



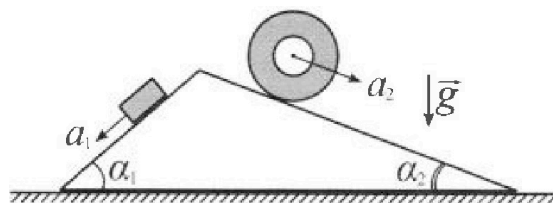
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



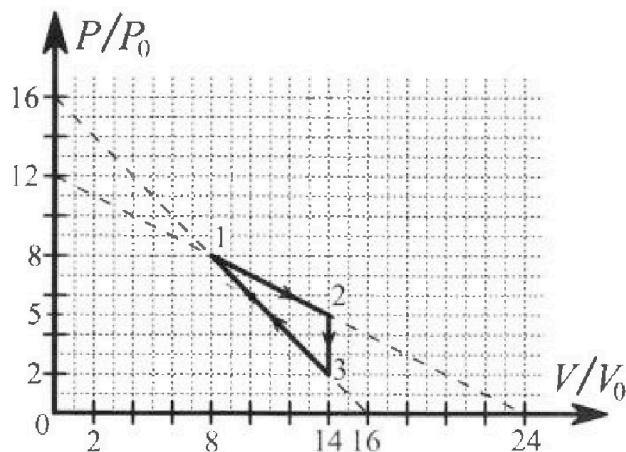
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_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 выразишь 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.

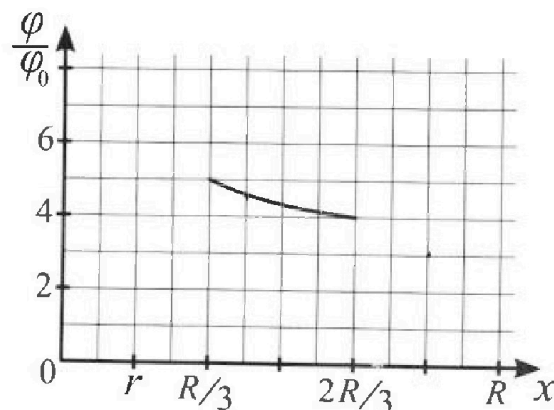
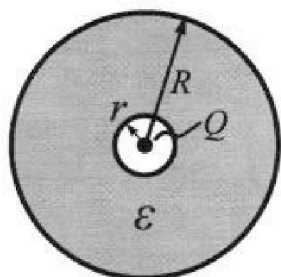


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .

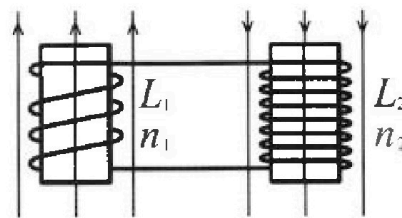


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

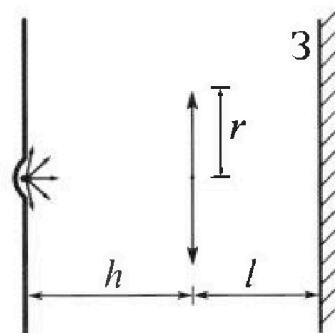
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 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 $F = h/3$. 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 3. 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 $[\text{см}^2]$ 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.



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!

Введи ось Ox_3 горизонтально вправо. Кинематика $\Rightarrow$
 $\Rightarrow a_{Kx} = 0.$

т.о. для г.м. для кинем. на Ox_3 :

$$N_1 \sin \alpha_1 + F_{p2} \cos \alpha_2 - F_{p1} \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{p3x} = M \cdot 0.$$

$$F_{p3x} = N_2 \sin \alpha_2 + F_{p1} \cos \alpha_1 - F_{p2} \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1$$

$$F_{p3x} = \frac{24}{13} \text{ мн. } \frac{5}{13} + \frac{9}{65} \text{ мн. } \frac{4}{5} - \frac{7}{26} \text{ мн. } \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \text{ мн. } \frac{3}{5} = \frac{6}{65} \text{ мн.}$$

$\rightarrow$
Направлено вправо.

Итого: 1) $F_{p1} = \frac{9}{65} \text{ мн.}$

2) $F_{p2} = \frac{7}{26} \text{ мн.}$

3) $F_{p3} = \frac{6}{65} \text{ мн.}$



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!

