

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

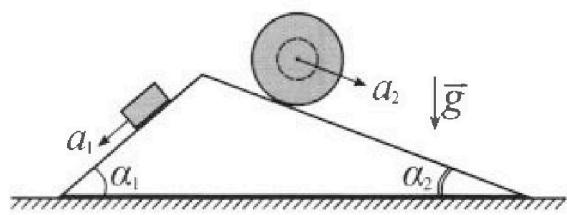
## Вариант 11-04

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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$  и  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$ . Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

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

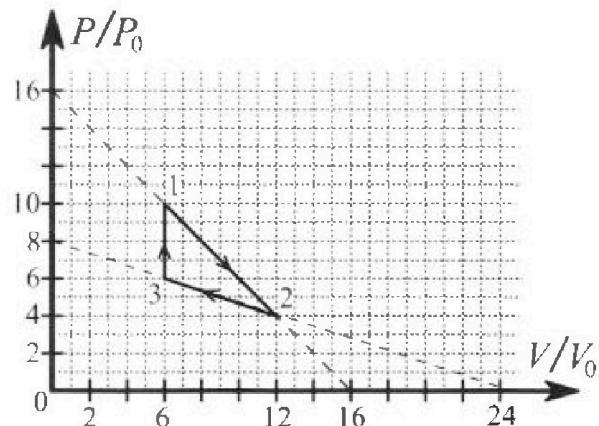
Каждый ответ выразите через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.



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.

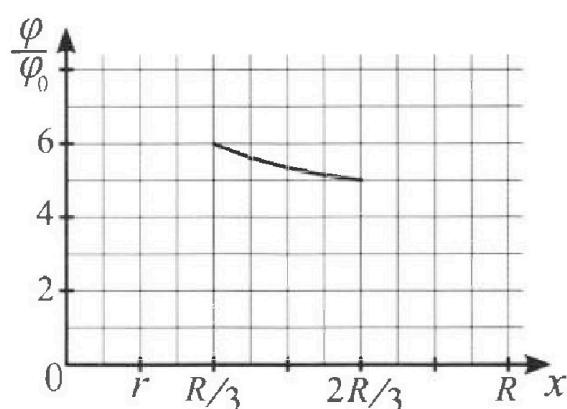
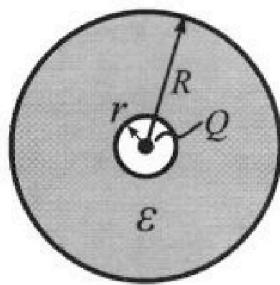
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

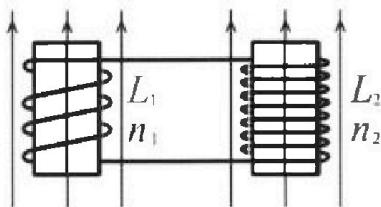


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-04**

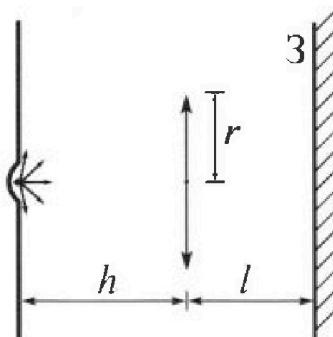
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

**4.** Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью  $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  расположено параллельно стене плоское зеркало 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  $y\pi$ , где  $y$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

Дано:

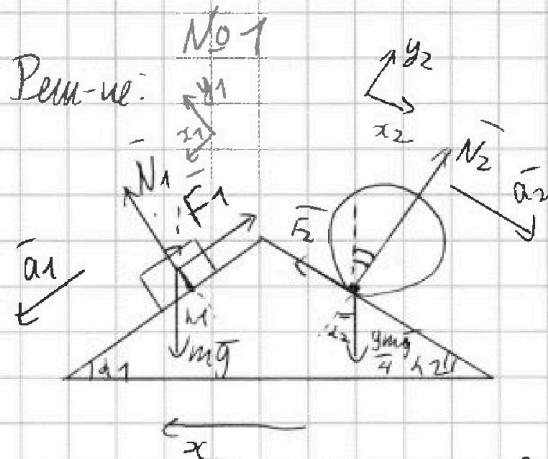
$$a_1 = \frac{5g}{14}$$

$$a_2 = \frac{8g}{24}$$

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

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{14}$$

Реш-ие:



№ 1

1) Направим

О  $x_1$  вдоль пл-ти  $\alpha_1$

О  $y_1$  перп. пл-ти  $\alpha_1$

По 2 з. н.

$$Ox_1 : ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1, F_2, F_3 ? \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{14} \right) = \frac{26}{85} mg$$

2) Аналогично направим О  $y_2$  и О  $x_2$ :

П.к. блок движется без проскальзывания  $F_2 = F_{\text{трн.н.}}$

$$\text{По 2 з. н.: } Ox_2 : \frac{9m}{4} a_2 = \frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 - F_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{9m}{4} (g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{9m}{4} g \left( \frac{8}{14} - \frac{8}{24} \right) = \\ = \frac{20}{51} mg$$

