

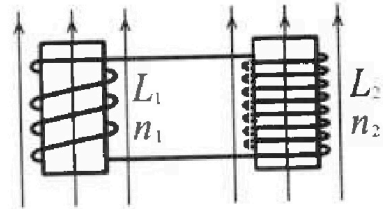
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



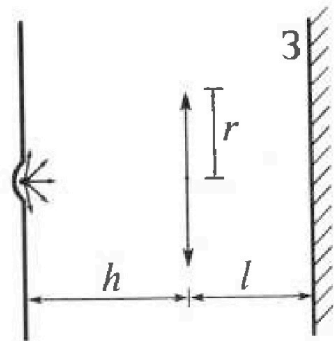
√4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

$$16 \cdot 25 = 250 + 120 + 30 = 400 \cdot 3 = 1200$$

$$17 \cdot 17^2 = 170 + 70 + 99 = 240 + 99 = 289 \cdot 3 = 867$$

$$2 \cdot 15 \cdot 25 = 30 \cdot 25 = 600 + 150 = 750$$

$$16 \cdot 17 = 170 + 60 + 42 = 272$$

$$17 \cdot 13 = 200 + 21$$

$$1200 + 867 - 750 - 272 = 595$$

$$595 + 450 = 1045$$

$$289 \cdot 4 = 836$$

$$289 \cdot 25 = 5$$

$$289 \cdot 5 = 1000 + 400 + 45 = 1445$$



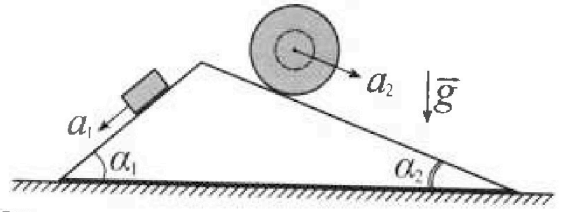
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.



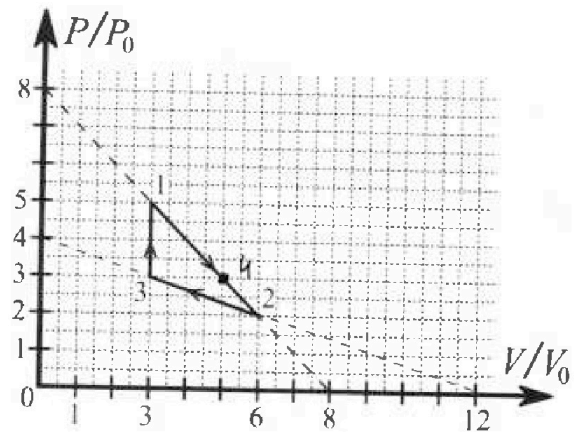
- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.



К 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.

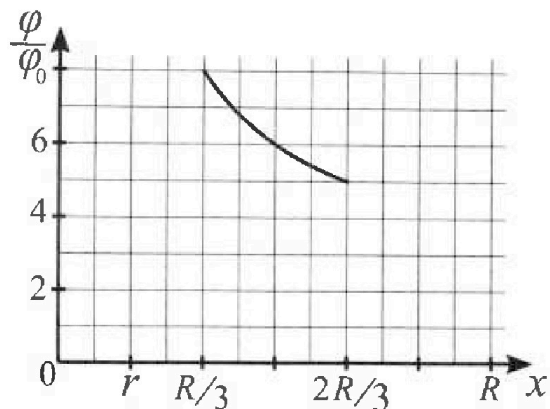
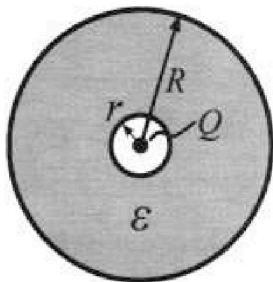
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