№1.

1) Кин. констант, значит действие всех сил скомпенсировано. $\vec{a}_k = \vec{0}$ — центр. кинем. $\Rightarrow$ кинем. УС.

2) Влеком от OX , но направленно вверх — спуска вниз.

Взяв ~~УС~~ для блока: x_1 : $mg \sin \alpha_1 - F_{pr1} = ma_1$,
 от OY_1 перпендикулярно OX : $N_1 = mg \cos \alpha_1 = 0$ — т.к. по этой ос. блок не движется.

аналогично ~~УС~~ для цилиндра: $F_{pr2} = mg \sin \alpha_1 - ma_1$

$$F_{pr2} = \frac{3}{5}mg - m \frac{6}{13}g = \frac{9}{65}mg, \quad N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}mg.$$

3) Рассмотрим движение нового цилиндра. На него тоже действует сила тяжести $2mg$, сила трения, направленная против возможного проскальзывания цилиндра вниз по наклонной поверхности (т.е. F_{pr2} направлена вверх по наклонной плоскости, если возникнет отрицательное значение F_{pr2} , то предположиме направление наоборот), сила реакции опоры N_2 . Направим ось Ox_2 вниз по правому склону, а Oy_2 перпендикулярно склону вверх.



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!

Затем θ о влиянии y и z на θ .

$$\text{ок}_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_{\tau 2} = 2ma_2.$$

$$\text{ок}_2: \text{здесь } N_2 - 2mg \cos \alpha_2 = 0 \leftarrow \text{т.к. в перпенд. ккл. плоскости ускор. отсутствует}$$

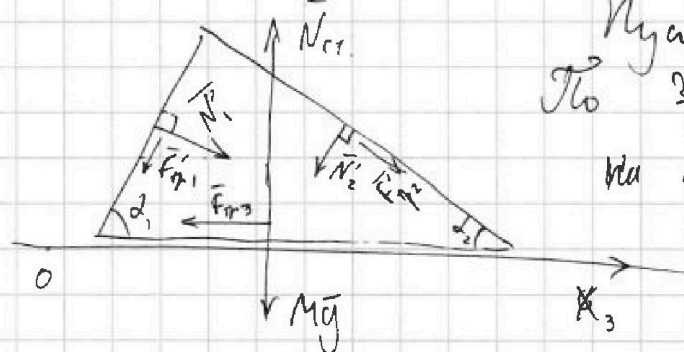
$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

Здесь α_2 — угол наклона и $\cos \alpha_2 = \frac{13}{15}$.

$$F_{\tau 2} = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2$$

$$F_{\tau 2} = 2mg \cdot \frac{5}{13} - 2m \cdot \frac{g}{4} = \frac{10}{13} mg - \frac{1}{2} mg = \frac{7}{26} mg.$$

4) Рассмотрим только клин:



Пусть масса клина M . По 3-му закону Ньютона на клин со стороны друга и цилиндра действуют силы, по модулю

равные $F_{\tau 1}$ и N_1 — со стороны друга — и $F_{\tau 2}$ и N_2 — со стороны

цилиндра; $\vec{N}_1' = -\vec{N}_1$, $\vec{N}_2' = -\vec{N}_2$, $\vec{F}_{\tau 2}' = -\vec{F}_{\tau 2}$,

$\vec{F}_{\tau 1}' = -\vec{F}_{\tau 1}$, $|\vec{N}_1'| = |\vec{N}_1|$, $|\vec{N}_2'| = |\vec{N}_2|$, $|\vec{F}_{\tau 2}'| = |\vec{F}_{\tau 2}|$,

$|\vec{F}_{\tau 1}'| = |\vec{F}_{\tau 1}|$. Также на клин действует Mg ,

а также реакции со стороны стола: $\vec{N}_{\text{ст}}$ и $\vec{F}_{\tau 3}$ со

стороны стола. Направим ее вверх (предположим направление)



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 5

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

$Q(V)$ для

процессов 1-2

~~и 3-1:~~

~~1-2: $pV = \nu RT \Rightarrow -\frac{1}{2} \left(\frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0 \right) V = \nu RT$~~

~~①: $64 p_0 V_0 = \nu RT_1$. $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T - T_1) =$~~

