



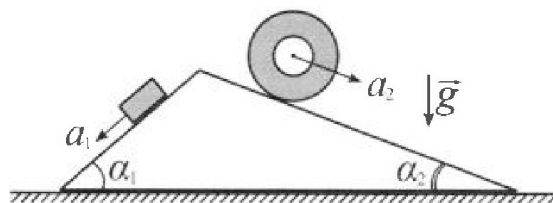
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



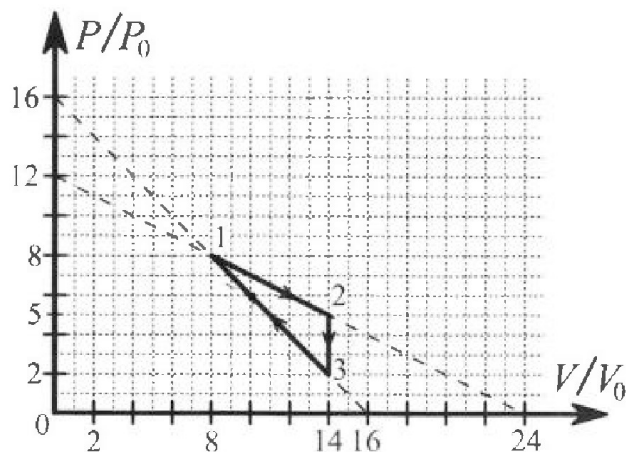
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

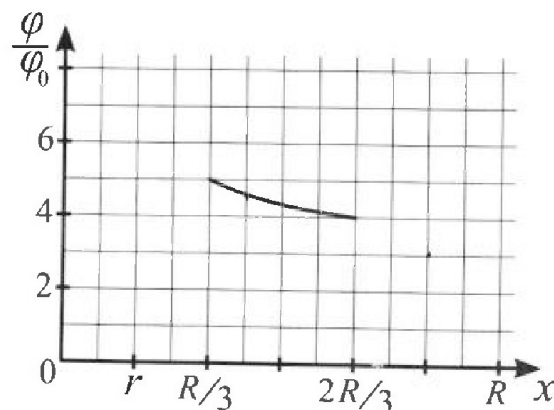
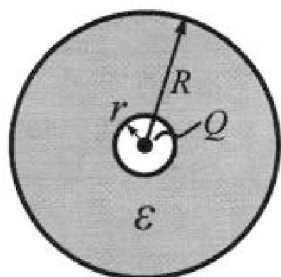


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .

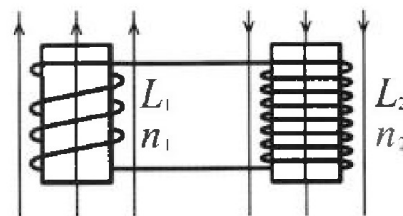


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

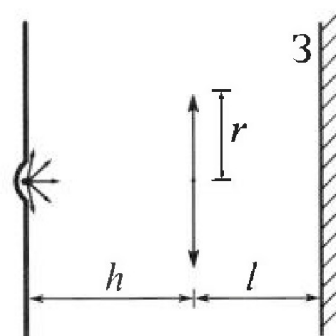
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой 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. Клин не движется $\Rightarrow$
 $\Rightarrow a_{Kx} = 0.$

т.о. сумм. г.м. для клина по Ox_3 :

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

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

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

$\rightarrow$
Направлено вправо.

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

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

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

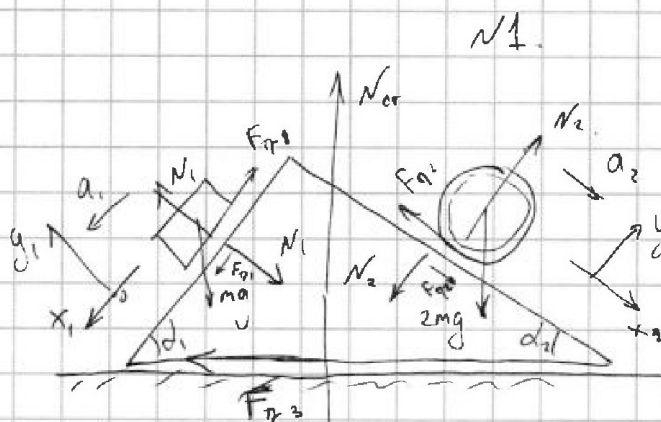


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Кин. энергии, значит
действие всех сил скомпен-
сировано. $\vec{a}_k = \vec{0}$ - центр.
кинем. $\Rightarrow$ кин. ЦО.

