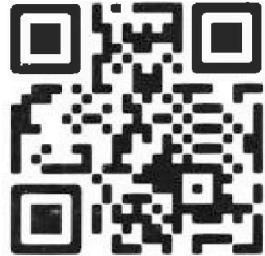
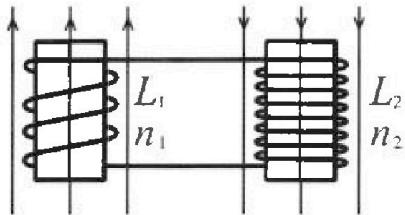


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**  
**Вариант 11-03**



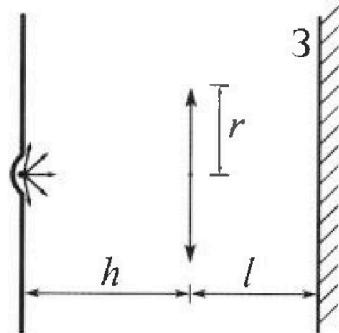
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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 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  $F = h/3$ . 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 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.



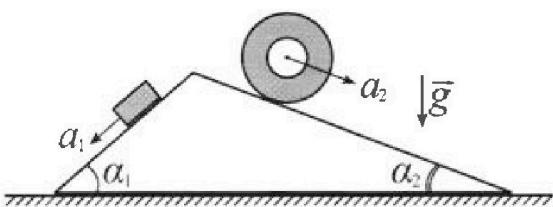
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



**Вариант 11-03**

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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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.

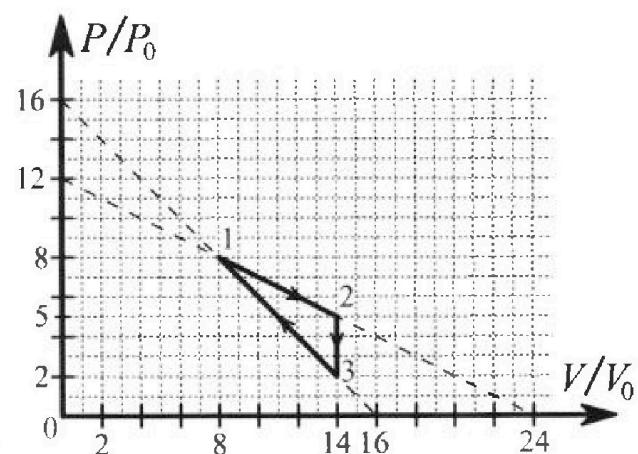


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

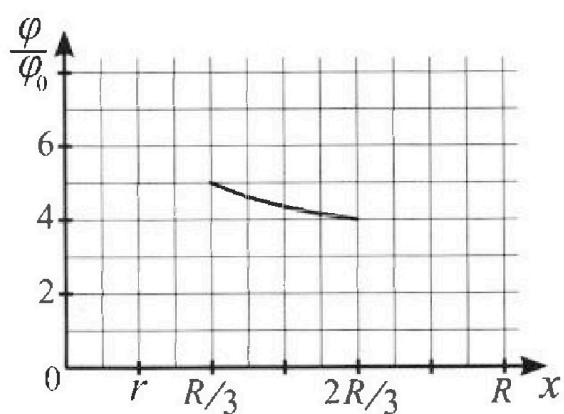
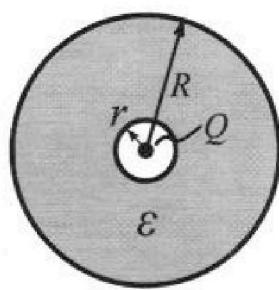
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — 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.

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

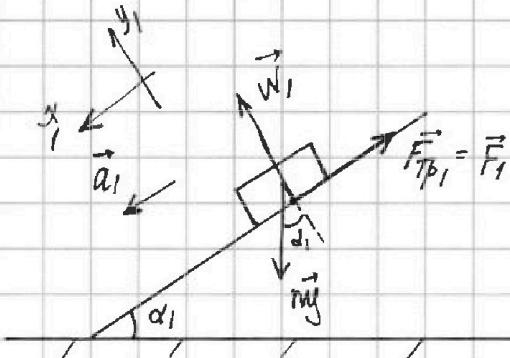
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

1.) Рассмотрим движение диска по наклонной плоскости.

