



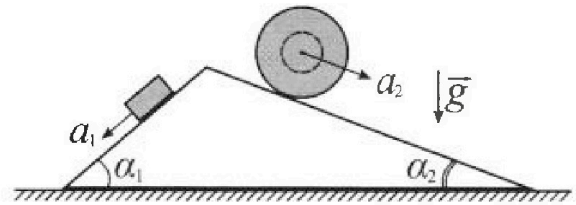
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

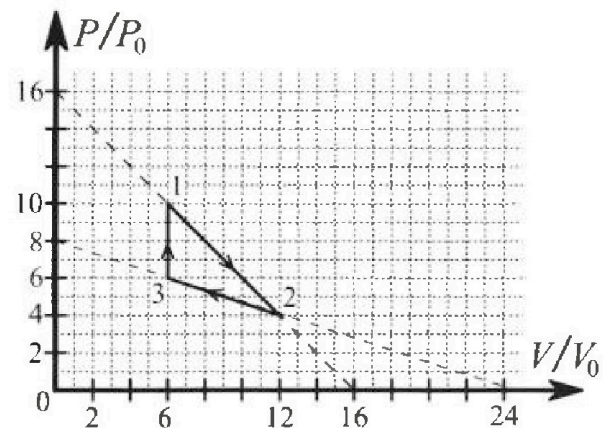
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

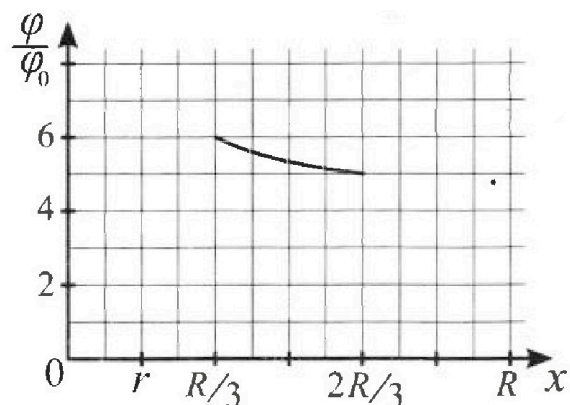
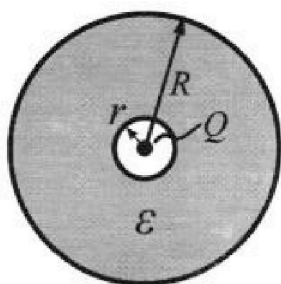


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .



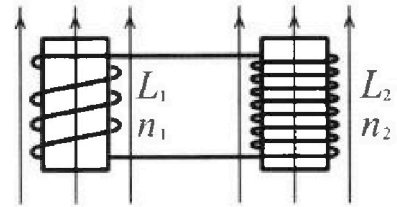
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

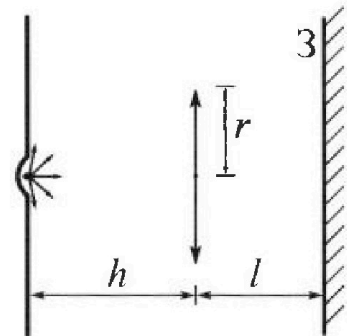


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



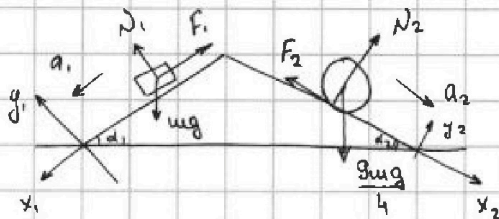
1  2  3  4  5  6  7

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!

5.01

Решение:



нормальные

1.  $N_1$  и  $N_2$  — силы реакции опоры на брусок и шар соответственно

$M$  — масса клина

$N_3$  — нормальная сила реакции опоры со стороны стола

2. По 2 закону Ньютона для бруска:  $x_1$ :  $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$ ,

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{17} g \right) = \frac{26}{85} mg$$

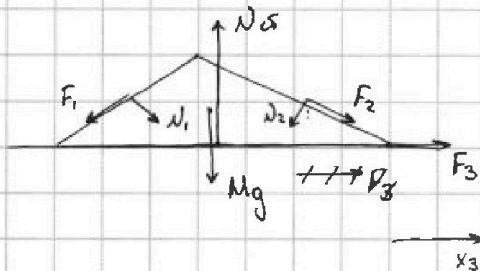
$$y_1: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \rightarrow N_1 = \frac{4}{5} mg$$

3. По 2 закону Ньютона для шара:  $x_2$ :  $\frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 - F_2 = m \cdot \frac{9}{4} a_2$

$$F_2 = \frac{9m}{4} (g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{9m}{4} \left( \frac{8}{17} g - \frac{8g}{27} \right) = \frac{20}{51} mg$$

$$y_2: N_2 - \frac{9mg}{4} \cos \alpha_2 = 0 \rightarrow N_2 = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} mg$$

4.



