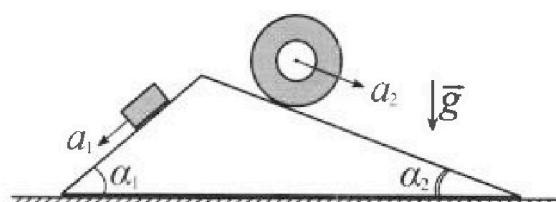


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-01**

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (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  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$ . Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

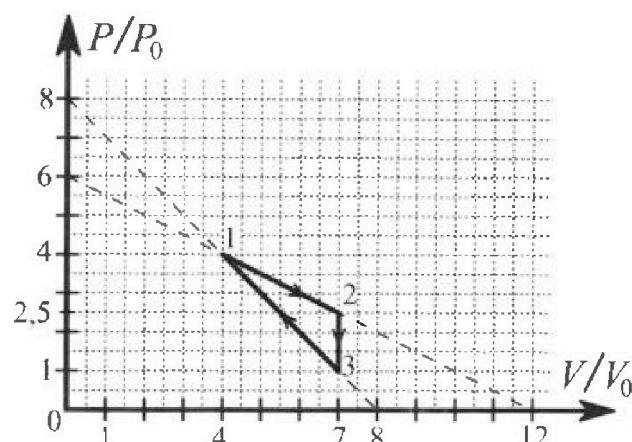


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числом 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.

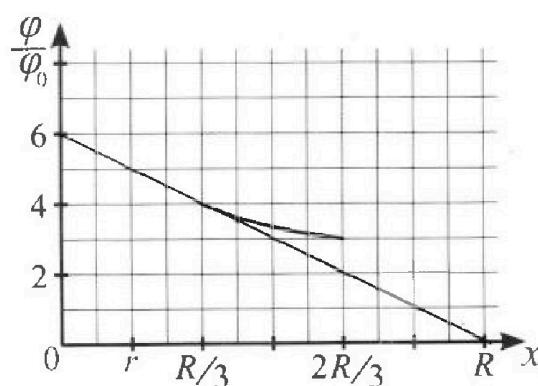
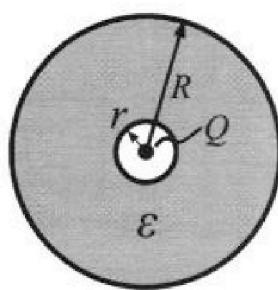
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



# Олимпиада «Физтех» по физике,

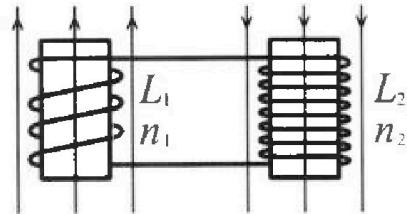
февраль 2024

Вариант 11-01



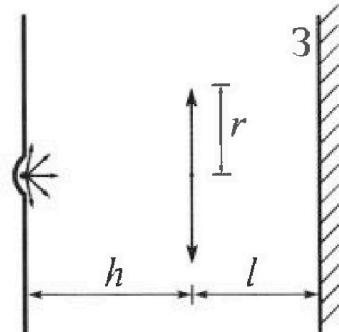
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  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 из меняться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать 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  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. 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  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

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



- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\text{4) } 4m a_2 = 4mg \sin \alpha_2 + F_2 \quad (3)$$

$$0 = 4mg \cos \alpha_2 - N_2 \quad (4)$$

$$\text{By (3)} \Rightarrow F_2 = 4m(a_2 - g \sin \alpha_2) = -\frac{15}{26} mg.$$

$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg.$$

3)

~~На линии действует со стороны земли~~

Кинематика. Задача для него №3 задачи №1

$$0 = Mg + N_3 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_1 - \vec{N}_1 - \vec{F}_2 - \vec{N}_2$$

Суммируем по горизонтальной оси. Ок

$$0 = F_{3x} + F_1 \cdot \cos \alpha_1 - N_1 \cdot \sin \alpha_1 + N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2.$$

$$-F_{3x} = \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} + \frac{48}{13} mg \cdot \frac{5}{13} - \frac{15}{26} mg \cdot \frac{12}{13}.$$

$$|F_{3x}| = |F_3| = \frac{38}{165} mg.$$

Очевидно: 1)  $\frac{14}{65} mg$ ; 2)  $\frac{15}{26} mg$ ; 3)  $\frac{96}{165} mg$ .



