



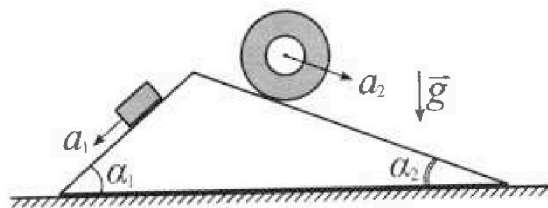
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

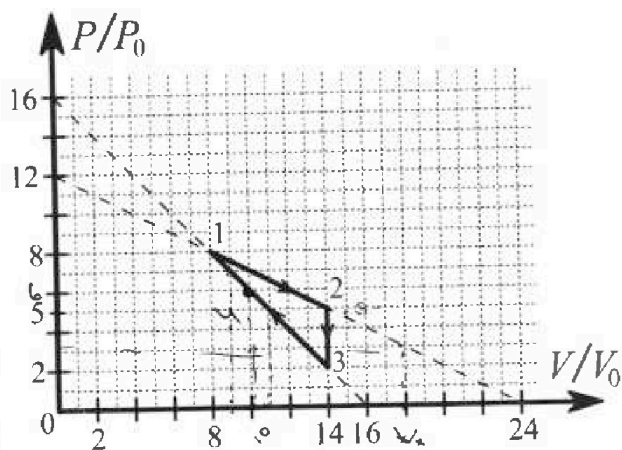
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

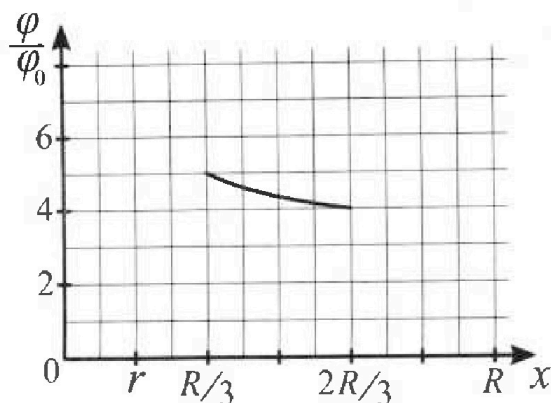
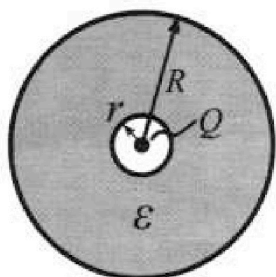


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





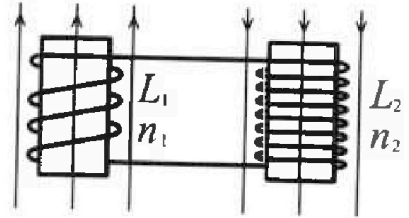
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

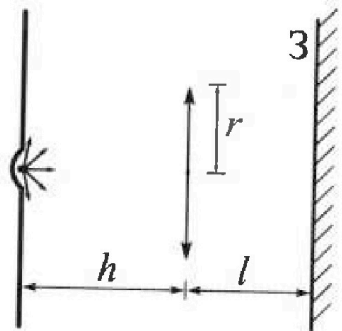


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале 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  $Z$ . 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  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

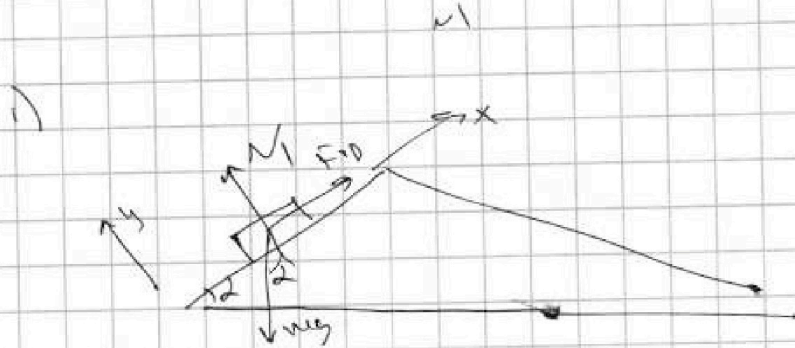


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



Рассчитаем силы на блоке:

2-й з.И на ось y:  $N = mg \cos \alpha$

$\Rightarrow N = \frac{4mg}{5}$ ;  $F_{tr} = \mu N$

2-й з.И на ось x:

$mg \sin \alpha - \mu N = ma$

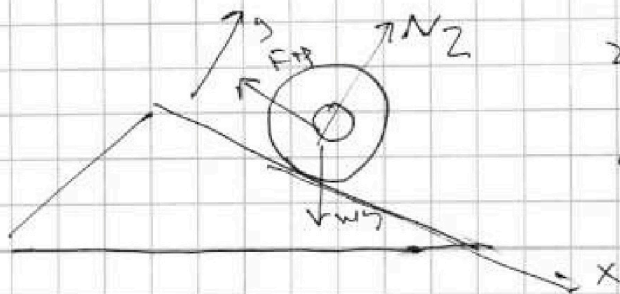
$\frac{3mg}{5} - \mu \cdot \frac{4mg}{5} = \frac{6mg}{13}$  ~~сложим~~

~~$\frac{3}{5} - \frac{4}{5} \mu = \frac{6}{13}$~~   $F_{tr} = \mu N = \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}\right) mg =$

~~$\frac{4}{5} \mu = \frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39}{65} - \frac{30}{65} = \frac{9}{65}$~~   $= mg \left(\frac{39}{65} - \frac{30}{65}\right)$

$\Rightarrow \mu = \frac{9 \cdot 5}{65 \cdot 4} = \frac{9}{13 \cdot 4} = \frac{9}{52} \Rightarrow F_{tr} = \frac{9mg}{65}$

2)



2-й з.И на ось y

$N_2 = 2mg \cos \alpha$

$F_{tr2} = 2mg \sin \alpha - 2ma_2$



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  
2 из 2

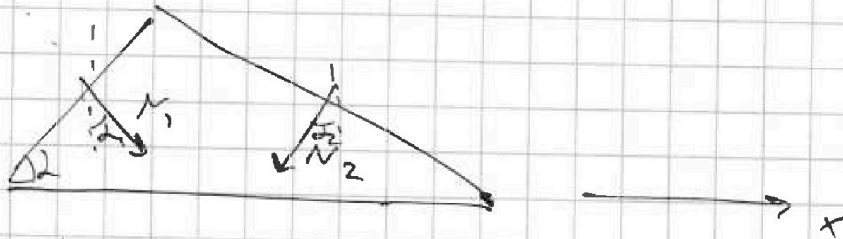
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$F_{+P_2} = \frac{2mg \cdot 5}{13} - \frac{2mg}{4} = mg \left( \frac{10}{13} - \frac{2}{4} \right) = mg \left( \frac{40}{52} - \frac{26}{52} \right)$$

$$= \frac{14}{52} mg = \frac{7}{26} mg$$

3)

Найдем проекции  
N на ось x:



$$N_{px} = N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$= \frac{4}{5} mg \frac{3}{5} - 2mg \frac{12}{13} \frac{5}{13} = mg \left( \frac{12}{25} - \frac{120}{169} \right)$$

т.к. тригонометрия  $N_{px} = -F + P_x$

$$\Rightarrow F_3 = mg \left( \frac{12}{25} - \frac{120}{169} \right) = \frac{169 \cdot 12 - 120 \cdot 25}{25 \cdot 169}$$

$$= \frac{2028 - 3000}{4225} = -\frac{972}{4225} mg$$

Ответ:  $\frac{9mg}{65}$ ;  $\frac{9}{26} mg$ ;  $\frac{972}{4225} mg$



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

1  2  3  4  5  6  7

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!

12

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{обс}}} = \frac{\frac{3}{2} UR (T_2 - T_1)}{A_{12} - A_{21} - A_{31}} \quad \text{Кантэгіс}$$

могуте  $A_{\text{обс}}$ , как площадь пог

зра сракоу =  ~~$\frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 6 \cdot V_0 = 24 P_0 V_0$~~

=  ~~$\frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 6 \cdot V_0 = 24 P_0 V_0$~~  это площадь треугольника 123

$$P_2 \cdot V_2 = UR T_2 = 5 P_0 V_0 = 70 P_0 V_0$$

$$P_1 \cdot V_1 = 8 P_0 \cdot 6 V_0 = 64 P_0 V_0$$

$$|\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$A = \frac{(5-2) P_0 \cdot 6 V_0}{2} = \frac{3 P_0 \cdot 6 V_0}{2} = 9 P_0 V_0$$

работа подпитателя

$$\Rightarrow \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = 1$$

$$2) T_3 = \frac{UR \cdot 14 V_0 \cdot 2 P_0}{UR} = \frac{28 P_0 V_0}{UR}$$

Кантэгіс зав-те  $P(V)$  в процессе 1-2  
на 2-й шаг токман  $(2 P_0; 6 V_0)$  и  $(5 P_0; 14 V_0)$

$$= 7 P_0 = 12 P_0 - \frac{V P_0}{2 V_0}$$

$$\Rightarrow T_x = \frac{P V}{UR} = \frac{(12 P_0 - \frac{V P_0}{2 V_0}) V}{UR} \rightarrow \max$$



