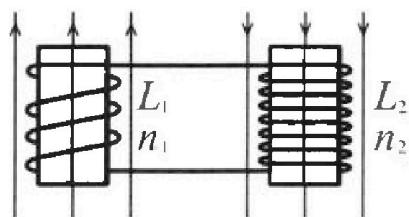


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

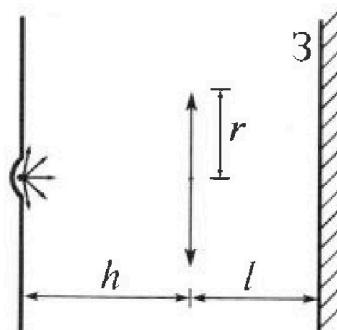
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет 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  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

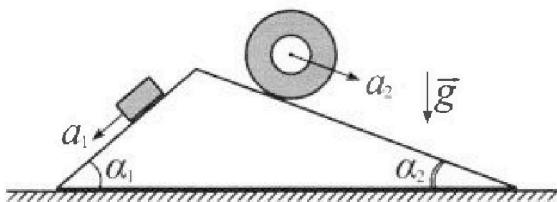
Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$  и  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$ . Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

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

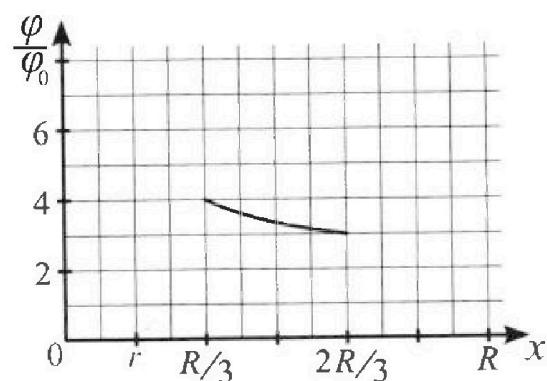
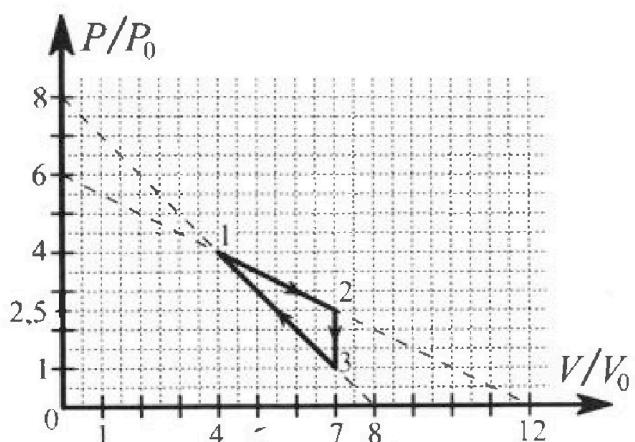
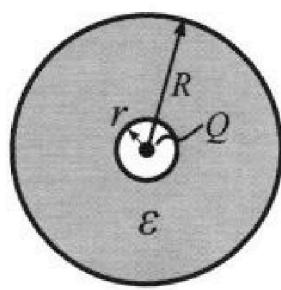
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

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

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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

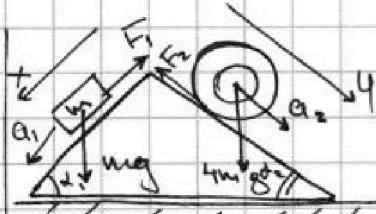
- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------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

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

№1

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{5}{13} g \\ a_2 &= \frac{5}{24} g \\ \sin \alpha_1 &= \frac{\sqrt{13}}{5} \\ \sin \alpha_2 &= \frac{5}{13} \\ m \end{aligned}$$



1) Сила тяжести направлена  
против осевого  
движения.

Тогда для закон Кинематика  
для бруска и на ось x:

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

$$\frac{5}{13} mg = \frac{3}{5} mg - F_1 \quad F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \frac{39 - 25}{5 \cdot 13}$$

$$F_1 = \frac{14}{65} mg$$

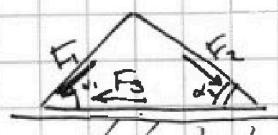
2) ЗНД для цепи параллельной:

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2 \quad F_2 = 4m \left( g \frac{5}{13} - g \frac{5}{24} \right) = 4mg \frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 24}$$

$$F_2 = \frac{55}{6} \frac{11}{13} mg$$

$$F_2 = \frac{55}{78} mg$$

но засечу засечку Кинематика со стороны  
брюса и цепи параллельной на него действующим  
силам F\_1 и F\_2.



