



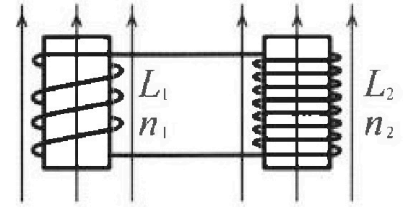
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

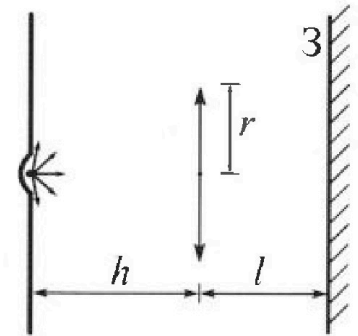


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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) на чнет 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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.



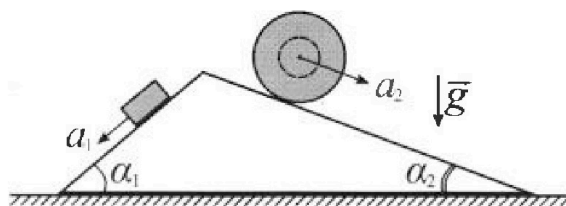
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



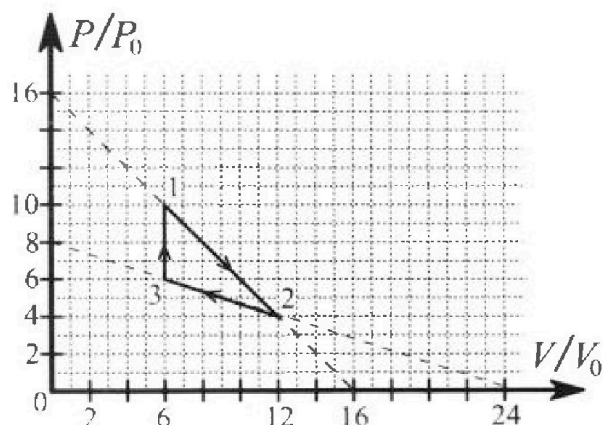
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

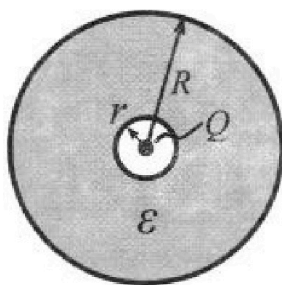
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.



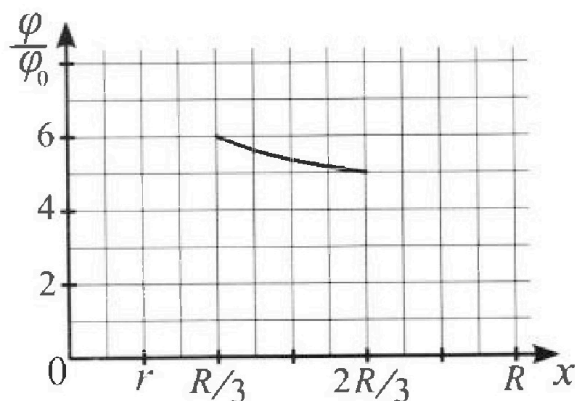
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 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 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!

Задача 8.

Дано:

$$m, a_1 = \frac{5g}{17}$$

$$M = 9m$$

$$a_2 = \frac{8g}{17}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

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

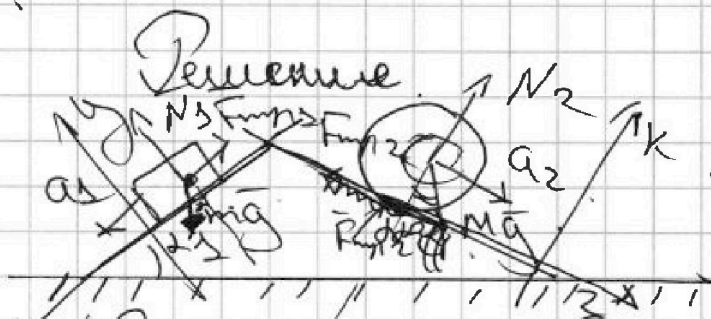
$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$1) F_1 = ?$$