Задача №1

$$\text{Po 23H: } \sum \vec{F} = m\vec{a}$$



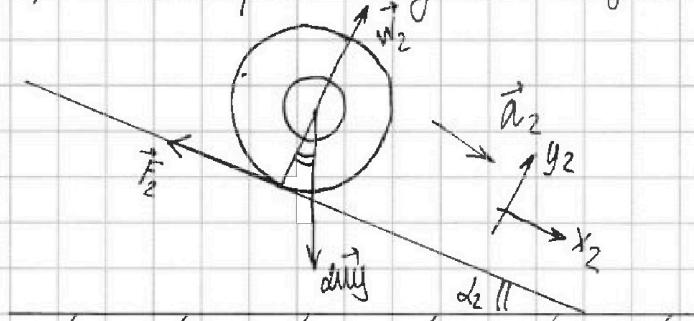
$$x: mgsin\alpha_1 - F_1 = ma_1,$$

$$F_1 = mg\sin\alpha_1 - Ma_1,$$

$$F_1 = m(g\sin\alpha_1 - a_1)$$

$$y_1: w_1 = m\cos\alpha_1 = \frac{4}{5}mg$$

2.) Рассмотрим движение цилиндра по наклонной плоскости.



III. к. цилиндр движется без проскальзывания, то  $F_2$ -сила трения покоя

$$\text{Po 23H: } x_2:$$

$$m\cos\alpha_2 - F_2 = ma_2$$

$$F_2 = m(\cos\alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = m\left(\frac{5}{13}g - \frac{4}{9}\right) = m\frac{4}{52}g = \frac{4}{26}mg$$

$$y_2: w_2 = m\cos\alpha_2 = \frac{24}{13}mg$$

3.) Рассмотрим силы, действующие на колесо.

Он находящееся в покое (по уст-ю)  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  все  $\Sigma F_k = 0$ :

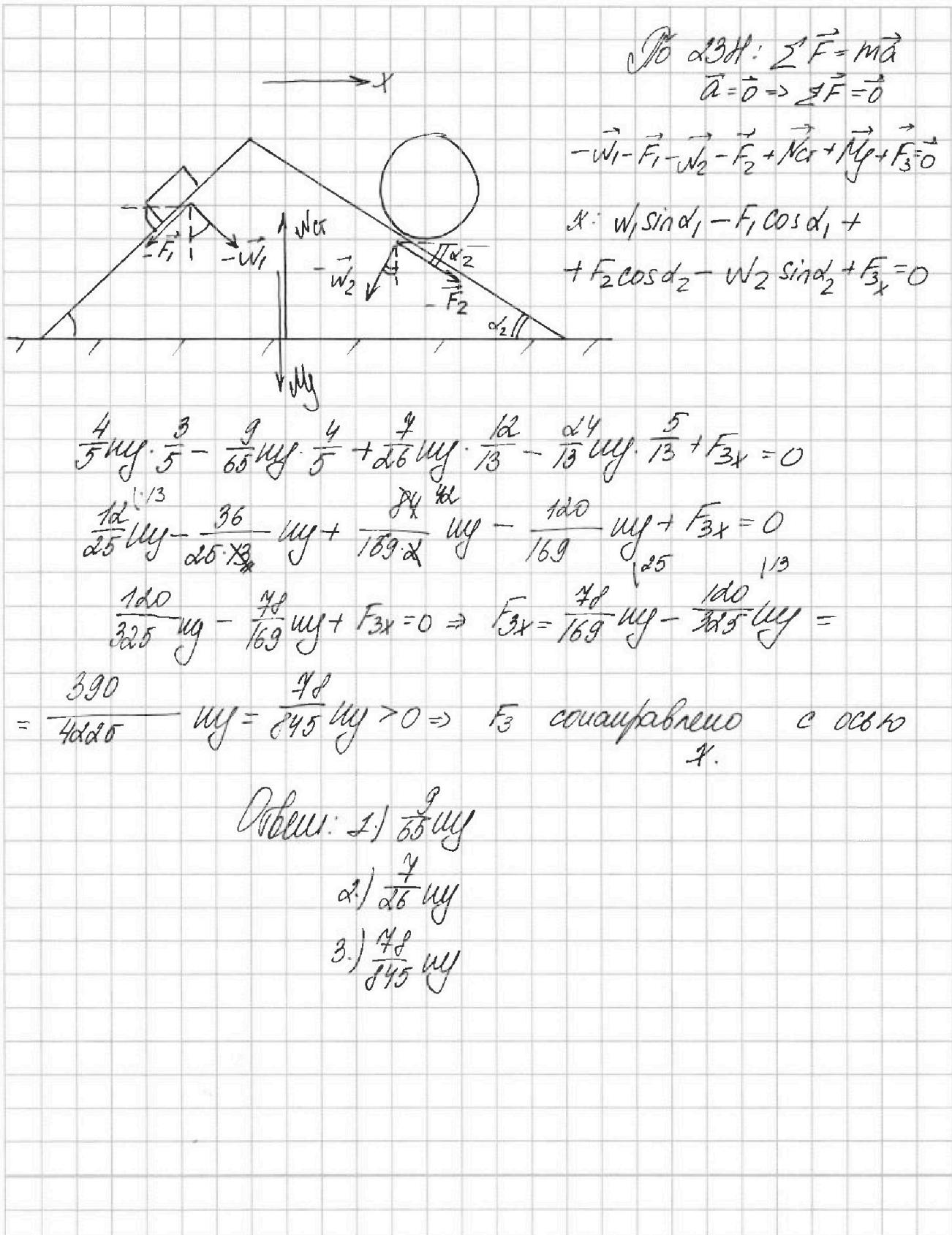
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!



