

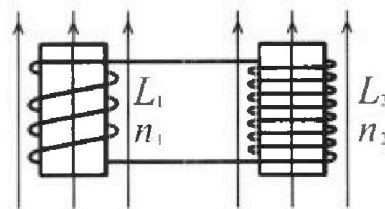
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

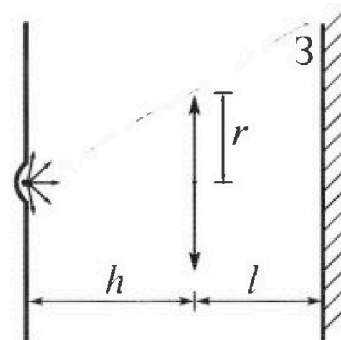


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



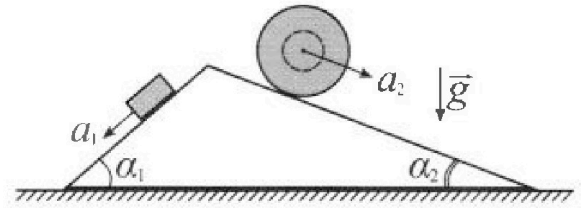
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

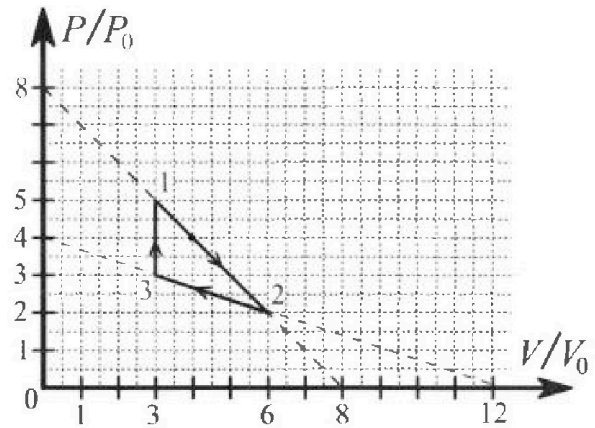


Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.



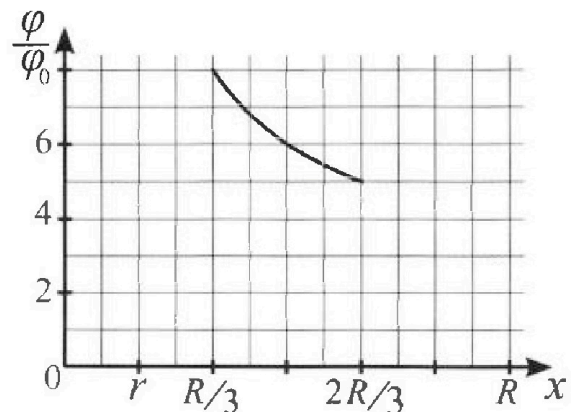
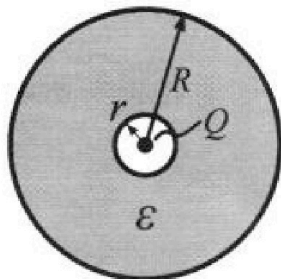
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .



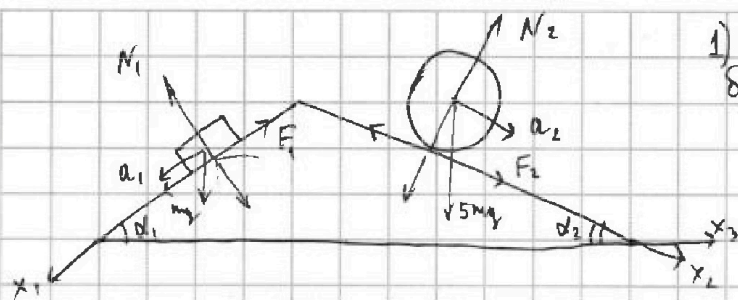
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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) Проецируем силы действ. на брусок на  $Ox_1$ :

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_2 \quad (2\text{-й закон Н.})$$

$$F_2 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{4}{17} \right) = \frac{16}{85} mg$$

