



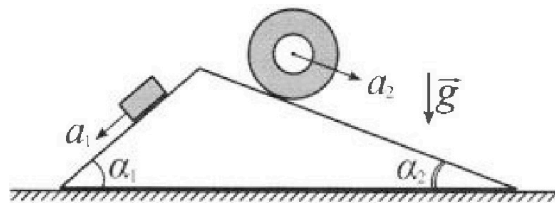
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

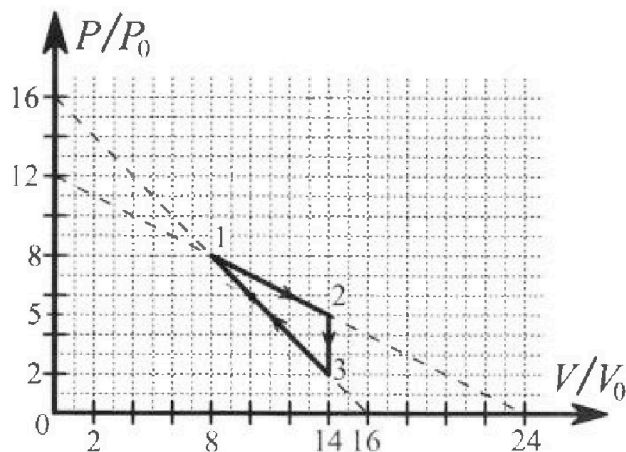
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

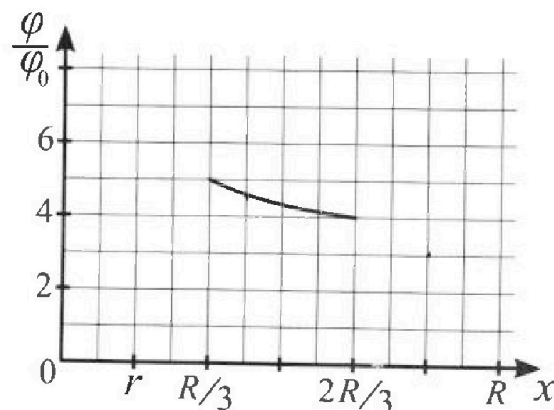
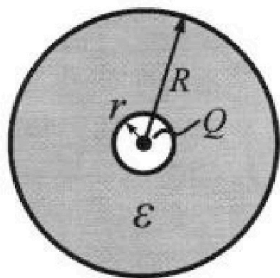


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — 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  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



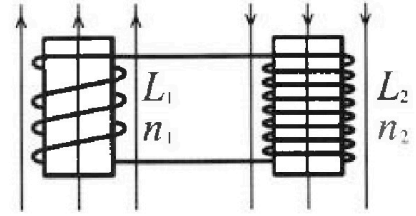
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

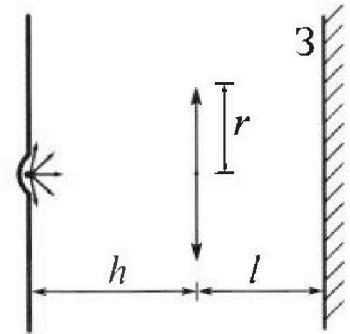


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $\gamma n$ , 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.

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!

Вслед ось  $Ox_3$  горизонтально вышло. Клин не выскочит  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow a_{Kx} = 0.$

т.о. сумм. г.м. для клина по  $Ox_3$ :

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

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

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

$\rightarrow$   
Низкая часть вышло.

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

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

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

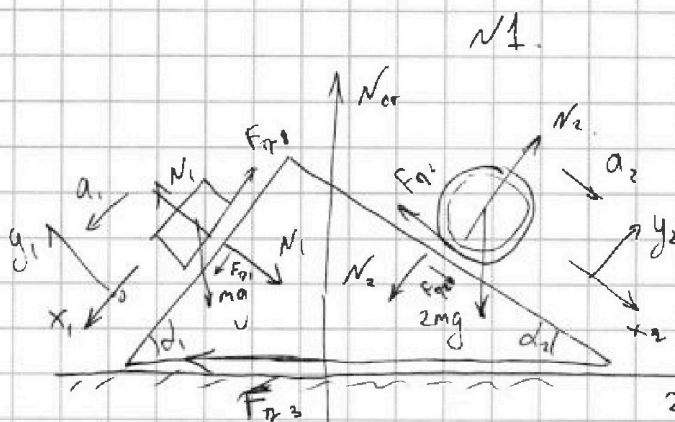


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Клин покатится, значит дебаланс всех сил относительно центра.  $\vec{a}_k = \vec{0}$  - центр клина.  $\Rightarrow$  Клин не катится.