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!

$$\frac{12P_0V - V^2P_0}{2V_0} \rightarrow \text{нет} \rightarrow \text{это параболы}$$

= максимизируем в вершине

$$V_{\text{опт}} = \frac{-b}{2a} = \frac{12P_0}{\frac{P_0}{V_0}} = 12V_0 \Rightarrow \text{в точке}$$

$12V_0$  и  $6P_0$  Т.е. процессе 12 макс

$$T_{12\text{м}} = \frac{12 \cdot 6 P_0 V_0}{J P} = \frac{72 P_0 V_0}{J P}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{12\text{м}}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

3)  $A_{\text{пол}} = 9P_0V_0$  - максимизируем из произвольного пункта

Найдём  $Q_{21} + Q_{23} = Q_{13}$ , где 210

все  $Q_{ij}$ . Очевидно в процессе 2-3 тепло только отводится и к работа совершена нулевая, а вн. энергия уменьшается.

$\Rightarrow Q_{23} = 0$ . Найдём точку касания адиабаты и процесса 1-2 и прое 1-3

$$\text{адиабата: } PV^\gamma = \text{const. } PV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

Пусть адиабата касается в точке  $P_x V_x$

$\Rightarrow$  производные равны

$$P = \frac{P_x V_x^{\frac{5}{3}}}{V^{\frac{5}{3}}} \Rightarrow P'_V = -\frac{5P_x V_x^{\frac{5}{3}}}{3 V^{\frac{8}{3}}}$$

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

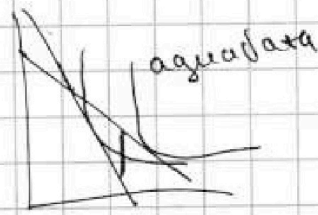
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$P'_0 = -\frac{2P_0}{2V_0}$$

(где 1-2)

$$P'_V = -\frac{P_0}{V_0}$$

(где 1-3)



где 1-2

$$-\frac{P_0}{2V_0} = -\frac{5}{3} \frac{P_x V_x^{5/3}}{V_x^{8/3}} = -\frac{5}{3} \frac{P_x}{V_x}$$

$$\Rightarrow \frac{P_x}{V_x} = \frac{3}{10} \frac{P_0}{V_0} \Rightarrow \text{также по абзцу}$$

$$\text{уравнения, что } \frac{V_x}{2uV_0} = \frac{2P_0 - P_x}{12P_0}$$

$$\text{можно получить, что } \frac{V_x}{2uV_0} = \frac{5}{8}$$

$\Rightarrow V_x = 15V_0$ , эта точка лежит правее 2.

$\Rightarrow$  следовательно в процессе 1-2

$$Q = \Delta A + \Delta U - \Delta Q - \text{должно } 0 \Rightarrow$$

$$Q_{12} = \Delta A_{12} + \Delta U_{12} - \Delta Q_{12} = (4-8)V_0 \cdot \frac{3 \cdot 15}{2} P_0 = 39P_0V_0$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 \text{ первого пункта} = -9P_0V_0$$

$$\Rightarrow Q_{12} = 30P_0V_0$$

но аналогично с 1-3 тогда касаясь адиабаты и 1-3 что  $\frac{V_x}{10V_0} = \frac{5}{8} \Rightarrow V_x = 10V_0$

$\Rightarrow$  на отрезке от  $4V_0$  до  $10V_0$   $Q > 0$ , но  $Q < 0$

$$\text{найдем } Q_{13} = \Delta A + \Delta U = \frac{6+2}{2} P_0 \cdot 4V_0 + \frac{3}{2} (60P_0V_0 - 28P_0V_0)$$

$$= -16P_0V_0 + 48P_0V_0 = 32P_0V_0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{13}} = \frac{9P_0V_0}{(30+32)P_0V_0} = \frac{9}{62}$$



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 △

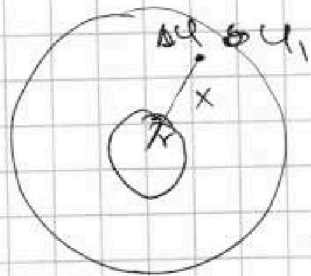
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

1) Найти потенциал на границе шара (расстоянием  $R$ ) это эквивалентно потенциалу точечного заряда  $Q$  на расстоянии  $R$  (т.к. диэлектрик не влияет на поле за своим пределом)

$$\Rightarrow \varphi_1 = \frac{kQ}{R^2} \quad \text{где } k = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0} \quad \text{поле в диэлектрике}$$

$$E = \frac{kQ}{\epsilon R^2}$$



$\Rightarrow \Delta\varphi$  - положительная разность потенциалов

$$\Delta\varphi = \int_{\frac{5}{8}R}^R \frac{kQ}{\epsilon R^2} dR = \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon \frac{5}{8}R}$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{\frac{5}{8}R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon R} \left( \frac{8}{5} - 1 \right) = \frac{kQ}{5\epsilon R}$$

$$\Rightarrow \varphi_x = \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$$

2) По аналогии с предыдущим пунктом найдем  $\varphi_1$  - потенциал в точке  $\frac{8}{5}R$  и  $\varphi_2$  - потенциал в точке  $\frac{5}{8}R$ .





