



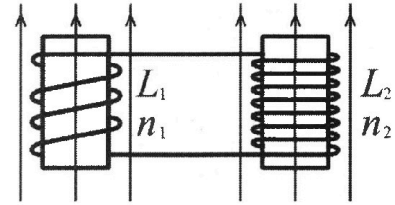
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02



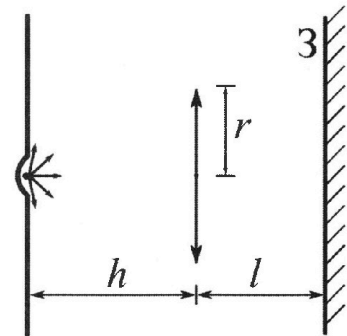
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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.



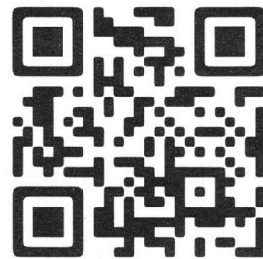
- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



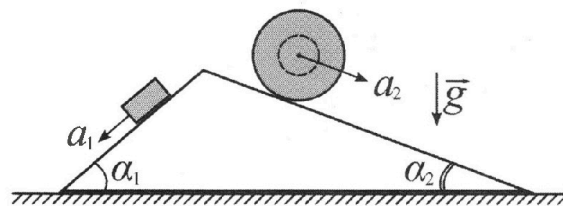
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

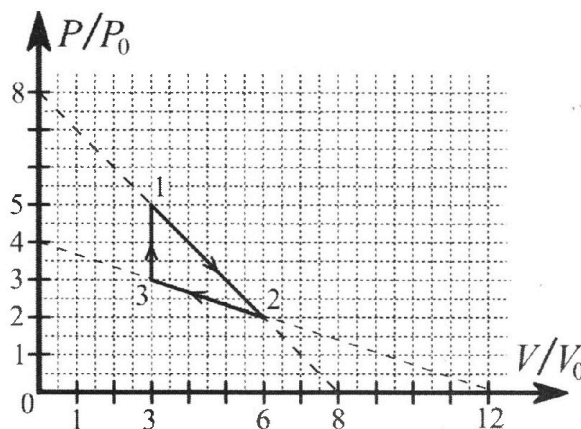
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

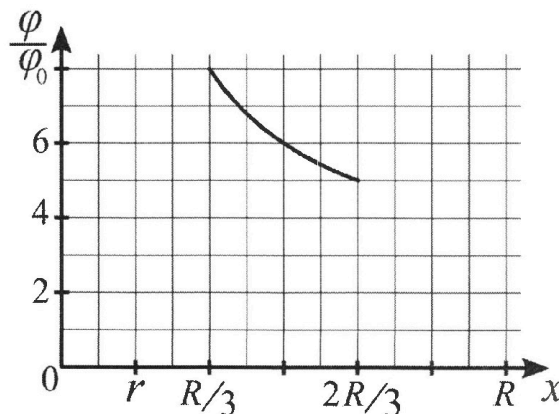
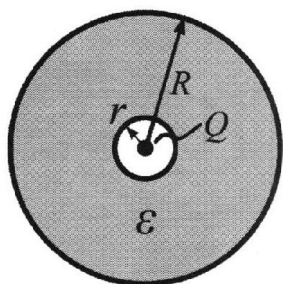


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  
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!

$$F_{TP3} + mg \cdot \left( \frac{28 - 24 \cdot 5}{5 \cdot 19} \right) = 0 ; \quad F_{TP3} + mg \cdot \left( -\frac{92}{5 \cdot 19} \right) = 0$$

$$F_{TP3} = \frac{92}{85} mg$$

Ответ: 1)  $\frac{16}{85} mg$  2)  $\frac{64}{85} mg$  3)  $\frac{92}{85} mg$

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.



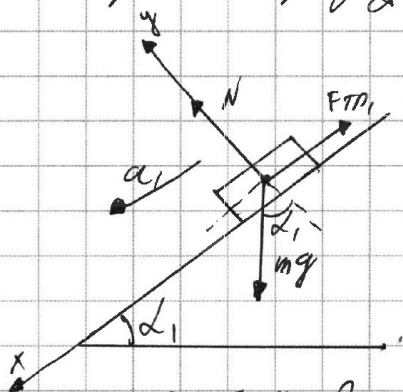
- 1  2  3  4  5  6  7

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  
Задачу решаем отсюда. Значит, ее можно считать ИСО

1) Рассчитаем брусок:



$$y: N - mg \cos \alpha_1 = 0$$

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

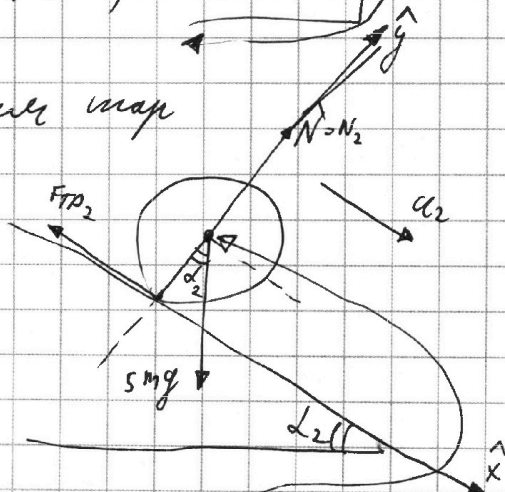
Брусок движется по...