2) Влеком ось Ox , по
направлению движения груза вниз.

Воспр. ~~массы~~ для груза: x_1 : $mg \sin \alpha_1 - F_{tr1} = ma$,
Ось Oy_1 перпендикулярно Ox : y_1 : $N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$ - тк. по этой ос. груз не движется.

выбрав ~~массы~~ $F_{tr1} = mg \sin \alpha_1 - ma$

$$F_{tr1} = \frac{3}{5}mg - m \frac{6}{13}g = \frac{9}{65}mg. \quad N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}mg.$$

3) Рассмотрим движение нового цилиндра. На него
также действует сила тяжести $2mg$, сила трения,
направленная против возможного проскальзывания
цилиндра вниз по наклонной поверхности (т.е. F_{tr2} направлена
вверх по наклонной плоскости, если возникнет отрицательное
значение F_{tr2} , то предположиме направление наоборот),
сила реакции опоры N_2 . Направим ось Ox_2 вниз по
правой 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 $\vec{F}_1$ о влиянии $\vec{F}_2$ на $\vec{F}_3$.

$$Ox_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_{\tau 2} = 2ma_2.$$

$$Oy_2: N_2 - 2mg \cos \alpha_2 = 0 \leftarrow \text{т.к. в перпенд. ккл. плоскости ускор. отсутствует}$$

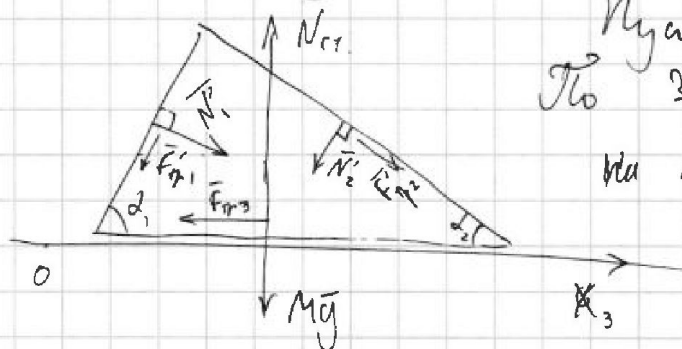
$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

Вектор $\vec{N}_2$ действует перпенд. ккл. и имеет направление вверх.

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

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

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: $\vec{N}_{ст}$ и $\vec{F}_{\tau 3}$ со

сторони стола. Направим ее вверх (противоположно направлению)



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:~~

~~Q_{12} 1-2: $pV = \nu RT \Rightarrow -\frac{1}{2} \left(\frac{p_0}{\sqrt{0}} V + 12 p_0 \right) V = \nu RT$~~

~~(1): $64 p_0 \sqrt{0} = \nu RT_1$. $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T - T_1) =$~~

~~$= \frac{3}{2} \left(-\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{0}} V^2 + 12 p_0 V \right) - \frac{3}{2} \cdot 64 p_0 \sqrt{0} =$~~

~~$= -\frac{3}{4} \frac{p_0}{\sqrt{0}} V^2 + 18 p_0 V - 96 p_0 \sqrt{0} = U_{12}(V).$~~

~~$A_{12}(V) = \frac{p + 8 p_0}{2} \cdot V = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{0}} V + 12 p_0 \right) V + 4 p_0 V =$~~

~~$+ \text{мех. раб.} = -\frac{1}{4} \frac{p_0}{\sqrt{0}} V^2 + 6 p_0 V + 4 p_0 V.$~~

~~$Q_{12}(V) = -\frac{p_0}{\sqrt{0}} V^2 + 24 p_0 V - 92 p_0 \sqrt{0}.$~~

~~Найдём $V_{\text{ср.}}$. По $Q_{12}(V_{\text{ср.}})$ найдём.~~

~~$V_{\text{ср.}} = \frac{-24 p_0}{-2 \frac{p_0}{\sqrt{0}}} = 12 \sqrt{0} \Rightarrow Q_{\text{ср.}} = Q(V_{\text{ср.}}) =$~~

~~$= -144 p_0 \sqrt{0} + 288 p_0 \sqrt{0} - 92 p_0 \sqrt{0} = 52 p_0 \sqrt{0}.$~~

Для 3-1:

