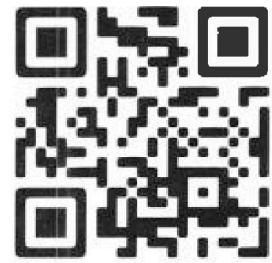


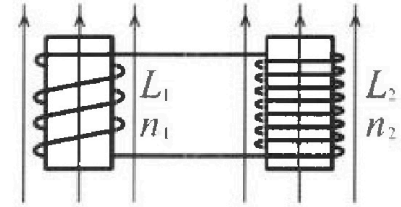
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

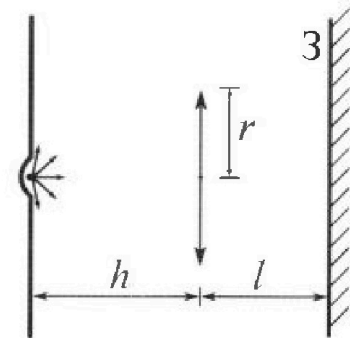


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 уменьшаться 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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  расположено параллельно стене плоское зеркало  $З$ . Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



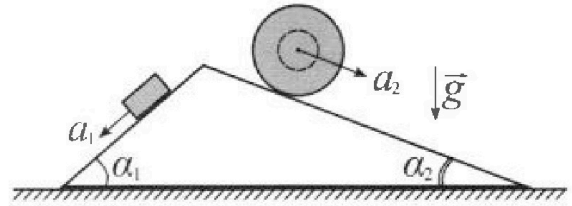
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (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  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ).

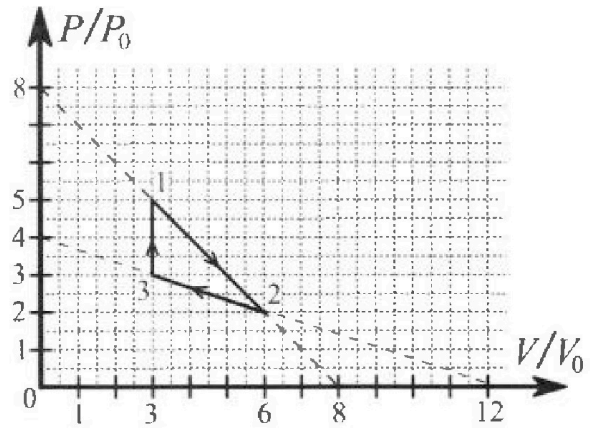


Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром 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.



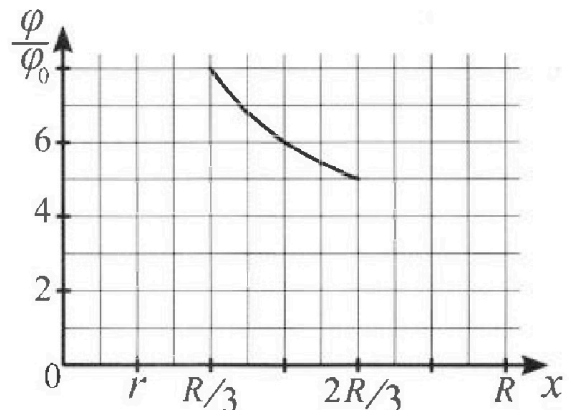
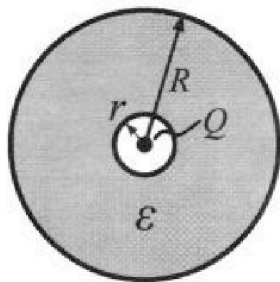
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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!

$$\frac{64}{1785} \text{ мг} \cdot \frac{153}{17} - 5 \text{ мг} \frac{15 \cdot 8}{17 \cdot 17} + \text{задача 1} \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{16}{85} \text{ мг} \cdot \frac{4}{5} = 2 F_{T13}$$

$$\frac{64 \cdot 3 - 75 \cdot 8}{17^2} \text{ мг} + \frac{17 \cdot 4 \cdot 3 - 16 \cdot 4}{25 - 17} = F_{T13}$$

$$- \frac{408}{17 \cdot 17} \text{ мг} + \frac{140}{25 \cdot 17} \text{ мг} = F_{T13}$$

$$\left( - \frac{24}{17} + \frac{28}{5 \cdot 17} \right) \text{ мг} = F_{T13}$$

$$\left( \frac{28 - 24 \cdot 5}{5 \cdot 17} \right) \text{ мг} = F_{T13}$$

$$- \frac{92}{85} \text{ мг} = F_{T13}$$

Ответ: 1)  $F_{T11} = \frac{46}{85} \text{ мг}$

2)  $F_{T12} = \frac{64}{85} \text{ мг}$

3)  $F_{T13} = \frac{92}{85} \text{ мг}$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 3 \\ \hline 192 \\ 408 \\ \hline 192 \\ \times 17 \\ \hline 34 \\ 68 \\ \hline 17 \\ \times 2 \\ \hline 34 \\ 17 \\ \hline 204 \\ \times 16 \\ \hline 64 \\ 140 \\ \hline 408 \\ \times 17 \\ \hline 34 \\ 68 \\ \hline 140 \\ \times 5 \\ \hline 70 \\ 28 \\ \hline 92 \\ \times 17 \\ \hline 15 \end{array}$$



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!

