



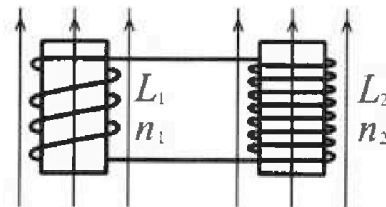
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

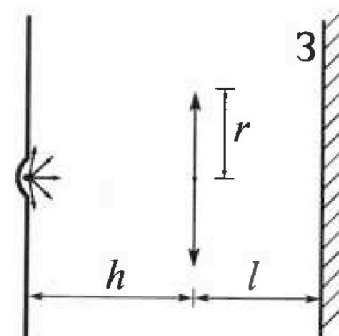


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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) нач нет 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.



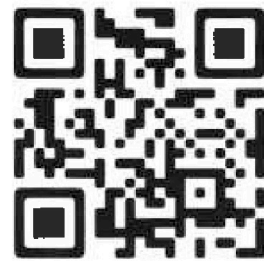
- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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



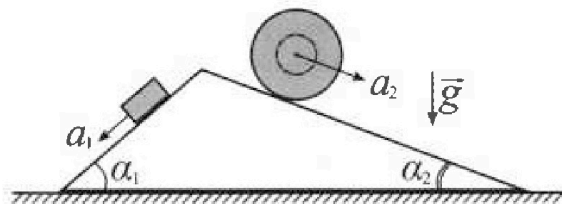
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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

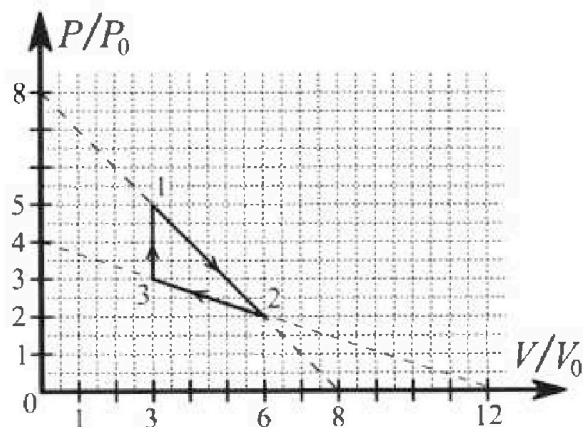


Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.

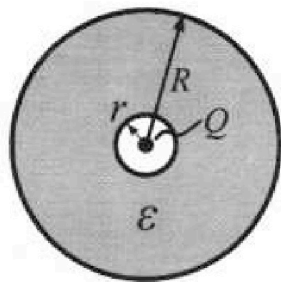
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.



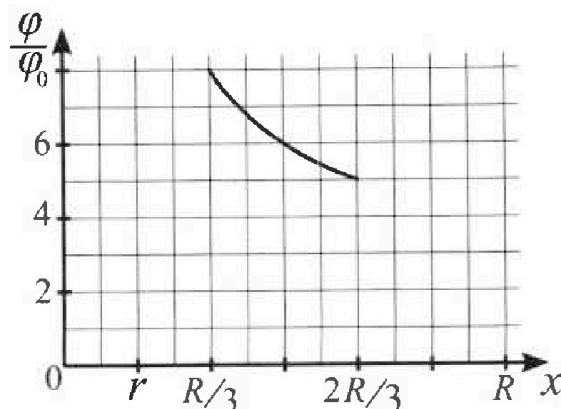
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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.

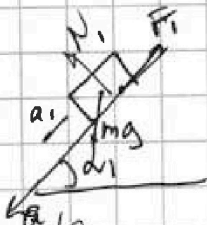


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

1)



идея:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) =$$

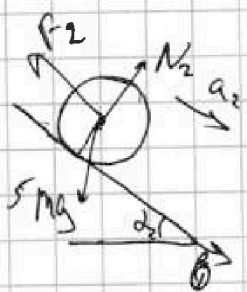
$$= mg \left( \sin \alpha_1 - \frac{7}{17} \right) = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) =$$

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

$$= mg \frac{16}{85}$$

$\begin{array}{r} 3 \\ \times 17 \\ \hline 51 \end{array}$ 
 $\begin{array}{r} 5 \\ \times 12 \\ \hline 60 \end{array}$ 
 $\begin{array}{r} 51 \\ - 35 \\ \hline 16 \end{array}$

2)



Камню можно не мешать записать  
тот же закон Ньютона на шар  
ид. о.б.