По 2 закону Ньютона для клина:

$$x_3: F_3 + F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 = 0, \text{ т.к. клин покоится}$$

$$F_3 = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} \frac{8}{17} mg + \frac{26}{5 \cdot 17} \frac{4}{5} mg - \frac{20}{3 \cdot 17} \frac{15}{17} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg$$

$$F_3 = mg \left( \frac{15}{17} \left( \frac{16}{17} - \frac{20}{51} \right) + \frac{4}{5} \left( \frac{26}{85} - \frac{3}{5} \right) \right) = mg \left( \frac{15}{17} \cdot \frac{34}{3 \cdot 17} + \frac{4}{5} \cdot \frac{-25}{8 \cdot 17} \right)$$

$$F_3 = mg \left( \frac{10}{17} - \frac{4}{17} \right) = \frac{6}{17} mg$$

Ответ:  $F_1 = \frac{26}{85} mg$ ;  $F_2 = \frac{20}{51} mg$ ;  $F_3 = \frac{6}{17} mg$



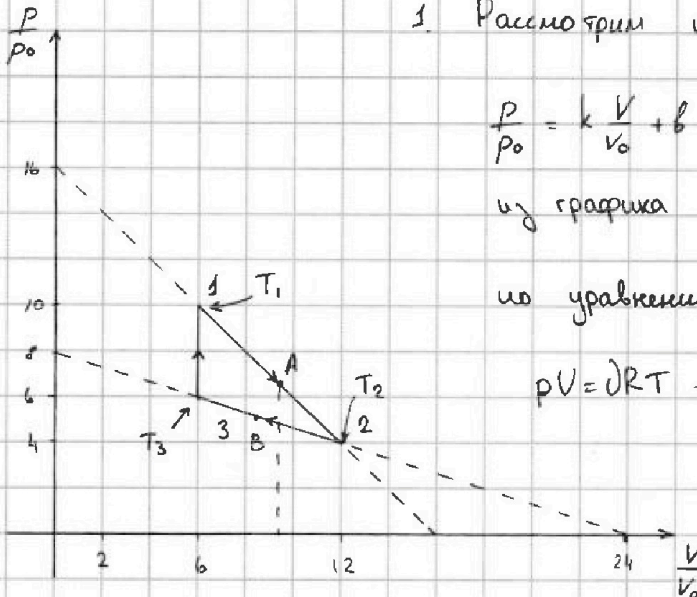
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№ 2



1. Рассмотрим процесс 1-2:

$$\frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b, \text{ где } k \text{ и } b \text{ - константы}$$

$$\text{из графика } b = 16, k = -1: \boxed{p = -\frac{V p_0}{V_0} + 16 p_0}$$

по уравнению Менделеева - Клапейрона:

$$pV = \nu RT \rightarrow -\frac{V^2 p_0}{V_0} + 16 p_0 V = \nu RT$$

$$\boxed{T(V) = \frac{p_0}{\nu R} \left( -\frac{V^2}{V_0} + 16V \right)}$$

2. По Менделееву - Клапейрону

3.  $A_{12} = S_{гр}$ , где  $S_{гр}$  - площадь фигуры

$$T.1: 60 p_0 V_0 = \nu R T_1$$

$$T.2: 48 p_0 V_0 = \nu R T_2$$

$$T.3: 36 p_0 V_0 = \nu R T_3$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 p_0 = 12 p_0 V_0$$

$$4. \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \neq$$

$$5. \boxed{\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}} = \frac{18 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{3}{2}}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{p_0 V_0}{\nu R} (48 - 60) = -18 p_0 V_0$$

6. Найдем макс. температуру на участке 1-2:

$$T'(V) = \frac{p_0}{\nu R} \left( -\frac{2V}{V_0} + 16 \right) = 0 \rightarrow V = 8V_0 \text{ (производная равна нулю в}$$

$$T_{\max} = T(8V_0) = \frac{p_0}{\nu R} \left( -64V_0 + 128V_0 \right) = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R}$$

точках экстремума, в данном случае максимума)

$$7. \boxed{\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64 p_0 V_0 \nu R}{\nu R \cdot 36 p_0 V_0} = \frac{16}{9}}$$



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!

