



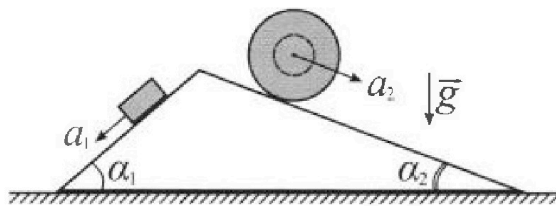
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

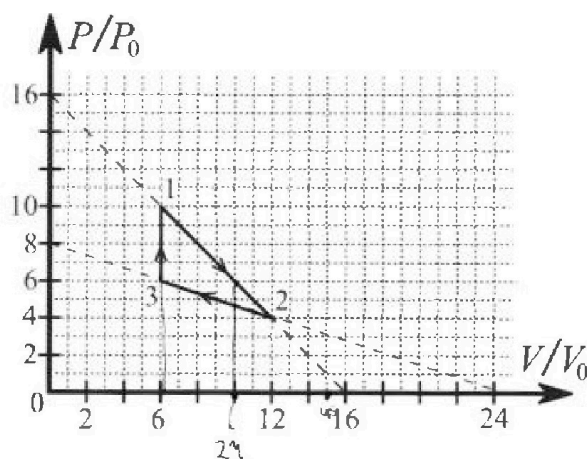
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

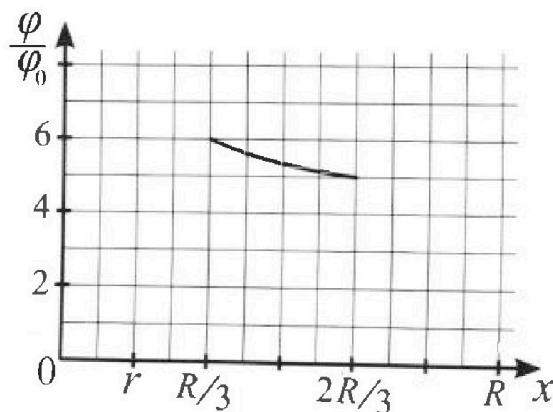
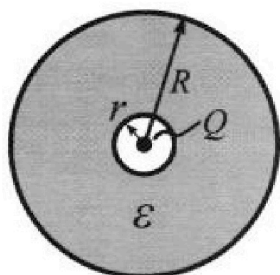


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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.

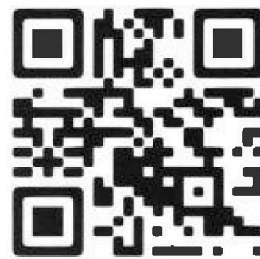
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



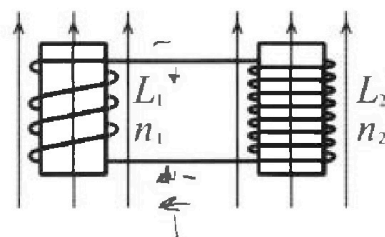
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

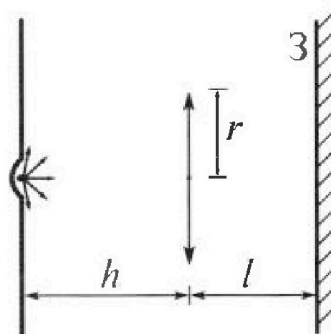


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  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 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.



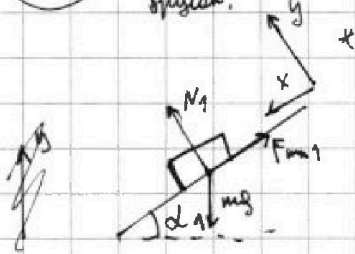
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ

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!

п.1 силы, действующие на брусок:



введем ои как показано на рисунке. т.к.

брусок скользит,  $F_{тр1}$  направлена против движения. 2.3 м по  $Oy'$ :

$$N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \quad N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

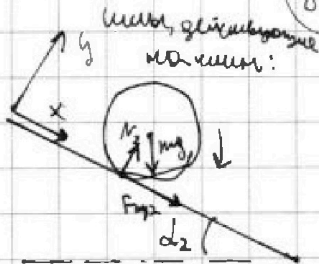
$$2.3 \text{ м по } Ox': \quad mg \sin \alpha_1 - F_{тр1} = ma_1 = \frac{5}{17} mg$$

$$F_{тр1} = \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) mg = \left( \frac{51}{85} - \frac{25}{85} \right) mg = \frac{26}{85} mg$$

