



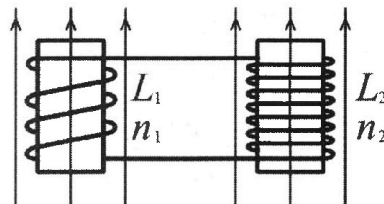
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

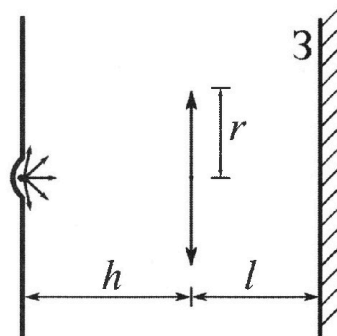


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



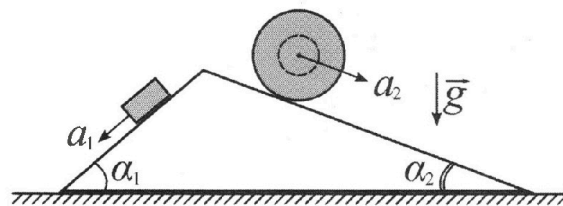
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

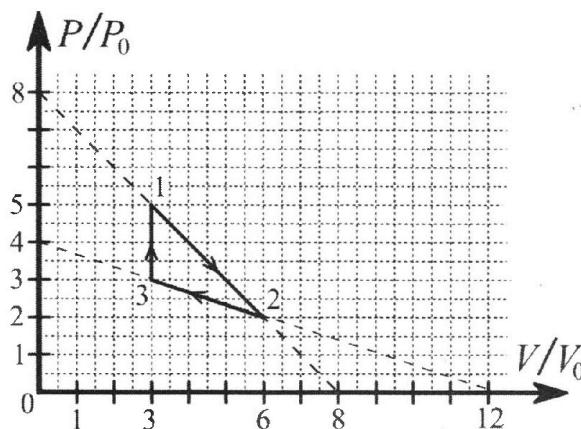


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

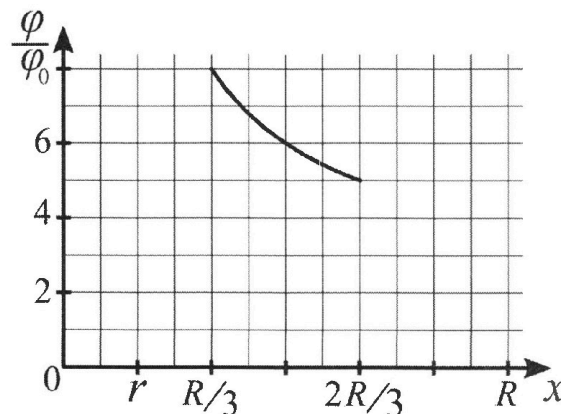
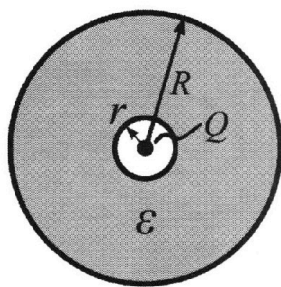
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ε и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ε , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ε .





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.



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!

$$F_{TP3} + mg \cdot \left(\frac{28 - 24 \cdot 5}{5 \cdot 19} \right) = 0 ; \quad F_{TP3} + mg \cdot \left(-\frac{22}{5 \cdot 19} \right) = 0$$

$$F_{TP3} = \frac{22}{85} mg$$

Ответ: 1) $\frac{16}{85} mg$ 2) $\frac{64}{85} mg$ 3) $\frac{22}{85} mg$



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.

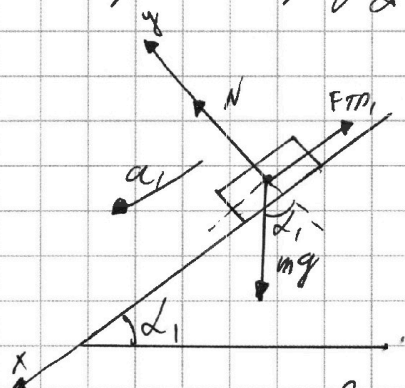


СТРАНИЦА
1 из 3

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 2(0)

1) Рассмотрим брусок:



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

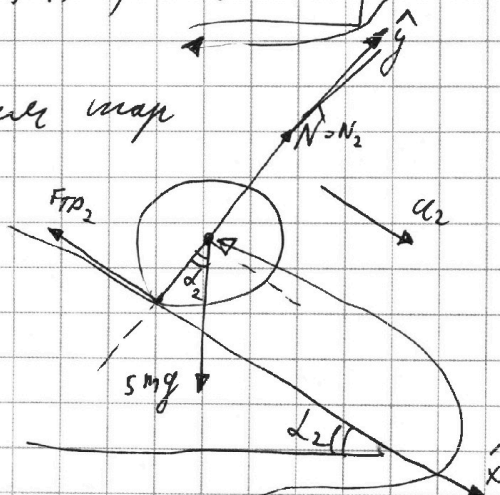
$$N = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