2) То же самое для шара (мы не знаем куда направлена сила трения, но по знаку ответа сможем определить).

$$5ma_2 = F_2 + 5mg \sin \alpha_2 \Rightarrow F_2 = 5mg \left( \frac{8}{25} - \frac{8}{17} \right) = \frac{8 \cdot 17 - 8 \cdot 25}{85} mg = \frac{64}{85} mg = 4F_2 -$$

$F_2$  направ. вниз - это не сила трения скольжения

$$3) N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg, \quad N_2 = 5mg \cos \alpha_2 = \frac{5 \cdot 15}{17} mg$$

Проецируем силы, действ. на шар на ось  $Ox_3$ :

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

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = mg \left( \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} + \frac{5 \cdot 15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} \right) = \frac{16 \cdot 4 \cdot 17 + 64 \cdot 15 \cdot 5 + 5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5 - 17 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 8}{17^2 \cdot 5^2} mg = \frac{1088 + 4800 + 14000 - 2720}{7725} mg = \frac{17168}{7725} mg$$



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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

Сначала найдем уравнения процессов 1-2 и 2-3

$$\frac{P}{P_0} = a \frac{V}{V_0} + b$$

$$1-2: \frac{P}{P_0}(0) = 8 \Rightarrow b = 8$$

$$\frac{P}{P_0}(8) = 0 = 8a + 8 \Rightarrow a = -1$$

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

$$2-3: \frac{P}{P_0}(0) = 4 \Rightarrow b = 4$$

$$\frac{P}{P_0}(12) = 0 = 12a + 4 \Rightarrow a = -\frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_0} = -\frac{1}{3}\frac{V}{V_0} + 4$$

$$1) \Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \frac{P_1 V_1 - P_3 V_3}{\nu R} \quad (\text{и}) \quad PV = \nu RT$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{V_3}{V_0} = 3 \Rightarrow V_1 = V_3 = 3V_0, \quad \frac{V_2}{V_0} = 6 \Rightarrow V_2 = 6V_0$$

$$\frac{P_1}{P_0} = 5 \Rightarrow P_1 = 5P_0, \quad \frac{P_3}{P_0} = 3 \Rightarrow P_3 = 3P_0$$

$$\Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} P_0 V_0 (15 - 9) = 9 P_0 V_0$$

$$A_{1-2} = \int_{3V_0}^{6V_0} \left(-\frac{V}{V_0} + 8\right) P_0 dV = -\frac{P_0}{V_0} \int_{3V_0}^{6V_0} V dV + 8P_0 \int_{3V_0}^{6V_0} dV = -\frac{P_0}{V_0} \left[ \frac{36V_0^2}{2} - \frac{9V_0^2}{2} \right] + 24P_0 V_0 =$$

$$= 10,5 P_0 V_0$$

$$A_{2-3} = \int_{6V_0}^{3V_0} \left(-\frac{1}{3}\frac{V}{V_0} + 4\right) P_0 dV = -\frac{P_0}{3V_0} \int_{6V_0}^{3V_0} V dV + 4P_0 \int_{6V_0}^{3V_0} dV = \frac{P_0}{3V_0} \left[ \frac{12V_0^2}{2} - \frac{36V_0^2}{2} \right] - 12P_0 V_0 = -7,5 P_0 V_0$$

$$A_{3-1} = 0 \quad (V = \text{const})$$

$$A = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1} = 3 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{3-1}}{A} = \frac{9 P_0 V_0}{3 P_0 V_0} = 3$$

$$2) T_{\max} = \frac{PV}{\nu R} = \frac{\left(-\frac{V}{V_0} + 8\right) P_0 V}{\nu R} = \frac{P_0}{\nu R} \left(-\frac{V^2}{V_0} + 8V\right)$$

$$\frac{d}{dV} \left(-\frac{V^2}{V_0} + 8V\right) = -\frac{2}{V_0} V + 8 = 0 \Rightarrow V = 4V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{P_0}{\nu R} \left(-\frac{16V_0^2}{V_0} + 32V_0\right) = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R}$$





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!