2) Влеком от  $Ox$ , но компенсируется силой трения вниз.

Взяв ~~массу~~ два бруска:  $x_1$ :  $mg \sin \alpha_1 - F_{тр1} = ma_1$   
 ось  $Oy_1$  перпендикулярно  $Ox_1$ :  $N_1 = mg \cos \alpha_1 = 0$  - тк. по этой оси брусок не движется.

ответ ~~масса~~  $F_{тр2} = mg \sin \alpha_1 - ma_1$

$F_{тр2} = \frac{3}{5} mg - m \frac{6}{13} g = \frac{9}{65} mg$        $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$

3) Рассмотрим движение полого цилиндра. На него тоже действует сила тяжести  $2mg$ , сила трения, направленная против возможного проскальзывания цилиндра вниз по наклонной поверхности (т.е.  $F_{тр2}$  направлена вверх по наклонной плоскости, если возникнет отрицательное значение  $F_{тр2}$ , то предположиме направление наоборот), сила реакции опоры  $N_2$ . Направим ось  $Ox_2$  вниз по правой склоне, 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 плоскости  $xy$ . Делаем цилиндры:

$$Ox_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_{T2} = 2ma_2.$$

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

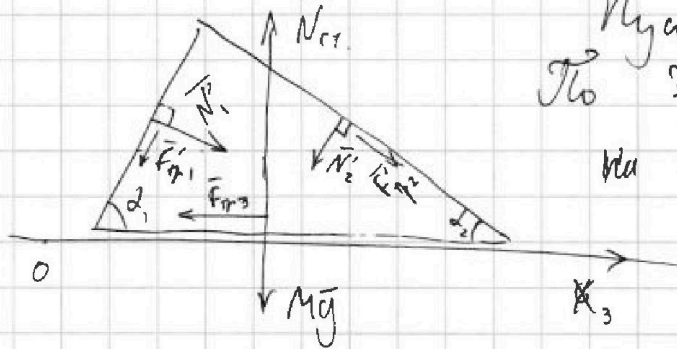
$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

Абсолютно жестко связаны и не соскакивают.

$$F_{T2} = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2$$

$$F_{T2} = 2m \cdot \frac{5}{13} - 2m \cdot \frac{9}{4} = \frac{10}{13} mg - \frac{1}{2} mg = \frac{7}{26} mg.$$

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  $F_{T1}$  и  $N_1$  - со стороны друга - и  $F_{T2}$  и  $N_2$  - со стороны

цилиндра:  $\vec{N}'_1 = -\vec{N}_1$ ,  $\vec{N}'_2 = -\vec{N}_2$ ,  $\vec{F}'_{T2} = -\vec{F}_{T2}$ ,

$\vec{F}'_{T1} = -\vec{F}_{T1}$ ,  $|\vec{N}'_1| = |\vec{N}_1|$ ,  $|\vec{N}'_2| = |\vec{N}_2|$ ,  $|\vec{F}'_{T2}| = |\vec{F}_{T2}|$ ,

$|\vec{F}'_{T1}| = |\vec{F}_{T1}|$ . Так же на клин действует  $Mg$ ,

а так же реакции со стороны стола:  $\vec{N}_{ст}$  и  $\vec{F}_{T3}$  со

стороны стола. Направим ее вверх (противоположным направлением)



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  $Q(V)$  от температуры  $t$ - $t_1$~~

~~и  $p$ :~~

~~$Q_{12} = \int_{t_1}^{t_2} p V = \int_{t_1}^{t_2} V R T \Rightarrow - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \left( -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0 \right) V = \int_{t_1}^{t_2} R T$~~

