

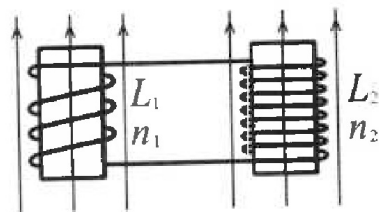
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

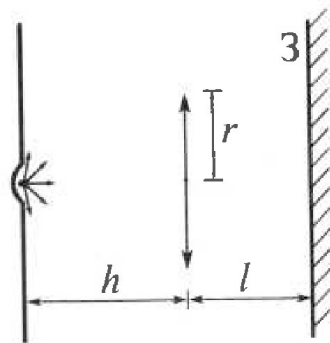


- ✓4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- ✓1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- ✓2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

- ✓5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- ✓1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
✓2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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

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

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

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

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

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

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

$$595 + 450 = 1045$$

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



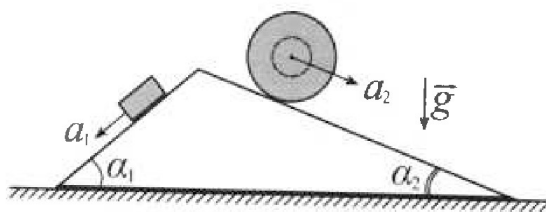
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

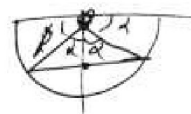


1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



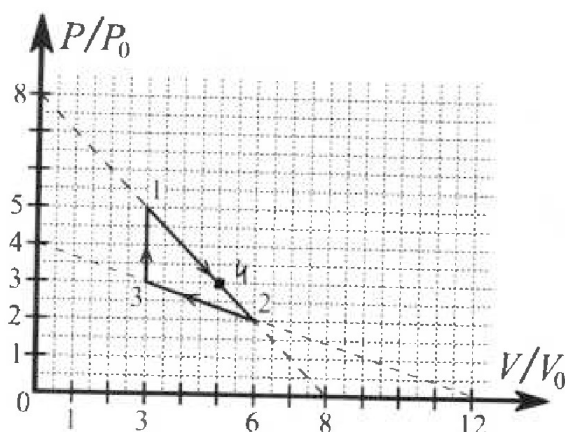
- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.



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

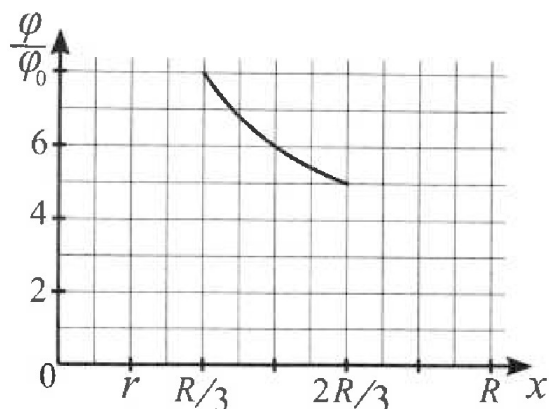
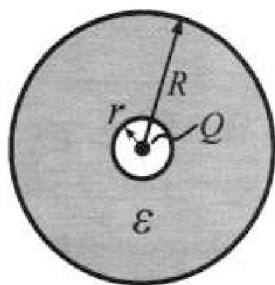
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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





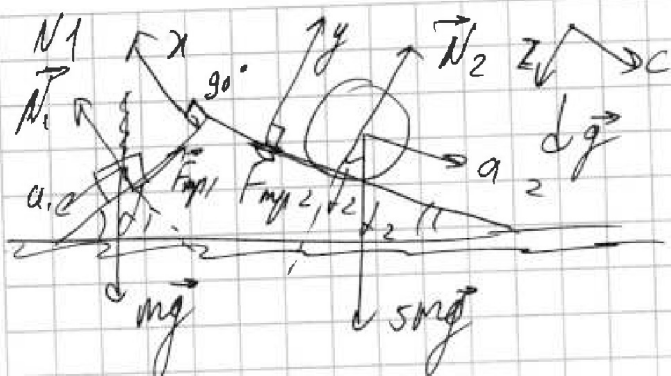
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. Поряда 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 90° и y под 90° к первой и второй наклонной плоскостям соответственно

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

Возьмем ось z и c параллельные первой и второй плоскостям.