ИЗ-М Ньютон:  $x: mg \sin \alpha_1 - F_{TP1} = ma_1$

$$F_{TP1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{7g}{17} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) =$$

$$= mg \cdot \left( \frac{34 + 12 - 35}{5 \cdot 17} \right) = mg \cdot \frac{16}{85}$$

2) Рассчитаем шар



$$\hat{y}: N_2 - 5mg \cos \alpha_2 = 0$$

$$N_2 = 5mg \cdot \frac{15}{17} = \frac{75}{17} mg$$

Считаем, что центр масс шара расположен в центре шара

ИЗ-М о движении центра масс:  $\hat{x}: 5mg \sin \alpha_2 - F_{TP2} = 5m \cdot a_2$

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

$$F_{TP2} = 5m \cdot (a_2 + g \sin \alpha_2) = 5m \cdot \left( \frac{8}{25} g + \frac{8}{17} g \right)$$





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

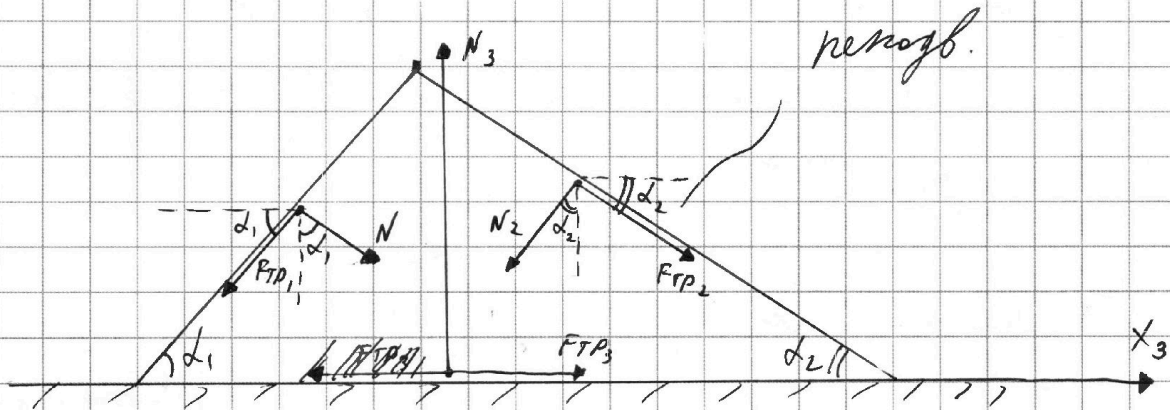
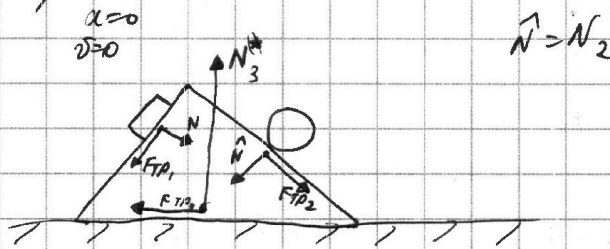
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$F_{TP2} = 40 \text{ мгу} \cdot \left( \frac{1}{17} - \frac{1}{25} \right) = 40 \text{ мгу} \cdot \left( \frac{25 - 17}{17 \cdot 25} \right) = 40 \text{ мгу} \cdot \frac{25 - 17 + 3}{17 \cdot 25} = 2$$

$$= 40 \text{ мгу} \cdot \frac{8}{17 \cdot 25} = 8 \text{ мгу} \cdot \frac{8}{17 \cdot 5} = \frac{64}{85} \text{ мгу}$$

3)

Рассмотрим клин:



Из-4 Нютона (верев, т.к. клин ремешком):  $x_3$ :

$$F_{TP3} + N \cdot \sin \alpha_1 - F_{TP1} \cdot \cos \alpha_1 + F_{TP2} \cdot \cos \alpha_2 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 = 0$$

$$F_{TP3} + \frac{4}{5} \text{ мгу} \cdot \frac{3}{5} - \frac{16}{85} \text{ мгу} \cdot \frac{4}{5} + \frac{64}{85} \text{ мгу} \cdot \frac{15}{85} - \frac{75}{17} \text{ мгу} \cdot \frac{8}{17} = 0$$

$$F_{TP3} + \text{мгу} \cdot \left( \frac{12}{25} - \frac{64}{5 \cdot 85} + \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 17} - \frac{75 \cdot 8}{17 \cdot 17} \right) = 0$$

$$F_{TP3} + \text{мгу} \cdot \left( \frac{12 \cdot 17 \cdot 17 - 64 \cdot 17 + 64 \cdot 15 \cdot 5 - 75 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 8}{5 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 17} \right) = 0$$

$$F_{TP3} + \text{мгу} \cdot \left( \frac{140 \cdot 17 - 408 \cdot 5 \cdot 5}{5 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 17} \right) = 0 ; F_{TP3} + \text{мгу} \cdot \left( \frac{28 \cdot 17 - 408 \cdot 5}{5 \cdot 17 \cdot 17} \right) = 0$$



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.

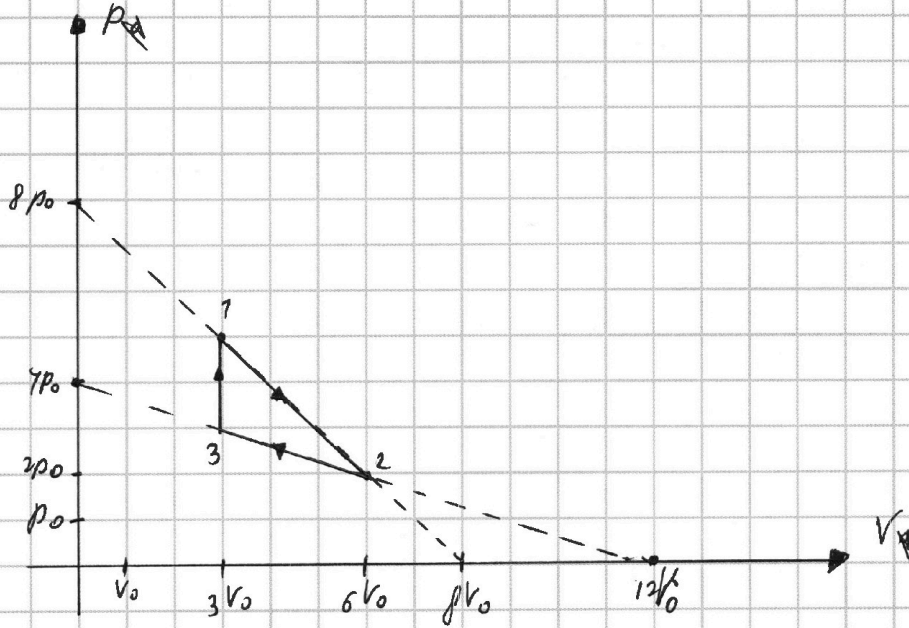
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 7