$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{12 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{4}{3}$$

$$3) Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 10,5 p_0 V_0 + \frac{1}{2} \nu R \frac{12 p_0 V_0 - 15 p_0 V_0}{\nu R} = 6 p_0 V_0$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = -7,5 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (9 - 12) p_0 V_0 = -12 p_0 V_0$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{3-1} = 9 p_0 V_0$$

$$Q_+ = Q_{1-2} + Q_{3-1} = 15 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{3 p_0 V_0}{15 p_0 V_0} = 0,2$$

$$0+ \text{вет: } 1) 3, \quad 2) \frac{4}{3}, \quad 3) 0,2$$

$\frac{4}{3}$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

~~Для поля в произв. точке внутри шара:~~

На внутр. и внешней поверхности индуцируются поляризации заряды. Они излучают поле внутри шара. Эти заряды равны по модулю и противоположны по знаку (из ЗСЗ). Внешний заряд не оказывает влияния на поле внутри шара (по т. Гаусса).

Для произв. точки на расстоянии  $x$  от центра системы внутри шара:

$\frac{1}{\epsilon} \frac{Q}{x^2} = \frac{Q}{x^2} + \frac{q}{x^2}$  - пол. заряд на внутр. поверх. поле зар. сферы совпадает с полем точ. заряда

$$q = -Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

1) Тогда для пот. в точке  $x = \frac{3R}{4}$

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

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = k \frac{3Q}{R} - k \frac{3Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{R} + k \frac{Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{R} = \frac{kQ}{R} \left(3 - 2 \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = k \frac{3Q}{2R} - k \frac{3Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{2R} + k \frac{2Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{2R} = \frac{kQ}{2R} \left(3 - 1 + \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right)$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{8}{5} = \frac{2\epsilon + 4}{2\epsilon + 1} \quad \text{из графика}$$

$$16\epsilon + 8 = 10\epsilon + 10 \Rightarrow 6\epsilon = 12$$

$$6\epsilon = 12$$

$$\epsilon = 2$$

Ответ: 1)  $\varphi = \frac{kQ}{12\pi\epsilon_0 R} \left(3 + \frac{1}{\epsilon}\right)$ , 2)  $\epsilon = 2$



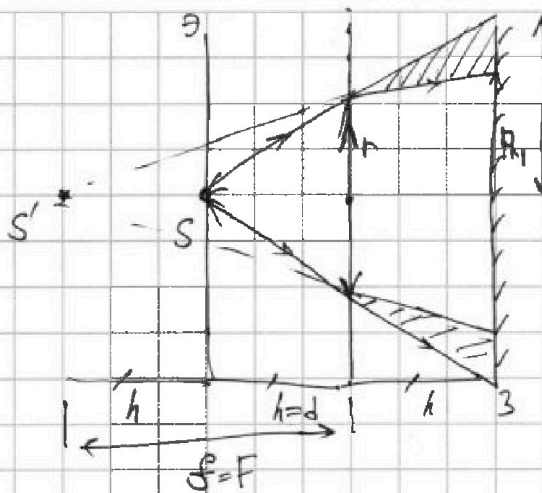
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Т.к источник нах. в линзе  
на раст. меньше фокусного, то  
его изобр. будет мнимым

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \text{ - формула тонкой линзы}$$

для этой ситуации

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

Тогда  $R_1$  - радиус области, осв. лучами, преломившимися через  
линзу. из подобия:

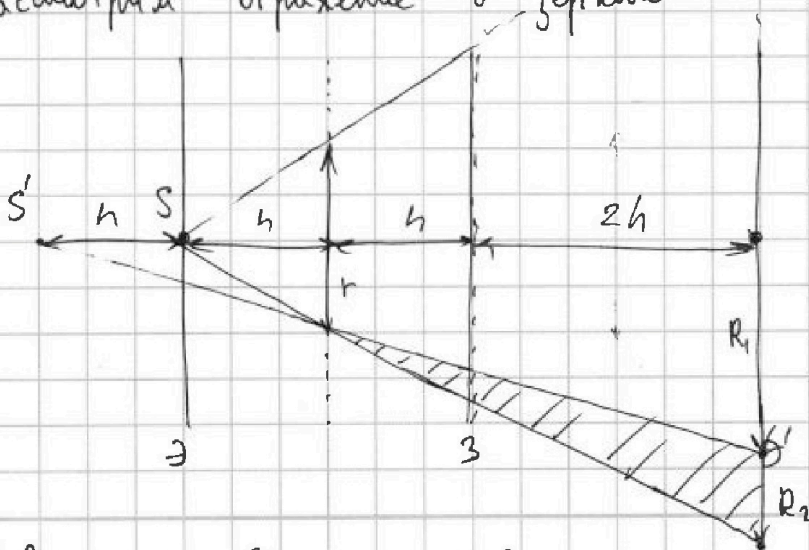
$$\frac{R_1}{3h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow R_1 = \frac{3}{2}r.$$