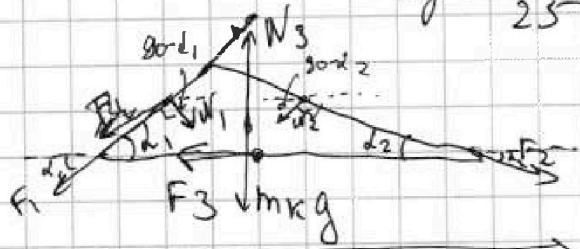
$$5ma_2 = 5mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= 5mg \left( \sin \alpha_2 - \frac{8}{25} \right) = 5mg \left( \frac{17}{25} - \frac{8}{25} \right) =$$

$$= mg \frac{8 \cdot 5 (25 - 17)}{25 \cdot 17} = \frac{8 \cdot 8 mg}{5 \cdot 17} = \frac{64}{85} mg$$

3)



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

$$N_2 = 5mg \cos \alpha_2 = \frac{5 \cdot 15}{17} mg$$

3-й. Ньютона на 0.x:

$$0 = F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - F_3$$

$$0 = \frac{64 \cdot 15}{5 \cdot 17 \cdot 17} mg - \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17 \cdot 17} mg + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} mg - \frac{16 \cdot 4}{8 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 5} mg - F_3$$

$$\frac{F_3}{mg} = \frac{64 \cdot 8 \cdot 3}{17 \cdot 17} - \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17 \cdot 17} + \frac{4 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 5 \cdot 17} - \frac{16 \cdot 4}{8 \cdot 5 \cdot 17} =$$



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  
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!

$$= \frac{8(24-75)}{17 \cdot 17} + \frac{4(51-16)}{5 \cdot 5 \cdot 17} = -\frac{8 \cdot 17 \cdot 5}{17 \cdot 17} + \frac{4 \cdot 35}{5 \cdot 17 \cdot 5}$$
$$= \frac{4 \cdot 7}{17 \cdot 5} - \frac{8 \cdot 3}{17} = \frac{4 \cdot 7 - 8 \cdot 3 \cdot 5}{17 \cdot 5} = \frac{28 - 120}{17 \cdot 5} = -\frac{92}{85}$$

$$|F_3| = \frac{92}{85} \text{ mg}$$

Получили отрицательное, значит грузе направление.

Ответ:  $\frac{16}{85} \text{ mg}$ ;  $\frac{64}{85} \text{ mg}$ ;  $\frac{92}{85} \text{ mg}$ .

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!

$$1) \Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} (5 \cdot 3 P_0 V_0 - 3 \cdot 3 P_0 V_0) = \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot (5-3) \cdot 3 = 9 P_0 V_0$$

A - площадь внутри графика

$$A = A_{12} + A_{23} \quad (A_{31} = 0; \text{т.к. } V_3 = \text{const в этом процессе})$$

$$A_{12} = \frac{(V_2 - V_1)(P_2 + P_1)}{2} = \frac{(V_0 P_0 (6-3)(5+2))}{2} = \frac{3 \cdot 7}{2} P_0 V_0$$

$$A_{23} = \frac{(V_3 - V_2)(P_3 + P_2)}{2} = \frac{V_0 P_0 (3-6)(3+2)}{2} = -\frac{3 \cdot 5}{2} P_0 V_0$$

$$A = \frac{3 \cdot 7}{2} P_0 V_0 - \frac{3 \cdot 5}{2} P_0 V_0 = \frac{3 \cdot 2}{2} P_0 V_0 = 3 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{3-1}}{A} = \frac{9 P_0 V_0}{3 P_0 V_0} = 3$$

2) Запишем уравнение процесса ~~1-2~~ прямой, на котором лежит отрезок 3-2. (в координатах P(V))

$$P = -\frac{P_0 V}{V_0} + 8 P_0$$

$$T = \frac{PV}{OR} = \frac{(-\frac{P_0 V}{V_0} + 8 P_0) V}{OR} = \frac{-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8 P_0 V}{OR}$$

