



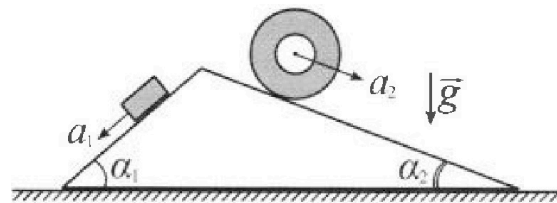
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

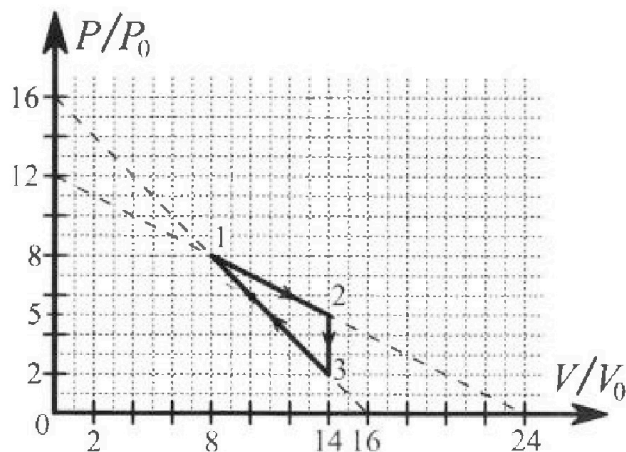


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

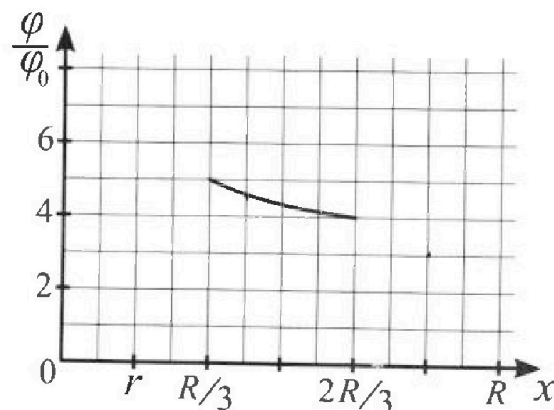
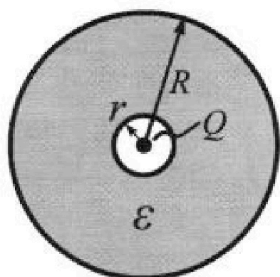
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



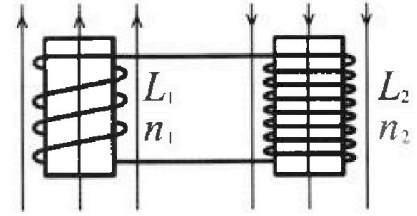
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

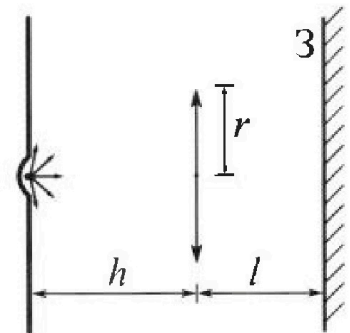


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[см^2]$  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 вылетел  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow a_{Kx} = 0.$

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

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

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

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

$\rightarrow$   
Не вылетел вышло.

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

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

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



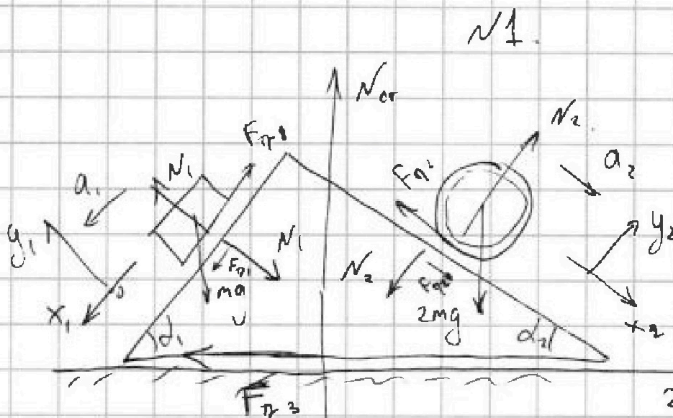


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 бруска не катится.

