

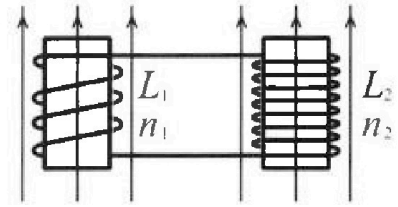
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

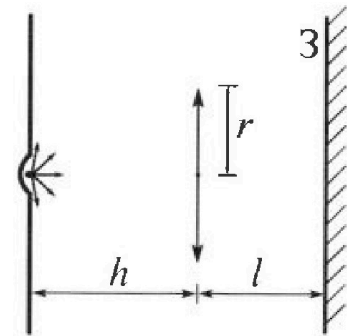


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 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  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



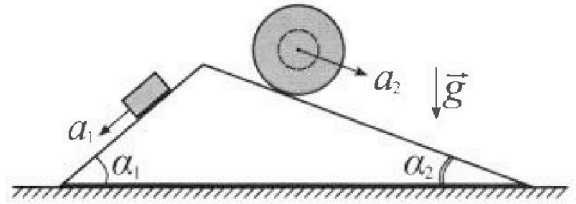
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ).



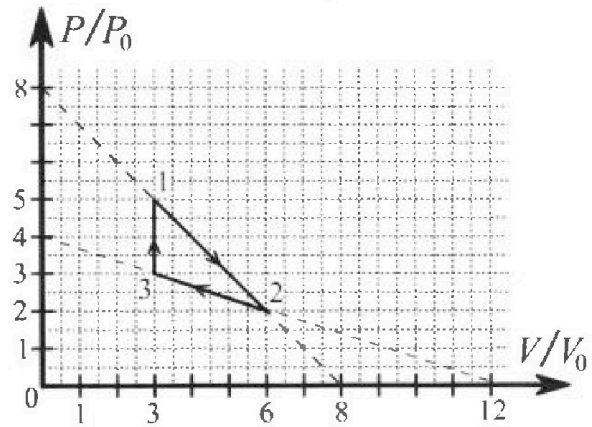
Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.

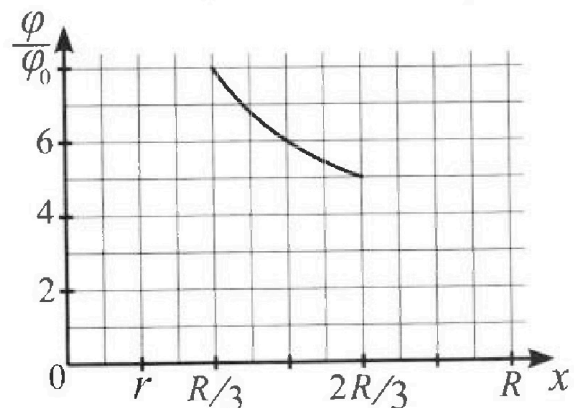
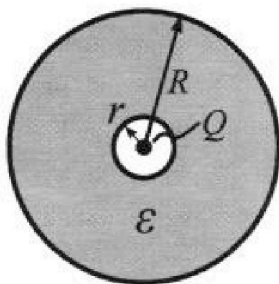


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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.

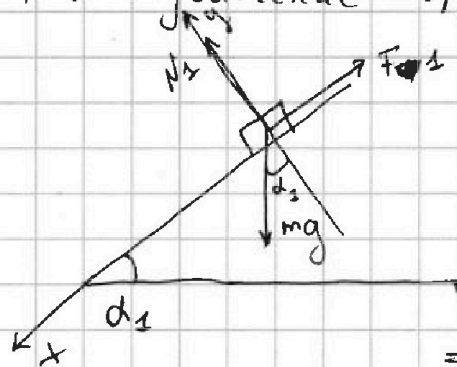
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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.

1) Р-м движение бруска:



$$\text{ИЗМ: } y: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

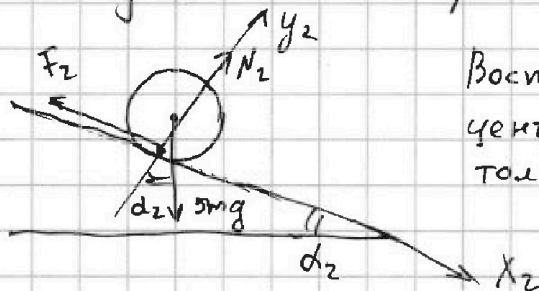
$$x: mg \sin \alpha_1 - F_{tr1} = ma_1$$

$$F_{tr1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1$$

$$F_{tr1} = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{7}{17} =$$

$$= mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \left( \frac{51}{85} - \frac{35}{85} \right) = mg \cdot \frac{16}{85}$$

2) Р-м движение шарика:



Воспользуемся Тл. о движении центра масс и рассмотрим только центр масс шара:

$$\text{ИЗМ: } y_2: N_2 - 5mg \cos \alpha_2 = 0$$

$$N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

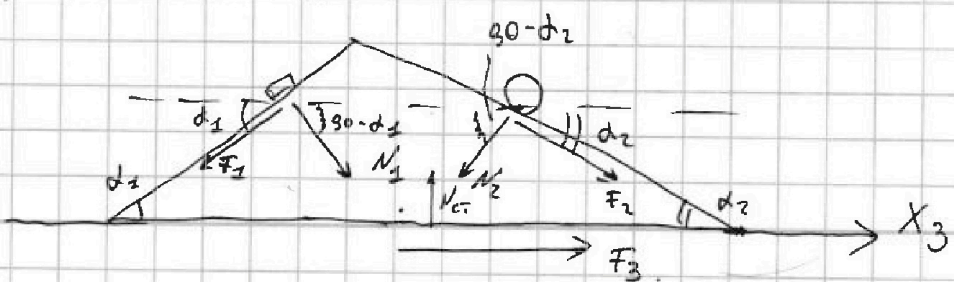
$$x_2: 5mg \sin \alpha_2 - F_2 = ma_1$$

$$F_2 = 5mg \sin \alpha_2 - ma_2$$

$$F_2 = 5mg \cdot \frac{8}{17} - m \cdot \frac{8g}{25} = \frac{40}{17} mg - \frac{8}{25} mg = mg \left( \frac{40}{17} - \frac{8}{25} \right) = mg \cdot$$

$$\left( \frac{1000}{425} - \frac{136}{425} \right) = \frac{864}{425} mg$$

3) Р-м покоящийся клин:





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!