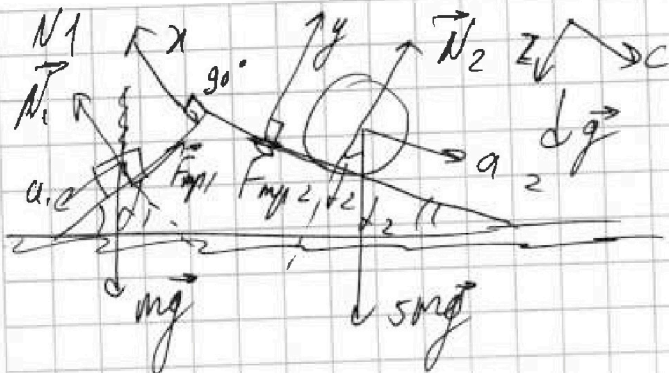


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 16

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



$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17} \quad \cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$a_1 = \frac{7}{17} g \quad a_2 = \frac{8}{25} g$$

Возьмем ось  $x$  под углом  $30^\circ$  и  $y$  под  $60^\circ$  к первой и второй наклонной плоскостям соответственно

Тогда сила реакции на  $x$ :  $N_1 = \cos \alpha_1 mg$   
 шар на  $y$ :  $N_2 = \cos \alpha_2 5mg$

Введем ось  $z$  и  $c$  параллельные первой и второй плоскостям.

первое тело (брусочек) на  $z$ :  $-F_{mp1} + \sin \alpha_1 mg = ma$ ,

тогда  $F_{mp1} = \sin \alpha_1 mg - ma = \frac{3}{5} mg - m \frac{7}{17} g$

$$F_{mp1} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \left( \frac{51 - 35}{85} \right) = mg \frac{16}{85}$$

$$F_{mp1} = \frac{16}{85} mg \quad (1)$$

Теперь спроецируем на ось  $c$  силы на шар.

Зам сказано что он движется без проскальзывания

-ватки  $\Rightarrow$  ускорение есть и в закручивании



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

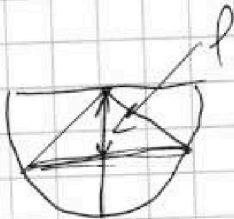
СТРАНИЦА  
2 из 16

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!

Главное сказано что шар ровный  $\Rightarrow$  все масса распределена по поверхности

Найдем центр масс шара (его половинки)

для нахождения момента, или просто находим ускорение через отношение расстояний



Возьмем расстояние от центра шара до центра масс как известную  $l = \frac{2}{3}R$

Тогда ускорение кручения из м. м. мы можем расписать как  $a = a_0 \frac{l}{R}$   
общее ускорение

и теперь все можем расписать моменты сил  $F_{mp2} \cdot R = l \cdot a_0 m$

$$F_{mp2} \cdot R = l \cdot a_0 \frac{l}{R} \cdot 5m$$

$$F_{mp2} = \frac{l^2}{R^2} \cdot a_0 \cdot 5m$$

$$C: a_0 5m = \sin \alpha_0 5mg - F_{mp2}$$

$$F_{mp2} = \sin \alpha_0 5mg - a_0 5m = \frac{8}{17} 5mg - \frac{8}{25} g 5m$$

$$F_{mp2} = 5mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 5mg \frac{8(25-17)}{125} = 5mg \frac{8 \cdot 8}{125}$$



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  
16 ИЗ 16

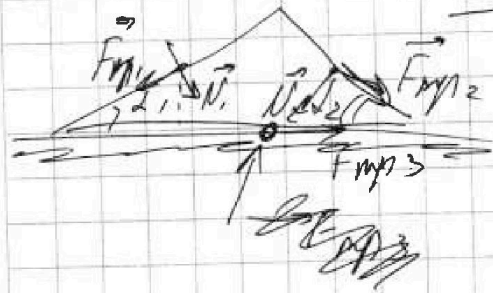
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Печать QR-кода недопустима!

$$F_{mp2} = 5mg \cdot \frac{64}{425 \cdot 85} = mg \cdot \frac{64}{85} \quad (2)$$

Теперь обозначим все силы действующие на шарики для находящиеся шарик третий  $F_{mp3}$  из того условия что он неподвижен  $\Rightarrow a=0$

то есть  $\boxed{\sum \vec{F} = \vec{F}_{mp3}}$   $\vec{F}_{mp1} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{mp2} + \vec{N}_2 = \vec{F}_{mp3}$

