

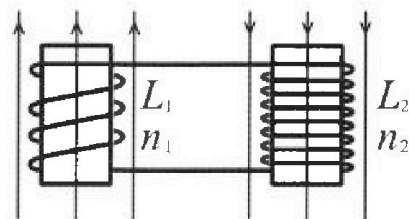
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

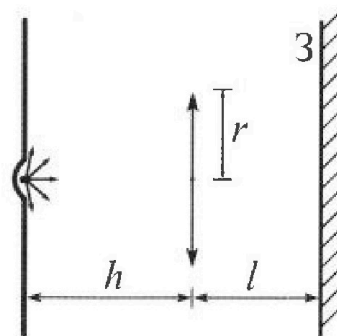


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 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  $B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $3B_0$  до  $9B_0/4$ , 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  $F = h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 5$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



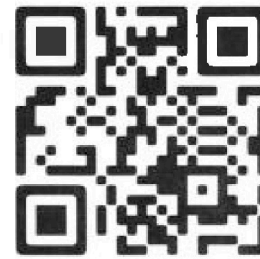
- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



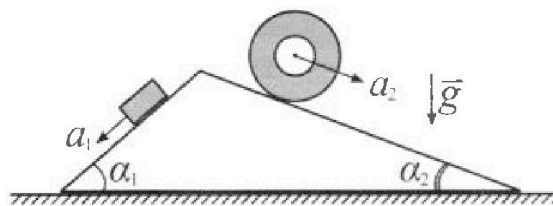
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (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.

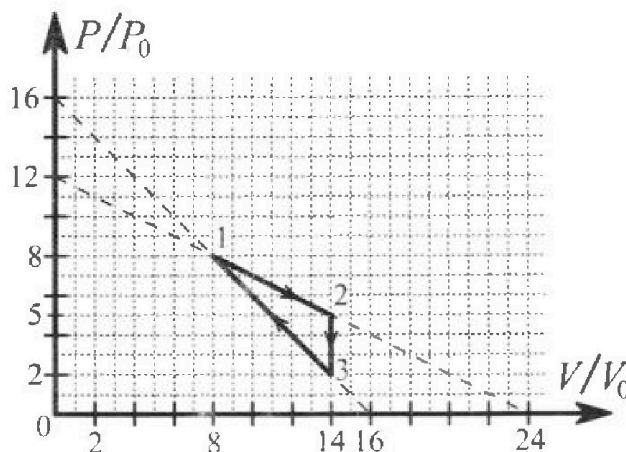


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

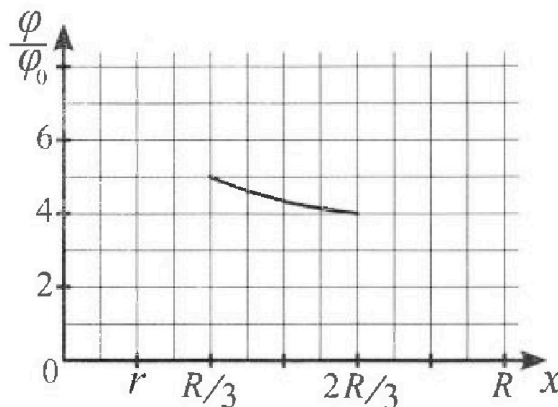
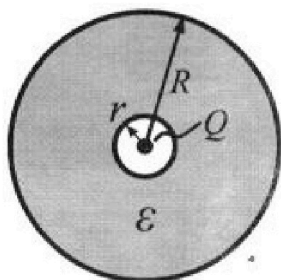
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  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  $x = 5R/6$ .
- 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 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!

1) Развел. Движением движущий элемент шлобы.

$a_1 = \frac{60}{13}$   
 $a_2 = \frac{9}{4}$   
 $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$   
 $\sin \alpha_2 = \frac{1}{13}$

$m: 23M:$

$g_1: N_1 = \mu g \cos \alpha_1$   
 $\mu: \mu g \sin \alpha_1 - F_1 = m a_1 \rightarrow$   
 $\rightarrow F_1 = \mu g \sin \alpha_1 - m a_1$   
 $F_1 = \mu N_1 \rightarrow F_1 = \mu \mu g \cos \alpha_1$   
 $\rightarrow \mu \mu g \cos \alpha_1 = \mu g \sin \alpha_1 - m a_1$   
 $\rightarrow \mu = \frac{g \sin \alpha_1 - a_1}{g \cos \alpha_1} \rightarrow \mu = \frac{3}{4} - \frac{3}{13} \cdot \frac{5}{42}$   
 $\rightarrow \mu = \frac{3 \cdot 13 - 15 \cdot 5}{4 \cdot 26} \rightarrow \mu = \frac{39 - 30}{52} \rightarrow \mu = \frac{9}{52}$

$\rightarrow \mu: F_1 = \mu g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{60}{13} \rightarrow F_1 = \left( \frac{3 \cdot 13}{5} - \frac{6 \cdot 5}{13} \right) \mu g$   
 $\rightarrow F_1 = \frac{39 - 30}{65} \mu g \rightarrow F_1 = \frac{9}{65} \mu g$