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 5

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

Задача №2.

1) Найдем изменение внутренней энергии газа в процессе 1-2:

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \alpha V R (T_2 - T_1)$$

По ур-ю Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{aligned} p_2 V_2 = V R T_2 & \text{ из графика: } p_1 = 8p_0 \quad p_2 = 5p_0 \\ p_1 V_1 = V R T_1 & \quad V_1 = 8V_0 \quad V_2 = 14V_0 \end{aligned}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) = \frac{3}{2} \cdot 8p_0 V_0 = 9p_0 V_0$$

Работу газа за цикл найдем как площадь треугольника, который образует график процесса:

$$\begin{aligned} A_Z = + S_{rp} &= \frac{1}{2} (p_2 - p_3)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (5p_0 - 8p_0)(14V_0 - 8V_0) = \\ &= \frac{1}{2} 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A_Z} = 1 \end{aligned}$$

2) Найдем температуру газа в состоянии 3:

По ур-ю Менделеева-Клапейрона:  $p_3 V_3 = V R T_3 = 2p_0 \cdot 14V_0 = 28p_0 V_0$

$$T_3 = \frac{28p_0 V_0}{V R}$$

Найдем зав-ю  $p(V)$  в процессе 1-3 (она линейная):

$$p = KV + b$$

$$V=0: p=12p_0 \Rightarrow 12p_0 = 0 + b \Rightarrow b = 12p_0$$

$$p=0: V=14V_0 \Rightarrow 0 = K \cdot 14V_0 + 12p_0 \Rightarrow K = -\frac{12p_0}{14V_0} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

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



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

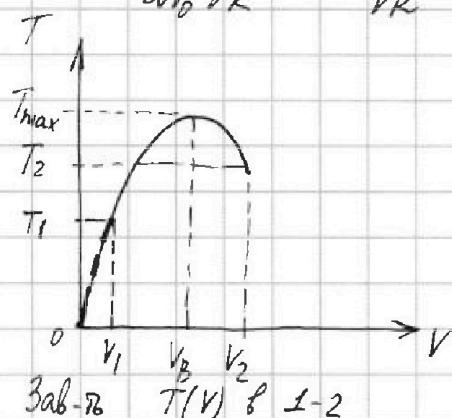
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 5

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

Температура газа в процессе 1-2 определяется с помощью уравнения состояния - Клапейрона:

$$pV = pRT \Rightarrow T = \frac{pV}{pR}$$

$$T = \frac{-p_0}{\alpha V_0 \cdot DR} V^2 + \frac{12p_0}{DR} V \Rightarrow T = T_{12} = T(V_B)$$



$$\begin{aligned} T_{12} &= T(12V_0) = -\frac{p_0}{\alpha V_0 \cdot DR} (12V_0)^2 + \frac{12p_0}{DR} \cdot 12V_0 = \\ &= \frac{144p_0 V_0}{DR} - \frac{144p_0 V_0}{\alpha DR} = \frac{144p_0 V_0}{2DR} = \frac{72p_0 V_0}{DR} \end{aligned}$$

$$T_{12\max} = \frac{72p_0 V_0}{DR} \cdot \frac{DR}{\alpha 8p_0 V_0} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