3) По 3-му н-ю на кинематич. у-ю силы:

$$-N_2 x, -N_1 x, -F_1 x, -F_2 x$$

$$\text{Кинем. у-ю: } \Rightarrow -N_2 x - N_1 x - F_1 x - F_2 x + F_3 x = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_3 x = N_2 x + N_1 x + F_1 x + F_2 x$$

$$Oy_1 : N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg \Rightarrow N_1 x = \frac{4}{5} mg \sin \alpha_1 = \frac{12}{25} mg$$

$$Oy_2 : N_2 = \frac{9}{4} mg \cos \alpha_2 = \frac{15}{14} mg \Rightarrow N_2 x = -\frac{15}{14} mg \sin \alpha_2 = \\ = -\frac{15}{14} \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{14} mg$$

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                        |
| <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!

No 7

$$F_1x = -F_1 \cos \alpha_1 = -\frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5}$$

$$F_2x = F_2 \cos \alpha_2 = \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17}$$

$$F_3x = -\frac{15}{17} \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} mg + \frac{12}{25} mg - \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} mg + \frac{15 \cdot 20}{17 \cdot 51} mg \\ = -\frac{6}{17} mg \Rightarrow F_3 = \frac{6}{17} mg$$

Ответ:  $F_1 = \frac{26}{85} mg$ ;  $F_2 = \frac{20}{51} mg$ ;  $F_3 = \frac{6}{17} mg$

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.



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

№ 2

Дано:  
ст. ур.-к

$$\frac{\Delta U_{12}}{U_{1231}} - ?$$

$$A_{1231}$$

$$\frac{T_m}{T_3} - ?$$

$$y - ?$$

Реш-ие:

1) По упр-ку Кндр. - Менг.:  $\Delta RT_2 = 48 p_0 V_0$  {  
но ур-к}  $\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} = 1$

$$\Delta RT_1 = 60 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \Delta RT_2 = -18 p_0 V_0$$

$$A_{1231} = S \text{ ур-ка.} = S_{\Delta \text{-ка}}$$

$\Delta$ -к с высотой 6 V<sub>0</sub> и осн-ием 4 V<sub>0</sub>

$$\Rightarrow A_{1231} = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 V_0 = 12 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{1231}} = \frac{18}{12} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2}$$

2) По ур-ку пр-е 1-2 задаются ур-ки:

$$\frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} + 16 \Rightarrow P = -\frac{P_0}{V_0} V + 16 P_0$$

$$PV = \Delta RT \Rightarrow -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 16 P_0 V = \Delta RT -$$

твадрам. завис-ие  $\Rightarrow T_m$  & так  $V = \frac{-16 P_0 V_0}{-2 P_0} =$

$$-P_0 \cdot 64 V_0 + 128 p_0 V_0 = 64 p_0 V_0 = \Delta RT_m \Rightarrow 8 V_0$$

$$\Delta RT_3 = 36 p_0 V_0 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} =$$

$$\Rightarrow \frac{T_m}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

3)  $A_{31} = \Delta U_{31}$ , м.к. 3-1 изолирован  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow A_{31} = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 36 p_0 V_0) = 42 p_0 V_0$$



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"/> 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 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

Найдем, где в пр-се 1-2 газу подводят тепло

$$dQ = \frac{3}{2} \sqrt{RT} dT + p dV$$

$$p = -\frac{P_0}{V_0} V + 16P_0$$

$$-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 16P_0 V = \sqrt{RT} \Rightarrow \left( -\frac{2P_0}{V_0} V + 16P_0 \right) dV = \sqrt{RT} dT$$

$$\Rightarrow dQ = \left( \frac{3}{2} \left( -\frac{2P_0}{V_0} V + 16P_0 \right) + 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \right) dV =$$

$$= \left( 40P_0 - 4 \frac{P_0}{V_0} V \right) dV > 0 \Rightarrow 40P_0 > \frac{4P_0}{V_0} V \Rightarrow$$

$\Rightarrow V < 40V_0 \Rightarrow$  тепло подводят на участке

$6V_0 - 10V_0$ . Но 2-ку при  $V = V_0$ ,  $p = 6V_0$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (60P_0 V_0 - 60P_0 V_0) = 0$$

$$U = S_{\text{ макс.}} = \frac{10P_0 + 6P_0}{2} \cdot 4V_0 = \frac{32}{2} P_0 V_0$$

$$Q_+ = U + Q_{31} = 32P_0 V_0 + \frac{48}{36} P_0 V_0 = 80P_0 V_0 / 68P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{Q_+}{Q_+ + Q_{31}} \cdot \frac{1200\%}{68} = \frac{3}{14} \cdot 100\%$$

$$\text{Ошибк: } \frac{U_{12}}{U_{1231}} = \frac{3}{2} / \frac{T_m}{T_3} = \frac{15}{9} ; \quad \eta = \frac{300}{74} \%$$



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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