Направим вправо ось  $x_3$  и предположим, что сила  $F_3$  действует туда же:

ИЗН:  $x_3: F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \cos(90 - \alpha_2) + N_3 \cos(90 - \alpha_3) -$   
для стола  
 $- F_1 \cos \alpha_1 + F_3 = 0.$

$$F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_3 \sin \alpha_3 - F_1 \cos \alpha_1 + F_3 = 0.$$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - N_3 \sin \alpha_3 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + 5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{864}{425} mg \cdot \frac{15}{17}$$

$$F_3 = mg \left( \frac{4^3}{5^2 \cdot 17} - \frac{4 \cdot 3}{5^2} + \frac{5^2 \cdot 3 \cdot 8}{17^2} - \frac{864 \cdot 5 \cdot 3}{17 \cdot 5^2 \cdot 17} \right)$$

$$F_3 = mg \left( \frac{1088}{5^2 \cdot 17^2} - \frac{3368}{5^2 \cdot 17^2} + \frac{15 \cdot 000}{17^2 \cdot 5^2} - \frac{12860}{5^2 \cdot 17^2} \right) = \frac{-240}{5^2 \cdot 17^2} = -\frac{240}{7225}$$

$$F_3 = -\frac{48}{1445}$$

$F_3 < 0$ ,  $\Rightarrow$  мы не угадали с направлением, и в действительности сила  $F_3$  направлена влево

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{16}{85} mg$

2)  $\frac{864}{425} mg = F_2$

3)  $F_3 = \frac{48}{1445} mg$



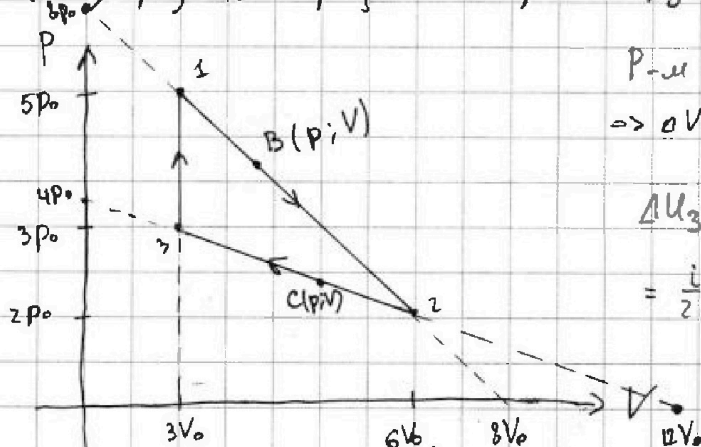
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 4

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.

1) Изобразим процесс в  $pV$ -координатах.



$p$ -и процесс 3-1.  $V = \text{const}$ ,  
 $\Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow \delta A_{31} = 0 \Rightarrow A_{31} = 0$ .

$$\begin{aligned} \Delta U_{31} &= \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{i}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \\ &= \frac{i}{2} (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0) = \frac{i}{2} (15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) \\ &= \frac{i}{2} \cdot 6p_0 V_0 = i \cdot 3p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$i = 3, \Rightarrow \Delta U_{31} = 9p_0 V_0$$

2)  $A_{12} = +S_{12} = \frac{1}{2} (5p_0 + 3p_0) (6V_0 - 3V_0) = \frac{21}{2} p_0 V_0$ . (где  $S$  - площадь под графиком)

3)  $A_{23} = -S_{23} = -\frac{1}{2} (3p_0 + 2p_0) (6V_0 - 3V_0) = -\frac{15}{2} p_0 V_0$ .

4)  $A_{\Sigma} = A_{12} + A_{23} = \frac{21}{2} p_0 V_0 - \frac{15}{2} p_0 V_0 = 3p_0 V_0$ .

Вопрос 1:  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{\Sigma}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$ .

5) Зададим уравнение процесса 1-2:  $p(V) = kV + b$ .

Из гр-ка видно, что  $b = 8p_0, \Rightarrow 0 = k \cdot 8V_0 + 8p_0$ .  
 $k = -\frac{p_0}{V_0}$ .

Для процесса 1-2:  $p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \quad | \cdot V$

$$p(V) \cdot V = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V$$

$$\nu R T(V) = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V$$

$$T(V) = \frac{1}{\nu R} \left( -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V \right)$$

$T(V)$  - квадратичная функция.



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 4

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 максимум  $T(V)$ .

$$T'(V) = \frac{1}{\sqrt{R}} \left( -2 \frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right) \quad T = T_{\max} \text{ при } T' = 0 \Rightarrow$$

$$-2 \frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 = 0$$

$$V = 4V_0 \Rightarrow T(4V_0) = T_{\max}$$

$$T_{\max} = T(4V_0) = \frac{1}{\sqrt{R}} \left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot 16V_0^2 + 8p_0 \cdot 4V_0 \right) = \frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 16p_0V_0$$

$$T_2 = \frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 2p_0 \cdot 6V_0 = \frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 12p_0V_0$$

$$\text{Итого } \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{\frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 16p_0V_0}{\frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 12p_0V_0} = \frac{4}{3} \quad (\text{Вопрос 2: } \frac{4}{3})$$

Чтобы найти КПД цикла, надо найти все в действительности совершённые теплоты. В процессах 1-2 и 2-3 теплота как совершается, так и отводится. Чтобы найти только совершённые теплоты, для обоих процессов надо построить зависимость  $Q(V)$ .

Р-и процесс 1-2. Пусть из точки 1 мы перемели в точку B ( $p; V$ ).

$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \quad Q = \frac{3}{2}(pV - 15p_0V_0) + \frac{1}{2}(5p_0 + p)(V - 3V_0)$$

$$Q = \Delta U + A_2 \quad Q = \frac{1}{2}(3pV - 45p_0V_0 + 5p_0V - 15p_0V_0 + pV - 3pV_0)$$

$$Q = \frac{3}{2}(\sqrt{RT} - \sqrt{RT_1}) + S_{1p} \quad Q = \frac{1}{2}(4pV - 60p_0V_0 + 5p_0V - 3pV_0)$$

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  
3 ИЗ 4

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!