$\zeta - \frac{5}{3} \frac{p_0}{\sqrt{0}} = -\frac{p_0}{\sqrt{0}}$

$\Rightarrow p_0 = \frac{3}{5} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0}.$

$p_c = -\frac{p_0}{\sqrt{0}} V_c + 16 p_0$

$\frac{3}{5} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} = -\frac{p_0}{\sqrt{0}} V_c + 16 p_0.$

$\frac{3}{5} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} = 16 p_0 \Rightarrow \sqrt{0} = 10 \sqrt{0}.$

Точка с минимальным

6-3

$\Rightarrow$ 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

Найдём $Q_n = Q_{12} + Q_{c1}$

$Q_{12} = \text{пропорция} \cdot \text{пропорция} = \frac{13}{2} p_0 \cdot 6V_0 + \frac{3}{2} (70p_0V_0 - 64p_0V_0) =$
 $= 39p_0V_0 + 9p_0V_0 = 48p_0V_0.$

~~$Q_{c1} = A_{c1} + AU_{c1} = -\frac{6p_0 + 6p_0}{2} \cdot 2V_0 + \frac{3}{2} (64p_0V_0 - 60p_0V_0) =$~~
 ~~$= -14p_0V_0 + 6p_0V_0$~~

$Q_{3c} = A_{3c} + AU_{3c} = 2p_0V_0 - 16p_0V_0 + \frac{3}{2} (60p_0V_0 - 28p_0V_0) =$
 $= 32p_0V_0.$

$Q_n = 32p_0V_0 + 48p_0V_0 = 80p_0V_0.$

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

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, умножив 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 $p = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{V_0}} V + 12 p_0$. Найдем точку касания (пусть это точки B) через равенство производных обеих функций и их значений в точке B:

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

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

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

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

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

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

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

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



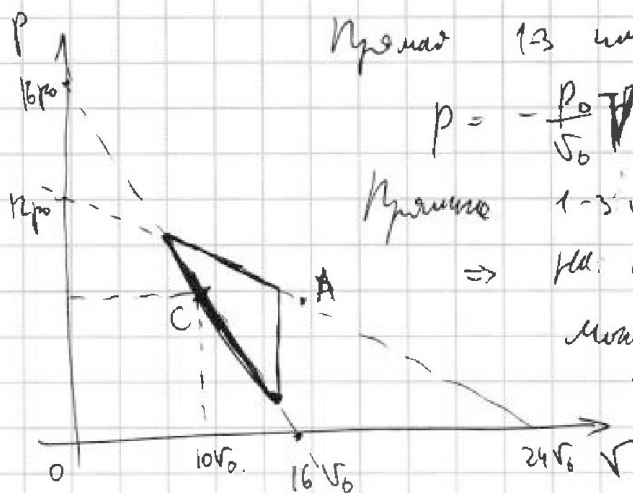
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 можно найти точку касания.

Каждая точка касания

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

координат точек, где $C=0$ — минимальная температура.

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 процессе 1-2 точка касания

находится на отрезке 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
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

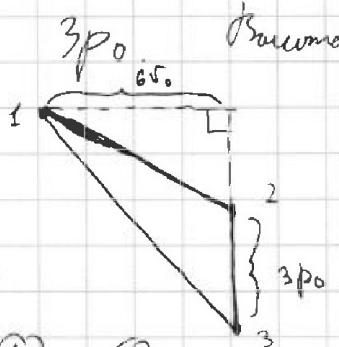
($A_{12} > 0$, $A_{21} < 0$ и $|A_{12}| > |A_{21}|$, $A_{23} = 0$ - изохорный процесс).

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) Запишем Менделеев-Клапейрон 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: $i = 3$.

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

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

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

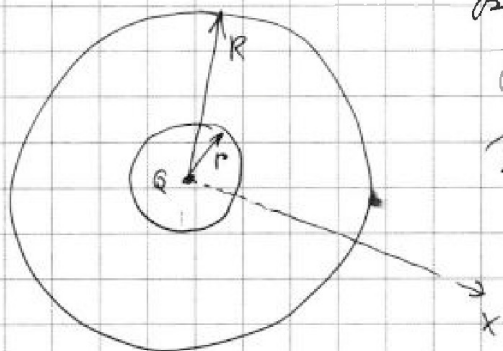


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



№3.

Введем ось Ox от центра шара.