$$2) F_2 = ?$$

$$3) F_3 = ?$$



Решение.
Заняв себе 23 и для
масса в проекции на
Ox и Oy:

$$Ox: mg \sin \alpha_1 - F_{fr1} =$$

$$= ma_1$$

$$F_{fr1} = \mu N_1$$

$$Oy: N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 =$$

$$= ma_1$$

$$mg \sin \alpha_1 - ma_1 = F_{fr1}$$

$$F_{fr1} = mg \cdot 0,6 - m \cdot \frac{5g}{17} = \frac{mg}{5}$$

$$- \frac{mg}{5} = \frac{51mg - 25mg}{85} = \frac{26mg}{85}$$

Найдем μ для любой
наклонной поверхности:

$$F_{fr1} = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha_1$$

$$\mu = \frac{F_{fr1}}{mg \cos \alpha_1} = \frac{\frac{26mg}{85}}{mg \cdot \frac{4}{5}} = \frac{26}{85} \cdot \frac{5}{4} = \frac{13}{34}$$



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!

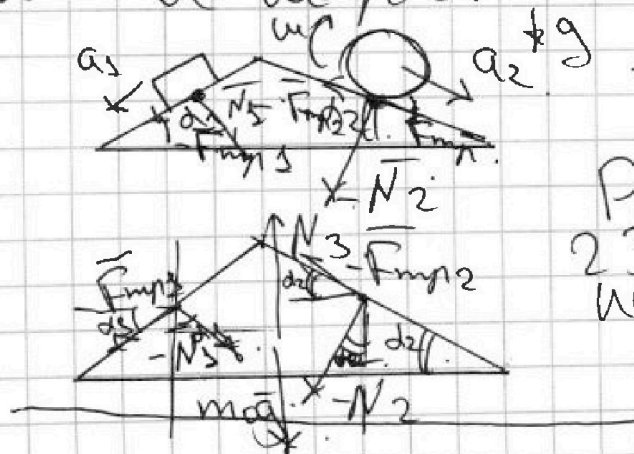
2. Аналогично для шара
т.к. шар движется без трения
зависа, то на него действует
только одна сила тяжести.
Распишем 23И в проекциях
на OZ и OK : т.к. $F_{тр2}$ направлено
против движущегося шара, то $F_{тр2} \uparrow Mg \downarrow$
 OZ : $Mg \cdot \sin \alpha_2 + F_{тр2} = Ma_2$

$$Mg \sin \alpha_2 - Ma_2 = F_{тр2}$$

$$Mg \cdot 8 - M \cdot 8g = F_{тр2}$$

$$F_{тр2} = Mg(27 \cdot 8 + 8 \cdot 17) = \frac{Mg(216 + 136)}{27 \cdot 17} = \frac{Mg(352)}{459} = \frac{Mg \cdot 352}{459}$$

3. теперь запишем все силы, действующие на шар со стороны шаров K_1 и шара:



Решим 23И в проекции на ось m :

$$N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_{тр2} \cos \alpha_2 - F_{тр3} \cos \alpha_1 +$$

$$+ F_{тр3} = 0$$



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!

$$N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_{\text{уп}2} \cdot \cos \alpha_2 - F_{\text{уп}3} \cos \alpha_1 + F_{\text{уп}3} = 0$$

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

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 \quad F_{\text{уп}1} = 26 mg$$

$$N_2 = \frac{85}{51} mg \cos \alpha_2 \quad F_{\text{уп}2} = \frac{85 \cdot 88}{51} mg$$

$$F_{\text{уп}3} = \frac{85}{51} mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + 88 mg \cdot \cos \alpha_2 + \frac{26}{85} mg \cos \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1$$

$$F_{\text{уп}3} = \frac{85}{51} mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{88 mg \cdot 15}{51 \cdot 17} + \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_{\text{уп}3} = \frac{3 \cdot 9 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5 mg}{3 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 5} + \frac{8 \cdot 11 mg \cdot 5 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 4}{4 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{26 mg \cdot 17 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}{17 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} - \frac{mg \cdot 4 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 4 \cdot 3}{5 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 4 \cdot 3}$$

$$= \frac{3^4 \cdot 5^3 \cdot 2^3 + 8 \cdot 11 \cdot 5^3 \cdot 3 \cdot 4 + 13 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 - 4^2 \cdot 3^2 \cdot 17^2}{17^2 \cdot 5^2 \cdot 34} \cdot mg$$

Ответ:

1. $F_{\text{уп}1} = \frac{26 mg}{85}$
2. $F_{\text{уп}2} = \frac{88 mg}{51}$
3. $F_{\text{уп}3} =$



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 5

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!