Подставим вместо  $p$  —  $p(V)$ :

$$Q = \frac{1}{2} \left( 4V \left( -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right) - 60p_0 V_0 + 5p_0 V - 3V_0 \left( -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right) \right)$$

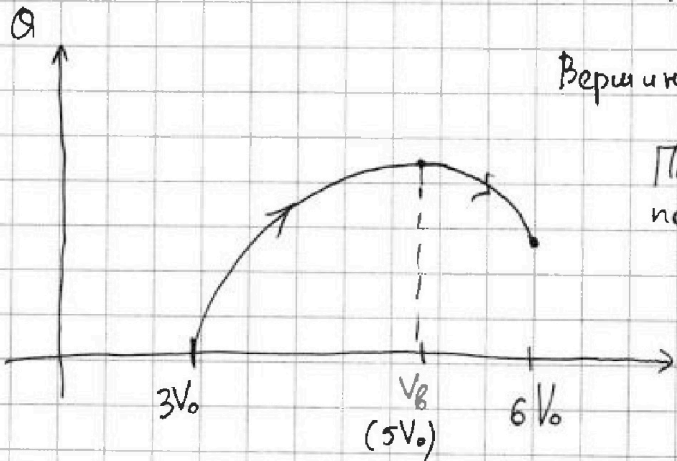
$$Q = \frac{1}{2} \left( -4 \frac{p_0}{V_0} V^2 + 32p_0 V - 60p_0 V_0 + 5p_0 V + 3p_0 V - 24p_0 V_0 \right)$$

$$Q = \frac{1}{2} \left( -4 \frac{p_0}{V_0} V^2 + 40p_0 V - 84p_0 V_0 \right)$$

$$Q = \frac{p_0}{V_0} \left( -2V^2 + 20V_0 \cdot V - 42V_0^2 \right) \quad \text{— зависимость } Q(V) \text{ квадра-}$$

тична, ветви направлены вниз.

Вершина в  $V_8 = \frac{-20V_0}{2 \cdot (-2)} = 5V_0$ .



Получается, искомая коэф-ва подвешенной теплоты  $Q_{12} = Q(5V_0)$ .

$$= \frac{p_0}{V_0} \left( -2 \cdot 25V_0^2 + 20V_0 \cdot 5V_0 - 42V_0^2 \right) =$$

$$= \frac{p_0}{V_0} \left( 100V_0^2 - 92V_0^2 \right) = 8p_0 V_0.$$

Ту же операцию проведем с процессом 2-3:

Для процесса 2-3:  $p(V) = kV + b$ ,  $b = 4p_0$  (из графика).

$$Q = k \cdot 12V_0 + 4p_0 \Rightarrow k = -\frac{p_0}{3V_0}$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{3V_0} V + 4p_0$$

Возьмем точку C(p; V)

$$Q = \Delta U + A_2$$

$$Q = \frac{3}{2} (pV - 12p_0 V_0) - \frac{1}{2} (2p_0 + p)(6V_0 - V)$$

$$Q = \frac{3}{2} (\sqrt{RT} - \sqrt{RT_2}) - S_2 p \quad Q = \frac{1}{2} (3pV - 36p_0 V_0 - 12p_0 V_0 + 2p_0 V - 6p_0 V_0 + 2p_0 V)$$

$$Q = \frac{1}{2} (3pV - 48p_0 V_0 + 4p_0 V - 6p_0 V_0)$$



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  
4 ИЗ 4

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!

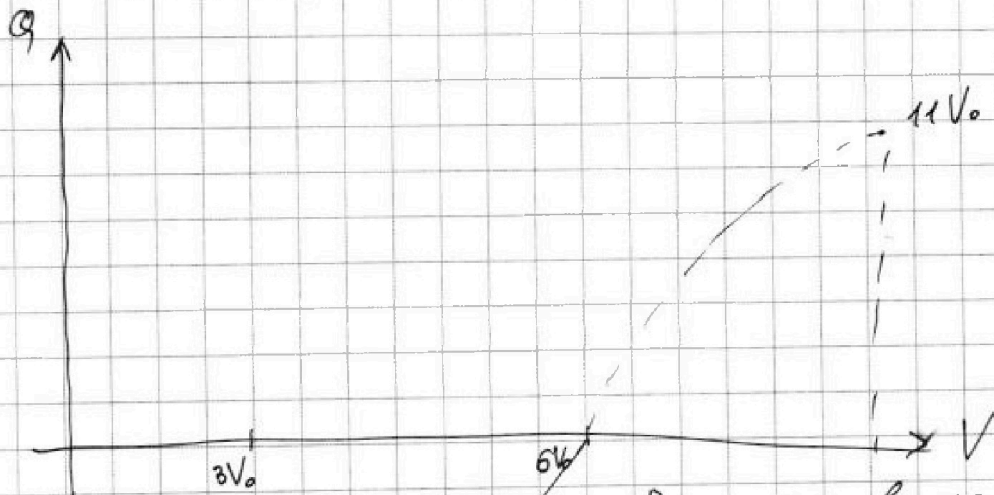
$$Q(V) = \frac{1}{2} \left( 3V \left( -\frac{p_0}{3V_0} V + 4p_0 \right) - 48p_0 V_0 + 4p_0 V - 6V_0 \left( -\frac{p_0}{3V_0} V + 4p_0 \right) \right)$$

$$Q(V) = \frac{1}{2} \left( -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 12p_0 V - 48p_0 V_0 + 4p_0 V + 6p_0 V - 24p_0 V_0 \right)$$

$$Q(V) = \frac{1}{2} \left( -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 22p_0 V - 72p_0 V_0 \right)$$

$$Q(V) = \frac{p_0}{V_0 \cdot 2} \left( -V^2 + 22V_0 \cdot V - 72V_0^2 \right) \text{ ветвями вниз.}$$

$$V_8 = \frac{-22V_0}{2 \cdot (-1)} = 11V_0.$$



Видно, что в этом процессе теплота только отводится.

$$\Delta U_{31} = Q_{31} \text{ — теплота подведена.}$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{31} + Q_{12} = 9p_0 V_0 + 8p_0 V_0 = 17p_0 V_0.$$

$$A_{\Sigma} = 3p_0 V_0$$

$$KTPD = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}} = \frac{3p_0 V_0}{17p_0 V_0} = \frac{3}{17}.$$

Ответ: 1)  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{\Sigma}} = 3$

2)  $\frac{T_{max 12}}{T_2} = \frac{4}{3}$

3)  $KTPD = \frac{3}{17}$





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 4.

Магнитный поток через левую катушку  $\Phi_0 = BS \cdot \cos \theta^\circ$   
 $= BS$ .