В области $0 < x < r$ диэлектрика

заряд создает напряженность

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

В диэлектрике за счет

напряжения поле зарядов

диэлектрика

какая

электрическая

поле будет

в ϵ раз меньше, чем в области $0 < x < r$ 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 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. $\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{kQ}{\epsilon x^2}$.

~~$\frac{d\varphi}{dx}$ по размерному графику в точке $\frac{5}{2}r$:~~
 ~~$\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{3Q_0}{5r}$~~

Переходим к безразмерному графику, разделив ось абсцисс на r .

Тогда также была кривая в точке $\frac{5}{2}$ и по размерному графику $\approx -\frac{3Q_0}{5r}$ ($\frac{R}{6} = r \Rightarrow \frac{5}{2}r = \frac{5}{12}R$)

Тогда $\frac{d\varphi}{dx}$ в точке $\frac{5}{2}r = \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{3Q_0}{5r}$.

~~Сравниваем~~ $\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{kQ}{\epsilon x^2} \Rightarrow -\frac{3Q_0}{5r} = -\frac{kQ}{\epsilon (\frac{5}{2}r)^2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{3Q_0}{5r} = \frac{4kQ}{25\epsilon r^2} \Rightarrow \frac{3Q_0}{5} = \frac{4kQ}{5\epsilon r}$$

$$3Q_0 = \frac{4kQ}{\epsilon r}$$

~~k может быть в точке $x = \frac{5}{2}r$ найдем~~
 ~~$\frac{1}{5}Q_0 = \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5}{2}r}$~~

~~$\epsilon = \frac{4kQ}{15rQ_0}$~~ ~~$\epsilon = \frac{15Q_0 r}{4kQ}$~~

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



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
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: $L_1 \dot{I}_1 = \dot{\Phi}_1 \Rightarrow \dot{I}_1 = \frac{\dot{\Phi}_1}{L_1} = \frac{\dot{B} S n}{L_1} > 0.$

Так как контур 1 находится в магнитном поле с

скоростью: $\dot{I}_1 = \frac{dB}{L_1} = \frac{dB}{L_1}$

Для второго контура $B = \text{const} \Rightarrow \Phi = BS n_2 = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \dot{\Phi}_2 = 0 \Rightarrow \dot{I}_2 = \frac{\dot{\Phi}_2}{L_2} = 0.$$

Во второй контуре ток не меняется.

2) Рассмотрим контур ①:

$$\frac{dI}{dt} = \frac{d\Phi}{dtL} \Rightarrow dI_1 = \frac{d\Phi_1}{L} \Rightarrow \int_{I_1}^{I_{1k}} dI_1 = \int_{\Phi_1}^{\Phi_{1k}} \frac{d\Phi_1}{L} =$$

$$= \int_{B_0}^{B_0/3} \frac{dB S n}{L} \Rightarrow$$

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

Так как контур ① не был ток (он был разомкнут) при изменении B , то $I_1 = 0 \Rightarrow I_{1k} = - \frac{2}{3} \frac{S B_0 n}{L} \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ 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: Вектор магнитного поля:

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

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

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

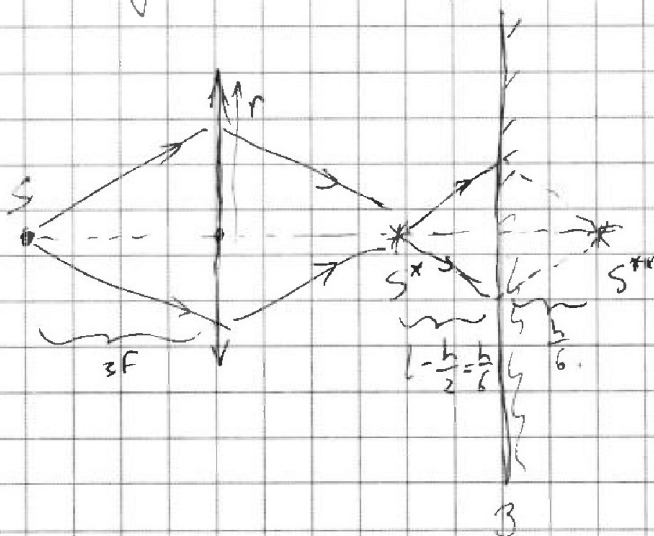
Известно: 1) $I_1 = \frac{dS \ln 4}{L}$, $I_2 = 0$

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

Найти: S относительно магнитного поля

1) Рассмотрим изображение S^* в зеркале $F = \frac{h}{2}$:

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



~~Вывод~~

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

Таким образом S^* и S^{**} являются действительными изображениями друг друга.