### Задача 1

Дано:

$$a_1 = \frac{4g}{17}; m$$

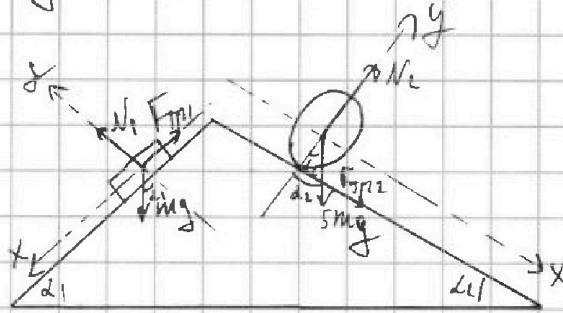
$$a_2 = \frac{6g}{25}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$



$$1) \quad mgs \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1} = ma_1; \quad N_1 = mg \cos \alpha_1$$

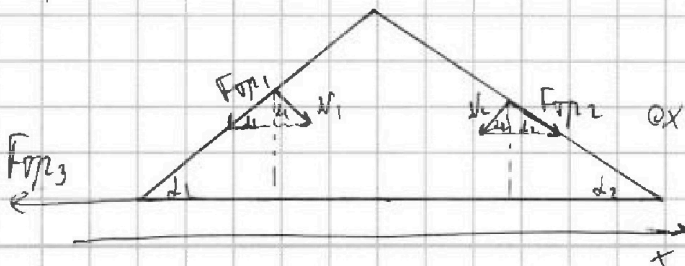
$$F_{\text{тр}1} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{4}{17} \right) = mg \left( \frac{3 \cdot 17 - 4 \cdot 5}{17 \cdot 5} \right) = mg \left( \frac{51 - 20}{85} \right) = \frac{31}{85} mg$$

$$2) \quad 5mg \sin \alpha_2 + F_{\text{тр}2} = 5mg a_2; \quad N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

$$F_{\text{тр}2} = 5mg(a_2 - \sin \alpha_2) = 5mg \left( \frac{6}{25} - \frac{8}{17} \right) = 5mg \left( \frac{17 \cdot 6 - 8 \cdot 25}{17 \cdot 25} \right) = 5mg \left( \frac{-8}{425} \right) = -\frac{8}{85} mg \Rightarrow$$

$\Rightarrow F_{\text{тр}2}$  в другую сторону

3)



Тогда на камни

$$\text{ox: } F_{\text{тр}2} \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1} \cos \alpha_1 = F_{\text{тр}3}$$



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  
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!

$$8P_0V - \frac{V^2}{V_0} P_0 = \text{максimum при } V = 4V_0$$

$$8P_0 - \frac{2V}{V_0} P_0 = 0$$

$$8 - \frac{2V}{V_0} = 0 \Rightarrow \underline{V = 4V_0} \Rightarrow \underline{P = 4P_0}$$

$$\text{Тогда } 2P_0 \cdot 6V_0 = 3RT_2$$

$$4P_0 \cdot 4V_0 = 3RT_1$$

$$\underline{\underline{\frac{T_1}{T_2} = \frac{16 \cdot 4}{12 \cdot 3}}}$$

в) V-к зависимость параболич.

$\Delta Q_{12} > 0$ ; а  $\Delta Q_{23} < 0$ ; чтобы найти  $\eta$  нам нужно  $\Delta Q_{12}$ .

$$\begin{aligned} \Delta Q_{12} &= \frac{3}{2} 3R(T_2 - T_1) + \frac{5P_0 \cdot 5V_0}{2} - \frac{4P_0 \cdot 4V_0}{2} = \\ &= \frac{3}{2} (16P_0V_0 - 12P_0V_0) + \frac{25 - 16}{2} P_0V_0 = \\ &= \left( \frac{3 \cdot 4}{2} + \frac{9}{2} \right) P_0V_0 = \frac{21}{2} P_0V_0. \end{aligned}$$

$$\Delta Q_{13} = \frac{3}{2} 3R(T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (15P_0V_0 - 9P_0V_0) = 9P_0V_0$$

Также для 3-2 найдем точку перемены знака температура.



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!

Задача 2

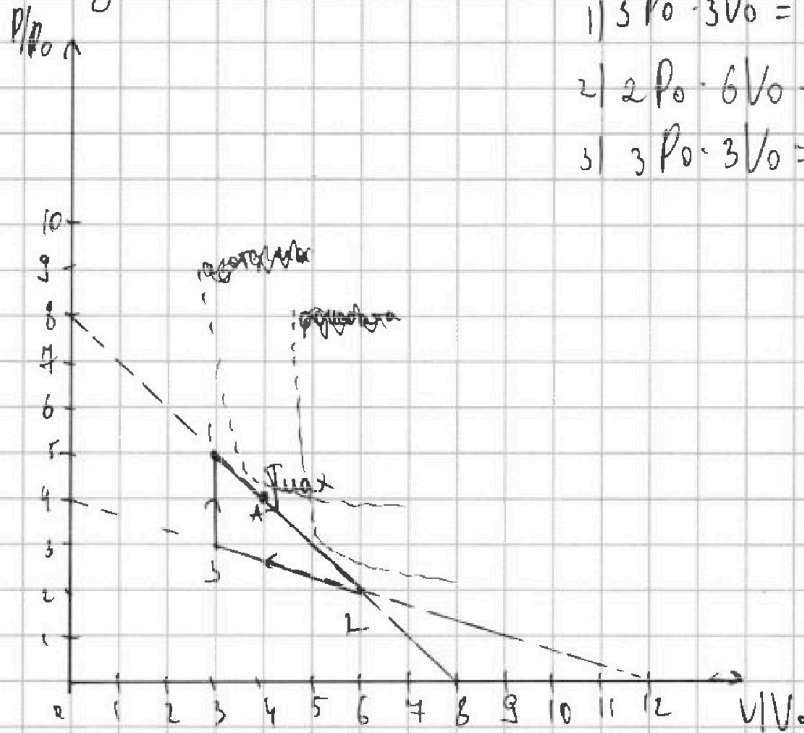
Дано:

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_y} = ?$$

$A_y$

$$\frac{T_m}{T_2} = ?$$

$$\eta = ?$$



$$1) 5 p_0 \cdot 3 V_0 = \nu R T_1$$

$$2) 2 p_0 \cdot 6 V_0 = \nu R T_2$$

$$3) 3 p_0 \cdot 3 V_0 = \nu R T_3$$

~~Для 1-3  $\int C_V dT = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + 0$~~

$$\int C_V dT = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + 0$$

$$a) 1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{15 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{9 p_0 V_0}{\nu R} \right) =$$

$$2) A_y = \frac{3 p_0 \cdot 3 V_0}{2} - \frac{p_0 \cdot 3 V_0}{2} = \frac{9 p_0 V_0}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{\Delta U_{31}}{A_y} = 3}$$