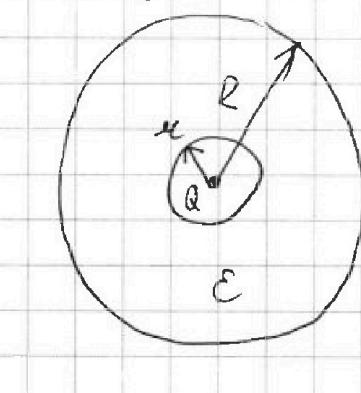
Дано:

$\Psi, R$

$\frac{\Psi}{\Psi_0}(x)$

$\Psi(\frac{11R}{72})?$

$E-7$



№ 3

1) При  $E \propto C \propto R$

$$\Psi = \frac{kQ}{\epsilon R} \Rightarrow \frac{12kQ}{11\epsilon R} = \Psi(\frac{11R}{72})$$

Ответ:  $\Psi = \frac{12kQ}{11\epsilon R}$

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  
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!

Дано:

$$L_1 = L$$

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

$$n_1 = n$$

$$n_2 = \frac{3}{2}n$$

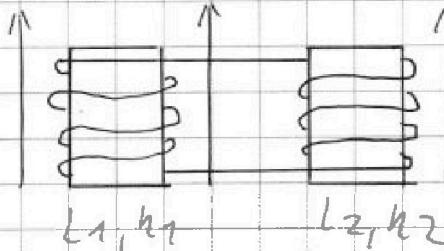
$$\frac{dB}{dt} = -\alpha(h > 0)$$

$$\frac{dI}{dt} - ?$$

$$I - ?$$

№41

Решение:



$$\begin{aligned} 1) \frac{d\Phi_1}{dt} &= \frac{dB}{dt} n_1 S = \\ &= -\alpha n S = \\ &= \frac{(L_1 + L_2) dI}{dt} = \\ &= -\frac{13}{4} L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = +\frac{4}{13} \frac{\alpha n S}{L}$$

$$2) \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB_1}{dt} n_1 S$$

$$\frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{dB_2}{dt} n_2 S$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = -(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\left. \begin{aligned} \Rightarrow \frac{dB_1 n_1 S}{dt} + \frac{dB_2 n_2 S}{dt} \\ = - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \int_{B_0}^{3B_0/4} dB_1 n_1 S + \int_{4B_0}^{8B_0} dB_2 \cdot \frac{3}{2} n_2 S = -(L_1 + L_2) \int_0^I dI \Rightarrow$$

по упр.

$$\Rightarrow \frac{B_0}{4} n_1 S + \frac{4}{3} B_0 \cdot \frac{3}{2} n_2 S = (L_1 + L_2) I = \frac{13}{4} L I$$

$$\Rightarrow \frac{9}{21} B_0 n S = \frac{13}{4} L I \Rightarrow I = \frac{9}{73} \frac{B_0 n S}{L}$$

$$\text{Ответ: } I = \frac{9}{73} \frac{B_0 n S}{L}; \quad \frac{dI}{dt} = \frac{4}{73} \frac{\alpha n S}{L}$$

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 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!

Дано:

$$F = 2h$$

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

$$u = 4\text{ см}$$

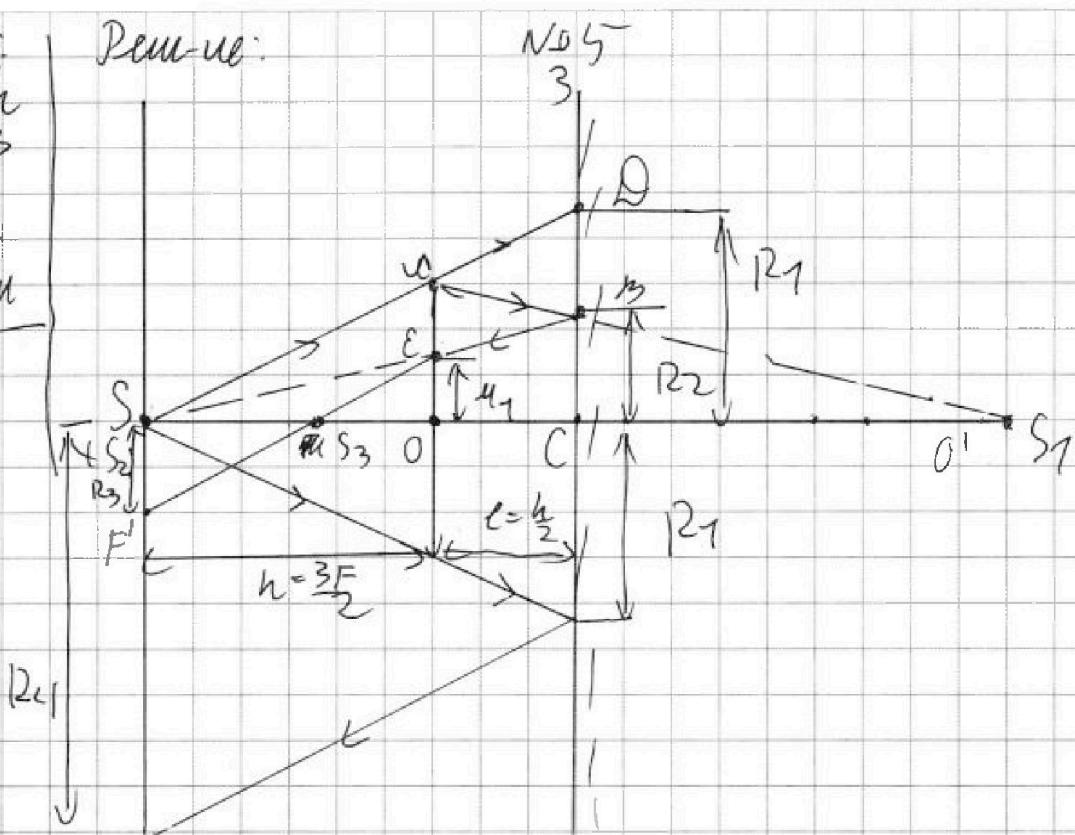
$$S_1 = ?$$

$$S_2 = ?$$

Решение:

№ 5

3



1) Рассмотрим луч, проходящий через край линзы.  
Пусть он 1-й из 3-х на расстоянии  $R_2$  от  $O O'$ . Очевидно, что все лучи, проходящие через линзу 1-й из 3-х ближе, чем первый луч  $\Rightarrow$  Круг размножа  $R_2$  в силу симметрии освещения.

Пусть  $S_1$ - изображение и  $S$  вспомогательное  $\Rightarrow \frac{f}{f_1} + \frac{1}{h} = 1$   
 $\text{т.ч. } f_1 = 0S_1 \Rightarrow f_1 = \frac{h}{h - F} = 3F$

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  
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!

№5

$$\triangle S_1CB \sim \triangle S_1OA \text{ (по рис.) по 2-му ул.} \Rightarrow \frac{BC}{AO} = \frac{CS_1}{OS_1}, \text{ т.е.}$$

$$BC = R_2, AO = \epsilon, (S_1 = f_1 - l = 3F - \frac{3F}{4} = \frac{9F}{4}), OS_1 = 3F$$

$$\Rightarrow BC = \epsilon \cdot \frac{9F}{4 \cdot 3F} = \frac{3}{4} \epsilon = R_2$$

Все лучи идущие дальше минимума отражаются зеркало

Рассмотрим луч, идущий чуть дальше  $\epsilon$ -го линии

$$\triangle SOA \sim \triangle SCD \Rightarrow \frac{OA}{SO} = \frac{CD}{SC}, \text{ т.е. } 3 \text{ на расстояние } R_1$$

$$OA = \epsilon, CD = R_1 \quad \left\{ \begin{array}{l} SO = \frac{3F}{2}, SC = \frac{3F}{2} + \frac{3F}{4} = \frac{9F}{4} \\ \Rightarrow OA = SO \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow CD = R_1 = \epsilon \cdot \frac{9}{4} = \frac{9}{4} \epsilon$$

III. о находясь несв. части зеркала  $S_1 = \pi / (R_1^2 + R_2^2)$

$$= \pi \epsilon^2 \left( \frac{9}{2} - \frac{9}{16} \right) = \frac{27}{16} \pi \epsilon^2 = 2.7 \pi \text{ см}^2$$

2) После отражения он продолжит движение 1-м

OO' так, чтобы  $S_2 \subset S_1$ , т.е.  $S_2$  - из-за  $S_1$

$$\text{в зеркале. } S_2 = \frac{9F}{4} \quad \left\{ \begin{array}{l} S_2 = \frac{9F}{2} \\ \Rightarrow S_1 \subset S_2 \text{ собр.} \end{array} \right.$$

Путь  $S_2$  - минимальный искр-к,  $S_3$  - действ. из-за

$$-\frac{1}{OS_2} + \frac{1}{OS_3} = \frac{1}{F} \Rightarrow OS_3 = \frac{F \cdot OS_2}{F + OS_2}, \text{ т.е. } OS_2 = \frac{5F}{4}$$

$$\Rightarrow OS_3 = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{3}{2}F + 1} = \frac{3}{5}F$$

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.



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

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!

$$\triangle OS_3E \sim \triangle SS_3F \Rightarrow \frac{OE}{OS_3} = \frac{SF}{SS_3}, \text{ где } \frac{OE}{OS_3} = \frac{3}{5} F$$

~~△ ABE~~

Пусть  $R_{H_1}$  - радиус

$$SS_3 = \frac{3}{2} F - \frac{3}{5} F = \frac{9}{10} F$$

$$SF = R_3$$

$$\angle ABE = \angle B H_1 \quad (\text{из-за отмеченных}) \quad \Rightarrow AB = 2AH_1 \\ AH_1 = u - R_2$$

$$\Rightarrow OE = u - 2(u - R_2) = 2R_2 - u = \frac{u}{2}$$

$$R_3 = \frac{u}{2} \cdot \frac{9/5}{10/3} = \frac{3}{4} u \Rightarrow \text{Круг радиуса } R_{H_1}$$

стене овещел. Лучи, не идущие через линзу, также отражаются и 1-м же законом отражения.

