



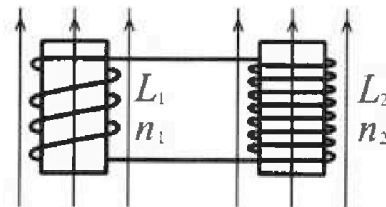
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

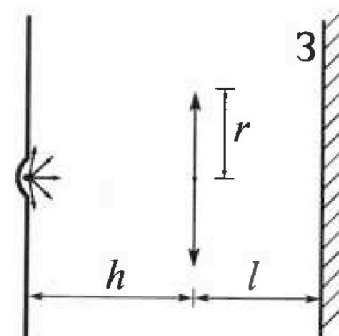


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



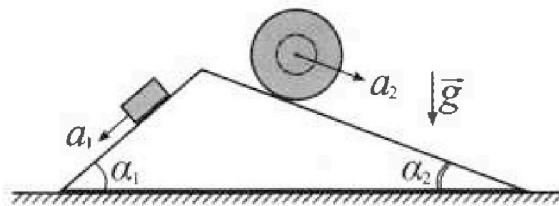
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

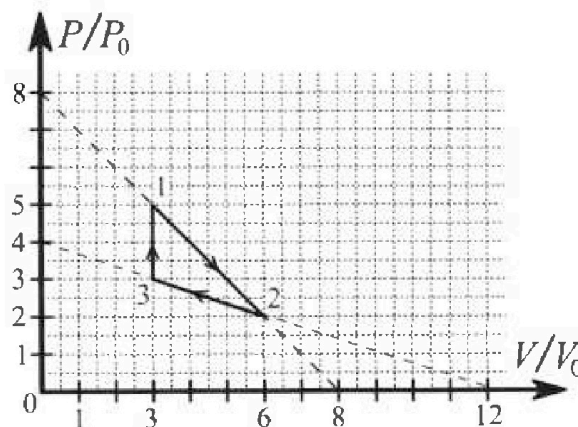


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

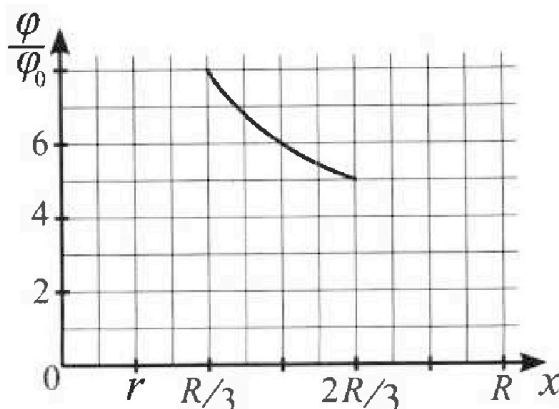
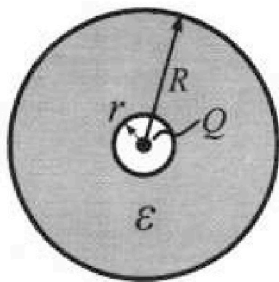
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



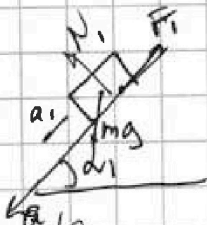


1 2 3 4 5 6 7

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:

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

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

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

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

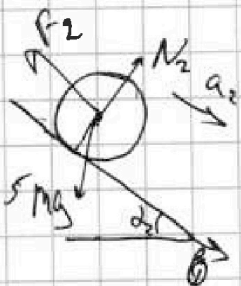
$$= mg \frac{16}{85}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 17 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 12 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ - 35 \\ \hline 16 \end{array}$$

2)



Камню можно не мешать записать
тот же закон Ньютона на шар

ид. о.б.

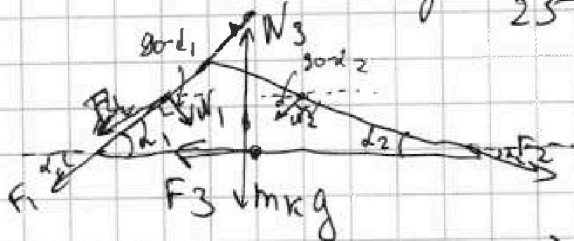
$$5ma_2 = 5mg \sin \alpha_2 - F_2$$

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

$$= 5mg \left(\sin \alpha_2 - \frac{8}{25} \right) = 5mg \left(\frac{1}{17} - \frac{8}{25} \right) =$$

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

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 о.х:

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

$$0 = \frac{64 \cdot 15}{5 \cdot 17 \cdot 17} mg - \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17 \cdot 17} mg + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} mg - \frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 17 \cdot 5} - F_3$$

$$\frac{F_3}{mg} = \frac{64 \cdot 8 \cdot 3}{17 \cdot 17} - \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17 \cdot 17} + \frac{4 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 5 \cdot 17} - \frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 17} =$$



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 ~~→~~ 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 адиабатой. в т. касания $Q = 0$, а по разным сторонам 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 адиабатой
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
сравнений $V = \frac{64}{11}$

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

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

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

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

прозрачна лезва

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.