Введем ось  $x$  парал. плоскости и  $F_{mp3}$



$$F_{mp3} = \cos \alpha_2 F_{mp2} + \sin \alpha_1 N_1 - \sin \alpha_2 N_2 - \cos \alpha_1 F_{mp1}$$

$$F_{mp3} = \frac{15}{17} \cdot \frac{64}{85} mg + \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} mg - \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} 5mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{16}{85} mg$$

$$F_{mp3} = mg \left( \frac{3 \cdot 64}{17 \cdot 85} + \frac{12}{25} - \frac{8 \cdot 15}{17 \cdot 17} - \frac{4 \cdot 16}{5 \cdot 85} \right)$$

$$F_{mp3} = mg \left( \frac{3 \cdot 64 \cdot 25 + 12 \cdot 17 \cdot 17 - 8 \cdot 15 \cdot 25 - 4 \cdot 16 \cdot 17}{17 \cdot 17 \cdot 25} \right)$$

$$F_{mp3} = mg \cdot 4 \cdot \frac{3 \cdot 16 \cdot 25 + 3 \cdot 17^2 - 2 \cdot 15 \cdot 25 - 16 \cdot 17}{17 \cdot 17 \cdot 25}$$

$$F_{mp3} = 4mg \cdot \frac{205}{289 \cdot 5} = \boxed{mg \cdot \frac{836}{1445}}$$



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 16

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!

N2

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P_{\text{н}} V_{\text{н}} - P_{\text{к}} V_{\text{к}})$$

↑ ↑  
наибольшее наименьшее

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 2V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 \cdot 2P_0 = 9P_0 V_0$$

В процессе 3-1 работа не совершается т.к.  $\Delta V = 0$

поэтому работа за цикл  $A = |A_{12} - A_{23}|$

$$A_{12} = \frac{1}{2} 3V_0 \cdot 3P_0 + 3V_0 \cdot 2P_0 = 4,5P_0 V_0 + 6P_0 V_0 = 10,5P_0 V_0$$

$$A_{23} = - \left( \frac{1}{2} P_0 \cdot 3V_0 + 3V_0 \cdot 2P_0 \right) = -1,5P_0 V_0 - 6P_0 V_0$$

$$A_{23} = -7,5P_0 V_0$$

$$A = 10,5P_0 V_0 - 7,5P_0 V_0 = 3P_0 V_0$$

$$\text{отношение } \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9P_0 V_0}{3P_0 V_0} = 3 \quad (1)$$

$$2) \frac{T_{\text{max}}}{T_2} = ?$$

В процессе 1-2  $2P + kV = \text{const}$  мы можем это понять из того что прямая пересекает

$8P_0$  и  $8V_0$ , где  $d$  и  $k$  это  $1 \text{ Па}^{-1} \text{ м}^{-3}$

для того чтобы мы могли считать безразмерными

тогда если можем сказать что  $2P + kV = 8$



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 16

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!

Отсюда мы можем выразить

$$\text{максим } PV = \frac{1}{2}kT$$

$$\sqrt{(8 - kU)/2} = \frac{1}{2}kT$$

Возьмем производную для нахождения макс

$$f(U) = \frac{1}{2}(8 - kU) = \frac{1}{2}kT$$

$$f(U) = (8U - kU^2)/2$$

$$f'(U) = \frac{1}{2}(8U - kU^2)' = \frac{1}{2}(8 - 2kU) = \frac{8}{2} - \frac{2kU}{2} = 0$$

$$\frac{8}{2} - \frac{2kU}{2} = 0$$

$$2kU = 8$$

$$U = \frac{4}{k} = 4U_0 \Rightarrow P = 4U_0$$

Мы нашли при каких  $U$  и  $P$  будет макс  $T_{\text{max}}$

Теперь выразим через макс  $T_{\text{max}}$

$$4P_0 \cdot 4U_0 = \frac{1}{2}kT_{\text{max}} \Rightarrow T_{\text{max}} = \frac{16P_0U_0}{k}$$

Затем уравняем системы для 2 точек

$$2P_0 \cdot 6U_0 = \frac{1}{2}kT_2 \quad T_2 = \frac{12P_0U_0}{k}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{\frac{16P_0U_0}{k}}{\frac{12P_0U_0}{k}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \quad \left( \frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{4}{3} \right) (2)$$



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  
5 из 16

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!

