}{2h} \rightarrow \frac{1}{h} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{h} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{f_1} \rightarrow f_1 = 2h$$

После прохождения в первой линзе для второй линзы идут

лучи как будто с изображения, учтем это.

Напишем ~~правую~~ формулу тонкой линзы для второй линзы:

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{4h} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{2h}$$

$$\frac{1}{f_2} = -\frac{1}{4h} + \frac{1}{2h} = \frac{1}{2h} \left(1 - \frac{1}{2}\right) \rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{4h} \rightarrow f_2 = 4h$$

Нарисуем окончательный рисунок происходящего.

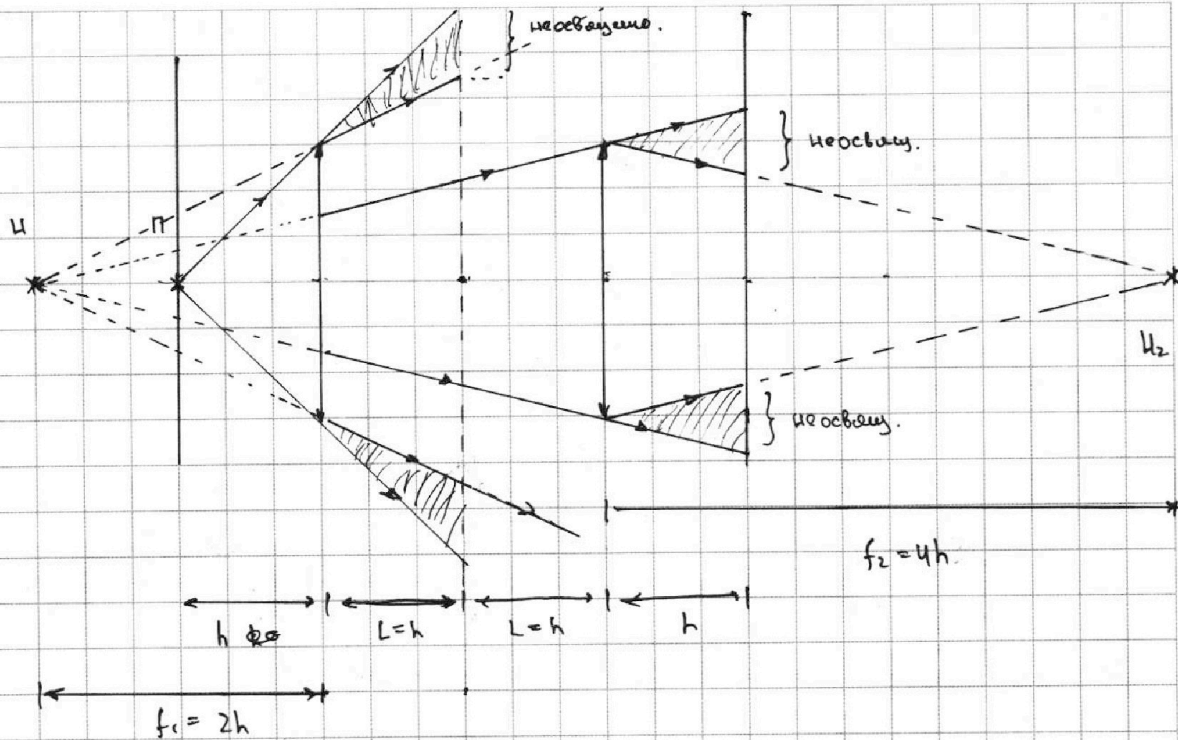


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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



Для зеркала будет только один ореол, для стержня - два.

Найдем для зеркала.

Рассмотрим U .

из подобия:

$$\frac{z}{2k} = \frac{x_1}{3h}$$

$$x_1 = \frac{3}{2}z$$

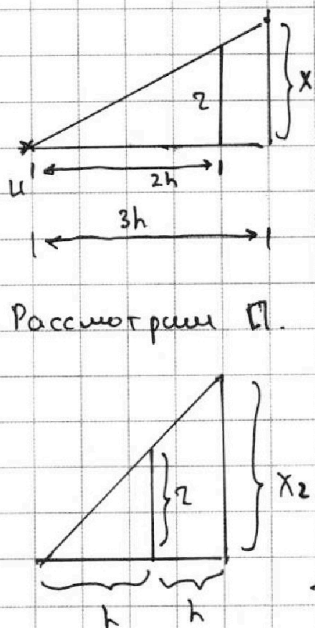
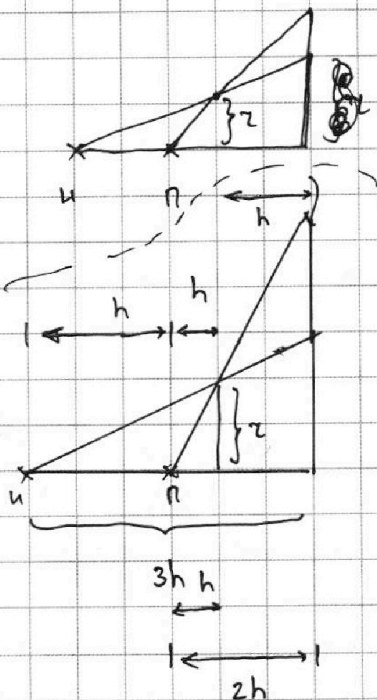
Рассмотрим Γ .

$$\frac{x_2}{2k} = \frac{z}{k}$$

$$x_2 = 2z$$

тогда $S_1 = \pi x_2^2 - \pi x_1^2$

$$S_1 = \pi (x_2^2 - x_1^2)$$





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
3 ИЗ 4

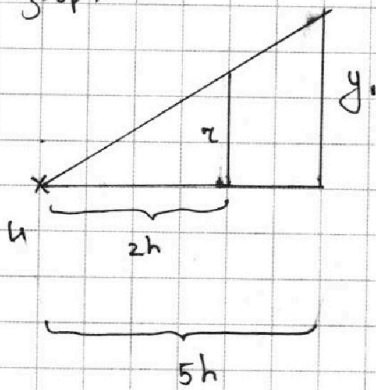
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$S_1 = \pi (x_2^2 - x_1^2) = \pi (4r^2 - \frac{9}{4}r^2) = \pi r^2 (4 - \frac{9}{4}) = \pi r^2 (\frac{16-9}{4})$$

$$S_1 = \pi r^2 \cdot \frac{7}{4} \quad \leftarrow \text{площадь косв. части для зеркала}$$

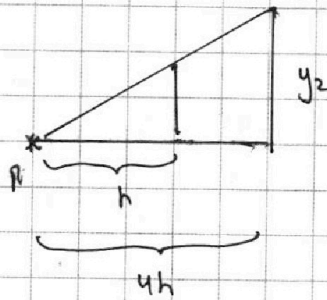
Теперь две стены: Найдем для ^{первой} ~~второй~~ орея

Изобр.



$$\frac{y_1}{5h} = \frac{r}{2h} \rightarrow y_1 = \frac{5}{2}r$$

Для предмета.

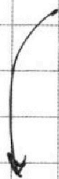


$$\frac{y_2}{4h} = \frac{r}{h} \rightarrow y_2 = 4r$$

$$S_2' = \pi (y_2^2 - y_1^2) = \pi (16r^2 - \frac{25}{4}r^2) = \pi r^2 (16 - \frac{25}{4})$$

$$S_2' = \pi r^2 \frac{64-25}{4} = \pi r^2 \frac{39}{4} \rightarrow S_2' = \pi r^2 \frac{39}{4} \quad \leftarrow \text{площадь одного орея стены.}$$

Найдем второй орей





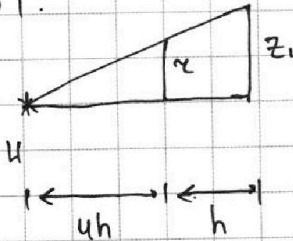
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

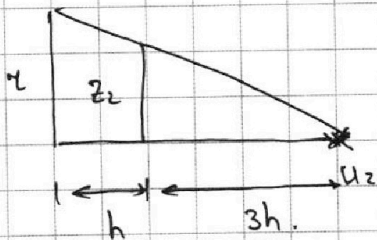
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