Задача 2

Дано:

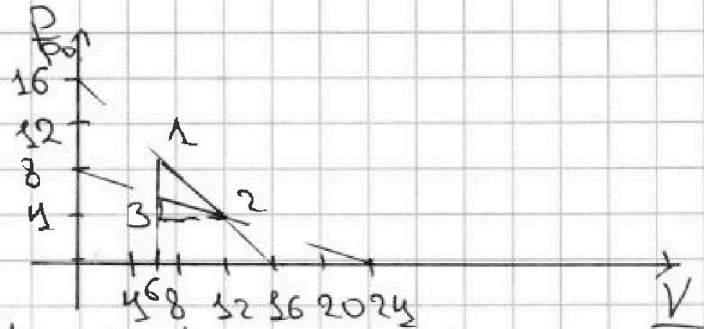
$$\frac{P}{P_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$$

1. ΔH - ?
 A_y

2. T_{max} - ?

3. η - ?

Решение



1. $\Delta H = \frac{3}{2} (12 V_0 \cdot 4 P_0 - 6 V_0 \cdot 10 P_0) = \frac{3}{2} (48 P_0 V_0 - 60 P_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 12 P_0 V_0 = 18 P_0 V_0$

$$A_y = \frac{6 P_0 \cdot 6 V_0}{2} - \frac{2 P_0 \cdot 6 V_0}{2} = 18 P_0 V_0 - 6 P_0 V_0 = 12 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta H}{A_y} = \frac{18 P_0 V_0}{12 P_0 V_0} = \frac{3}{2}$$

2. Запишем уравнение Менгелева-Кланейрона:

$$3: 6 P_0 \cdot 6 V_0 = V R \cdot T_3$$

$$1-2: P' \cdot V' = V R T_{max}$$

Запишем уравнение для зависимости $P(V)$ на участке 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
2 из 5

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!

$$p'(V') = - \frac{p_0}{V_0} V' + 16 p_0$$

Подставим в уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$\left(- \frac{p_0}{V_0} V' + 16 p_0\right) \cdot V' = \nu R T$$

$$- \frac{p_0}{V_0} V'^2 + 16 p_0 V' = \nu R T$$

парабола с ветвями вниз (ищем значение V' при вершине)

$$V_0 = - \frac{16 p_0 V_0}{-2 p_0} = 8 V_0$$

$$T_{\max} \nu R = \left(- \frac{p_0}{V_0} \cdot 8 V_0 + 16 p_0\right) \cdot 8 V_0 =$$

$$= 8 p_0 \cdot 8 V_0$$

$$T_{\max} \nu R = 64 p_0 V_0 \quad 32^{16}$$

КПД цикла: $\eta_{\max} = \frac{64 p_0 V_0 \nu R}{\nu R \cdot 36 p_0 V_0} =$

$$= \frac{16}{9}$$

3. $\eta = \frac{A_{\text{ц}}}{Q_{\text{н}}}$

Напишем 2-е начало термодинамики для процесса 1-2:

$$\delta Q = \delta A + dU$$

$$\delta A = p dV$$



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 5

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!

$$dU = \frac{3}{2} d(p \cdot V) = \frac{3}{2} (dp \cdot V + dV \cdot p)$$

$$\delta Q = p dV + \frac{3}{2} (dp \cdot V + dV \cdot p) =$$

$$= \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} dp \cdot V$$

$$p(V) = p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0 - g_{\text{ма}} \text{ мучее-}$$

са 1-2:

$$dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0 \right) dV + \frac{3}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} dV \right)$$

$$\int_V^V \delta Q = \int_V^V dV \cdot \left(-\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V + \frac{5}{2} \cdot 16 p_0 - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} \right)$$

$$= \int_V^V dV \left(-\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 40 p_0 - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} \right) = 0$$

$$\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V = 40 p_0 - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

$$V = 10 V_0 \quad p = 6 p_0$$

Значит, процесс 1-2 только на. От 1 до V = 10 V_0.

