



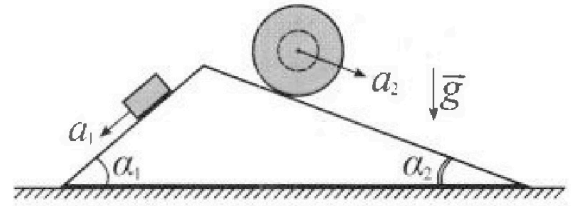
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

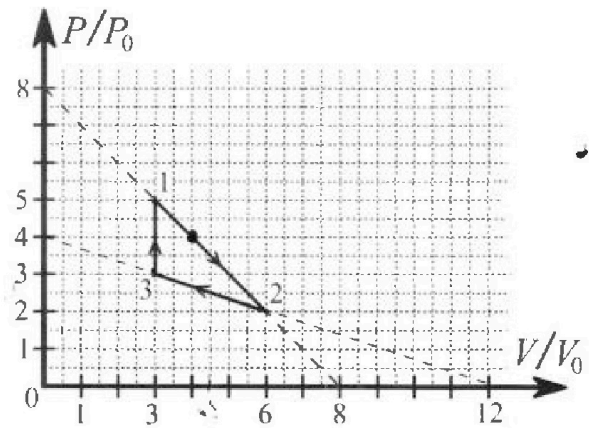


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

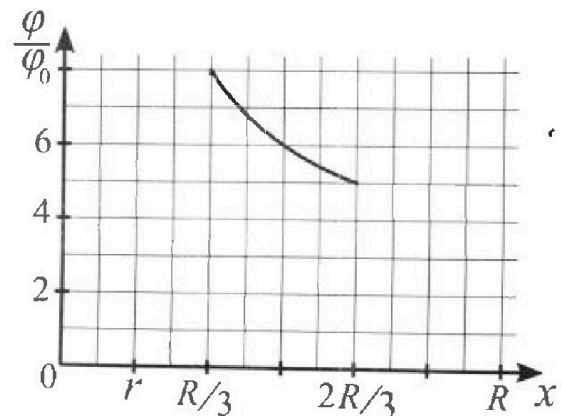
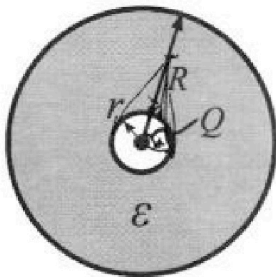
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



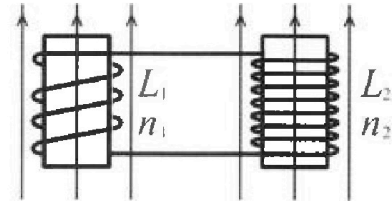
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

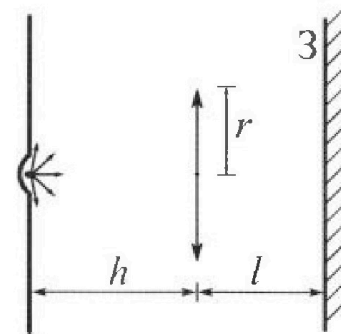


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



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.

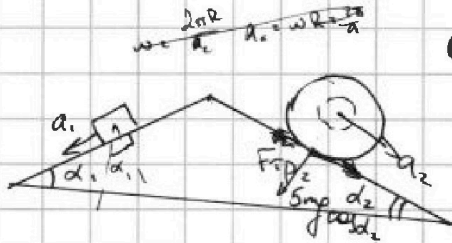
1  2  3  4  5  6  7

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.

1)



$$a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu_1 g \cos \alpha_1$$

$$\frac{7g}{17} = \frac{3g}{5} - \frac{4}{5} g \mu_1, \text{ где } \mu_1 -$$

коэф. трения между клином

$$\text{и брусом} \Rightarrow \frac{35g}{17} = 3g - 4\mu_1 g \Rightarrow \mu_1 = \frac{3 - \frac{35}{17}}{4} = \frac{4}{17} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = \mu_1 m g \cos \alpha_1 = \frac{4\mu_1 m g}{5} = \frac{16 m g}{85} = \frac{16}{85} m g$$