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 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!

1) 2) Процессы 2-3 - сжатия. Рабочий диметр 2000  
диаметр процесса  $C_V = \frac{3}{2} R$ , тогда

$$\Delta U_{23} = C_V \cdot \Delta T_{23}$$

$$T_3 = T_2 + \text{уравнение состояния: } p = \frac{\rho R T}{V}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_0 = \frac{\rho R T_3}{V_0}, \\ 2,5 P_0 = \frac{\rho R T_2}{V_0}, \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta T_{23} = T_3 - T_2 = \frac{T_3 V_0 - 2,5 P_0 V_0}{\rho R} = -\frac{21}{2} \frac{P_0 V_0}{\rho R}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} R \cdot \Delta T \cdot \left( -\frac{21}{2} \cdot \frac{P_0 V_0}{\rho R} \right) = -\frac{63}{4} P_0 V_0$$

Работу можно уменьшить минимизируя площадь контура цикла, который охвачен зоной трения.

$$A = \frac{1}{2} \cdot (7V_0 - 4V_0) \cdot (2,5 P_0 - P_0) = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\text{Отношение } k_1 = \frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{\frac{63}{4} P_0 V_0}{\frac{9}{4} P_0 V_0} = 7$$

2) Уравнение  $p(V)$  / процесс 12:

$$p = 6 P_0 - \frac{6 P_0}{12 V_0} \cdot V = 6 P_0 - \frac{P_0}{2 V_0} V$$

$$\text{также } p = \frac{\rho R T}{V}$$

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.



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\partial R T = \frac{p_0 V}{\partial R} = \left( 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right) V = - \frac{p_0}{2V_0} V^2 + 6p_0 V \text{ - неправильный}$$

Было сказано что условия нелинейные

$$V_x = \frac{-6p_0}{-\frac{p_0}{V_0}} = 6V_0 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \Rightarrow T_{\max} = \frac{3p_0 \cdot 6V_0}{\partial R} = \frac{18p_0 V_0}{\partial R} \\ p_x = 3p_0 \end{array} \right.$$

В состоянии 2 температура должна быть равна

$$p_1 = \frac{\partial R T_1}{V_1} \Rightarrow T_1 = \frac{p_1 V_1}{\partial R} = \left\{ \begin{array}{l} p_1 = 4p_0 \\ V_1 = 4V_0 \end{array} \right\} = \frac{16p_0 V_0}{\partial R}.$$

Отношение  $\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$

3) Найдем температуру, получимую при этом работе:

I. На процессе 2-3 температура внутренних энергий уменьшилась, а работа не сократилась?

$\Rightarrow Q_{23} < 0$  — не уменьшилась полученная работа.

II. Найдем работоспособность  $Q_2 (V)$  в процессе 12:

$$(1) p \cdot dV + V \cdot dp = \partial R dT$$

$$(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V) dV + V \left( -\frac{p_0}{2V_0} dV \right) = \partial R dT.$$

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.



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$dQ = \frac{3}{2} \int R dT + p \cdot dV = \frac{3}{2} \left( 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right) dV = \frac{p_0 V dV}{2V_0} + \left( 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right) dV =$$

$$= 9p_0 dV - \frac{3}{2} \frac{p_0}{2V_0} V dV + 6p_0 dV - \frac{p_0}{2V_0} V dV = \\ = 15p_0 dV - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV$$

$$\Delta Q(U) = 15p_0 \Delta V - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} (V_{II}^2 - V_I^2)$$

Чтобы  $\Delta Q > 0$ , необходимо  $V_{II} > V_I$ .