Рассмотрим процесс 2-3. Аналогично рассуждениям 1-2. начало термодинамики:

$$\delta Q = 5 p dV + 3 dp \cdot V$$

Составим зависимость p(V). для участка 2-3.



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

4 из 5

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!

$$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} dp \cdot V$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{3V_0} V + 8p_0 \quad \left| \quad dp = -\frac{p_0}{3V_0} dV \right.$$

$$\begin{aligned} \delta Q &= \frac{5}{2} \left(-\frac{p_0}{3V_0} V + 8p_0 \right) dV + \frac{3}{2} \left(-\frac{p_0}{3V_0} dV \right) \\ &= dV \left(-\frac{5}{2} \frac{p_0}{3V_0} V + \frac{5}{2} \cdot 8p_0 - \frac{3}{2} \frac{p_0}{3V_0} V \right) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\frac{5p_0}{6V_0} V + 20p_0 - \frac{3p_0}{6V_0} V &= 0 \\ +8p_0 V &= 20p_0 V_0 \\ \frac{8p_0 V}{36V_0} &= \frac{20p_0 V_0}{36V_0} \end{aligned}$$

$$V = 15V_0$$

Значит, на процессе 2-3 температура T_3 больше, чем T_2 .
Найдем η :

$$\eta = \frac{A_{\text{ц}}}{Q_{\text{н}}}$$

$$Q_{\text{н}} = A_{\text{н}} + \Delta U_{\text{н}}$$

$$A_{\text{н}} = \frac{(10p_0 + 6p_0) \cdot 4V_0}{2} = 8p_0 \cdot 4V_0 = 32p_0V_0$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{\text{н}} &= \frac{3}{2} (6p_0 \cdot 10V_0 - 6p_0 \cdot 6V_0) = \\ &= \frac{3}{2} (60p_0V_0 - 36p_0V_0) = \frac{3}{2} \cdot 24p_0V_0 = 36p_0V_0 \end{aligned}$$



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 5

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!

$$Q_H = 32 \text{ p0V}_0 + 36 \text{ p0V}_0 = 68 \text{ p0V}_0.$$

$$A_y = 12 \text{ p0V}_0.$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_H} = \frac{12 \text{ p0V}_0}{68 \text{ p0V}_0} = \frac{3}{17}.$$

Ответ:

$$1. \quad \eta = \frac{3}{17}.$$

$$2. \quad \frac{A_y}{Q_H} = \frac{12}{68} = \frac{3}{17}.$$

$$3. \quad \eta = \frac{3}{17}.$$



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 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!

$$\textcircled{1.} \int_{R/3}^{2R/3} \frac{kQ}{\epsilon_0 r^2} dz = \int -d\varphi$$

$$\frac{R}{3} + \frac{kQ}{\epsilon_0 r^2} \Big|_{R/3}^{2R/3} = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$\frac{kQ}{\epsilon_0} \Big|_{R/3}^{2R/3} = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$\textcircled{3.} -\frac{3kQ}{2\epsilon_0} = \varphi_2 - \varphi_1$$

φ_2 - потенциал при $r = \frac{2R}{3} \mid \varphi_2 = 5\varphi_0$

φ_1 - потенциал при $r = \frac{R}{3} \mid \varphi_1 = 6\varphi_0$

$$\textcircled{2.} \frac{3kQ}{\epsilon_0 R} - \frac{3kQ}{2\epsilon_0 R} = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$\textcircled{4.} -\frac{3kQ}{2\epsilon_0 R} = 5\varphi_0 - 6\varphi_0$$