~~①:  $64 p_0 V_0 = \int_{t_1}^{t_2} R T, \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \int_{t_1}^{t_2} R T =$~~

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

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

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

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

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

~~Найдём  $V_{\text{max}}$ . Др.  $Q_{12}(V_{\text{max}})$  вычислим.~~

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

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

Дано 3-1:

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

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

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

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

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

Почка с температурой

3-3

$\Rightarrow$  темп. вычисляется



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 устье  $Q_{3c}$

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

$$Q_{12} = \text{пропорция} \quad \frac{13}{2} p_0 \cdot 6 \sqrt{v_0} + \frac{3}{2} (70 p_0 \sqrt{v_0} - 64 p_0 \sqrt{v_0}) =$$
$$= 39 p_0 \sqrt{v_0} + 9 p_0 \sqrt{v_0} = 48 p_0 \sqrt{v_0}$$

~~$$Q_{c1} = A_{c1} + \Delta A_{c1} = - \frac{6 p_0 + 6 p_0}{2} \cdot 2 \sqrt{v_0} + \frac{3}{2} (64 p_0 \sqrt{v_0} - 60 p_0 \sqrt{v_0}) =$$
$$= -14 \sqrt{v_0} p_0 + 6 p_0$$~~

$$Q_{3c} = A_{3c} + \Delta A_{3c} = 2 p_0 \sqrt{v_0} - 16 p_0 \sqrt{v_0} + \frac{3}{2} (60 p_0 \sqrt{v_0} - 28 p_0 \sqrt{v_0}) =$$
$$= 32 p_0 \sqrt{v_0}$$

$$Q_n = 32 p_0 \sqrt{v_0} + 48 p_0 \sqrt{v_0} = 80 p_0 \sqrt{v_0}$$

$$\eta = \frac{A_{123c}}{Q_n} = \frac{9}{80}$$

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  $\sqrt{0}$ , ординат на  $\rho_0$ . Макс. температура газа в процессе 1-2 реализуется в точке касания изохоры 1-2 с изоэрой  $pV = \text{const}$ .  
 Сам процесс 1-2 в размерных координатах имеет вид  $p = -\frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\sqrt{0}} V + 12\rho_0$ . Найдем точку касания (пусть это точки B) через равенство производных обеих функций и их значений в точке B:

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

$$\begin{cases} -\frac{\rho_B}{V_B} = -\frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\sqrt{0}} \\ \rho_B = -\frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\sqrt{0}} V_B + 12\rho_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \rho_B = \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\sqrt{0}} V_B \\ \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\sqrt{0}} V_B = -\frac{1}{2} \frac{\rho_0}{\sqrt{0}} V_B + 12\rho_0 \Rightarrow \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_0}{\sqrt{0}} V_B = 12\rho_0 \Rightarrow V_B = 12\sqrt{0}$$

$$\Downarrow \\ \rho_B = 6\rho_0$$

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

$$\sqrt{0} \cdot \rho_B = \sqrt{R} T_B \Rightarrow T_B = \frac{72\rho_0\sqrt{0}}{\sqrt{R}}$$

$$T_3: 2\rho_0 - 12\sqrt{0} = \sqrt{R} T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{28\rho_0\sqrt{0}}{\sqrt{R}} \Rightarrow$$

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



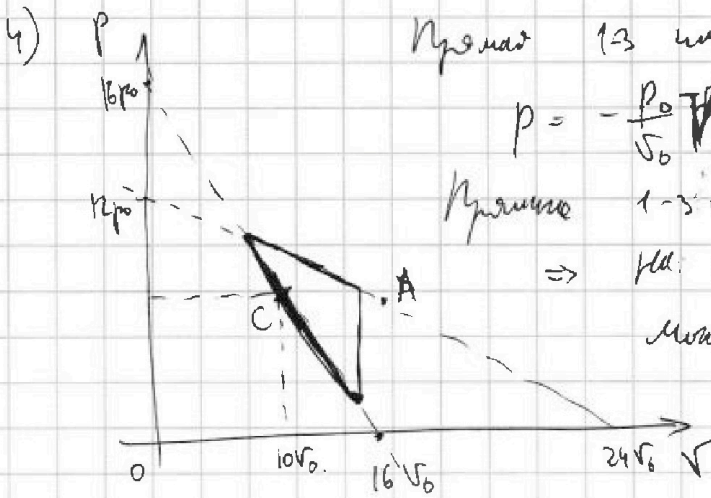


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Прямая 1-3 имеет вид:

$$p = -\frac{p_0}{50} V + 16p_0.$$

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

$\Rightarrow$  на отрезках 3-1 и 1-2

можно взять точку равновесия тела и среды.