3.) Найдем зависимость  $p(V)$  в процессе 3-1:

$$p = xV + y$$

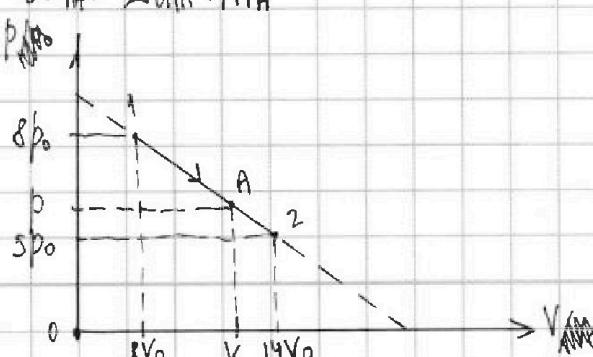
$$p=0: V=16V_0 \Rightarrow 0=x \cdot 16V_0 + 16p_0 \Rightarrow x=-\frac{p_0}{16V_0} \Rightarrow p=p(V) = -\frac{p_0}{16V_0}V + 16p_0$$

$$V=0: p=16p_0 \Rightarrow 16p_0=0+y \Rightarrow y=16p_0$$

Найдем зависимость  $p(V)$  в процессе 1-2:

Рассмотрим участок графика от 1 до 2 произвольной Т. А:

$$Q_{1A} = \Delta U_{1A} + A_{1A}$$



$$Q_{1A} = \frac{3}{2} DR (T_A - T_1) + A_{1A}$$

$$A_{1A} = +S_{2p} = \frac{8p_0 + p}{2} (V - 8V_0)$$

$$\Delta U_{1A} = \frac{3}{2} (pV - 64p_0 V_0)$$

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  
3 из 5

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

$$Q_{IA} = \frac{3}{2}\rho V - 96\rho_0 V_0 + \frac{8\rho_0 + \rho}{2}(V - \delta V_0) = \frac{3}{2}\rho V - 96\rho_0 V_0 + 4\rho_0 V -$$

$$- 3\delta\rho_0 V_0 + \frac{1}{2}\rho V - 4\rho_0 V_0 = \alpha\rho V + 4\rho_0 V - 4\rho_0 V_0 - 12\delta\rho_0 V_0$$

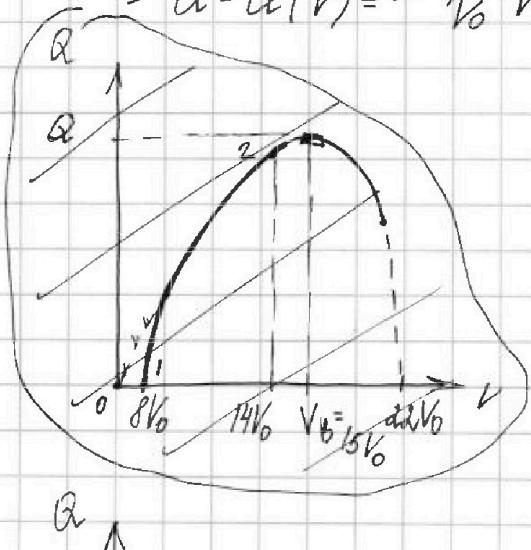
$$\rho = - \frac{\rho_0}{2V_0} \cdot V + 12\rho_0$$

$$Q_{IA} = \alpha \left( - \frac{\rho_0}{2V_0} V + 12\rho_0 \right) V + 4\rho_0 V - 4 \left( - \frac{\rho_0}{2V_0} V + 12\rho_0 \right) V_0 - 12\delta\rho_0 V_0 =$$

$$= - \frac{\rho_0}{V_0} \cdot V^2 + \underline{\alpha 4\rho_0 V} + \underline{4\rho_0 V} + \underline{\alpha \rho_0 V} - \underline{48\rho_0 V_0} - \underline{12\delta\rho_0 V_0} =$$

$$= - \frac{\rho_0}{V_0} \cdot V^2 + 30\rho_0 V - 176\rho_0 V_0$$

$$\hookrightarrow Q = Q(V) = - \frac{\rho_0}{V_0} \cdot V^2 + 30\rho_0 V - 176\rho_0 V_0 \quad \begin{array}{l} \text{зад-ть } Q(V) \\ \text{процесс } 1-2, \\ \text{зг } Q \text{-погр.} \\ \text{шемлющ} \end{array}$$