$$15p_0 (V_{II} - V_I) - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} (V_{II} - V_I)(V_{II} + V_I) > 0.$$

$$V_{II} + V_I < \frac{15}{2} \frac{p_0}{p_0} V_0$$

Если будет минимальное значение для процесса  $\rightarrow V_I = 4V_0$

$V_{II} < \frac{15}{2} \frac{p_0}{p_0} V_0$  — ~~тогда не будет процесса 2-3~~  
Все это время ~~тогда не будет процесса 2-3~~  
~~так как у системы нет симметрии процесса~~  
~~происходит~~.

$$\Delta Q_{12} = 15p_0 (7V_0 - 4V_0) - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} (45V_0 - 16V_0^2) = \\ = 225p_0 V_0 + 2p_0 V_0 \underbrace{\left[ 12 \frac{p_0}{V_0} V_0 \right]}_{\text{последний член}}$$

$$\Delta U_{23} = - \frac{6}{5} p_0 V_0$$

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.



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 9

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 проще той подумалось  $Q = Q_1 + Q_2$~~

Аналогичная задача №2 равесна той из задачи 31!

$$P(V) = \delta p_0 - \frac{p_0}{V_0} V.$$

$$\left( \delta p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) dV = \frac{p_0}{V_0} V \cdot dV = I R dT.$$

$$T(V) = \frac{1}{R} \left( \delta p_0 (V_1 - V) - \frac{p_0}{V_0} (V_1^2 - V^2) \right)$$

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

$$= 20 p_0 dV - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV$$

$$\Delta Q = 20 p_0 (V_1 - V) - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} (V_{11}^2 - V_1^2) > 0$$

$$20V > 2V_{11} + 2V_1 \rightarrow V_{11} + V_1 < 10V_0$$

Максимальное значение для  $V_{11}$  это  $V_0$ .

Поэтому  $V_{11} = 5V_0$ ,  $V_1 = 5V_0$ .

Но при  $V = (4V_0, 6V_0)$  ток не может быть

$$\Delta Q_{12} = -20 p_0 \cdot 2V_0 = -20 p_0 V_0$$

$$\Delta Q = 0, \text{ тогда } V_1 = V_{11} = 5V_0, \text{ выше этой точки температура}$$

$$\text{и выше } \Delta Q_{31} = 20 p_0 (5V_0 - 2V_0) - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} (25V_0^2 - 4V_0^2) = 80 p_0 V_0$$

$$Q_+ = \Delta Q_{31} + \Delta Q_{12} = 14 p_0 V_0 ; A = \frac{3}{4} p_0 V_0.$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9}{14} = \frac{9}{56}; \text{ Ответ: 1) } \frac{63}{56}; 2) \frac{9}{8}; 3) \frac{9}{80} 80$$



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.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

73.

$$\frac{dP}{dt} = B = \frac{kQ}{\epsilon R^2}$$

~~$\frac{\partial}{\partial t} \int_{R_1}^{R_2} \frac{4\pi r^2 - kQ}{r^2} dr = \frac{9549}{16}$~~

~~$66 \cdot 12 \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{B_0 \cdot h}{\epsilon R^2}$~~

~~$\frac{45}{16} \cdot 12 \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{B_0 \cdot h}{\epsilon R^2}$~~

~~$E \cdot dr = dP, \frac{1}{2} + \frac{3}{2}$~~

~~$\frac{kQ}{\epsilon R^2} - \frac{15}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{240}{16}$~~

~~$\frac{kQ}{\epsilon R^2} + \frac{33}{5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{33.5}{16}$~~

~~$B_0 + \frac{12}{5} = \frac{260}{16}$~~

~~$B_0 = \frac{165}{16}$~~

~~$\frac{gkQ}{\sum R^2} = \frac{6\rho_0^3 / \rho L}{R^2} + \frac{165}{16}$~~

~~$\frac{3}{3} \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{1}{2} = \frac{25}{16}$~~

~~$\frac{5}{2} \left( \frac{6\rho_0}{2V_0} - \frac{P_1}{2V_0} V \right) dV = \frac{3}{2} \frac{\rho_0}{2V_0} \cdot W$~~

~~$\frac{49}{25} \left( \frac{P_0}{2V_0} dV - \frac{2P_0}{V_0} dW \right) = \frac{49}{25} \frac{\rho_0}{2V_0} \cdot W$~~

~~$P_0 = \frac{16}{2.24}$~~

~~$20 \cdot 18$~~

~~$20 \cdot 2W_0 - 4.8 \cdot 8$~~

$E = \frac{kq}{r^2}$

$24.2.$

$L_1(I_1 - I_2) = -\frac{B_0}{2} \cdot \frac{2\pi}{\sqrt{6}}$

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.