S: 2

8. Рассмотрим процесс 2-3:

$$\frac{p}{p_0} = \alpha \frac{V}{V_0} + \beta, \text{ где } \alpha \text{ и } \beta \text{ константы}$$

из графика  $\beta = 8$ ;  $\alpha = -\frac{1}{3}$

$$p = -\frac{V p_0}{3V_0} + 8p_0$$

по Менделееву - Клапейрону:

$$pV = \nu RT \rightarrow -\frac{V^2 p_0}{3V_0} + 8p_0 V = \nu RT \rightarrow T = \frac{p_0}{\nu R} \left( -\frac{V^2}{3V_0} + 8V \right)$$

9.  $\eta = \frac{Q_2}{Q_H} = \frac{A_2}{Q_H}$

$$Q_H = Q_{1A} + Q_{31} + Q_{B3}$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{p_0 V_0}{\nu R} (60 - 36) = 21 p_0 V_0$$

до точки A теплота подводится,  $Q_{1A} > 0$

в точке A  $C = 0$ , после этого теплота отводится

$$10. Q_H = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A_{1A} = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{p_0}{\nu R} \left( -\frac{V_A^2}{V_0} + 16V_A \right) - 90 p_0 V_0 + A_{1A}$$

$$Q_{1A} = \frac{3}{2} p_0 \left( -\frac{V_A^2}{V_0} + 16V_A \right) - 90 p_0 V_0 + \frac{1}{2} (10 p_0 + p_A) (V_A - 6V_0) =$$

$$Q_{1A} = \frac{3}{2} p_0 \Delta u + 5 p_0 V_A - 30 p_0 V_0 + \frac{1}{2} V_A (-V_A p_0 + 16 p_0) - 3 V_0 \left( -\frac{V_A p_0}{V_0} + 16 p_0 \right)$$

$$Q_{1A} = -\frac{3}{2} \frac{V_A^2 p_0}{V_0} + 24 p_0 V_A - 90 p_0 V_0 + 5 p_0 V_A - 30 p_0 V_0 = \frac{V_A^2 p_0}{2 V_0} + 8 p_0 V_A + 3 V_A p_0 - 48 p_0 V_0$$

$$Q_{1A} = -\frac{2 V_A^2 p_0}{V_0} + 40 V_A p_0 - 168 p_0 V_0 > 0$$

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 3

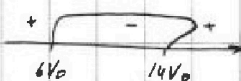
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5° 2

$$\frac{V_A^2}{V_0} - 20V_A + 84V_0 < 0$$

$$V_A^2 - 20V_0V_A + 84V_0^2 < 0$$

$$D = 400V_0^2 - 336V_0^2 = 64V_0^2$$



$$V_A = \frac{20 \pm 8}{2} V_0 = (10 \pm 4) V_0 = \begin{cases} 14V_0, \text{ не подходит, т.к. максимум } 12V_0 \\ 6V_0 \end{cases}$$

$$Q_{1A} = \frac{-2 \cdot 36V_0^2}{V_0} p_0 + 240V_0 p_0 \quad T_A = \frac{p_0}{JR} \left( \frac{-36V_0^2}{V_0} + 16V \right) = \frac{-20p_0V_0}{JR}$$

$$Q_{1A} = Q_{1B} = 2p_0 \left( \frac{-36V_0^2}{V_0} + 120V_0 - 168V_0 \right) \text{ Выходит, т.к. теплога под } Q_{1A} \text{ и } Q_{1B} \text{ в процессе}$$

$$Q_{1A} = Q_{1B} = \frac{3}{2} JR \left( \frac{-20p_0V_0}{JR} \right) \quad Q_{1A} = Q_{1B}$$

11. Рассмотрим процесс 2-3:

$$Q_{12} = \frac{3}{2} JR \cdot \frac{(-18)p_0V_0}{JR} + \frac{1}{2} \cdot 14p_0 \cdot 6V_0$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} JR$$

$$Q_{12} = -18p_0V_0 + 42p_0V_0 = 24p_0V_0$$

$$Q_{A2} = \frac{3}{2} JR \left( \frac{48p_0V_0}{JR} + \frac{20p_0V_0}{JR} \right)$$

В процессе 2-3:

$$\begin{aligned} Q_{2B} &= \frac{3}{2} JR \left( \frac{48p_0V_0}{JR} - T_B \right) + \frac{1}{2} (12V_0 - V_0) (4p_0 + p_B) = 72p_0V_0 - \frac{3}{2} JR p_0 \left( \frac{-V_0^2}{3V_0} + 6V_0 \right) - \\ &- 24p_0V_0 - 6V_0 p_B + 2p_0V_B + \frac{1}{2} p_0V_B = 48p_0V_0 - \frac{V_0^2 p_0}{V_0} + 12p_0V_B + 2p_0V_B + \\ &+ \left( \frac{-V_B p_0}{3V_0} + 8p_0 \right) \left( \frac{1}{2} V_B - 6V_0 \right) \end{aligned}$$

Ответ: 1)  $\frac{3}{2}$ ; 2)  $\frac{16}{9}$



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!

