



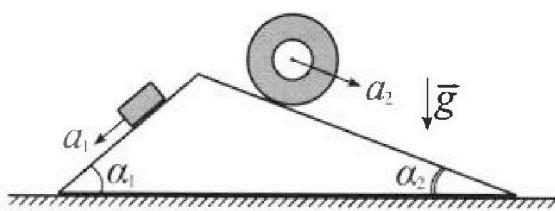
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



## Вариант 11-01

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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$  и  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$ . Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

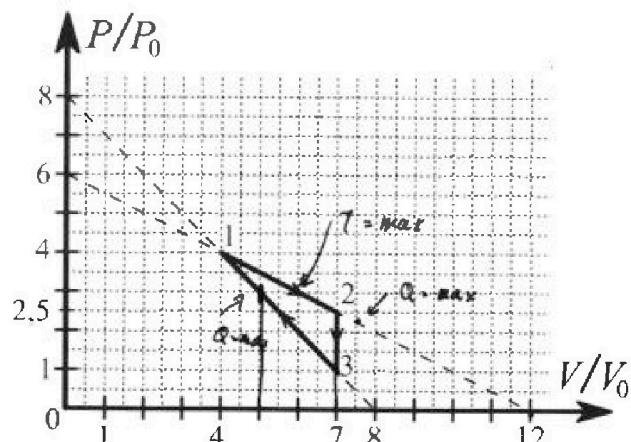


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

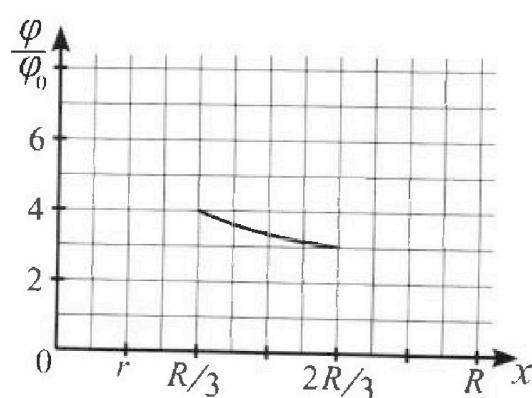
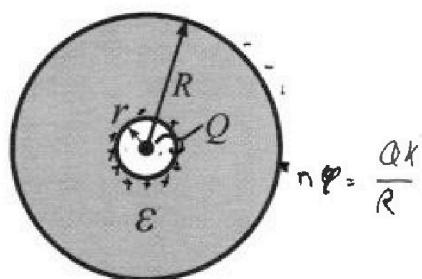
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



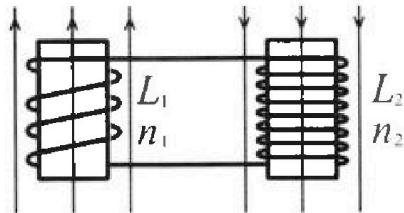
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



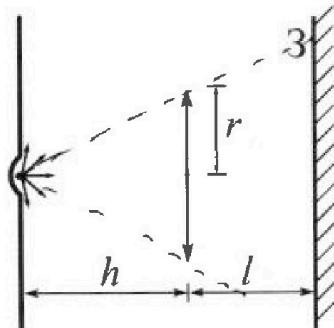
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha$  ( $\alpha > 0$ ), а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках 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  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало 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  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



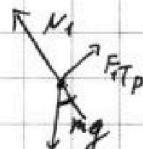
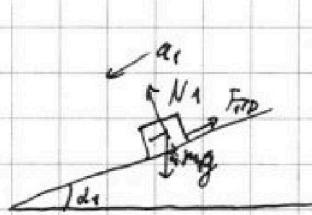
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

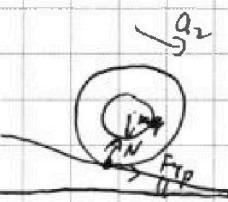


$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

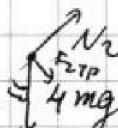
$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{1TP};$$

$$F_{1TP} = \frac{3}{5} mg - \frac{5}{73} mg = \frac{39.25}{65} mg = \boxed{\frac{14}{65} mg}$$

2)



Поскольку цилиндр не проскальзывает, можно оторвать цилиндр, следовательно, сила трения может быть направлена в любую сторону.