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!

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right); \varphi_2 = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{2\epsilon} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}} = \frac{\epsilon + 2}{\epsilon + \frac{1}{2}} = \frac{5}{4}$$

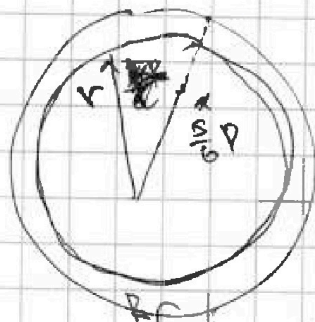
$$(\epsilon + 2)4 = 5 \left( \epsilon + \frac{1}{2} \right)$$

$$4\epsilon + 8 = 5\epsilon + 2,5 \Rightarrow \epsilon = 8 - 2,5 = 5,5$$

РР. 1) пункт, если  $r > x$

То формула для  $\varphi_x$  внешнего элемента

~~$$\varphi_x = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{R}{r} \right) \varphi_x = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{R}{r} \right)$$~~



~~$$\varphi_x = \frac{6kQ}{5R} \varphi_x = kQ$$~~
~~$$\Delta\varphi = \varphi_x = \frac{6kQ}{5R} - \Delta\varphi$$~~

$$\Delta\varphi = \frac{kQ}{R} \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon} = \frac{kQ(\epsilon - 1)}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\Rightarrow \varphi_x = \frac{kQ}{R} \left( \frac{6}{5} - \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \right)$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

1)  $\rightarrow$  Поток через 1-ую катушку

$$\Phi_1' = LI' = -\mathcal{E}_1$$

Сумма потоков через 2 катушки

$$\Phi_2' = \frac{dB}{dt} n_2 S + 6LI' = -\mathcal{E}_2$$

$\rightarrow$  катушки соединены

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$$

$$LI' = 2 \cdot 4nS + 16LI'$$

$$\Rightarrow I' = \frac{4nS}{15L}$$

2)  $\rightarrow$  Поток  $\Phi_1$  - вл. поток  
через 1 катушку

$\Phi_2$  - вл. поток через вторую катушку.

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$$

$\rightarrow$  к  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$   
и др. в направлении  
противоположных

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + L \frac{dI}{dt} = 16L \frac{dI}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt}$$

$$d\Phi_1 + L dI = 16L dI - d\Phi_2$$

Перенесем к одной переменной

$$d\Phi_1 + d\Phi_2 = 15L dI$$

$$\Delta I = I_k - 0$$



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  
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!

$$I_k = \frac{\Delta p_1 + \Delta p_2}{15L} = \frac{\frac{2}{3} \text{Bon}S + \frac{3}{4} \text{Bon}S}{15L}$$
$$= \frac{\text{Bon}S}{L} \left( \frac{\frac{2}{3} + 3}{15} \right) = \frac{\text{Bon}S}{L} \frac{11}{45}$$

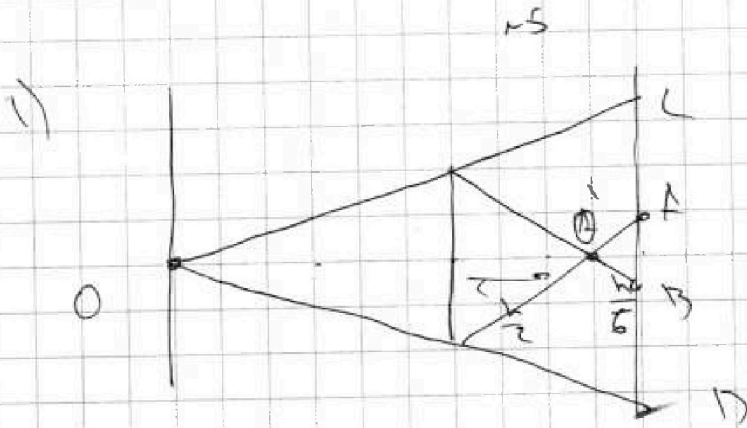
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



O - ското чина на формулу тождества

и т.д.