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

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

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

$$\boxed{F_{\text{нр}} = \frac{16}{85} mg} \quad (1)$$

Теперь спроецируем на ось c силы на шар.

Нам сказано что он движется без проскальзывания $\Rightarrow$ 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 ☐

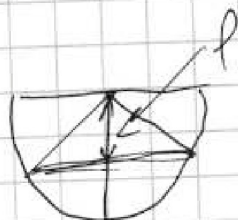
СТРАНИЦА
2 из 16

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!

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

Найдем центр масс шара (его половинки)

для нахождения момента, или просто
нахождение ускорения через отношение
расстояний



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

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

и теперь все можно переписать
моменты с м $F_{mp2} \cdot R = l \cdot a_0 m$

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

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

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

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

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



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 и решения 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. Порча QR-кода недопустима!

$$F_{\text{пр}2} = 5 \text{ мг} \cdot \frac{64}{85} = \text{мг} \cdot \frac{64}{85} \quad (2)$$

Теперь обозначим все силы действующие на шари для находящиеся шар третий $F_{\text{пр}3}$ из того условия что он неподвижен $\Rightarrow a=0$

то есть $\boxed{\sum \vec{F} = \vec{F}_{\text{пр}3}}$ $\vec{F}_{\text{пр}1} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{\text{пр}2} + \vec{N}_2 = \vec{F}_{\text{пр}3}$



Ведём ось x парал. плоск.

и $F_{\text{пр}3}$

$$F_{\text{пр}3} = \cos \alpha_2 F_{\text{пр}2} + \sin \alpha_1 N_1 - \sin \alpha_2 N_2 - \cos \alpha_1 F_{\text{пр}1}$$

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

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

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

$$F_{\text{пр}3} = \text{мг} \cdot \frac{3 \cdot 16 \cdot 25 + 3 \cdot 17^2 - 2 \cdot 15 \cdot 25 - 16 \cdot 17}{17 \cdot 17 \cdot 25}$$

$$F_{\text{пр}3} = 4 \text{ мг} \cdot \frac{205}{289 \cdot 5} = \left(\text{мг} \cdot \frac{836}{1445} \right)$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 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

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P_k V_k - P_n V_n)$$

↑ ↑
конечное начальное

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

В процессе 3-1 работа не совершается т.к. $\Delta V = 0$
поэтому работа за цикл $A = |A_{12} - A_{23}|$

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

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

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

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

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

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

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

$8P_0$ и $8V_0$, где δ и k это 1 Па^{-1} и 1 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

$$PV = \frac{1}{2} RT$$

$$\begin{aligned} 2P_0 &= 8 - kV \\ P &= \frac{8 - kV}{2} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2}(8 - kV) = \frac{1}{2} RT$$

Возьмем производную для нахождения макс

$$f(V) = \frac{1}{2}(8 - kV) = \frac{1}{2} RT$$

$$f(V) = (8V - kV^2)/2$$

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

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

$$2kV = 8$$

$$V = \frac{4}{k} = 4V_0 \Rightarrow P = 4V_0$$

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

Теперь выразим через макс $T_{\max}$

$$4P_0 \cdot 4V_0 = \frac{1}{2} RT_{\max} \Rightarrow T_{\max} = \frac{16P_0V_0}{JR}$$

Запишем уравнение состояния для 2 молей

$$2P_0 \cdot 6V_0 = \frac{1}{2} RT_2 \quad T_2 = \frac{12P_0V_0}{JR}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{\frac{16P_0V_0}{JR}}{\frac{12P_0V_0}{JR}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \quad \left(\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3} \right) (2)$$



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 $\mu = \frac{A}{Q_H}$

то есть работа $A = 3P_0 V_0$ к Q_H подводимая
нагреву Q_H через $Q = A + \Delta U$

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

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

Мы уже доказывали что $A_{31} = 0$ т.к. $V_1 = V_3$

$$\Rightarrow Q_{31} = \Delta U_{31} = 3P_0 V_0$$

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

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

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

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

где $\Delta P = R \Delta V$

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

т.к. $\Delta P + R V = 0$

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

поэтому мы можем подставить $Q = 0$

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



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
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!