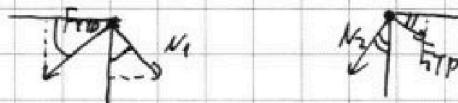
$$N_2 = \cos \alpha_2 \cdot 4mg = \frac{48}{73} mg$$

$$F_{2TP} + 4mg \sin \alpha_2 = 4m \alpha_2$$

$$F_{2TP} = 4 \cdot m \cdot \frac{5}{24} g - 4 \cdot mg \cdot \frac{5}{73} = mg \frac{5^{(13)}}{6} - mg \frac{20^{(16)}}{73} = \\ = mg \frac{65 - 120}{78} = - \boxed{\frac{55}{78} mg}; \text{ следовательно,}$$

на самом деле  $F_{2TP}$  направлена вверх (к вершине кривой)

3)



Как показалось, у нас есть,

$$F_{TPK} = F_{1TP} \cdot \frac{\cos \alpha_1}{\sin \alpha_1} - N_1 \cdot \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_{2TP}$$

$$F_{TPK} = \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg + \frac{48}{73} \cdot \frac{5}{73} mg - \frac{12}{13} \cdot \frac{55}{73} mg =$$

$$= mg \left( \frac{56}{73 \cdot 25} - \frac{12^{(13)}}{25} + \frac{240}{73^2} - \frac{660}{73^2 \cdot 6} \right) = mg \left( \frac{56 - 156}{73 \cdot 25} + \frac{1440 - 660}{73^2 \cdot 6} \right) =$$



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.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" 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!

$$= mg \left( -\frac{100}{13.25} + \frac{180}{13.6} \right) = mg \left( -\frac{4}{13} + \frac{10}{13} \right) = \boxed{\frac{6}{13} mg}$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{65} kg$ ; 2)  $\frac{55}{28} mg$ ; 3)  $\frac{6}{13} mg$



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

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

$$1) \Delta U_{123} = \frac{3}{2} \Delta(PV) = \frac{3}{2} V \Delta P = \frac{3}{2} \cdot 2V_0 \cdot (-1,5) P_0$$

$$A = S_{123} = \frac{1}{2} \cdot 1,5 P_0 \cdot 3 V_0 = 2,25 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{123}}{A} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 2V_0 \cdot 1,5 P_0}{\frac{1}{2} \cdot 1,5 P_0 \cdot 3 V_0} = \boxed{7}$$

$$2) \text{Пусть задана функция } P(V) = \lambda(V_0 - V), \text{ где } \lambda > 0, V_0 > 0.$$

Это прямая с отрицательным наклоном, проходящая через

$(V_0, 0)$ . Тогда  $T(V) = \frac{PV}{VR} = \frac{\lambda(VV_0 - V^2)}{VR}$  - передана с винтами винт,

и вершина  $= V^* = \frac{V_0}{2}$ ; тогда для прямой вида

$$P(V) = \lambda(V_0 - V) \text{ точка максимальной температуры} - \frac{V_0}{2}.$$

$$\text{Кривая 1-2 имеет вид } \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \left( 12 - \frac{V}{V_0} \right), \text{ тогда}$$

$$P = \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot (12V_0 - V), \text{ тогда максимум температуры} - V = 6V_0, \\ \text{макс}(6, 3)$$

$$T_{40x} = \frac{6V_0 \cdot 3P_0}{VR_4}; \quad T_1 = \frac{4V_0 \cdot 4P_0}{VR};$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{6 \cdot 3}{4 \cdot 4} = \frac{18}{16} = \boxed{\frac{9}{8}}$$

$$3) \text{Пусть задана функция } P(V) = \lambda(V_0 - V) \text{ (точка же, как в (2))}$$

Рассмотрим выражение  $P \cdot V^{\frac{5}{3}}$ .