брусок движется кверху

3-й закон Ньютона: $x: mg \sin \alpha_1 - F_{TP1} = ma_1$;

$$F_{TP1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{7g}{17} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) =$$
$$= mg \cdot \left(\frac{34 + 12 - 35}{5 \cdot 17} \right) = mg \cdot \frac{16}{85}$$

2) Рассмотрим 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 симметрии

3-й закон о движении центра масс: $\hat{x}$:

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

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



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

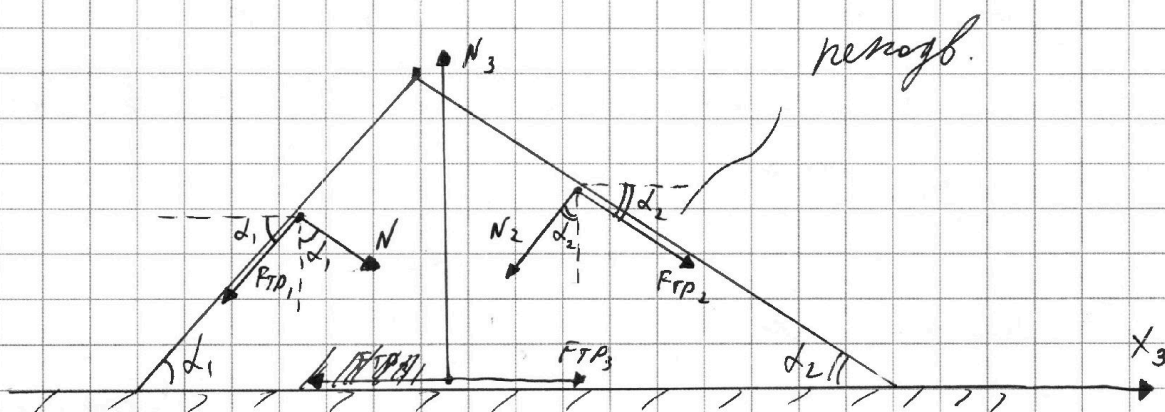
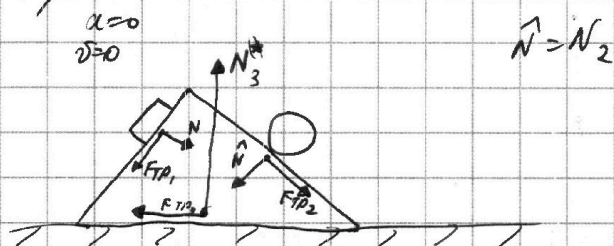
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$F_{TP2} = 40 \text{ мг} \cdot \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25} \right) = 40 \text{ мг} \cdot \left(\frac{25 - 17}{17 \cdot 25} \right) = 40 \text{ мг} \cdot \frac{25 - 20 + 3}{17 \cdot 25} = 2$$

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

3)

Рассмотрим клин:



Из 4 Ньютона (верев, т.к. клин неподвижен): x_3 :

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

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

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

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

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



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.

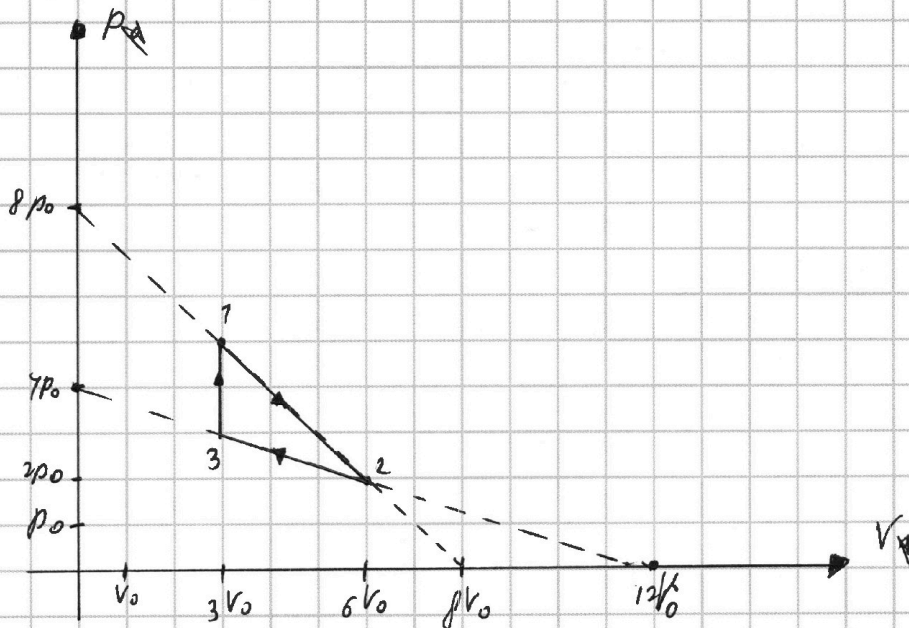
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 7

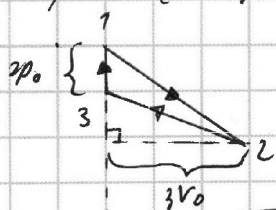
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №2

1) Перерисуем график в координатах p и V без потери масштаба



2) Работа газа за цикл A_{Σ} = 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:

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

$$U_{31} = -\frac{i}{2} \nu R T_3 + \frac{i}{2} \nu R T_1 = -\frac{i}{2} p_3 V_3 + \frac{i}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} \cdot (-3p_0 \cdot 3V_0 + 5p_0 \cdot 3V_0)$$

из-за изог. Конт.