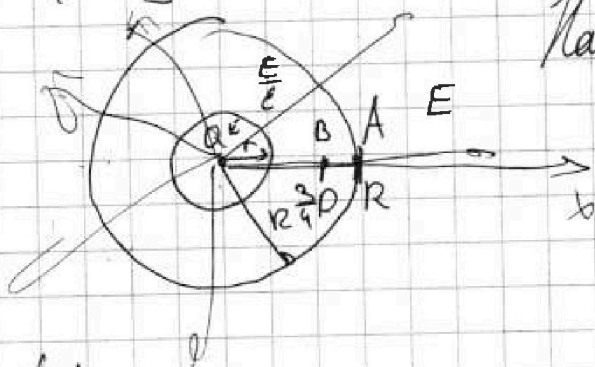
1 2 3 4 5 6 7

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 ^{этого} 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 ϵ раз)

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

Теперь потенциал т. В (исходить)

$$\varphi_B = \varphi_A + \int_R^{3R} \frac{1}{\epsilon} E dx = \frac{kQ}{R} + \int_R^{3R} \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{4kQ}{3\epsilon R}$$

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

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!

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

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

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

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

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

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

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

$$\epsilon = 2$$

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 вращающемся катушке не будет индукции ^{поток} Φ и не будет индуцироваться ток, т.е. $\dot{I}_1 = \dot{I}$ - 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: $\frac{d S_n}{L}$,

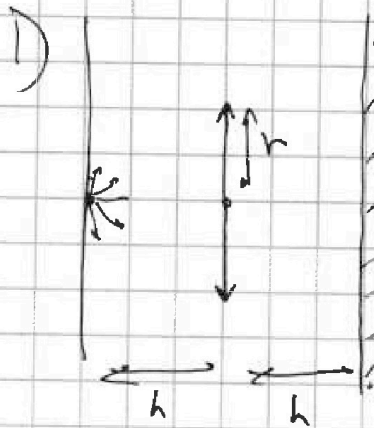


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



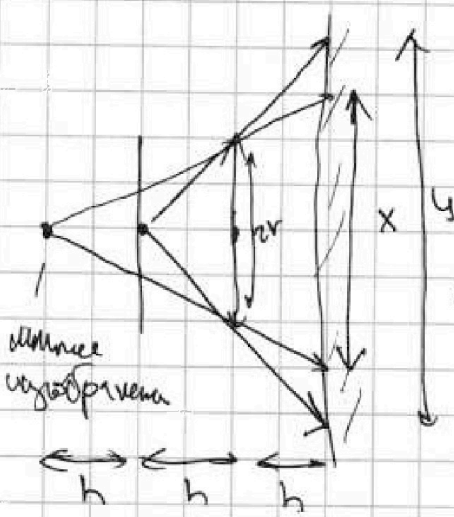
Воспользуемся формулой тонкой линзы, чтобы найти куда в какую точку будут идти лучи.

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

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

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

$$f = -2h.$$



Изобразим линзу, лучи после линзы будут рассеиваться.

Лучи прошедшие через линзу будут освещать всю y на расстоянии x.

А лучи прошедшие мимо будут освещать все, кроме y. (Т.к. линза круглая то все мимо линзы - 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:

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

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

$$S_1 = \frac{\pi}{4} (4^2 - 3^2) r^2 = \frac{\pi}{4} r^2 (16 - 9) = 7 \frac{\pi r^2}{4} = 7 \frac{\pi \cdot 4 \text{ см}^2}{4} = 7 \pi \text{ см}^2$$

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.