Каждая точка касания

прямых 3-1 и 1-2 с осями является

координатами точек, где  $C=0$  — конгресс температуры.

Таким образом мы сможем найти, когда температура среды равна температуре тела в процессах 1-2 и 3-1.

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

Т.к.  $\bar{T}=3 \Rightarrow pV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$  — уравнение адиабаты.

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

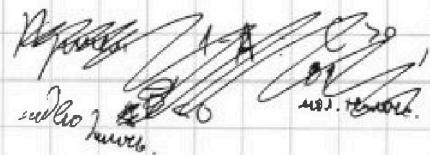
Для 1-2;

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

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

A не принадлежит отрезку 1-2.

Следовательно, в ходе 1-2 тело находится





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:  $A_{1231} = + S_{\text{фигура}}$

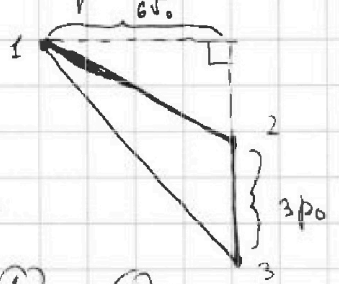
равна площади фигуры цикла взятый со знаком "+", т.е. по часовой стрелке

( $A_{12} > 0$ ,  $A_{21} < 0$  и  $|A_{12}| > |A_{31}|$ ,  $A_{23} = 0$  - изохорный процесс)

Рассчитаем площадь треугольника 123 с высотой  $h_0$  и р.

2-3 - основание. 2-3 = высота  $3p_0$  Высота из геометрии

фигура равна  $6V_0$ :



$$S_{\text{фигура}} = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0V_0$$

2) Заменим Макс.-Кинетическая в (1) и (2):

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

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

Тогда ответом будет:  $i = 3$ .

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

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

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

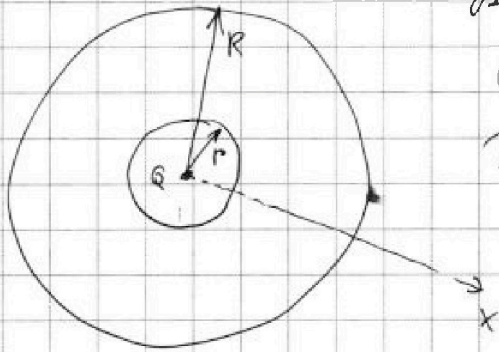


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 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 будет

диэлектрика. Тогда электрическое поле будет

в  $\epsilon$  раз меньше, чем в вакууме для 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 величине  $E$  на эту ось.

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

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

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

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!

Переведем  $x$  размерному выражению.  $\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{kQ}{\epsilon x^2}$ .

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

Переведем  $x$  безразмерному выражению, разделив ось абсцисс на  $r$ .

Тогда также было можно в точке  $\frac{5}{2}r$   $\varphi_0$   
размерному выражению  $\approx -\frac{3\varphi_0}{5r}$  ( $\frac{R}{6} = r \Rightarrow \frac{5}{2}r = \frac{5}{2}R$ )

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

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

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

$\frac{4kQ}{5\epsilon r}$

~~$k$  можно не в точке  $x = \frac{5}{2}r$  моментально  
привести к общему знаменателю  $\frac{4}{5} \varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5}{2}r}$~~

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

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

$\varphi(\frac{5}{2}R) = \frac{6kQ}{5\epsilon r}$

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)  $\Phi$  - магнитный поток цепи катушки.