в таком же расстоянии  $\geq R_4 = 2R_3 = 2R_2$

Площадь получаемой настенной картинки

$$S_2 = \pi (R_4^2 - R_3^2) = \pi (4R_2^2 - \frac{9}{16}u^2) =$$

$$= \pi (\frac{9}{16}u^2 - \frac{9}{16}u^2) = \pi \cdot \frac{135}{16}u^2 = 135\pi u^2$$

$$\text{Объем: } S_1 = 27\pi u^3, \quad S_2 = 135\pi u^2$$



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

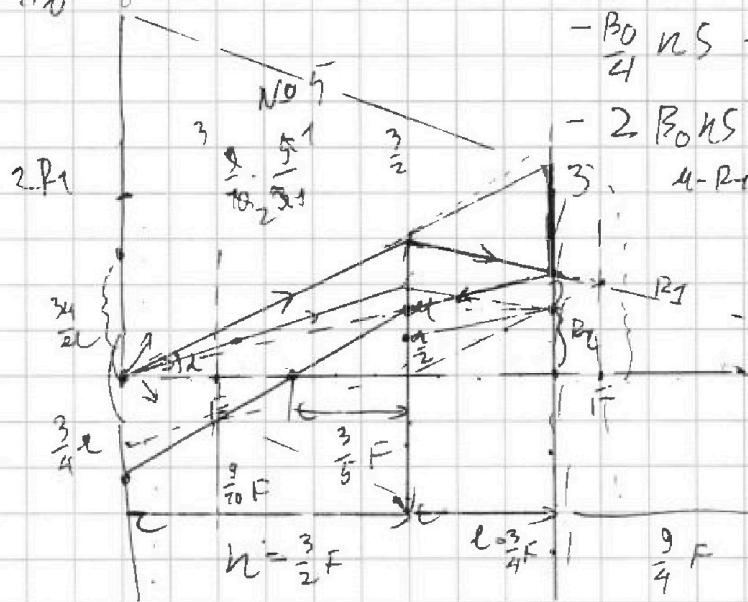
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$E_1 = \frac{d\beta_1}{dt} N_2 S = L_1 \int_0^t I_1 dt$$

$$E_2 = \frac{d\beta_2}{dt} N_2 S = L_2 \int_0^t I_2 dt$$

$$\frac{384}{4} \left\{ \begin{array}{l} d\beta_1 N_2 S = \int_0^t I_1 dt \\ d\beta_2 N_2 S = \int_0^t I_2 dt \end{array} \right.$$

$$8\beta_{1h} \left\{ \begin{array}{l} d\beta_1 N_2 S = L_1 \int_0^t I_1 dt \\ 4\beta_{1h} \end{array} \right.$$



$$\frac{4Rg}{9F} = \frac{4}{3F} \quad R_2 = \frac{3}{4} \text{ el}$$

$$S_1 = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi u^2 \left( \frac{9}{16} - \frac{9}{16} \right) = \pi u^2 \frac{9}{16} = \frac{9\pi u^2}{16}$$

$$-\frac{1}{\ell} + \frac{1}{\theta_2} = \frac{1}{F} \quad \theta_2 = \frac{\ell + F}{\ell - F} = \frac{\frac{3}{2}F}{\frac{1}{2}F} = \frac{3}{1} F$$

$$S_2 = \pi \left( 4 R_1^2 - \frac{9}{16} a^2 \right) = \pi (64^2 - \frac{9}{16} a^2) = \pi (9 - 16 - 9) = 735\pi$$

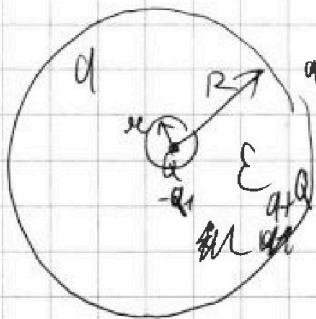


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\Psi_0 = \frac{KQ}{R}$$

т.ч. в  $Cx \perp R$

$$U = \frac{KQ}{x} + K$$

$$U = \frac{KQ}{\epsilon x} \quad \frac{12}{11} \frac{KA}{R} \quad \frac{9}{Q} \frac{A}{R} = 4$$

$$\frac{KA}{\epsilon x} = \frac{KA_1}{R} - \frac{KA_1}{x} + \frac{KA}{R} = \frac{KA}{R}$$