$2m: 23M: g_2: N_2 = 2 \mu g \cos \alpha_2 = 0$   
 $\rightarrow N_2 = 2 \mu g \cos \alpha_2$ ;  $\mu_2: 2 \mu g \sin \alpha_2 - F_2 = 2m a_2$   
 $\rightarrow F_2 = 2m (g \sin \alpha_2 - a_2) = 2m \left( g \cdot \frac{5}{13} - \frac{9}{4} \right) =$   
 $= 2 \mu g \left( \frac{5}{13} - \frac{9}{4} \right) \rightarrow F_2 = 2 \mu g \cdot \frac{7}{52 \cdot 26}$   
 $\rightarrow F_2 = \frac{7}{26} \mu g$

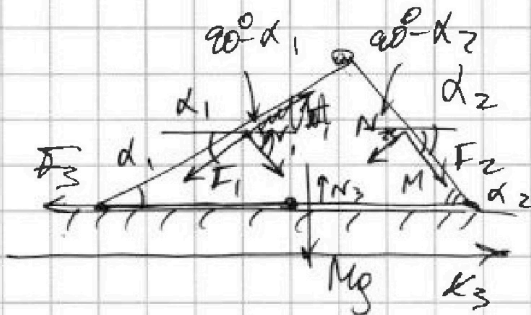


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



2) Разложим отдельные шнеки, представив шнеки в соответствии с ЗЗН:

ЗЗН для шнека:

$$K_3: F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + F_{3x_3} = 0$$

$$F_{3x_3} = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1$$

$$\rightarrow F_{3x_3} = \frac{9}{65} \text{ мН} \cdot \frac{4}{5} + 2 \text{ мН} \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{7}{26} \text{ мН} \cdot \frac{12}{13} -$$

$$- \text{ мН} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \rightarrow F_{3x_3} = \text{ мН} \left( \frac{36}{65 \cdot 5} + \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{7 \cdot 12}{26 \cdot 13} - \right.$$

$$\left. - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} \right) = \text{ мН} \left( \frac{36 \cdot 13 + 24 \cdot 125 - 7 \cdot 6 \cdot 25 - 12 \cdot 169}{25 \cdot 169} \right) \cdot 13 =$$

$$= \text{ мН} \left( \frac{13(36 - 12 \cdot 13) - 25(24 \cdot 5 + 42)}{25 \cdot 169} \right) =$$

$$= \text{ мН} \frac{13 \cdot 12(3 - 13) - 25 \cdot 2(60 + 21)}{25 \cdot 169} =$$

$$= \text{ мН} \cdot \frac{13 \cdot 12(-10) - 5 \cdot 10(-39)}{25 \cdot 169} =$$

$$= \frac{10(-13 \cdot 12 + 5 \cdot 39)}{25 \cdot 169} = \frac{10 \cdot 79}{25 \cdot 169} \text{ мН}$$

$$= \frac{10 \cdot 79}{25 \cdot 169} \text{ мН} = \frac{788}{5 \cdot 169} \text{ мН} = \frac{788}{845} \text{ мН} = F_3$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{9}{65} \text{ мН}$ ,

2)  $F_2 = \frac{7}{26} \text{ мН}$ ,

3)  $F_3 = \frac{788}{845} \text{ мН}$ ,  $F_3 = \frac{788}{845} \text{ мН}$ .

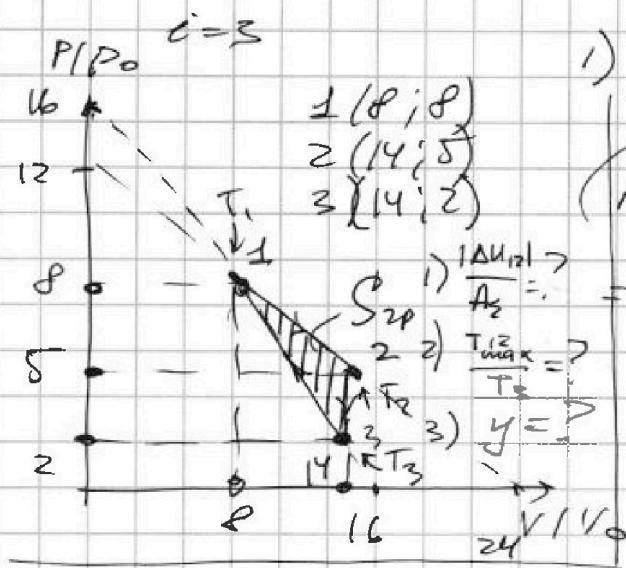


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) Рассчитаем работу цикла:

$$A_2 = \int P dV = p_0 V_0 \int_{P_0}^P \frac{dV}{V_0} = p_0 V_0 S_{23}$$

$$= \left( \frac{8+2}{2} \right) \cdot 6 - \frac{8+2}{2} \cdot 6 = 9$$

$= 13 \cdot 3 - 10 \cdot 3 = 9$  →  $A_2 = 9 p_0 V_0$  (работа газа сумм)