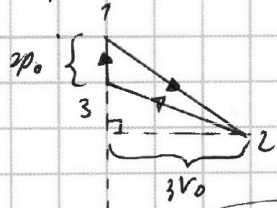
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

## Задача №2

1) Перепишем график в координатах  $p$  и  $V$  без потери масштабности



2) Работа газа за цикл  $A_{\Sigma}$  = площадь области, ограниченной графиком  $S_{гр}$ :



$$S_{гр} = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 3V_0 = 3p_0V_0$$

$$A_{\Sigma} = 3p_0V_0$$

3) Процесс 3-1:

$$V = \text{const} \Rightarrow C_{31} = C_V = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R$$

$$U_{31} = -\frac{i}{2} \nu R T_3 + \frac{i}{2} \nu R T_1 = -\frac{i}{2} p_0 V_3 + \frac{i}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} \cdot (-3p_0 \cdot 3V_0 + 4p_0 \cdot 3V_0)$$

упр. по меод. Кюн.

$$U_{31} = \frac{3}{2} \cdot (12p_0V_0 - 9p_0V_0) = \frac{3}{2} \cdot 3p_0V_0 = 9p_0V_0$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 7

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!

$$\left[ \frac{u_{31}}{A_{\Sigma}} = \frac{3p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3 \right]$$

4a) Найдем зав-ть  $p(V)$  выразим ее 1-2:

$$p = k \cdot V + b \text{ — уравнение прямой}$$

$$\begin{aligned} (1)1: & \begin{cases} 5p_0 = k \cdot 3V_0 + b \\ 2p_0 = k \cdot 6V_0 + b \end{cases} \Rightarrow 3p_0 = -3kV_0; p_0 = -kV_0; \\ (1)2: & \end{aligned}$$

$$\left[ k = -\frac{p_0}{V_0} \right]$$

$$5p_0 = -\frac{p_0}{V_0} \cdot 3V_0 + b; 5p_0 = -3p_0 + b; \left[ b = 8p_0 \right]$$

$$\downarrow$$

$$\left[ p(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \right]$$

Ур-ие Менг-Клан:

$$\left[ p \cdot V = \text{JRT} \right]$$

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

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

$$(\text{JRT})(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V^2 + 8p_0 V \text{ — параболы, ветви вниз}$$

$$T = \max \Rightarrow \text{JRT}(V_B) \text{ max}, \left[ V_B = \frac{b}{2a} = \frac{-8p_0}{2 \cdot (-\frac{p_0}{V_0})} = 4V_0 \right]$$

коэф. (V) вершины параболы

$$(\text{JRT})(V_B) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot (4V_0)^2 + 8p_0 \cdot 4V_0 = -p_0 \cdot 16V_0 + 32p_0 V_0 = 16p_0 V_0$$

$$\left[ T_{\max} = \frac{16p_0 V_0}{\text{JR}} \right]$$

$$5) \text{JRT}_2 = p_2 V_2; \left[ T_2 = \frac{2p_0 \cdot 6V_0}{\text{JR}} = \frac{12p_0 V_0}{\text{JR}} \right]$$

$$6) \left[ \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \right]$$





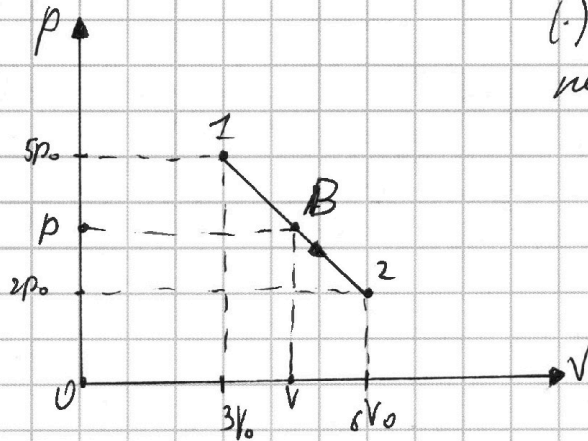
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 7

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!

7) Рассмотрим процесс 1-2:



(.) В скобках  $(p; V)$  —  
какая точка

I 3-и термодинамики для процесса 1-2:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = U_2 - U_1 + A_{12}$$

$A_{12}$  — площадь под графиком от 1) 2 и B, т.е. площадь трапеции:

$$A_{12} = \frac{5p_0 + p}{2} \cdot (V - 3V_0) = \frac{1}{2} \cdot (5p_0 \cdot V - 15p_0V_0 + pV - 3pV_0)$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \nu R T_2 = \frac{1}{2} \cdot pV = \frac{3}{2} pV, \quad U_1 = \frac{1}{2} \nu R T_1 = \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} \cdot 15p_0V_0 = \frac{45}{2} p_0V_0$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} pV - \frac{45}{2} p_0V_0 + \frac{1}{2} \cdot (5p_0V - 15p_0V_0 + pV - 3pV_0) =$$

$$= \frac{3}{2} pV + \frac{1}{2} \cdot (3pV - 45p_0V_0 + 5p_0V - 15p_0V_0 + pV - 3pV_0) =$$

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

$$2 \cdot Q_{12} = \left( 4 \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \right) \cdot V + 5p_0V - 3 \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \right) \cdot V_0 - 60p_0V_0 \right)$$

$$2 \cdot Q_{12} = \left( -\frac{4p_0V^2}{V_0} + 32p_0V + 5p_0V + 3p_0V_0 - 24p_0V_0 - 60p_0V_0 \right)$$

$$2 \cdot Q_{12} = \left( -\frac{4p_0}{V_0} \cdot V^2 + 40p_0V - 84p_0V_0 \right); \quad Q_{12} = \left( -\frac{2p_0}{V_0} \cdot V^2 + 20p_0V - 42p_0V_0 \right)$$





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.