$$\epsilon = \frac{3}{2} \frac{A}{R}$$

$$U = \frac{KQ}{\epsilon x}$$

$$\frac{U}{\Psi_0} = \frac{C}{\epsilon x}$$

$$\Psi_0 = \frac{KA}{x}$$

$$\frac{U}{\Psi_0} = \frac{KA}{\epsilon x} \quad \frac{K(q+q)}{\epsilon x} =$$

$$\Psi_0 = \frac{KA}{R}$$

$$+\frac{KA}{x}$$

$$q_{\text{вн}} \quad \frac{KA}{x}$$

$$\frac{KA}{\epsilon x} \quad U = \frac{A}{\epsilon x}$$

$$U = \frac{2A}{\epsilon x} = \frac{2A}{\epsilon R}$$

$$\frac{U}{\Psi_0} = \frac{KA}{R} \quad \frac{U}{\Psi_0} = \frac{L}{x} + B$$

$$\frac{KA}{R} + \frac{KA}{x} = U(x)$$

$$KA \quad \frac{A + q_A}{\epsilon x} = \frac{A}{R}$$

$$B = \frac{3L}{R} + B$$

$$B = \frac{3L}{R} - \frac{3}{2} \frac{L}{R} = \frac{3}{2} \frac{L}{R}$$

$$KA = 40$$

$$5 = \frac{3L}{2R} + B$$

$$B = \frac{3L}{2R}$$

6 - 23

$$U = \frac{8A}{11} + 4$$

$$KA = \frac{2R}{3} \frac{KA}{\epsilon x} + \frac{KA}{R} = U(x)$$

$$6 = \frac{2R}{3} + 4$$

$$KA = \frac{2R}{3} + 4$$

$$KA = \frac{2R}{3} + 4$$

$$KA = \frac{2R}{3} + 4$$

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

$$\frac{U}{\Psi_0} = \frac{4}{3} + 4$$

$$\frac{U}{\Psi_0} = \frac{2R}{3x} + 4$$

$$KA = \frac{2R}{3x} + 4$$

$$\frac{KA_1}{R} - \frac{KA_1}{x} + \frac{KA}{x} = U \frac{4}{\Psi_0}$$

$$U = KA \cdot \frac{2R}{3x} + 4 \frac{KA}{x}$$

$$KA_1 \left( \frac{1}{12} - \frac{1}{x} \right) + \frac{KA}{x} = U$$

$$\frac{1}{2} - \frac{3}{2R} = -\frac{4}{R} \quad KA_1 + \frac{3A}{R}$$

$$\frac{U}{\Psi_0} = \frac{q_1}{q} \left( \frac{1}{12} - \frac{1}{x} \right) + \frac{KA}{x}$$

$$6 = -\frac{q_1}{q} \frac{A}{R} + \frac{3A}{R}$$

$$6 = -\frac{q_1}{q} \frac{A}{R} \frac{2}{12} + \frac{3A}{R}$$

$$5 = -\frac{q_1}{q} \frac{A}{2R} + \frac{3A}{2R}$$



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

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

№5

Дано:

Реш-ие:

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

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

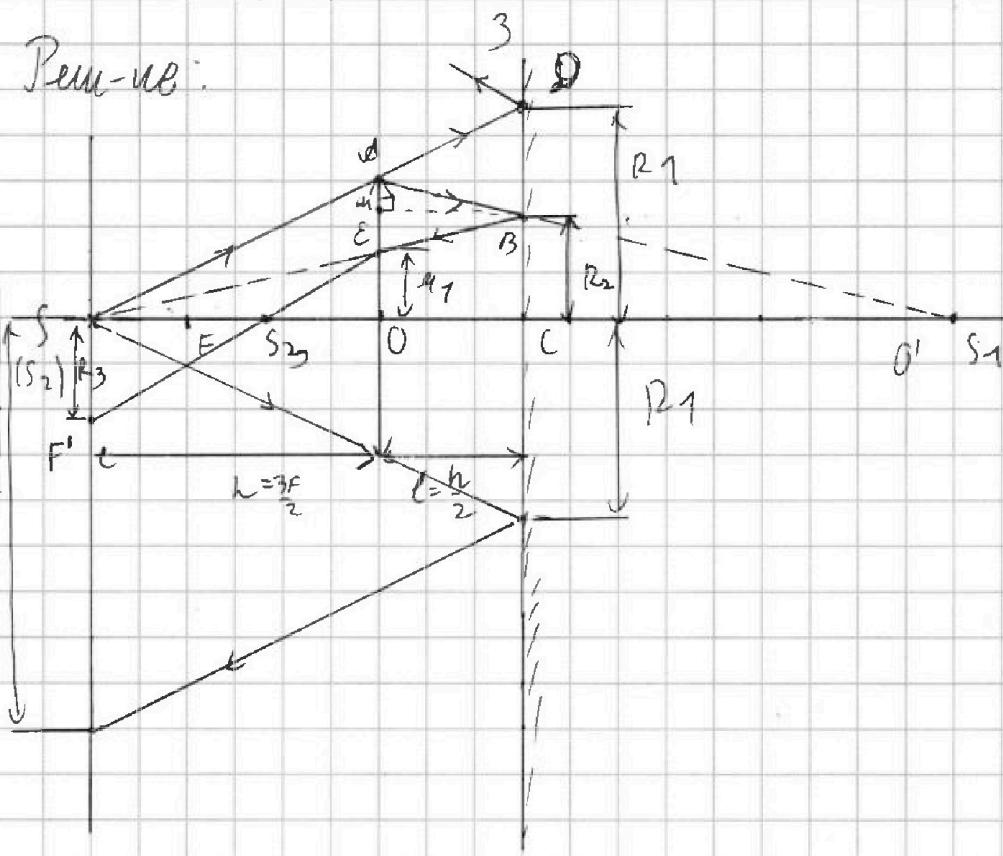
$$u = 4 \text{ см}$$

$S_1 - ?$

$S_2 - ?$

$$R_4 =$$

$$= 2R_1$$



1) Рассмотрим луч, прох-ий через край линзы.