изобр 1:



$$\frac{z_1}{5K} = \frac{r}{4K} \rightarrow z_1 = r \frac{5}{4}$$

изобр 2:



$$\frac{z_2}{3K} = \frac{r}{4K} \rightarrow z_2 = \frac{3}{4}r$$

$$S_2'' = \pi (z_1^2 - z_2^2)$$

$$S_2'' = \pi \left(r^2 \frac{25}{16} - \frac{9}{16} r^2 \right)$$

$$S_2'' = \pi r^2 \frac{25-9}{16} = \pi r^2$$

$$S_2'' = \pi r^2$$

$$S_2 = S_2'' + S_2' \rightarrow S_2 = \pi r^2 + \pi r^2 \frac{39}{4} = \pi r^2 \left(1 + \frac{39}{4} \right)$$

$$S_2 = \pi r^2 \left(\frac{4+39}{4} \right) = \pi r^2 \frac{43}{4} \rightarrow S_2 = \frac{43}{4} \pi r^2$$

$$S_1 = \frac{7}{4} \pi r^2$$

$$S_2 = \frac{43}{4} \pi \cdot 4 \text{ cm}^2 = 43 \pi \text{ cm}^2$$

$$S_1 = \frac{7}{4} \pi \cdot 4 \text{ cm}^2 = 7 \pi \text{ cm}^2$$

$$S_2 = 43 \pi \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$S_1 = 7 \pi \text{ (cm}^2\text{)}$$

↙ ответ

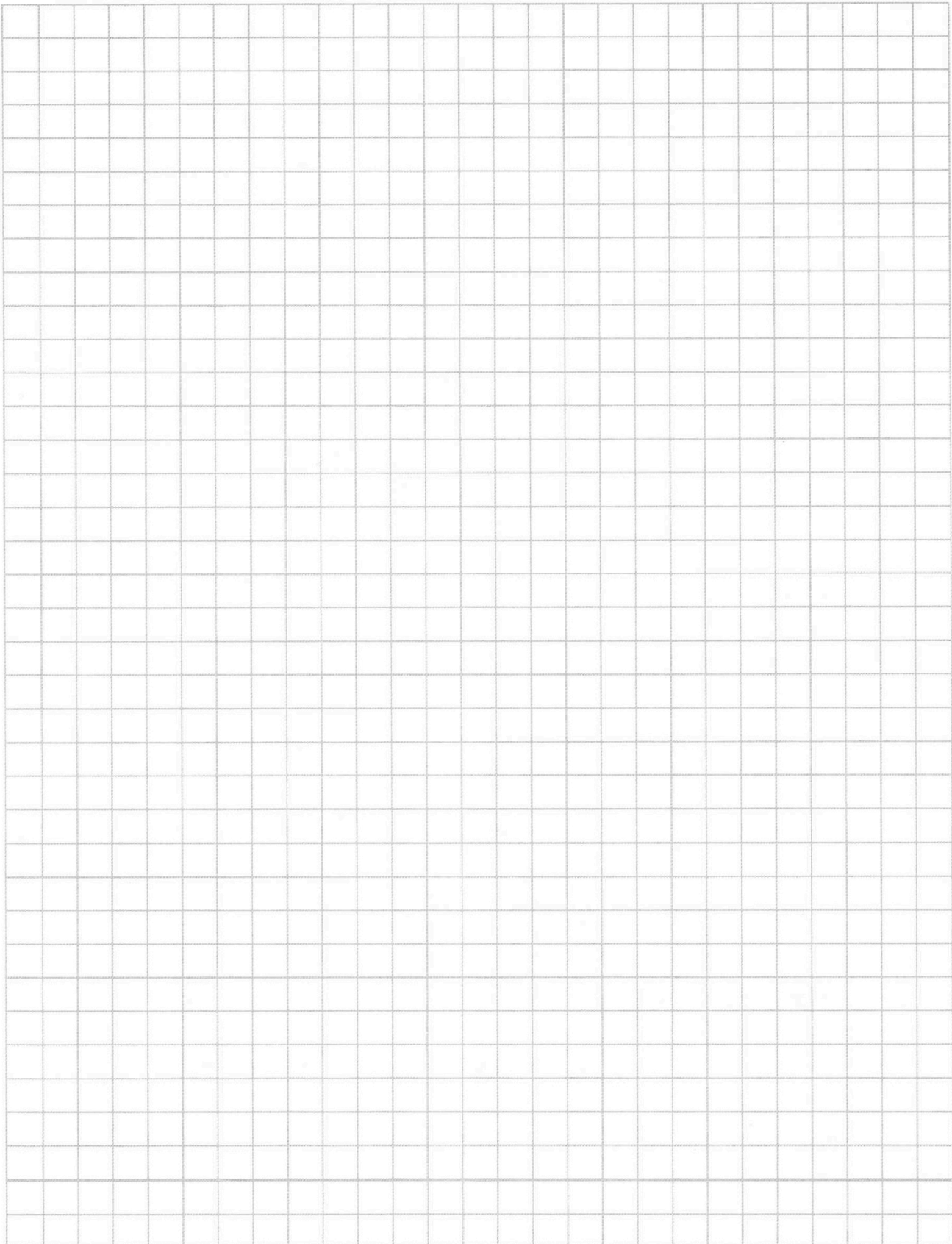


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!