$R_2$  - радиус окружности <sup>вместо</sup> до которой лучи не преломившиеся  
лучи. из подобия

$$\frac{r}{h} = \frac{R_2}{2h} \Rightarrow R_2 = 2r.$$

$$\text{Тогда } S_{\text{неосв}} = S_2 - S_1 = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left(4 - \frac{9}{4}\right) = \frac{7}{4} \pi r^2 = 7\pi \text{ см}^2$$

Рассмотрим отражение в зеркале



Тогда снова из  
подобия:

$$\frac{R_1}{5h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow R_1 = \frac{5}{2}r$$

$$\frac{R_2}{4h} = \frac{r}{h} \Rightarrow R_2 = 4r$$

$$S_{\text{неосв}} = S_2 - S_1 = \pi r^2 \left(16 - \frac{25}{4}\right) = \pi r^2 \frac{64 - 25}{4} = 39\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $7\pi \text{ см}^2$ ; 2)  $39\pi \text{ см}^2$





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  
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!

Согласно закону электромагнитной индукции и правилу Ленца:

$$L \frac{dI}{dt} = -\varepsilon_i = n \frac{dB}{dt} S \left( \varepsilon_i = -N \frac{d\Phi}{dt} \right)$$

$B = B_{\text{вн}} + B_{\text{инд}}$  - магнитное поле в катушке состоит из внешнего и индуцированного током в катушке

Индуцированное магнитное поле в катушках противоположно направлению, а т.к.  $B_{\text{инд}} \sim I n$ , то  $B_{\text{инд}2} = 3 B_{\text{инд}1}$ , но модулю

1) Для  $L_1$ :

$$L_1 \frac{dI}{dt} = n_1 \frac{d(B_{\text{вн}} + B_{\text{инд}1})}{dt} S \Rightarrow L_1 \dot{I} = -dnS + n \frac{dB_{\text{инд}1}}{dt} S$$

2) Для  $L_2$

$$L_2 \frac{dI}{dt} = n_2 \frac{d(-B_{\text{инд}2} + B_{\text{вн}})}{dt} S \Rightarrow \oint L \frac{dI}{dt} = -\oint n \cdot \oint \frac{dB_{\text{инд}1}}{dt} S$$

$$2 L \dot{I} = -dnS$$

$$|\dot{I}| = \frac{dnS}{2L}$$

$$2) \oint L \dot{I} = n \oint B S$$

$$L_1: L \Delta I = n \left( B_0 - \frac{2}{3} B_0 + B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}} \right) S, \quad B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}} = \Delta B$$

$$L_2: \oint L \Delta I = \oint n \left( \frac{1}{3} B_0 - \frac{1}{12} B_0 + 3(B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}}) \right) S$$

$$\left( L \Delta I = nS \left( \frac{B_0}{3} + \Delta B \right) \right) \cdot 3$$

$$\left( \oint L \Delta I = \oint nS \left( \frac{B_0}{4} - 3\Delta B \right) \right)$$

$$6L \Delta I = B_0 nS + \frac{B_0}{4} nS + 3\Delta B nS - 3\Delta B nS = \frac{5}{4} B_0 nS$$

$$\Delta I = \frac{5}{24} \frac{B_0 nS}{L}$$

Ответ: 1)  $\frac{dnS}{2L}$ ; 2)  $\frac{5}{24} \frac{B_0 nS}{L}$

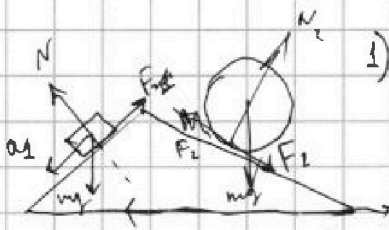
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_\_ 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!