ответ:  $\frac{26}{85} mg$

\*  $N_1$  - сила реакции опоры,  
 $F_{тр1}$  - сила трения скольжения

п.2



т.к. шарик катится без проскальзывания,

то на него кроме силы реакции опоры  $N_2$

действует еще трение покоя  $F_{тр2}$ ,

направленная "по" движению шарика.

$$2.3 \text{ м по } Oy': \quad mg \cos \alpha_2 = N_2 = \frac{15}{17} mg \quad \frac{3 \cdot 4}{4} g \cos \alpha_2 = N_2 = mg \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{15}{17} = \frac{135}{68} mg$$

$$2.3 \text{ м по } Ox': \quad \frac{8}{17} mg \sin \alpha_2 + F_{тр2} = \frac{8}{17} mg$$

$$F_{тр2} = \frac{2}{3} mg$$





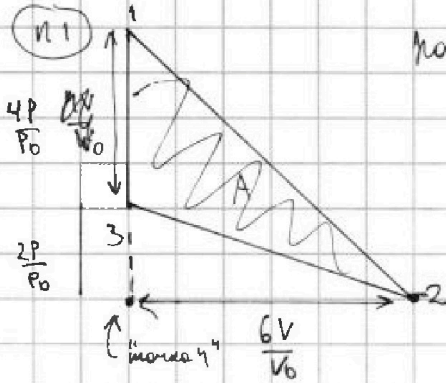
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 2



найдем работу газа геометрически,

как площадь треугольника 123.

$$A = S_{123} = S_{124} - S_{324} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4P_0 \cdot 6V_0}{P_0 \cdot V_0} - \frac{1}{2} \cdot \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{P_0 \cdot V_0} = \frac{1}{2} (6P_0 \cdot 6V_0 - 2P_0 \cdot 6V_0) = \frac{1}{2} \cdot 4P_0 \cdot 6V_0 = 12P_0V_0$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \quad \text{уравнение состояния}$$

идеального газа для газа 1 и 2:  $\frac{10P_0 \cdot 6V_0}{T_1} = \nu R, T_1 = \frac{60P_0V_0}{\nu R};$

$$\frac{4P_0 \cdot 12V_0}{T_2} = \nu R, T_2 = \frac{48P_0V_0}{\nu R} \quad \text{тогда } \Delta U_{12} = \left[ \frac{3}{2} (60 - 48) P_0V_0 \right] = \frac{3}{2} \cdot 12P_0V_0 = 18P_0V_0$$

$$\text{тогда } \frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2} \quad \text{Ответ: } \left( \frac{3}{2} \right)$$

н.2) Запишем уравнение процесса 12 как функцию  $P(V)$ .

$$P = 16P_0 - \frac{16P_0}{16V_0} V = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \quad \text{температура газа выражается}$$

$$\text{как } T = \frac{PV}{\nu R} = \frac{(16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) V}{\nu R}, \quad \text{чтобы найти } T_{\max}, \text{ нужно}$$

продифференцировать функцию от-чем приравняем к нулю.

$$T'(V) = \frac{1}{\nu R} \left( 16P_0 - \frac{2P_0}{V_0} V \right) = 0 \quad 16P_0 = \frac{2P_0}{V_0} V \quad V = 8V_0$$

$$T_{\max} = \frac{(16P_0 - 8P_0) \cdot 8V_0}{\nu R} = \frac{64P_0V_0}{\nu R}, \quad T_3 = \frac{P_3 V_3}{\nu R} = \frac{36P_0V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

$$\text{Ответ: } \left( \frac{16}{9} \right)$$





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  
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!

(11.3)  $\eta = \frac{A}{Q_{\text{полн.}}}$  Найдем  $Q_{\text{полн.}}$  для каждого процесса

(21)

(22)  $V = \text{const}$ ;  $Q = A + \Delta U$   $Q = \Delta U$  В этом процессе

воз, все время получает тепло.  $Q = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) =$

$$= \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{60 P_0 V_0}{\nu R} - \frac{36 P_0 V_0}{\nu R} \right) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 24 P_0 V_0 = 36 P_0 V_0$$

(12),  $P = 16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$ . Это неоднородный процесс

в нем не всегда передается тепло. Заметим  $\Delta Q$  для

малого  $P$  и  $V$  или малой или уменьшения  $\Delta V$ .