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



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) Найдите зав-ю $p(V)$ выразив ее 1-2:

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

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

$$(1)2: 2p_0 = k \cdot 6V_0 + b$$

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

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

$$\downarrow$$

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

Ур-ие Менз-Клан:

$$\left[p \cdot V = \nu R T \right]$$

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

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

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

$$T = \max \Rightarrow \nu R T(V_0) = \max; \left[V_0 = \frac{b}{2a} = \frac{-8p_0}{2 \cdot (-\frac{p_0}{V_0})} = 4V_0 \right] \text{ —}$$

координ. V) вершины параболы

$$(\nu R T)(V_0) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot (4V_0)^2 + 8p_0 \cdot 4V_0 = -p_0 \cdot 16V_0 + 32p_0 V_0 = 16p_0 V_0$$

$$\left[T_{\max} = \frac{16p_0 V_0}{\nu R} \right]$$

$$5) \nu R T_2 = p_2 V_2; \left[T_2 = \frac{2p_0 \cdot 6V_0}{\nu R} = \frac{12 p_0 V_0}{\nu R} \right]$$

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



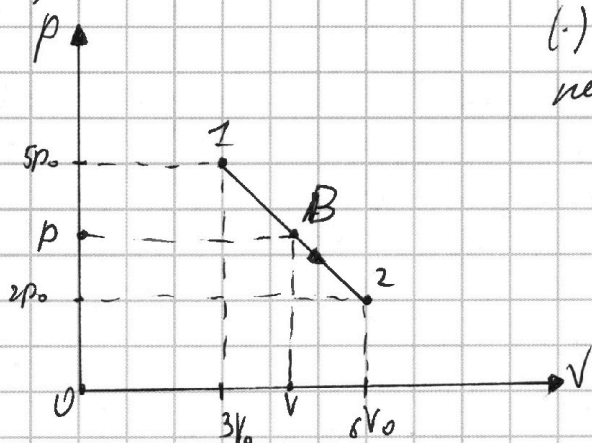
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Рассчитать процесс 1-2:



(.) В скобках $(p; V)$ —
какая точка

I 3-й термодинамический для процесса 1-2:

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{1}{2} \cdot (43pV + 5p_0V - 3pV_0 - 60p_0V_0)$$

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

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

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

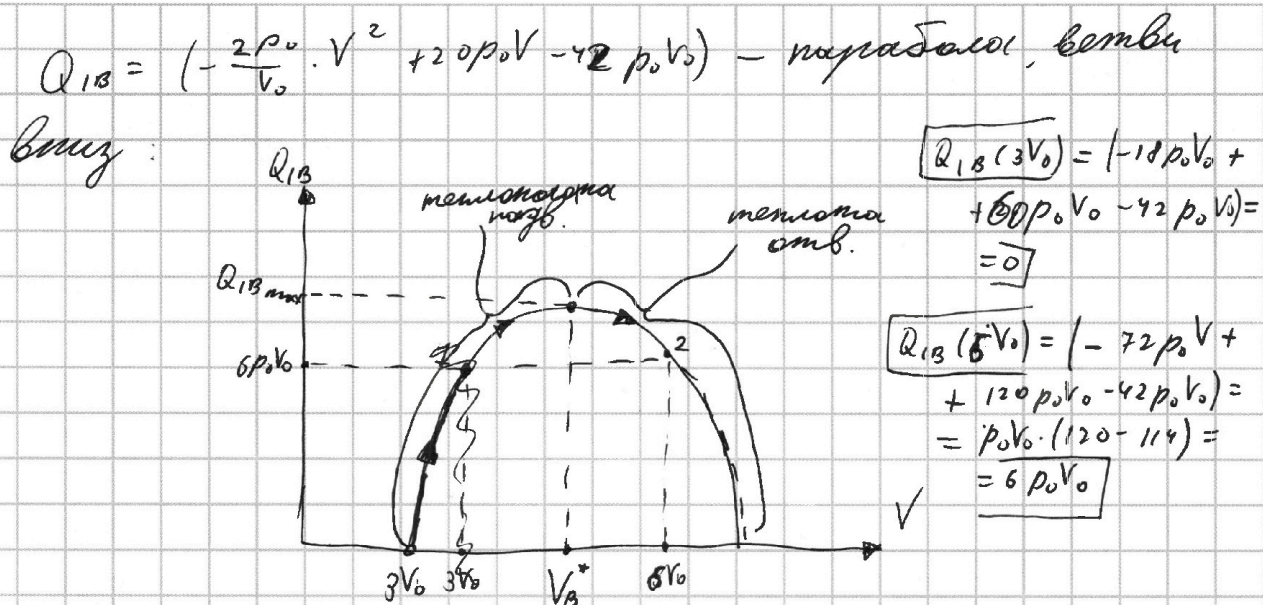


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

8) Изменим процесс 2-3:

Найдем збв-ую $p(V)$:

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

$$1) 2: \begin{cases} 2p_0 = k^* \cdot 5V_0 + b^* \\ 3p_0 = k^* \cdot 3V_0 + b^* \end{cases} \Rightarrow -p_0 = 3k^*V_0; \quad \boxed{k^* = -\frac{p_0}{3V_0}}$$

$$1) 3: \begin{cases} 2p_0 = k^* \cdot 3V_0 + b^* \\ 3p_0 = k^* \cdot 3V_0 + b^* \end{cases}$$

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

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

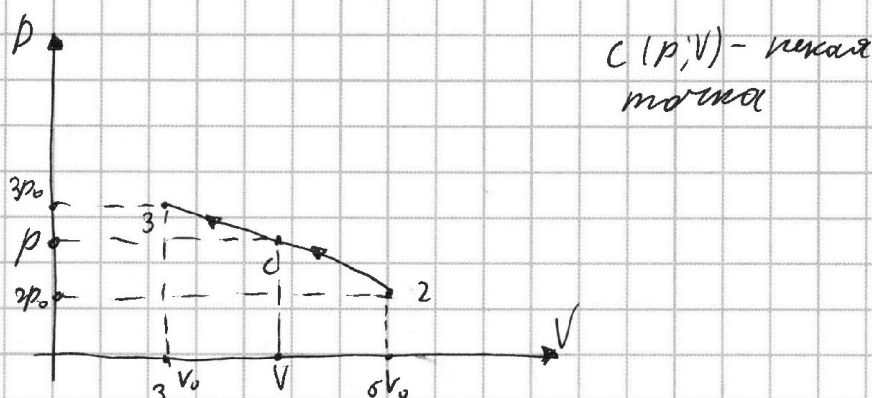


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



13-я термодинамика для процесса 2-1:

$$Q_{2c} = U_c - U_2 + A_{2c}$$

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

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

$$U_2 = \frac{i}{2} \nu R T_2 = \frac{i}{2} \cdot p_2 V_2 = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 \cdot 2V_0 = 18p_0 V_0$$

$$U_c = \frac{i}{2} \nu R T = \frac{i}{2} \cdot pV = \frac{3}{2} \cdot pV$$

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

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

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

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

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

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

$$Q_{2c} = -\frac{2p_0}{3V_0} \cdot V^2 + 10p_0 V - 36p_0 V_0 \quad \text{— параболы, Ветви вниз}$$

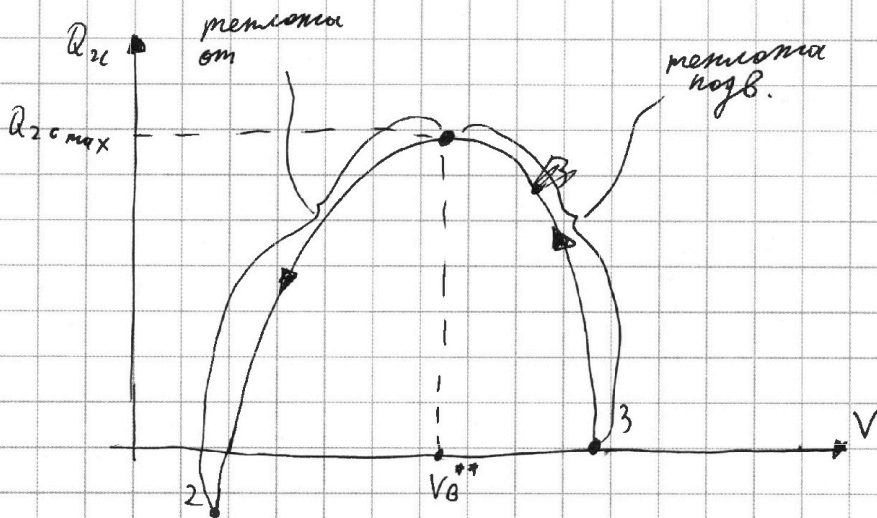


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$Q_{2c}(6V_0) = -24p_0V_0 + 60p_0V_0 - 36p_0V_0 = 0$$

$$Q_{2c}(3V_0) = -6p_0V_0 + 30p_0V_0 - 36p_0V_0 = -12p_0V_0$$

$$V_{B}^{**} = \frac{-b}{2a} = \frac{-10p_0}{2 \cdot (-\frac{2p_0}{3V_0})} = \frac{10p_0}{(\frac{4p_0}{3V_0})} = \frac{10p_0 \cdot 3V_0}{4p_0} = \frac{30}{4}V_0 = \frac{15}{2}V_0$$

$$Q_{2c}(\frac{15}{2}V_0) = -\frac{2p_0}{3V_0} \cdot \frac{15^2}{2^2} \cdot V_0^2 + 10p_0 \cdot \frac{15}{2} \cdot V_0 - 36p_0V_0 =$$