б) Нам нужно  $p \cdot V = \nu R T = \text{макс}$   $\frac{p \cdot V = \text{макс}}$

чисел  $\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} = 8$   $p = 8 p_0 - \frac{V}{V_0} p_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \left( 8 p_0 - \frac{V}{V_0} p_0 \right) \cdot V = \text{макс}$$



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!

$$\partial_2 R \Delta T = \frac{3}{2} \partial R \Delta T + A_f$$

$$\partial_2 R (T_u - T_1) = \frac{3}{2} \partial R (T_u - T_1)$$

$$A_f = \frac{15 p_0 V_0}{2} - \frac{pV}{2} - \frac{\partial R V_1}{2} - \frac{\partial R V_u}{2}$$

$$pV = \partial R T_u$$

$$15 p_0 V_0 = \partial R T_1$$

$$2 \partial R (T_u - T_1) = \frac{3}{2} \partial R (T_u - T_1) + \frac{1}{2} \partial R (T_u - T_1)$$

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

$$dp = dV$$

$$p dV = dV p \quad dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$pV = \partial R T$$

$$dQ = \partial C dT$$

$$d p V + d V p = \partial R dT$$

$$\partial C dT =$$

$$dQ = \frac{3}{2} \partial R dT + p dV = 0 - \text{адиабата.}$$

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

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

$$\frac{3}{2} \partial R dT + p dV = 0.$$

$$\frac{3}{2} d p V + \frac{3}{2} d V p + p dV = 0$$

$$\frac{3}{2} dV \quad \frac{3}{2} d p V + \frac{5}{2} p dV = 0$$

$$-\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} dV \cdot V + \frac{5}{2} dV \left( p_0 - \frac{V_0}{V_0} p_0 \right) = 0$$

$$-\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} dV V + \frac{5}{2} \cdot 8 p_0 dV - \frac{5}{2} \frac{V}{V_0} p_0 dV = 0$$

$$\frac{5}{2} \cdot 8 p_0 dV - \frac{8}{2} \frac{V}{V_0} p_0 dV = 0$$

$$p_0 dV \left( 20 - 4 \frac{V}{V_0} \right) = 0$$

$$V = 5 V_0$$

$$-d p V_0 \left( 20 - 4 \frac{V}{V_0} \right)$$

$$d p \left( 20 \cdot 4 V_0 - 20 V_0 \right) = 0$$



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 1

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!

Задача 3

Дано:

$r; R; Q; \epsilon$

$U_H = ?$

$\epsilon = ?$

$$\parallel \quad E = \frac{kQ}{r^2}; \quad E_H = \frac{E}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$

Когда при  $R > \frac{R}{6} = r$

$$U_T = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon R^2} (R - r) =$$

$$= \frac{6kQ}{R} + \frac{5kQ}{\epsilon R} = \frac{(36 + 5)kQ}{6\epsilon R} =$$

$$= \frac{41kQ}{6\epsilon R}$$

при  $\kappa = \frac{3R}{4} \Rightarrow U_H = \frac{41kQ}{6\epsilon \cdot \frac{3R}{4}} = \frac{164kQ}{18\epsilon R} =$

$$= \frac{82kQ}{9\epsilon R}$$

Когда

Задача





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 1

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:

$$L = L_1$$

$$L_2 = 3L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 3n$$

$$S$$

$$\dot{i} = ?$$

$$1) L \dot{i} = \overset{N_4}{BS} \Rightarrow \dot{i} = \underline{\underline{\frac{-2S}{L}}}$$

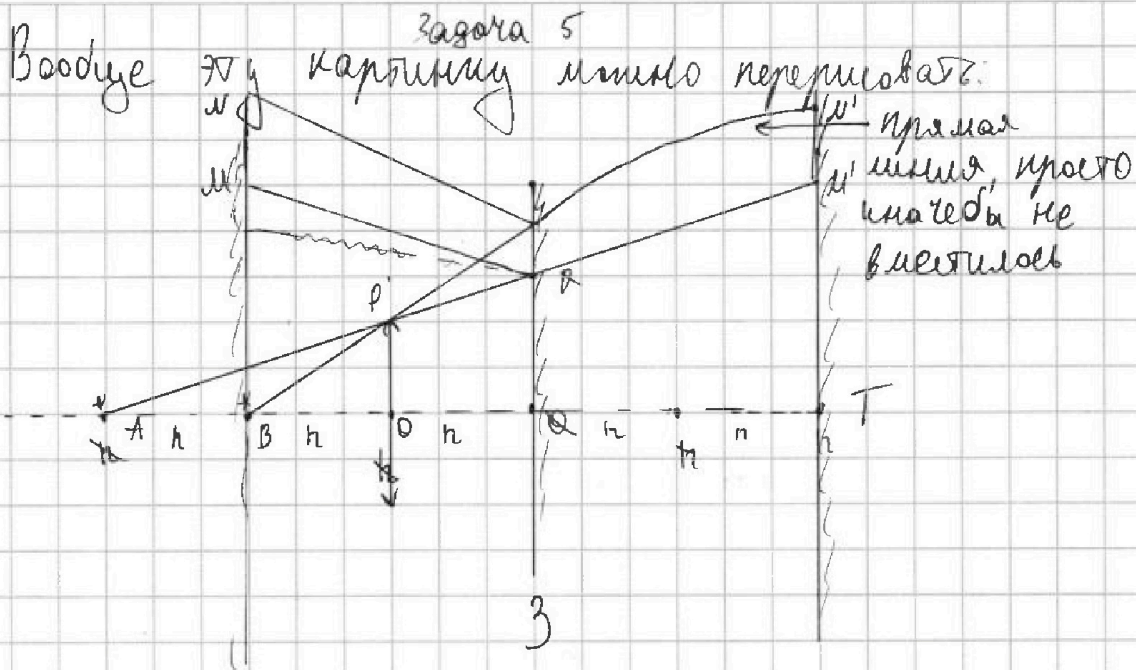


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



Тогда то запишем такие подобные треугольники

$$\triangle BPO \sim \triangle BM'T$$

$$\frac{PO}{M'T} = \frac{BO}{BT} = R \frac{h}{4h} \Rightarrow M'T = 4R$$

$$\triangle APO \sim \triangle AM'T$$

$$\frac{PO}{M'T} = \frac{AO}{AT} = \frac{2h}{5h} \Rightarrow M'T = \frac{5}{2}R$$

$$M'M' = 4R - \frac{5}{2}R = 8 - 5 = 3 \text{ см} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{M'M'} = 1,5 \text{ см} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_{\text{ос}} = 2 \cdot \pi R_{M'M'}^2 = 2 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \pi = 4,5 \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $S_3 = 0,5 \pi \text{ см}^2$ ;  $S_{\text{ос}} = 4,5 \pi \text{ см}^2$ .