$PV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$   
Уравнение адиабата (для 1-атомных газов), следовательно,

если  $(PV^{\frac{5}{3}})$  возрастает, то газ получает тепло откуда,

если убывает - то отдаёт.

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!

$$PV^{\frac{5}{3}} = \lambda (V_0 \cdot V^{\frac{5}{3}} - V^{\frac{1}{3}}),$$

$$(PV^{\frac{5}{3}})'_V = \lambda (V_0 \cdot \frac{5}{3}V^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{3}V^{-\frac{2}{3}});$$

Сравним производную с 0.

$$\lambda (V_0 \cdot \frac{5}{3}V^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{3}V^{-\frac{2}{3}}) \geq 0; \quad \lambda > 0, \quad V^{\frac{2}{3}} \geq 0; \text{ тогда}$$

$$(5V_0 - 8V) V^0$$

$$(\frac{5}{8}V_0 - V) V^0;$$

Если  $V < \frac{5}{8}V_0$ , то производная  $> 0 \Rightarrow PV^{\frac{5}{3}}$  возрастает при  $V^0 \Rightarrow$  получаем перво

$$V = \frac{5}{8}V_0 - \text{максимальное касание}$$

$$V > \frac{5}{8}V_0 \Rightarrow \text{затрачено только } (если V^0)$$

При этом выражение 1-2 максимума  $\frac{5}{8} \cdot 12 = 7,5$ , что находится

за максимум 2  $\Rightarrow$  затрачено вдвое меньше

В процессе 3-1 м. касания  $\frac{5}{8} \cdot 8 = 5$ , процесс идет при убывании  $V \rightarrow$

затрачено меньше при  $V$  от  $\frac{5}{8}V_0$  до  $5V_0$ .

Процесс 2-3 - циклический, затрачивается.

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (2 \cdot 2,5 - 4 \cdot 4) P_0 V_0 + 3V_0 \cdot \frac{P_0 (4+7,5)}{2} = \frac{3P_0 V_0}{4} \cdot (35 - 32 + 8 + 5) = \frac{3}{4} P_0 V_0 \cdot 16 = 12 P_0 V_0$$

$$Q_{31}^+ = \frac{3}{2} (5 \cdot 3 - 7) P_0 V_0 - 2V_0 \cdot \frac{P_0 (7+3)}{2} = \frac{V_0 P_0}{2} (45 - 21 - 8) = \frac{V_0 P_0}{2} \cdot 16 = 8 V_0 P_0$$

$$Q^+ = 20 V_0 P_0; \quad A = 2,25 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{9}{20} = \boxed{\frac{9}{80}}$$

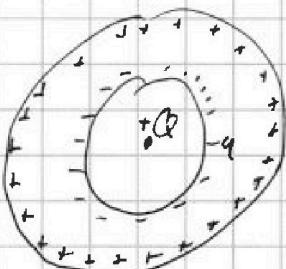
Ответ: 1) 1; 2)  $\frac{9}{8}$ ; 3)  $\frac{9}{80}$



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



Рассмотрим электрические поля.

1) Построение решения для внутренней области, величины зарядов также изменяются

Внутри полости на расстоянии  $x$  от центра ( $x < r$ )

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

Внутри шара на расстоянии  $x$  ( $r < x < R$ )

$$E = \frac{k(Q-q)}{x^2}; \quad \text{с другой стороны, т.к. шар имеет фикс. потр. } E,$$

$$E = \frac{kQ}{Ex^2} \Rightarrow \frac{Q}{E} = Q-q \Rightarrow q = Q(1 - \frac{1}{\epsilon}).$$

$$\text{Снаружи шара } (x > R) \quad E = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\text{Потенциал сферы } \varphi = \begin{cases} \frac{kQ}{x}, & \text{если } x \geq R \\ \frac{kQ}{R}, & \text{если } x \leq R \end{cases}, \quad \text{где } Q \text{-заряд сферы, } R \text{-радиус.}$$