Пусть он л-т пл-ть зеркала на расст-ии  $R_2$  от  $O O'$ . Очевидно, что все лучи прох-ие через линзу л-т пл-ть З ближе, чем первый луч  $\Rightarrow$  <sup>круг</sup> диаметр радиуса  $R_2$  (б-ш пл-ть симметрии) освещен.

Пусть  $S_1$  - из-це источ. З ближе  $\Rightarrow \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{F}$

$$f_1 = OS_1 \Rightarrow f_1 = \frac{hF}{h-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{3}{2}F-F} = 3F$$



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!

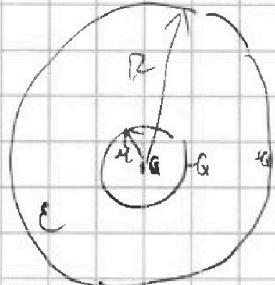
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



$$\text{При } x < R \quad \psi_0 = \frac{kq}{x}$$

$$\psi = \frac{kQ}{x} \quad E = -\frac{d\psi}{dx} \quad \int \frac{1}{x} dx = -\frac{1}{x} + C$$

$$\text{При } R < x \quad E dx = -d\psi$$

$$R > x > R \quad \frac{kq}{x^2} dx = -d\psi$$

$$-\frac{\psi_0 + kq}{x}$$

$$\psi = \frac{kq}{x}$$

$$-\frac{kq}{x} = -\psi \quad \psi_0 = \frac{kq}{x}$$

$$x = \frac{11R}{72}$$

$$\psi(x) = \frac{101kq}{81R}$$

$$\text{При } x > R$$

$$\psi = \frac{kq}{x}$$

$$\frac{kq}{x} = \psi \quad \psi = \frac{kq}{x}$$

$$\frac{\psi}{\psi_0} = \frac{1}{x} \quad \frac{\psi}{\psi_0} = \frac{3}{x} \quad \Rightarrow 2 = \frac{x}{R}$$

$$\psi_0 = \frac{kq}{R}$$

$$\psi = \psi_0 - \frac{kq}{R} + \frac{kq}{x}$$

$$\text{При } x < R$$

$$\psi = \frac{kq}{x} - \frac{kq}{R} + \frac{kq}{R}$$

$$\text{При } R > x > R$$

$$\psi = \frac{kq}{x} - \frac{kq}{R} + \frac{kq}{R}$$

$$\text{При } x > R$$

$$\psi = \frac{kq}{x}$$

$$\psi_0 = \frac{kq}{R}$$

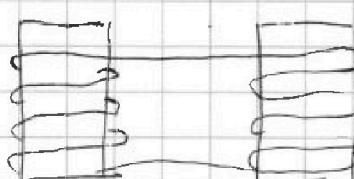
$$\frac{kq}{x} \quad \begin{cases} L_1 \\ L_2 \end{cases} \quad \begin{cases} P_1 \\ P_2 \end{cases}$$

$$\frac{\psi}{\psi_0} = \frac{1}{x} - \frac{1}{R}$$

$$\text{Б.н.}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{7} = \frac{L}{N_0 N^2 S}$$

$$\text{НДЧ}$$



$$8 \quad \frac{4 - \frac{8}{3}}{3}$$

$$\frac{z_0}{z_1} = \alpha = \frac{N_0 N^2 S_1}{L_1}, \quad \frac{N_0 S_1}{L_1} = \frac{N_0 S_2}{L_2}$$

$$\frac{dI_2}{dt} = \frac{d\beta}{dt} N_2 S = -L N S \Rightarrow I_2 = -L N S$$

$$\frac{z_0}{z_1} = \frac{N_0 N^2 S}{L}$$

$$L_1 = S_2$$

$$2 \left( \frac{9}{17} - \frac{1}{3} \right) = \frac{2}{5} - \frac{12}{17}$$

$$\Rightarrow I = \frac{-L N S}{L} = -N S$$

$$2 + \frac{1}{4}$$

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!



$\text{№2}$

$$\eta = \frac{\Delta U_{12}}{U_{1231}} = \frac{1}{6} \cdot (4 \cdot 72 \text{ Pa}V_0 - 6 \cdot 10 \text{ Pa}V_0) = -18 \text{ Pa}V_0$$

$$U_{1231} = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 V_0 = 12 \text{ Pa}V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{U_{1231}} = \frac{18}{12} = 1,5$$

$$\Delta U = 40 \text{ Pa}dV - 4 \text{ Pa} \frac{V}{V_0} dV > 0$$

$$40 \text{ Pa} - 4 \text{ Pa} \frac{V}{V_0} > 0$$

$$40 > \frac{V}{V_0} \quad (V < 10 \text{ Pa})$$

$$\frac{P}{P_0} = K \frac{V}{V_0} + \beta \quad \frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0} + 16 \Rightarrow P = -P_0 \frac{V}{V_0} + 16 P_0$$