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{h}{2} \text{ То есть}$$

вершина радиус кривизны совпадает в том

же расстоянии  $\frac{h}{2}$  от линзы и расстояния

$$\frac{2}{3h} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6} \text{ от зеркала} \Rightarrow \text{из этого}$$

$$AB = \frac{2h}{3}$$

При этом на области зеркала высекается C и линия D также

будет высекается  $\Rightarrow CD$  и т.д.

$$2r \cdot \frac{5}{3} = \frac{10}{3} r \Rightarrow \text{Найдём площадь}$$

$$\text{теплой части } S_{\text{т}} = \frac{CD^2}{4} \pi - \frac{AB^2}{4} \pi =$$

$$= \frac{100}{9} \cdot \frac{25}{4} \pi - \frac{4 \cdot 25}{9 \cdot 4} \pi = \frac{\pi}{9} (25^2 - 25) = \frac{\pi \cdot 24 \cdot 25}{9}$$

$$= \pi \cdot \frac{8 \cdot 25}{3} = \frac{200\pi}{3} \text{ см}^2$$

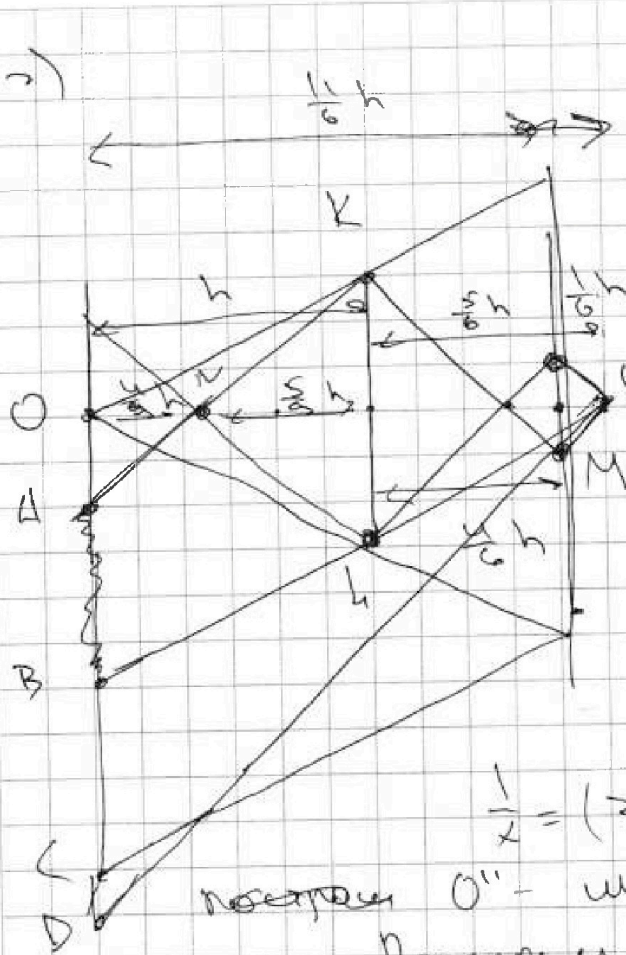


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



Поле отражений  
в зеркале под углом  
минимальный источник  
на расстоянии  $\frac{1}{6}$  от  
зеркала и расстоянии  
 $\frac{5}{6}h$  от линзы  
Тогда его второе  
изображение  
из формулы тонкой  
линзы:

$$\frac{3}{h} = \frac{6}{5} h \cdot \frac{1}{v} \Rightarrow x = \frac{5}{9} h$$

$$\frac{1}{x} = (3 - \frac{6}{5}) \frac{1}{h} = \frac{9}{5} \frac{1}{h} \Rightarrow x = \frac{5}{9} h$$

построим  $O''$  - минимальный источник в  
зеркале. Построим лучи  $O''L$ ,  $O''M$ ,  $KM$   
(см. рисунок). Из подобия треугольников  
найдём:  $OA = \frac{4}{5} r$ ,  $OB = \frac{11}{5} r$   
 $BD$  - линзой освещено

часть  $\Rightarrow S_T = \left(\frac{4}{5}r\right)^2 \pi - \left(\frac{11}{5}r\right)^2 \pi = \left(\frac{4}{5}r\right)^2 \pi =$   
 $= \frac{121 - 25}{25} \pi = \frac{16 \cdot 25}{25} \pi = \pi(121 - 16) = 105 \pi \text{ см}^2$