$$= -\frac{2 \cdot 15 \cdot 15}{3 \cdot 2} \cdot p_0V_0 + 5 \cdot 15 \cdot p_0V_0 - 36p_0V_0 = -\frac{75}{2}p_0V_0 + 75p_0V_0 -$$

$$-36p_0V_0 = \frac{75}{2}p_0V_0 - 36p_0V_0 = \frac{70}{2}p_0V_0 + \frac{5}{2}p_0V_0 - 36p_0V_0 =$$

$$= \frac{5}{2}p_0V_0 - p_0V_0 = \boxed{1.5p_0V_0} = Q_{23H}$$

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

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

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

$$Q_{37} = C_{37} \cdot \nu \cdot (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \cdot \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \cdot (p_1V_1 - p_3V_3) = \frac{3}{2} \cdot (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0)$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона



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!

$$Q_{31} = \frac{3}{2} (15p_0 v_0 - 9p_0 v_0) = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 v_0 = 9p_0 v_0 = Q_{31H}$$

$$\begin{aligned} 10) \quad \eta &= \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{12H} + Q_{13H} + Q_{31H}} = \frac{3p_0 v_0}{8p_0 v_0 + 15p_0 v_0 + 9p_0 v_0} = \\ &= \frac{3}{8+15+9} = \frac{3}{32} = \frac{6}{64} \end{aligned}$$

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



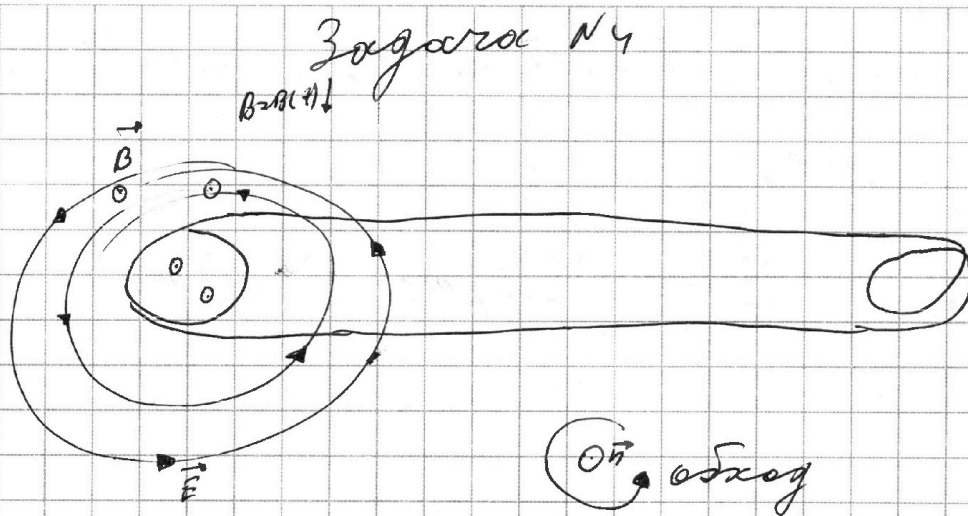
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

7)



$$\begin{cases} \mathcal{E}_{i,0} = -\dot{\Phi}_{i,0} \\ \Phi'_{i,0} = \Phi'_{i,0, \text{лева}} = (n_1 S \cdot B \cdot \cos 0^\circ)' = n_1 S \cdot B' = n_1 S \cdot (-\alpha) \end{cases}$$

$\downarrow$

$$\boxed{\mathcal{E}_{i,0} = n_1 S \cdot \alpha}$$

$$\mathcal{E}_{i,0} = \mathcal{U}_{L_1} + \mathcal{U}_{L_2}; \quad \mathcal{E}_{i,0} = L_1 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} + L_2 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

катушки соединены параллельно

$$\mathcal{E}_{i,0} = (L_1 + L_2) \cdot I'; \quad I' = \frac{\mathcal{E}_{i,0}}{L_1 + L_2} = \frac{n_1 S \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{n_1 S \alpha}{10L}$$

Ответ: 1) $\frac{n_1 S \alpha}{10L}$



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.

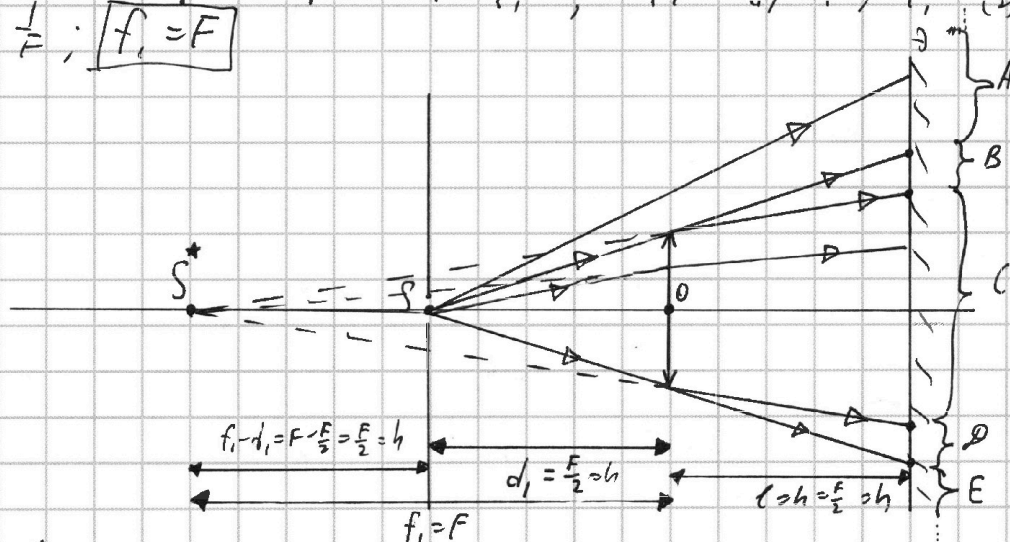
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