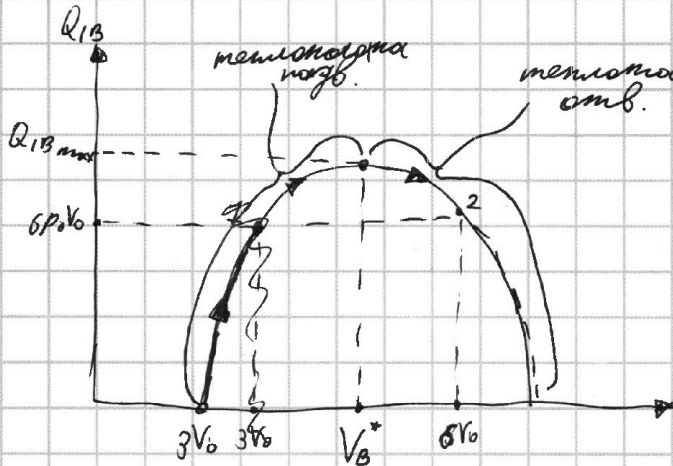
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 7

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!

$$Q_{13} = \left( -\frac{2p_0}{V_0} \cdot V^2 + 20p_0V - 42p_0V_0 \right) - \text{парабола, ветви вниз}$$

Визу:



$$Q_{13}(3V_0) = (-18p_0V_0 + 60p_0V_0 - 42p_0V_0) = 0$$

$$Q_{13}(5V_0) = (-72p_0V_0 + 120p_0V_0 - 42p_0V_0) = p_0V_0 \cdot (120 - 114) = 6p_0V_0$$

$$V_B^* = \frac{-b}{2a} = \frac{-20p_0}{2 \cdot \left(-\frac{2p_0}{V_0}\right)} = \frac{-20p_0}{-\frac{4p_0}{V_0}} = 5V_0$$

$$Q_{13}(5V_0) = \left( -\frac{2p_0}{V_0} \cdot (5V_0)^2 + 20p_0 \cdot (5V_0) - 42p_0V_0 \right) = (-50p_0V_0 + 100p_0V_0 - 42p_0V_0) = 8p_0V_0 = Q_{12H}$$

8) Табулируем процесс 2-3:

Найдем збв-ую  $p(V)$ :

$$p = k^* \cdot V + b^*$$

$$\begin{cases} 2p_0 = k^* \cdot 5V_0 + b^* \\ 3p_0 = k^* \cdot 3V_0 + b^* \end{cases} \Rightarrow -p_0 = 3k^*V_0; \quad \boxed{k^* = -\frac{p_0}{3V_0}}$$

$$\begin{cases} 2p_0 = k^* \cdot 3V_0 + b^* \\ 3p_0 = k^* \cdot 3V_0 + b^* \end{cases}$$

$$2p_0 = -\frac{p_0}{3V_0} \cdot 3V_0 + b^*; \quad 2p_0 = -p_0 + b^*; \quad \boxed{b^* = 4p_0}$$

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

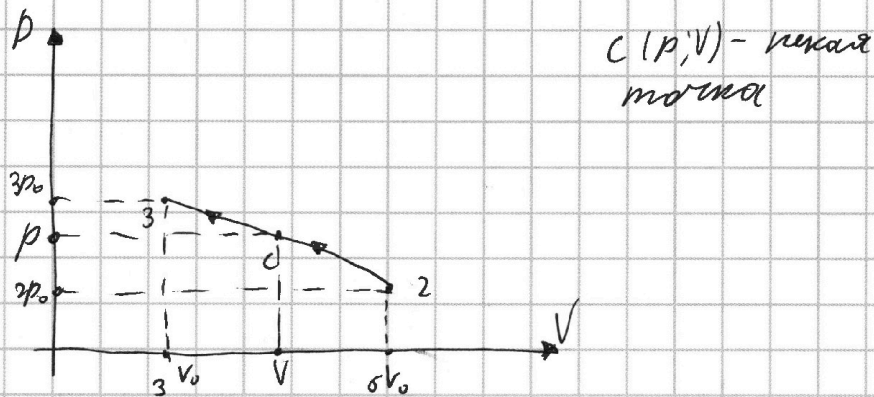


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
5 ИЗ 7

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!



Из  $\mathcal{U}$  термодинамики для процесса 2-1:

$$Q_{2c} = \mathcal{U}_c - \mathcal{U}_2 + A_{2c}$$

$$V \downarrow \Rightarrow A_{2c} = - \int_{12} p_{2c} = - \frac{2p_0 + p}{2} \cdot (6V_0 - 2V_0) = \frac{2p_0 + p}{2} \cdot (V - 6V_0)$$

$$A_{2c} = \frac{1}{2} \cdot (2p_0 V - 12p_0 V_0 + pV - 6pV_0)$$

$$\mathcal{U}_2 = \frac{i}{2} \nu R T_2 = \frac{i}{2} \cdot p_2 V_2 = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 \cdot 2V_0 = 18p_0 V_0$$

$$\mathcal{U}_c = \frac{i}{2} \nu R T = \frac{i}{2} \cdot pV = \frac{3}{2} \cdot pV$$

$$Q_{2c} = \frac{3}{2} pV - \frac{36}{2} p_0 V_0 + \frac{1}{2} \cdot (pV - 6pV_0 + 2p_0 V - 12p_0 V_0)$$

$$Q_{2c} = \frac{1}{2} \cdot (3pV - 36p_0 V_0 + pV - 6pV_0 + 2p_0 V - 12p_0 V_0) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (4pV - 6pV_0 + 2p_0 V - 48p_0 V_0)$$

$$Q_{2c} = \frac{1}{2} \cdot \left( 4V \cdot \left[ -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 4p_0 \right] - 6V_0 \cdot \left[ -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 4p_0 \right] + 2p_0 V - 48p_0 V_0 \right)$$

$$Q_{2c} = \frac{1}{2} \cdot \left( -\frac{4p_0}{3V_0} \cdot V^2 + 16p_0 V + 2p_0 V - 24p_0 V_0 + 2p_0 V - 48p_0 V_0 \right)$$

$$Q_{2c} = \frac{1}{2} \cdot \left( -\frac{4p_0}{3V_0} \cdot V^2 + 20p_0 V - 72p_0 V_0 \right)$$

$$Q_{2c} = -\frac{2p_0}{3V_0} \cdot V^2 + 10p_0 V - 36p_0 V_0 \quad \text{— напрабама, Вемба ванз}$$