5.3

1) Потенциал  $\varphi_0$  точка на расстоянии  $y < r$  до заряда  $Q$  вычисляется по формуле  $\varphi = \frac{kQ}{r}$

Потенциал в диэлектрике считается по формуле  $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon y} + \frac{kQ}{r}$

Тогда  $\varphi\left(\frac{11R}{12}\right) = \frac{kQ \cdot 12}{11\epsilon R} + \frac{kQ}{r} = kQ\left(\frac{12}{11\epsilon R} + \frac{1}{r}\right)$

2)  $6\varphi_0 = \frac{kQ}{r} + \frac{3kQ}{\epsilon R} \rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{6r} + \frac{kQ}{2\epsilon R}$

$5\varphi_0 = \frac{kQ}{r} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} \rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{5r} + \frac{3kQ}{10\epsilon R}$

$$\frac{5kQ}{30r} + \frac{5kQ}{10\epsilon R} = \frac{6kQ}{30r} + \frac{3kQ}{10\epsilon R}$$

$$\frac{2kQ}{10\epsilon R} = \frac{kQ}{30r} \rightarrow \frac{2}{\epsilon R} = \frac{1}{3r} \rightarrow \boxed{\epsilon = \frac{6r}{R}}$$

Ответ: 1)  $\varphi\left(\frac{11R}{12}\right) = kQ\left(\frac{12}{11\epsilon R} + \frac{1}{r}\right)$

2)  $\epsilon = \frac{6r}{R}$



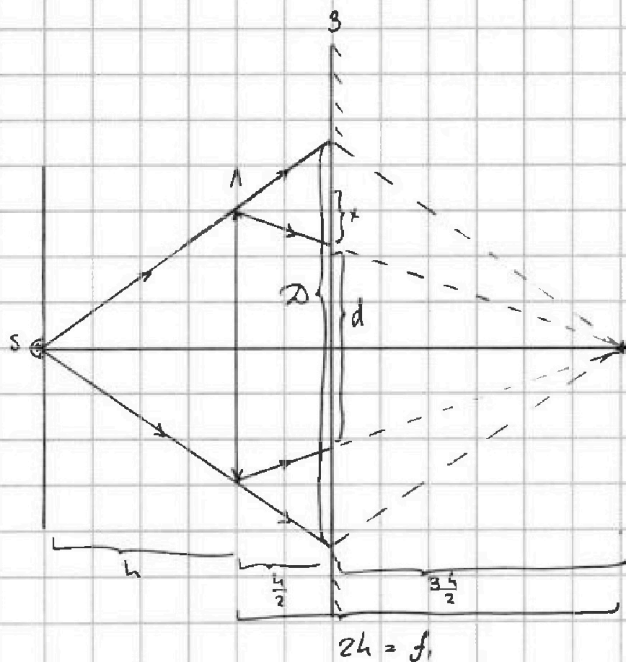
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

5.5



3) Для лучей из источника S, прошедших через линзу:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1} \rightarrow f_1 = 2h$$

на пути лучей будет зеркало, значит они отражатся и снова попадут на линзу

Сверху и снизу на зеркале окажутся две области. Они будут находиться между прошедшими через линзу лучами и лучами от источника. Пусть радиус одного из этих пятен равен x

из подобия треугольников:

$$\frac{d}{2r} = \frac{3h}{2 \cdot 2h} \rightarrow d = \frac{3r}{2}$$

$$\frac{D}{2r} = \frac{3h}{2 \cdot h} \rightarrow D = 3r$$

$$\rightarrow x = \frac{D-d}{4}$$

$$x = \frac{3r}{8}$$

Тогда  $S_1$  - площадь освещ. зеркала  $S_1 = 2 \cdot \pi x^2 = \frac{2 \cdot 9}{64} r^2 \pi = \frac{9\pi r^2}{32}$

$$S_1 = \frac{9\pi \cdot 16 \text{ см}^2}{32} = \frac{9}{2} \pi$$

2) Лучи, прошедшие через линзу и ~~отраженные~~ <sup>отраженные</sup> от зеркала создадут мнимое изображение для линзы. В силу обратимости хода лучей оно будет на расстоянии  $(h \cdot f)$  от зеркала, то есть h от линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{-1}{h} + \frac{1}{f_2} \rightarrow f_2 = \frac{2h}{5}$$