Возьмем производную, чтобы найти максимум

$$T' = \frac{-2 \frac{P_0}{V_0} V + 8 P_0}{OR} = 0 \Rightarrow 8 P_0 = 2 \frac{P_0 V}{V_0} \Rightarrow V = 4 V_0$$

$$\text{или } V = 4 V_0 \quad P = 4 P_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{4 P_0 \cdot 4 V_0}{OR} = \frac{16 P_0 V_0}{OR}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{OR} = \frac{2 \cdot 6 P_0 V_0}{OR} = \frac{12 P_0 V_0}{OR}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16 P_0 V_0 OR}{OR \cdot 12 P_0 V_0} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$



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!

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+}$$

$$A = 3P_0V_0 \text{ (из первого пункта)}$$

$$\frac{3-1}{3-2} A_{12} = 0 \leftarrow \frac{3-1}{3-2} 3P_0V_0 \text{ (из первого пункта)}$$

~~$$1-2 \quad A_{12} = \frac{3-1}{2} P_0V_0$$~~

Чтобы в процессах 1-2 и 2-3 иметь, где

$Q > 0$ , а где  $Q < 0$  найдем их касание

с квадратой. в т. касание  $Q = 0$ , а по разные стороны будет  $Q_+$  и  $Q_-$ .

$PV^{\frac{5}{3}} = c$  - адиабата  $c$  - константа

$$P = -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 \quad \text{1-2}$$

$$P = -\frac{8}{5} c V^{-\frac{5}{3}} \quad \text{2-3}$$

$$P = -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0$$

$$P = -\frac{8}{5} c V^{-\frac{5}{3}}$$

$$P_2 = \frac{P_0}{V_0}$$

~~$$-\frac{8}{5} V^{-\frac{5}{3}} c = -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0$$~~

$$-\frac{8}{5} V^{-\frac{5}{3}} c = -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0$$

$$c = \frac{3P_0}{8V_0} V^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{3P_0}{8V_0} V^{\frac{5}{3}} \cdot V^{-\frac{5}{3}} = -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0$$

$$\frac{3P_0}{8V_0} V = -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0$$

$$\frac{11}{8} V = 8V_0$$

Т. касания  
с квадратой  
1-2

$$V = \frac{8 \cdot 8}{11} V_0 = \frac{64}{11} V_0$$

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  
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!

По не совсем для 2-3.

$$PV^{\frac{5}{3}} = C$$

$$P_2 = -\frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} V + 4P_0$$

$$P_1 = -\frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0}$$

$$CV^{\frac{5}{3}} = -\frac{P_0}{3V_0} V + 4P_0$$

$$-\frac{P}{3} V^{\frac{2}{3}} C = -\frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0}$$

$$C = \frac{3}{8} \frac{P_0}{V_0} V^{\frac{1}{3}} = \frac{1}{8} \frac{P_0}{V_0} V^{\frac{4}{3}}$$

$$\frac{1}{8} \frac{P_0}{V_0} V + \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} V = 4P_0$$

$$\frac{3+8}{24} \frac{V}{V_0} = 4$$

$$V = \frac{4 \cdot 24}{11} V_0 =$$

Т. касание  
с абсциссой  
2-3

Площадь шара  $Q_+$

для 1-2.  $V_k = 6 \frac{64}{11} V_0$  или  $V < V_k \quad Q > 0$

$V > V_k \quad Q < 0$

или график

$$Q_+ = \frac{(64-33)}{11} V_0 \left( 5+8-\frac{64}{11} \right) P_0 + \frac{3}{2} \left( \left( 8-\frac{64}{11} \right) \cdot \frac{64}{11} \right) - 3 \cdot 5 P_0 V_0$$

$$= \frac{(64-33)}{11} \left( \frac{143-64}{11} \right) P_0 V_0 + \frac{3}{2} \left( \frac{(88-64)64}{11 \cdot 11} - \frac{15 \cdot 64}{11} \right) P_0 V_0 =$$

$$= \left( \frac{79}{2 \cdot 11} + \frac{3}{2} \left( \frac{2 \cdot 64}{11} - \frac{15 \cdot 64}{11} \right) \right) P_0 V_0 = \frac{79 + 3 \cdot 13 \cdot 64}{2 \cdot 11}$$

$$= \left( \frac{79}{2 \cdot 11} + \frac{3(128-165)}{2 \cdot 11} \right) P_0 V_0 = Q_+ < 0$$

прозрачная лезвие

Ответ: 3,  $\frac{4}{3}$ .