Мы знаем что  $\mu = \frac{A}{Q_n}$

то если работа  $A = 3P_0V_0$  к  $Q_n$  передается  
платформ  $Q_n$  через  $Q = A + \Delta U$

В данном случае  $Q_n = Q_{31} + Q_{12}$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

Мы уже доказывали что  $A_{31} = 0$  т.к.  $\Delta U = 0$

$$\Rightarrow Q_{31} = \Delta U_{31} = 3P_0V_0$$

Теперь найдем на каком участке  $Q_{12}$  энергии  
будет подводиться

$$Q = A + \Delta U \quad A = \frac{1}{2} \Delta V \Delta P + P_H \Delta V \quad \Delta V \text{ и } \Delta P \text{ мал}$$

$$\Rightarrow Q = P_H \Delta V + \frac{3}{2} \Delta P V_H + \frac{3}{2} \Delta P P_H \Delta U = \frac{1}{2} (P_H V_H - P_H V_H)$$

$$Q = \frac{5}{2} P_H \Delta V + \frac{3}{2} \Delta P V_H \quad \Delta U = \frac{3}{2} (P_H + \Delta P)(V_H + \Delta V) - P_H V_H$$

$$\text{где } \Delta P = R \Delta V \quad \Delta U = \frac{3}{2} (P_H V_H - P_H V_H + \Delta P V_H + \Delta U P_H + \Delta P \Delta V)$$

$$\text{т.к. } \Delta P + R V = 8$$

нам нужно найти где  $Q > 0$  и становится  $Q < 0$

поэтому леве можем подставить  $Q = 0$

$$\Rightarrow \frac{5}{2} P_H \Delta V + \frac{3}{2} \Delta P V_H = 0$$





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  
6 ИЗ 16

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!

$$\frac{5}{2} P_H \Delta U = - \frac{3}{2} U_H \Delta P$$

$$5 \frac{P_H}{k} \Delta U = - 3 \frac{U_H}{2} \Delta P$$

$$5 \frac{P_H}{k} = - 3 \frac{U_H}{2}$$

где  $k$  и  $k$  — константы,  $\mu$  и  $1, \mu^{-3}$  для одинаковых размерности

$$P_H = - \frac{k}{2} \frac{3}{5} U_H$$

это происходит когда  $P = 3P_0$   $U = 5U_0$

но если после этого момента  $Q < 0$

тогда нам надо найти  $Q$  до этого момента

$$Q_{14} = A_{14} + Q \Delta U_{14} \quad \text{где точка 4} \quad \left. \begin{array}{l} P_1 = 3P_0 \\ U_1 = 5U_0 \end{array} \right\}$$

$$A_{14} = \frac{1}{2} (P_H + P_0) \Delta U_{14} = \frac{1}{2} (5P_0 + 3P_0) \cdot 2U_0 = 8P_0 U_0$$

$$\Delta U_{14} = \frac{3}{2} (3P_0 \cdot 5U_0 - 5P_0 \cdot 3U_0) = 0$$

$$Q = 8P_0 U_0 + 0 = 8P_0 U_0$$

$$Q_n = 9P_0 U_0 + 8P_0 U_0 = 17P_0 U_0$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{A}{Q_n} = \frac{3P_0 U_0}{17P_0 U_0} = \frac{3}{17} \quad (3)$$



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  
7 из 16

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

из графика мы можем определить  $r = \frac{R}{3}/2$

то есть  $r = \frac{R}{6}$

$$E = \frac{kq}{R^2 \epsilon} \Rightarrow \varphi = \frac{kq}{R \epsilon} \quad (\text{для сплошного } \epsilon)$$

В данной точке  $\varphi_1 = \frac{kQ}{r} = \frac{6kQ}{R}$

потенциал на поверхности полости

$$\varphi_2' = \frac{kQ}{\frac{R}{3}} = \frac{3kQ}{R} \quad \text{был бы такой потенциал}$$

на  $\frac{R}{3}$  без диэлектрика

$$\circ \varphi_2' = \varphi_1 - \varphi_2' = \frac{3kQ}{R}$$

но у нас будет  $\Delta \varphi_2 = \frac{3kQ}{\epsilon R}$

используем потенциал на  $\frac{R}{3}$

$$\Rightarrow \varphi_2 = \varphi_1 - \Delta \varphi_2 = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{6\epsilon kQ - 3kQ}{\epsilon R}$$