$\eta = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$  (по сур. кр. 1-2)

2) Рассчитаем температуру  $T_2$ :

то сур. Менд. - идеальная,  $p_1 V_1 = \nu R T_1$   
 $p_2 V_2 = \nu R T_2$

→  $\begin{cases} 8 p_0 \cdot 8 V_0 = \nu R T_1 \\ 8 p_0 \cdot 14 V_0 = \nu R T_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T_1 = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R} \\ T_2 = \frac{112 p_0 V_0}{\nu R} \end{cases} \rightarrow (T_2 > T_1)$   
 $\frac{T_{12}^{max} - T_2}{T_2} = \frac{64 p_0 V_0}{112 p_0 V_0} = \frac{2}{7}$

$|ΔU_{12}| = \frac{1}{2} \nu R |ΔT_{12}| = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{112 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{64 p_0 V_0}{\nu R} \right) = 9 p_0 V_0$

→  $|ΔU_{12}| = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{48 p_0 V_0}{\nu R} = 9 p_0 V_0$

Очевидно,  $\frac{|ΔU_{12}|}{A_2} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1$

3) то сур. М.-К.,  $p_3 V_3 = \nu R T_3 \rightarrow 2 p_0 \cdot 14 V_0 = \nu R T_3 \rightarrow T_3 = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R}$

→  $T_3 = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R} \rightarrow \frac{T_{max}^{12}}{T_3} = \frac{112 p_0 V_0 / \nu R}{28 p_0 V_0 / \nu R} = 4 \times 2 = 8$



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  
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!

$$\rightarrow \boxed{\frac{r_{max}^2}{r_3} = \frac{s}{2}}$$

• В этом процессе

$$\frac{p(V)}{p_0} = 1 \quad p(sV_0) = s p_0$$

$$p(14V_0) = 8 p_0$$

$$p(V) = \alpha V + \beta \rightarrow \begin{cases} s p_0 = s \alpha V_0 + \beta \\ 8 p_0 = 14 \alpha V_0 + \beta \end{cases}$$

$$\rightarrow 3 p_0 = -6 \alpha V_0 \rightarrow \boxed{\alpha = -\frac{1}{2} p_0 \frac{V_0^{-1}}{s}}$$

$$\rightarrow s p_0 = -4 p_0 + \beta \rightarrow \beta = 12 p_0$$

$$\rightarrow \boxed{p(V) = -\frac{1}{2} p_0 \frac{V}{V_0} + 12 p_0}$$

• Запишем первое начало

и второе начало в виде дифференциала:

$$s Q = \frac{3}{2} DR dT + p dV = \frac{3}{2} DR d\left(\frac{pV}{DR}\right) + p dV =$$

$$= \frac{3}{2} DR d\left(-\frac{1}{2} p_0 \frac{V^2}{V_0} + 12 p_0 V\right) - \frac{1}{2} p_0 \frac{V dV}{V_0} + 12 p_0 dV$$

$$= -\frac{3}{4} DR p_0 \frac{2V dV}{V_0} + 2 \cdot 6 DR p_0 dV - \frac{p_0}{2V_0} V dV + 12 p_0 dV$$

$$\rightarrow s Q = -\frac{3}{2} \frac{DR p_0}{V_0} V dV + 12 DR p_0 dV - \frac{p_0}{2V_0} V dV + 12 p_0 dV$$

$$\hookrightarrow s Q = p_0 dV (12 + 18) - \frac{2 p_0}{V_0} V dV \rightarrow$$

$$\rightarrow s Q = 30 p_0 dV - \frac{2 p_0}{V_0} V dV \rightarrow$$

$$\rightarrow \int s Q = 30 p_0 \int dV - \frac{2 p_0}{V_0} \int V dV \rightarrow$$



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!

$$\rightarrow Q(V) = 30\rho_0(V - 8V_0) - \frac{2\rho_0}{\sqrt{V_0}} \left( \frac{V^2}{2} - \frac{64V_0^2}{2} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q(V) = 30\rho_0 V - 240\rho_0 V_0 - \frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} V^2 + 64\rho_0 V_0$$

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} V^2 + 30\rho_0 V - 176\rho_0 V_0$$

$$V_B = -\frac{30\rho_0}{-2\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}}} = 15V_0 \rightarrow \text{взяв информацию}$$

- с помощью информации из условия  
в действии является введенное

$$Q_{12} = Q(14V_0) = -\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} \cdot 196V_0^2 + 30 \cdot 14\rho_0 V_0 - 176\rho_0 V_0$$

$$\rightarrow Q_{12} = (-196 - 176 + 420)\rho_0 V_0 \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_{12} = 48\rho_0 V_0$$