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 элемент пола 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  $\vec{h}$  о плоскости  $y, z$  дел  $\vec{h}$  цилиндра:

$$Ox_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_{T2} = 2m a_2.$$

$$Oy_2: \text{возврат } N_2 - 2mg \cos \alpha_2 = 0 \leftarrow \text{т.к. в перпенд. кпл. плоскости унар. ось } y_2 \text{ связан с осью } z \text{ цилиндра}$$

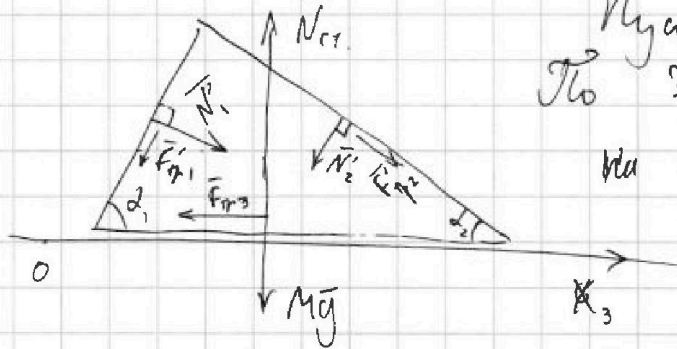
$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

$\frac{2}{13} mg$  и  $\frac{1}{2} mg$  и  $\frac{7}{28} mg$ .

$$F_{T2} = 2mg \sin \alpha_2 - 2m a_2$$

$$F_{T2} = 2mg \cdot \frac{5}{13} - 2m \cdot \frac{g}{4} = \frac{10}{13} mg - \frac{1}{2} mg = \frac{7}{28} mg.$$

4) Рассмотрим только клин:



Пусть масса клина  $M$ . По 3-ей 3-ю Ньютона на клин со стороны друга и цилиндра действующи силы, по модулю

равные  $F_{T1}$  и  $N_1$  - от друга - и  $F_{T2}$  и  $N_2$  - от ци-

линдра;  $\vec{N}'_1 = -\vec{N}_1$ ,  $\vec{N}'_2 = -\vec{N}_2$ ,  $\vec{F}'_{T2} = -\vec{F}_{T2}$ ,

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

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

сила реакции со стороны стола  $\vec{N}_{ст}$  и  $\vec{F}_{T3}$  со

стороны стола. Направим ее вверх (противоположно направле-

ние)



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  $p$ :~~

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

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

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

~~$= -\frac{3}{4} \frac{p_0}{\sqrt{0}} V^2 + 18 p_0 V - 96 p_0 \sqrt{0} = U_{1,2}(V)$~~

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

~~+  $\nu \nu \nu$   $\text{ран.}$~~

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

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

~~Найдём  $V_{\text{max}}$ . Д.  $Q_{12}(V_{\text{max}})$  вычисл.~~

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

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

Дано 3-1:

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

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

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

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

$$\frac{8}{5} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} = 16 p_0 \Rightarrow \sqrt{0} = 10 \sqrt{0}$$

Почка с  $\nu \nu \nu$  делит

3-3

$\Rightarrow$   $\nu \nu \nu$  делится



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  $z=0$

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

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

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

$$Q_{3c} = A_{1c} + \Delta A_{3c} = 16 p_0 \sqrt{v_0} - 16 p_0 \sqrt{v_0} + \frac{3}{2} (60 p_0 \sqrt{v_0} - 28 p_0 \sqrt{v_0}) =$$
$$= 32 p_0 \sqrt{v_0}$$

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

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

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, учитывая ось абсцисс на  $\sqrt{0}$ , ординат на  $p_0$ . Макс. температура газа в процессе 1-2 реализуется в точке касания изохоры 1-2 с изотермой  $pV = \text{const}$ .  
 Сам процесс 1-2 в размерных координатах имеет вид  $p = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} + 12p_0$ . Найдем точку касания (пусть это точки B) через равенство производных обеих функций и их значений в точке B:

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

$$\begin{cases} -\frac{p_B}{\sqrt{0}} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \\ p_B = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} + 12p_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} p_B = \frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} \\ \frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} + 12p_0 \Rightarrow \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{p_0}{\sqrt{0}} \sqrt{0} = 12p_0 \Rightarrow \sqrt{0} = 12\sqrt{0}$$