~~$= \frac{3}{2} \left(-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 12 p_0 V \right) - \frac{3}{2} \cdot 64 p_0 V_0 =$~~

~~$= -\frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 18 p_0 V - 96 p_0 V_0 = U_{12}(V).$~~

~~$A_{12}(V) = \frac{p + 8 p_0}{2} \cdot V = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0 \right) V + 4 p_0 V =$~~

~~+ мин. тран. $= -\frac{1}{4} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 6 p_0 V + 4 p_0 V.$~~

~~$Q_{12}(V) = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 24 p_0 V - 92 p_0 V_0.$~~

~~Найдём $V_{\text{экстр.}}$. Д. $Q_{12}(V_{\text{экстр.}})$ найдём.~~

~~$V_{\text{экстр.}} = \frac{-24 p_0}{-2 \frac{p_0}{V_0}} = 12 V_0 \Rightarrow Q_{\text{экстр.}} = Q(V_{\text{экстр.}}) =$~~

~~$= -144 p_0 V_0 + 288 p_0 V_0 - 92 p_0 V_0 = 52 p_0 V_0.$~~

Для 3-1:

$\zeta - \frac{5}{3} \frac{p_0}{V_0} = -\frac{p_0}{V_0}$

$\Rightarrow p_0 = \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0} V_0$

$p_0 = -\frac{p_0}{V_0} V_0 + 16 p_0$

$\frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0} V_0 = -\frac{p_0}{V_0} V_0 + 16 p_0$

$\frac{8}{5} \frac{p_0}{V_0} V_0 = 16 p_0 \Rightarrow V_0 = 10 V_0$

Точка с минимальным

3

т.е. минимальное



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
5 из 5

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 языке C++ 3-с

$$\text{Найдём } Q_n = Q_{12} + Q_{c1}$$

$$Q_{12} = \text{прозрачная пластина} \quad \frac{13}{2} p_0 \cdot 6V_0 + \frac{3}{2} (70p_0 V_0 - 64p_0 V_0) =$$
$$= 39p_0 V_0 + 9p_0 V_0 = 48p_0 V_0.$$

~~$$Q_{c1} = A_{c1} + \Delta U_{c1} = - \frac{6p_0 + 6p_0}{2} \cdot 2V_0 + \frac{3}{2} (64p_0 V_0 - 60p_0 V_0) =$$
$$= -14p_0 V_0 + 6p_0 V_0$$~~

$$Q_{3c} = A_{3c} + \Delta U_{3c} = 2p_0 V_0 - 16p_0 V_0 + \frac{3}{2} (60p_0 V_0 - 28p_0 V_0) =$$
$$= 32p_0 V_0.$$

$$Q_n = 32p_0 V_0 + 48p_0 V_0 = 80p_0 V_0.$$

$$\eta = \frac{A_{1230}}{Q_n} = \frac{9}{80}.$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{1}{64}, 2) \frac{18}{47}, 3) \frac{9}{80}.$$



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 5

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) Перейдем к размерным координатам, учитывая ось абсцисс на $\sqrt{V_0}$, ординат на p_0 . Макс. температура газа в процессе 1-2 реализуется в точке касания кривой 1-2 с изотермой $pV = \text{const}$.
Сам процесс 1-2 в размерных координатах имеет вид $p = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{V_0}} \sqrt{V} + 12p_0$. Найдем точку касания (пусть это точки B) через равенство производных обеих функций и их значений в точке B:

$$d(pV) = d(p\sqrt{V} + \sqrt{V}p) = 0 \Rightarrow \frac{dp}{d\sqrt{V}} = -\frac{p}{\sqrt{V}}$$

$$\begin{cases} -\frac{p_B}{\sqrt{V_B}} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{V_0}} \\ p_B = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{V_0}} \sqrt{V_B} + 12p_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} p_B = \frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{V_0}} \sqrt{V_B} \\ \frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{V_0}} \sqrt{V_B} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{V_0}} \sqrt{V_B} + 12p_0 \Rightarrow \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{p_0}{\sqrt{V_0}} \sqrt{V_B} = 12p_0 \Rightarrow \sqrt{V_B} = 12\sqrt{V_0}$$

$$\Downarrow \\ p_B = 6p_0$$

Найдем температуру T_B — макс. темп в 1-2:

$$\sqrt{V_B} \cdot p_B = \sqrt{RT_B} \Rightarrow T_B = \frac{72p_0\sqrt{V_0}}{\sqrt{R}}$$

$$T_3: 2p_0 - 12\sqrt{V_0} = \sqrt{RT_3} \Rightarrow T_3 = \frac{28p_0\sqrt{V_0}}{\sqrt{R}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_B}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$