4) Аналогичное процесс

31

$$P(8V_0) = 8\rho_0$$

$$8\rho_0 = \alpha P \quad P(14V_0) = 2\rho_0$$

$$\rightarrow \begin{cases} 8\rho_0 = \alpha \cdot 14V_0 + \beta \\ 2\rho_0 = \alpha \cdot 8V_0 + \beta \end{cases} \rightarrow 6\rho_0 = -6\alpha V_0$$

$$\alpha = -\frac{\rho_0}{V_0}$$

$$\rightarrow 8\rho_0 = -\frac{8\rho_0}{V_0} V_0 + \beta \rightarrow \beta = 16\rho_0$$

$$\rightarrow \text{в процессе 31 } P(V) = -\frac{\rho_0}{V_0} V + 16\rho_0$$

$$\rightarrow dQ = \frac{3}{2} d\left(-\frac{\rho_0}{V_0} V + 16\rho_0 V_0\right) - \frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} dV + 16\rho_0 dV_0$$

$$\rightarrow \int dQ = -\frac{3\rho_0}{2V_0} dV + 24\rho_0 V_0 dV - \frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} dV + 16\rho_0 V_0 dV$$

$$\rightarrow \int dQ = -2\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} V + 40\rho_0 V_0 dV +$$

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 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!

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{2P_0}{V_0} \left( \frac{V^2}{2} - \frac{196V_0^2}{2} \right) + 40P_0V_0(V - 14V_0)$$

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 196P_0V_0 + 40P_0V - 560P_0V_0$$

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 40P_0V - 364P_0V_0 \quad V_B = \frac{180P_0}{-2\frac{P_0}{V_0}} = 0 \rightarrow$$

→ на графике 31 было отмечено 304 свободной.  $Q_{31} = Q(8V_0) = 64P_0V_0 - 196P_0V_0 + 40P_0V_0$   
 $Q_{31} = -388P_0V_0$

Ответ: 1)  $\frac{|DU_{12}|}{A\varepsilon} = 1$   
 2)  $\frac{r_{max}^{12}}{r_3} = \frac{5}{2}$

→ в среднем  $Q_{23} = \frac{2}{2} \sqrt{R} \frac{(28P_0V_0 - 60P_0V_0)}{\sqrt{R}}$   
 $= \frac{2}{2} P_0V_0 (-32) = -48P_0V_0$

$$\eta = 1 - \frac{(-Q_{31} + Q_{23})}{Q_{12}} = 1 - \frac{268}{48}$$

Ответ: 1)  $\frac{|DU_{12}|}{A\varepsilon} = 1$

2)  $\frac{r_{max}^{12}}{r_3} = \frac{5}{2}$





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 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!

то процесс при  $\kappa = \frac{2R}{3}$  направляется в  
дальнейшем. В процессе  
замедляется, то  $(a_2 = g_2)$

$$\varphi_1 = \kappa \left( \frac{R}{3} \right) = \frac{\kappa a}{3} + \frac{\kappa g_1}{3} + \frac{\kappa a_2}{3} =$$

$$= \frac{\kappa (3(a + g_1) + a_2)}{3} = \frac{\kappa (3a + \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} a - \frac{3(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} a)}{3} =$$

$$= \frac{\kappa a}{3} \left( 3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right) \rightarrow \boxed{\varphi_1 = \frac{\kappa a}{3} \left( 3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right)}$$

$$\varphi_2 = \kappa \left( \frac{2R}{3} \right) = \frac{\kappa a}{\frac{3}{2}} + \frac{\kappa g_1}{\frac{3}{2}} + \frac{\kappa a_2}{\frac{3}{2}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \varphi_2 = \frac{\kappa (3a + 3g_1 + 2a_2)}{2R} = \frac{\kappa (3a - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} a)}{2R} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{\varphi_2 = \frac{\kappa a}{2R} \left( 3 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right)}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{\frac{\kappa a}{3} \left( 3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right)}{\frac{\kappa a}{2R} \left( 3 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right)} = \frac{5}{4} \rightarrow \frac{5}{4} = \frac{\frac{\kappa a}{3} \left( 3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right)}{\frac{\kappa a}{2R} \left( 3 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right)}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{2 \left( 3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right)}{3 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}} \rightarrow \frac{5}{4} = \frac{2(3\varepsilon - 2\varepsilon + 2)}{3\varepsilon - \varepsilon + 1} \rightarrow$$

$$\frac{5}{4} = \frac{2(\varepsilon + 2)}{2\varepsilon + 1} \rightarrow 10\varepsilon + 5 = 8(\varepsilon + 2) \rightarrow$$

$$10\varepsilon + 5 = 8\varepsilon + 16 \rightarrow 2\varepsilon = 11 \rightarrow \boxed{\varepsilon = 5,5}$$

$$3) \left( \varphi \left( \frac{R}{6} \right) \right) = \frac{\kappa a}{\frac{6}{3}} + \frac{\kappa g_1}{\frac{6}{3}} + \frac{\kappa a_2}{\frac{6}{3}} =$$