Тогда  $\frac{\partial \varphi}{\partial x}$  общий потенциал системы равен:

$$\varphi = \frac{kQ}{x}, \quad \text{если } x \geq R$$

$$\varphi = \frac{kq}{R} + \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x}, \quad \text{если } r \leq x < R; \quad \varphi = \frac{kQ(1 - \frac{1}{\epsilon})}{R} + \frac{kQ}{Ex} = kQ(\frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{R} + \frac{1}{Ex})$$

$$\varphi = \frac{kq}{R} + \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{r}, \quad \text{если } x < r. \quad \varphi = kQ(\frac{1}{x} + (\frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{R})(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}))$$

$$\text{Н.о., если } r \leq \frac{R}{4}, \text{ то } \varphi = kQ\left(\frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{R} + \frac{4}{ER}\right) = kQ\left(\frac{5\epsilon - 1}{ER}\right),$$

$$\text{шаре } \varphi = kQ\left(\frac{4}{R} + (1 - \frac{1}{\epsilon})(\frac{1}{R} - \frac{1}{r})\right)$$



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.

- |                          |                          |   |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3 | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | X | <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) Из чертежа мы видим, что  $\frac{R}{3} > r$ , тогда

$$q_1 = kQ \left( \frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{R} + \frac{3}{ER} \right)$$

$$q_2 = kQ \left( \frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{R} + \frac{3}{2ER} \right)$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{4}{3} = \frac{\frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{R} + \frac{3}{E}}{\frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{R} + \frac{3}{2E}} = \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{\epsilon}{2}}$$

$$4 + 2/\epsilon = 3 + 6/\epsilon; \quad 4 + \frac{2}{\epsilon} = 3 + \frac{6}{\epsilon}$$

$$\epsilon = \frac{4}{2}; \quad \boxed{\epsilon = 4}$$



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 1

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

Дано контур проходящий из катушек и проводов с токами маленькие сопротивлениями.

Введём положительное направление обхода и согласно ему  
направлены суммарный поток  $\Phi$ .

Пусть за время  $dt \rightarrow 0$  поток катушек изменился на

$d\Phi_1, d\Phi_2, d\Phi_3, \dots, d\Phi_n$ . Суммарный поток  $\sum d\Phi_i$

$d\Phi_1 + d\Phi_2 + \dots + d\Phi_n$ ; изменился на  $dt$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} + \dots + \frac{d\Phi_n}{dt} = -u_1 - u_2 - u_3 - \dots - u_n = 0, \text{ т.к. контур замкнут.}$$

Тогда  $d\Phi_1 + d\Phi_2 + \dots + d\Phi_n = 0$ , значит суммарный  $\Phi$ -постоянен.

$$\Phi_0 = B_1 S_1 + B_2 S_2 = B_1 nS + 2B_2 nS$$

$$\Phi_1 = (B_1 + \Delta B) S_1 + B_2 S_2 = B_1 nS + \Delta B nS + 2B_2 nS + IL + 4IL = \\ = \Phi_0 + \Delta B nS + 15 \cdot L = \Phi_0; |\Delta B| = \frac{\Delta B nS}{5L};$$

$$\frac{|\Delta B|}{dt} = \frac{\Delta B}{dt} \cdot \frac{nS}{5L} = \boxed{\frac{2nS}{5L}}$$

$$\Phi_2 = B_1 nS + 2B_2 nS = B_0 nS + 4B_0 nS = 5B_0 nS$$

$$\Phi_2 = \frac{1}{2} B_0 nS + \frac{4}{3} B_0 nS + IL_1 + IL_2 = \frac{11}{6} B_0 nS + 5IL = \Phi_0$$

$$5IL = \frac{30 - 11}{6} B_0 nS = \frac{19}{6} B_0 nS$$

$$I = \boxed{\frac{19}{30} \cdot \frac{B_0 nS}{L}}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{2nS}{5L}; 2) \frac{19}{30} \frac{B_0 nS}{L}$$