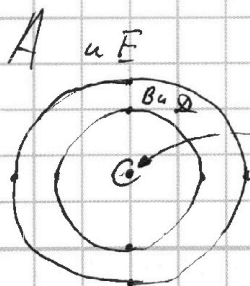
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача N5

7) Лампочка S - действ. предмет S для $\downarrow$ т.к. от нее на $\downarrow$ падает рас-ся пучок света, $d_1 = h$, $F = 2h$, т.е. $d_1 = \frac{F}{2} < F \Rightarrow$ изобр S^* предмета S в $\downarrow$ яви-ся
миним. : $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1}$; $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{F}$; $\frac{1}{f_1} = \left(\frac{1}{\frac{F}{2}}\right) - \frac{1}{F}$;
 $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$; $f_1 = F$



S, S^* и O лежат на одной прямой. По условию свет, идущий мимо линзы, проходит ее без отражения, размеры зеркала и стены 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:



точка пересечения $\uparrow$ и $\downarrow$ т.т. зеркала



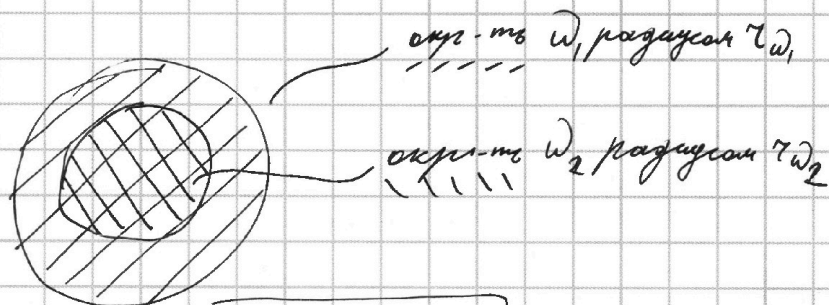
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

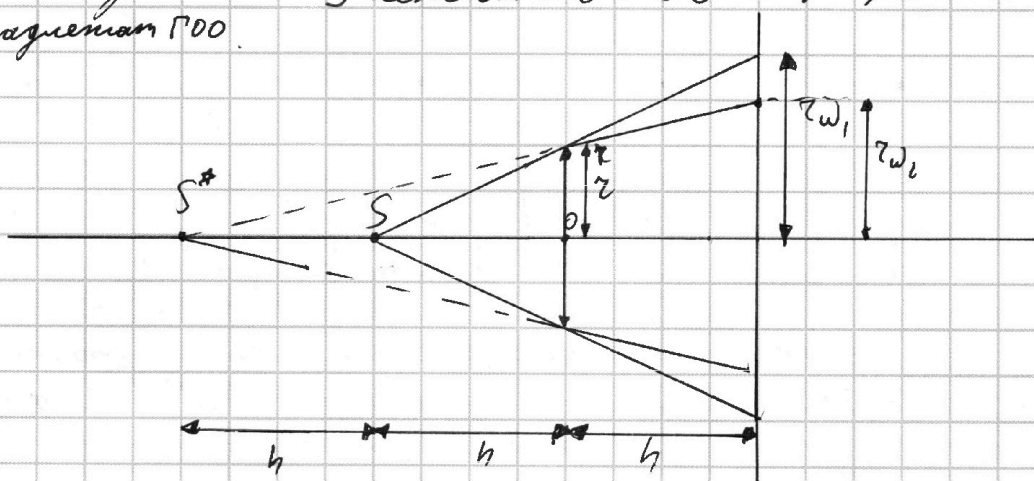
Значит площадь невыделенной части зеркала $S_{\text{необ}_1}$ будет равна разности площадей двух окр-тей:



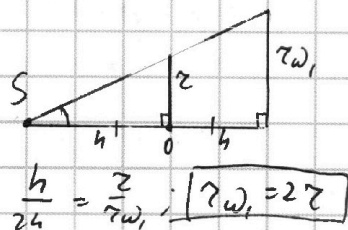
$$S_{\text{необ}_1} = \pi r_1^2 - \pi r_2^2 = \pi \cdot (r_1^2 - r_2^2)$$

Найдем радиусы окр-тей:

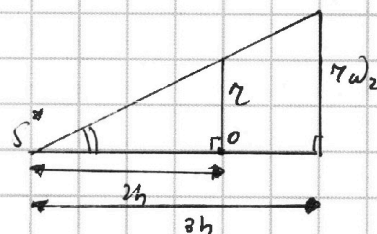
По условию S лежит на $\Gamma O O \Rightarrow$ центры этих окр-тей принадлежат $\Gamma O O$.