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

Для катушки 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 катушка 1 находится в магнитном поле с скоростью:

$$I_1 = \frac{dS}{L_1} = \frac{dS n}{L_1}$$

Для второй катушки  $B = \text{const} \Rightarrow \Phi = BS n_2 = \text{const} \Rightarrow$

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

Во второй катушке ток не меняется.

2) Рассмотрим катушку 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 до изменения магнитного поля катушка ① не была возбуждена (ток был равен нулю) при изменении  $B$ , то  $I_1 = 0 \Rightarrow I_{1k} = -\frac{2}{3} \frac{S B_0 n}{L} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{по модулю: } |I_{1k}| = \frac{2}{3} \frac{S B_0 n}{L}$$



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: вынужденный контурный ток:  $\Phi_{2к}$   $\frac{3}{4} B_0$

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

$$\Rightarrow I_{2к} - I_2 = \frac{1}{16L} \left( \frac{3}{4} B_0 - 3B_0 \right) = -\frac{3}{4} B_0 \cdot \frac{S}{16L} \ln 4$$

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

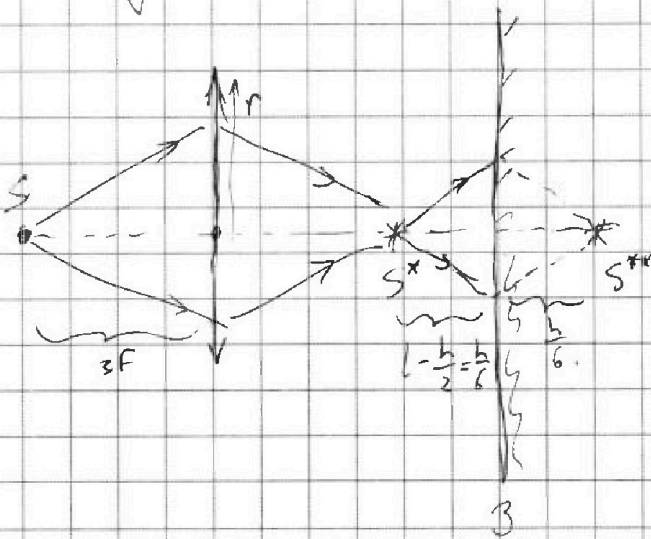
Ответы: 1)  $I_1 = \frac{dS \ln 4}{L}$   $I_2 = 0$

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

Анализ системы излучения ЗЛС

1) Рассмотрим взаимодействие с  $S^*$  и  $S^{**}$  и  $F = \frac{h}{\lambda}$ :

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



~~Вывод~~  
Узнаем  $S^*$  в зеркале амплитудно в  $S^{**}$  на том же расстоянии  $\frac{h}{6}$  от ЗЛС.

Далее  $S^*$  будет действовать предметом для  $S^{**}$ :

$$\frac{1}{L+h} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$



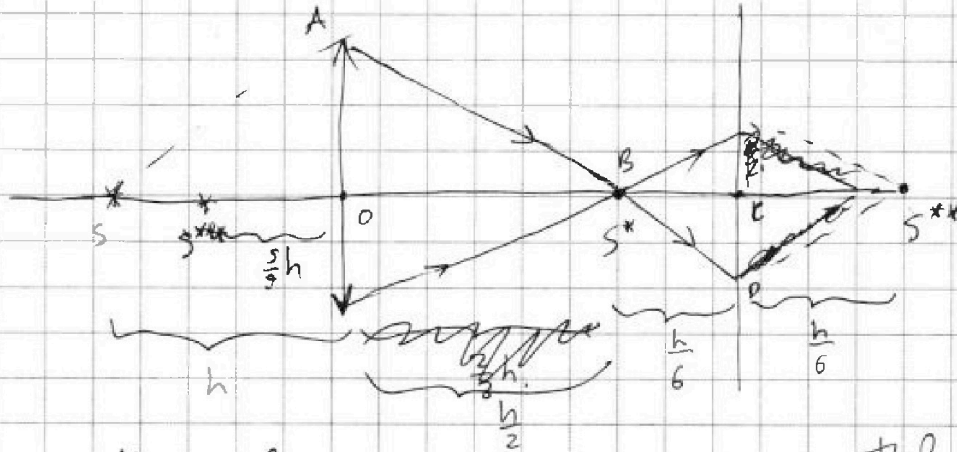
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