$\mu_1$  - коэф. трения бруска о клин

$$5m a_2 = 5m g \sin \alpha_2 - F_{\mu 1} - \mu_2 5m g \cos \alpha_2 + 5m g \sin \alpha_2 = a_2 5m$$

$$2) 5m \mu_2 g \cos \alpha_2 = 5m g \sin \alpha_2 - \mu_2 g \cos \alpha_2 + g \sin \alpha_2 = a_2$$

$$\mu_2 \cdot \frac{15}{17} = \frac{8}{17}$$

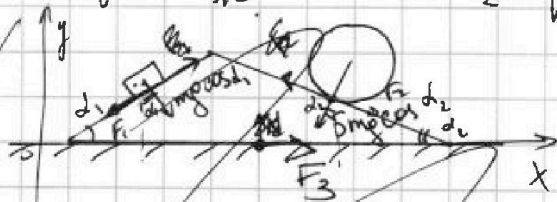
$$\mu_2 = \frac{8}{15}$$

$$\mu_2 \cdot \frac{15}{17} + \frac{8}{17} = \frac{8}{25}$$

$$F_2 = \mu_2 \cdot 5m g \cos \alpha_2 = \frac{8}{15} \cdot 5m g \cdot \frac{15}{17} =$$

$$= \frac{40}{17} m g, \mu_2 - \text{коэф. трения шарика о клин}$$

3)



Корпус зашнурован

Введем оси, как показано на рисунке, тогда

$$Oy: N = m g \cos^2 \alpha_1 + 5m g \cos^2 \alpha_2 - F_1 \sin \alpha_1 - F_2 \sin \alpha_2, \text{ где } N - \text{сила реакции шара на клин со стороны стола.}$$

$$Ox: \mu_3 N = O_x: F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + m g \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - 5m g \cos \alpha_2 \sin \alpha_2$$

$$F_3 = \frac{16}{85} m g \cdot \frac{4}{5} - \frac{40}{17} m g \cdot \frac{15}{17} + m g \cdot \frac{12}{25} - 5m g \cdot \frac{120}{289} = m g$$

$$\left( \frac{64}{85 \cdot 5} - \frac{40}{17} \cdot \frac{600}{289} + \frac{12}{25} - \frac{600}{289} \right) =$$



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

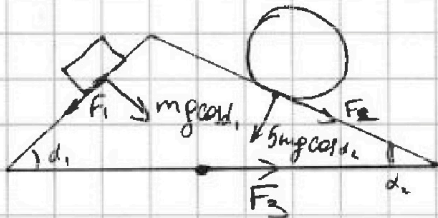
7

СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

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

3)



$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - 5mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 +$$

$$+ mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 =$$

$$= -\frac{64}{25 \cdot 17} mg + \frac{600}{17^2} mg - \frac{600}{17^2} mg +$$

$$+ \frac{12}{25} mg = \frac{12}{25} mg - \frac{64}{25 \cdot 17} mg =$$

$$= \frac{204 - 64}{25 \cdot 17} mg = \frac{140}{25 \cdot 17} mg = \frac{28}{85} mg$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{16}{85} mg; F_2 = \frac{40}{17} mg; F_3 = \frac{28}{85} mg.$$



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) Обозначим  $P_1, P_2, P_3$  давление в точках 1, 2, 3 соотв. Тогда найдем среднее с объемом в точках 1, 2, 3:  $V_1, V_2, V_3$  и температуры  $T_1, T_2, T_3$ , тогда  $P_1 V_1 = \nu R T_1, P_2 V_2 = \nu R T_2, P_3 V_3 = \nu R T_3$ , в процессе 3-1  $V_1 = V_3 = \text{const}$ , а значит  $A_{31} = 0 \Rightarrow \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) =$

$$= \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) = \frac{3}{2} V_1 (P_1 - P_3) = \frac{3}{2} V_1 (5P_0 - 3P_0) = 3V_1 P_0 = 9P_0 V_0, \text{ т.к. у}$$

графика  $P_1 = 5P_0, P_2 = 2P_0, P_3 = 3P_0, V_1 = V_3 = 3V_0; V_2 = 6V_0$ .

$$\text{Работа газа за цикл } A = \frac{1}{2}(P_1 - P_2)(V_2 - V_3) - \frac{1}{2}(P_3 - P_2)(V_2 - V_3) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3P_0 \cdot 3V_0 - \frac{1}{2} \cdot P_0 \cdot 3V_0 = \frac{9}{2} P_0 V_0 - \frac{3}{2} P_0 V_0 = 3P_0 V_0$$

$$\text{Тогда } \alpha_1 = \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9P_0 V_0}{3P_0 V_0} = 3.$$