Из подобия Δ :



$$\frac{h}{2h} = \frac{r}{r_1}, \quad r_1 = 2r$$



$$\frac{2h}{3h} = \frac{r}{r_2}, \quad \frac{2}{3} = \frac{r}{r_2}, \quad r_2 = \frac{3}{2}r$$

$$S_{\text{необ}_1} = \pi (r_1^2 - r_2^2) = \pi \cdot ((2r)^2 - (\frac{3}{2}r)^2) = \pi r^2 \cdot (2^2 - 1.5^2) = \pi r^2 \cdot (2 - 1.5) \times (2 + 1.5) = \pi r^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3.5 = \frac{7}{4} \pi r^2; \quad S_{\text{необ}_1} = \frac{7}{4} \cdot (20\text{см})^2 \cdot \pi = 7\pi \text{ см}^2$$



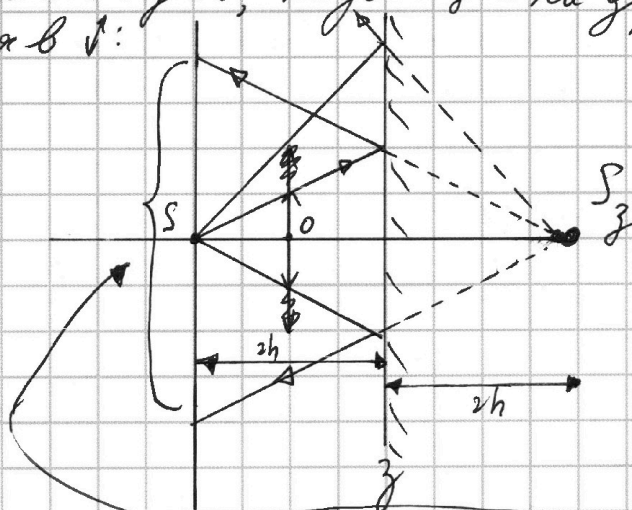
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

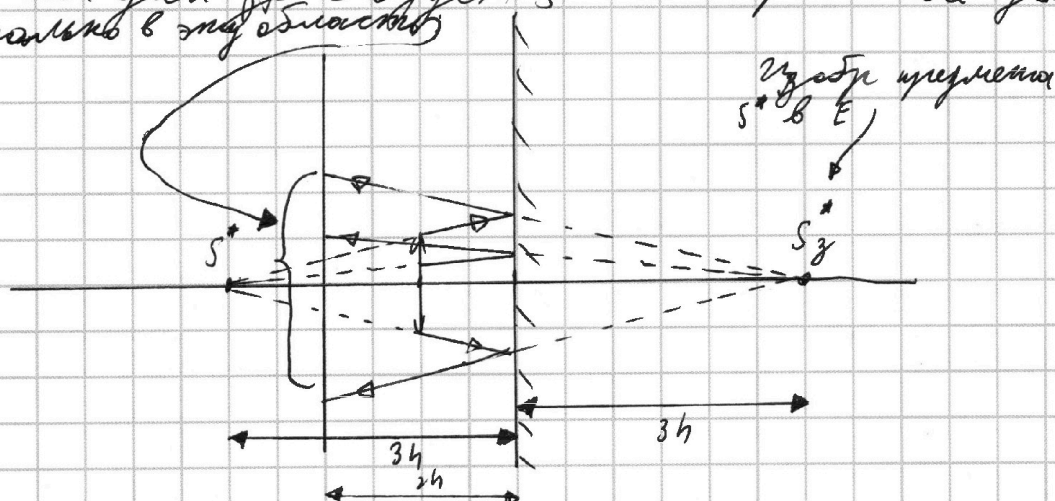
2) Рассмотрим лучи, падающие на зеркало 3 без преломления в $\downarrow$:



Лучи будут отражаться от 3 так, чтобы их продолжения будут показывать в S_z — изображение предмета в в. F . Такие лучи не смогут попасть в данную область.

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

Случай будет аналогичен тем, что предмет для F будет S^* и что отраженные лучи попадут только в эту область.



S и S^* принадлежат ГОО $\Rightarrow S_z$ и S_z^* принадлежат ГОО, показанные выше области будут окр-ями, центры которых принадлежат ГОО. 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.