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



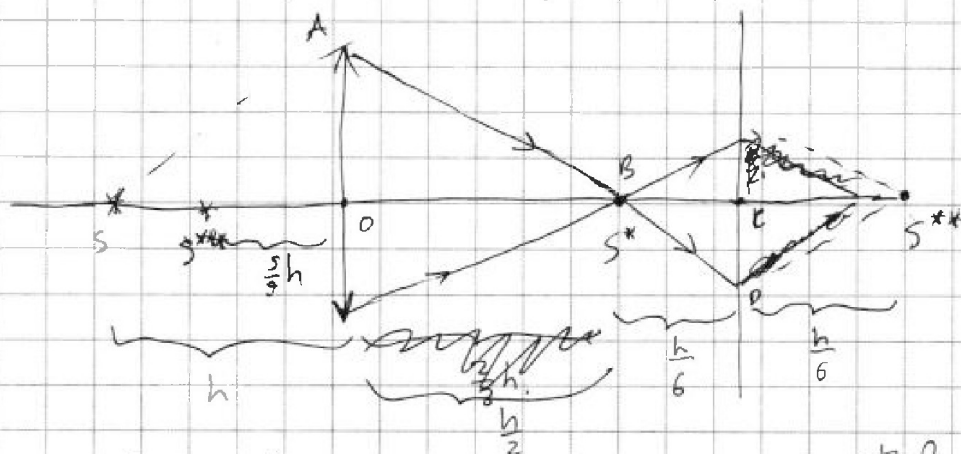
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

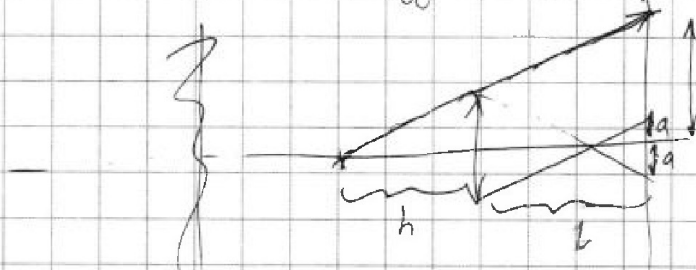
СТРАНИЦА
2 из 3

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!

$$\Rightarrow \frac{6}{5h} + \frac{1}{f_2} = \frac{3}{h} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{9}{5h} \Rightarrow f_2 = \frac{5}{9}h, \quad S^{***} - \text{вещное изображение в системе.}$$



Пусть высота точки A от оси O. Тогда луч, который не попал в линзу не преломляется; образом высоты B:



из подобия Δ^{kop} :

$$\frac{b}{r} = \frac{L+h}{h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow b = \frac{5}{3}r$$

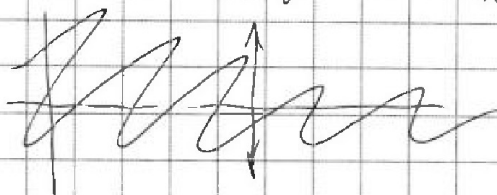
~~или~~ а еще выразим через подобие:

$$\frac{a}{r} = \frac{b}{\frac{5}{3}r} \Rightarrow \frac{1}{3}r = d.$$

Тогда площадь кольца, которая на зеркале:

$$\pi b^2 - \pi a^2 = \frac{25}{9}\pi r^2 - \frac{1}{9}\pi r^2 = \frac{24}{9}\pi r^2 = \frac{8}{3}\pi r^2.$$

Или площадь кольца на стене:





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!

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

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

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

$$12 \cdot 6 = 72$$

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

$$\begin{array}{r} 72 \\ - 12 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$6$$

$$6$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ - 3 \\ \hline 33 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 108 \\ - 64 \\ \hline 44 \end{array}$$

$$7 \cdot 4 = 28$$

$$12$$

$$12$$

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

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

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

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

$$6$$

$$6$$

$$4$$



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.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