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!

### Задача 5

Дано:

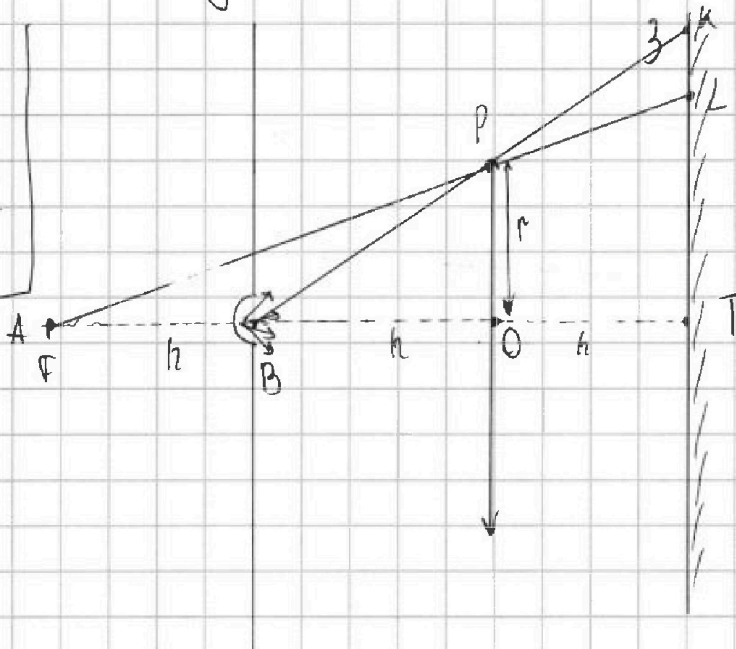
$$F = 2h$$

$$r = 2 \text{ см}$$

$$l = h$$

$$S_3 = ?$$

$$S_{\text{от}} = ?$$



Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{h} - \frac{1}{2h} = \frac{1}{2h} \Rightarrow \underline{f = 2h}$$

В той точке на экранной цодр. предмета, тогда проведем от этой точки (A) самый крайний луч, который касается зеркала.

И также проведем от предмета (B) луч, который не взаимодействует с линзой

Область KL и не будет освещена, и такая неосвещенная зона - 2 (верная и нишняя)

Потому что  $\triangle APO \sim \triangle ALT$ :  $\frac{PO}{LT} = \frac{AO}{AT} = \frac{2h}{3h} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow LT = \frac{3}{2} r = 3 \text{ см}$



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

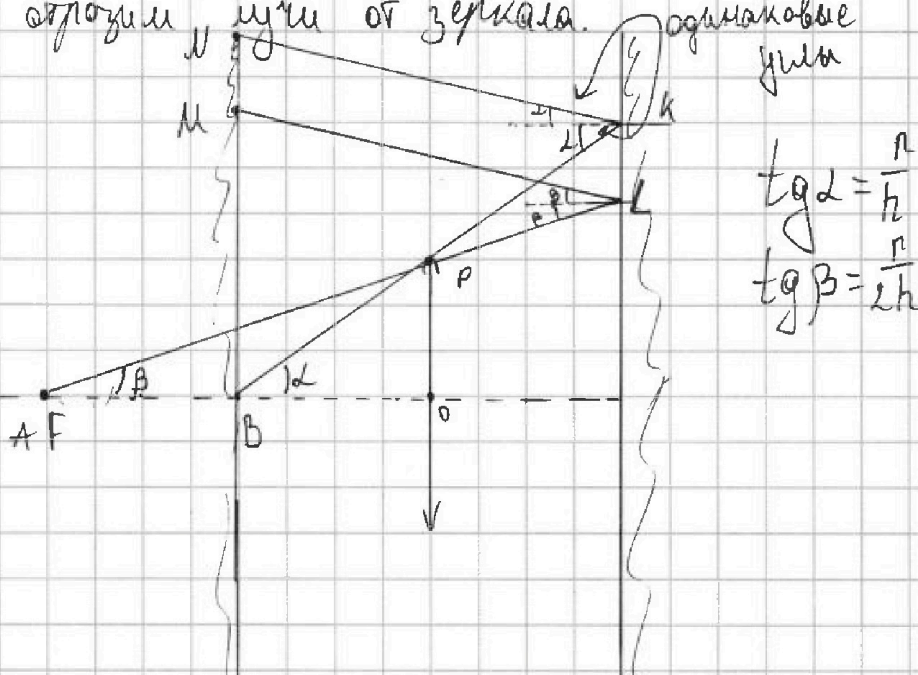
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5  
 $\Delta$ -ши  $BPO \sim BKV$ :  $\frac{PO}{KT} = \frac{BO}{BT} = \frac{h}{2h} \Rightarrow KT = 2r = 4 \text{ см}$