аналогично продвигаем для точки  $\frac{2R}{3}$

$$\varphi_3' = \frac{kQ}{\frac{2R}{3}} = \frac{3kQ}{2R}$$

$$\Delta \varphi_3' = \varphi_1 - \varphi_3' = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{2R} = \frac{9kQ}{2R}$$

$$\Delta \varphi_3 = \frac{9kQ}{2R \epsilon}$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 - \Delta \varphi_3 = \frac{6kQ}{R} - \frac{9kQ}{2R \epsilon} = \frac{2\epsilon \cdot 6kQ - 9kQ}{2R \epsilon}$$



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  
8 ИЗ 16

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 из графика мы знаем что

$$f_2 = 8 f_0 \quad f_3 = 5 f_0$$

$$\begin{cases} \frac{6EKQ - 3KQ}{2R\varepsilon} = 8f_0 \\ \frac{12EKQ - 9KQ}{2R\varepsilon} = 5f_0 \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{12EKQ - 6KQ}{2R\varepsilon} = 8f_0 \\ \frac{12EKQ - 9KQ}{2R\varepsilon} = 5f_0 \end{cases}$$

Выведем одну из уравнений  $\frac{3KQ}{2R\varepsilon} = 5f_0$

$$\frac{KQ}{2R\varepsilon} = f_0$$

$$\frac{12EKQ - 9KQ}{2R\varepsilon} = 5f_0 = \frac{5KQ}{2R\varepsilon}$$

$$\frac{12EKQ - 9KQ}{2R\varepsilon} = \frac{5KQ}{2R\varepsilon}$$

$$\frac{12\varepsilon - 9}{2} = \frac{5}{R}$$

$$12\varepsilon - 9 = 5$$

$$12\varepsilon = 14$$

$$\varepsilon = \frac{14}{12} = \frac{7}{6}$$

$$\boxed{\varepsilon = \frac{7}{6}} \quad (2)$$



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  
9 из 16

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!

Аналогично сделаем с  $\Delta p$  тогда  $\frac{3R}{4}$

$$p_4 = \frac{12Q}{3R} = \frac{4RQ}{3R}$$

$$\Delta p_4 = p_1 - p_4 = \frac{6RQ}{R} - \frac{4RQ}{3R} = \frac{18RQ - 4RQ}{3R} = \frac{14RQ}{3R}$$

$$\Delta p_4 = \frac{14RQ}{3R}$$

$$p_4 = p_1 - \Delta p_4 = \frac{6RQ}{R} - \frac{14RQ}{3R} = \frac{18RQ - 14RQ}{3R}$$

$$p_4 = \frac{18RQ - 14RQ}{3R} = \frac{RQ}{R} \left( \frac{18 - 14}{3} \right) \quad (1)$$



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

СТРАНИЦА  
10 из 16

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!

N4

~~$$\Delta \Phi = \Delta B \cdot S$$~~

$$\Delta \Phi = \Delta B \cdot S \cdot n_1$$

$$\Delta \Phi = \Delta I \cdot L_1$$

$$\Delta B = \Delta I \cdot (-1)$$

$$\Rightarrow \Delta I = \frac{\Delta B \cdot S \cdot n_1}{L_1}$$

$$\mathcal{E}_1 = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \cdot n_1$$

$$\mathcal{E}_1 = -L \cdot S \cdot n_1 = -L \cdot S \cdot n$$

через узлы катушки помещена на катушке  $\mathcal{E}_1$ , а

во второй катушке  $\Delta B = 0 \Rightarrow \Delta \Phi = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_2 = 0$

тогда  $\mathcal{E}_1 = -L \cdot S \cdot n$

$$\text{где } \mathcal{E}_1 = U_1 + U_2 \quad U_1 = L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad U_2 = L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_1 = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \cdot S \cdot n$$

$$\Rightarrow \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{L \cdot S \cdot n}{L_1 + L_2} \quad (1)$$

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{L \cdot S \cdot n}{10L}$$



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.

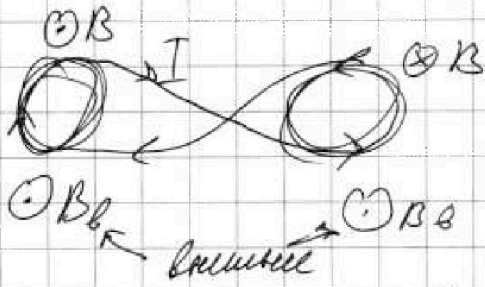
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
11 из 16

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!