ЭДС индукции, возникающее в одном витке левой

катушки:  $\mathcal{E}_{i0} = -\Phi_0' = -(BS)' = -S \cdot B' = -S \frac{\Delta B}{\Delta t} = S \alpha$

В катушке  $n$  витков,  $\Rightarrow \mathcal{E}_{i\pi} = n \mathcal{E}_i = \alpha n S$

Из-за возникшей индукции, разность потенциалов

на катушке  $\Delta \varphi = \alpha n S$  ( $\mathcal{E}_{i\pi}$ )

$$\Delta \varphi = LI', \Rightarrow I' = \frac{\Delta \varphi}{L_1} = \frac{\alpha n S}{L_1}$$

$$\text{Ответ: } I' = \frac{\alpha n S}{L_1}$$



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

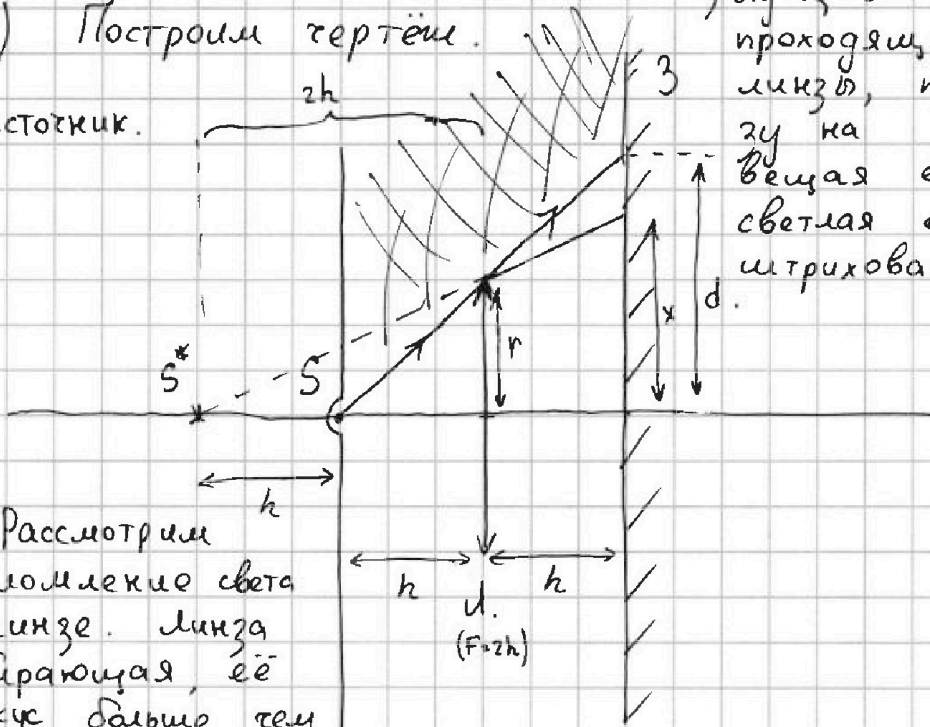
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 4

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. Вопрос 1.

1) Построим чертёж.

S-источник.



2) Лучи, от источника S, проходящие мимо линзы, попадают сразу на зеркало, освещая его. Эта светлая область заштрихована.

3) Рассмотрим преломление света в линзе. Линза собирающая, её фокус больше, чем расстояние до источника S ( $2h > h$ ).

⇒ Лучи, идущие через линзу от S, дадут мнимое изображение слева от линзы ( $S^*$ ).

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \Rightarrow f = \frac{dF}{-(d-F)}, \text{ где } d = h, F = 2h.$$

$$f = \frac{h \cdot 2h}{2h - h} = \frac{2h^2}{h} = 2h.$$

4) Построим луч, падающий от S на край линзы и преломляющийся в ней. Он преломится так, чтобы его ~~продолжение~~ <sup>продолжение</sup> попало в  $S^*$ .



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 4

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!

Область, оказавшаяся ниже крайнего преломленного луча, будет освещена. Итого, неосвещенным останется кольцо, ограниченное двумя построениями на чертеже лучами. Отмеченное расстояние  $d$  и  $x$  найдем через подобие треугольников:

$$\frac{d}{2h} = \frac{v}{h} \Rightarrow d = 2v \quad \frac{x}{3h} = \frac{v}{2h} \Rightarrow x = \frac{3v}{2}$$

Неосвещенная площадь:

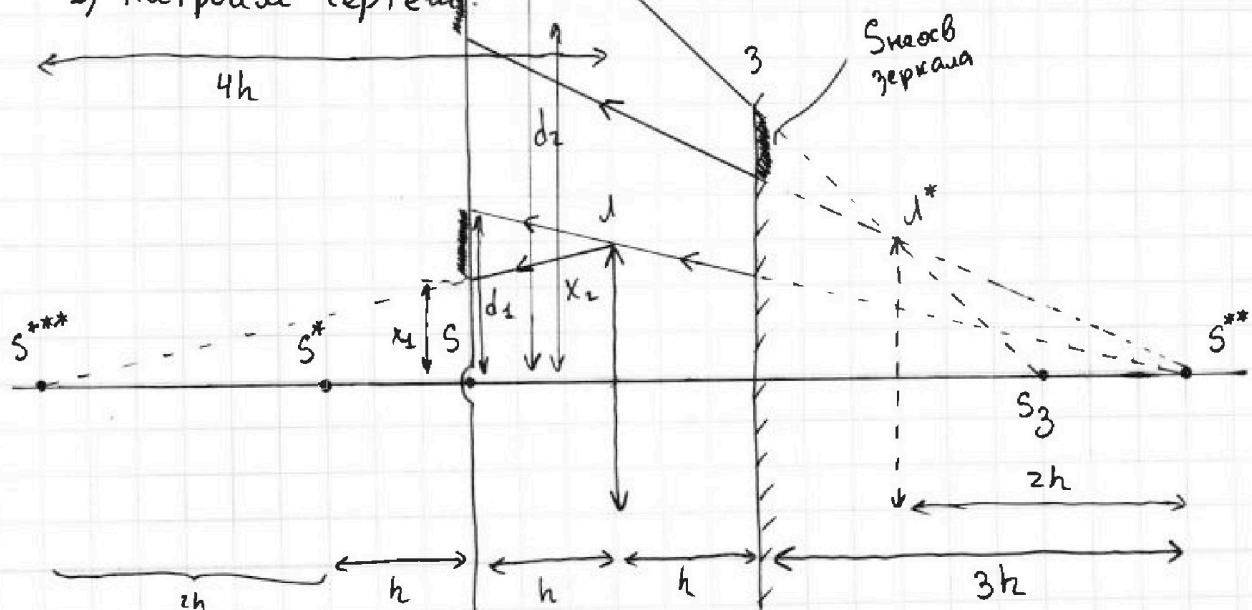
$$S_{\text{неосв}} = \pi d^2 - \pi x^2 = \pi (d-x)(d+x) = \pi \cdot \frac{v}{2} \cdot \frac{7v}{2} = \pi \frac{7v^2}{4}$$

Подставив численные значения  $v = 2 \text{ см}$ :  $d = 4 \text{ см}$ ;  $x = 3 \text{ см}$ .

$$S_{\text{неосв}} = \pi \cdot 1 \text{ см} \cdot 7 \text{ см} = 7\pi \text{ см}^2$$

Вопрос 2.

1) Патрули чертёжа:





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 4

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!

Мнимое изображение  $S^*$  предмета  $S$  будет действительным предметом для зеркала, и будет создавать своё собственное мнимое изображение  $S^{**}$ .