$$\Delta P = - \frac{P_0}{V_0} \Delta V. \quad \Delta U = \frac{3}{2} (P_{\text{нач}} V_{\text{нач}} - P V) =$$

$$= \frac{3}{2} (P_0 V + \Delta P V + \cancel{P \Delta V}) = \frac{3}{2} (P_0 V + \Delta P V) = \frac{3}{2} \left( \left( 16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \right) \Delta V + \frac{P_0}{V_0} V \Delta V \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \left( 16 P_0 \Delta V - 2 \frac{P_0}{V_0} V \Delta V \right) = 24 P_0 \Delta V - 3 \frac{P_0}{V_0} V \Delta V$$

$$\Delta A = P \Delta V = 16 P_0 \Delta V - \frac{P_0}{V_0} V \Delta V$$

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A = 40 P_0 \Delta V - 4 \frac{P_0}{V_0} V \Delta V. \text{ Нам интересно, когда } \Delta Q = 0$$

$$40 P_0 \Delta V = 4 \frac{P_0}{V_0} V \Delta V \quad \frac{V}{V_0} = 10. \text{ До этого момента}$$

$\Delta Q > 0$ , после  $\Delta Q < 0$ . Тогда  $Q_{\text{полн.}} = \Delta U_{60 P_0 - 10 P_0} + A_{60 P_0 - 10 P_0} =$

$$= \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{10 V_0 \cdot 6 P_0}{\nu R} - \frac{10 V_0 \cdot 6 P_0}{\nu R} \right) + \frac{10 P_0 + 4 P_0}{2} \cdot 4 V_0 = 28 P_0 V_0$$

(23) В этом процессе  $\Delta V < 0$ . Заметим уравнение  $P(V)$ .

$P = 8 P_0 - \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} V$ ,  $\Delta P = - \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} \Delta V$ . Аналогично проходим процесс:

$$\Delta U = \frac{3}{2} (P_{\text{нач}} V_{\text{нач}} - P V) = \frac{3}{2} (P_0 V + V \Delta P) = \frac{3}{2} \left( \left( 8 P_0 - \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} V \right) \Delta V + \frac{P_0}{V_0} V \Delta V \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \left( 8 P_0 \Delta V - \frac{2}{3} \frac{P_0}{V_0} V \Delta V \right) = 12 P_0 \Delta V - \frac{P_0}{V_0} V \Delta V$$

$$\Delta A = P \Delta V \quad \Delta Q = 12 P_0 \Delta V - \frac{P_0}{V_0} V \Delta V + 8 P_0 \Delta V - \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} V \Delta V = 20 P_0 \Delta V - \frac{4}{3} \frac{P_0}{V_0} V \Delta V$$



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!

д) Нам нужно  $\Delta Q = 0$

$$20 P_0 = \frac{4}{3} \frac{P_0}{V_0} V \quad V = 20 \cdot \frac{3}{4} V_0 = 15 V_0 \quad \text{это значение}$$

не подходит по условию 23. Тогда в выражении 23 можно одинаково подвести / отвести

$$\Delta Q_{23} = \frac{z}{2} (36 P_0 V_0 - 48 P_0 V_0) - |A|_K \quad \text{из условия отрицательная работа}$$

$$\text{Тогда } Q_{\text{полн}} = Q_{12} + Q_{23} = 36 P_0 V_0 + 28 P_0 V_0 = 64 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{полн}}} = \frac{12 P_0 V_0}{64 P_0 V_0} = \frac{12}{64} = \frac{3}{16}$$

$$\text{Ответ: } \eta = \frac{3}{16}$$

Ответ на всю задачу: и1)  $\frac{3}{2}$  и2)  $\frac{16}{9}$  и3)  $\frac{3}{16}$





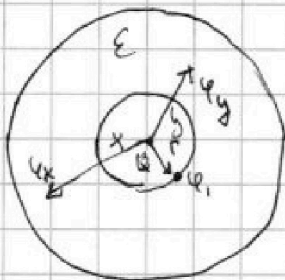
1  2  3  4  5  6  7

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 3.

n.1) Пусть  $\varphi_1$  - потенциал на расстоянии  $r$  от центра шара



то тогда электрическое поле равно

электрическому полю, так как нет зарядов

$Q$  и точек на расстоянии  $r$ .

Тогда  $\varphi_1 = \frac{kQ}{r}$ . Пусть,  $2\pi R y$ ,  $r \leq y \leq R$ .