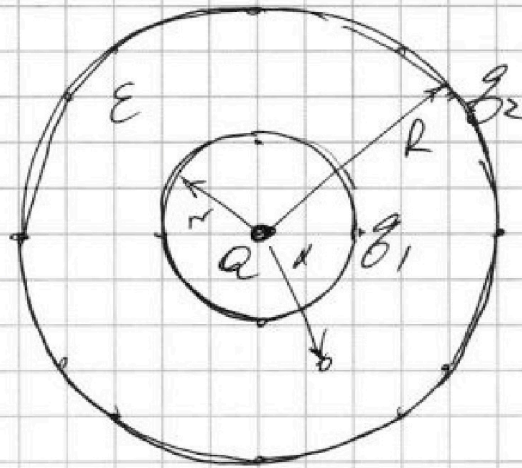
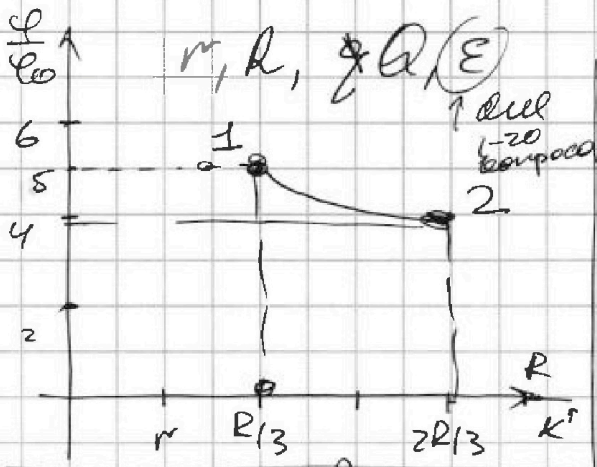


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



- 1)  $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = ?$
- 2)  $\epsilon = ?$

1) Вдвиг нулевой шара к центру

на расстояние  $\epsilon$ , шар радиуса  $r$  будет двигаться дальше:

$$\begin{cases} x < r: & \varphi(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kQg_1}{r} + \frac{kQg_2}{R} \\ r \leq x < R: & \varphi(x) = \frac{k(Q+g_1)}{x} + \frac{kQg_2}{R} \\ x \geq R: & \varphi(x) = \frac{k(Q+g_1+g_2)}{x} \end{cases}$$

В нулевой точке в действительности

$$\frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQg_1}{R} + \frac{kQ}{R} \left[ \frac{g_1}{\epsilon} = -\frac{\epsilon-1}{\epsilon} Q \right]$$

то же самое условие,  $g_1 + g_2 = 0 \rightarrow$

$$\rightarrow \left[ g_2 = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} Q \right]$$

2) т.е. при задании  $\left[ \frac{\varphi}{Q} \right](x)$  на заданном промежутке, коэффициент  $\epsilon$  от  $x = \frac{r}{5}$  до  $x = \frac{2R}{5}$  меняется шлово, а  $\epsilon$  — функция  $\epsilon(x)$



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!

$$= \frac{k(6a + 6a + 5a)}{5R} = \frac{k(6a - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} a)}{5R} =$$

$$= \frac{k a}{5R} \left( \varepsilon - 1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) = \left( \frac{k a}{5R} \left( \varepsilon + \frac{1}{\varepsilon} \right) \right)$$

Ответ: 1)  $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{k a}{5R} \left( \varepsilon + \frac{1}{\varepsilon} \right);$

2)  $\varepsilon = 5,5.$



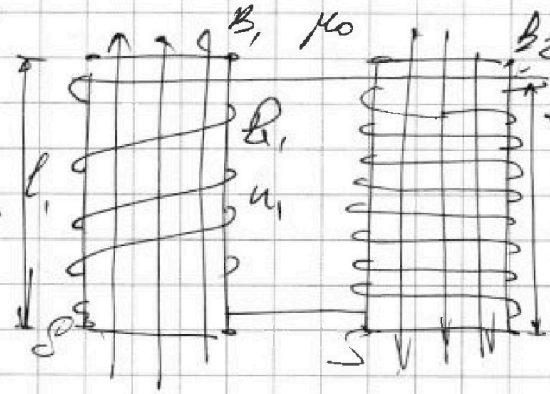
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$S, \mu_0$   
 $L_1 = L$   
 $L_2 = 16L$   
 $n_1 = n$   
 $n_2 = 4n$



1) Эффект взаимной индукции - явление, связанное с тем, что изменение тока в одной катушке вызывает ЭДС в другой катушке.