$S^*$  находится на расстоянии  $3h$  от зеркала,  $\rightarrow S^{**}$  находится на том же расстоянии по другую сторону зеркала. То есть, на стекле от зеркала падает свет, создаваемый мнимым изображением  $S^{**}$ . Некоторые из этих лучей будут вновь преломляться в линзе. Построим луч от  $S^{**}$ , проходящий через край линзы (либо линзы) и луч, преломляющийся в линзе (тоже через край).

Предмет  $S^{**}$  - действительный для линзы, находится на расстоянии  $4h$  от неё.  $4h = 2F$ ,  $\Rightarrow S^{**}$  даст в линзе действительное изображение  $S^{***}$ . Мы видим, что из-за повторного преломления на стекле образуется тёмное пятно (кольцо)

$S^{***}$  находится на расстоянии  $2F = 4h$  слева от линзы.



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 4

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!

По тому же принципу как и в вопросе 1:

$$\frac{r}{4h} = \frac{x_1}{3h} \Rightarrow x_1 = \frac{3}{4}r \quad \frac{d_1}{5h} = \frac{r}{4h} \Rightarrow d_1 = \frac{5}{4}r$$

$$S_{\text{неосв стень 1}} = \pi(d_1^2 - x_1^2) = \pi(d_1 - x_1)(d_1 + x_1) = \pi \cdot \frac{r}{2} \cdot 2r = \pi r^2.$$

Но, на стене будет ещё одно тёмное кольцо, которое создается из-за тёмного кольца на зеркале.

Пусть  $S_3$  - изображение источника  $S$  в зеркале, а  $M^*$  - изображение линзы в зеркале. Пусть лучи из  $S_3$  и  $S^{**}$  на ~~фигура~~ край линзы и продолжим за зеркало на стену. Это и будет тёмное кольцо на стене, созданное тёмным кольцом на зеркале.

По тому же принципу как выше:

$$\frac{d_2}{4h} = \frac{r}{h} \Rightarrow d_2 = 4r \quad \frac{x_2}{5h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow x_2 = \frac{5}{2}r.$$

$$S_{\text{неосв стень 2}} = \pi(d_2 - x_2)(d_2 + x_2) = \pi\left(4r - \frac{5}{2}r\right)\left(4r + \frac{5}{2}r\right) = \pi \cdot \frac{3}{2}r \cdot \frac{13}{2}r = \frac{39}{4}\pi r^2.$$

$$S_{\text{неосв стень}} = S_{\text{неосв стень 1}} + S_{\text{неосв стень 2}} = \pi r^2 + \frac{39}{4}\pi r^2 = \frac{43}{4}\pi r^2 = 43\pi \text{ см}^2.$$