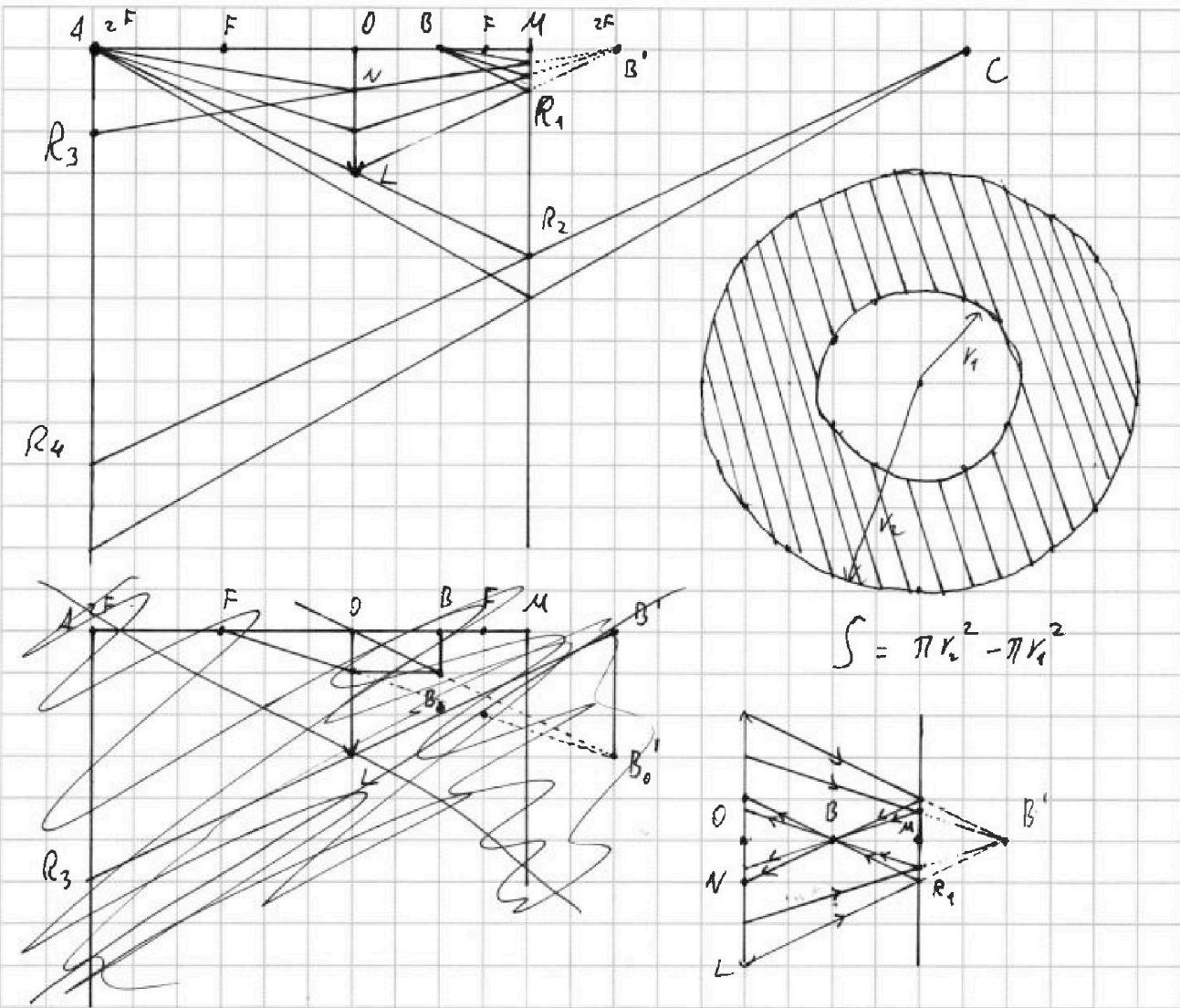


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$S = \pi r_2^2 - \pi r_1^2$$

Пусть  $x = \frac{1}{6}h$ . Тогда  $h=6x$ ,  $F=3x$ ,  $\ell=4x$  (на рисунке 1 клемка по горизонтали равна  $x$ ).