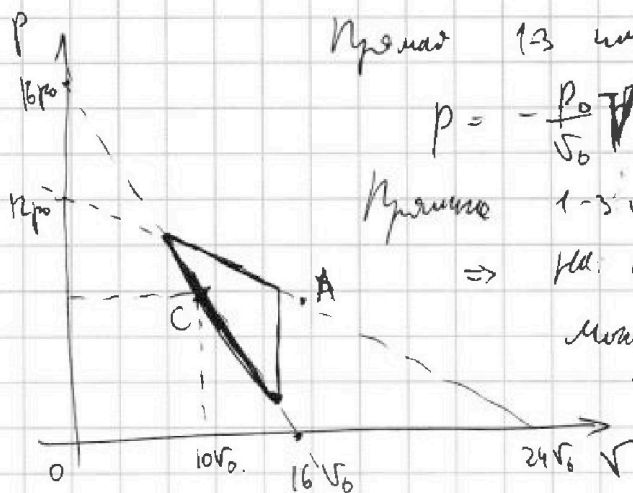
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 5

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!

4)



Прямая 1-3 имеет вид:

$$p = -\frac{p_0}{5V_0}V + 16p_0.$$

Прямые 1-3 и 1-2 имеют одну точку касания $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ на отрезках 3-1 и 1-2 может быть одна точка касания.

Каждая точка касания

прямых 3-1 и 1-2 с адiabатами для заданных

координат точек, где $C=0$ — константа температуры.

Таким образом мы сможем найти, когда произошла смена порядка касания в процессах 1-2 и 3-1.

Пусть в 3-1 это точка C, в 1-2 — это точка A.

Так $\gamma = 3/2 \Rightarrow pV^{3/2} = \text{const}$ — уравнение адиабаты.

$$dpV^{3/2} + \frac{3}{2}V^{1/2}dp = 0 \Rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{5}{3}\frac{dV}{V}$$

Для 1-2;

$$\begin{cases} -\frac{5}{3}\frac{p_A}{V_A} = -\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0} \\ p_A = -\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}V_A + 12p_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_A = \frac{3}{10}\frac{p_0}{V_0}V_A \\ \frac{3}{10}\frac{p_0}{V_0}V_A = -\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}V_A + 12p_0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{8}{10}\frac{p_0}{V_0}V_A = 12p_0 = \frac{4}{5}\frac{p_0}{V_0}V_A \Rightarrow V_A = 15V_0 \text{ — точка}$$

A не принадлежит отрезку 1-2.

Следовательно, в ходе 1-2 тепло передано газу.

Решение 1-2
1-2 тепло передано газу.



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 5

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.

1) Работа газа в цикле: $A_{1231} = + S_{\text{граница}} -$

равна площади внутри цикла взятый со знаком "+", т.е. направление цикла по часовой стрелке

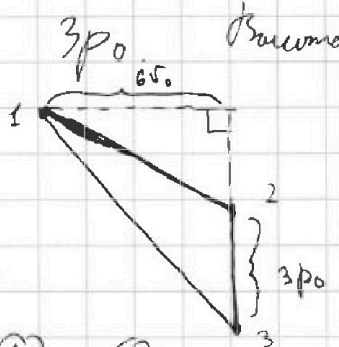
($A_{12} > 0$, $A_{21} < 0$ и $|A_{12}| > |A_{21}|$, $A_{23} = 0$ - изохорный процесс).

Рассчитаем площадь треугольника 123 с учетом V_0 и p_0 .