Условие равновесия блока:

$$F_1 \cos \alpha_1 + F_2 = F_2 \cos \alpha_2 \quad F_3 = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1$$

$$F_3 = \left( \frac{55}{78} \frac{12}{13} - \frac{14}{65} \frac{4}{5} \right) mg = \frac{2(5 \cdot 11 - 7 \cdot 2 \cdot 12)}{13^2 \cdot 5^2} mg = \frac{1011 - 280}{169 \cdot 25} mg = \frac{2022}{4225} mg$$

Ответ:  $F_1 = \frac{14}{65} mg$ ;  $F_2 = \frac{55}{78} mg$ ;  $F_3 = \frac{2022}{4225} mg$ .

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 3

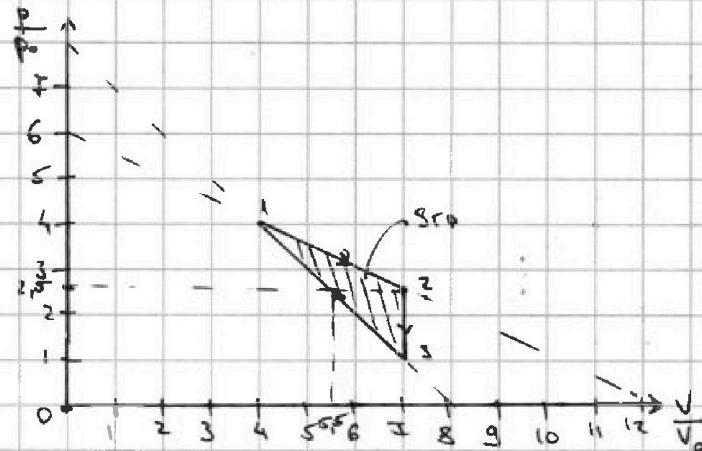
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N<sub>2</sub>

1)  $\frac{|\Delta U_{23}|}{A_2} = ?$

2)  $\frac{T_{\text{ макс}}}{T_1} = ?$

3)  $y = ?$



1)  $A_2 = S_{T_p} p_0 V_0 \quad S_{T_p} = \frac{1}{2} (3 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot 4,5 - 1,5 \cdot 1,5) = \frac{9}{4}$

$A_2 = \frac{9}{4} p_0 V_0$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} JR (T_3 - T_2)$  ( $T_3$  и  $T_2$  – температуры в состояниях Задон Менделеева – Капилера: 3 и 2)

$JRT_3 = p_0 \cdot TV_0$

$\Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot \frac{1}{4} (2,5 - 1) = -\frac{9}{4} \cdot \frac{1}{4} p_0 V_0$

$JRT_2 = 2,5 p_0 \cdot TV_0$

$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_2} = \frac{9 \cdot \frac{1}{4} p_0 V_0 \cdot \frac{1}{4}}{4 \cdot \frac{9}{4} p_0 V_0} \quad \boxed{\frac{|\Delta U_{23}|}{A_2} = \frac{1}{4}}$

2)  $JRT_1 = 4 p_0 \cdot 4 V_0 = 16 p_0 V_0$

Процесс 1-2 определяется следующей зависимостью:

$p_{12} = 6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V \quad V = \frac{JRT}{p} \quad JRT_1 = 16 p_0 V_0 \quad JR = \frac{16 p_0 V_0}{T_1}$

$p_{12} = 6 p_0 - \frac{p_0 - 16 p_0 V_0 T}{2 V_0 p_{12} T_1} = 6 p_0 - 8 \frac{p_0^2}{p_{12} T_1} \Rightarrow$

$p_{12}^2 = 6 p_0 p_{12} - 8 p_0^2 \frac{T}{T_1} \quad T = T_1 \frac{6 p_0 p_{12} - p_{12}^2}{8 p_0^2}$

при  $T = T_{\text{ макс}} (p_{12} = p_A^*)$ ,  $T_{\text{ макс}}(p_A^*) = 0 \Rightarrow 6 p_0 = 2 p_A^* \quad p_A^* = 3 p_0$

$T_{\text{ макс}} = T_1 \frac{6 p_0 \cdot 3 p_0 - 9 p_0^2}{8 p_0^2}$

$\boxed{\frac{T_{\text{ макс}}}{T_1} = \frac{9}{8}}$

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.