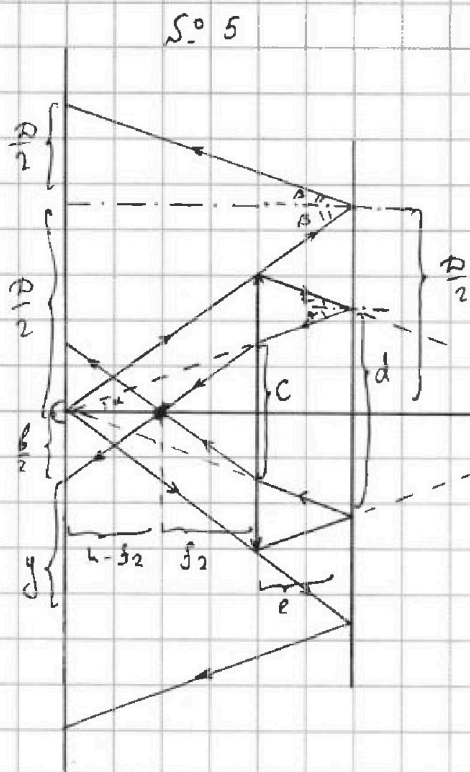


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



3) Пространство между линзой и вторым изображением от линзы до лучей, прошедших то без преломления до экрана и образовавшихся обратно будет освещено. Таких участков два, пусть радиус одного из них  $y$ .

Из подобия треугольников

$$\frac{2d/}{3h} \quad \frac{d}{c} = \frac{3h}{2 \cdot h} \rightarrow c = \frac{2d}{3h} = \frac{2}{3} \frac{3r}{2} \\ c = r$$

$$\frac{c}{e} = \frac{f_2}{k - f_2} = \frac{2h \cdot 5}{5 \cdot 3h} = \frac{2}{3}$$

$$e = \frac{3}{2} c = \frac{3}{2} r$$

$$4y = 2D - e = 6r - \frac{3r}{2} = \frac{9r}{2} \rightarrow y = \frac{3r}{8}$$

Тогда  $S_2$  — освещ. поверхность экрана

$$S_2 = 2 \cdot \pi y^2 = \frac{2\pi \cdot 81r^2}{64} = \frac{81\pi r^2}{32}$$

$$S_2 = \frac{81\pi \cdot 16 \text{ см}^2}{32} = \frac{81}{2} \pi$$

Ответ:  $S_1 = \frac{9\pi}{2}$ ;  $S_2 = \frac{81\pi}{2}$



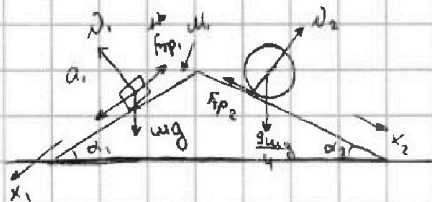
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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

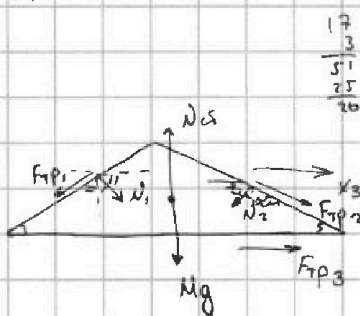
1



23H для m:  $x_1: mg \sin \alpha_1 - \mu F_{TP1} = ma_1$

$$F_{TP1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{17} g \right)$$

$$F_{TP1} = mg \cdot \frac{26}{85} \quad y: N_1 = mg \cos \alpha_1$$



23H для  $\frac{9m}{4}$ :  $\frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 - F_{TP2} = \frac{9mg}{4} a_2$

$$F_{TP2} = \frac{9m}{4} \left( g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8g}{29} \right) = \frac{9m \cdot 8g}{4} \left( \frac{27-17}{29} \right)$$