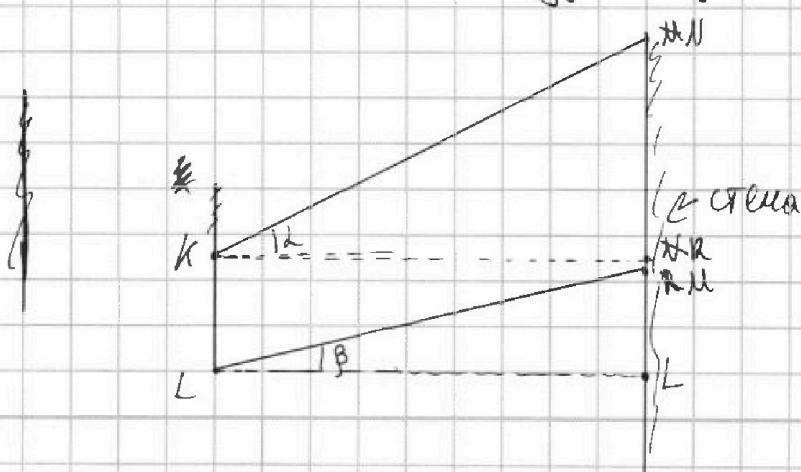
$\Rightarrow KL = 1 \text{ см} \Rightarrow r_{KL} = 0,5 \text{ см} \Rightarrow$

$\Rightarrow S_3 = 2 \cdot r_{KL}^2 \pi = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \pi = 0,5 \pi \text{ см}^2$

Тогда отразим  $n$  лучи от зеркала.



Тогда исходя из рисунка, на стене не будет видно  $MM$





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!

Задача 3

$$\begin{cases} P = 4P_0 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} P_0 \\ P \cdot V = \text{макс} \end{cases} \Rightarrow \left( 4P_0 - \frac{V P_0}{3V_0} \right) V = \text{макс}$$
$$4P_0 V = \frac{V^2 P_0}{3V_0} = \text{макс}$$
$$4P_0 - \frac{2V P_0}{3V_0} = \text{макс } 0$$
$$4 - \frac{2V}{3V_0} = 0$$
$$12V_0 = 2V \Rightarrow \underline{V = 6V_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{Q_{32} < 0} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \eta = \frac{Q_{32}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{A_{32}}{Q_{12} + Q_{32}} = \frac{3P_0 V_0}{\frac{2}{2} P_0 V_0 + 9P_0 V_0} = \frac{6P_0 V_0}{(2+18)P_0 V_0}$$
$$= \frac{6}{39} = \frac{2}{13}$$