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

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

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

где k — коэффициент жесткости
для одинаковых
размерности

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

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

по истечении этого момента $Q < 0$

тогда нам надо найти Q до этого момента

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

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

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

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

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

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



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!

N3

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

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

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 продолжим 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

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

$$\begin{cases} \frac{6 \text{ КВ} - 3 \text{ КВ}}{2R} = 8 f_0 \\ \frac{12 \text{ КВ} - 9 \text{ КВ}}{2R} = 5 f_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{12 \text{ КВ} - 6 \text{ КВ}}{2R} = 8 f_0 \\ \frac{12 \text{ КВ} - 9 \text{ КВ}}{2R} = 5 f_0 \end{cases}$$

Выведем одно из другого $\frac{3 \text{ КВ}}{2R} = 3 f_0$

$$\boxed{\frac{1 \text{ КВ}}{2R} = f_0}$$

$$\frac{12 \text{ КВ} - 9 \text{ КВ}}{2R} = 5 f_0 = \frac{5 \text{ КВ}}{2R}$$

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

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

$$12 \text{ В} - 9 = 5$$

$$12 \text{ В} = 14$$

$$\text{В} = \frac{14}{12} = \frac{7}{6}$$

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



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.



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 считаем с Δp для $\frac{3R}{4}$

$$p_4 = \frac{16Q}{3R} = \frac{4RQ}{3R}$$

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

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

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

$$p_4 = \frac{18RQ - 14RQ}{3R} = \frac{4RQ}{3R} \quad (1)$$



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 помощи поможем на катушке $\mathcal{E}_1$, а
во второй катушке $\Delta B = 0 \Rightarrow \Delta \Phi = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_2 = 0$
поэтому $\mathcal{E}_1 = -L \cdot S \cdot n$

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

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

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

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



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.

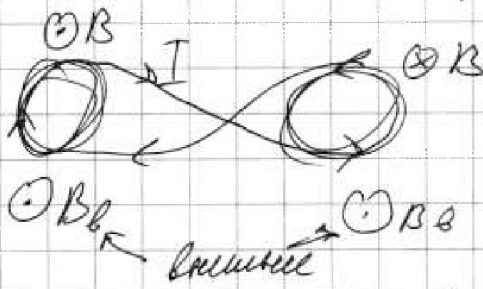
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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!

N4

2) Зададим по рисунку:



это провода сгибаются
то есть при токе в одну
сторону индуцируемая в

каждой петле ЭДС в разные стороны

и с учетом этого мы можем записать
закон сохранения потока (поток общий поток
должен 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

$$\text{тогда } \Phi_0 = \frac{2B_0}{3} \cdot S \cdot n_1 + \frac{B_0}{12} \cdot S \cdot n_2 + IL_1 - IL_2$$

где ток может быть как > 0 так и < 0

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

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

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

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



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 верхней проводке будет тоже ^{направо} ~~влево~~



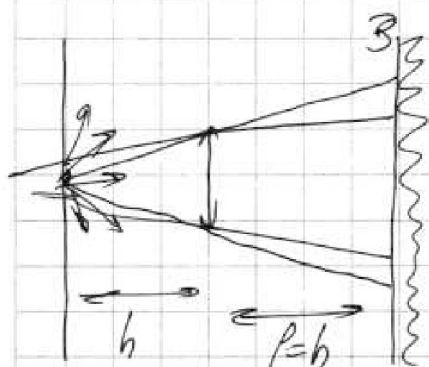
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$F = 2h$$