$$1) N = mg \cos \alpha_1 = mg \frac{4}{5}$$

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

$$F_1 = \frac{3}{5} mg - \frac{4}{5} mg = \frac{51-35}{85} mg = \frac{16}{85} mg$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 17 \\ \hline 85 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 17 \\ 3 \\ \hline 51 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 17 \\ 6 \\ \hline 102 \end{array}$$

$$2) 5ma_2 = 5mg \frac{8}{17} - F_2$$

$$N_2 = mg \cos \alpha_2 = \frac{15}{17} mg$$

$$F_2 = \frac{5 \cdot 8}{17} mg - \frac{5 \cdot 8}{25} mg = \frac{40-36}{85} mg = \frac{4}{85} mg$$

$$64(144 \cdot 15 \cdot 5) + 5 \cdot 8(15^2 - 17^2)$$

$$3) F_3 + F_2 \frac{15}{17} + N_2 \sin \alpha_2 \frac{8}{17} + F_1 \frac{4}{5} - N_1 \frac{3}{5} = 0$$

$$F_3 + \frac{94 \cdot 15}{85 \cdot 17} mg + \frac{15 \cdot 8}{17 \cdot 17} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{16}{85} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg = 0$$

$$F_3 = \frac{-94 \cdot 3 \cdot 25 - 158 \cdot 5^2 - 4 \cdot 16 \cdot 17 + 4 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 17}{17^2 \cdot 5^2} mg$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 119 \\ + 17 \\ \hline 209 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ 5 \\ \hline 75 \\ + 17 \\ \hline 92 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 17 \\ 4 \\ \hline 68 \end{array}$$

$$N_2 \quad 1-2 \quad \frac{P}{P_0} = a \frac{V}{V_0} + b$$

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

$$\frac{P}{P_0}(0) = 8 \Rightarrow b = 8$$

$$\frac{P}{P_0}(8) = 0 \Rightarrow a = -1$$

$$3 \quad 2-3: \quad \frac{P}{P_0} = a \frac{V}{V_0} + b$$

$$\frac{P}{P_0}(0) = 4 \Rightarrow b = 4$$

$$\frac{P}{P_0}(12) = 0 \Rightarrow 0 = 12a + 4 \Rightarrow a = -\frac{1}{3}$$

$$\frac{P}{P_0} = -\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 4$$

$$1) \Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \frac{P_3 V_3 - P_1 V_1}{\nu R} = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} P_0 V_0 \left\{ (15-9) \right\} = 9 P_0 V_0$$

$$\frac{V_3}{V_0} = 3 \Rightarrow V_3 = 3V_0 \quad \frac{P_3}{P_0} = 3 \Rightarrow P_3 = 3P_0 \quad \frac{P_1}{P_0} = 5, P_1 = 5P_0, \quad \frac{V_1}{V_0} = 3 \Rightarrow V_1 = 3V_0$$

$$\begin{array}{r} \times 307 \\ 40 \\ \hline 12280 \\ + 5881 \\ \hline 18161 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 64 \\ 92 \\ \hline 128 \\ 576 \\ \hline 5888 \end{array}$$



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!

$$A_{1-2} = \int_{3V_0}^{6V_0} \left(-\frac{V}{V_0} + 8\right) P_0 dV = -\frac{P_0}{V_0} \int_{3V_0}^{6V_0} V dV + 8P_0 \int_{3V_0}^{6V_0} dV = -\frac{P_0}{V_0} \frac{36V_0^2 - 9V_0^2}{2} + 8P_0 \cdot 3V_0 = 24P_0V_0 - 13,5P_0V_0 =$$

$$= 10,5 P_0 V_0$$

$$A_{2-3} = \int_{6V_0}^{3V_0} \left(-\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 4\right) P_0 dV = -\frac{P_0}{3V_0} \int_{6V_0}^{3V_0} V dV + 4P_0 \int_{6V_0}^{3V_0} dV = -\frac{P_0}{3V_0} \frac{9V_0^2 - 36V_0^2}{2} + 4P_0 \cdot 3V_0 =$$