Тогда поле заряда на этом расстоянии  $y$   $E_y = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{y^2}$

Тогда изменение потенциала  $d\varphi$  при смещении от

центра шара на малую величину  $dy$  (направление по вектору  $y$ ):

$$d\varphi = -E_y dy = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{dy}{y^2}. \text{ Тогда чтобы найти, насколько}$$

меняется потенциал при  $dy$  увеличении от центра

шара в электрике (начала или на расстоянии  $y_0$ , - потенциал  $\varphi_1$ ,

$$r \leq y_0 \leq y_1 \leq R); \quad d\varphi = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{dy}{y^2}; \text{ пусть это изменение}$$

$$\text{потенциала - } \Delta\varphi, \text{ тогда } \Delta\varphi = \int_{y_0}^{y_1} -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{dy}{y^2} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{y}\right) \Big|_{y_0}^{y_1} =$$

$$= -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{y_0} - \frac{1}{y_1}\right). \text{ И для этого потенциал на расстоянии } r,$$

нужно найти на расстоянии  $x = \frac{11R}{12}$ . Тогда  $\varphi_x = \varphi_r + \Delta\varphi$ ,  $\Delta\varphi$  в пределах

$$\text{или } y_0 = r \text{ до } y_1 = \frac{11R}{12}. \text{ Тогда } \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{12}{11R}\right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r} + \frac{12}{11R}\right)$$

Ответ:  $\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r} + \frac{12}{11R}\right)$





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  
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!

п.2 Из задачи  $r = \frac{R}{6}$ . Используя потенциал в п.1

функции, найдем выражение для  $\varphi_{R/3}$  (потенциал на радиусе  $\frac{R}{3}$  от центра) и  $\varphi_{2R/3}$  (потенциал на радиусе  $\frac{2R}{3}$  от центра):

\* Из задачи  $\varphi_{R/3} = 6\varphi_0$ ,  $\varphi_{2R/3} = 5\varphi_0$

$$\varphi_{R/3} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{\epsilon r} + \frac{3}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{6}{\epsilon R} + \frac{3}{\epsilon R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( 6 - \frac{6}{\epsilon} + \frac{3}{\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( 6 - \frac{3}{\epsilon} \right)$$

$$\varphi_{2R/3} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{\epsilon r} + \frac{3}{2\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{6}{2\epsilon R} + \frac{3}{2\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( 6 - \frac{9}{2\epsilon R} \right)$$

$$\text{Тогда } \frac{\varphi_{R/3}}{\varphi_{2R/3}} = \frac{6\varphi_0}{5\varphi_0} = \frac{6}{5} = \frac{6 - \frac{3}{\epsilon}}{6 - \frac{4.5}{\epsilon}}$$

$$\frac{3}{4.5} = \frac{3}{2.7}$$

$$\text{Отсюда } 30 - \frac{15}{\epsilon} = 36 - \frac{27}{\epsilon} = \frac{27}{\epsilon} - \frac{15}{\epsilon} = 6 \quad \frac{12}{\epsilon} = 6 \quad \epsilon = 2$$

Ответ:  $\epsilon = 2$

Ответ на вторую задачу: 1)  $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{\epsilon r} + \frac{12}{11\epsilon R} \right)$

2) 2



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 4

в) В начальный момент времени поле однородное, тем, т.е. и  
самодиффузией можно пренебречь. Тогда:

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot n S = -2 n S$$

Найдем индукцию катушки от тока:

$$L = \mu_0 n^2 \frac{S l^2}{l}, \quad B = \mu_0 n I l, \quad \text{тогда } B = \frac{L}{S n} I, \quad \text{тогда } B_1 = \frac{L}{S n} I_1$$

$$B_2 = \frac{\frac{8}{4} L}{\frac{3}{2} S n} = \frac{3}{2} \frac{L}{S n}$$

Тогда в катушке - то ток в левой катушке <sup>поле</sup> поле увеличивается со скоростью  $-a$ , а ток 1 увеличивается со скоростью  $\frac{\Delta I}{\Delta t}$

(в н 1 ток в катушке циркулирует по часовой стрелке, т.е. в левой катушке поле падает и оно стремится во вертикаль).

Тогда изменение внешнего поля:  $\Delta B_{\text{вн}} = -a \Delta t$ , изменение поля:

$$\Delta \Phi_{\text{вн}} = -2 n S a \Delta t. \quad \text{Изменение поля самодиффузии: } \Delta \Phi_{\text{самод}} = \frac{L}{S n} \Delta I,$$

$$\text{Изменение поля самодиффузии } \Delta \Phi_{\text{самод}} = L \Delta I$$

$$\text{Тогда } \mathcal{E}_1 = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\left(L \frac{\Delta I}{\Delta t} - 2 n S a \Delta t\right), \quad \text{где } \mathcal{E}_1 - \text{ЭДС левой катушки}$$

$$\text{В второй катушке поле не меняется, тогда } \mathcal{E}_2 = -\frac{8L}{4} \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\text{По второму правилу Кирхгофа } \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$2 n S - L \frac{\Delta I}{\Delta t} - \frac{8}{4} L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0 \quad 2 n S = \frac{13}{4} L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{4}{13} \frac{2 n S}{L}$$

$$\text{Ответ: } \frac{4}{13} \frac{2 n S}{L}$$



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.