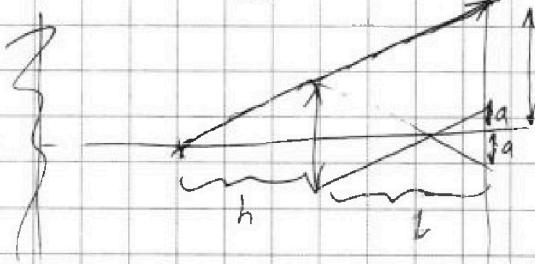
СТРАНИЦА  
2 из 3

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!

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



Пусть высота предмета и seine  $d$ . Тогда угол, который он по нам в линзу не выводится; образом высоты  $b$ :



из подобия  $\Delta^{kot}$ :

$$\frac{b}{r} = \frac{Lh}{h} \Rightarrow$$

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

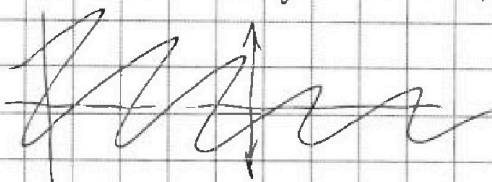
~~или~~  $d$  тоже выразим через радиус:

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

Тогда площадь кольца, которая на Земле:

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

Итак площадь кольца на seine:



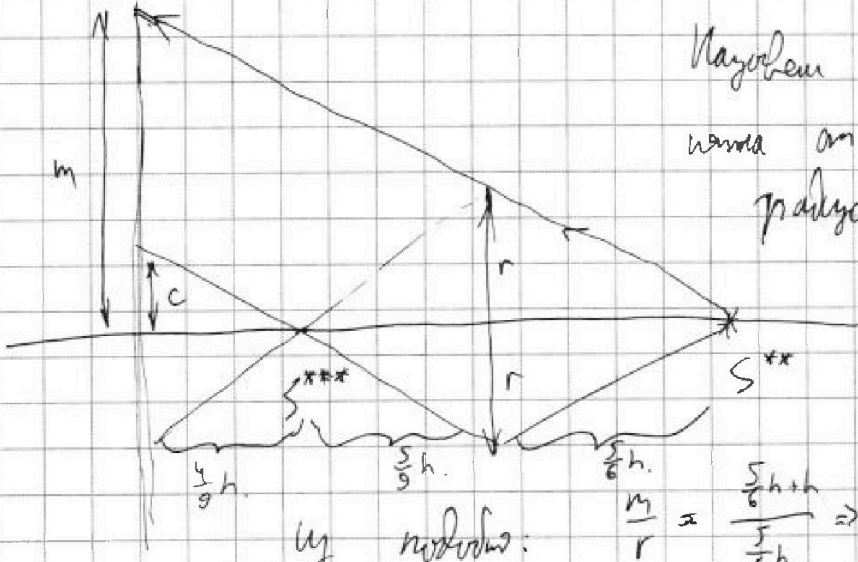
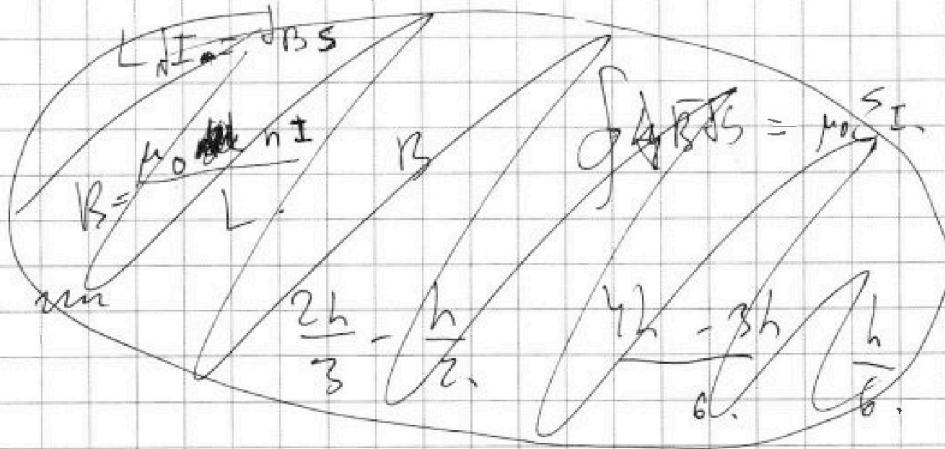


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  
 когда он  $S_{\text{шара}}$  как  $c$ ,  
 радиусы разных диаметров  
 вычисляем  
 пусть он  $S_{\text{шара}}$   
 как  $m$ .