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

N<sub>2</sub>

$$\left[ \frac{T_{\text{нек}}}{T_1} \right] = \frac{6p_0 - 3p_0 - 3p_0^2}{8p_0} = \frac{9}{8}$$

3) Найдите зависимость  $C(V)$  в линейном приближении.

$$C \int dT = \int Q = \underbrace{pdV}_{\partial A} + \underbrace{\frac{3}{2} \int R dT}_{\Delta U} \quad C = \frac{pdV}{dT} + \frac{3}{2} R$$

$$R \int dT = pdV + dpV \quad C = \frac{pdV}{pdV + dpV} R + \frac{3}{2} R = R \left( \frac{3}{2} + \frac{p}{p + \frac{dp}{dV} V} \right)$$

$$p = \alpha V + \beta \Rightarrow dp = \alpha dV$$

$$C = R \left( \frac{3}{2} + \frac{\alpha V + \beta}{\alpha V + \beta + \alpha V} \right) = R \left( \frac{3}{2} + \frac{\alpha V + \beta}{2\alpha V + \beta} \right)$$

$$\text{В процессе } 1-2 \quad \alpha_2 = -\frac{p_0}{2V_0}; \quad \beta_2 = 6p_0$$

$$\text{В процессе } 3-1 \quad p = 8p_0 \quad \frac{p_0}{V_0} V \quad \alpha_{31} = -\frac{p_0}{V_0}; \quad \beta_{31} = 8p_0$$

Приемы пересчитаем для неизменяемой, когда  $C = 0$  и завис. А - меняется в процессе 1-2, т.е.  $C = 0$ .

$$0 = R \left( \frac{3}{2} + \frac{-\frac{p_0}{2V_0} V_A + 6p_0}{-\frac{p_0}{V_0} V_A + 6p_0} \right) \quad \frac{3}{2} = \frac{\frac{p_0}{2V_0} V_A - 6p_0}{-\frac{p_0}{V_0} V_A + 6p_0} \quad -3 \frac{V_A}{V_0} + 18 = \frac{V_A}{V_0} - 12$$

$$V_A = \frac{18}{2} V_0 \Rightarrow \text{масса А не изменяется в процессе 1-2.}$$

В процессе 1-2 масса В неизменяется.

Инакратично где масса В в процессе 3-1:

$$0 = R \left( \frac{3}{2} + \frac{-\frac{p_0}{V_0} V_B + 8p_0}{-\frac{2p_0}{V_0} V_B + 8p_0} \right) \quad \frac{3}{2} = \frac{-8p_0 + \frac{p_0}{V_0} V_B}{-\frac{2p_0}{V_0} V_B + 8p_0} \quad \frac{4V_B}{V_0} = 8 \quad V_B = 2V_0$$

Масса В в 1В неизменяется, в В-3 - изменилась.



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  
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!

N<sub>2</sub>

$$4) Q_+ = Q_{12} + Q_{B1} \quad \eta = \frac{A_{12}}{Q_+}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \left( \frac{25}{2} - 16 \right) p_0 U_0 = \frac{9}{4} p_0 U_0$$