2)  $P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R} = \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{\nu R} = \frac{12P_0 V_0}{\nu R}$ . В процессе 1-2:

$P = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$ , значит в какой-то момент в процессе 1-2:

$$P V = \nu R T = \left(8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V\right) \cdot V = 8P_0 V - \frac{V^2 P_0}{V_0} \Rightarrow -\frac{V^2 P_0}{V_0} + 8P_0 V - \text{ур-е}$$

парабола с обратным ур-е. Вершина будет в  $\frac{8P_0}{2 \cdot \left(\frac{P_0}{V_0}\right)} = 4V_0 = V_{\text{max}}$

$$\text{Тогда } P_{\text{max}} = \left(8P_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot V_{\text{max}}\right) = 8P_0 - 4P_0 = 4P_0 \Rightarrow \nu R T_{\text{max}} = P_{\text{max}} V_{\text{max}} =$$

$$= 16P_0 V_0 \Rightarrow T_{\text{max}} = \frac{16P_0 V_0}{\nu R} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{16P_0 V_0 \cdot \nu R}{\nu R \cdot 12P_0 V_0} = \frac{4}{3}$$

~~$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{A}{A + \Delta U_{31}}$  Тепло будет передано в процессе 3-1 и~~

~~с 1 до момента  $T_{\text{max}}$ , т.е.  $P_{\text{max}} = 4P_0, V_{\text{max}} = 4V_0$  тогда~~

~~$$\eta = \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_{\text{max}} - T_2)} = \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{16P_0 V_0}{\nu R} - \frac{12P_0 V_0}{\nu R} \right) + \frac{3}{2} \nu R (4P_0 \cdot 4V_0 - 2P_0 \cdot 6V_0)}$$~~

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 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!

$$\eta = \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + \frac{3}{2} \nu R (T_{\max} - T_1)} = \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + \frac{3}{2} \nu R (T_{\max} - T_3)} = \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + \frac{3}{2} (16V_0 P_0 - 9P_0 V_0)}$$

3) Найдем точку, где  $T = T_{\min}$ , т.е. Тепло покидает поршень в этой точке, где ЯВЛО пронализирован процесс 2-3.

$$P = 4P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V \Rightarrow \nu R T = 4P_0 V - \frac{P_0}{3V_0} V^2 \quad V_{\max} \stackrel{4P_0 V_0}{=} \frac{4P_0 \cdot 3V_0}{2P_0} = 6V_0 \Rightarrow P_{\max} = 2P_0$$

т.е. в точке 2 будет максимальная температура в процессе

2-3, а далее она будет монотонно уменьшаться до  $T_3$ , значит

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + \frac{3}{2} \nu R (T_{\max} - T_3)} = \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + \frac{3}{2} (16V_0 P_0 - 9P_0 V_0)}$$

$$= \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + \frac{3}{2} P_0 V_0} = \frac{6}{6+21} = \frac{6}{27} = \frac{2}{9}$$

Ответ  $d_1 = 3$ ;  $d_2 = \frac{4}{3}$ ;  $\frac{2}{9}$   $\eta = \frac{2}{9}$ .



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

1)  $E = \frac{kQ}{r^2}, \varphi = \frac{kQ}{r}$

$$\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{x-r} = \frac{kQ(x-r) + kQr}{r(x-r)} = \frac{kQx}{(x-r)r} = \frac{kQ \cdot \frac{3R}{4}}{\left(\frac{3R}{4} - \frac{R}{3}\right) \frac{R}{6}} = \frac{kQ \cdot \frac{3R}{4}}{\frac{7R}{12} \cdot \frac{R}{6}}$$

$$= \frac{3kQ}{7R} = \frac{54kQ}{7R} \quad \varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{x-r}$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon(x-r)} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon\left(\frac{3R}{4} - r\right)} \right)$$

2) Возьмем 2 точки у графика:  $\varphi_1 = 6\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon\left(\frac{R}{2} - r\right)} \right)$

$\varphi_2 = 5\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon\left(\frac{2R}{3} - r\right)} \right)$ , тогда

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{6}{5} = \frac{\frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon\left(\frac{R}{2} - r\right)}}{\frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon\left(\frac{2R}{3} - r\right)}} \Rightarrow \frac{5}{r} + \frac{5}{\epsilon\left(\frac{R}{2} - r\right)} = \frac{6}{r} + \frac{6}{\epsilon\left(\frac{2R}{3} - r\right)}$$