$$Q = 0 = - \frac{\rho_0}{V_0} V^2 + 30\rho_0 V - 176\rho_0 V_0$$

$$0 = 900\rho_0^2 - 4 \cdot 176\rho_0^2 = (14\rho_0)^2$$

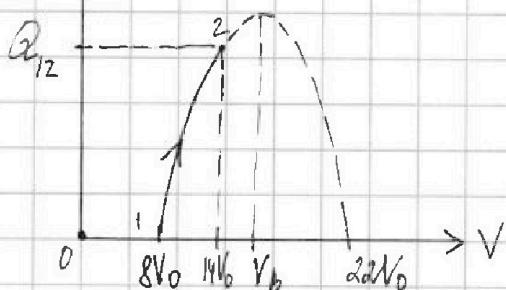
$$V = \frac{-30\rho_0 \pm 14\rho_0}{-2\rho_0} = \begin{cases} \text{даль} \\ \text{ближ} \end{cases} \frac{V_0}{8V_0}$$

$$V_B = \frac{-30\rho_0}{-2\rho_0} = 15V_0$$

6 процесс 1-2 шемлющ  
бес врьиц подвоздилас

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

$$- 176\rho_0 V_0 = 48\rho_0 V_0$$





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.

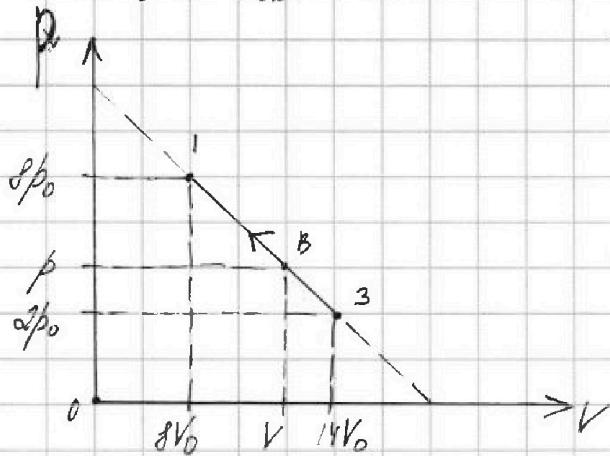
- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------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

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 5

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

Найдем заб-76  $Q(V)$  6 процессе 3-1:

$$Q_{3B} = A_{3B} + \Delta U_{3B}$$



$$\Delta U_{3B} = \frac{3}{2}(\beta V - 2\beta p_0 V_0)$$

$$A_{3B} = -S_{pV} = -\frac{\partial p_0 + p}{2}(14V_0 - V)$$

$$\begin{aligned} Q_{3B} &= \frac{3}{2}\beta V - 4\beta p_0 V_0 - 14\beta p_0 V_0 + \\ &+ \beta_0 V - 7\beta V_0 + \frac{1}{2}\beta V = \\ &= \alpha\beta V - 4\beta p_0 V_0 + \beta_0 V - 56\beta p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{3B} &= \alpha \left( 1 - \frac{\beta_0}{V_0} V + 16\beta_0 \right) V - 4V_0 \left( -\frac{\beta_0}{V_0} V + 16\beta_0 \right) + \\ &+ \beta_0 V - 56\beta_0 V_0 = -\frac{\alpha\beta_0}{V_0} V^2 + 32\beta_0 V + 4\beta_0 V - 112\beta_0 V_0 + \\ &+ \beta_0 V - 56\beta_0 V_0 = -\frac{\alpha\beta_0}{V_0} V^2 + 40\beta_0 V - 168\beta_0 V_0 \end{aligned}$$

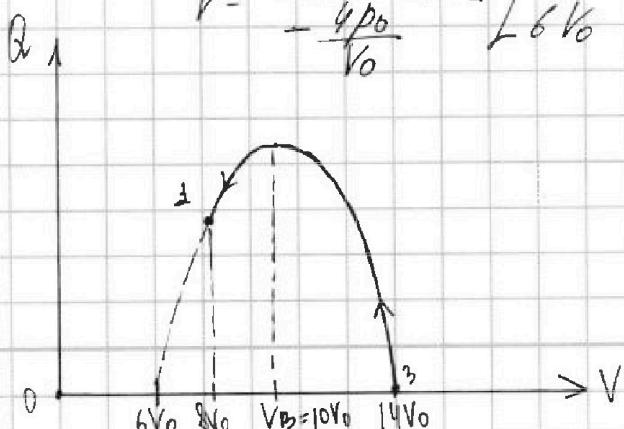
$$Q = Q(V) = -\frac{\alpha\beta_0}{V_0} V^2 + 40\beta_0 V - 168\beta_0 V_0 \quad \text{заб-76 } Q(V) \text{ 6 процессе } 3-1, \text{ где } Q \text{- первая}$$