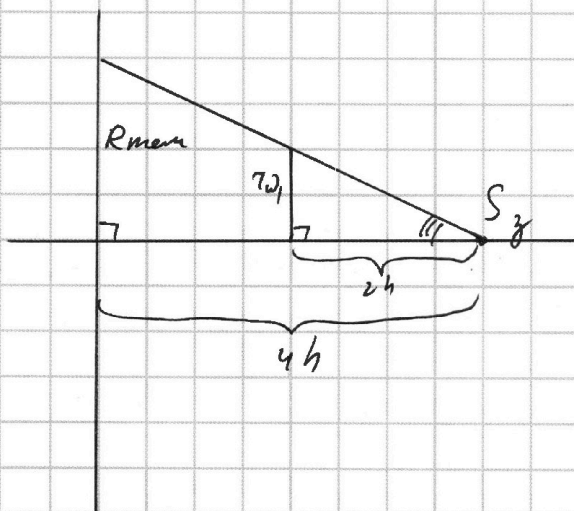
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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

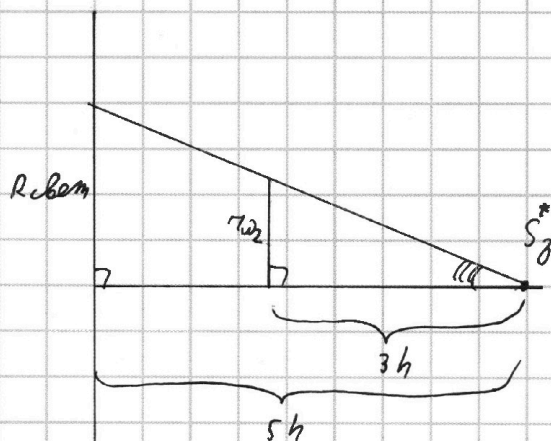
Найдем эти радиусы:



из подобия Δ :

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

$$R_{\text{тени}} = 2 \cdot 2\tau = 4\tau$$



из подобия Δ :

$$\frac{3h}{5h} = \frac{R_{\text{свет}}}{2h}; R_{\text{свет}} = \frac{5}{3} \cdot 2h = \frac{10}{3}h$$

$$R_{\text{свет}} = \frac{5}{3} \cdot \frac{3}{2}\tau = \frac{5}{2}\tau$$

$$S_{\text{осв}_2} = \pi \cdot (R_{\text{тени}}^2 - R_{\text{свет}}^2) = \pi \cdot (4\tau^2 - (\frac{5}{2}\tau)^2) =$$

$$= \pi \tau^2 \cdot (4^2 - 2,5^2) = \pi \tau^2 \cdot (4 - 2,5) \cdot (4 + 2,5) = \pi \tau^2 \cdot 1,5 \cdot 6,5 = \pi \tau^2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{2} =$$

$$= \pi \tau^2 \cdot \frac{39}{4}; \quad S_{\text{осв}_2} = \pi \cdot (2\text{м})^2 \cdot \frac{39}{4} = 3,9\pi \text{ м}^2$$

Ответ: 1) $7\pi \text{ м}^2$ 2) $3,9\pi \text{ м}^2$

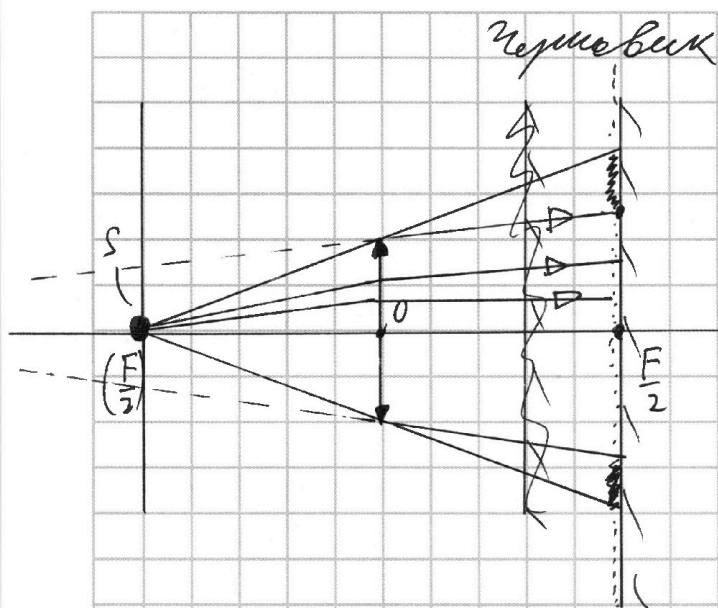


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



check!

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

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

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

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

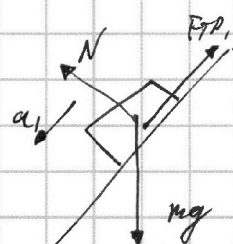
$$Q_{18}(3V_0) = \left(-\frac{mv_0}{V_0} \cdot 9V_0^2 + 60p_0V_0 - 42p_0V_0 \right) = \left(-18p_0V_0 + 60p_0V_0 - 42p_0V_0 \right)$$

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

7)

96/17

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



$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1$$

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

$$a_1 = g \cdot \frac{1}{3}$$

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

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

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

$$75 - 24 = 75 - 25 + 1 = 50 + 1 = 51$$

$$64 \cdot 3 - 75 \cdot 8 = 8 \cdot (8 \cdot 3 - 75) = 8 \cdot (24 - 75) = 8 \cdot (-51) = -408$$