Построим изображение источника A в зеркале. П.к. он находится в двойном зеркале, изображение также окажется в двойном зеркале — точка B' да зеркало. К точке B' пойдут только те лучи, которые прошли через зеркало, когда они попадут в кирпичную стену и разделят ее.

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  
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!

Δ B'MR<sub>1</sub> ~ Δ B'OL, т.к. ~~биссектрисы попарно перпендикульны, надо позже~~

$$\frac{B'M}{B'O} = \frac{MR_1}{OL};$$

$$MR_1 = \frac{B'M}{B'O} \cdot OL = \frac{2F - e}{2F} \cdot r = \frac{2x}{6r} r = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$$

Лучи, проходящие мимо линзы, попадут в кружок MR<sub>2</sub>.

$$\Delta ALO \sim \Delta AR_2M, \text{ тогда } \frac{AO}{AM} = \frac{OL}{MR_2}; MR_2 = OL \cdot \frac{AM}{AO}$$

$$MR_2 = r \cdot \frac{16x}{6x} = \frac{5}{3} r = 5 \text{ см.}$$

Позже несвещенная часть зеркала имеет следующий

$$S = \pi(Ml^2 - MR_1^2) = \pi(5^2 - 1^2) = [24\pi \text{ см}^2]$$

Лучи, которые ~~идут~~ идут от A и через линзу отражаются от зеркала и ~~столкнутся~~ пересекутся в точке B, после того они же попадут на линзу. ~~Точки~~ В ~~и~~ B' ~~расположены~~ находятся на зеркале,   
тогда B находится ровно посередине между линзой и зеркалом.

Позже лучи, отразившиеся от ~~окруженности~~ радиусом MR<sub>2</sub> суть   
попадут на линзу кружком такого же радиуса.

Бесконечно удаленной точкой линзы, чтобы найти изображение B, получим ~~наиболее~~ изображение:

$$\frac{1}{3x} = \frac{1}{2x} + \frac{1}{y}; y = -6x - это точка B'.$$



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

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!

После этих шагов погодут сюда так, как будто они виновны  
мокки  $B'$  и пролетят через круг  $ON$  направляясь к стене, оставив  
круг  $AR_3$ .

$$\triangle B'ON \sim \triangle B'AR_3, \text{ тогда } \frac{AR_3}{ON} = \frac{B'A}{B'O}$$

$$AR_3 = ON \cdot \frac{B'A}{B'O} = 1 \text{ см} \cdot 2 = 2 \text{ см}$$

Мушки, которых изображали на проекции этого места, отреагировали  
на зеркало и попадут на стену вне круга  $AR_4$ .

Отражение  $C$ - изображается в зеркале. Тогда

$$\triangle CAR_4 \sim \triangle CMR_2, \text{ тогда } \frac{AR_4}{MR_2} = \frac{CA}{CM}$$

$$AR_4 = MR_2 \cdot \frac{CA}{CM} = 5 \text{ см} \cdot 2 = 10 \text{ см}$$

Погоды несовмещенная часть стены имеет площадь

$$S = \pi(10^2 - 5^2) = \boxed{90\pi \text{ см}^2}$$

Ответ: 1)  $24\pi \text{ см}^2$ ;

2)  $90\pi \text{ см}^2$



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"/> 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!