шагомаша

$$Q = 0 = -\frac{\alpha\beta_0}{V_0} V^2 + 40\beta_0 V - 168\beta_0 V_0$$

$$D = 1600\beta_0^2 - 4\alpha\cdot 168\beta_0^2 = (16\beta_0)^2$$

$$V = \frac{-40\beta_0 \pm 16\beta_0}{-\frac{4\beta_0}{V_0}} = \frac{16V_0}{6V_0} \quad V_B = \frac{-40\beta_0}{-\frac{4\beta_0}{V_0}} = 10V_0$$



6 процессе 3-1 сначала  
изобразим циклопу к  
результату а затем -  
обратную



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

СТРАНИЦА  
5 из 5

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

$$\begin{aligned} Q_{31} &= Q(10V_0) = -\frac{dp_0}{V_0} \cdot 100V_0^2 + 40p_0 \cdot 10V_0 - 168p_0 V_0 = \\ &= -400p_0 V_0 + 400p_0 V_0 - 168p_0 V_0 = 32p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$В процессе 2-3: Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$$

$$\Delta U_{23} < 0, \text{ т.к. } T_3 < T_2 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}(d8p_0 V_0 - 40p_0 V_0) < 0$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 48p_0 V_0 + 32p_0 V_0 = 80p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{9p_0 V_0}{80p_0 V_0} = \frac{9}{80}$$

$$\text{Ответ: 1) 1}$$

$$2) \frac{18}{4}$$

$$3) \frac{9}{80}$$



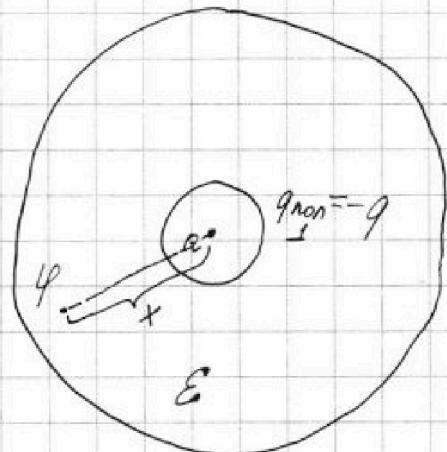
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" 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 №3.



1.) В диэлектрическом шаре происходит смещение ионизации. На внутр. поб-ю пол. заряд  $q_1$ , а на внешней -  $q_2$

$$\text{По ЗКЗ: } q_{1\text{пол}} + q_{2\text{пол}} = 0 \Rightarrow$$

$$q_{2\text{пол}} = q \Rightarrow q_{1\text{пол}} = -q$$

$\varphi = \frac{q_0}{\epsilon}$ , где  $q_0$  - потенциал в отсутствии диэлектрика

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{k(Q-q)}{x} + \frac{kq}{R}$$

$$x = \frac{5}{6}R \Rightarrow \varphi_0 = \frac{6kQ}{5R} - \frac{6kq}{5R} + \frac{kq}{R} = \frac{6kQ}{5R} - \frac{kq}{5R}$$

$$\varphi = \frac{6kQ}{5\epsilon R} - \frac{kq}{5\epsilon R}$$

Две напряженности в этой точке:

$$E_{60} = \frac{kQ}{x^2}, \quad E_2 = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{k(Q-q)}{x^2} = \frac{\epsilon_0 Q}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$\epsilon = \frac{Q}{Q-q} \Rightarrow Q\epsilon - Qq = Q \\ Qq = Q(\epsilon - 1) \Rightarrow q = \frac{Q(\epsilon - 1)}{\epsilon}$$

$$\varphi = \frac{6kQ^{(\epsilon)}}{5\epsilon R} - \frac{kQ(\epsilon-1)}{5\epsilon^2 R} = \frac{6kQ\epsilon - kQ\epsilon + kQ}{5\epsilon^2 R} = \\ = \frac{5kQ\epsilon + kQ}{5\epsilon^2 R}$$



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!