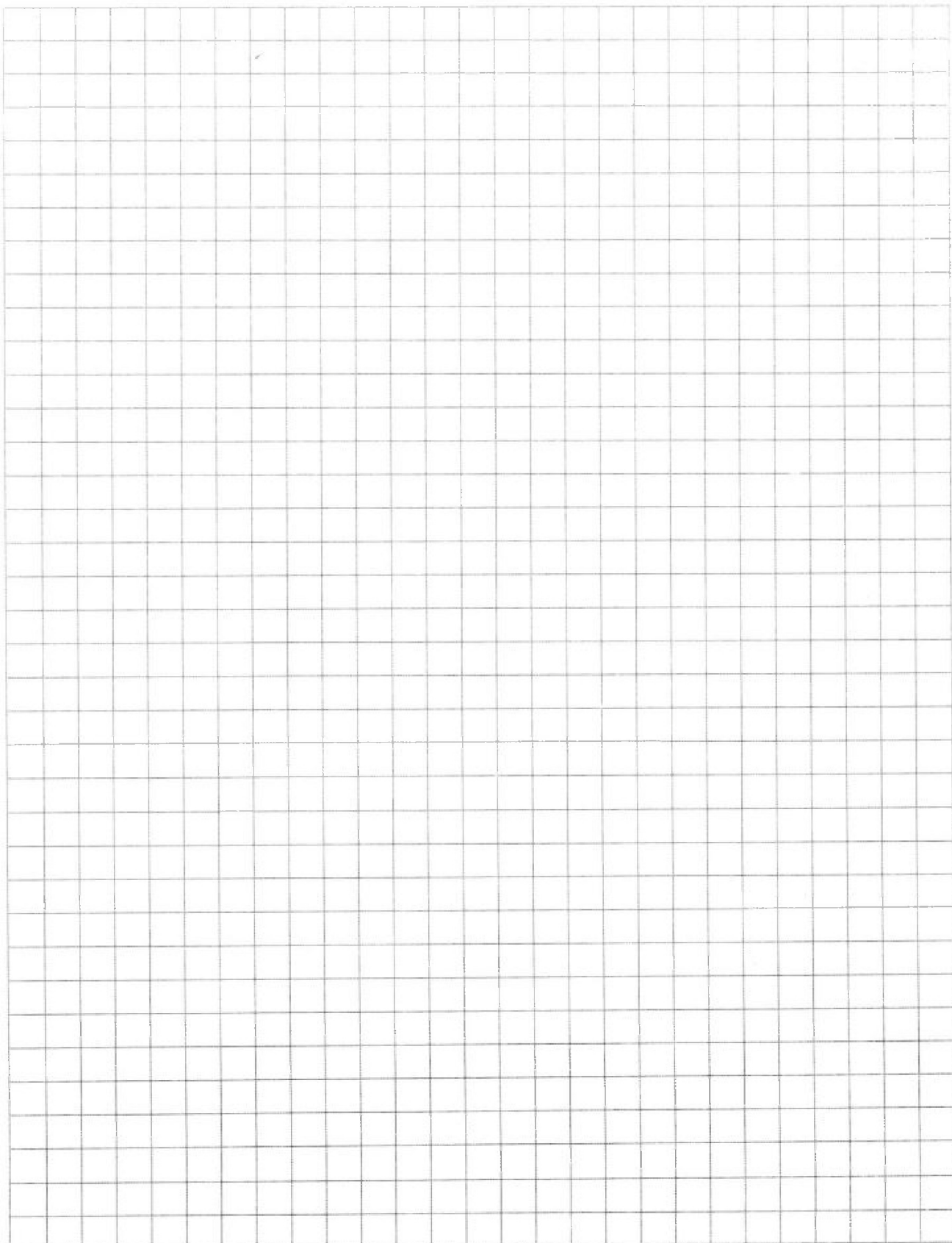
5
☐

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!

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

$$pV + Vp = 0$$

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

$$L = L_0 = 0$$

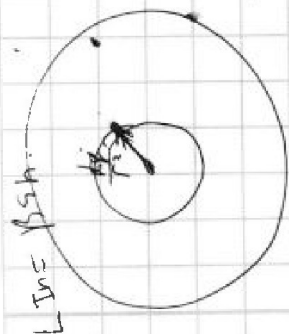
$$p = \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + \frac{12}{p_0} p_0$$

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

$$\frac{12}{6} = \frac{2}{72}$$

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

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



$$LI = 0$$

$$LI = 0$$

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

$$-7 p_0 - 12 p_0 - 5 p_0$$

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

$$\frac{12}{6} = \frac{2}{72}$$

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

$$-\frac{p_0}{V_0} V$$

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

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

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

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

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