$$= \frac{9}{2} P_0 V_0 - 12 P_0 V_0 = -4,5 P_0 V_0$$

$$A = A_{1-2} + A_{2-3} = 3 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{3-1}}{A} = \frac{3 P_0 V_0}{3 P_0 V_0} = 3$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{\left(\frac{V}{V_0} + 8\right) P_0 V}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} \underbrace{\left(-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V\right)}_{\max}$$

$$\frac{dT}{dV} \left(-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V\right) = 0$$

$$-\frac{2P_0}{V_0} V + 8P_0 = 0$$

$$2V = 8V_0$$

$$3V_0 < V = 4V_0 < 6V_0 \quad -V$$

$$T_{\max} = \frac{1}{\nu R} \left(-\frac{P_0 \cdot 16V_0^2}{V_0} + 32P_0 V_0\right) = \frac{16P_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R} = \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{\nu R} = \frac{12P_0 V_0}{\nu R}$$

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

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+}$$

$$Q_+ = Q_{3-1} + Q_{1-2}$$

$$Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} = 9P_0 V_0, \quad Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 10,5P_0 V_0 + \frac{3}{2}(6V_0 \cdot 2P_0 - 5P_0 \cdot 3V_0) = (10,5 + 4,5)P_0 V_0$$





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.

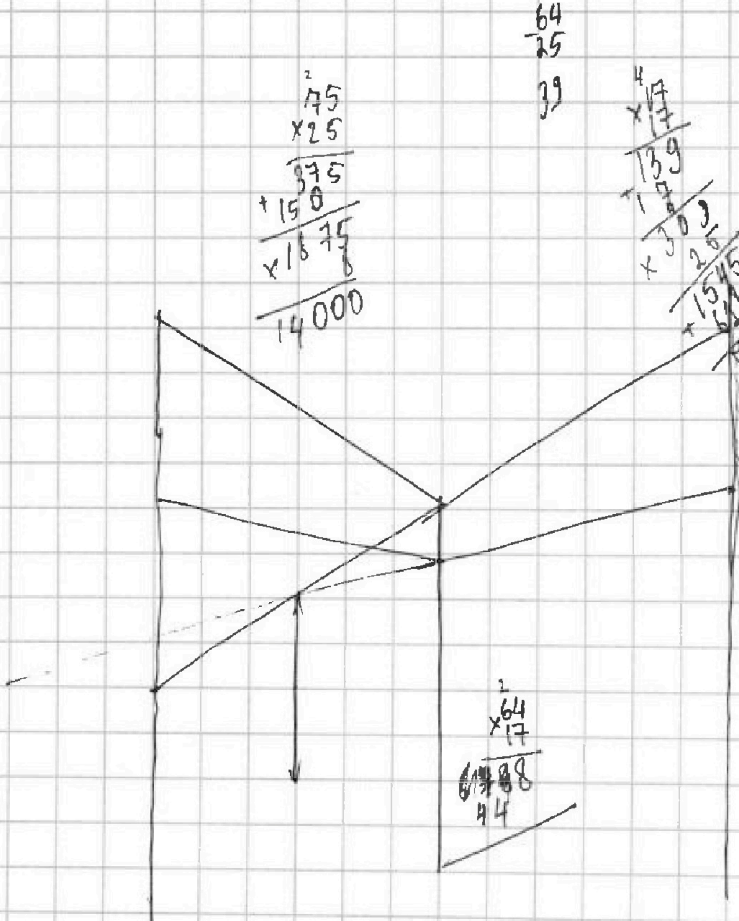
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$Q_{1-2} = 6P_0V_0$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + Q_{2-3} = -7,5P_0V_0 + \frac{3}{2}(9P_0V_0 - 12P_0V_0) = (-7,5 - 4,5)P_0V_0 = -12P_0V_0$$



$$L \frac{dI}{dt} = -\mathcal{E}_i = -n \frac{dB}{dt} S = n_1 dS$$

$$L \frac{dI}{dt} = n dS$$

$$L \frac{dI}{dt} =$$

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{d(B_{0H} + I \mu_0 \frac{3n}{l}) S n}{dt}$$