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

Задача 3

Распределение вероятностей плотности характеристики в зависимости от  $X$

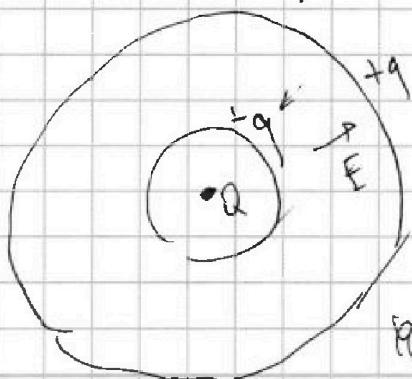
$$\varphi = \begin{cases} \frac{kQ}{x}, & \text{при } X \leq r \\ \frac{kQ}{\varepsilon x}, & \text{при } r < x \leq R \\ \frac{kQ}{X}, & \text{при } X > R \end{cases}$$

Равнота распределения имеет  $\frac{R}{2} = \frac{2R}{3} \Rightarrow \varphi = \varphi_0$ .

$$5\varphi = \frac{3kQ}{2\varepsilon R} = \varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{4RQ}{\varepsilon R}$$

При этом выражение должно быть линейной, она



$$E_{in} = \frac{kq}{x^2} + \frac{kq}{\varepsilon x^2} + \frac{kQ}{R^2} - \frac{kq}{R^2}$$

$$E_{in} = \frac{kQ}{\varepsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{R^2}$$

$$E_{in} = \frac{k(Q-q)}{\varepsilon x^2} + \frac{kq}{R^2}$$



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

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Решение для  $x = \frac{R}{3}$ . Концентрация в центре равна  $\frac{14}{3R} = 6\%$

При этом ~~не~~ для  $x = R$  концентрация равна  $R = \frac{14}{3}$

$$E\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{6\%}{R}$$



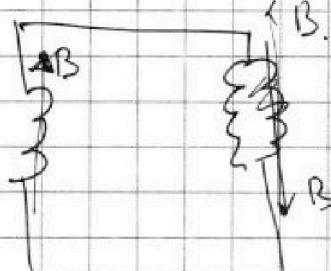
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Задача 4



1) При движении катушки внешней  
силы можно рассматривать  
согласованную индукцию, т.е.

$$\Sigma_1 = -\frac{d\Phi}{dt} = \left\{ \Phi = BSL \right\} = -dSL$$

$$\text{При этом } \Sigma_1 = -(L_1 + L_2)I \approx 0,$$

$$\Rightarrow |I| = \left| \frac{dSL}{L_1 + L_2} \right| = \frac{dSL}{3L}$$

2) В катушке нет погодка, т.е. нет  
погодки. Запишем выражение погодки для двух  
катушек:

$$P_{II}^1 =$$

$$1: P_I^1 = B_0 S n_1 - L_1 I_1.$$

$$P_I^2 = \frac{B_0 S n_1}{2} - L_1 I_{11}.$$

$$2: P_I^2 = 2B_0 S n_2 + L_2 I_2.$$

$$P_{II}^2 = \frac{2B_0 S n_2}{3} + L_2 I_{11},$$

$$\left\{ B_0 S n_1 - L_1 I_1 = \frac{B_0 S n_1}{2} - L_1 I_{11}, \quad 1.9 \right.$$

$$\left. 4B_0 S n_2 + 4L_2 I_2 = \frac{4B_0 S n_2}{3} + 4L_2 I_{11} \right.$$

$$\frac{4B_0 S n_2}{3} - 2B_0 S n_1 - 4L_2 I_{11} + 4L_1 I_1 = 0$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

Чтобы сократить вычисления, можно использовать метод суперпозиции  
Решение можно записать в виде  
 $I_1 = I_{11} + I_{12}$

$$B_0 S_n - L_1 I_1 = \frac{B_0 S_h}{2} + L_1 I_{11}$$

$$4B_0 S_n + 4L_1 I_1 = \frac{4B_0 S_h}{3} - 4L_1 I_{11}$$



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.