№4

2) Зададим по рисунку:



это провода сгибаются  
по всей при токе в одну  
сторону и движутся в

каждой направлении в разные стороны

и с учетом этого мы можем записать

закон сохранения потока (масса обмотки почти  
должна быть const)

$$\text{В начале } \Phi_0 = B_0 \cdot S \cdot n_1 + \frac{B_0}{3} \cdot S \cdot n_2 = 2B_0 \cdot S \cdot n$$

Пусть в катушке течет ток I

$$\text{тогда } \Phi_0 = \frac{2}{3} \frac{2B_0}{B_0} \cdot S \cdot n_1 + \frac{B_0}{12} \cdot S \cdot n_2 + I L_1 - I L_2$$

где ток может быть как  $> 0$  так и  $< 0$

$$\Phi_0 = 2 \cdot B_0 \cdot S \cdot n = B_0 \cdot S \cdot n \left( \frac{2}{3} + \frac{3}{12} \right) + I(L_1 - L_2)$$

$$2 \cdot B_0 \cdot S \cdot n = B_0 \cdot S \cdot n \frac{11}{12} + (-8L) \cdot I / B_0 \cdot S \cdot n$$

$$2 - \frac{11}{12} = -8 \frac{L I}{B_0 S n} \Rightarrow \frac{13}{12} = -8 \frac{L I}{B_0 \cdot S \cdot n}$$

$$I = - \frac{13}{12 \cdot 8} \frac{B_0 \cdot S \cdot n}{L}$$



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  
12 ИЗ 16

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!

$$|I| = \frac{B}{g} \frac{B_0 \cdot S \cdot n}{L} \quad (2)$$

и ток по верхнему проводу будет <sup>направо</sup> ~~влево~~

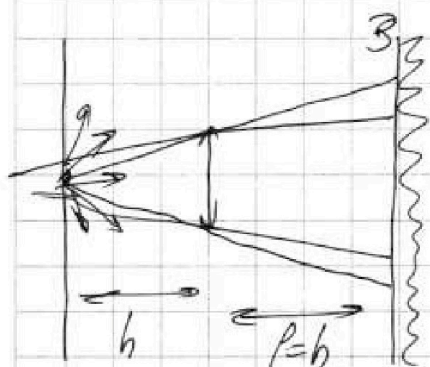


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
13 из 16

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!



$$F = 2h$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad a = h \quad b = ? \quad F = 2h$$

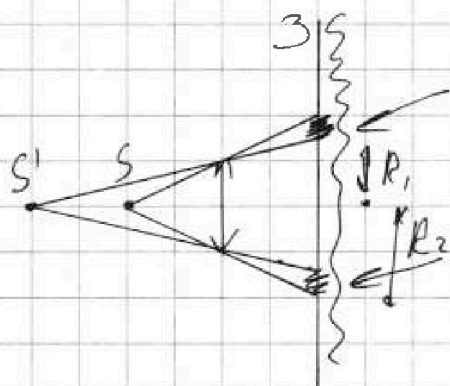
$$\frac{1}{h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{2h}$$

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

$$\Rightarrow b = -2h$$

Изображение будет за стеклом на расстоянии

$$|b| - |a| = h$$



Заштрихованная поверхность и есть не освещенная область у которой мы нашли корни внутренней и внешней радиусы из уравнения преломления.

☞ пусть внутри  $R_1$

наружу  $R_2$

$$R_1 = \frac{3h}{2h} \cdot r = \frac{3}{2}r \quad R_2 = \frac{2h}{h} r = 2r$$

и разность площадей этих кругов и есть не освещенная область

$$S = S_2 - S_1 = \pi R_2^2 - \pi R_1^2 = \pi 4r^2 - \pi \frac{9}{4}r^2$$

$$S = \pi r^2 \left( \frac{4 \cdot 4}{4} - \frac{9}{4} \right) = \pi r^2 \frac{7}{4}$$