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!

$$\alpha n_1 S = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\alpha n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha n_1 S}{9L + L} = \frac{\alpha n_1 S}{10L}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha n_1 S}{10L} \quad \swarrow \text{ответ}$$

Из уравнений выше:

$$\begin{aligned} -dB_{\text{вн}1} n_1 S + dB_{\text{вн}2} n_2 S &= (L_1 + L_2) dI \quad (\text{умножим на } dt) \\ -n_1 S \int_{B_0}^{2B_0/3} dB_{\text{вн}1} + n_2 S \int_{B_0/3}^{B_0/2} dB_{\text{вн}2} &= (L_1 + L_2) \int_0^I dI \end{aligned}$$

$$-n_1 S \left(\frac{2B_0}{3} - B_0 \right) + n_2 S \left(\frac{B_0}{2} - \frac{B_0}{3} \right) = (L_1 + L_2) I$$

$$n_1 S \frac{B_0}{3} - n_2 S \frac{B_0}{4} = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{B_0 S \left(\frac{n_1}{3} - \frac{n_2}{4} \right)}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S (4n_1 - 3n_2)}{12(L_1 + L_2)}$$

$$I = \frac{B_0 S (4n_1 - 3n_2)}{120L} \quad \swarrow \text{ответ}$$

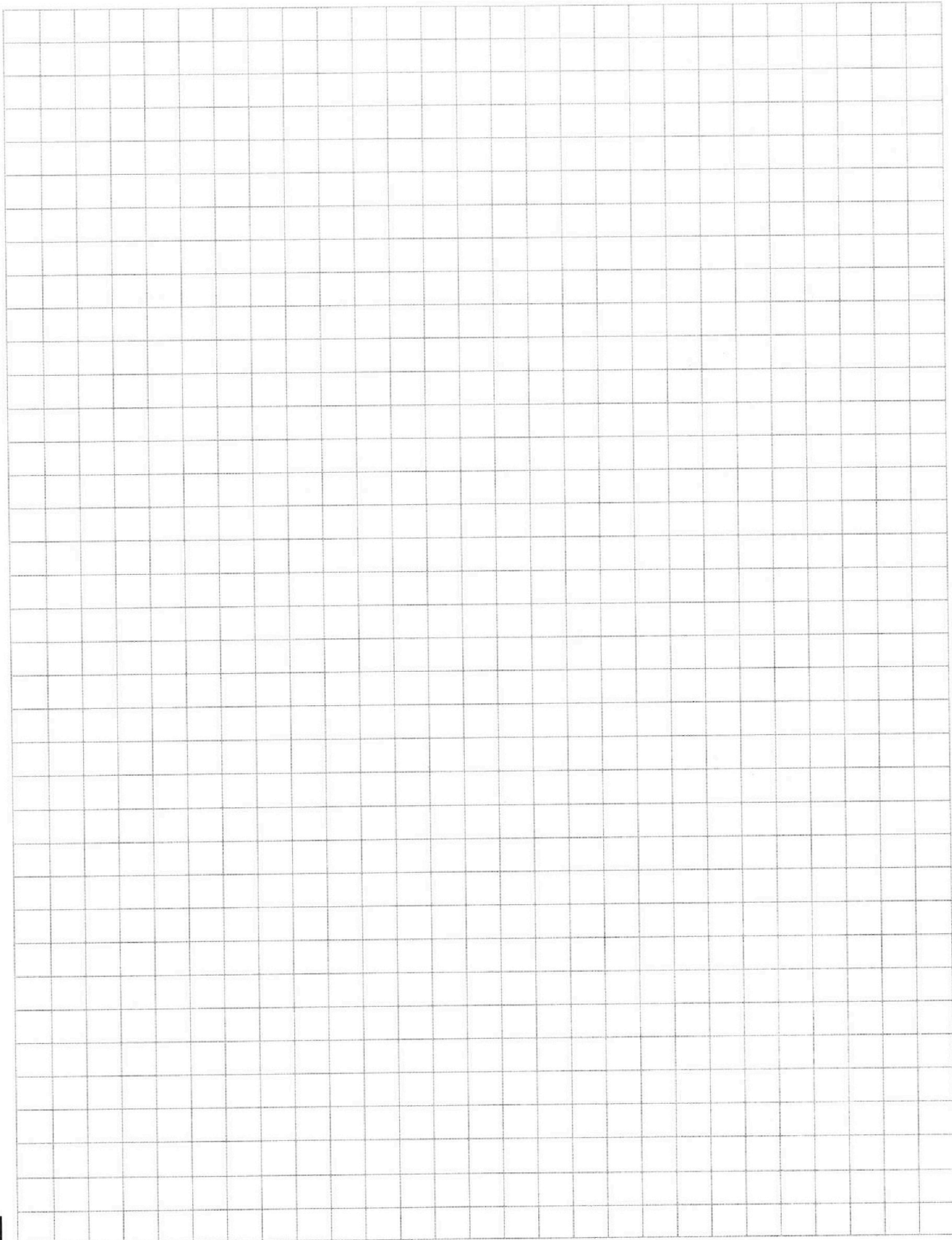


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!





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!

Черновик:

$\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 7 = \frac{21}{2}$; $\frac{21}{2} - \frac{17}{2} = 3\rho_0 v_0$
 $L = \frac{\Phi}{I} \rightarrow L1 = \Phi$

$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{2}{2} \cdot 3 \cdot 2 = 9\rho_0 v_0$
 $(8\rho_0 - \frac{\rho_0}{v_0} v) \frac{v}{cR} + 8\rho_0 v - \frac{\rho_0}{v_0} v^2 \rightarrow 8\rho_0 - \frac{2\rho_0}{v_0} v = 0$

Выход $S + LJ$
 $\Phi_{внеш} = LJ$
 $4\rho_0 = \frac{16}{12} = \frac{4 \cdot 4}{4 \cdot 3} = \frac{4}{3}$