$$F_{TP2} = \frac{8 \cdot 2mg \cdot 10}{17 \cdot 29} = \frac{20mg}{51}$$

$$y_2: N_2 = \frac{9mg}{4 \cos \alpha_2}$$

23H конн:  $x_3: N_1 \sin \alpha_1 = N_2 \sin \alpha_2$

$$mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 = \frac{9mg}{4} \cos \alpha_2 \sin \alpha_2$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17}$$

$$x_3: N_1 \sin \alpha_1 - F_{TP1} \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{TP2} \cos \alpha_2 + F_{TP3} = 0$$

$$mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 \cdot \frac{26}{85} - \frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 + \frac{20mg \cos \alpha_2}{51} + F_{TP3} = 0$$

$$F_{TP3} = mg \left( \frac{26}{5 \cdot 17} \cdot \frac{4}{5} + \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} - \frac{20}{51} \cdot \frac{4}{5} \right)$$

$$F_{TP3} = 2mg$$

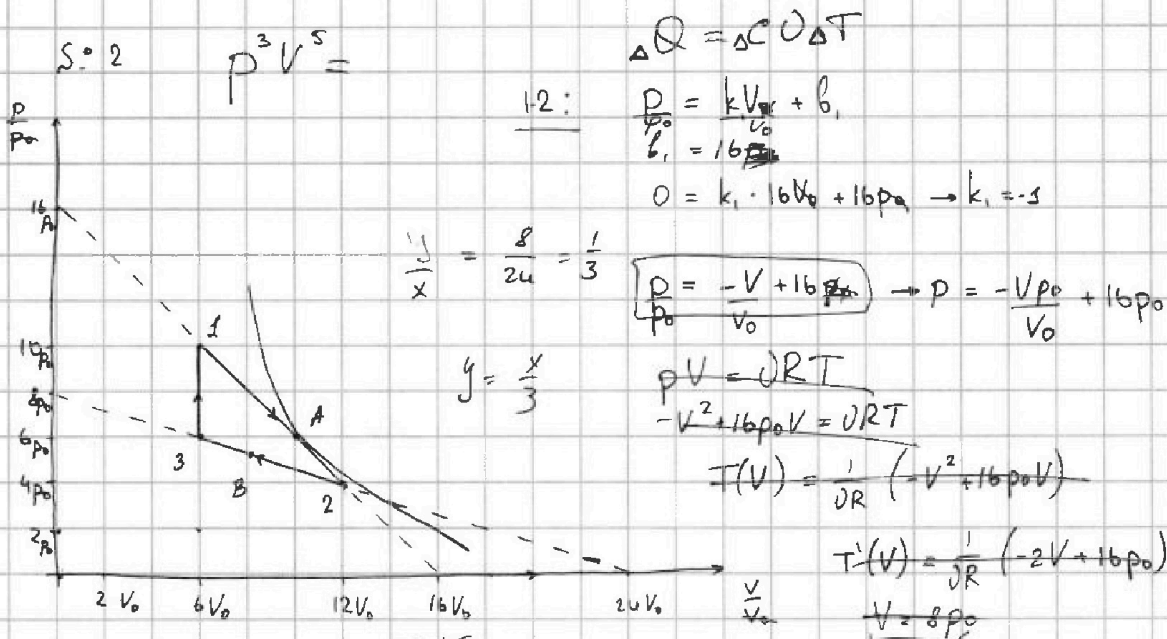


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$T_3 = \frac{36 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$C = 0 \rightarrow Q = 0$$

$$T_{\max} = \frac{1}{\nu R} (-64 p_0^2 + 108 p_0^2)$$

$$T_1 = \frac{10 p_0 \cdot 6 V_0}{\nu R} = 60 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_{\max} = \frac{44 p_0^2}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{4 p_0 \cdot 12 V_0}{\nu R} = \frac{48 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$|\Delta U| = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{12 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$A_s = S_{\text{тр}} = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot V_0 \cdot 4 p_0 = 12 p_0 V_0$$

$$|\Delta U| = 18 p_0 V_0$$

$$\frac{16}{128}$$

$$pV = \nu RT \quad -\frac{V^2 p_0}{V_0} + 16 p_0 V = \nu RT$$

$$-\frac{V^2 p_0}{V_0} = \nu RT$$

$$T(V) = \frac{p_0}{\nu R} \left( -\frac{V^2}{V_0} + 16V \right)$$

$$T' = -\frac{2V}{V_0} + 16 = 0$$

$$T_{\max} = T(8V_0) = \frac{p_0}{\nu R} \left( -\frac{64V_0^2}{V_0} + 108V_0 \right)$$

$$2V = 16V_0$$

$$V = 8V_0$$

$$T_{\max} = \frac{44 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$Q = \frac{24}{\frac{3}{22}}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{44 p_0 V_0 \nu R}{\nu R \cdot 36 p_0 V_0} = \frac{44}{36} = \frac{11}{9}$$