1)  $\left| \frac{dI}{dt} \right|$  и  $\mu_0$   
 $\frac{dB}{dt} = \alpha (k > 0)$   
 $= ?$

2)  $i = ?$

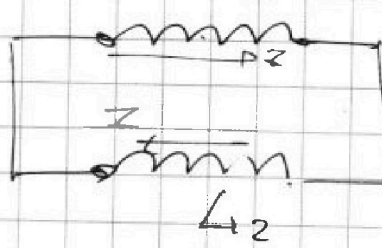
$I: \Phi_1 = \Phi_{вн} + \Phi_{собств}$   
 $(\Phi_{собств} = \mu \mu_0 \frac{n_1^2}{L_1} I S = \mu \mu_0 \frac{n^2}{L} I S)$

$\Phi_2 = \Phi_{вн} + \Phi_{собств}$   
 $(\Phi_{собств} = \mu \mu_0 \frac{n_2^2}{L_2} I S = \mu \mu_0 \frac{16n^2}{16L} I S)$

$\Phi_1 = \Phi_{вн} + \mu \mu_0 \frac{n^2}{L} I S$  ;  $\Phi_{вн} = B_1 S$   
 $\Phi_2 = \Phi_{вн} + \mu \mu_0 \frac{4n^2}{L_2} I S$  ;  $\Phi_{вн} = B_2 S$

2) Рассчитаем ток в катушке второго, если каждая катушка имеет сопротивление  $R$  и соединены последовательно.

$\Phi_1' = (B_1 S)' + (\mu \mu_0 \frac{n^2}{L} I S)'$   
 $\rightarrow (\Phi_1' = S \alpha + \mu \mu_0 \frac{n^2}{L} S \frac{dI}{dt})$   
 $\Phi_2' = 0 + \mu \mu_0 \frac{4n^2}{L_2} S \frac{dI}{dt}$



$L_2$  имеет,  $L_{12} = -L_{21} \rightarrow$   
 $\rightarrow L_{12} \Phi_1' = -L_{21} \Phi_2'$   
 $\rightarrow S \alpha + L_1 \frac{dI}{dt} = -L_2 \frac{dI}{dt}$



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.

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!

$$\rightarrow Sx = \frac{dI}{dt}(6L_1 + L_2) \rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{Sx}{7L_1}}$$

3) Обведём все вопросы вопроса. Пусть это уравнение исполнено за время  $\tau$ . В таком случае, вольт-секунда (v) останется без его вычисления.

$$\circ \varphi_1' = S \frac{dB_1}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\varphi_2' = S \frac{dB_2}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

уравнение (i),  $S \frac{dB_1}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} = -S \frac{dB_2}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt}$

$$\rightarrow S dB_1 + L_1 dI = -S dB_2 - L_2 dI \quad (ii)$$

Интегрируем уравнение (ii) за время  $\tau$ :

$$S \int_{B_0}^{B_0} dB_1 + L_1 \int_0^{\tau} dI = -S \int_{B_0}^{B_0} dB_2 - L_2 \int_0^{\tau} dI$$

$$\rightarrow -S \cdot \frac{2}{3} B_0 + L_1 \tau = -S \left( \frac{9B_0}{4} - \frac{12B_0}{4} \right) - L_2 \tau \rightarrow$$

$$\rightarrow -S \cdot \frac{2}{3} B_0 + L_1 \tau = \frac{3B_0 S}{4} - L_2 \tau \rightarrow$$

$$\rightarrow \tau (-L_2 - L_1) = -\frac{2}{3} B_0 S - \frac{3}{4} B_0 S =$$

$$\rightarrow \tau (L_2 + L_1) = \frac{8+9}{12} B_0 S \rightarrow \tau = \frac{17 B_0 S}{12(L_1 + L_2)}$$

$$\rightarrow \tau = \frac{17}{12} B_0 S \cdot \frac{1}{17L_1} \rightarrow \tau = \frac{B_0 S}{12L_1}$$

Ответ: 1)  $\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{Sx}{17L_1}$ ; 2)  $\tau = \frac{B_0 S}{12L_1}$ .

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.



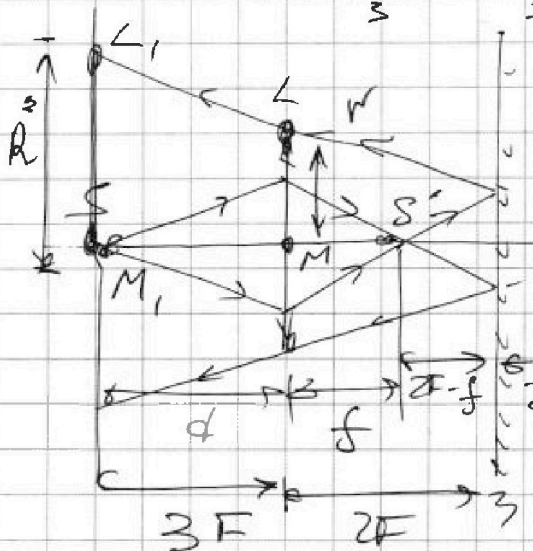
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

тогда:  $S_{\text{мал}} = \pi R^2 - \pi f^2 =$   
 $= \pi (R-f)(R+f) = \pi \left(\frac{5}{3}w - \frac{1}{3}w\right) \left(\frac{5}{3}w + \frac{1}{3}w\right) =$   
 $= \pi \cdot \frac{4}{3}w \cdot \frac{6}{3}w = \frac{8}{3} \pi w^2 \rightarrow$