Ответ: 1)  $7\pi \text{ см}^2$  2)  $43\pi \text{ см}^2$

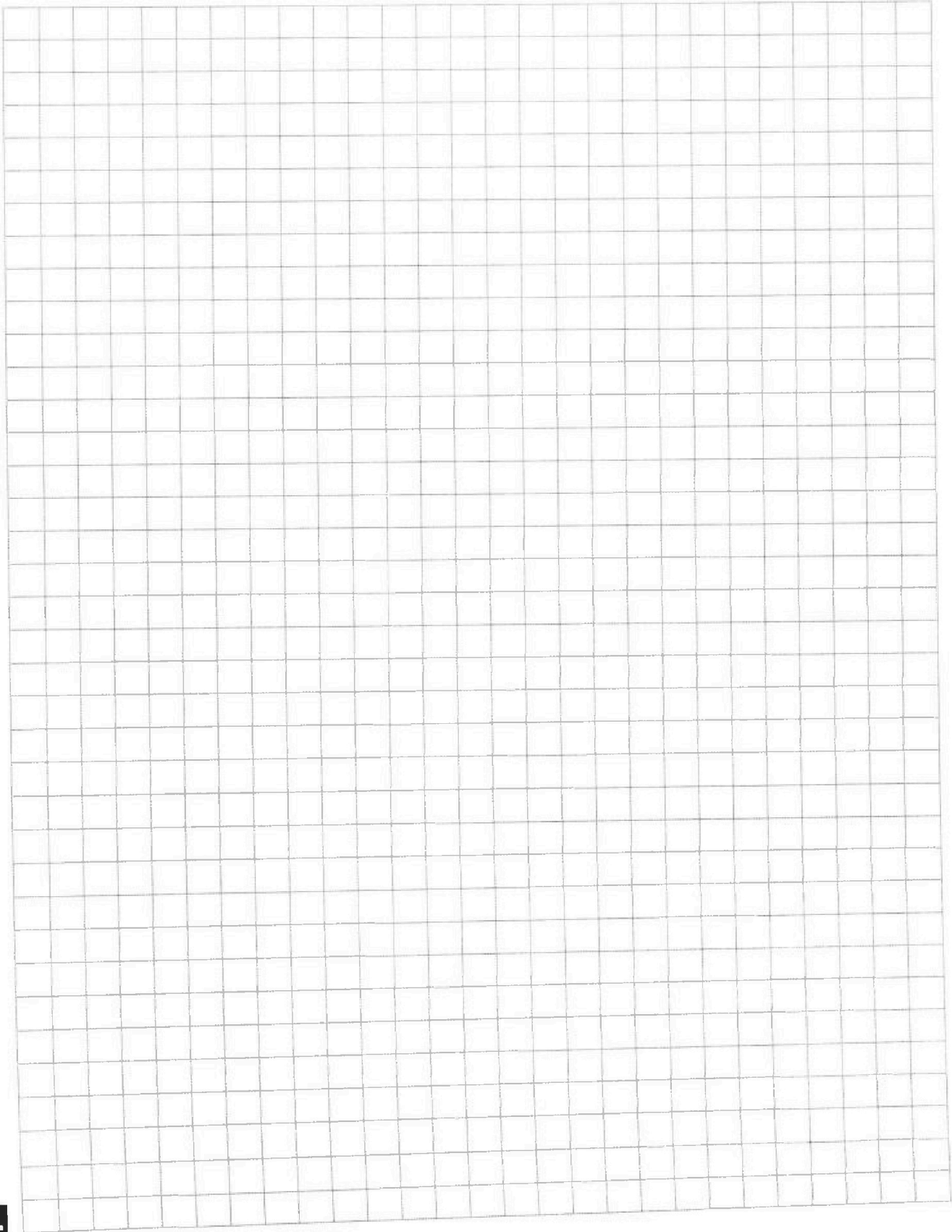


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



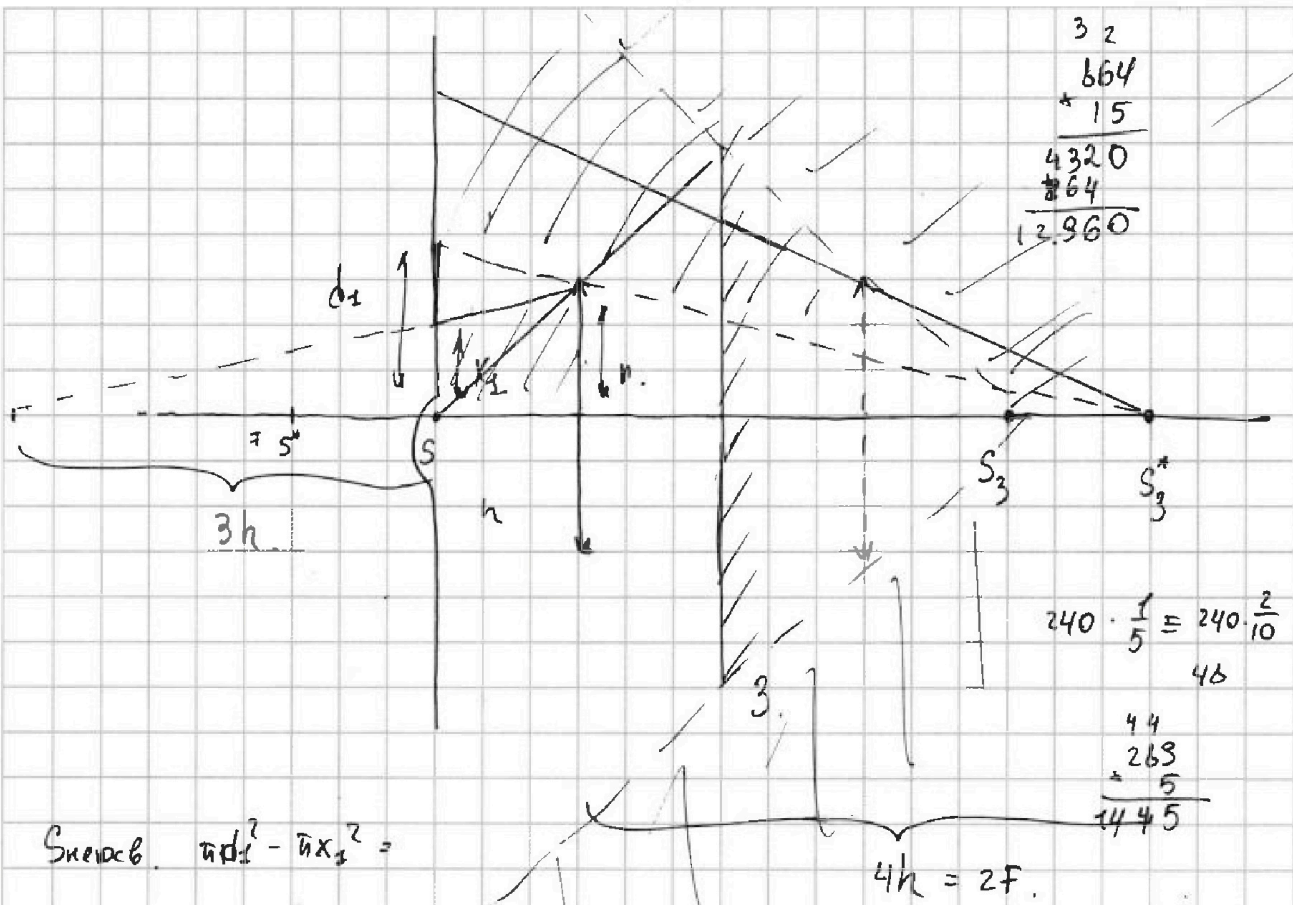
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\begin{array}{r} 32 \\ 664 \\ + 15 \\ \hline 4320 \\ 864 \\ \hline 12960 \end{array}$$

$$240 \cdot \frac{1}{5} = 240 \cdot \frac{2}{10} = 48$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ 263 \\ + 5 \\ \hline 1445 \end{array}$$

Сначала  $\pi d_1^2 - \pi x_1^2 =$   
 $\pi (d_1 - x_1)(d_1 + x_1)$   
 $\pi \left( \frac{5r - 3r}{4} \right) \left( \frac{5r + 3r}{4} \right)$   
 $\pi \left( \frac{r}{2} \right) (2r) = \pi r^2$

$$\frac{d_1}{5h} = \frac{r}{4h} \quad d_1 = \frac{5r}{4}$$

$$x_1^2 = \frac{r}{4h} = \frac{x_1}{3h} \quad x_1 = \frac{3}{4}r$$

$$\begin{array}{r} 25 \cdot 24 \cdot 25 \\ 25 \\ \hline 25 \\ + 125 \\ \hline 150 \\ \times 825 \\ 24 \\ \hline 2500 \\ + 1250 \\ \hline 15000 \end{array}$$

$$\begin{aligned} 2) 4r - \frac{5}{2}r &= \frac{3}{2}r \\ 2) 4r + \frac{5}{2}r &= \frac{13}{2}r \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 64 \\ + 17 \\ \hline 448 \\ + 64 \\ \hline 1086 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 17 \\ \hline 17 \\ + 119 \\ \hline 136 \\ \times 12 \\ \hline 478 \\ + 289 \\ \hline 3368 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} x_1 = \frac{3}{4}r \\ 41 \\ 288 \\ \times 25 \\ \hline 1445 \\ + 578 \\ \hline 7225 \end{array}$$



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.

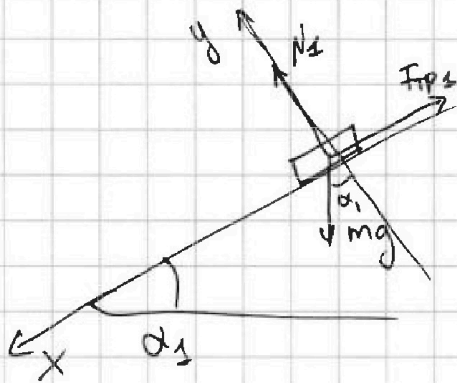
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!