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

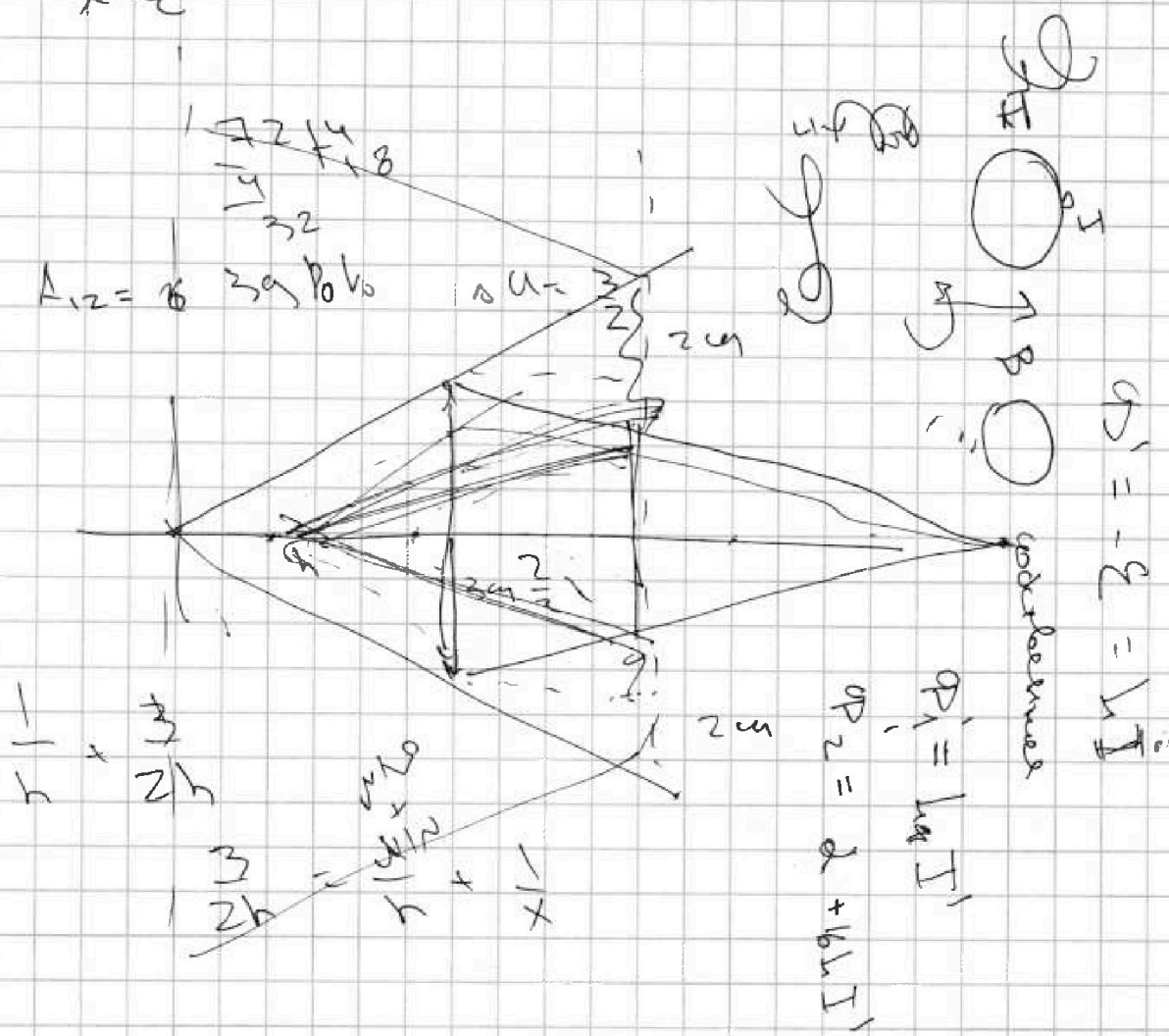
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

✓2

1) Поле внутри полости от точечного заряда  $E_{св} = \frac{kQ}{r^2}$  → поле в диэлектрике

$E_{в} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$  → при  $r > \frac{5}{6} R$



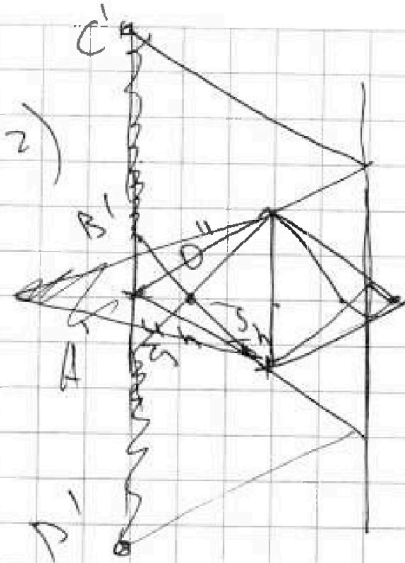


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!



25  
После отразим  
в зеркале и получим  
минимум источника  
на расстоянии  $h$   
от зеркала и  $\frac{h}{2} + \frac{h}{3} = \frac{5h}{6}$   
от линзы.