2-3 - изохорный. 2-3 = равно $3p_0$ Высота из геометрии

треугольника равна $6V_0$:

$$S_{\text{граница}} = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0.$$



2) Значим Менделеева-Клапейрона в (1) и (2):

$$(1) \quad 8p_0 \cdot 8V_0 = \nu RT_1$$

$$(2) \quad 5p_0 \cdot 14V_0 = \nu RT_2 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{70}{64} = \frac{35}{32}$$

Газ идеален: $i = 3$.

$$U = \frac{3}{2} \nu RT. \quad |\Delta U_{12}| = \left| \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \right| = \left| \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{35}{32} - 1 \right) T_1 \right| =$$

$$= \left| \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{32} \nu RT_1 \right| = \left| \frac{9}{64} p_0 V_0 \right| = \frac{9}{64} p_0 V_0.$$

$$\text{Искомое отношение: } \frac{|\Delta U_{12}|}{A_{1231}} = \frac{\frac{9}{64} p_0 V_0}{9p_0 V_0} = \frac{1}{64}.$$

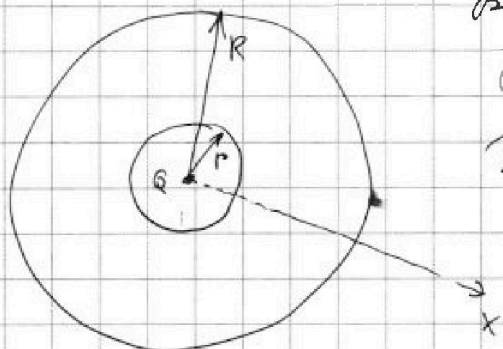


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



N3.

Введем ось Ox от центра шара.

В области $0 \leq x < r$ диэлектрика

заряд создает напряженность

$$E_x = \frac{kQ}{x^2}, \text{ при } 0 \leq x < r.$$

В диэлектрике за счет

поляризации поле зарядов

диэлектрика ~~какая~~ электрическое поле будет

в E раз меньше, чем в области $0 \leq x < r$ диэлектрика:

$$E_x = \frac{kQ}{\epsilon x^2}, \text{ при } r \leq x \leq R. \text{ Рассмотрим эту область.}$$

Известно, что по оси Ox : $E_x = -\frac{d\varphi}{dx}$ — производная

потенциала по координате ^{отсч. от} x равна проекции $\vec{E}$ на эту ось.

$$\Rightarrow d\varphi = -E_x dx \Rightarrow \varphi(x) = -\int E_x dx =$$

$$\text{при } r \leq x \leq R \quad = -\int \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx =$$

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

т.е. $\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x}$ при $r \leq x \leq R$.

$$\boxed{\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{6kQ}{5\epsilon R}}$$



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
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!

Переходим к размерному графику. $\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{kQ}{\epsilon x^2}$.

~~$\frac{d\varphi}{dx}$ размерный график в точке $\frac{5}{2}r$:~~
 ~~$\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{3\varphi_0}{5r}$~~

Переходим к безразмерному графику, разделив ось абсцисс на r .

Тогда также было показано в пункте $\frac{5}{2}r$ φ_0
размерный график $\approx -\frac{\varphi_0}{5r}$ ($\frac{R}{6} = r \Rightarrow \frac{5}{2}r = \frac{5}{12}R$)

Тогда $\frac{d\varphi}{dx}$ в точке $\frac{5}{2}r = \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{3\varphi_0}{5r}$.

~~Сравниваем~~

$$\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{kQ}{\epsilon x^2} \Rightarrow -\frac{3\varphi_0}{5r} = -\frac{kQ}{\epsilon \left(\frac{5}{2}r\right)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3\varphi_0}{5r} = \frac{4kQ}{25\epsilon r^2} \Rightarrow \frac{3\varphi_0}{5} =$$

$$3\varphi_0 = \frac{4kQ}{5\epsilon r}$$

~~k может быть в точке $x = \frac{5}{2}r$ найдем~~
~~приравниваем равен $\frac{4}{5}\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5}{2}r}$~~

$$\epsilon = \frac{4kQ}{15r\varphi_0}$$

Итак: 1) $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} \quad r \leq x \leq R$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{6kQ}{5\epsilon r}$$

$$2) \varphi = \frac{4kQ}{15r\varphi_0}$$



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 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!

№4.

1) Φ - магнитный поток через контур.

$$\Phi = LI, \quad \Phi = BS \Rightarrow \dot{\Phi} = \dot{B} S n$$

Для контура 1: $L_1 \dot{I}_1 = \dot{\Phi}_1 \Rightarrow \dot{I}_1 = \frac{\dot{\Phi}_1}{L_1} = \frac{dS n}{L_1} > 0.$

Так как контур 1 находится в магнитном поле с скоростью: $I_1 = \frac{dS}{L_1} = \frac{dS n}{L_1}$

Для второго контура $B = \text{const} \Rightarrow \Phi = BS n_2 = \text{const} \Rightarrow \dot{\Phi}_2 = 0 \Rightarrow \dot{I}_2 = \frac{\dot{\Phi}_2}{L_2} = 0.$

Во второй контуре ток не меняется.