Ответ: 1)  $\frac{dA_{32}}{A_{32}} = 3$

2)  $\frac{\gamma_{\text{м}}}{\sqrt{2}} = \frac{4}{3}$

3)  $\eta = \frac{2}{13}$

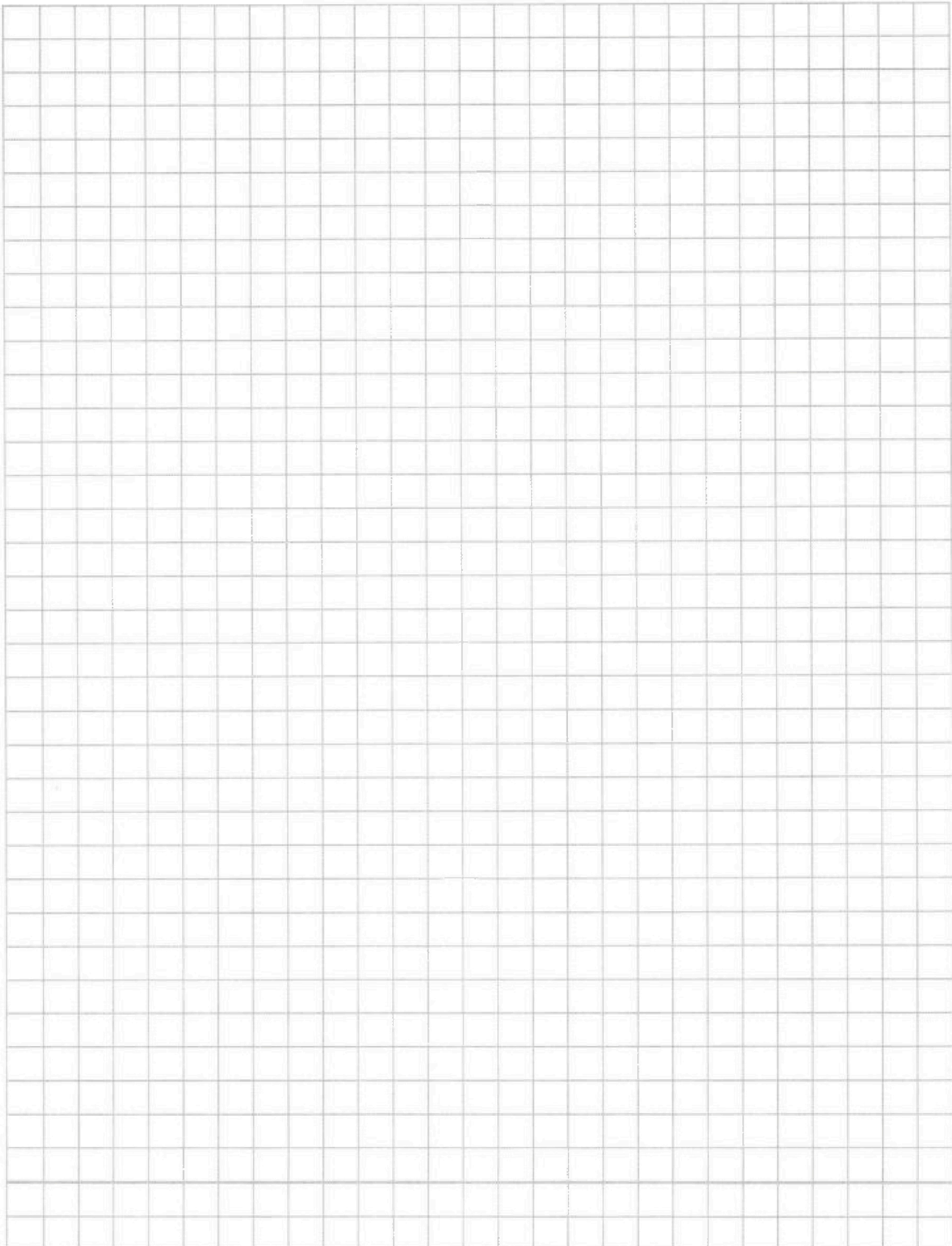


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 3

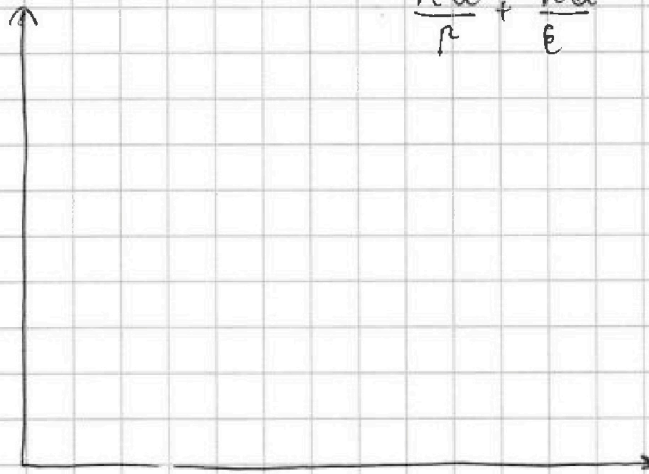
Дано:  
 $r, R, Q, \epsilon$

$U(\frac{3R}{4}) = ?$   
 $\epsilon = ?$

$$E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow \text{внутри сферы } E_H = \frac{E}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$

$$E_H \cdot E \cdot r + E_H \cdot (R-r) = \Delta U$$

$$\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon}$$



$$U_T = E_H \cdot R$$

$$U_T = E \cdot r - E_H \cdot R = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon R}$$

при  $R > r$ .

$$U_T = E \cdot r + E_H (R-r) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon R} (R-r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_T = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ(R-r)}{\epsilon R}$$

при  $R_1 = \frac{3R}{4}$

$$U_T = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ(\frac{3R}{4} - r)}{\epsilon R} =$$

$$r = \frac{R}{6}$$

$$= \frac{kQ}{r} + \frac{16 kQ (\frac{3R}{4} - r)}{9 R^2 \epsilon} =$$

$$= \frac{6 kQ}{R} + \frac{kQ (\frac{9R}{2} - \frac{R}{6} \cdot 16)}{9 R^2 \epsilon}$$



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!

$$B_s = \frac{\mu_0}{4\pi r} \int I dl \sin \alpha$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2r} \Rightarrow B_{\text{max}} = \frac{\mu_0 I r}{2r}$$

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

$$E_{\text{max}} = \frac{kq}{r^2}$$

$$E_{\text{H}} = \frac{E}{\epsilon}$$

$$\frac{E}{\epsilon} r = k \frac{q}{r^2}$$

$$\frac{E}{\epsilon} r = k$$

$$\frac{kq}{\epsilon r^2} r = k$$

$$\frac{kq}{\epsilon r} = k$$

$$L \frac{dI}{dt} = \Phi$$

$$L \frac{dI}{dt} = S \frac{dB}{dt}$$

$$L \dot{I} = S - L$$

$$\dot{I} = \frac{S - L}{L}$$

$$Q = \frac{3}{2} g \mu (T_{\text{H}} - T_{\text{L}})$$

$$PV = \text{max}$$

$$\Delta PV + \Delta V P = \text{max}$$

$$\begin{array}{r} 4.5 \\ \times 2.5 \\ \hline 22.5 \\ 135 \\ \hline 45 \end{array}$$

$$x + y = 8$$

$$x \cdot y = \text{max}$$

$$x = 6, y = 2$$

$$(8 - y)y = \text{max}$$

$$\frac{2R \cdot R}{3 \cdot 8} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{2kq}{\epsilon R} = 6k_0$$

$$\frac{3kq}{2\epsilon R} = 8k_0$$

$$8y - y^2 = \text{max}$$

$$8 - y = 0$$

$$\frac{3kq}{\epsilon R} = 8$$

$$\frac{3kq}{2\epsilon R} = 5 \frac{kq}{x}$$

$$\frac{kq}{x} = k_0$$

$$\frac{3kq}{\epsilon R}$$

$$\frac{3kq}{2\epsilon R}$$

$$\frac{\epsilon b}{3} = \frac{2\epsilon 5}{3}$$

$$\frac{\epsilon}{R}$$

$$y = k \frac{1}{R} x$$

$$b = k \frac{2}{R}$$

$$b = k \frac{2}{R}$$



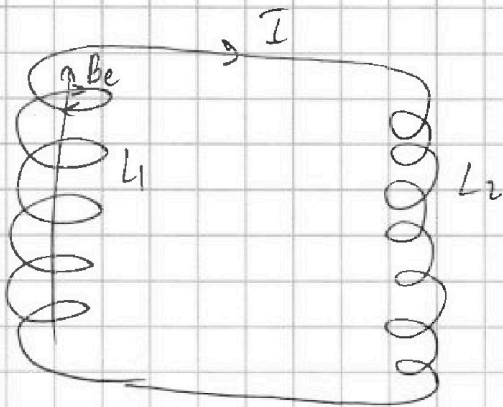
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!