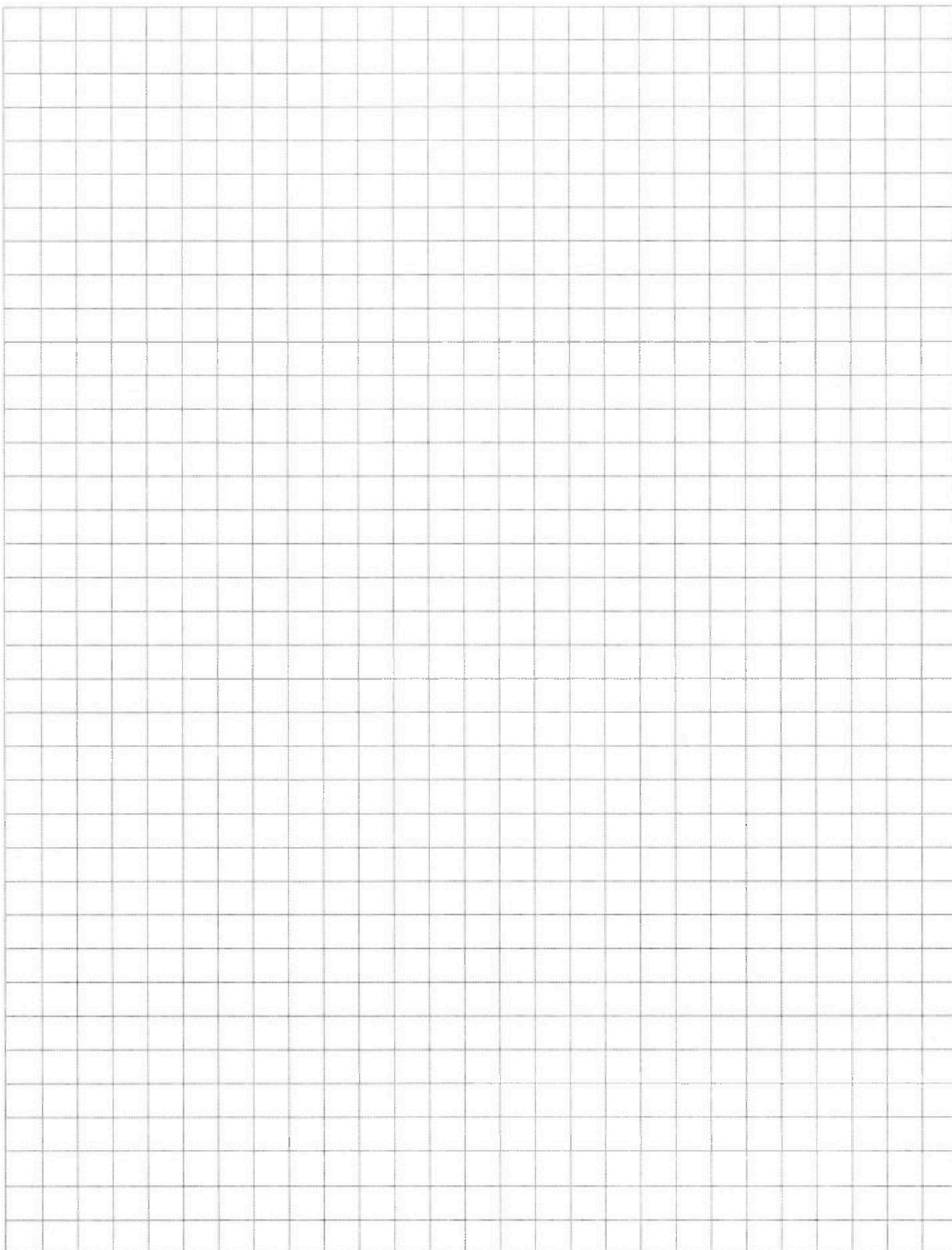


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





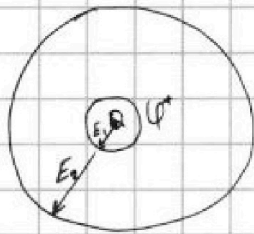
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon x} \quad \leftarrow \varphi_0 = \frac{kQ \cdot 3}{\varepsilon \cdot R} \rightarrow 2\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon R}$$