из подобия:  $\frac{m}{r} = \frac{5/6 h + h}{5/6 h} \Rightarrow \frac{11}{5} r = m$

из подобия:  $\frac{c}{r} = \frac{4/9 h}{5/9 h} \Rightarrow c = \frac{4}{5} r$

Находим площадь кольца:  $\pi m^2 - \pi c^2 = \pi \frac{121}{25} r^2 - \pi \frac{16}{25} r^2 = \frac{105}{25} \pi r^2 = \frac{21}{5} \pi r^2$

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!

$$\begin{array}{r} 24 \\ + 12 \\ \hline 48 \\ \hline 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ + 6 \\ \hline 72 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$\frac{3}{2} \cdot 12 = 6 \text{ по 6.}$$

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

$$\begin{array}{r} 144 \\ - 92 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ - 6 \\ \hline 72 \\ - 64 \\ \hline 8 \end{array}$$

8/11

8/16

$$7 \cdot 1 = 7$$

$$\frac{3}{2} \cdot 12 = 18$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ - 3 \\ \hline 96 \end{array}$$

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

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

6

4 по.



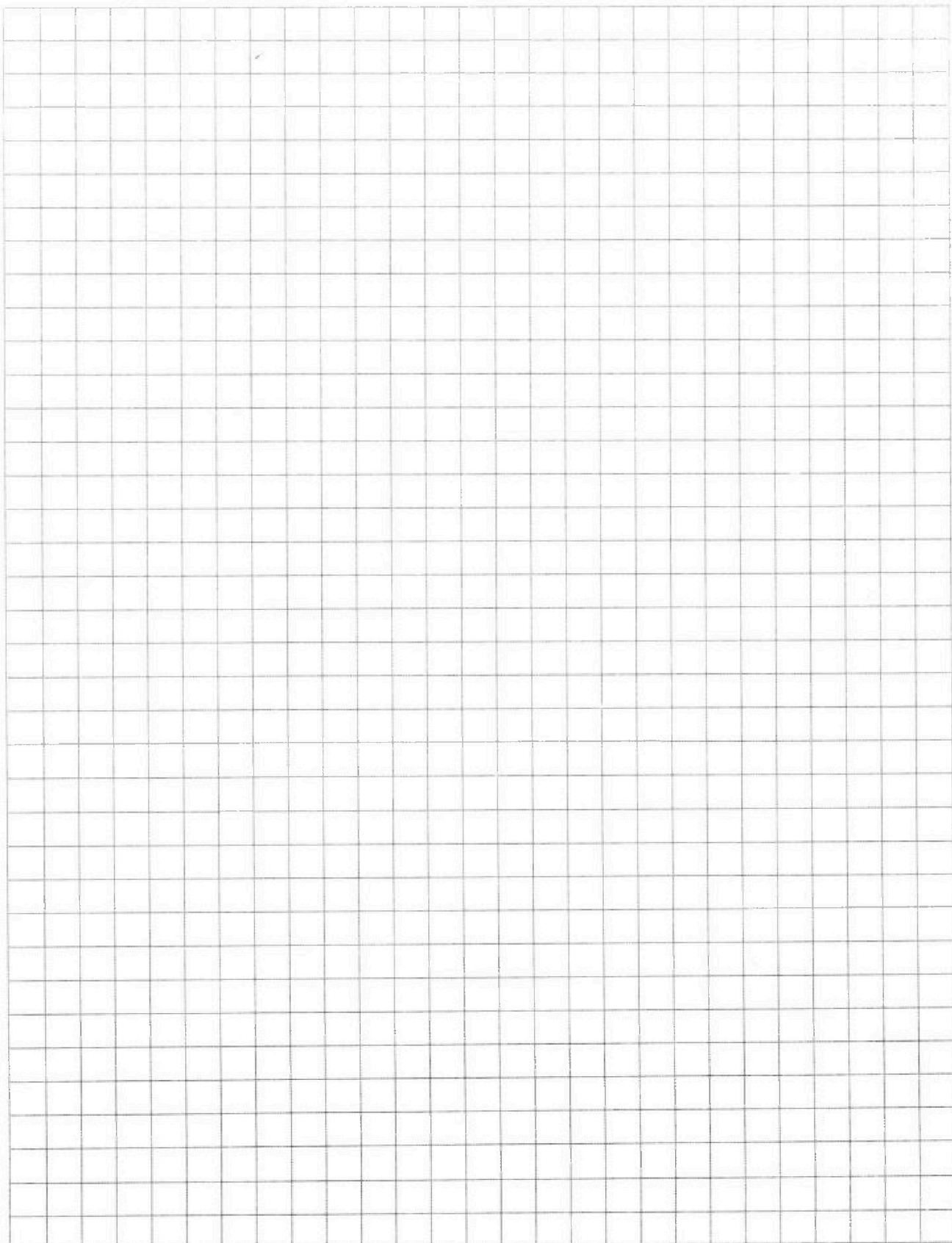
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$\frac{dQ}{dx} = \frac{d}{dx} \left[ \frac{1}{2} kx^2 \right] = kx$$