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

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

$$\sqrt{0} \cdot p_B = \sqrt{RT_B} \Rightarrow T_B = \frac{72p_0\sqrt{0}}{\sqrt{R}}$$

$$T_3: 2p_0 - 12\sqrt{0} = \sqrt{RT_3} \Rightarrow T_3 = \frac{28p_0\sqrt{0}}{\sqrt{R}} \Rightarrow$$

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







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  
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. направление цикла по часовой стрелке

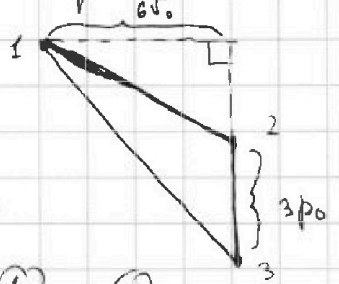
( $A_{12} > 0$ ,  $A_{21} < 0$  и  $|A_{12}| > |A_{31}|$ ,  $A_{23} = 0$  - изохорный процесс)

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

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

фигуры 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 является:  $i = 3$ .

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

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

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



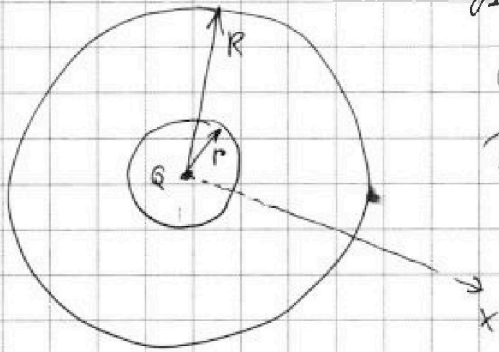
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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  $dx$  диэлектрика

заряд создает напряженность

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

В диэлектрике за счет

напряжения поле равно

диэлектрика. Если диэлектрическое поле равно

в  $\epsilon$  раз меньше, чем в вакууме  $dx$  диэлектрика:

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

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

потенциала по координате  $x$  равна напряжению  $E$  на эту ось.

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

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

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

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

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



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

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

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

Тогда также было можно в точке  $\frac{5}{2}r$   $\varphi_0$   
размерному графику  $\approx -\frac{3\varphi_0}{5r}$  ( $\frac{R}{6} = r \Rightarrow \frac{5}{2}r = \frac{5}{12}R$ )

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

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

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

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

~~$k$  можно не в точке  $x = \frac{5}{2}r$  моментально  
применяется закон  $\frac{4}{5} \varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5}{2}r}$~~

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

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

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

2)  $\varphi = \frac{4kQ}{15\epsilon r_0}$





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:  $\dot{I}_1 = \frac{dS}{L_1} = \frac{dS n}{L_1}$

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: взаимная индукция:

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

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

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

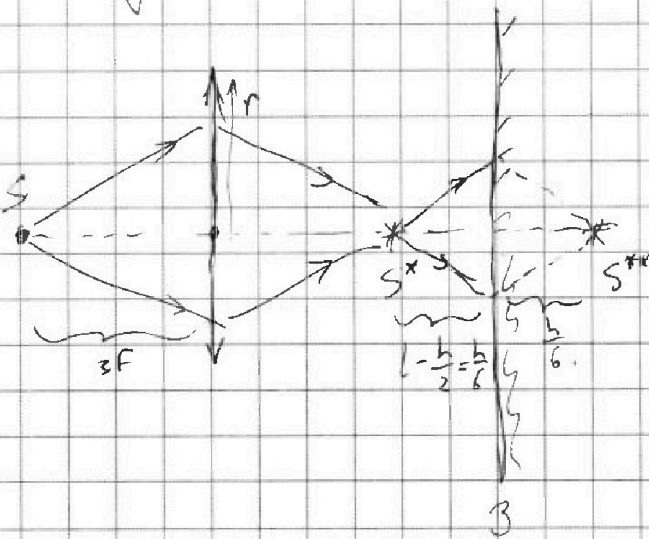
Ищем: 1)  $I_1 = \frac{dS \ln 4}{L}, I_2 = 0$

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 индуктивно связан

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

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



~~Взаимодействие~~  
Узнаем  $S^*$  в центре антенны  $S^{**}$  на том же расстоянии  $\frac{h}{6}$  от центра.