2) Рассмотрим контур 1:

$$\frac{dI_1}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt L} \Rightarrow dI_1 = \frac{d\Phi_1}{L} \Rightarrow \int_{I_1}^{I_{1k}} dI_1 = \int_{\Phi_1}^{\Phi_{1k}} \frac{d\Phi_1}{L} = \int_{B_0}^{B_0/3} \frac{dB S n}{L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{1k} - I_1 = \frac{S n}{L} \left(\frac{B_0}{3} - B_0 \right) = - \frac{2}{3} \frac{S B_0 n}{L}$$

Так как контур 1 не был ток (ток возник только при изменении B), то $I_1 = 0 \Rightarrow I_{1k} = - \frac{2}{3} \frac{S B_0 n}{L} \Rightarrow$
по модулю: $|I_{1k}| = \frac{2}{3} \frac{S B_0 n}{L}$



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.

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!

Дано: Вспомогательная катушка:

$$dI_2 = \frac{d\Phi_2}{16L} \Rightarrow \int_{I_2} dI_2 = \int_{\Phi_2} \frac{d\Phi_2}{16L} = \int_{3B_0}^{\frac{9}{4}B_0} \frac{dB_0 S \ln 4}{16L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{2к} - I_2^0 = \frac{9S}{16L} \left(\frac{9}{4}B_0 - 3B_0 \right) = -\frac{9}{4}B_0 \cdot \frac{S}{16L} \ln 4$$

$$|I_{2к}| = \frac{3}{16} \frac{B_0 S \ln 4}{L}$$

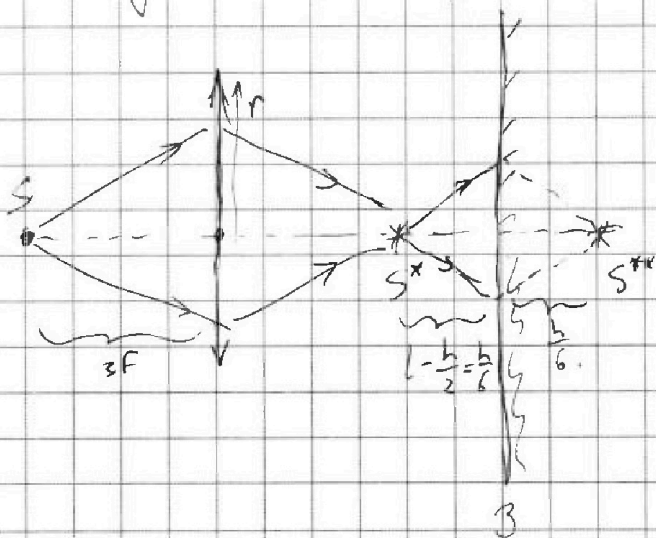
Известно: 1) $I_1 = \frac{dS \ln 4}{L}$, $I_2 = 0$

2) $|I_{1к}| = \frac{2}{3} \frac{B_0 S \ln 4}{L}$, $|I_{2к}| = \frac{3}{16} \frac{B_0 S \ln 4}{L}$

Найти: S относительно источника $3B_0$

1) Расстояние от источника S^* до линзы $F = \frac{h}{3}$:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{s} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{s} = \frac{3}{h} \Rightarrow f = \frac{h}{2}, \quad L - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$$



~~Вспомогательная катушка~~

Изображение S^* в зеркале симметрично S^* на том же расстоянии $\frac{h}{6}$ от зеркала.