$$\frac{3kQ}{2\epsilon_0 R} = \varphi_0$$

Аналогично найдем потенциал внутри цилиндра на расстоянии $r = \frac{11R}{12}$

$$\int_{R/3}^{11R/12} \frac{kQ}{\epsilon_0 r^2} dz = \int -d\varphi$$

$$\frac{R}{3} - \frac{kQ}{\epsilon_0 r^2} \Big|_{R/3}^{11R/12} = -(\varphi_3 - \varphi_1)$$

$$\frac{kQ}{\epsilon_0} \Big|_{R/3}^{11R/12} = \varphi_3 - \varphi_1$$

$$\frac{12kQ}{\epsilon_0 11R} - \frac{3kQ}{\epsilon_0 R} = \varphi_3 - \varphi_1$$

$$\frac{12kQ}{\epsilon_0 11R} - \frac{33kQ}{\epsilon_0 11R} = \varphi_3 - \varphi_1$$



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
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!

$$\frac{12 \text{ kQ}}{11 \text{ pE}} - \frac{33 \text{ kQ}}{11 \text{ pE}} = \varphi_3 - \varphi_1$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 - \frac{21 \text{ kQ}}{11 \text{ pE}}$$

$$\varphi_1 = 6 \text{ V}$$

$$\varphi_0 = \frac{3 \text{ kQ}}{2 \text{ pF}}$$

$$\varphi_3 = \frac{6 \cdot 3 \text{ kQ}}{2 \text{ pF}} - \frac{21 \text{ kQ}}{11 \text{ pE}}$$

$$\varphi_3 = \frac{9 \text{ kQ}}{1 \text{ pF}} - \frac{21 \text{ kQ}}{11 \text{ pE}} = \frac{99 \text{ kQ} - 21 \text{ kQ}}{11 \text{ pE}} = \frac{78 \text{ kQ}}{11 \text{ pE}}$$

2) Найти график зависимости $\varphi_0(x)$ в диэлектрике представляет собой гиперболой:

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} \sim \frac{1}{x}$$

Найдем эту значение

$$\frac{\varphi(x)}{\varphi_0} = \frac{k_0 + C}{x}$$

Пусть k_0, C - некоторые константы

(1) в начальной точке графика:

$$6 = \frac{3k_0 + C}{R}$$

(2) в точке с потенциалом

$$\varphi_2: 5 = \frac{3k_0 + C}{2R}$$



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
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!

Получаем систему:

$$\begin{cases} 6 = \frac{3k_0}{R} + C \\ 5 = \frac{3k_0}{2R} + C \end{cases}$$

$$1 = \frac{3k_0}{R} - \frac{3k_0}{2R}$$

$$1 = \frac{3k_0}{2R}$$

$$6 = \frac{2 \cdot 2R}{3} + C$$

$$k_0 = \frac{2R}{3}$$

$$C = 4$$

Получаем, что график функции и ~~график~~, строят на $\frac{2}{3}$. Именно за это и отвечаем. Значит, $C = k_0 = \frac{2R}{3} = \frac{3R}{2} = \frac{3}{2}$.

$$\boxed{C = \frac{3}{2}}$$

Ответ: 1. $43 = \frac{48k_0}{11R}$
2. $C = \frac{3}{2}$



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!

Задача 4

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9L}{4}$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 3n$$

$B = \text{const.}$
в начальный момент.