Чиновик

$$P \cdot V^{\frac{5}{3}} = \text{const} -$$

$$P = \alpha(V_0 - V)$$

$$P \cdot V^{\frac{5}{3}} = \alpha(V_0 - V) \cdot V^{\frac{5}{3}} = (V_0 V^{\frac{5}{3}} - \alpha V^{\frac{8}{3}})$$

$$(V_0 V^{\frac{5}{3}} - \alpha V^{\frac{8}{3}})' = \frac{5}{3} V_0 V^{\frac{2}{3}} - \frac{8}{3} \alpha V^{\frac{5}{3}} = 0$$

$$5V_0 - 8\alpha V^{\frac{8}{3}} = 0$$

$$\boxed{V = \frac{5}{8} V_0} - \text{н. кв. уравнение}$$

73

12

26

13

136

149

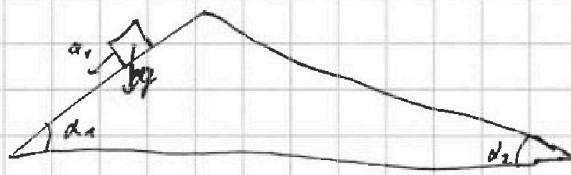
66

78

240

6

144



$$mg \cos \alpha = N$$

$$F_{T_p} = \mu N \cos \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha - F_{T_p}$$

$$F_{T_p} = mg \sin \alpha - ma = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{73} = g \left( \frac{39-25}{65} \right) = \boxed{mg \frac{14}{65}}$$



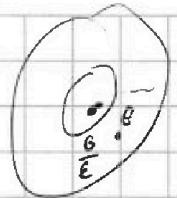
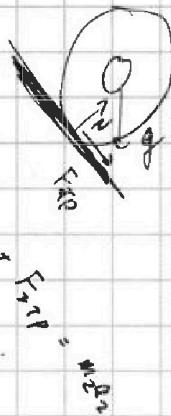
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

№  
5



$$E = \frac{kQ}{d^2} - \frac{kq}{d^2} = \frac{k}{d^2} \cdot (Q - q)$$

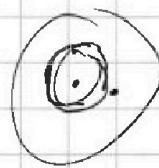
$$Q \rightarrow Q - q$$

$$Q \rightarrow \frac{Q}{\epsilon}$$

$$Q = \epsilon Q - \epsilon q$$

$$\epsilon q = \epsilon Q - Q$$

$$q = Q \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = Q \cdot \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$



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

$$\frac{\frac{kQ}{\frac{3}{2}\epsilon} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{\frac{kQ}{\frac{2}{3}\epsilon} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{4}{3}} = \frac{\frac{3}{\epsilon} + 1 - \frac{1}{\epsilon}}{\frac{3}{2}\epsilon + 1 - \frac{1}{\epsilon}} = \frac{\frac{2}{\epsilon} + 1}{\frac{1}{2\epsilon} + 1}$$

$$\frac{2}{\epsilon} + 1 = \frac{6}{\epsilon} + 3$$

$$\frac{4}{\epsilon} = 1 \Rightarrow \boxed{\epsilon = 4}$$

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!

$$A = 1,5 \frac{P_0}{V_0} V_0 + 3V_0 \cdot \frac{1}{2} = 2,25 P_0 V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \underbrace{\Delta (PV)}_{\text{черновик}} \quad \frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{5}{3}$$

$$A = 5 P_0 V_0$$

$$(24_{23}) = \frac{3}{2} \cdot \Delta (PV) = \frac{3}{2} \cdot V_0 P_0^2 - \frac{3}{2} \cdot 2V_0 \cdot 1,5 P_0$$

$$P V^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 1,5}{1,5 \cdot 5 \cdot \frac{1}{2}} = \boxed{1}$$

$$\Delta P \cdot V^{4/3} dV \quad V^{\frac{1}{3}} dP = 0$$

$$\Delta P dV + V dP = 0$$

$$P = 2 \cdot (V_0 V)$$

$$P = 2 \cdot (V_0 V), \quad (n-1) P dV + V dP + P dV = 0$$

$$P = \frac{1}{2} (V_0 V) \quad (n-1) \cdot A + \Delta U \cancel{\left( \frac{2}{3} \right)} = 0$$

$$\Delta P dT = 0$$

$$T = \frac{d}{dR} \cdot V (V_0 - V) = \frac{d}{dR} \cdot (-V^2 + VV_0); \quad V^* = \frac{V_0}{2} =$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} (V_0 - V) \quad | \cdot P_0 V_0$$