У графика:  $r = \frac{R}{6}$ , тогда

$$\frac{30}{R} + \frac{5}{\epsilon\left(\frac{R}{2} - \frac{R}{6}\right)} = \frac{36}{R} + \frac{6}{\epsilon\left(\frac{2R}{3} - \frac{R}{6}\right)}$$

$$\frac{30}{R} + \frac{15}{\epsilon R} = \frac{36}{R} + \frac{6 \cdot 12}{\epsilon R}$$

$$30 + \frac{15}{\epsilon} = 36 + \frac{12}{\epsilon}$$

$$\frac{3}{\epsilon} = 6$$

$$\epsilon = \frac{1}{2}$$

Ответ:  $\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon(x-r)} \right)$

$$\epsilon = \frac{1}{2}$$

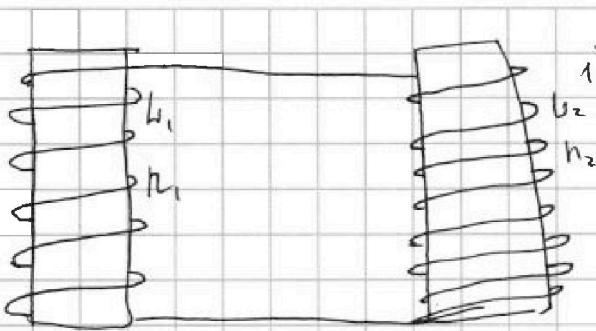


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$1) \quad \oint \vec{C} = -\dot{\varphi} = -\frac{dBdS}{dt}$$

$$C_1 = \frac{dBn_1S}{dt} = \dot{I}l_1$$

$$C_2 = \dot{I}l_2 = \frac{dBn_2S}{dt} = -\frac{dnS}{l_2}$$

$$2) \quad \dot{I} \propto \frac{dI}{dt} (l_1 + l_2) = \frac{dB_1 n_1 S}{dt} - \frac{dB_2 n_2 S}{dt}$$

$$dI = S \left( \frac{dB_1 n_1}{l_1 + l_2} - \frac{dB_2 n_2}{l_1 + l_2} \right) \Rightarrow \Delta I = \frac{S}{l_1 + l_2} (\Delta B_1 n_1 - \Delta B_2 n_2)$$

$$= \frac{S}{10L} \left( \left( B_0 - \frac{2B_0}{3} \right) n - \left( \frac{B_0}{3} - \frac{B_0}{12} \right) \cdot 3n \right) = \frac{S}{10L} \left( \frac{B_0 n}{3} - \frac{9B_0 n}{12} \right) =$$

$$= \frac{S}{10L} \left( \frac{B_0 n}{3} - \frac{3B_0 n}{4} \right) = \frac{-S}{10L} \cdot B_0 n \cdot \frac{5}{12} = \frac{-B_0 n S}{24L}$$

$$I_0 = \frac{B_0 n S}{10L} \left( B_0 n - \frac{B_0}{3} \cdot 3n \right) = 0 \Rightarrow I_{\text{ind}} = |\Delta I| = \frac{B_0 n S}{24L}$$

Ответ:  $|\dot{I}| = \frac{dnS}{L}$ ;  $I_{\text{ind}} = \frac{B_0 n S}{24L}$



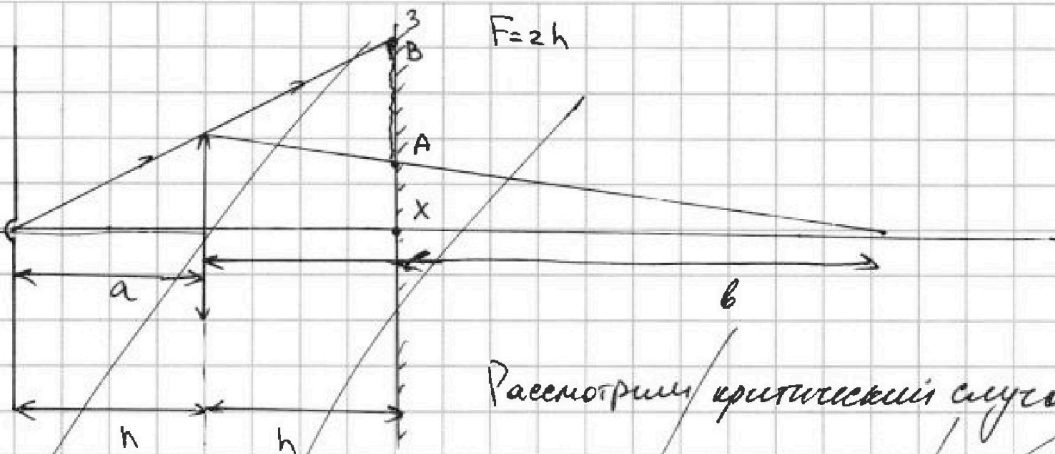
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Рассмотрим критический случай,