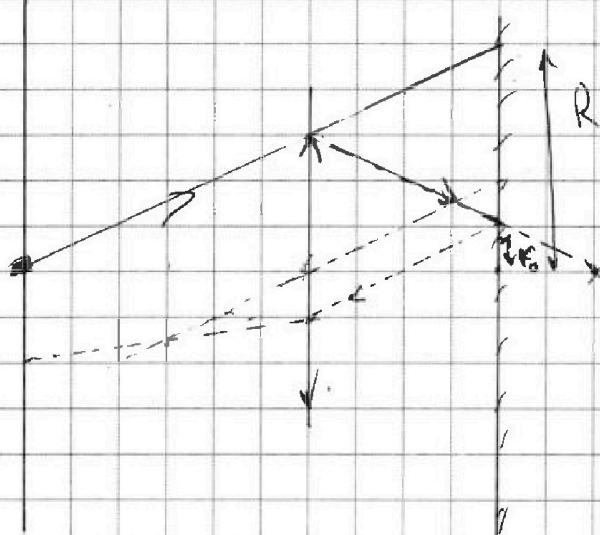
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Задача 5.

Ребята, склонка стоит в фонтане глубиной 20 см. из неё всплыл изображение предмета. Он имеет форму глубиной 15 см.



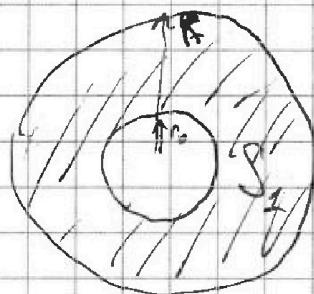
Причём изображение предмета получается через воду и зеркало. Изображение предмета получается симметрическим относительно зеркала.

из подобия:

$$\frac{r}{2F} = \frac{r_0}{2F - l}$$

$$\frac{r}{l} = \frac{r_0}{2h} \rightarrow r_0 = \frac{r}{3}$$

Б) Зеркало выходит из воды картина.



Рассмотрим предмет изображение которого не попадает в воду. Он лежит на расстоянии R от зеркала.

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

Найдем площадь S не окраинной зоны:

$$S = \pi R^2 - \pi r_0^2 = \pi \left( \frac{25}{9} l^2 - \frac{4}{9} l^2 \right) = 24\pi (cm^2)$$



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.

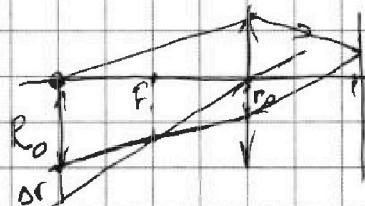
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

2) Рассмотрим тонкую бронзовую пластины, приложенные к зеркалу + доски, края между которыми синхронно врашаются в одинаковом направлении с радиусами  $R_0$  и  $r_0$ . Тогда синий угол синхронизирован с углом  $\alpha$ .

Рассмотрим для приведенного угла. После зеркального отображения это же значение угла. Отличие в приведенном угле между  $\alpha$  и  $\alpha'$  — это  $\Delta\alpha$ , и оно равно  $\Delta\theta$ .



Также  $\alpha = \alpha'$ .