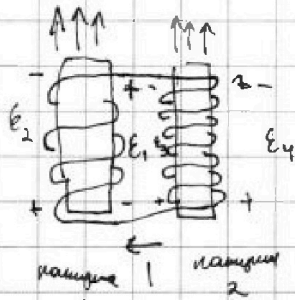


1  2  3  4  5  6  7

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. Печать QR-кода недопустима!

4.2



Будем считать в левой

катушке поле направлено с скоростью  $\dot{\alpha}_1$ , во второй - со скоростью  $\dot{\alpha}_2$ .

создает разность потенциалов  $\mathcal{E}_1$ , катушка создает разность потенциалов

между катушкой 1:  $\mathcal{E}_1 = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ ;  $\mathcal{E}_3$ , катушка

создает разность потенциалов между катушкой 2:  $\mathcal{E}_3 = \frac{8\mu_0}{4} \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_2$ , катушка с катушкой 1 создает разность потенциалов:

$\mathcal{E}_2 = \dot{\alpha}_1 n S$ ;  $\mathcal{E}_4$ , катушка с катушкой 4 создает разность потенциалов:

$\mathcal{E}_4 = \frac{3n}{2} \dot{\alpha}_2 S$ . Возьмем по 2 направления обхода:

$$\mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_4 = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1$$

$$\frac{8L}{4} \frac{\Delta I}{\Delta t} + \frac{3}{2} \dot{\alpha}_2 n S = \dot{\alpha}_1 n S - L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$\int \left( \frac{13}{4} L \Delta I + \frac{3}{2} n S \dot{\alpha}_2 \Delta t \right) = \int n S \dot{\alpha}_1 \Delta t$$

$$\frac{13}{4} L \Delta I + \frac{3}{2} n S (B_0 - 3B_0) = n S \Delta I$$

$$\frac{13}{4} L \Delta I + \frac{3}{2} n S (B_0 - \frac{3}{4} B_0) = n S \Delta I$$

$$\frac{13}{4} L \Delta I + \frac{3}{2} n S (4B_0 - \frac{8B_0}{3}) = n S \Delta I$$

$$\frac{13}{4} L \Delta I + 2 n B_0 S = \frac{1}{4} n B_0 S$$

$$\frac{13}{4} L \Delta I = -\frac{7}{4} n B_0 S \quad | = -\frac{7}{13} \frac{B_0 n S}{L} \quad (\text{это с учетом направлений})$$

Ответ:  $\frac{7}{13} \frac{B_0 n S}{L}$

Ответ на всю задачу: н.1)  $\frac{4}{13} \frac{2 n S}{L}$  н.2)  $\frac{7}{13} \frac{B_0 n S}{L}$