$\rightarrow S_{\text{мал}} = \frac{8}{3} \pi (5 \text{ см})^2 \rightarrow S_{\text{мал}} = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$



2) Если же искомый квадрат вписан в цилиндр, то будет следующее,

$\triangle KLM \sim \triangle KL_1M_1 \rightarrow$

$\frac{R'}{5f + 2f - f} = \frac{w}{2f + 2f - f} \rightarrow$

$\frac{R'}{(7 - \frac{3}{2})f} = \frac{w}{(4 - \frac{3}{2})f} \rightarrow$

$\rightarrow \frac{R'}{\frac{11}{2}f} = \frac{w}{\frac{5}{2}f} \rightarrow R' = \frac{11}{5}w$

Отсюда,  $S_{\text{мал}} = \pi R'^2 = \frac{121}{25} \pi w^2 \rightarrow$

$\rightarrow S_{\text{мал}} = 121 \pi \text{ см}^2$

Ответ: 1)  $S_{\text{мал}} = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$ ,

2)  $S_{\text{мал}} = 121 \pi \text{ см}^2$



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 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!

$h = \frac{h}{3}$   
 $F = \frac{h}{3}$   
 $l = \frac{2h}{3}$   
 $v = 5cm$

1)  $S_{\text{своб}} = ?$   
2)  $S_{\text{тень}} = ?$

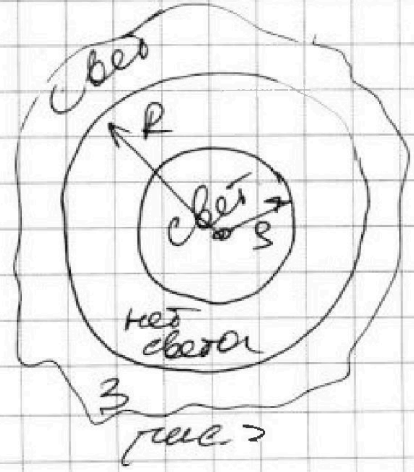
1) Параллельные лучи света - лучи  $S'$  параллельны  $S$  в  $S'$  фокусе  $F$ .  
то пересекаются в  $2F$ .

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

$$\rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} \rightarrow f = \frac{F \cdot 3F}{3F-F} \rightarrow \boxed{f = \frac{3}{2}F}$$

• Из подобия  $\triangle ABC \sim \triangle CA_1B_1$ ,  
пересекается, т.е.  $\frac{f}{2F-f} = \frac{v}{f} \rightarrow$   
 $\rightarrow \frac{f}{\frac{1}{2}v} = \frac{v}{\frac{2}{3}v} \rightarrow 2f = \frac{2}{3}v \rightarrow \boxed{f = \frac{1}{3}v}$

где  $f$  - фокусное расстояние линзы на экране. (объект и экран находятся из центра)



• Из подобия  $\triangle OAB$  диаметр равен  $2f$ :  
 $\frac{v}{3f} = \frac{R}{2f} \rightarrow \boxed{R = \frac{5}{3}v}$

• Из формулы выводится, что освещенность будет на экране - диаметр  $2(R-f)$ .



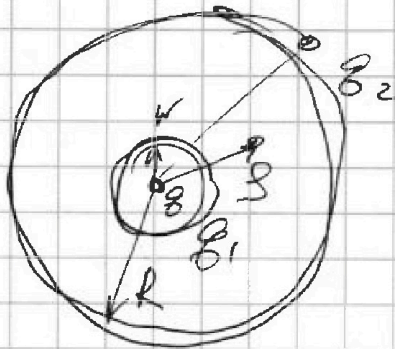
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