1-2:  $A_{12} = \frac{21}{2} p_0 V_0$

$\rho V_0 v_1 = \rho_0 \cdot 3V_0 \cdot \sqrt{RT_1}$ ,  $\sqrt{RT_1} = 15 p_0 V_0$   
 $\sqrt{RT_2} = 12 p_0 V_0$



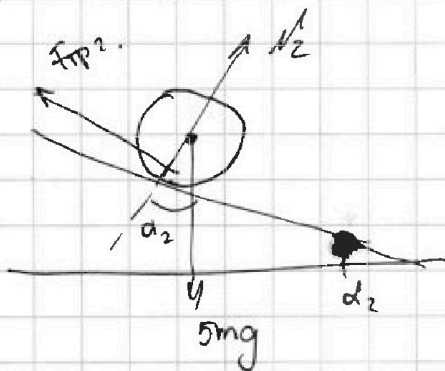
$\Sigma ZH: y: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$

$x: mg \sin \alpha_1 - F_{TP1} = ma_x$

$F_{TP1} = mg \sin \alpha_1 - ma_x$

$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{7g}{17} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right)$

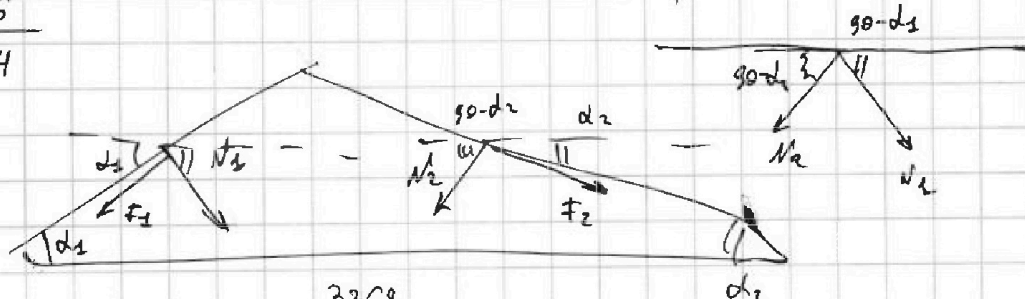
$\frac{51 - 35}{5 \cdot 17} = \frac{16}{85} \quad \frac{16}{85} mg$



$$\begin{array}{r} 5 \\ 17 \\ \hline 8 \\ 136 \\ \hline 15000 \\ 12860 \\ \hline 2040 \\ + 1088 \\ \hline 3128 \\ \hline 3368 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 40 \\ \hline 1000. \\ 3 \\ 25 \\ \hline 17 \\ + 175 \\ \hline 25 \\ \hline 425 \end{array}$$

$\frac{1000}{136} = 864$



$\frac{3368}{3128} = 240$



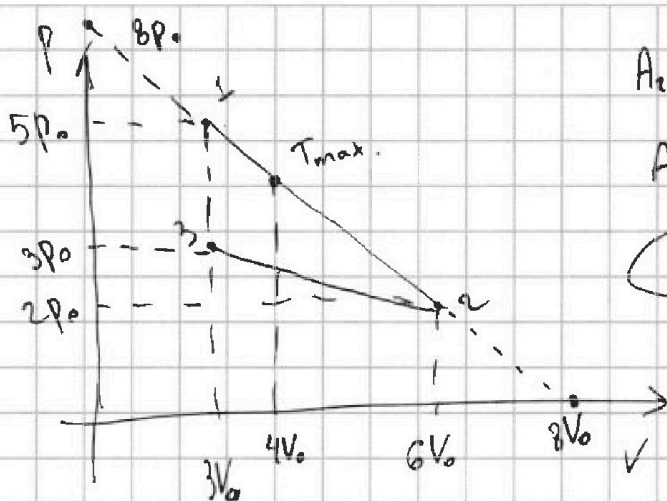
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$A_{21} = S_{2p}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2}(5p_0 + 8p_0)(6V_0 - 3V_0)$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} \cdot 8p_0 \cdot 3V_0 = \frac{21}{2} p_0 V_0$$

$$A_{23} = -S_{2p}$$

$$A_{23} = -\frac{1}{2}(3p_0 + 2p_0)(6V_0 - 3V_0)$$

$$A_{23} = -\frac{1}{2} \cdot 5p_0 \cdot 3V_0 = -\frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$A_{13} = \frac{21}{2} p_0 V_0 - \frac{15}{2} p_0 V_0 = 3p_0 V_0$$

$$3-1: \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (\nu R T_1 - \nu R T_3) = \frac{i}{2} \left( \frac{5p_0 \cdot 3V_0}{15p_0 V_0} - \frac{3p_0 \cdot 3V_0}{9p_0 V_0} \right) = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 V_0 = 9p_0 V_0$$

$$\textcircled{1} \frac{|\Delta U_{31}|}{A_{13}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$$

$$1-2: p = kV + b \quad 1) 0 = k \cdot 8V_0 + b \quad 2) 8p_0 = b$$

$$b = -8kV_0$$

$$8p_0 = -8kV_0 \quad k = -\frac{p_0}{V_0}$$

$$1-2: p = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \quad -\frac{p_0}{V_0} V + 8\frac{p_0}{V_0} V = \frac{7p_0}{V_0} V$$

$$pV = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 \cdot V$$

$$\nu R T = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V$$

$$T = \frac{1}{\nu R} \left( -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V \right)$$

$$T'_{12} = \frac{1}{\nu R} \left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot 2V + 8p_0 \right)$$

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  
\_\_ 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!

$$T'(V) = \frac{1}{2R} \left( -2 \frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right)$$