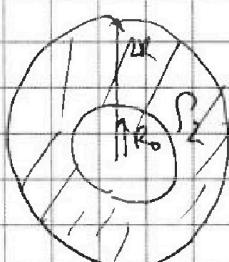
Из равенства приведенных:

$$\Delta\theta = \alpha - \alpha' = \alpha$$

$$У \text{ получаем } \frac{R_0 + r_0}{r} = \frac{\alpha}{\Delta\theta} \Rightarrow R_0 + r_0 = \Gamma$$

$$R_0 = \Gamma - r_0 = \frac{2}{3} \Gamma$$

Бронзовая пластина имеет форму кольца с радиусом  $\Gamma$  и толщиной  $t$ , которая имеет форму кольца с радиусом  $R_0$ .



$$S_2 = \pi \cdot ((2\Gamma)^2 - R_0^2) = \\ = \pi \left( \frac{4 \cdot 25}{9} r^2 - \frac{4}{9} r^2 \right) = \\ = 96 \pi (cm)^2$$



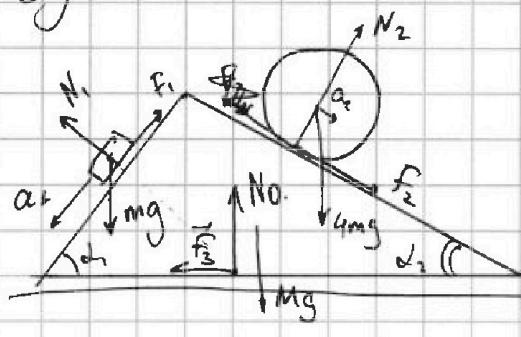
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Задача 1.



1) Рассмотрим систему, где оба тела соединены пружиной:

$N_1$  - сила, передаваемая соединением пружины на оба тела

$mg$  - сила тяжести

$F_1$  - сила тяги

По 1-му закону Ньютона:

$$m\vec{a}_1 = \vec{N}_1 + \vec{mg} + \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

Составляем на Ось по направлению движению уравнение для силы тяги:

$$ma_1 = mg \cos(90^\circ - \alpha_1) - F_1 \quad (1)$$

$$0 = mg \sin(90^\circ - \alpha_1) - N_1 \quad (2)$$

$$\text{Из (1)} \Rightarrow F_1 = m(a_1 - g \sin \alpha_1) = \frac{16}{65} mg$$

$$\text{Из (2)} \Rightarrow N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4mg}{5}$$

2) Аналогично задаче 1: Заменим ~~пружину~~ ~~пружины~~ две груза массой  $m$  каждую с одинаковой скоростью между собой: При этом  $F_2$  направлен по движению системы.

$$4m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + 4m\vec{g}$$

Составляем на ось по движению грузов уравнение для силы тяги:

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!

Черновик

$$\frac{5}{13} - \frac{3}{5} = \frac{25 - 9}{65} = \frac{16}{65} = 2,5$$

$$65 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 2$$

$$65 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2$$

$$656 - 4056 + 1000 - 4500$$

$$\frac{2\pi \cdot 3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{\alpha}{R}$$

$$I \cdot \Sigma = I_0 \cdot \Sigma = F_1 R$$

$$I_A = \frac{F_1 R}{\Sigma}$$

$$I_A = \frac{F_1 R}{\Sigma} = \frac{15}{2} = \frac{24}{7^2}$$

$$\frac{4mgR \sin \alpha}{\Sigma} = \frac{F_1}{\Sigma} + 4mR$$

$$\frac{4mg \sin \alpha}{I} = \frac{F_1}{\alpha_2} + 4m$$

$$\sqrt{\frac{I}{I_0}} = \sqrt{\frac{F_1}{\alpha_2}}$$

$$\frac{5}{2} - 4 = \frac{5}{24} - \frac{5}{13} = \frac{125}{312} = \frac{35}{312}$$

$$\frac{7}{2} \cdot \frac{16}{5} = \frac{2}{5} \cdot \frac{15}{13} = \frac{16}{65}$$

$$\frac{14}{65} = \frac{14}{65}$$

$$\frac{24}{7^2} = \frac{24}{49} = \frac{16}{312}$$

$$\frac{4500}{312} = \frac{5 \cdot 9}{312} = \frac{5}{6}$$

$$\frac{5}{6} = \frac{5}{6}$$

$$\frac{5}{13} - \frac{3}{5} = \frac{25 - 9}{65} = \frac{16}{65} = 2,5$$

$$65 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 2$$

$$65 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2$$

$$656 - 4056 + 1000 - 4500$$