Если  $S^*$  систем действ. предметом для нас:

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



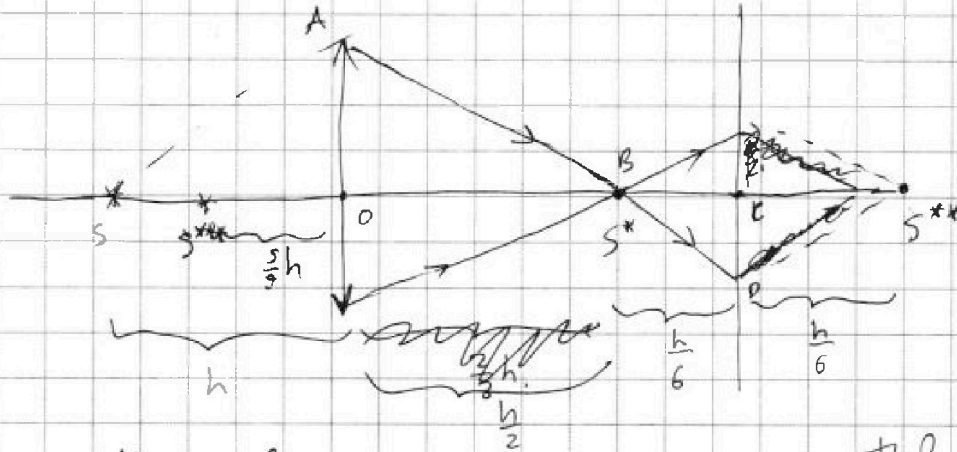
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

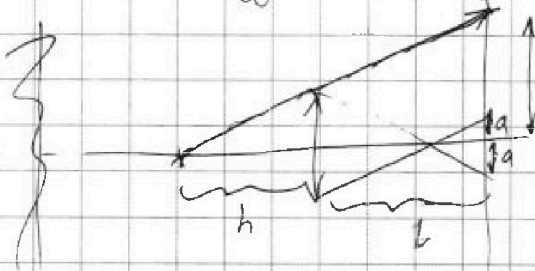
СТРАНИЦА  
2 из 3

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!

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



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



из подобия  $\Delta^{kot}$ :

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

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

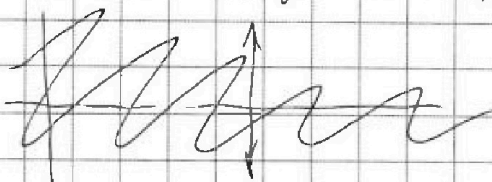
~~или~~  $a$  тоже выразим через подобие:

$$\frac{a}{r} = \frac{b}{\frac{2}{3}h} \Rightarrow \frac{1}{3}r = a$$

Тогда площадь кольца, которая на Земле:

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

Тогда площадь кольца на стене:





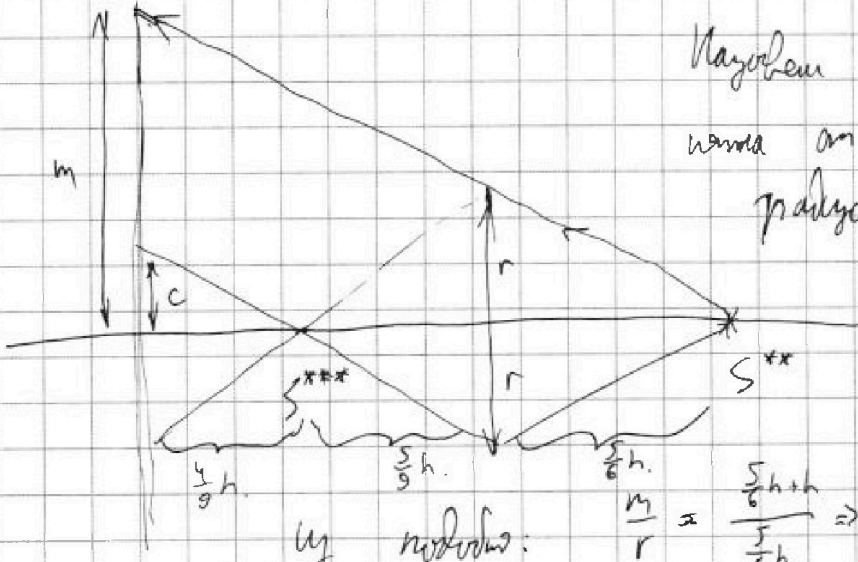
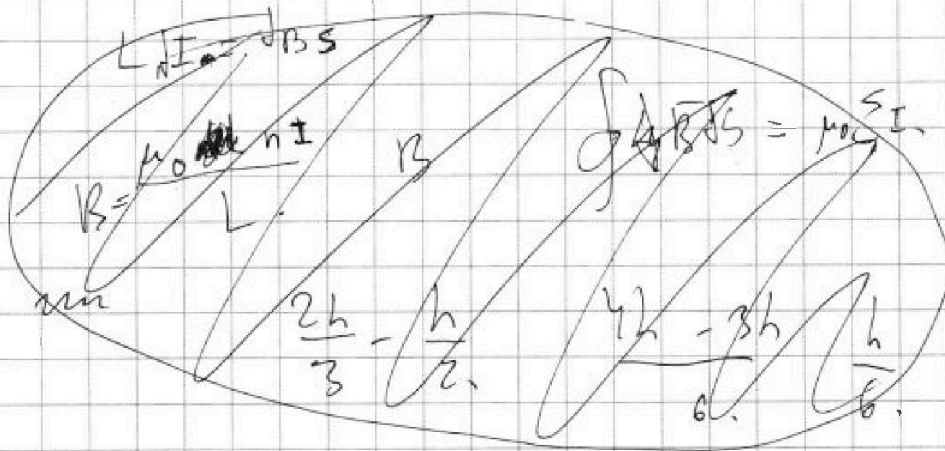