 $\Phi = LJ$
 $L = \frac{\Phi}{I} \rightarrow \Phi = LJ$
 $\Phi = LJ$
 $Q_{ст} = AS_1 + \Delta U_{с1}$
 $Q_{ст} = \frac{2}{2} \cdot 3 v_0 \cdot 2\rho_0 = 9 v_0 \rho_0$

$\frac{2}{3} - 1 = \frac{27}{9} = \frac{15\rho_0 v_0}{3}$
 $\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} = B_0 \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{3} \right)$
 $E_0 = \frac{E_0}{4} = -\frac{B_0 \delta}{8 \cdot 4} = -\frac{B_0 \delta}{4}$
 $F_k = E_0 \cdot q = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
 $X = \frac{8R}{9}$
 $2r = \frac{R}{3}$
 $r = \frac{R}{6}$
 $\frac{1}{R} - \frac{1}{X}$
 $\frac{1}{R} - \frac{1}{\frac{8R}{9}} = \frac{1}{R} - \frac{9}{8R} = \frac{8-9}{8R} = -\frac{1}{8R}$

$\frac{1}{R} - \frac{1}{X} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{1}{R} - \frac{1}{\frac{8R}{9}} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{1}{R} - \frac{9}{8R} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{8-9}{8R} = -\frac{1}{8R}$
 $-\frac{1}{8R} = -\frac{1}{8R}$

$\frac{1}{R} - \frac{1}{X} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{1}{R} - \frac{1}{\frac{8R}{9}} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{1}{R} - \frac{9}{8R} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{8-9}{8R} = -\frac{1}{8R}$
 $-\frac{1}{8R} = -\frac{1}{8R}$

$\frac{1}{R} - \frac{1}{X} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{1}{R} - \frac{1}{\frac{8R}{9}} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{1}{R} - \frac{9}{8R} = -\frac{1}{8R}$
 $\frac{8-9}{8R} = -\frac{1}{8R}$
 $-\frac{1}{8R} = -\frac{1}{8R}$

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!