$$\varphi^* = \frac{kQ}{r}$$

$$5\varphi_0 = \frac{kQ \cdot 3}{\varepsilon \cdot 2R}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon x}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon(x+r)}$$

$$2\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon R}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon(x+r)}$$

$$E_1 = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E_2 = \frac{kQ}{(x-r)^2}$$

$$U = \varphi_2 - \varphi_1 = Ed = \frac{kQ}{\varepsilon x}$$

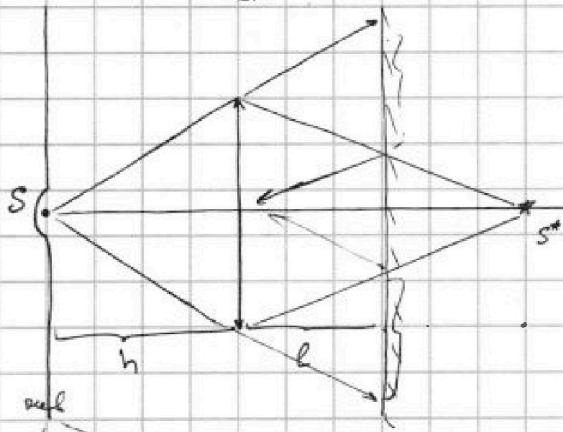
$$6\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon(\frac{R}{3}-r)}$$

$$\frac{6}{5} = \frac{2R-3r}{R-3r}$$

$$5\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon(\frac{2R}{3}-r)}$$

$$6R-18r = 10R-15r$$

$$4R = -3r$$



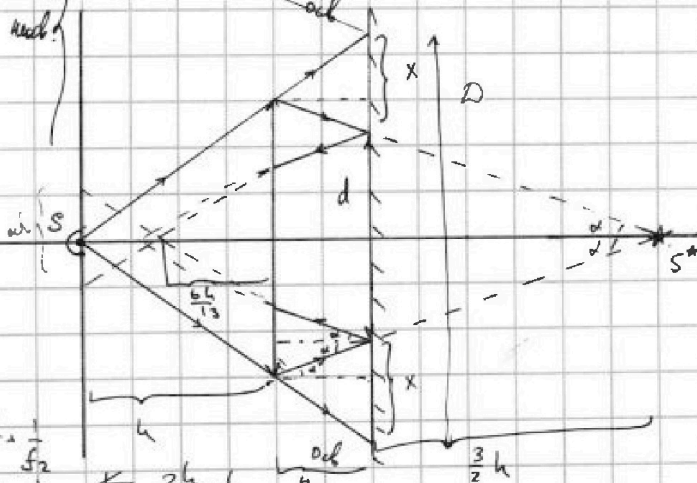
$$\frac{1}{F} - \frac{1}{h} = \frac{1}{f} \quad \varphi_0 = \frac{3kQ}{\varepsilon(2R-3r)5}$$

$$\frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 2h$$

$$\frac{kQ}{\varepsilon(\frac{4R}{12}-r)} = \frac{12kQ}{\varepsilon(11R-12r)}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} \rightarrow f = 2h$$



$$\frac{2h}{3h} = \frac{2r}{D} \rightarrow D = 3r$$

$$\frac{3h}{2 \cdot 2h} = \frac{d}{2r} \rightarrow d = \frac{3r}{2}$$

$$2x = D - d = \frac{3r}{2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} - \frac{1}{f_2} \quad \frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{f_2} \rightarrow \frac{2h}{5} = f_2$$

$$\frac{1}{F} = \frac{-2}{3h} + \frac{1}{f_1} \rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{3}{2h} + \frac{2}{3h} = \frac{13}{6h}$$

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!



S = 4



$$\mathcal{E}_i = \Delta B \Delta l$$

$$\Delta U + \Delta p V = 0$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T - T_0)$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \frac{p_0}{\nu R} \left( \frac{-V_K^2}{3V_0} + 8V_K + \frac{+V_H^2}{3V_0} - 8V_H \right) + \Delta(pV)$$

$$Q = -\nu$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \frac{1}{2} (10p_0 + p_A) (V_A - 6V_0)$$

$$Q = \Delta C \nu \Delta T \quad Q = \frac{3}{2} \nu R T_A - 90p_0 V_0 +$$

$$p^3 V^5 = \gamma$$

$$\frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{30}{\nu R} 60 p_0 V_0$$

$$\frac{1}{2} (10p_0 V_A - 60p_0 V_0 + p_A V_A - 6p_A V_0)$$

$$5p_0 V_A - 30p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_A V_A - 3p_A V_0$$