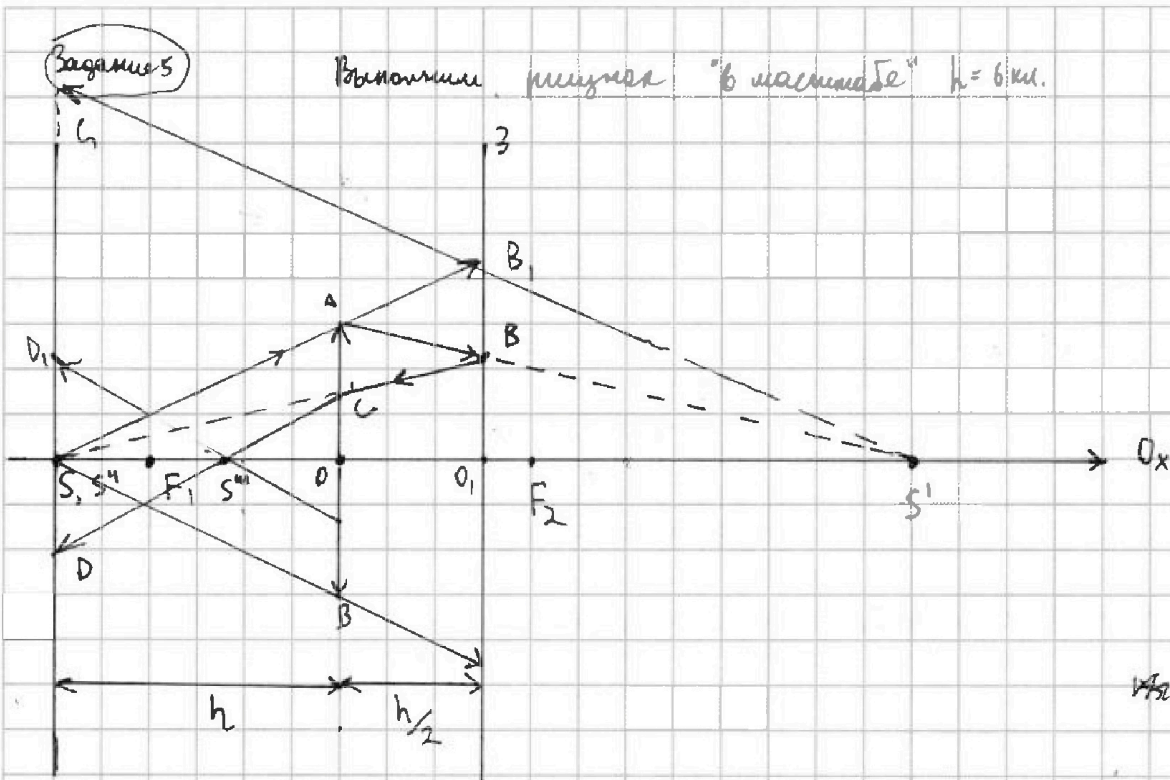


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



Пусть  $S'$  - изображение  $S$  в линзе. Введем введем  $Ox$  - ось

координат, направим ее через  $S$  и  $O$  - центр линзы с началом координат в  $S$ . Запишем формулу тонкой линзы для  $S'$  ( $F_1$  и  $F_2$  -

фокусы линзы,  $A$  и  $B$  - края линзы):

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{l} + \frac{1}{F} \quad (F - \text{расстояние до изображения, } l - \text{до предмета})$$

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{S_0} + \frac{1}{S'_0} \quad \frac{3}{2h} = \frac{2}{2h} + \frac{1}{S'_0} \quad \frac{1}{S'_0} = \frac{1}{2h}, \quad S'_0 = 2h.$$

$= O_1$ . Тогда пусть изображение линзы, сфокусированной линзой и сферической зеркалом -  $S''$ . Тогда по формуле изображения для зеркала:

$$S'_0 O_1 = S'' O_1 \Rightarrow (3h - h - \frac{h}{2}) = S'' O_1, \quad S'' O_1 = \frac{3}{2}h = S_0, \text{ тогда } S'' \text{ находится}$$

в  $S$ . Однако все эти лучи  $S''$  неизбежно имеют в своем продолжении линзы (из пункта zero, почему). Тогда есть  $S''$  -



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!

преломление. Запишем формулы тонкой линзы для мела:

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{s''_0} + \frac{1}{s'_0} \quad \left( \frac{1}{s'_0} \text{ с минусом, т.е. получаем мп,} \right)$$

что изображение и предмет по одну сторону от линзы!

$$\frac{3}{2h} = -\frac{2}{2h} + \frac{1}{s''_0} \quad \frac{1}{s''_0} = \frac{5}{2h} \quad s''_0 = \frac{2}{5}h$$

В целом под мела  $SA$  представим по линзе. Перемещая

зеркало, линзу и стеной шкалы  $B, C, D$ . Под мела  $SA$ ,

который был направлен под мелом боковым углом к  $Ox$

и не задевал линзу, представим  $SAB, C$ ,

(н.1) Запомним, что мела  $SA$  - "крайний" и будем использовать его для расчетов. Зеркало освещено всеми лучами, направленными

под углом больше чем  $SA$  и всеми лучами, сфокусированными линзой, т.е. "меньший" мела это  $BB_1$ . Тогда конуса

$$SB_1O_1 \quad B_1O_1 = \frac{s''_0}{s_0} \cdot r = \frac{3}{2}r. \quad \text{Тогда конуса } S'O_1B_1 \quad B'O_1 = \frac{s'_0}{s_0} \cdot r = \frac{2h}{1.5h}r$$

$$= \frac{4}{3}r = \frac{1.5h}{2h}r = \frac{3}{4}r. \quad \text{Тогда площадь милого мела}$$

$$S_1 = \pi \cdot B_1O_1^2 - \pi \cdot B'O_1^2 = \pi \left( \frac{9}{4}r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right) = \pi \cdot \frac{27}{16}r^2 = 27\pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $27\pi \text{ см}^2$