Черновик:

$$\frac{1}{5} - \frac{7}{17} = \frac{17 \cdot 3 - 7 \cdot 5}{5 \cdot 17} = \frac{21}{85}$$

$$\frac{17}{51} \cdot \frac{7}{35} = \frac{17}{51} \cdot \frac{1}{5} = \frac{17}{255}$$

$$\frac{17}{85} \cdot \frac{3}{16} = \frac{17 \cdot 3}{85 \cdot 16} = \frac{3}{80}$$

$$= \frac{51 - 35}{85} = \frac{16}{85}$$

$$\frac{25 - 17}{17 \cdot 25} = \frac{8}{425}$$

$$\frac{36}{27} = \frac{4}{3}$$

$$8 \cdot 40 = 320$$

$$\frac{25}{17} \cdot \frac{3}{8} = \frac{75}{136}$$

$$\frac{17}{85} \cdot \frac{3}{16} = \frac{17 \cdot 3}{85 \cdot 16} = \frac{3}{80}$$

(11,5)

19,5

$$\begin{array}{r} 425 \overline{) 5} \\ \underline{40} \\ 25 \\ \underline{21} \\ 4 \end{array}$$

$$P_{12} = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

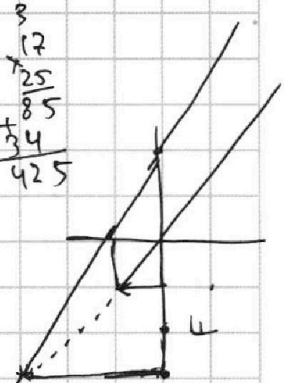
$$P_{12} = 8P_0 - \frac{4P_0}{4V} V$$

$$\frac{2+3}{2} \cdot 3 = \frac{15}{2}$$

$$\frac{3}{2} \cdot 5 \cdot 2 = 15$$

$$\frac{17}{85} \cdot \frac{3}{16} = \frac{17 \cdot 3}{85 \cdot 16} = \frac{3}{80}$$

$$\frac{34}{425}$$



$$12 + 4,5 = 16,5$$

$$\frac{40}{425} = \frac{8 \cdot 5}{425} = \frac{8}{85}$$

$$\frac{2+5}{2} \cdot 3 = \frac{7}{2} \cdot 3 = \frac{21}{2}$$

$$\frac{75}{17} \cdot \frac{3}{16} = \frac{225}{272}$$

$$\frac{425 \overline{) 5}}{\underline{40} } \frac{25}{\underline{21}} 4$$

$$\frac{4,5}{12}$$

$$P_{23} = 4P_0 - \frac{4P_0}{4V} V = 4P_0 - \frac{4P_0}{12V_0} V$$

$$\frac{320}{425} = \frac{40 \cdot 8}{425} = \frac{8}{85} \cdot 8 = \frac{64}{85}$$

$$\frac{17 - 15,5}{17,5}$$

$$\frac{21}{85} \cdot \frac{16}{64} = \frac{21}{85} \cdot \frac{1}{4} = \frac{21}{340}$$

$$\frac{64}{85} \cdot \frac{1}{2} = \frac{32}{85}$$

$$\frac{64}{85} \cdot \frac{1}{2} = \frac{32}{85}$$

$$4P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V$$

$$-\frac{24}{9} = -\frac{8}{3}$$

$$\frac{75}{17} \cdot \frac{3}{16} = \frac{225}{272}$$

$$\frac{1}{5} - \frac{15}{17} = \frac{17 - 15,5}{17,5} = \frac{17 - 75}{85} = -\frac{58}{85}$$

$$8P_0 - \frac{P_0}{V_0} 6V_0 = 2P_0$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 64 \\ \hline 192 \\ + 512 \\ \hline 320 \\ + 320 \\ \hline 640 \end{array}$$

$$\frac{2}{75} \cdot \frac{17}{85} = \frac{34}{6375}$$

$$\frac{2+3}{2} \cdot 3 = \frac{15}{2}$$

$$10,5 - 7,5 = 3$$

$$\frac{2+5}{2} \cdot 3 = \frac{21}{2}$$

(3P_0 V_0)

$$\frac{2+3}{2} \cdot 3 = \frac{15}{2}$$

$$4P_0 - \frac{P_0}{3V_0} 4V_0 = 2P_0$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 16 \\ \hline 32 \\ + 4 \\ \hline 36 \end{array}$$