Снова запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{3}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{v} \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{3} - \frac{6}{5h} = \frac{2h}{15} - \frac{6}{5h}$$

$\Rightarrow h = \frac{5}{9}h$ . Во второй раз, линза  
обернется в точку  $O''$  на расстоянии  
 $\frac{5}{9}h$  от линзы  $\Rightarrow A'B'$  из положения

$\frac{8}{5}h$ .  $C'D'$  из положения в 2 раз

больше  $CD \Rightarrow C'D' = \frac{20}{3}h$ .

$$\Rightarrow r = \frac{(C'D')^2}{4} \pi - \frac{(A'B')^2}{4} \pi = \frac{20^2 \cdot 25 \pi}{9 \cdot 4} - 64 \pi$$

$$= \frac{100 \cdot 25 - 64 \cdot 9}{4} \pi = 2436 \pi$$



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 \_

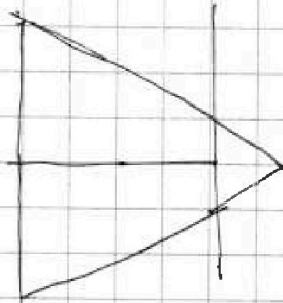
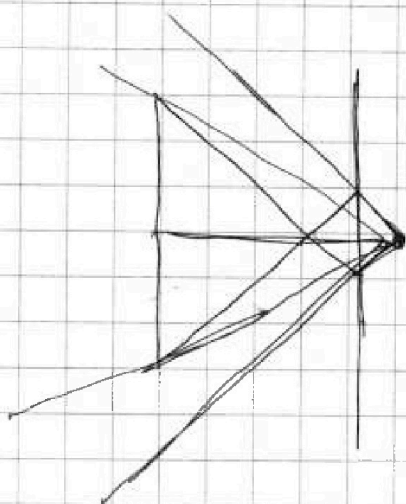
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$h = \frac{2}{3}h - \frac{5}{9}h$$

$$\left(\frac{8}{3} \cdot 9\right)^2 \pi - \left(\frac{5}{3}\right)^2 \pi$$

$$\frac{25^2}{9} - \frac{25}{9}$$

$$\frac{24 \cdot 25}{9}$$



$$\frac{121}{16} \cdot 105$$

$h = \frac{2}{3}h - \frac{5}{9}h$   
 $h = \frac{2}{3}h - \frac{5}{9}h$   
 $h = \frac{2}{3}h - \frac{5}{9}h$



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.

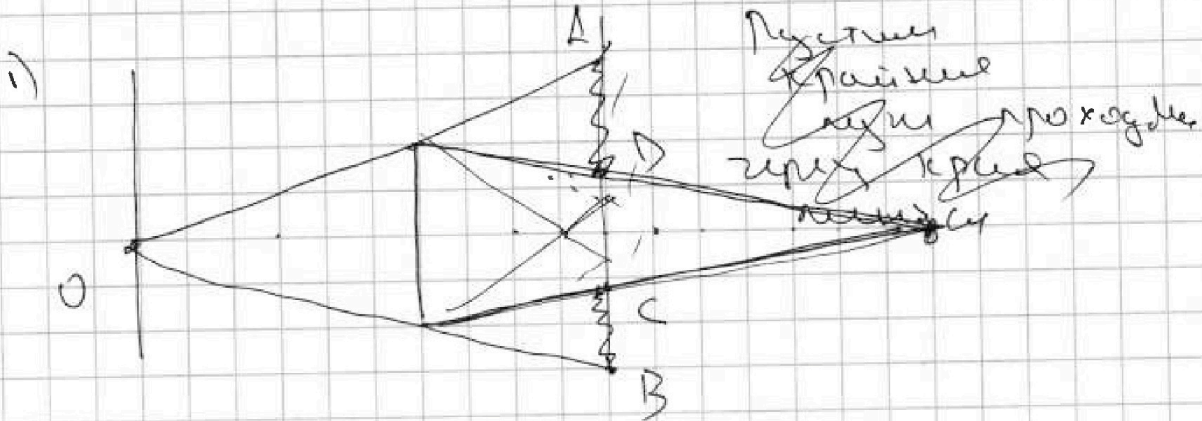


1  2  3  4  5  6  7

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!