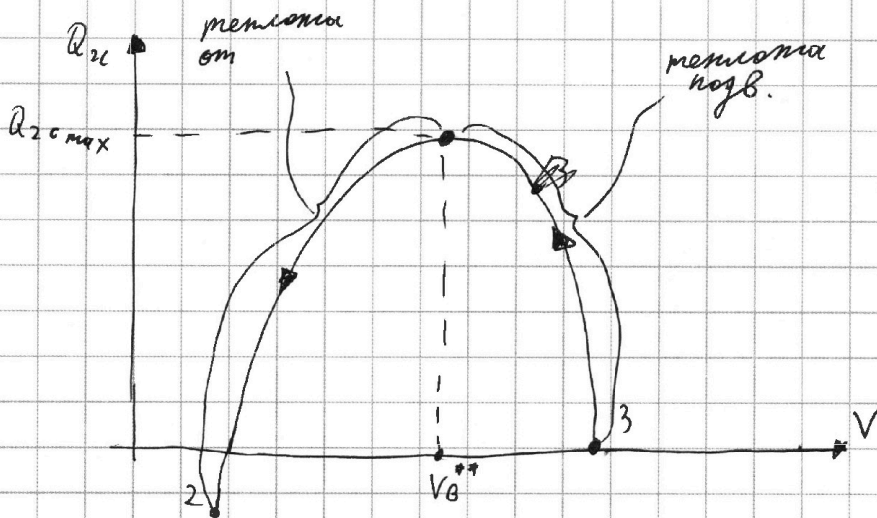


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
6 ИЗ 7

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!



$$Q_{2c}(6V_0) = -24\rho_0 V_0 + 60\rho_0 V_0 - 36\rho_0 V_0 = 0$$

$$Q_{2c}(3V_0) = -6\rho_0 V_0 + 30\rho_0 V_0 - 36\rho_0 V_0 = -12\rho_0 V_0$$

$$V_B^{**} = \frac{-b}{2a} = \frac{-10\rho_0}{2 \cdot (-\frac{2\rho_0}{3V_0})} = \frac{10\rho_0}{(\frac{4\rho_0}{3V_0})} = \frac{10\rho_0 \cdot 3V_0}{4\rho_0} = \frac{30}{4} V_0 = \frac{15}{2} V_0$$

$$Q_{2c}(\frac{15}{2} V_0) = -\frac{2\rho_0}{3V_0} \cdot \frac{15^2}{2^2} V_0^2 + 10\rho_0 \cdot \frac{15}{2} V_0 - 36\rho_0 V_0 =$$

$$= -\frac{2 \cdot 15 \cdot 15}{3 \cdot 2} \rho_0 V_0 + 5 \cdot 15 \rho_0 V_0 - 36\rho_0 V_0 = -\frac{75}{2} \rho_0 V_0 + 75\rho_0 V_0 -$$

$$-36\rho_0 V_0 = \frac{75}{2} \rho_0 V_0 - 36\rho_0 V_0 = \frac{70}{2} \rho_0 V_0 + \frac{5}{2} \rho_0 V_0 - 36\rho_0 V_0 =$$

$$= \frac{5}{2} \rho_0 V_0 - \rho_0 V_0 = \boxed{1.5\rho_0 V_0} = Q_{23H}$$

9) Для стационарного процесса 3-7:  $V = \text{const} \Rightarrow C_{37} = C_V =$   
 $= \frac{5}{2} R = \frac{3}{2} R > 0$

Объёмное уравнение Менделеева-Клапейрона:  $pV = \nu RT \Rightarrow T \uparrow$

$$\int_{37} Q_{37} = \nu \cdot C_{37} \cdot \int_{37} dT \Rightarrow \int_{37} Q_{37} > 0 \Rightarrow \boxed{Q_{37} = Q_{37H}}$$

$$Q_{37} = C_{37} \cdot \nu \cdot (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \cdot \nu R (T_1 - T_3) \stackrel{\text{уравнение Менделеева-Клапейрона}}{=} \frac{3}{2} \cdot (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} \cdot (5\rho_0 \cdot 3V_0 - 3\rho_0 \cdot 3V_0)$$



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  
7 ИЗ 7

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!

$$Q_{31} = \frac{3}{2} (15p_0V_0 - 9p_0V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 = \boxed{9p_0V_0} = 2Q_{31H}$$

$$\begin{aligned} \eta) \quad \eta &= \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{12H} + Q_{23H} + Q_{32H}} = \frac{3p_0V_0}{8p_0V_0 + 15p_0V_0 + 9p_0V_0} = \\ &= \frac{3}{8+15+9} = \frac{3}{18,5} = \boxed{\frac{6}{37}} \end{aligned}$$

Ответ: 1) 3      2)  $\frac{4}{3}$       3)  $\frac{6}{37}$







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.

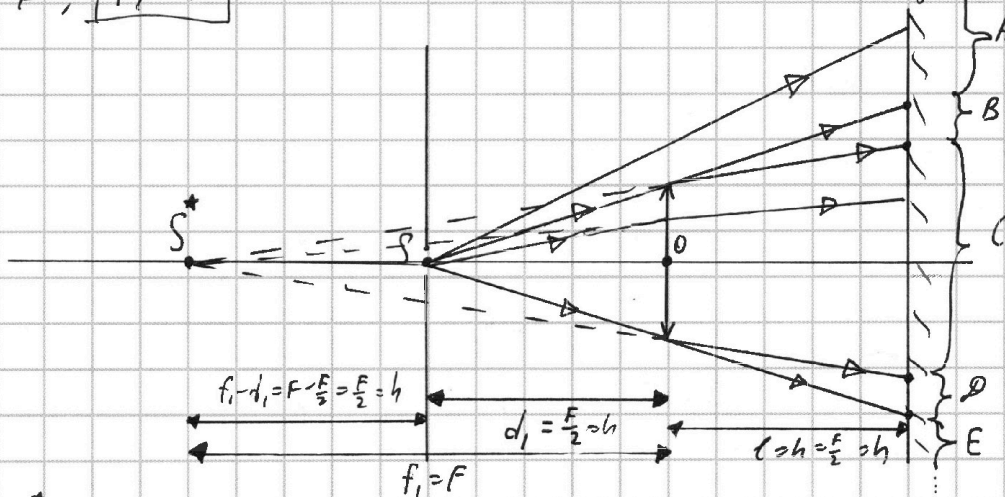
1  2  3  4  5  6  7

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!