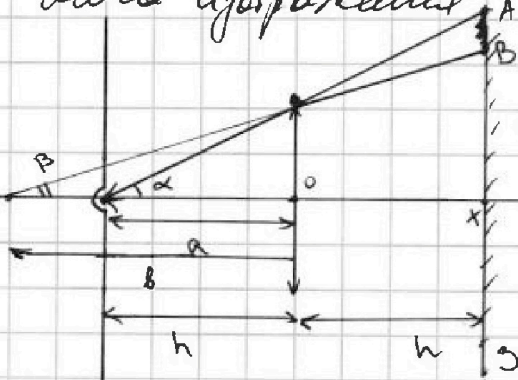
когда луч ~~еще~~ проходит через край линзы, тогда на участок АВ, отмеченный на рисунке, не будет падать свет, эта часть будет неосвещенной. Найдем АХ:  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{h} \Rightarrow$

$\Rightarrow$  Т.к.  $a < F$ , то

25

1) Т.к. линза собирающая, ~~так~~  $a < F$ , то будет действовать лучи ~~еще~~  $a$ -расстояние от центра до линзы,  $b$ -от линзы до экрана, будут рассеиваться. Тогда неосвещенных участков не будет

Тогда  $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$ , где  $b$  расстояние от линзы до мнимого изображения. Рассмотрим критический случай,



Тогда  $\frac{1}{h} - \frac{1}{b} = \frac{1}{2h} \Rightarrow b = 2h$

Тогда  $\frac{1}{a} = \frac{1}{h} = \frac{AX}{2h} \Rightarrow AX = 2r$

$\frac{1}{b} = \frac{1}{2h} = \frac{BX}{3h} \Rightarrow BX = \frac{3r}{2}$ , тогда

площадь осв. зеркала  $S = \pi(Ax^2 - Bx^2) =$

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



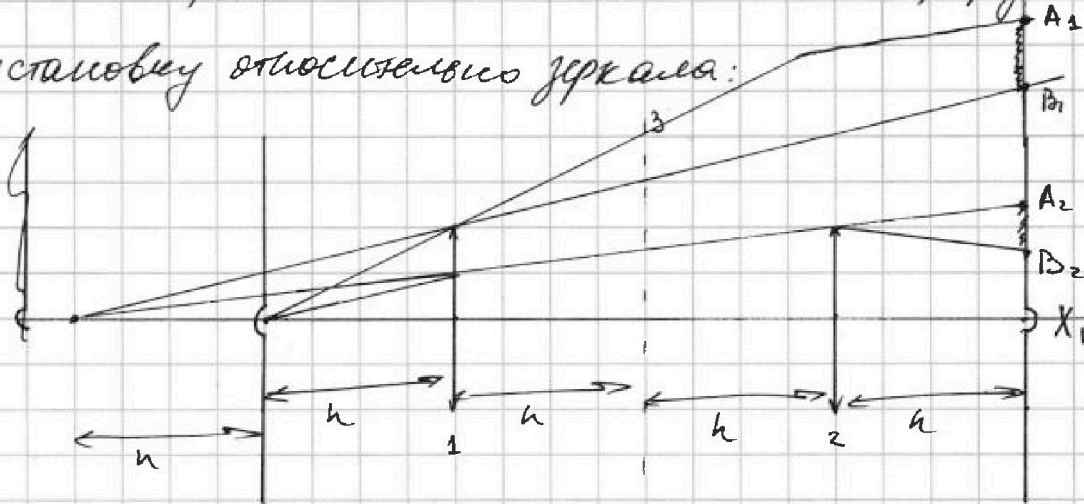
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

2) Для того, чтобы найти неосв. часть стены, определим установку относительно зеркала:



Тогда на стене будут незакрашенная зона  $A_1 B_1$  и зона  $A_2 B_2$  при преломлении луча через <sup>линзу</sup> зеркало 1 и попарным на край ~~зеркало~~ линзы 2. Тогда для линзы 2:  $\frac{1}{4h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{2h} \Rightarrow b = 4h$ .