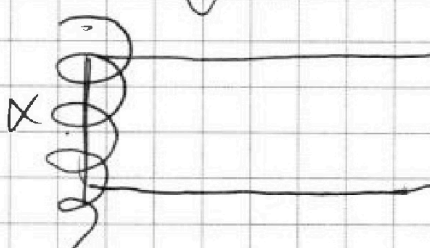
$$R \rightarrow 0$$

$$I_0 = 0$$

$$1) \frac{dI}{dt} = ?$$

$$\frac{dB}{dt} = -d$$

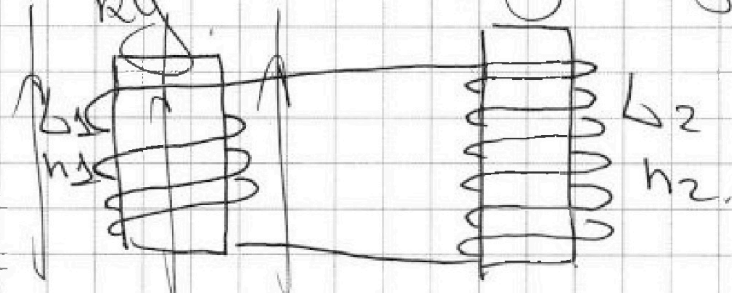
Из уравнения Максвелла по циркули, что

$$\oint B dl = \mu_0 \sum I$$


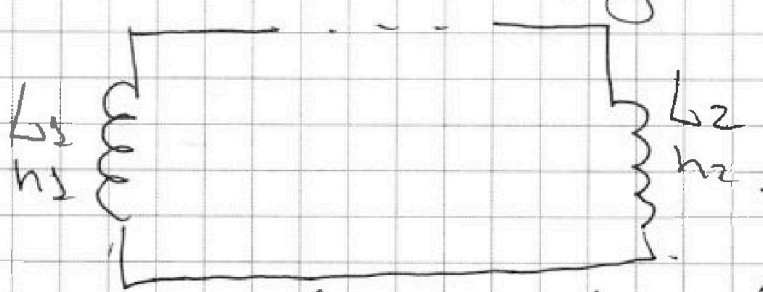
В nI , однако в катушке L_1 и L_2 лавина.

Решение

$$P = P_{\text{внеш}} + P_{\text{собств. ток}} \text{ через катушки}$$



Представим в эквивалентном виде



$$B \times = \mu_0 n I$$

из этого выражения по циркули, что



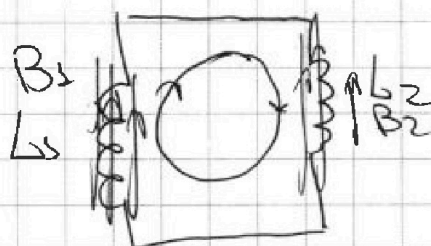
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

поэтому $B_2 \approx 0$
Рассмотрим первый случай.



Занедем 2-е направление Кирхгофа для этого узла:

$$U_{B1} + U_{B2} = 0$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$I_1 = I_2 = I$$

$$d\Phi = d(\Phi_{\text{внеш}} + \Phi_{\text{собст}})$$

$$\Phi_{\text{собст}} = \cancel{L_1 I} L I \quad (\text{Направление поля } I \text{ индуцировано вращением вектора Кирхгофа})$$

$$\Phi_{\text{внеш}} = B \cdot S$$

$$U_{B1} = \frac{d(L_1 I + B_1 S)}{dt}$$

$$U_{B2} = \frac{d(L_2 I + B_2 S)}{dt}$$

$$\frac{L_1 dI}{dt} + \frac{dB_1 S}{dt} + \frac{L_2 dI}{dt} = 0$$

$$\frac{dB_1}{dt} = -2$$

$$\frac{L_1 dI}{dt} - 2 \cdot S + \frac{L_2 dI}{dt} = 0$$

$$\frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) = 2 \cdot S$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2S}{L_1 + L_2}$$



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

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!

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2S}{L + \frac{9L}{4}} = \frac{2S_4}{13L}$$

2. $B \sim n$

Из предыдущего пункта аналогично:

2-е правило Кирхгофа:

$$U_{01} + U_{02} = 0$$

$$U_{01} = \frac{d(L_1 I + B_1 S)}{dt}$$

$$U_{02} = \frac{d(L_2 I + B_2 S)}{dt}$$

$$\frac{L_1 dI}{dt} + \frac{dB_1 S}{dt} + \frac{L_2 dI}{dt} + \frac{dB_2 S}{dt} = 0$$

$$\int_{I_0}^{I_k} L_1 dI + \int_{B_0}^{B_1} dB_1 S + \int_{I_0}^{I_k} L_2 dI + \int_{B_0}^{B_2} dB_2 S = 0$$

$$L_1(I_k - I_0) + (B_0 - \frac{3}{4}B_0) \cdot S + L_2(I_k - I_0) + (\frac{10}{3}B_0 + \frac{8}{3}B_0) \cdot S = 0$$

В начальном моменте $I_0 = 0$ по условию.

$$L_1 I_k - \frac{B_0}{4} S + L_2 I_k - \frac{14}{3} B_0 S = 0$$



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
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!

$$(L_1 + L_2) I_K = \frac{B_0}{4} S + \frac{4}{3} B_0 S$$

$$(L_1 + L_2) I_K = B_0 S$$

$$\frac{I_K}{L_1 + \frac{9L_2}{4}} = \frac{B_0 S}{13L_2} = \frac{4 B_0 S}{13}$$

Ответ: $I_K = \frac{4 B_0 S}{13}$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 5

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!