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.



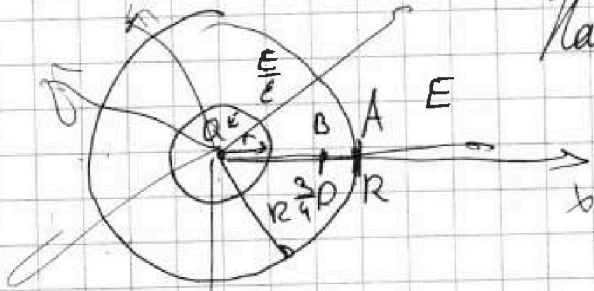
1  2  3  4  5  6  7

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!

1) Это определено потенциал точки - это работа, делаемая на заряд, который совершается при переносе <sup>этого</sup> заряда с бесконечности до точки.

$$\varphi = \int E dx$$



Найдем потенциал в т. А.

$$\varphi_A = \int_R^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx = \left(0 + \frac{kQ}{R}\right) \cdot \frac{kQ}{R}$$

(в диэлектрике поле имеет  $\epsilon$  раз)

$$E = \frac{kQ}{x^2}$$

Теперь потенциал т. В (используем)

$$\varphi_B = \varphi_A + \int_R^{3R/4} E dx = \frac{kQ}{R} + \int_R^{3R/4} \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{4kQ}{3\epsilon R}$$

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{4}{3\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3\epsilon - 3 + 4}{3\epsilon}\right) = \frac{kQ(3\epsilon + 1)}{R 3\epsilon}$$

2) Обозначим точку угадывая соответствующую

$$x = \frac{R}{3} - 1, \text{ а } x = \frac{2R}{3} - 2.$$

Аналогично, как и в 1 пункте:





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!

$$\varphi_1 = \varphi_A + \int_R^{3R} \frac{E dx}{\epsilon} = \frac{kQ}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{3}{\epsilon} \right) = \frac{kQ(\epsilon-1+3)}{R\epsilon} = \frac{kQ(\epsilon+2)}{R\epsilon}$$

$$\varphi_2 = \varphi_A + \int_R^{2R} \frac{E dx}{\epsilon} = \frac{kQ}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{3}{2\epsilon} \right) = \frac{kQ(2\epsilon-2+3)}{R \cdot 2\epsilon} = \frac{kQ(2\epsilon+1)}{R \cdot 2\epsilon}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = 8$$
$$\frac{\varphi_2}{\varphi_0} = 5 \quad (\text{из условия})$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{8}{5} = \frac{kQ(\epsilon+2) R \cdot 2\epsilon}{R\epsilon kQ(2\epsilon+1)} = \frac{(\epsilon+2) \cdot 2}{(2\epsilon+1)} = \frac{2\epsilon+4}{2\epsilon+1}$$

$$8(2\epsilon+1) = (2\epsilon+4)5$$

$$16\epsilon+8 = 10\epsilon+20$$

$$6\epsilon = 12 \Rightarrow \epsilon = 2$$

$$\epsilon = 2$$

Ответ:  $\frac{kQ(3\epsilon+1)}{3\epsilon R}$ , 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  
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!

$$1) \quad \Phi = nBS = \angle I$$

$$\dot{\Phi} = \frac{dB}{dt} S = \angle \dot{I}$$

$$\angle \dot{I}_1 = \frac{dB}{dt} S_n$$

$$\dot{I}_1 = -\frac{d S_n}{L}$$

$$|\dot{I}_1| = \frac{d S_n}{L}$$

во втором катушке не будет индукции <sup>поток</sup>  $\Phi_{21} \neq 0$  и не будет индуцироваться ток, т.е.  $\dot{I}_2 = \dot{I}$  - всего система

$$2) \quad \Phi = nBS \quad \Phi = -\mathcal{E} \quad U = \angle \dot{I}$$

$$I_1 = I_2$$

т.к. в катушке ток не меняется, то ток тоже:

$$W_{\text{ток}} = \frac{L_1 I^2}{2} + \frac{L_2 I^2}{2}$$

Ответ:  $\frac{d S_n}{L}$ ,

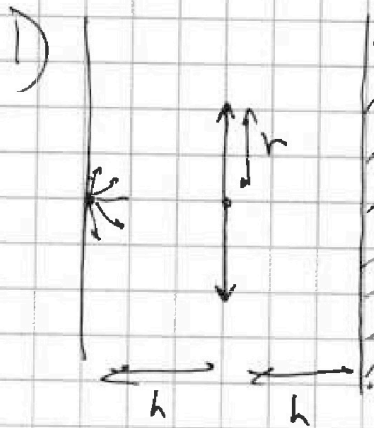


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!



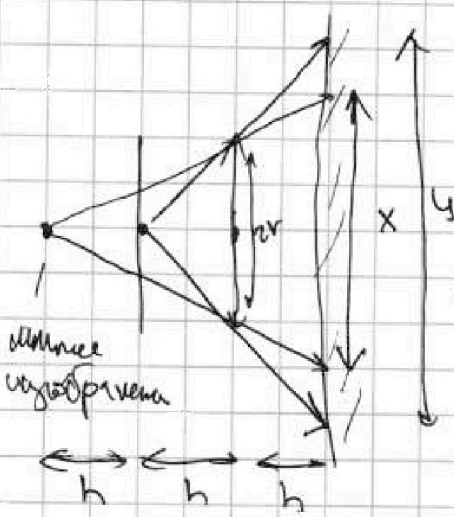
Воспользуемся формулой тонкой линзы, чтобы найти куда в какую точку будут сфокусированы лучи.

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

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{2h}$$

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

$$f = -2h$$



Изобразим линзу, лучи после линзы будут рассеиваться

лучи проходящие через линзу будут освещать то y на расстоянии x

А лучи прошедшие мимо будут освещать все, кроме y

(т.к. линза круглая то все изображение - круги, а x и y - диаметры)

$$S_1 = \pi \frac{y^2}{4} - \pi \frac{x^2}{4} = \frac{\pi}{4} (y^2 - x^2)$$

из подобия боковых треугольников:

$$\frac{2h}{2r} = \frac{3h}{x} \quad x = \frac{3h}{2h} \cdot 2r = 3r$$

$$\frac{h}{2r} = \frac{2h}{y} \quad y = \frac{2h}{h} \cdot 2r = 4r$$

$$S_1 = \frac{\pi}{4} (4^2 - 3^2) r^2$$

$$= \frac{\pi}{4} r^2 (16 - 9) = 7 \frac{\pi r^2}{4} = 7 \frac{\pi \cdot 4 \text{ см}^2}{4} = 7 \pi \text{ см}^2$$

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.

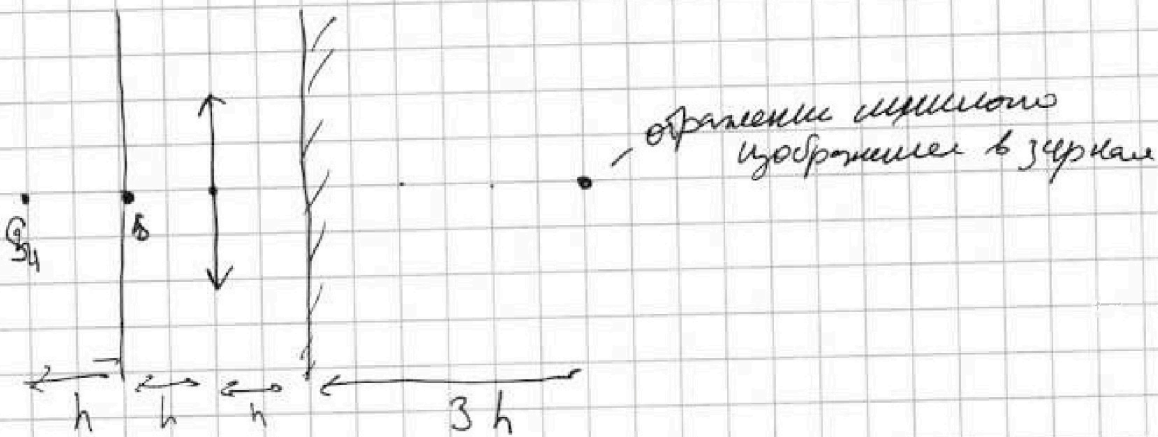


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

2) После первого прохождения лучей через линзу у нас появилось изображение что получилось на расстоянии  $2h$  от линзы. Изобразим это в зеркале.