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

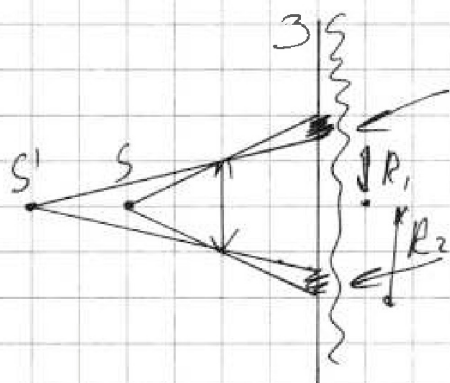
$$\frac{1}{h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{2h}$$

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

$$\Rightarrow b = -2h$$

Изображение будет за стеклом на расстоянии

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



Заштрихованная поверхность и есть не освещенная область у которой мы можем найти внутренний и внешний радиусы из точек 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.



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!

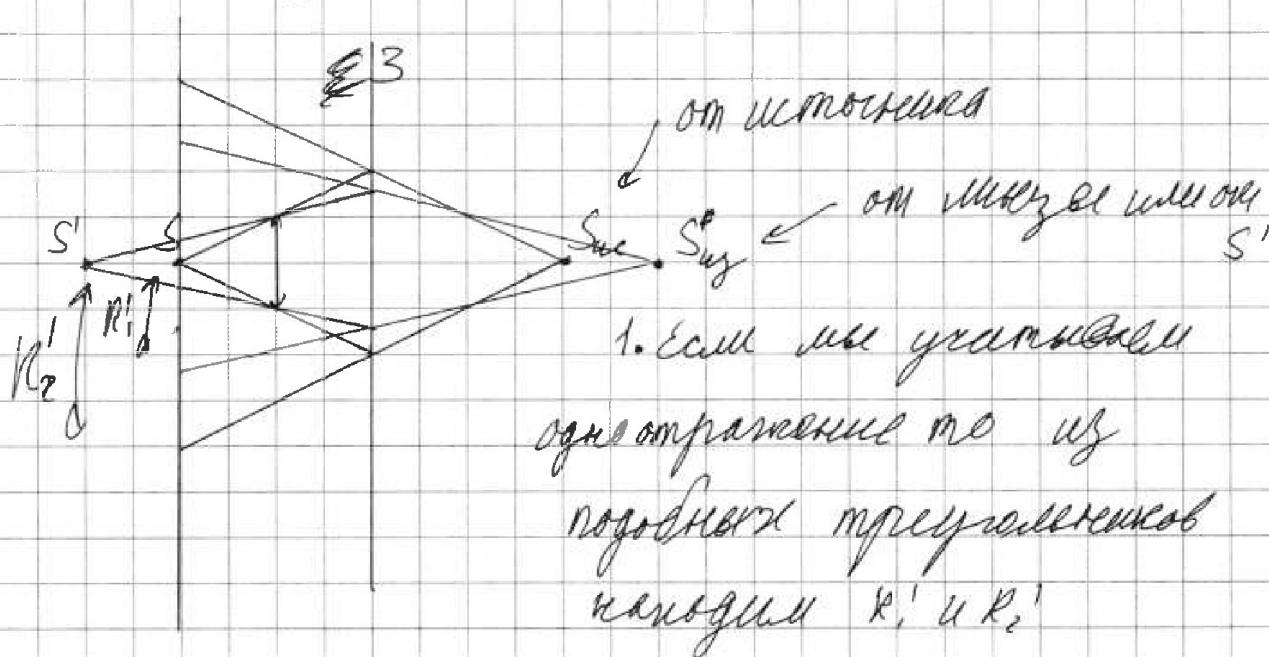
$$S = \frac{7}{4} \text{ м}^2$$

$$r = 2 \text{ см}$$

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

$$[S = 7 \text{ м}^2] (1)$$

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



и аналогично найдем разность площадей

2. Если мы не указываем отражения то очевидно будет вся стена



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 $\theta \rightarrow 0$ то он пройдет~~

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

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

$$R_1' = R_1 \cdot \frac{5}{3} = \frac{13}{2} \cdot r \cdot \frac{5}{3} = \frac{5}{2} r$$

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

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

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

$$r = 2 \text{ см}$$

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

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