$$\boxed{S = \frac{7}{4} \pi r^2}$$





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  
14 ИЗ 16

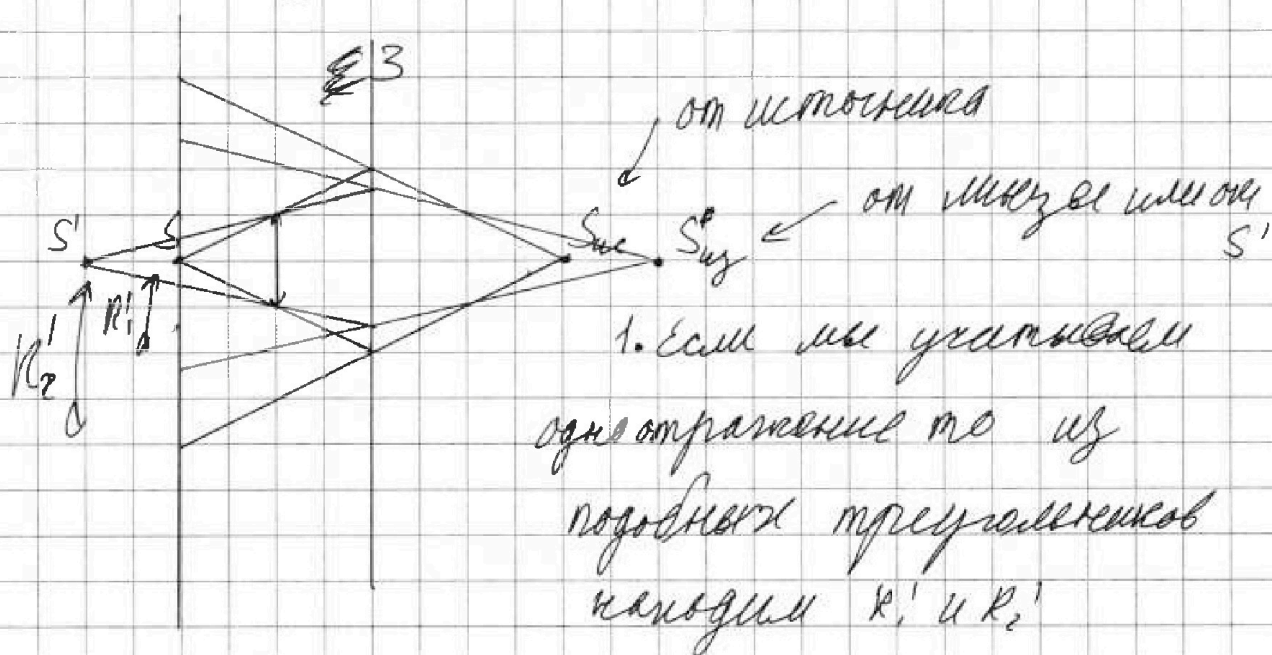
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$S = \frac{7}{4} \text{ м}^2 \quad r = 2 \text{ см}$$

$$S = \frac{7}{4} \text{ м} \cdot 2^2 = 7 \text{ м} \text{ см}^2$$

$$S = 7 \text{ м} \text{ см}^2 \quad (1)$$

2) Дальше мы можем построить ~~изображение~~ изображение изображений и источника лучи от которых будут ограничены до  $K_1$  и после  $K_2$  соответственно



и аналогично найдем разность площадей

2. Если линзы ~~не~~ многократно отражаться то очевидно будет все стено



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  
15 из 16

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!

~~это можно объяснить тем что если взять  
луч под углом  $\alpha \rightarrow$  то он пройдет~~

$$R_1' = R_1 \cdot \frac{2h+3h}{3h}$$

$$R_2' = \frac{4h}{2h} \cdot R_2$$

$$R_1' = R_1 \cdot \frac{5}{3} = \frac{5}{2} \cdot r \cdot \frac{5}{3} = \frac{5}{2} r$$

$$R_2' = 2R_2 = 2 \cdot 2r = 4r$$

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \pi R_2'^2 - \pi R_1'^2 = \pi r^2 \cdot 16 - \pi r^2 \cdot \frac{25}{4}$$

$$\Delta S = \pi r^2 \frac{64 - 25}{4} = \boxed{\pi r^2 \frac{39}{4}}$$

$$r = 2 \text{ см}$$

$$\Delta S = \pi \cdot 4 \cdot \frac{39}{4} = 39 \pi \text{ см}^2$$

$$\boxed{\Delta S = 39 \pi \text{ см}^2} \quad (2)$$