Таким образом S^* является действительным предметом для линзы:

$$\frac{1}{L + \frac{h}{6}} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

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

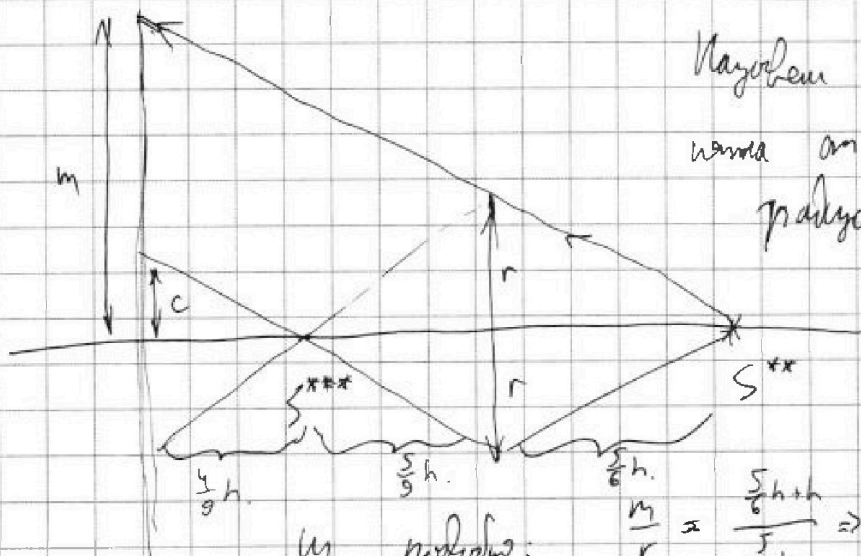
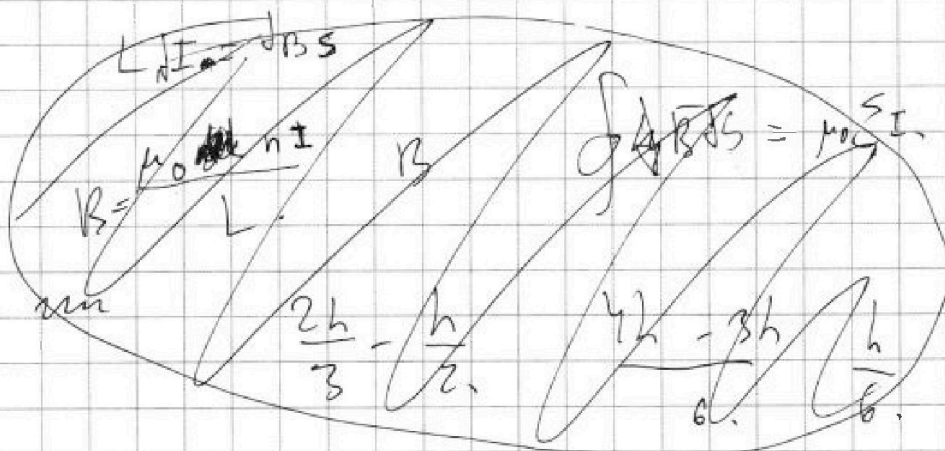


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



Находим радиус шара
также от S^{**} как c ,
радиусы разных диаметров
находим от S^{**}
как m .

из подобия:

$$\frac{c}{r} = \frac{\frac{4}{9}h}{\frac{5}{9}h} \Rightarrow c = \frac{4}{5}r.$$

Находим также площадь:

$$\begin{aligned} \pi m^2 - \pi c^2 &= \pi \frac{121}{25} r^2 - \pi \frac{16}{25} r^2 = \\ &= \frac{105}{25} \pi r^2 = \\ &= \frac{21}{5} \pi r^2. \end{aligned}$$

Ответ: 1) $S_1 = \frac{200}{8} \pi = 25 \pi \text{ см}^2$

2) $S_2 = 105 \pi \text{ см}^2$.



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.

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!

$$\begin{array}{r} 24 \\ - 12 \\ \hline 12 \\ - 12 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ - 6 \\ \hline 6 \\ - 6 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{3}{2}$$

$$12 \cdot 6 = 72$$

$$\frac{72}{12} = 6$$

$$\begin{array}{r} 744 \\ - 92 \\ \hline 652 \end{array}$$

$$844$$

$$844$$

$$744 \div 12 = 62$$

$$12$$

$$\frac{3}{2}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ - 3 \\ \hline 29 \end{array}$$