~~зеркало~~ линзы 2. Тогда для линзы 2:  $\frac{1}{4h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{2h} \Rightarrow b = 4h$ .  
b - расстояние от линзы 2 до изображения.  
Найдём все расстояния:  $\frac{x_1 B_2}{3h} = \frac{r}{4h} \Rightarrow x_1 B_2 = \frac{3}{4}r$

$$\frac{A_2 x_1}{5h} = \frac{r}{4h} \Rightarrow A_2 x_1 = \frac{5r}{4}$$

$$\frac{B_1 x_1}{5h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow B_1 x_1 = \frac{5r}{2}$$

$$\frac{A_1 x_1}{4h} = \frac{r}{h} \Rightarrow A_1 x_1 = 4r, \text{ тогда } S_2 = \pi(A_1 x_1^2 - B_1 x_1^2) + \pi(A_2 x_1^2 - B_2 x_1^2) =$$

$$= \pi(A_1 x_1^2 - B_1 x_1^2 + A_2 x_1^2 - B_2 x_1^2) = \pi(16r^2 - \frac{25}{4}r^2 + \frac{25}{16}r^2 - \frac{9}{16}r^2) =$$

$$= \pi r^2 \left( \frac{84}{16} - \frac{100}{16} + 1 \right) = \pi r^2 \left( \frac{256 - 100}{16} + 1 \right) = \pi r^2 \frac{156 + 16}{16} =$$

$$= \frac{172}{16} \pi r^2 = \frac{86}{8} \pi r^2 = \frac{43}{4} \pi r^2 = 43 \pi \text{ см}^2 \text{ - неосв. площадь стены}$$

$$\text{Ответ: } S_1 = 7 \pi \text{ см}^2; S_2 = 43 \pi \text{ см}^2$$

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!

$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{kQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \varphi(\frac{2R}{3}) = \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R^2}$   
 $\varphi(\frac{R}{3}) = \frac{3}{4} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R^2}$   
 $d\varphi = \frac{\lambda dr}{\sqrt{x^2 + 2rx \cos\alpha + r^2}}$

$\lambda = \frac{Q}{2\pi r}$   
 $(x - r\cos\alpha)^2 + (r\sin\alpha)^2 = x^2 - 2rx\cos\alpha + r^2$   
 $E = \frac{kq}{r^2}$

$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$   
 $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$   
 $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$   
 $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

$\frac{9R}{12} - \frac{2R}{12} = \frac{7R}{12} = \frac{1}{3} \frac{R}{4}$   
 $\frac{1}{2} - \frac{1}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$   
 $\frac{64}{17}$   
 $\frac{448}{64}$   
 $1088 - 1200 = 112$   
 $\frac{12}{25} = \frac{112}{288}$

$I L_1 = 4$   
 $I L_2 = 4$   
 $F_1 = \frac{16}{85} \text{ мкФ}$   
 $F_2 = \frac{40}{77} \text{ мкФ}$   
 $F_2 = 25 F_1$

$F_3 = -\frac{16}{85} \text{ мкФ} \cdot \frac{4}{5} + \frac{40}{77} \text{ мкФ} \cdot \frac{15}{77} - 5 \text{ мкФ} \cdot \frac{15}{77} + \text{мкФ} \cdot \frac{4}{5}$   
 $-\frac{64}{25 \cdot 17} + \frac{600}{172} = \frac{600}{172} + \frac{4}{5} \text{ мкФ} \cdot \frac{3}{5} = \frac{12}{25} - \frac{64}{25 \cdot 17}$   
 $= \frac{204 - 64}{25 \cdot 17} = \frac{140}{25 \cdot 17} = \frac{28}{85}$   
 $Q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} (\frac{kQ}{r} + \frac{1}{r(\epsilon-1)})$

14:24  
 13:09  
 $\sigma S = I L_1$   
 $\sigma S = I L_2$   
 $\frac{2}{3} - \frac{1}{6} = \frac{4-1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$   
 $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$   
 $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$   
 $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$   
 $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$   
 $\sigma S = I L_1$   
 $I L_1 = 4$   
 $I L_2 = 4$   
 $I L_1 I L_2 = 4$   
 $\frac{d\varphi}{dt} = \frac{kQ}{r^2}$   
 $\frac{d\varphi}{dt} = \frac{kQ}{r^2}$



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
<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!