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{5kQ\varepsilon + kQ}{5\varepsilon^2 R}$$

$$2.) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3k(Q-q)}{\varepsilon R} - \frac{kq}{\varepsilon R} = \frac{3kQ}{\varepsilon R} - \frac{\alpha kq}{\varepsilon R} = \frac{3kQ}{\varepsilon R} - \frac{\alpha kQ}{\varepsilon^2 R} = \frac{3kQ\varepsilon - 2kQ\varepsilon + \alpha kQ}{\varepsilon^2 R} = \frac{kQ\varepsilon + \alpha kQ}{\varepsilon^2 R}$$

$$\varphi\left(\frac{dR}{3}\right) = \frac{3k(Q-q)}{\varepsilon \cdot dR} + \frac{kq}{\varepsilon R}$$

Отвеш:  $\varphi = \frac{5kQ\varepsilon + kQ}{5\varepsilon^2 R}$



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.



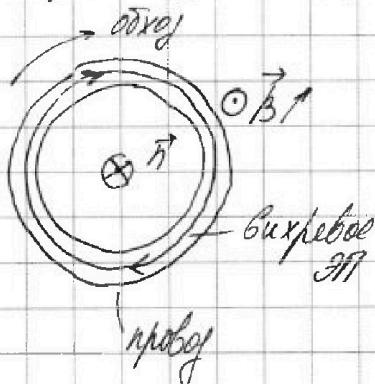
- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

Задача №4.

$$1) \quad P_2 = -B(t)S = -\alpha t \cdot S$$



$$\sum E_{si} = L_1 y^1 - P_2' = \alpha S$$

$$y^1 = \frac{\alpha S}{L}$$

$$\text{Ответ: } y^1 = \frac{\alpha S}{L}$$

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.



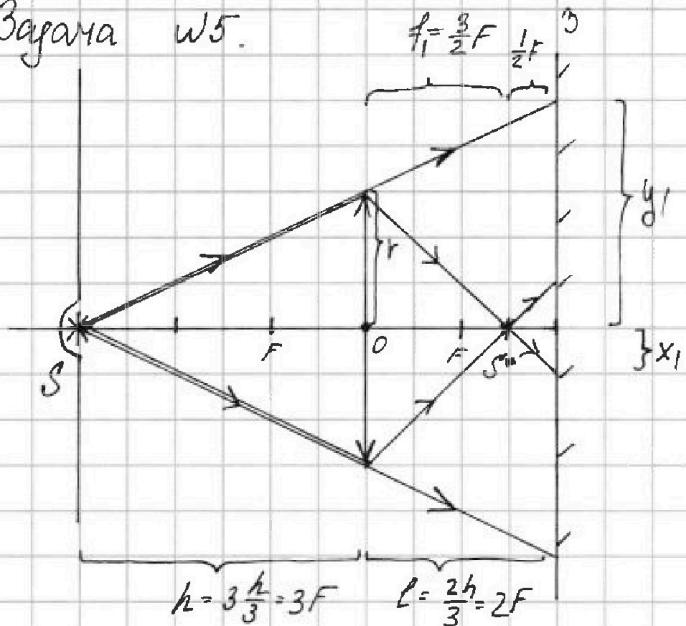
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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 №5.

1.)



лучи, идущие вблизи  
или параллельные  
преломляясь близко  
или дальше, а лучи,  
попадающие на  
линзу преломыва-  
ющей, падают  
на зеркале. Воз-  
никает изосве-  
щшая зона.

$$\text{Из подобия } \Delta: \frac{r}{3F} = \frac{y_1}{3F+dF} = \frac{y_1}{5F} \Rightarrow y_1 = \frac{5}{3}r$$

Найдем положение второго изображения, создаваемое  
линзой 1:  $d_2 = h = 3F > F \Rightarrow$  изобр.  $S^*$  - действ. 1

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{F \cdot h}{h - F} = \frac{3F^2}{3F - F} = \frac{3}{2}F$$

$$\text{Из подобия } \Delta: \frac{d_1}{3F} = \frac{d_2}{F} \Rightarrow d_2 = \frac{r}{3}$$

$$S_2 = S_{y_1} - S_{x_1} = \pi y_1^2 - \pi x_1^2 = \pi \left( \frac{25}{9}r^2 - \frac{r^2}{9} \right) = \frac{24}{9}\pi r^2$$

$$S_1 = \frac{24}{9}\pi d_2^2 = \frac{600}{9}\pi = \frac{200}{3}\pi \text{ cm}^2$$

2.) Далее прервем  $S^*$  симметрично линзы.  
Прервем для зеркала, т.к. оно лежит на 3  
нашим расхожим лучок свечи. Изображение  
 $S^{**}$  прервем  $S^*$  находящееся симметрически ему  
относительно зеркала (см. рис.)