$$kx - Mg = Ma$$

$$a = \frac{kx - Mg}{m}$$

$$v = at = \frac{kx - Mg}{m} t$$

$$\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} m \left( \frac{kx - Mg}{m} t \right)^2$$

$$kx^2 = (kx - Mg)^2 t^2$$

$$kx^2 = (k^2 x^2 - 2kxMg + M^2g^2) t^2$$

$$kx^2 - k^2 x^2 t^2 = -2kxMg t^2 + M^2g^2 t^2$$

$$kx^2 (1 - kt^2) = -2kxMg t^2 + M^2g^2 t^2$$

$$kx^2 = \frac{M^2g^2 t^2}{1 - kt^2}$$

$$x = \frac{Mg t}{\sqrt{1 - kt^2}}$$

Additional calculations and diagrams are present, including:

- Diagram of a cylinder on an inclined plane with forces  $F_{spring}$ ,  $F_{gravity}$ , and  $F_{normal}$ .
- Diagram of a mass on a spring.
- Energy conservation equations:  $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$ .
- Algebraic manipulations:  $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m \left( \frac{kx - Mg}{m} t \right)^2$ .
- Final result:  $x = \frac{Mg t}{\sqrt{1 - kt^2}}$ .

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!

$pV = const.$  - Умножим

$LI = 0$

$pV + Vp = 0$

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

$dI = kI$

$U = L \frac{dI}{dt} = -\dot{\Phi}$   
 $\Phi = LI$

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

$-7 p_0 = 12 p_0 - 5 p_0$

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

$\frac{1}{92} \frac{1}{32} \frac{1}{44}$

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

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

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

$\frac{3}{8} \frac{5}{2}$

$\frac{1}{12} \frac{6}{72}$

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

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

$-\frac{120}{15}$

$\frac{213}{67}$

$\frac{1}{10}$

$\frac{1}{10}$

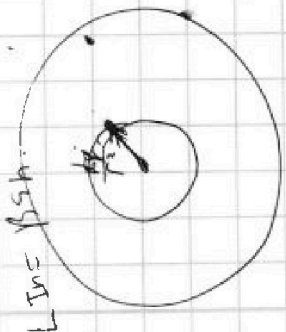
$\frac{1}{10}$

$\frac{1}{10} = \frac{1}{10} \cdot \frac{23}{23}$

$\frac{288}{24} \frac{12}{48} \frac{9}{24} \frac{26}{22} \frac{1}{14}$

$\frac{24}{48} \frac{24}{8}$

$\frac{1}{10}$



$LI = \beta sh$