Задача 5

Дано:

$$F = \frac{2}{3}h$$

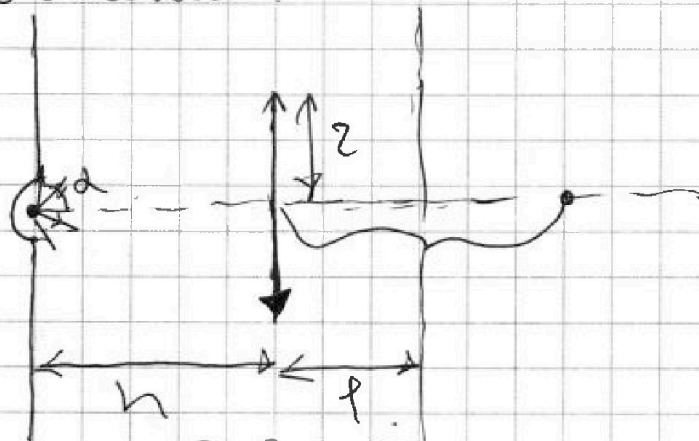
$$z = 4\text{ см}$$

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

1) S_1 - ?

2) S_2 - ?

Решение



угол $\alpha \in [0^\circ; 90^\circ]$

α - угол между главной оптической осью и направлением луча.

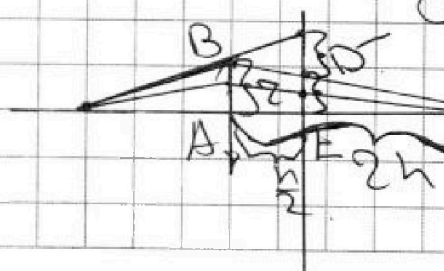
Запишем формулу тонкой линзы:

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} = \frac{3}{2h} - \frac{1 \cdot 2}{2h} = \frac{1}{2h}$$

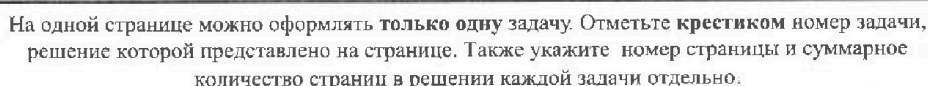
$$f = 2h$$

Если убрать зеркало, то все лучи падающие на линзу будут пересекаться на расстоянии $2h$ от линзы.



неосвещенная часть зеркала.

Заметим, что треугольники $\triangle CAB$ и $\triangle CED$ подобны.



β . По условию, что
 $\angle \Xi K L$ - равносторонний
 треугольник. $\angle = \frac{1}{3} \pi$.



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!

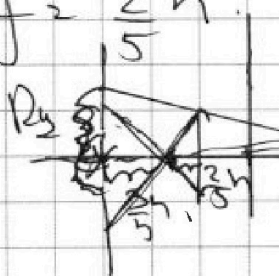
Для линзы - это минимальный предмет, находящийся на расстоянии h от линзы.

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{h} = \frac{3}{2h} + \frac{1}{h} = \frac{3}{2h} + \frac{2}{2h}$$

$$= \frac{5}{2h}$$

$$f = \frac{2h}{5}$$



Из подобия (снова помним)

$$\frac{R_3}{3h} = \frac{2}{2h}$$

$$R_3 = \frac{3 \cdot 2}{2} = 3$$

Найдем S_2 :

$$S_2 = \pi(R_3^2 - R_4^2) = \pi\left(\frac{9}{4} - \frac{9}{4}\right)$$

≈ 0

Ответ: $S_1 = \pi \cdot 27 \text{ см}^2$
 $S_2 = 0 \text{ см}^2$