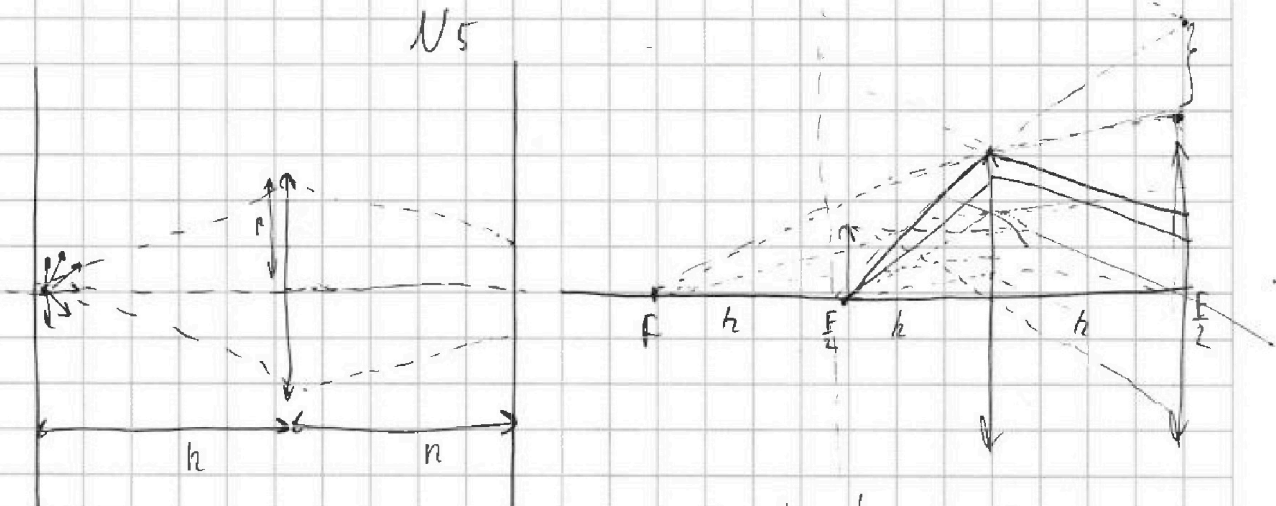
$$B_e =$$

$$dB_m = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl}{r^2}$$

$$B_e = \frac{\mu_0}{2\pi R} \frac{I \cdot 2\pi R}{r^2} n_1 =$$

$$= \frac{\mu_0 I R}{2r^2}$$

$$E_{\text{avg}} = L \cdot \dot{I} = \frac{d\Phi}{dt} = S \dot{B}$$



$$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} - \frac{1}{F} = \frac{1}{h} - \frac{1}{2h} = \frac{1}{2h}$$

$$f = 2h$$



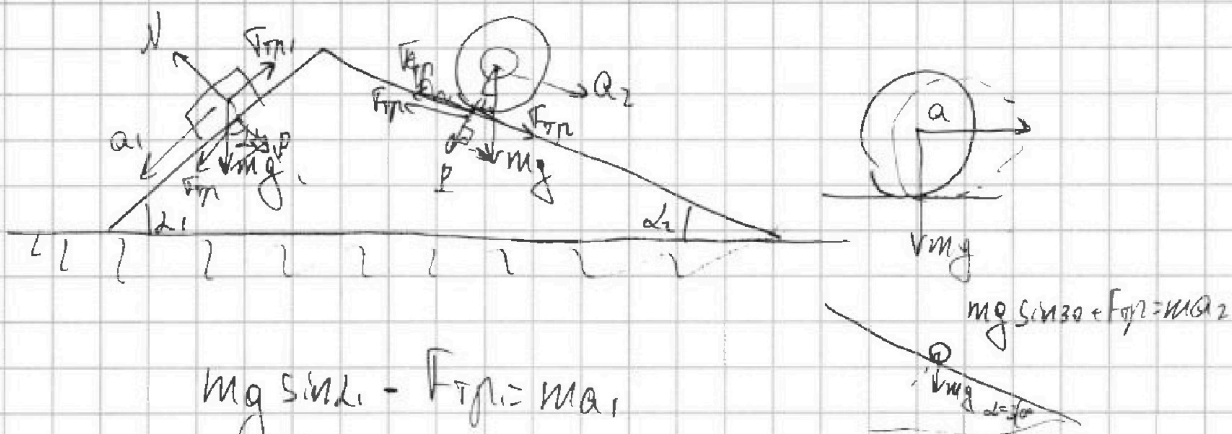
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N2



$$mg \sin \alpha_1 - F_{TP1} = m a_1$$

$$F_{TP1} = m a_1 \quad mg \sin \alpha_1 - m a_1 =$$

$$= m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{7g}{17} \right) = m \left( \frac{17 \cdot 3g - 7 \cdot 5g}{17 \cdot 5} \right) =$$

$$= m \left( \frac{51g - 35g}{17 \cdot 5} = \frac{16g}{85} \right)$$

$$5mg \sin \alpha_2 + F_{TP2} = 5m a_2$$

$$F_{TP2} = 5m \cdot \frac{8g}{25} - 5mg \cdot \frac{8}{17}$$

$$5mg \sin \alpha_2 + F_{TP} = 5m a_2$$

$$F_{TP} = 5m \left( \frac{8g}{25} - g \cdot \frac{8}{17} \right) = \left( \frac{8 \cdot 17 - 8 \cdot 25}{25 \cdot 17} \right) 5mg =$$

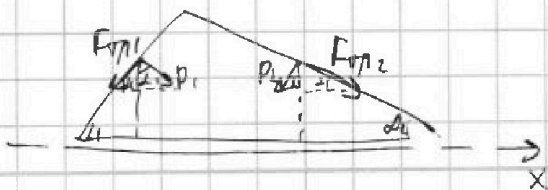
$$= - \frac{64}{5 \cdot 17} mg = - \frac{64}{85} mg$$

$$P_1 = N = mg \cos \alpha_1$$

$$P_2 = mg \cos \alpha_2$$

$$F_{TP2} \cos \alpha_2 - P_2 \sin \alpha_2 + P_1 \sin \alpha_1 -$$

$$- F_{TP1} \cos \alpha_1 = F_{TP3}$$



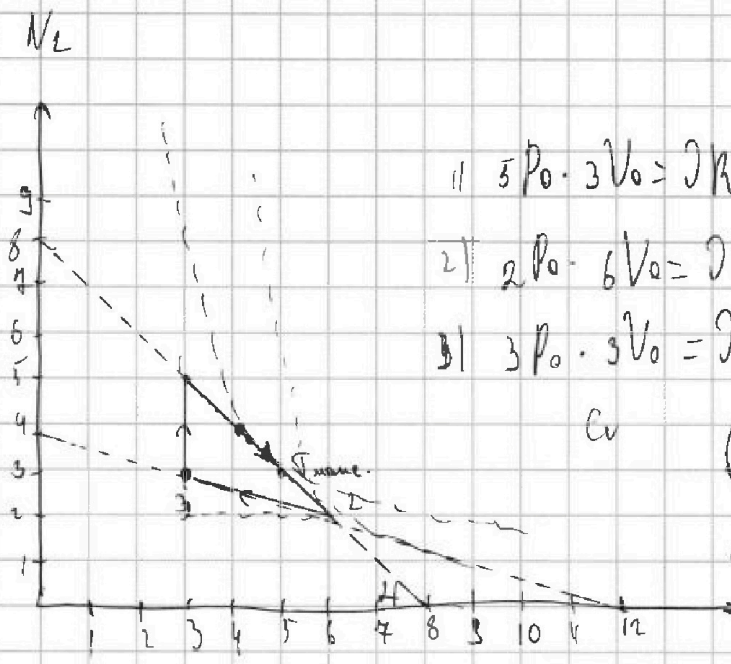
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$pV = \nu RT \Rightarrow \frac{p}{\nu} = \frac{RT}{V}$$