15



Пусть  $O$  - источник. Тогда по формуле тонкой линзы.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{x} = \frac{2}{h} \Rightarrow$$

$$\frac{2}{3}h + h = \frac{5}{3}h$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 6 \times \\ \cdot 9 \\ \hline 2500 \\ 64 \\ \hline 2436 \end{array}$$

$$\frac{25}{3} = 64 \frac{1}{3}$$

$$\frac{160}{40}$$





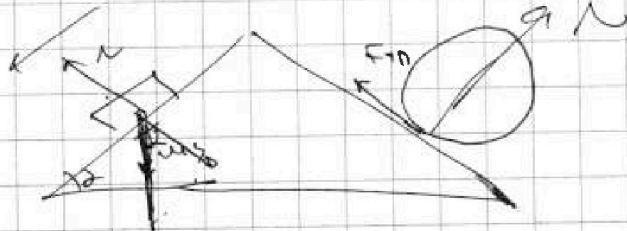
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\begin{array}{r} 11 \\ \cdot 169 \\ \cdot 12 \\ \hline 338 \\ \cdot 169 \\ \hline 2028 \end{array}$$

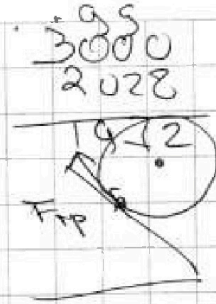


$$N = \frac{4mg}{5} \quad F_{\text{тр}} =$$

$$ma = \frac{3mg}{5} - F + 0$$

$$F + \mu = \frac{5}{13} - mg \frac{6}{13}$$

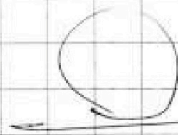
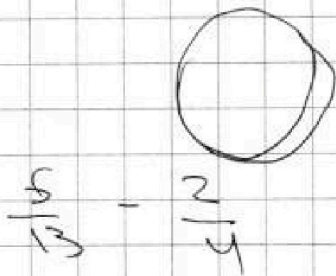
$$F + \mu = \frac{5}{13} mg - \frac{2mg}{4}$$



$$\begin{array}{r} 39 \\ \cdot 69 \\ \hline 270 \\ \cdot 169 \\ \hline 45 \\ \cdot 338 \\ \hline 15225 \end{array}$$

$$MR^2 \frac{a}{R} =$$

$$Ma = F_{\text{тр}}$$



$$\frac{2.5}{13} - \frac{2}{4} = \frac{1028}{4}$$

$$\frac{12}{25} mg - \frac{2.60}{152}$$

$$\frac{40}{512} - \frac{26}{524} = \frac{14}{52} = \frac{7}{26}$$

$$\frac{12}{28} - \frac{120}{109}$$

$$169 \cdot 25$$



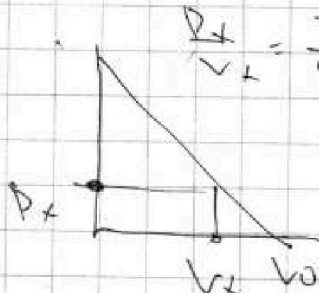
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\frac{P_x}{V_x} = \frac{3P_0}{10V_0} \rightarrow \frac{P_x}{P_0} = \frac{3}{10} \frac{V_x}{V_0}$$



$$\frac{P_x}{V_x} = \frac{3}{5} \frac{D_x}{V_A} \quad \frac{V_x}{V_A} = \frac{P_0 - P_x}{P_A}$$

$$\frac{V_x}{V_0} = 1 - \frac{P_x}{P_A}$$

$$\frac{3}{5} \frac{P_x}{P_A} = 1 - \frac{P_x}{P_A} \Rightarrow 1 = \frac{8}{5} \frac{P_x}{P_A}$$

$$\frac{P_x}{P_A} = \frac{5}{8}$$

$$\frac{D_x}{V_x} = \frac{3}{5} \frac{P_A}{V_A}$$

$$\frac{D_x}{P_0} = \frac{3}{10} \frac{V_x}{V_0}$$

$$\frac{D_x}{P_A} = \frac{3}{5} \frac{V_x}{V_A}$$

$$\frac{P_x}{V_x} = \frac{3}{5} \frac{D_x}{V_A} \Rightarrow \frac{P_x}{P_A} = \frac{3}{5} \frac{V_x}{V_A}$$

$$\frac{V_x}{V_A} = 1 - \frac{P_x}{P_A} \Rightarrow \frac{V_x}{V_x} = 1 - \frac{3}{5} \frac{V_x}{V_A}$$

$$\frac{V_x}{V_A} = 1 - \frac{3}{5} \frac{V_x}{V_A}$$

$$\frac{8}{5} \frac{V_x}{V_A} = 1$$

$$\frac{V_x}{V_A} = \frac{5}{8}$$

$$\Delta A_{u1} = -7P_0 \cdot 2V_0 = -14P_0V_0$$

$$\Delta M_{u1} = \frac{3}{2}(64 - 60)$$

Handwritten notes on the right side of the page, including the number 10, the word 'СИ', and some calculations involving 60 and 55.