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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  
зная от  $S^{**}$  как  $c$ ,  
радиусы разных диаметров  
крупнейших  
мелких от  $S^{**}$   
как  $m$ .

из подобия:  $\frac{m}{r} = \frac{\frac{5}{9}h + h}{\frac{5}{9}h} \Rightarrow \frac{11}{5}r = m$

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

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!

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

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

$\frac{3}{2}$  ~~12~~ 6. ~~108~~ 64

~~12~~

$$\begin{array}{r} 36 \\ + 3 \\ \hline 108 \\ \hline 64 \\ \hline 44 \end{array}$$

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

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

12

12

74 ~~28~~  
12

12  
 $\frac{3}{2}$

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

$$\begin{array}{r} 16 \\ + 3 \end{array}$$

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

6

~~108~~  
48

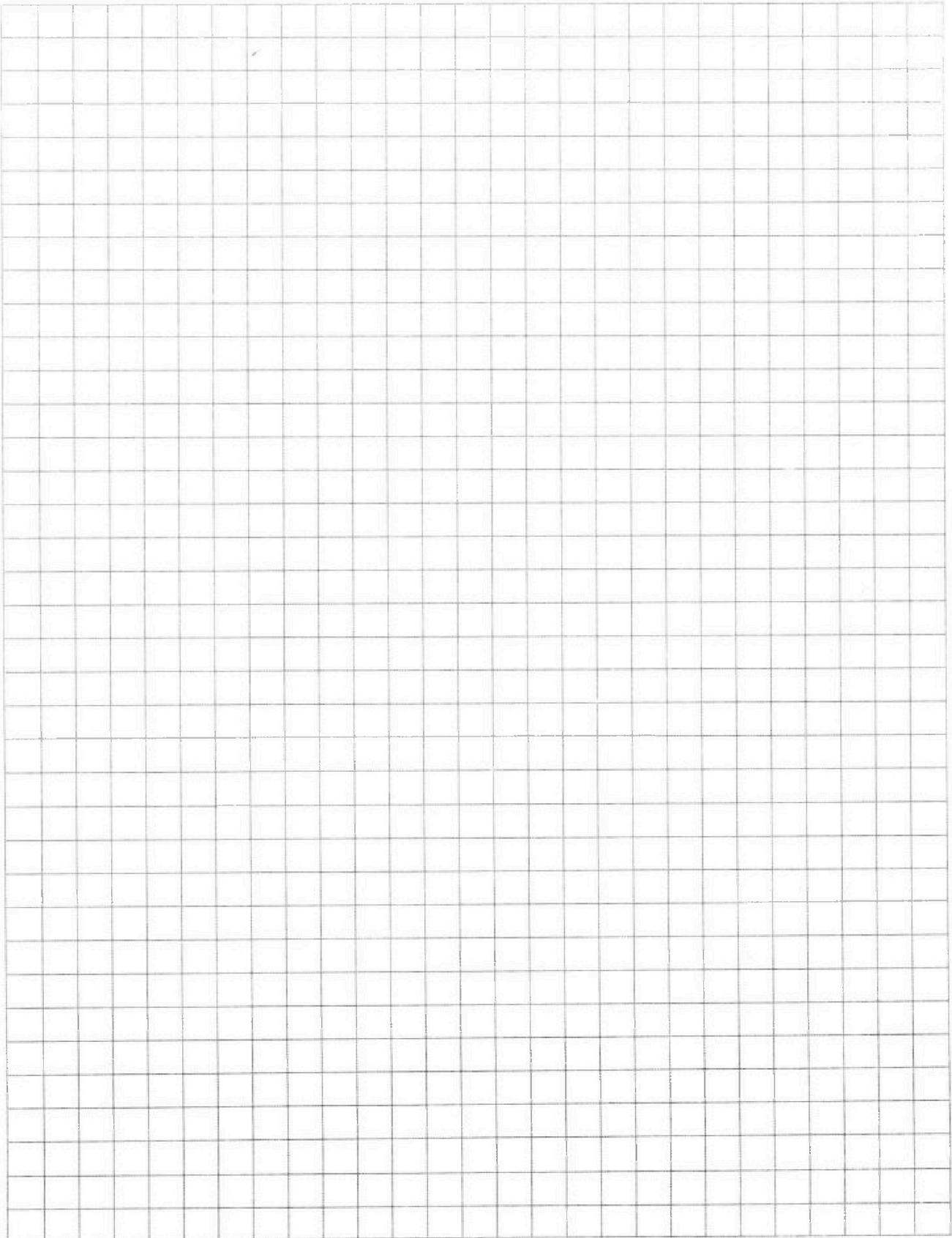


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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







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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

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

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a block on an inclined plane and a cylinder on a horizontal surface.

**Diagram 1:** Shows a block on an inclined plane with angle  $\alpha$ . Forces acting on it are gravity  $Mg$ , normal force  $N$ , and friction force  $F_{tr}$ . The acceleration is  $a = \frac{g}{4}$ .

**Diagram 2:** Shows a cylinder on a horizontal surface. Forces acting on it are gravity  $Mg$ , normal force  $N$ , and friction force  $F_{tr}$ .

**Equations:**

$$\frac{dQ}{dx} = \frac{d}{dx} \left( \frac{1}{2} kx^2 \right) \cdot x^{-1}$$