(н.2) Мела освещена всеми лучами, направленными от источника

от зеркала ( $SAB, C$  и далее) и направленными 2 краевыми миздой. т.е. мильный мела  $P_1C_1$

Тогда конуса  $S_1S_1C_1$   $S_1C_1 = \frac{ss''_1}{os''_1} \cdot r = \frac{3h}{2h}r = \frac{3}{2}r$

$$S_1C_1 = \frac{ss''_1}{os''_1} \cdot B_1O_1 = \frac{3h}{2h} \cdot B_1O_1 = \frac{9}{4}r$$





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  
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!

Найдем радиус конуса  $S''SD_1$   $SD_1$  -  $2h$  назовем

с конусом  $S''OC$ ;  $SD_1 = \frac{SS''}{S''O} \cdot OC$

$$OC = \frac{SO}{S''O} \cdot BO_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4}r = \frac{r}{2}$$

$$SD_1 = \frac{SS''}{S''O} \cdot OC = \frac{\frac{2}{3}h}{\frac{2}{3}h} \cdot \frac{r}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{r}{2} = \frac{3}{4}r$$

Площади кольца меньшего конуса ( $D_1$ ):

$$S_2 = \pi \cdot CS^2 - \pi D_1^2 = \pi \left( \frac{81}{16}r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right) = 72\pi \text{ см}^2$$