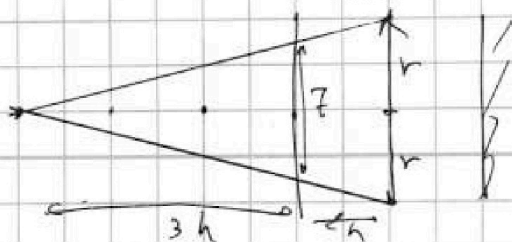


И теперь оно будет светить, но проложит через линзу

$$\frac{1}{4h} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{2h}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{2h} - \frac{1}{4h} = \frac{1}{4h}$$

$f_2 = 4h$ . Т.е. лучи будут собираться в точку слева от линзы на  $4h$  на  $\Gamma O O$ .



$$\frac{3h}{z} = \frac{4h}{2h}$$

$$z = \frac{3h}{4h} \cdot 2h = \frac{3}{4} \cdot 2h = \frac{3}{2}h$$



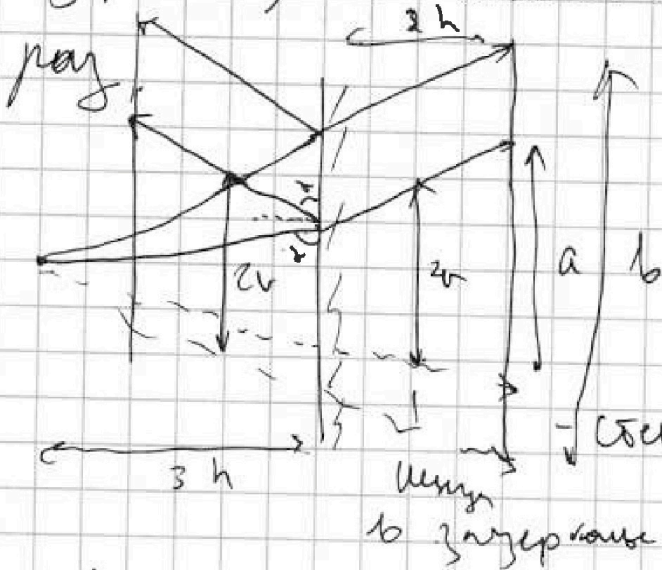
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Также есть лучи, которые отразились от зеркала, но не попали на щель во второй раз



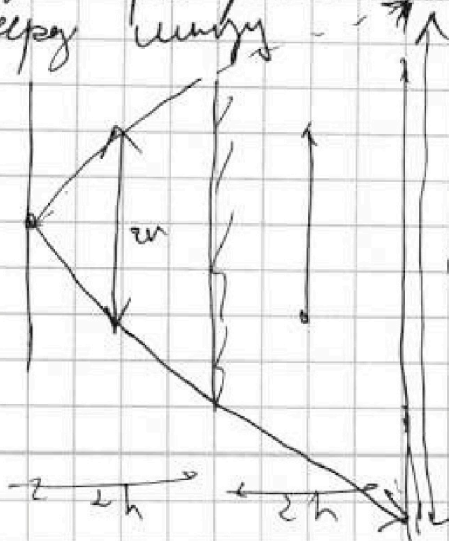
зона b-a - освещена

Свет в зеркале

$$\frac{b}{5h} = \frac{2h \cdot 2r}{2h} \quad b = 5r$$

$$\frac{a}{5h} = \frac{2r}{4h} \quad a = \frac{5}{2}r$$

Теперь рассмотрим лучи, идущие не через щель



зона c - не освещена, а все выше нее освещено

$$\frac{c}{4 \cdot 2h} = \frac{2r}{h} \quad c = 8r$$

свет в зеркале

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.