### Черновой лист



$$\frac{4R^2}{R^2} + \frac{4R^2}{R^2} = \frac{4R^2}{R^2}$$

$$\rightarrow R_1 = \frac{R}{\epsilon} - R$$

$$\rightarrow R_1 = -\frac{\epsilon-1}{\epsilon} R$$

$$\frac{4R_1}{r} + \frac{4R_2}{R} + \frac{4R_3}{R}$$

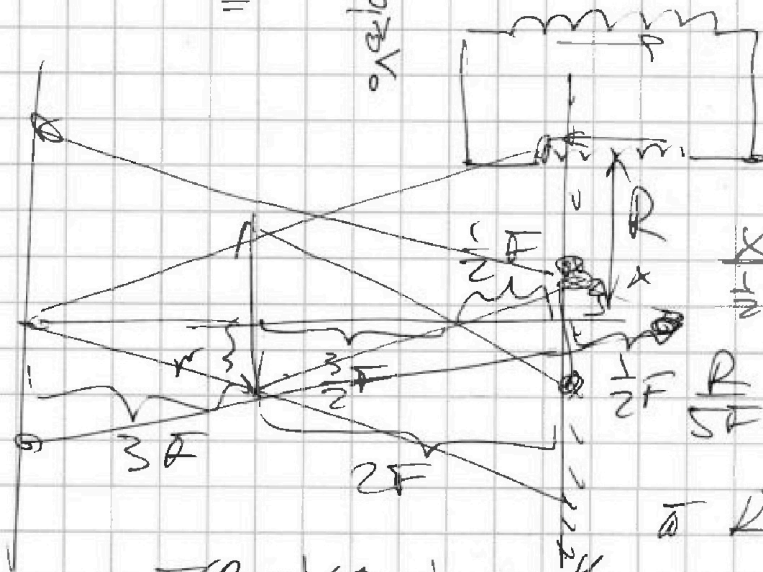
$$P = (V_{em} + V_{ext}) S =$$

$$\frac{3F^2}{5F-F} = \frac{196}{176} = \frac{49}{44}$$

$$\frac{4R_1}{\epsilon R^2}$$

= 64R^2 + 9R^2 = 73R^2

=



$$\frac{1}{\frac{1}{2F} + \frac{1}{\frac{1}{2F} + R}}$$

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

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

$$\frac{1}{2F} \cdot \frac{R}{5F} = \frac{1}{3F} \rightarrow R = \frac{5}{3} F$$

$$\frac{1}{2} R^2 - \frac{1}{2} X^2 = \frac{1}{2} + 1$$

$$= \frac{1}{2} (R-X)(R+X) = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} F \cdot 2F = \frac{4}{3} F^2$$

$$F + \frac{3}{2} + i 3F = \frac{3}{2} F + F \rightarrow \frac{R'}{2F} = \frac{5}{2} F \rightarrow R' = \frac{5}{2} F$$

$$\frac{1}{2} R'^2 = \frac{121}{25} F^2 = (11/5) F^2$$





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  
\_\_\_ 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!

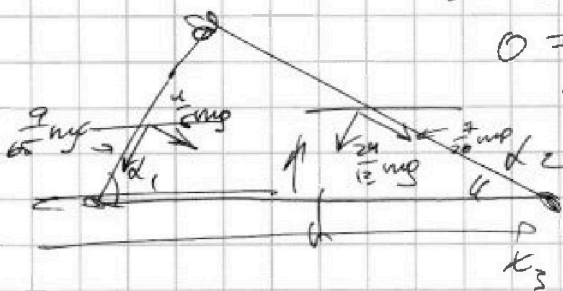
ЧЕРНОВОЙ РАБОТ

$$N_1 = \frac{4}{5} \text{ мп} ; N_2 = \frac{12}{13} \cdot 2 \text{ мп} + N_2 = \frac{24}{13} \text{ мп}$$

$$F_1 = \text{мп} \left( \frac{21 \cdot 13}{5} - \frac{6 \cdot 15}{13} \right) = \frac{9}{65} \text{ мп}$$

$$F_2 = 2 \text{ мп} (g \sin \alpha_2 - a_2) = 2 \text{ мп} \left( \frac{1}{13} g - \frac{1}{4} g \right)$$

$$F_2 = 2 \text{ мп} \left( \frac{20}{82} - \frac{13}{52} \right) g = \frac{4}{26} \text{ мп} \cdot g$$



$$0 = \frac{27}{26} - \frac{12}{13} \text{ мп} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \text{ мп}$$

$$0 = \frac{9}{13 \cdot 5} = \frac{4}{5} \text{ мп}$$

$$0 = \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} \text{ мп}$$

$\frac{360}{26}$   
 $\frac{36}{264}$   
 $\frac{34}{169}$   
 $\frac{3}{5}$   
 $\frac{845}{5}$

$$= \frac{42}{13 \cdot 13} \text{ мп} + \frac{12}{5 \cdot 5} \text{ мп} - \frac{36}{13 \cdot 5 \cdot 5} \text{ мп} - \frac{24 \cdot 125}{13^2 \cdot 5^2} \text{ мп}$$

$$= \frac{42 \cdot 25 + 12 \cdot 169 - 36 \cdot 13 - 24 \cdot 125}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$= \frac{25(42 - 24 - 8) + 13(12 \cdot 13 - 36)}{13^2 \cdot 5^2} \text{ мп} = \frac{5}{845}$$

$$= \frac{80(21 - 60) + 13 \cdot 12(13 - 3)}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$= \frac{13 \cdot 12(13 - 3) + 80(21 - 60)}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$= \frac{80(21 - 60) - 13 \cdot 12(13 - 3)}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$= 80 \cdot 39$$

$178$   
 $-156$   
 $22$

$331 \overline{) 13}$   
 $26$   
 $71$

$13 \cdot 12 = 130 + 26 = 156$

$34 \cdot 5 = 130 + 45 = 175$

$$169 \cdot 5 = 100 + 300 + 48 = 448$$

$145$   
 $-156$   
 $34$

$11$   
 $+156$   
 $175$   
 $331$



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!