Теперь  $S^{**}$  - действ. прервем для линзы,

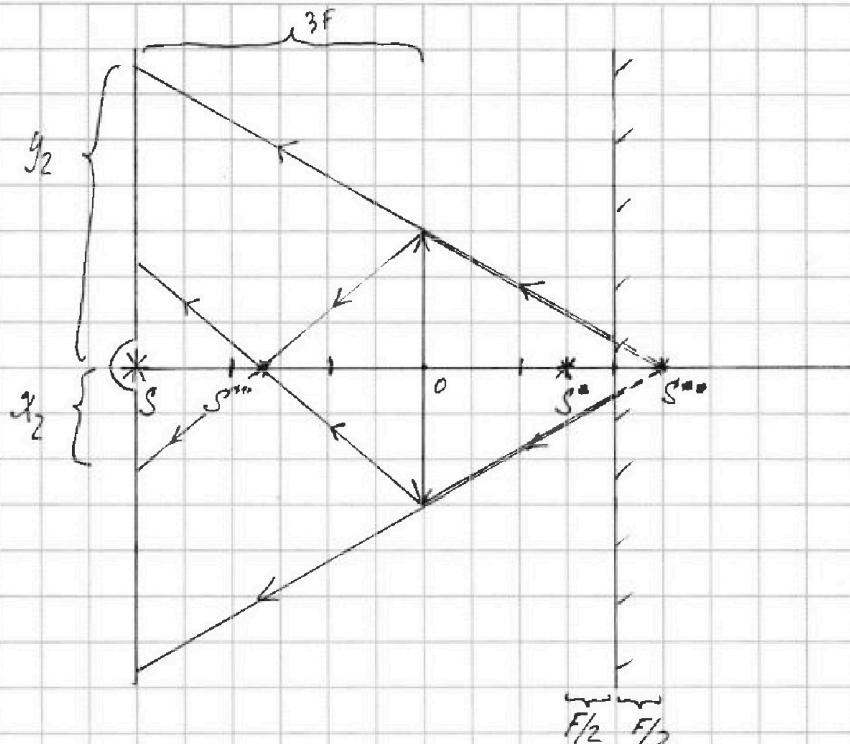


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



$$3F - \frac{5}{3}F = \frac{4}{3}F \quad f_2 = \frac{5}{3}F \quad d_2 = \frac{5}{2}F$$

Найдем отношение между  $S^{***}$  и  $S^{***}$ .  
 $d_2 = \alpha F + \frac{1}{\alpha}F = \frac{5}{2}F > F \Rightarrow$  изобр.  $S^{***}$  - гипотенз.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{F \cdot d_2}{d_2 - F} = \frac{F \cdot \frac{5}{2}F}{\frac{5}{2}F - F} = \frac{5F}{2} \cdot \frac{\alpha}{\alpha - 1} = \frac{5}{3}F$$

$$\text{Из подобия } \Delta: \frac{r}{2,5F} = \frac{y_2}{5,5F} \Rightarrow y_2 = \frac{11}{2} \cdot \frac{2}{5}r = \frac{11}{5}r$$

$$\frac{3r}{5F} = \frac{3x_2}{4F} \Rightarrow x_2 = \frac{4}{5}r$$

$$S_2 = S_{y_2} - S_{x_2} = \pi y_2^2 - \pi x_2^2 = \pi \left( \frac{121}{25}r^2 - \frac{16}{25}r^2 \right) = \frac{105}{25}\pi r^2 = \frac{21}{5}\pi r^2$$

$$S_2 = \frac{21}{5}\pi \cdot 25 = 105\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: 1)  $\frac{200}{3}\pi$

2)  $105\pi$

М.к. ош чеч  
то чеч па-  
ши расхор  
мукок съсса.

Аналогично  
пункту 1, че  
все лучи пре-  
пашися ми-  
узой, поэтому  
на синие  
появится ш-  
асену. област.



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



СТРАНИЦА  
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!