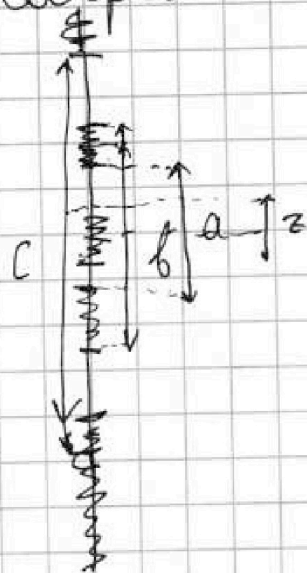


1  2  3  4  5  6  7

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!

Соберем все в одну картину.



Т.е. не освещена зона

$$c - b + a - z$$

$$S_2 = \frac{\pi r^2}{4} (c^2 - b^2 + a^2 - z^2) =$$

$$= \frac{\pi r^2}{4} \left( 64 - 25 + \frac{25}{4} - \frac{9}{4} \right) =$$

$$= \frac{\pi r^2}{4} (39 + 4) = 43 \frac{\pi \cdot 4 \text{ см}^2}{4} = \boxed{43\pi \text{ см}^2}$$

Ответ:  $7\pi \text{ см}^2$ ,  $43\pi \text{ см}^2$ .

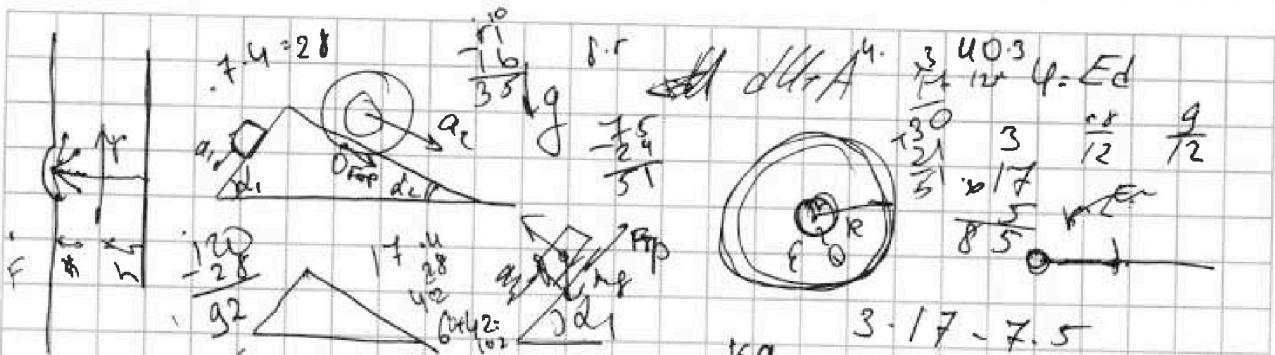


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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!



$$ma_1 = F_1 + mg \sin \alpha_1$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left( g \frac{3}{5} - \frac{7g}{17} \right) = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \frac{16}{85}$$



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

$$F_2 = (5m(a_2 - g \sin \alpha_2)) = 5mg \left( \frac{8}{25} - \frac{8}{17} \right)$$

Handwritten calculations and notes:

$40.3$   
 $4-Ed$   
 $\frac{3}{17} \frac{16}{35} \frac{9}{12} \frac{9}{12}$   
 $\frac{30}{51} \frac{3}{17} \frac{9}{12} \frac{9}{12}$   
 $\frac{30}{51} \frac{3}{17} \frac{9}{12} \frac{9}{12}$   
 $\frac{30}{51} \frac{3}{17} \frac{9}{12} \frac{9}{12}$   
 $3-17-7.5$   
 $\frac{17}{31} \frac{51-35}{51} \frac{54}{16}$

2.