$$T' = 0 :$$

$$-2 \frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 = 0$$

$$V \cdot \frac{2p_0}{V_0} = 8p_0$$

$$V = 4V_0$$

$$p = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0$$

$$p(4V_0) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot 4V_0 + 8p_0$$

$$p(4V_0) = 4p_0$$

$$\sqrt{RT_{\max}} = 4p_0 \cdot 4V_0 = 16p_0 V_0$$

$$\sqrt{RT_2} = 2p_0 \cdot 6V_0 = 12p_0 V_0$$

②

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

$$\left( \frac{4V - 3V}{2} \right) \left( \frac{4V}{2} + \frac{3V}{2} \right)$$

$$\Delta\varphi = Ed$$

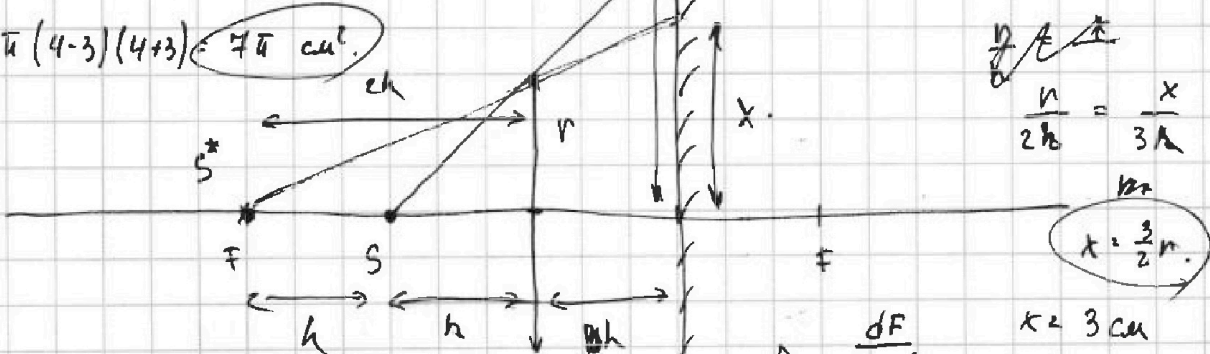
$$\varphi_3 = k \frac{q}{r}$$

$$\frac{V \cdot 7V}{2} = \frac{7V^2}{4}$$

$$S_{\text{сеч}} = \pi d^2 - \pi r^2 = \pi (d-r)(d+r)$$

$$\frac{h \cdot 2h}{2h \cdot h} = \frac{2h^2}{h^2} = 2h$$

$$\pi (4-3)(4+3) = 7\pi \text{ см}^2$$



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

$$x = \frac{3}{2}r$$

$$x = 3 \text{ см}$$

$$f_2 = \frac{dF}{F-d}$$

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

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

$$\frac{h}{h} = \frac{d}{2h}$$

$$d = 2r$$

$$d = 4 \text{ см}$$

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.

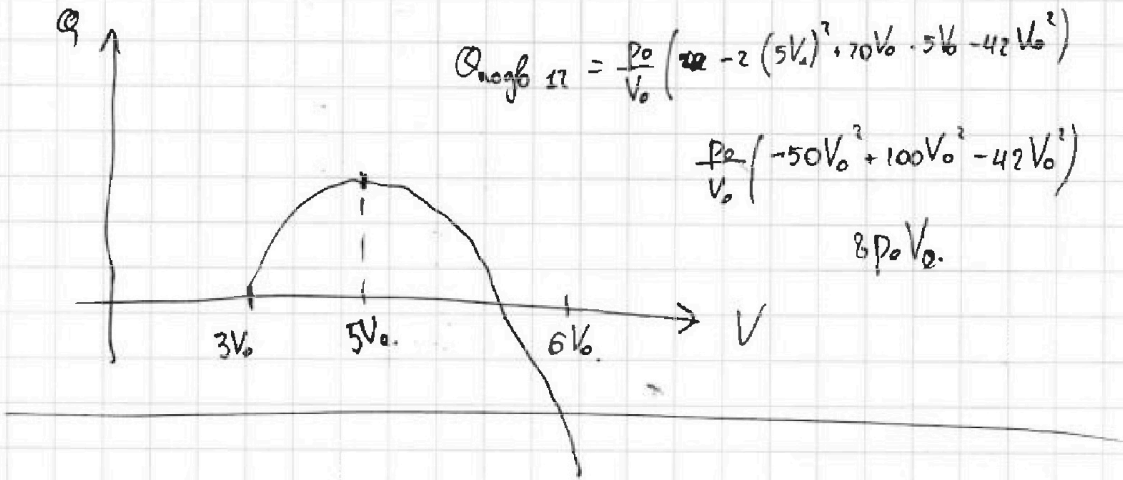


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!

$$Q_{\Omega} = \frac{P_0}{V_0} (-2V^2 + 20V_0V - 42V_0^2) \quad \text{верши} = \frac{-20V_0}{2 \cdot (-2)} = 5V_0.$$



$$Q = \frac{1}{2} (3P_0V - 48P_0V_0 + 4P_0V - 6P_0V_0)$$

$$p(V) = -\frac{P_0}{3V_0} V + 4P_0$$



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!

$$\varphi \rightarrow BS \cos \alpha = BS.$$

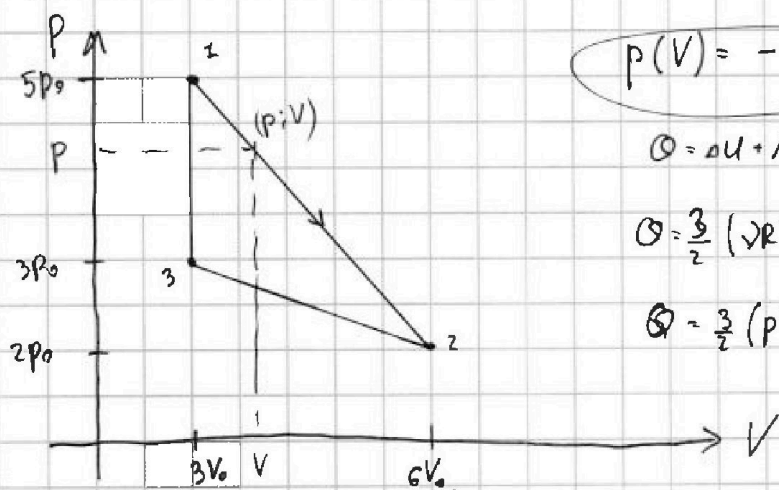
$$B' \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha$$

$$E_{i\varphi} = -\varphi' = -(BS)' = -B'S = \alpha S$$

$$L \cdot \frac{dI}{dt} = \frac{\mu^2}{\epsilon} \cdot S$$

$$\Delta \varphi = E_{i\varphi} \cdot h = dnS$$

$$\Delta \varphi = LI' \Rightarrow I' = \frac{\Delta \varphi}{L} = \frac{dnS}{L} \quad \checkmark$$



$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0.$$

$$Q = \Delta U + A_{12}$$

$$Q = \frac{3}{2}(\sqrt{RT} - \sqrt{RT_2}) + S_{12}$$

$$Q = \frac{3}{2}(pV - 15p_0V_0) +$$

$$S_{12} = \frac{1}{2}(5p_0 + p)(V - 3V_0) = \quad Q = \frac{1}{2}(3pV - 45p_0V_0 + 5p_0V - 15p_0V_0 + pV - 3pV_0)$$

$$Q = \frac{1}{2}(4pV - 60p_0V_0 + 5p_0V - 3pV_0).$$

$$p = -\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0.$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(4\left(-\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0\right)V - 60p_0V_0 + 5p_0V - 3V\left(-\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0\right)\right)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(-4\frac{p_0}{V_0}V^2 + 32p_0V - 60p_0V_0 + 5p_0V + 3\frac{p_0}{V_0}V^2 - 24p_0V_0\right)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(-\frac{p_0}{V_0}V^2 + 8p_0V\right) \quad Q = \frac{1}{2}\left(4V\left(-\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0\right) - 60p_0V_0 + 5p_0V - 3V_0\left(-\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0\right)\right)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(-4\frac{p_0}{V_0}V^2 + 32p_0V - 60p_0V_0 + 5p_0V + 3p_0V - 24p_0V_0\right)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(-4\frac{p_0}{V_0}V^2 + 40p_0V - 84p_0V_0\right) \quad Q = \frac{p_0}{V_0}\left(-2V^2 + 20V_0 \cdot V - 42V_0^2\right)$$