$$\frac{16}{3}$$

$$\frac{3}{2}$$

$$6$$

$$444$$

$$444$$

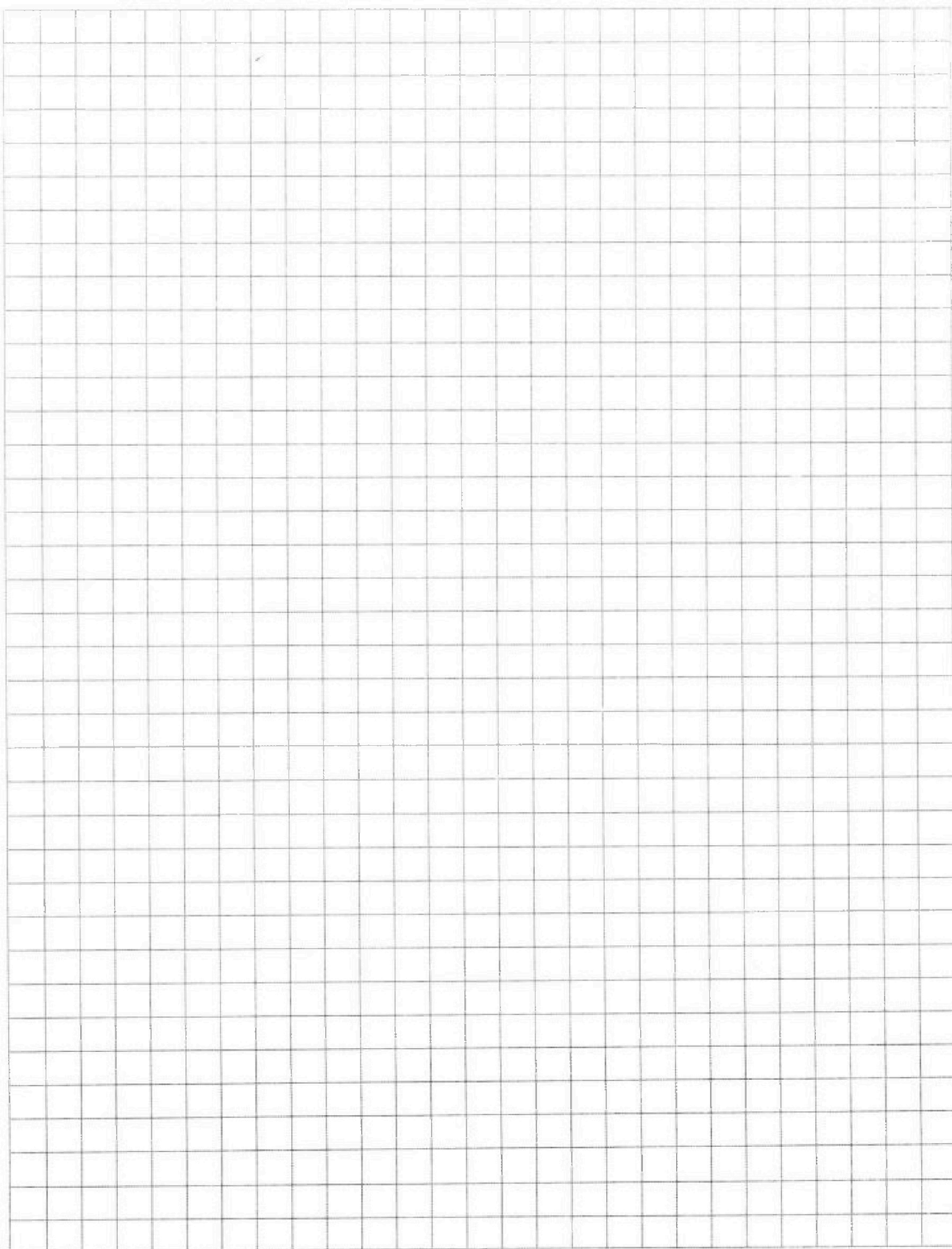


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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!

$$pV = \text{const.} \quad - \text{Умножим}$$

$$pV + Vp = 0$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V}$$

$$L = L_0 = 0$$

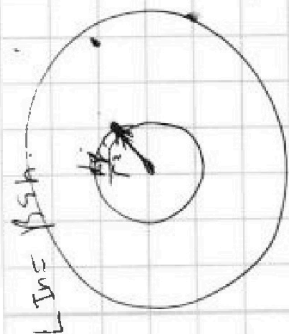
$$p = \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + \frac{12}{p_0} p_0$$

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

$$\frac{12}{6} = \frac{12}{72}$$

$$\frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

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



$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V}$$