$$A_2 = \frac{3V_0 \cdot (3+2)P_0}{2} = \frac{3 \cdot 7 P_0 V_0}{2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (5 \cdot 3 P_0 V_0 - 3 \cdot 3 P_0 V_0) = \frac{3 \cdot 3 \cdot 2}{2} P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{2 \cdot 9 P_0 V_0}{3 \cdot 7 P_0 V_0} = \frac{2 \cdot 9}{2 \cdot 7} = \frac{6}{7}$$

$$P = \frac{P_0 \cdot V}{V_0} + 8P_0$$

$$T = \frac{PV}{OR} = \frac{V \left( -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 \right)}{OR} = \frac{-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V}{OR}$$

$$T_{max} = \frac{4P_0 \cdot 4V_0}{OR} = \frac{16P_0 V_0}{OR}$$

$$T' = -2 \frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 = 0$$

$$T_2 = \frac{6V_0 \cdot 2P_0}{OR} = \frac{12P_0 V_0}{OR}$$

$$8P_0 = 2 \frac{P_0}{V_0} V \Rightarrow V = 4V_0 \Rightarrow P_1 = 4P_0$$

$$\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{64}{24} = \frac{8}{3}$$



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!

Handwritten physics solution on grid paper. The page contains several diagrams and equations.

**Diagrams:**

- Top left: A diagram of a curved surface with a particle moving on it. Labels include  $Q$ ,  $a$ , and  $g$ .
- Top center: A diagram showing a particle moving along a path with a coordinate  $x$ . Labels include  $\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}$ ,  $\dot{s} = \frac{ds}{dt}$ ,  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ , and  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ .
- Top right: A diagram of a particle moving in a circular path with radius  $R$ . Labels include  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ ,  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ , and  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ .
- Center: A diagram of a particle moving in a circular path with radius  $R$ . Labels include  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ ,  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ , and  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ .
- Bottom left: A diagram of a particle moving in a circular path with radius  $R$ . Labels include  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ ,  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ , and  $\frac{ds}{s} = \frac{d\varphi}{\varphi}$ .

**Equations:**

$$\frac{ka}{x^2} dx = -\frac{kq}{x}$$

$$E = \frac{kq}{x^2}$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{x}}$$

$$P \cdot V = \text{const}$$

$$P = \frac{\text{const}}{V^{\frac{2}{3}}}$$

$$U_A = \int_R^{\infty} \frac{kq dx}{x^2} = -\frac{kq}{x} \Big|_R^{\infty} = 0 + \frac{kq}{R} = \frac{kq}{R}$$

$$U_B = U_A + \int_{\frac{3}{4}R}^R \frac{kq}{\epsilon x^2} dx = \frac{kq}{R} + \left( \frac{kq}{\epsilon R} + \frac{4kq}{\epsilon 3R} \right)$$

$$= kq \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{4}{3\epsilon R} \right) = kq \left( \frac{3\epsilon - 3 + 4}{3\epsilon R} \right) = kq \left( \frac{3\epsilon + 1}{3\epsilon R} \right)$$

$$U_1 = U_A + \int_{\frac{1}{2}R}^R \frac{kq}{\epsilon x^2} dx = kq \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{3}{2\epsilon R} \right) = kq \left( \frac{2\epsilon R - 2 + 3}{2\epsilon R} \right) = \frac{kq(2\epsilon + 1)}{2\epsilon R}$$

$$U_2 = U_1 = kq \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{3}{\epsilon R} \right) = kq \left( \frac{\epsilon - 1 + 3}{\epsilon R} \right) = \frac{kq(\epsilon + 2)}{\epsilon R}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{kq(\epsilon + 2)}{\epsilon R}}{\frac{kq(2\epsilon + 1)}{2\epsilon R}} = \frac{2(\epsilon + 2)}{\epsilon(2\epsilon + 1)}$$



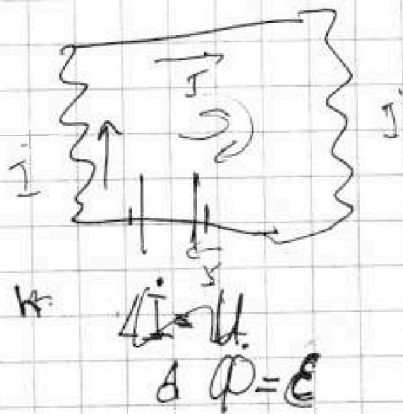


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$\epsilon_1 - \epsilon_2 = \mathcal{E} - L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I}$$
$$\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 =$$
$$\dot{B}nS +$$

$$L_1 \dot{I} = L_2 \dot{I}$$

$$L_1 I = L_2 I$$



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!