$$C = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{\nu dT} = \frac{dT dV}{V dT}$$

$$1) 5P_0 \cdot 3V_0 = \nu RT_1$$

$$2) 2P_0 \cdot 6V_0 = \nu RT_2$$

$$3) 3P_0 \cdot 3V_0 = \nu RT_3$$

$$\nu C dT = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV$$

$$Q = \nu C dT$$

$$C = \frac{Q}{\nu dT}$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$\nu C_{\nu} dT = \frac{3}{2} \nu R dT$$

$$C_{\nu} = \frac{3}{2} R$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{15 P_0 V_0}{\nu R} - \frac{9 P_0 V_0}{\nu R} \right)$$

$$= \frac{3}{2} \left( \frac{3}{8} P_0 V_0 \right) = 9 P_0 V_0$$

$$A_y = \frac{3 P_0 \cdot 3 V_0}{2} - \frac{3 V_0 \cdot P_0}{2} =$$

$$= \left( \frac{9}{2} - \frac{3}{2} \right) P_0 V_0 = \frac{6}{2} P_0 V_0 = 3 P_0 V_0$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (T_{\text{нач}} - T_{\text{кон}}) + A_y$$

$$P_0 = -$$

$$P = 8 P_0 - \frac{V}{V_0} P_0$$

$$dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + \frac{p dV}{\nu} \Rightarrow \frac{dQ}{\nu} = \frac{3}{2} R dT + \frac{p dV}{\nu}$$

$$d(pV) + dV p = \nu R dT$$

$$P = P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right)$$

$$\frac{3}{2} \nu R dT + p dV = 0$$

$$d(pV) + dV p = \nu R dT$$

$$\frac{dP}{P_0} = - \frac{P_0}{V_0} dV \Rightarrow dV = - \frac{dP V_0}{P_0} \quad C = \frac{dT}{dT}$$

$$\frac{3}{2} (d(pV) + dV p) + p dV = 0$$

$$\frac{3}{2} d(pV) + \frac{3}{2} dV p + p dV = 0$$

$$\frac{3}{2} V dP + \frac{3}{2} \frac{5}{2} P dV = 0$$

$$\frac{3}{2} V dP + \frac{5}{2} P \left( - \frac{dP V_0}{P_0} \right) = 0$$



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  
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!

$$\frac{3}{2} V dP + \frac{5}{2} \frac{P}{P_0} dPV = 0$$

$$\frac{3}{2} V dP = \frac{5}{2} \frac{dPV}{P_0} (8P_0 - \frac{1}{10} P_0) = 0$$

$$\frac{3}{2} V dP - \frac{5}{2} \frac{dPV}{P_0} 8 + \frac{5}{2} \frac{dPV}{P_0} \frac{1}{10} = 0$$

$$dP \left( \frac{3}{2} V - \frac{5}{2} V \cdot 8 + \frac{5}{2} \frac{V^2}{10} \right) = 0$$

$$dP \left( \frac{5V^2}{2 \cdot 10} - \frac{40}{2} V + \frac{3}{2} V \right) = 0$$

$$dP \left( \frac{5V}{2 \cdot 10} - \frac{37}{2} \right) = 0$$

$$\frac{5V}{2 \cdot 10} = \frac{37}{2}$$

$$V = \frac{37}{5} V_0$$

$$\frac{P}{V} = \frac{dP}{dV} = \frac{1}{8} A$$

$$P dV = V dP \quad PV = \frac{3}{2} R T$$

$$\left. \begin{aligned} P &= 8P_0 - \frac{1}{10} P_0 \\ 0 &= \frac{3}{2} R dT \end{aligned} \right\}$$

$$dC dT = \frac{3}{2} R dT + P dV$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{P dV}{dT}$$

$$Q = \frac{3}{2} R (T' - T) + A$$

$$\frac{5P_0 \cdot 3V_0}{2} - \frac{PV}{2}$$

$$Q = \frac{3}{2} R \left( \frac{dV}{dR} - \frac{15P_0 V_0}{dR} \right) + \frac{15P_0 V_0}{2} - \frac{PV}{2}$$

$$dQ = \frac{3}{2} R$$

$$dQ = \frac{3}{2} R dT$$

$$dC dT = \frac{3}{2} R dT + P dV$$

$$Q = \frac{3}{2} PV - \frac{45}{2} P_0 V_0 = \frac{15P_0 V_0}{2} - \frac{PV}{2}$$

$$= \frac{1}{2} PV - \frac{30}{2} P_0 V_0 = \frac{1}{2} PV - 15P_0 V_0$$

$$\frac{5P_0}{P} = \frac{3V_0}{V} = \alpha = 1$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{P dV}{P dV + V dP} R = \frac{3}{2} R + \frac{1}{1 + \frac{V dP}{P dV}} R = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2R$$

$$PV = \frac{3}{2} R T$$

$$\frac{dP}{dV} = \frac{1}{2} R T^{-1}$$

$$dP = dV$$

$$P dV + V dP = \frac{3}{2} R dT$$

$$P dV + V dV = \frac{3}{2} R dT$$

$$P \times V = \frac{3}{2} R \frac{dT}{dV}$$

$$P dV + V dP = \frac{3}{2} R dT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P dV + V dP}{dR} = dT$$