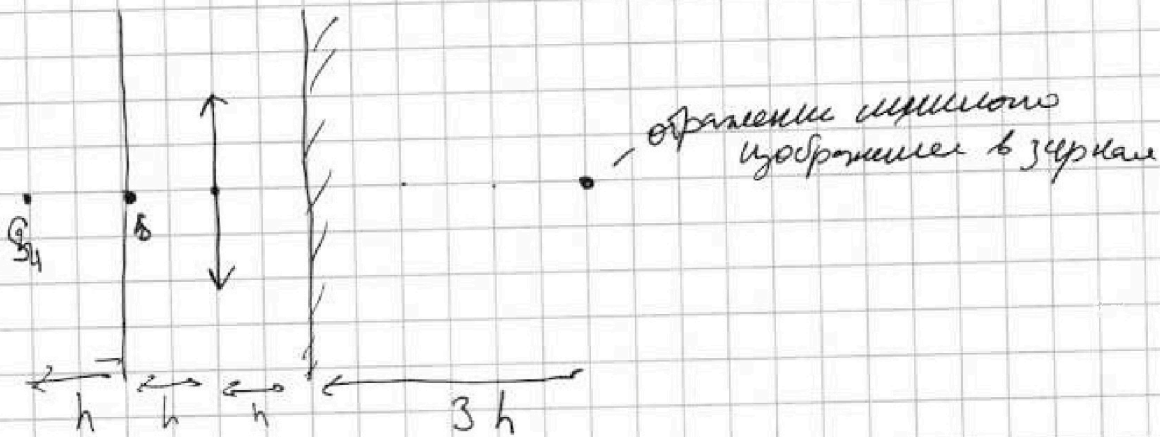


1 2 3 4 5 6 7

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.

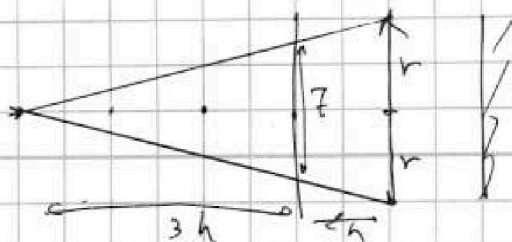


И теперь оно будет светить, но прохождение через линзу

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

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

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



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

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



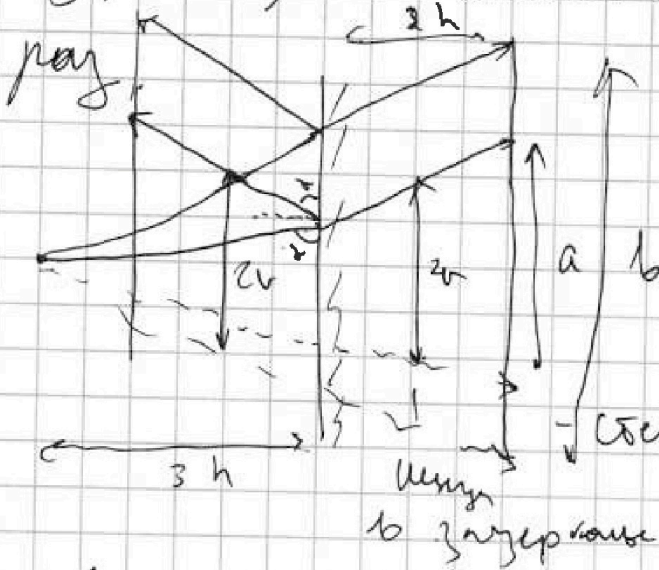
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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

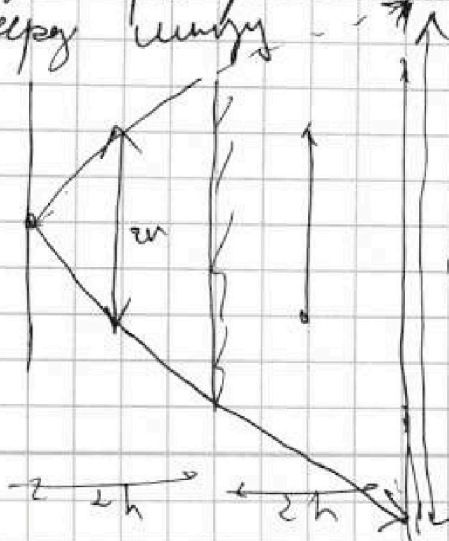


зона b-a - освещена

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

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

Теперь рассмотрим лучи, идущие не через щель



зона c - не освещена, а все пространство освещено

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

зона b 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.