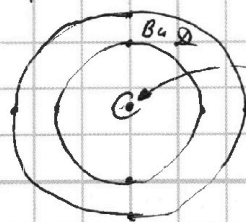
## Задача N5

1) Лампочка  $S$  - действ. предмет  $S$  для  $\downarrow$  м.к. от нее на  $\downarrow$  падает р-н-ая линза  $L$ ,  $d_1 = h$ ,  $F = 2h$ , т.е.  $d_1 = \frac{F}{2} < F \Rightarrow$  изобр  $S^*$  предмета  $S$  в  $\downarrow$  эвн-ся  
 мнимые:  $+\frac{1}{F} = +\frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1}$ ;  $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{F}$ ;  $\frac{1}{f_1} = \left(\frac{1}{\frac{F}{2}}\right) - \frac{1}{F}$ ;  
 $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$ ;  $f_1 = F$



$S, S^*$  и  $O$  лежат на одной прямой. По условию свет, идущий мимо линзы, проходит ее без искажений, размеры зеркала и стержня лампы больше размеров  $\Rightarrow$  области  $A$  и  $E$  освещены параллельным светом, область  $C$  освещена параллельным  $\downarrow$  светом, области  $B$  и  $D$  не освещены. Линза имеет форму круга, значит свет на зеркало будет падать следующим образом:

$A$  и  $E$



точка пересечения  $OO'$  и  $mm$  линзы



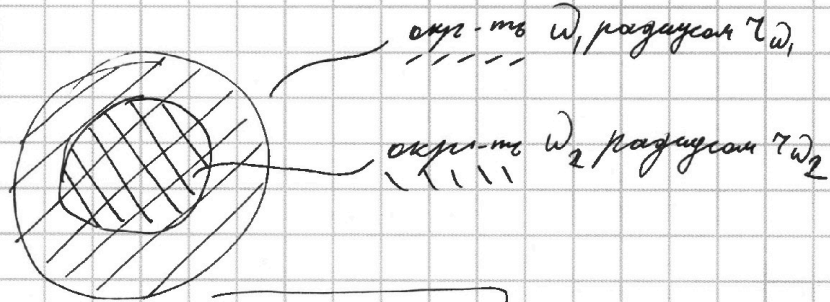
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

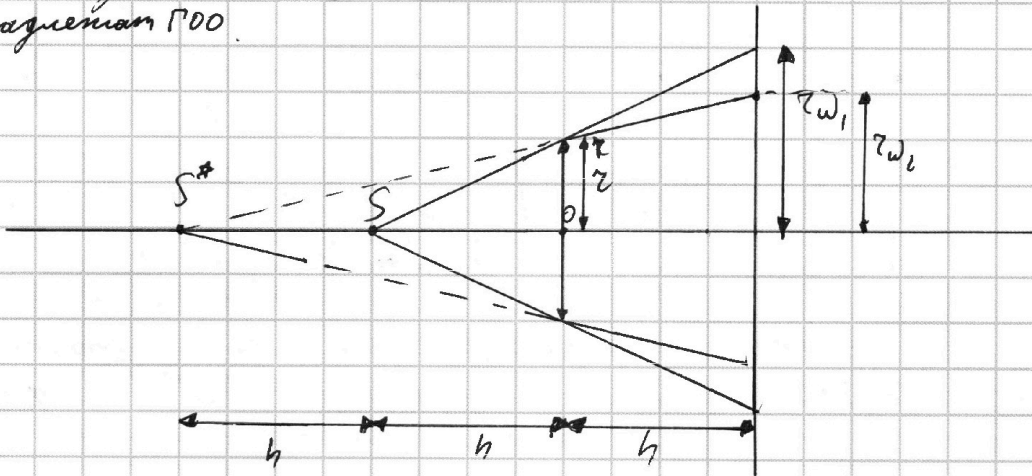
Эта часть площади невысеченной части зеркала  $S_{\text{необ}_1}$  будет равна разности площадей двух окружностей:



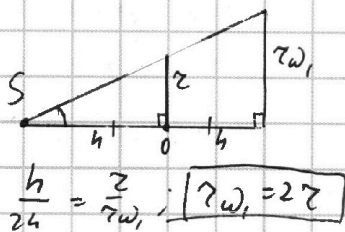
$$S_{\text{необ}_1} = \pi r_{\omega_1}^2 - \pi r_{\omega_2}^2 = \pi \cdot (r_{\omega_1}^2 - r_{\omega_2}^2)$$

Найдем радиусы окружностей:

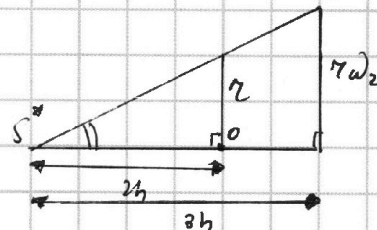
По условию  $S$  лежит на  $\Gamma O O \Rightarrow$  центры этих окружностей принадлежат  $\Gamma O O$ .