$$P V^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$P = \left[ \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \right] \cdot (V_0 - V)$$

$$(n-1) A + V dP dT = 0$$

$$(n-1) A \neq \frac{2}{7} \cdot 0.4 = 0$$

$$A = \frac{2}{7} \cdot 0.4$$

$$Q = \Delta U \cdot \left( 1 - \frac{2}{n(n-1)} \right)$$

$$dt \Delta C = \frac{1}{2} V dP dT \left( 1 - \frac{2}{n(n-1)} \right)$$

$$C = R \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{n(n-1)} \right)$$

$$n = \frac{2R + R_i - 2C}{R_i - 2C} = \frac{2\left(1 + \frac{1}{2}\right) - 2}{R_i - 2C}$$

$$\Delta U = 1$$

$$\frac{R}{n-1} = \frac{R_i}{2} - C$$

$$\frac{n-1}{R} = \frac{2}{R_i - 2C} \quad n-1 = \frac{2R}{R_i - 2C}$$

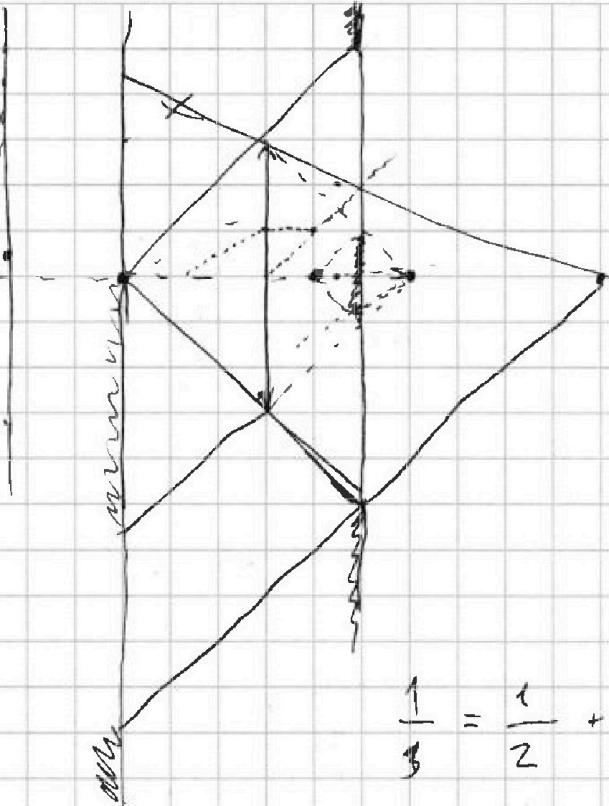


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

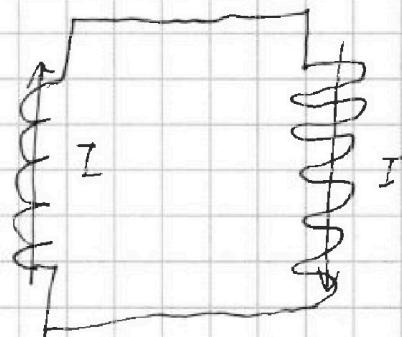
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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



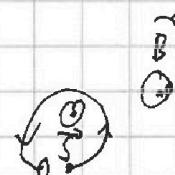
(чертёжник)



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

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{3} - \frac{1}{2} = -\frac{1}{6}$$

$$x = -6$$



$$\Phi = IL$$

$$\Phi_0 = S_1 \cdot B_1 + S_2 \cdot B_2$$

$$\Phi_1 = S_1 \cdot B_1 + S_1 \cdot \Delta B + S_2 \cdot B_2 + \Delta I L_1 + \Delta I L_2 = S_1 B_1 + S_2 B_2$$

$$S_1 \cdot \Delta B = \Delta I (L_1 + L_2)$$

$$\Delta I = \frac{S_1}{L_1 + L_2} \cdot \Delta B$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{S_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{S_1}{L_1 + L_2} \cdot \alpha$$