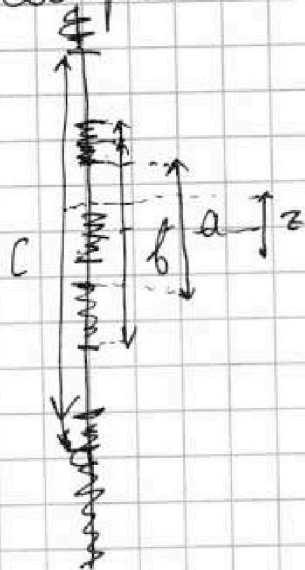


1 2 3 4 5 6 7

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

$$c - b + a - z$$

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

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

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

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

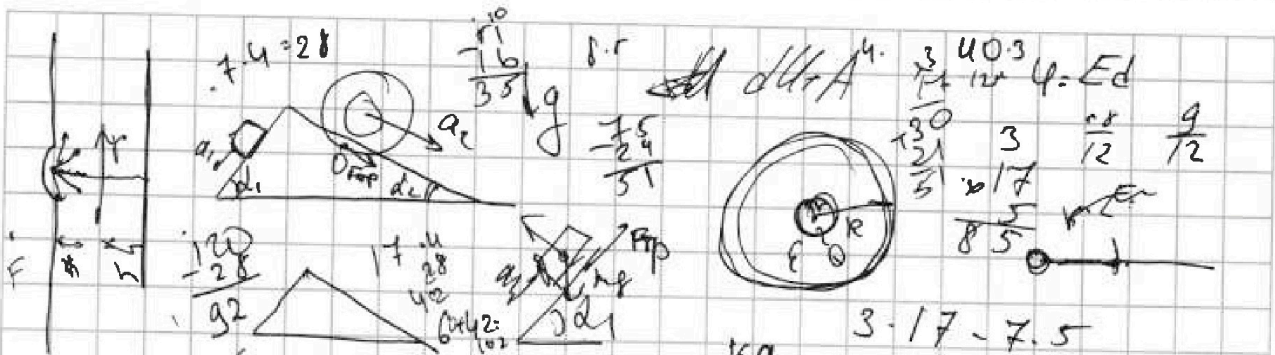


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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, including diagrams and calculations for electric fields and potentials.

Diagrams:

- Top left: A rod of length $2R$ with a charge Q distributed along it. A point A is located at a distance R from one end.
- Top right: A circular ring of radius R with a charge Q . A point A is located at a distance R from the center.
- Middle: A circular disk of radius R with a charge Q . A point A is located at a distance R from the center.
- Bottom: A circular disk of radius R with a charge Q . A point A is located at a distance R from the center.

Calculations:

Electric field E at point A for a rod:

$$E = \int \frac{kq}{x^2} dx = -\frac{kq}{x} \Big|_R^{2R} = -\frac{kq}{2R} + \frac{kq}{R} = \frac{kq}{2R}$$

Electric field E at point A for a ring:

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

Electric field E at point A for a disk:

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

Potential φ_A at point A for a rod:

$$\varphi_A = \int \frac{kq}{x} dx = kq \ln \frac{x}{R} \Big|_R^{2R} = kq \ln 2$$

Potential φ_B at point B for a rod:

$$\varphi_B = \varphi_A + \int \frac{kq}{x^2} dx = \frac{kq}{R} + \left(\frac{kq}{2R} + \frac{qkq}{23R} \right) = 22$$

Potential φ_1 at point A for a rod:

$$\varphi_1 = \varphi_A + \int \frac{kq}{x^2} dx = kq \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2R} + \frac{3}{2R} \right) = kq \left(\frac{2\epsilon R - 2 + 3}{2\epsilon R} \right) = \frac{kq(2\epsilon + 1)}{2\epsilon R}$$

Potential φ_2 at point A for a rod:

$$\varphi_2 = \varphi_A = kq \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2R} + \frac{3}{2R} \right) = kq \left(\frac{\epsilon - 1 + 3}{2\epsilon} \right) = \frac{kq(\epsilon + 2)}{2\epsilon R}$$

Additional notes and formulas:

- $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{x}} = 1$
- $PV = \text{const}$
- $P = \frac{\text{const}}{V^{\frac{2}{3}}}$
- $\text{const} V^{\frac{2}{3}} = V^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{3}{2}$
- $\frac{3\epsilon + 1}{2}$
- $\frac{2\epsilon R - 2 + 3}{2\epsilon R}$
- $\frac{\epsilon - 1 + 3}{2\epsilon}$
- $\frac{165}{138}$
- $\frac{128}{128}$

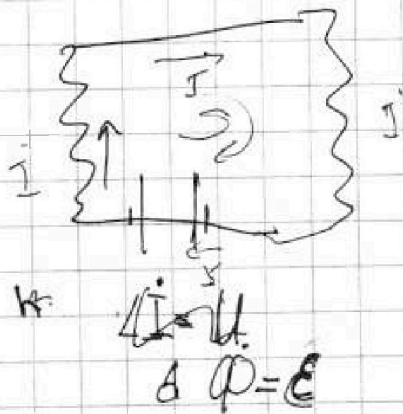


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