$$P dV = \sqrt{RT} \quad P dV + V dp = \frac{3}{2} (48 - 60) \text{ Pa}V_0 \quad dQ = P dV + \frac{3}{2} R dT =$$

$$\int_{V_0}^{V_f} (-P_0 \frac{V}{V_0} + 16 P_0) dV + \frac{3}{2} (16 P_0 dV - 2 P_0 V dV) =$$

$$(16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) V = \sqrt{R T} \quad U_{23} = -30 \text{ Pa}V_0 \quad \frac{3}{2} (30 - 48) - 18 = -48 \text{ Pa}V_0$$

$$- \frac{P_0}{V_0} V^2 + 16 P_0 V = \sqrt{R T} \Rightarrow - \frac{2 P_0}{V_0} V dV + 16 P_0 dV = \sqrt{R T} dT$$

$$\frac{dV}{dV} = 0 = - \frac{2 P_0 V}{V_0} + 16 P_0 \quad V = \frac{-16 P_0 V_0}{-2 P_0} = 8 P_0 \frac{V_0}{2} = 8 \cdot 4$$

$$(16 P_0 - 8 P_0) \cdot 8 V_0 = \sqrt{R T_m} \quad U_{12} = \frac{10+6}{2} P_0 \cdot 4 V_0 = 32 \text{ Pa}V_0$$

$$8 \cdot 4 \text{ Pa}V_0 = \sqrt{R T_m} \Rightarrow T_m = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

$$36 \text{ Pa}V_0 = \sqrt{R T_3} \quad 24 - 32 = -\frac{9}{8} \quad \alpha = -68 \text{ Pa}V_0$$

$$U_{1231} = 2 \text{ Pa}V_0 \quad \frac{3}{2} (48 - 60 - 18)$$

$$\alpha_{31} = \frac{3}{2} (60 P_0 V_0 - 36 P_0 V_0) = 36 P_0 V_0 \quad \Rightarrow \alpha_r = 60 \text{ Pa}V_0$$

$$\alpha_{12} = -18 \text{ Pa}V_0 + 42 \text{ Pa}V_0 = 24 \text{ Pa}V_0$$

$$U_{12} = \frac{10 P_0 + 4 P_0}{2} \cdot 6 V_0 = 42 \text{ Pa}V_0$$

$$\eta = \frac{U_{1231}}{\alpha_r} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5} = 20^\circ/\text{C}$$

$$\frac{12}{68} = \frac{3}{17} = 17.6\%$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\Delta u_{23} = \frac{3}{2}(g - 4g) = -\frac{9}{2}g$$

$$a_1 = -18$$

$$a_2 = -30$$

$$a_3 = -8$$

$$a_4 = -56$$

$$a_5 = 12$$

$$N_1 = m g \cos \alpha_1$$

$$N_2 = \frac{g m g}{4} \cos \alpha_2$$

$$N_{12}^1 = \frac{9 m g}{21} \cdot \frac{15}{14} \cdot \frac{8}{14}$$

$$N_{12}^2 = m g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}$$

$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1 \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{5}{14}g\right) =$$

$$F_1 = m g \frac{\frac{5}{14} - \frac{25}{85}}{\frac{85}{85}} = \frac{26}{85} m g$$

$$a_2 = \frac{9 m g}{4} \sin \alpha_2 - F_2 \Rightarrow F_2 = \frac{9 m g}{4} \left(\frac{8}{14} - \frac{8}{24}\right) =$$

$$F_2 = 2 m g \left(\frac{9}{14} - \frac{1}{3}\right) = 2 m g \frac{\frac{27}{14} - \frac{14}{14}}{\frac{51}{51}} = \frac{20}{51} m g$$

$$F_{12} = F_1 \cos \alpha_1 = \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} m g$$

$$F_{22} = F_2 \cos \alpha_2 = \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{14} m g$$

$$F_{12} + N_{12} - F_{22} - F_{12} = F_3 =$$

$$\frac{20 \cdot 25}{51 \cdot 14} m g + \frac{12}{25} m g - \frac{26 \cdot 4}{85 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 15 \cdot 8}{4 \cdot 14 \cdot 14} = \frac{120}{1080} m g$$

$$\frac{300}{3 \cdot 14^2} + \frac{12}{25} - \frac{104}{14 \cdot 25} = \frac{1080}{4 \cdot 14^2} = \frac{34}{204}$$

$$\frac{7200 - 3240}{12 \cdot 14^2} + \frac{204 - 104}{14 \cdot 25} = \frac{-2040}{12 \cdot 14^2} + \frac{100}{14 \cdot 25} = \frac{3240}{1200} = \frac{2040}{2040}$$

$$= \frac{4}{14} - \frac{170}{14^2} = \frac{4}{14} - \frac{10}{14} = \frac{-6}{14} \quad \checkmark$$

$$-\frac{2040}{12} \mid \frac{172}{84}$$