Из подобия  $\Delta$ :



$$\frac{h}{2h} = \frac{r}{r_{\omega_1}}; \quad r_{\omega_1} = 2r$$



$$\frac{2h}{3h} = \frac{r}{r_{\omega_2}}; \quad \frac{2}{3} = \frac{r}{r_{\omega_2}}; \quad r_{\omega_2} = \frac{3}{2}r$$

$$S_{\text{необ}_1} = \pi (r_{\omega_1}^2 - r_{\omega_2}^2) = \pi \cdot ((2r)^2 - (\frac{3}{2}r)^2) = \pi r^2 \cdot (2^2 - 1.5^2) = \pi r^2 \cdot (2 - 1.5) \times (2 + 1.5) = \pi r^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3.5 = \frac{7}{4} \pi r^2; \quad S_{\text{необ}_1} = \frac{7}{4} \cdot (20\text{см})^2 \cdot \pi = 7\pi \text{ см}^2$$



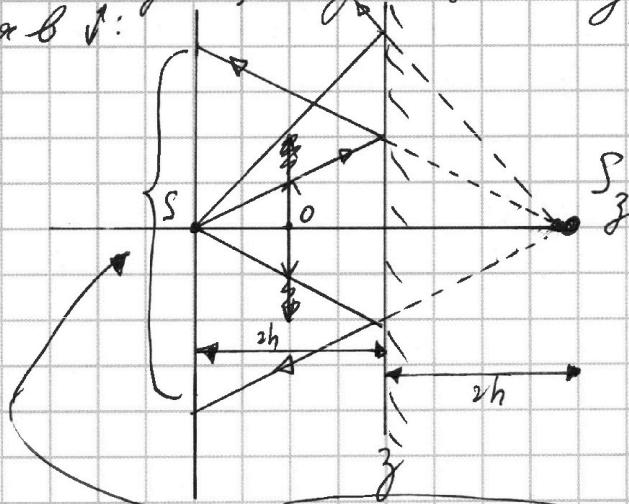
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

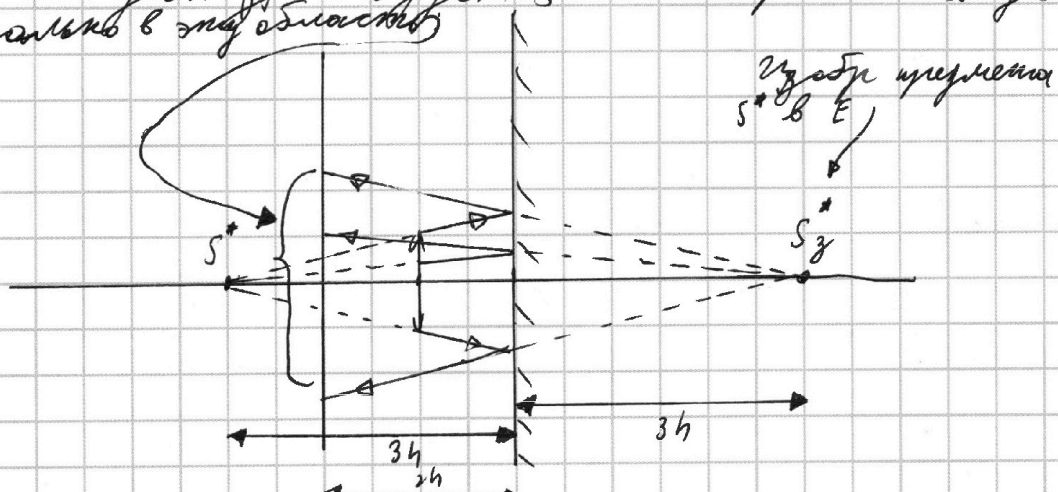
2) Рассмотрим лучи, падающие на зеркало  $z$  без преломления в  $\downarrow$ :



лучи будут отражаться от  $z$  так, что их продолжения будут показывать в  $S_z$  — изображение предмета  $S$  в  $F$ . Другие лучи не смогут попасть в эту следующую область.

Рассмотрим преломленные в  $\downarrow$  лучи, падающие на  $F$ :

С ними будет аналогично тем образом, что предметом для  $z$  в  $F$  будет  $S^*$  и что отраженные лучи попадут только в эту область



$S$  и  $S^*$  принадлежат  $\Gamma_{00} \Rightarrow S_z$  и  $S_z^*$  принадлежат  $\Gamma_{00}$ , показанные выше области будут окр-ями, центры которых принадлежат  $\Gamma_{00}$ . Обозначим радиус





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.

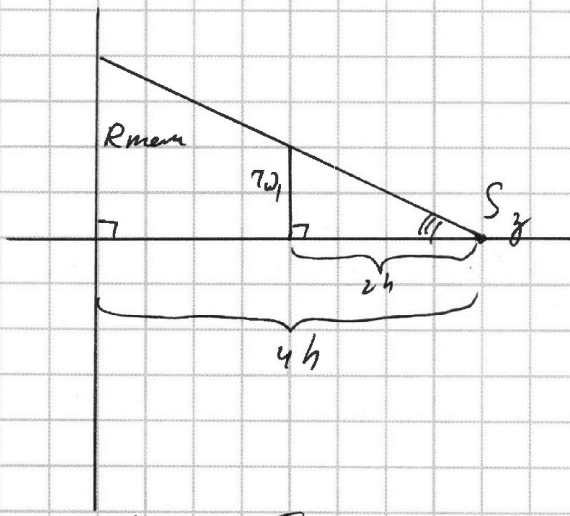
1  2  3  4  5  6  7

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!

Области, в которую от  $S_2$  не попадает свет, как  $R_{\text{тени}}$ ,  
 радиус области, в которую попадает свет от  $S_2^*$  как  $R_{\text{свет}}$   $\Rightarrow$  площадь освещенной области  
 тени выражается как  $S_{\text{осв}_2} = \pi R_{\text{тени}}^2 - \pi R_{\text{свет}}^2 =$   
 $= \pi \cdot (R_{\text{тени}} - R_{\text{свет}})$ .