$$= \frac{kx}{2} \cdot \frac{1}{x^2} = \frac{k}{2x}$$

$$\frac{dQ}{dx} = -\frac{3kx}{2}$$

$$kx = 3kx$$

$$20 - 13 = \frac{7}{26}$$

$$\frac{120}{42} = \frac{1058}{1560}$$

$$\frac{1950}{13^2 \cdot 5^2} - \frac{1560}{13^2 \cdot 5^2}$$

**Calculations:**

$$\frac{3}{5} - \frac{6}{13}$$

$$\frac{39}{65} - \frac{30}{65} = \frac{9}{65}$$

$$\frac{120}{78} = \frac{1058}{390}$$

$$\frac{1950}{13^2 \cdot 5^2} - \frac{1560}{13^2 \cdot 5^2}$$

**Final Answer:**  $50$

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

$LI = 0$

$pV + Vp = 0$

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

$LI = k_a$

$\frac{dL}{L} = -\frac{p}{V}$

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

$-7 p_0 = 12 p_0 - 5 p_0$

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

$\frac{1}{92} \frac{288}{44} \frac{1}{32}$

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

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

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

$\frac{288}{44} \frac{1}{32}$

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

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

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

$-\frac{20 p_0}{15}$

$\frac{213}{67}$

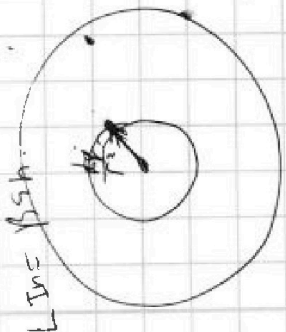
$\frac{1}{10} \frac{1}{10}$

$\frac{288}{24} \frac{1}{48} \frac{1}{12} \frac{1}{24}$

$\frac{288}{24} \frac{1}{48} \frac{1}{12} \frac{1}{24}$

$\frac{24}{48} \frac{1}{8}$

$\frac{24}{48} \frac{1}{8}$



$\frac{20}{15} \frac{1}{15}$

$\frac{20}{15} \frac{1}{15}$