$$\text{Объем: } 72\pi \text{ см}^2$$

Объем по две задачи: и1)  $27\pi \text{ см}^2$  и2)  $72\pi \text{ см}^2$



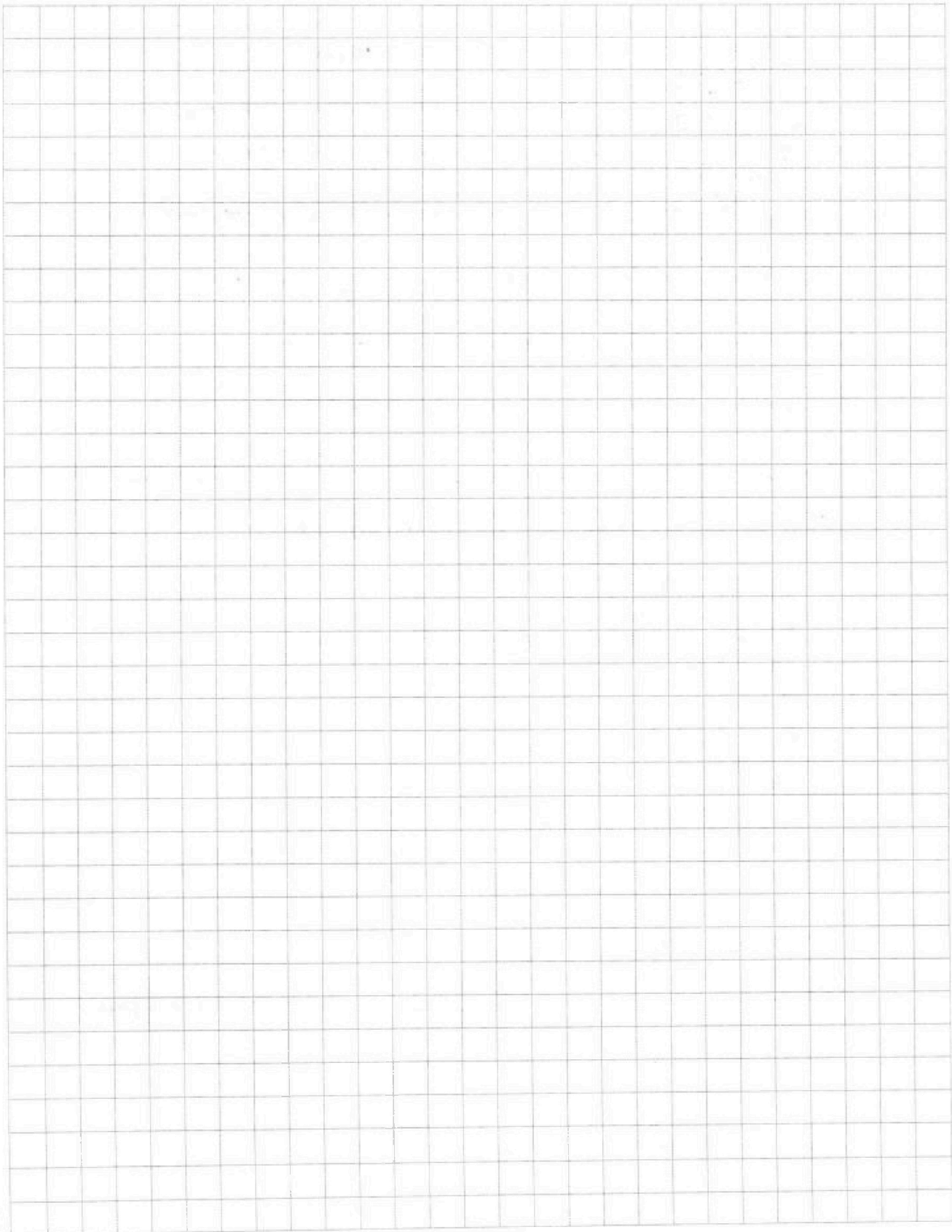


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!





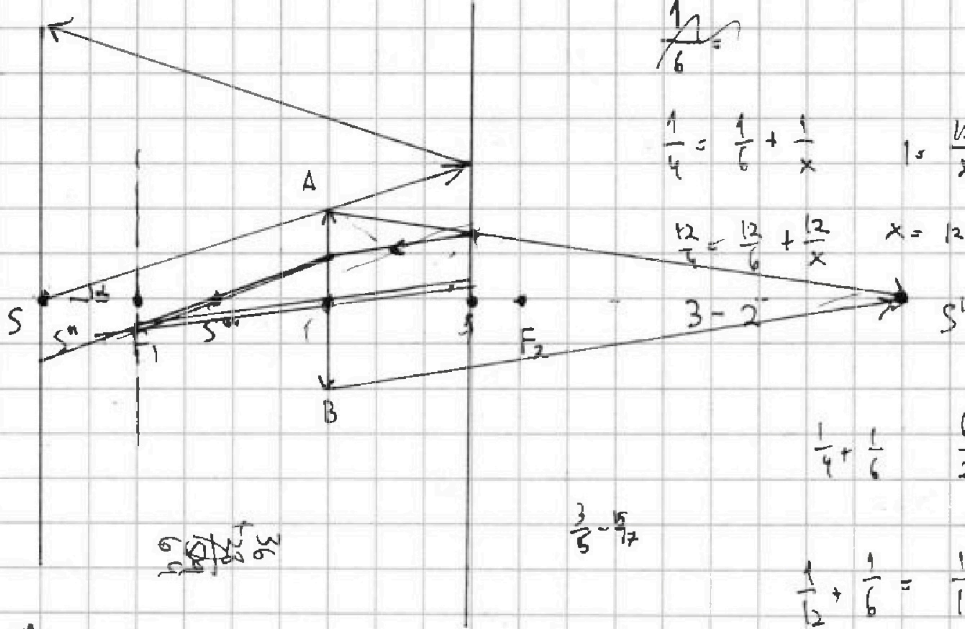
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик



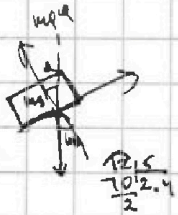
$$\frac{1}{4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{x} \quad | \cdot \frac{12}{x}$$

$$12 = \frac{12}{6} + \frac{12}{x} \quad | x = 12$$

$$3 - 2 = 1$$

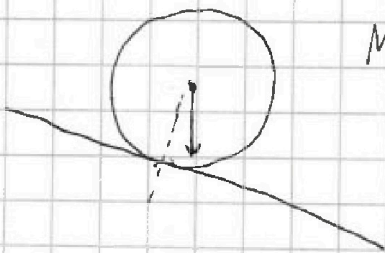
$$\frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{6}{24} + \frac{4}{24} = \frac{10}{24}$$

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1}{12} + \frac{2}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$



$$\frac{1}{4} = -\frac{1}{5} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{4} = -\frac{1}{6} + \frac{1}{x} \quad | \frac{1}{x} = \frac{5}{12} \quad x = \frac{12}{5}$$



$N = mg \cos \alpha$

$$6 \cdot 6 + 4 \cdot 7 = 2 \cdot (12 + 14) = 2 \cdot 32$$

$$mg - \frac{3}{5} mg = \frac{2}{5} mg$$

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{7}{1} \cdot \frac{1}{5}$$

$$\frac{15}{25} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{3}{5} mg = \frac{2}{5} mg$$

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

40 P.D. -

$$40 = P_0 - \frac{4}{10} P_0$$

$$\frac{13}{8} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{5}$$