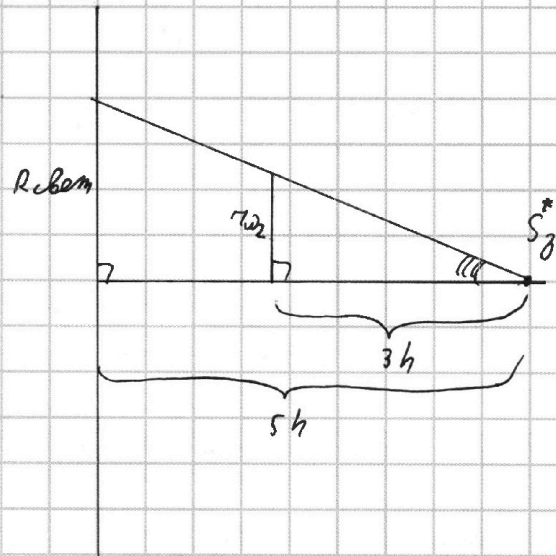
Найдем эти радиусы:



из подобия  $\Delta$ :

$$\frac{4h}{2h} = \frac{R_{\text{тени}}}{h}; R_{\text{тени}} = 2h$$

$$R_{\text{тени}} = 2 \cdot 2r = 4r$$



из подобия  $\Delta$ :

$$\frac{3h}{5h} = \frac{R_{\text{свет}}}{h}; R_{\text{свет}} = \frac{3}{5}h$$

$$R_{\text{свет}} = \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{3}r = r$$

$$S_{\text{осв}_2} = \pi \cdot (R_{\text{тени}}^2 - R_{\text{свет}}^2) = \pi \cdot (4r)^2 - (r)^2 =$$

$$= \pi r^2 \cdot (16 - 1) = \pi r^2 \cdot 15 = \pi r^2 \cdot 15 \cdot \frac{13}{13} = \pi r^2 \cdot \frac{195}{13}$$

$$= \pi r^2 \cdot \frac{39}{4}; \quad S_{\text{осв}_2} = \pi \cdot (2\text{м})^2 \cdot \frac{39}{4} = 39\pi \text{ м}^2$$

Ответ: 1)  $7\pi \text{ м}^2$  2)  $39\pi \text{ м}^2$

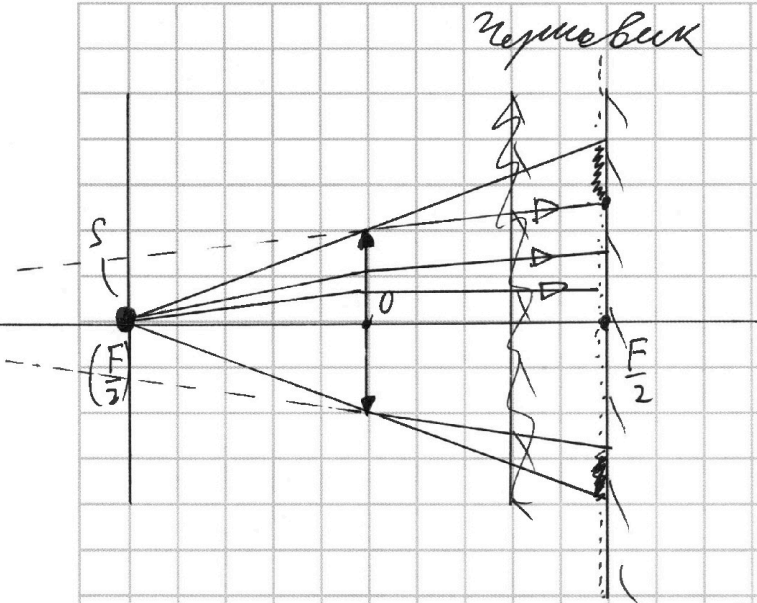


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Черновик

check!

$$+\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad \left| \frac{1}{f} = \frac{1}{\left(\frac{F}{2}\right)} - \frac{1}{f} \right.$$

$$+\frac{1}{f} = \frac{1}{\left(\frac{F}{2}\right)} - \frac{1}{f} \quad \left| \frac{1}{f} = \frac{2}{F} - \frac{1}{f} \right. \checkmark$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{F-d}{d \cdot F}; \quad f = \frac{d \cdot F}{F-d}; \quad \Gamma_1 = \frac{f}{d} = \frac{F}{F-d} = \frac{F}{F-\frac{F}{2}} = \frac{1}{1-\frac{1}{2}} = 2 \checkmark$$

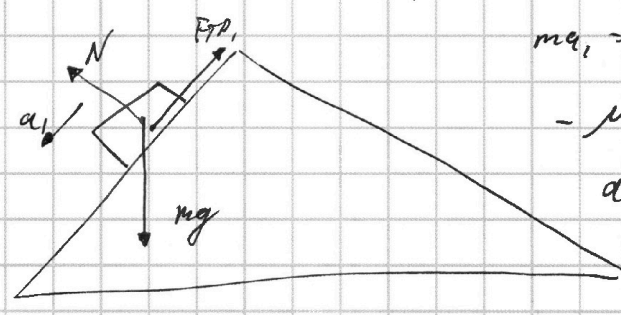
$$Q_{18}(3V_0) = \left( -\frac{2\rho_0}{V_0} \cdot 9V_0^2 + 60\rho_0 V_0 - 42\rho_0 V_0 \right) = \left( -18\rho_0 V_0 + 60\rho_0 V_0 - 42\rho_0 V_0 \right)$$

$$120 - 28 = 120 - 30 + 2 = 90 + 2 = 92$$

7)

96/17

$$\begin{array}{r} 408 \overline{) 17} \\ -34 \quad \overline{) 24} \\ \hline 68 \\ -68 \\ \hline 0 \end{array}$$



$$m a_1 = mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1$$

$$a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu g \cos \alpha_1$$

$$a_1 = g \cdot \frac{3}{5}$$

$$\frac{12}{5.5} - \frac{64}{5.5 \cdot 17} + \frac{64 \cdot 15}{8 \cdot 17 \cdot 17} = \frac{75.8}{17 \cdot 17}$$

$$12 \cdot 17 = 12 \cdot (12+5) = 144+60=204$$

$$204 - 64 = 200 - 60 = 140$$

$$75 \cdot 24 = 75 \cdot 25 + 1 = 1875 + 1 = 1876$$

$$= 50 + 1 = 51$$

$$64 \cdot 3 - 75 \cdot 8 = 8 \cdot (8 \cdot 3 - 75) = 8 \cdot (-51) = -408$$