$$g L \frac{dI}{dt} = \frac{d(B_{0H} - I \mu_0 \frac{3n}{l}) S_3 n}{dt}$$

$$L \frac{dI}{dt} = -dS n + \frac{dI}{dt} \mu_0 \frac{n^2}{l} S$$

$$g L \frac{dI}{dt} = -\frac{dI}{dt} \mu_0 \frac{3n^2}{l} S$$

$$2L \frac{dI}{dt} = -dS n$$

$$\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{dS n}{2L}$$

$$L \frac{dI}{dt} = n_1 dS + \frac{dB_{ind} g}{dt}$$

$$g L \frac{dI}{dt} = 3n$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 17 \\ \hline 448 \\ + 64 \\ \hline 1088 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14000 \\ + 4100 \\ \hline 18100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18800 \\ - 2720 \\ \hline 16080 \\ + 1088 \\ \hline 17168 \end{array}$$



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!

$$\eta = \frac{3R_0 V_0}{(3+6) R_0 V_0} = \frac{3}{15} = 0,2$$

N3

$$1) \frac{1}{2} k \frac{Q}{x^2} = k \frac{Q}{x^2} + \frac{kQ}{x^2}$$

$$Q \left( \frac{1}{2} - 1 \right) = q$$

$$q = -Q \left( 1 - \frac{1}{2} \right)$$

$$\varphi = k \frac{4Q}{3R} - k \frac{Q \left( 1 - \frac{1}{2} \right)}{3R} + k \frac{3Q \left( 1 - \frac{1}{2} \right)}{3R} = k \left( \frac{4Q - Q \left( 1 - \frac{1}{2} \right)}{3R} \right) = \frac{kQ}{3R} \left( 3 + \frac{1}{2} \right)$$

$$2) \varphi \left( \frac{R}{3} \right) = k \frac{3Q}{R} - \frac{3kQ \left( 1 - \frac{1}{2} \right)}{R} + k \frac{3Q \left( 1 - \frac{1}{2} \right)}{3R} = k \frac{Q}{R} \left( 3 - 2 \left( 1 - \frac{1}{2} \right) \right) = k \frac{Q}{R} \left( 1 + \frac{2}{2} \right)$$

$$\varphi \left( \frac{2R}{3} \right) = k \frac{2Q}{2R} - \frac{3kQ \left( 1 - \frac{1}{2} \right)}{2R} + k \frac{2Q \left( 1 - \frac{1}{2} \right)}{2R} = k \frac{Q}{2R} \left( 3 - \left( 1 + \frac{1}{2} \right) \right) = \frac{kQ}{2R} \left( 2 + \frac{1}{2} \right)$$

$$\frac{\varphi \left( \frac{R}{3} \right)}{\varphi \left( \frac{2R}{3} \right)} = \frac{8}{5} = \frac{k \frac{Q}{R} \left( 1 + \frac{2}{2} \right)}{k \frac{Q}{2R} \left( 2 + \frac{1}{2} \right)}$$

$$\frac{8}{5} \left( 1 + \frac{1}{2} \right) = 8 \left( 1 + \frac{2}{2} \right)$$

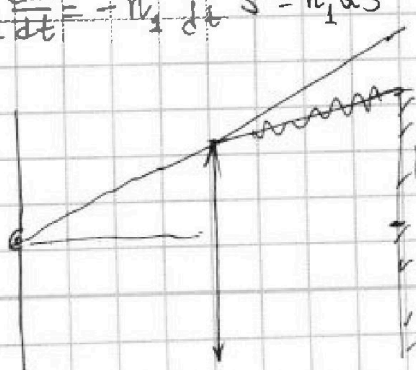
$$8 + \frac{4}{2} = 5 + \frac{10}{2}$$

$$3 = \frac{6}{2} \quad a = 2$$

N4

$$L \frac{dI}{dt} = -N_2 \frac{dB}{dt} S = N_1 dS$$

N5



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

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

$$\frac{2h}{r} = \frac{3h}{R} \rightarrow R = \frac{3}{2}r$$

$$\frac{1}{r} + \frac{2}{R} = \frac{1}{R_1} \quad R_1 = 2r$$