A<sub>12</sub> линейно определяем из графика: A<sub>12</sub> =  $\frac{1}{2} p_0 U_0$  6,5 · 3

$$A_{12} = \frac{33}{4} p_0 U_0 \quad Q_{12} = \frac{48}{4} p_0 U_0 = 12 p_0 U_0$$

$$Q_{B1} = A_{B1} + \Delta U_{B1} \quad A_{B1} = \frac{1}{2} \left( \frac{p_B}{p_0} + 4 \right) (U_B - U_0) p_0 = \frac{1}{2} p_0 U_0 \left( \frac{p_B}{p_0} + 4 \right)$$

$$p_B = 8p_0 - \frac{p_0}{U_0} \cdot 5U_0 = 3p_0 \quad A_{B1} = \frac{3}{2} p_0 U_0$$

$$\Delta U_{B1} = \frac{3}{2} \Delta R (T_1 - T_B) = \frac{3}{2} (16 p_0 U_0 - 15 p_0 U_0) = \frac{3}{2} p_0 U_0$$

$$3p_0 \cdot 5U_0 = \Delta R T_B = 15 p_0 U_0$$

$$Q_{B1} = 5 p_0 U_0 \Rightarrow Q_+ = 17 p_0 U_0 \quad \eta = \frac{9}{4 \cdot 17} \quad \boxed{\eta = \frac{9}{64}}$$

$$\text{Альтернативный способ: 1)} \frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}} = F \quad ; \quad 2) \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{9}{8} \quad ; \quad 3) \eta = \frac{9}{64}$$



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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

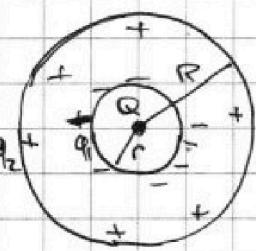
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N<sub>o</sub> 3

$r, R, Q, \varepsilon$

1)  $\psi\left(\frac{R}{4}\right) = ?$

2)  $\Sigma = ?$



1) Предположим, что  $\Psi > 0$

При  $x < r$  на границах диполярного поля исчезают неизмененные заряды, но не изменяется сумма гауссова ( $\int \Sigma dV$ ) числа зарядов на сфере  $\Psi$ .

$$q_2 + q_1 = 0 \quad q_2 = -q_1$$

При  $x < r$ , создаваемое  $q_2$ , будет равно нулю при  $x < R$ .

При  $x > R$  создаваемый  $q_2$ , будем вспоминать

диполистрика будет постоянен и равен  $\frac{kq_2}{R}$  (из условия  $R = \frac{1}{6}R$ )

При  $x > r$  создаваемый  $q_2$  изменится,

относящиеся к конечному заряду:  $\frac{kq_2}{x}$

При  $r < x < R$  изменение будет:

$$\Psi = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_1}{x} + \frac{kq_2}{R} = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_1}{r} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right)$$

$$2) \cdot \frac{1}{\varepsilon} E(x) = \frac{kQ}{x^2} + \frac{kq_1}{x^2}, \text{ где } E - \text{ поле создаваемое в единице диполистрика.}$$

$$E = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_1}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon} \right)$$

$$-q_1 = Q \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon} \right)$$

$$\Psi = \frac{kQ}{x} + kQ \left( \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \right) \left( \frac{R-x}{xR} \right)$$

$$\text{при } x = \frac{R}{4} \quad \Psi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{4kQ}{R} - kQ \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \left( \frac{4(R-\frac{1}{4}R)}{R^2} \right) = \frac{kQ}{R} \left( 4 - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} 3 \right)$$

$$\Psi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left( 4 - 3 + \frac{3}{\varepsilon} \right)$$

$$\boxed{\Psi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{3}{\varepsilon} \right)}$$

Ответ:  $\Psi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{3}{\varepsilon} \right)$

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



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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

(№ 3)

Выражается  $\frac{R}{3}$  и  $\frac{2}{3}R$ .

3) ~~настолько~~ изменение <sup>некоторое</sup> ~~изменение~~ то будем зависеть от  $\varepsilon$ , где вдвоем  $\varphi$ .

$$\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} = \lambda \quad \frac{\varphi(\frac{R}{3})}{\varphi(\frac{2}{3}R)} = \frac{4}{3}$$

$$\varphi(\frac{R}{3}) = 3kQ - kQ \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \left( \frac{3(R-\frac{1}{3}R)}{R^2} \right) = \frac{kQ}{R} \left( 3 - \left( \varepsilon - \frac{1}{\varepsilon} \right) 2 \right)$$

$$\varphi(\frac{R}{3}) = \frac{kQ}{R} \left( \varepsilon + \frac{2}{\varepsilon} \right)$$

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

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

$$\frac{\varphi(\frac{R}{3})}{\varphi(\frac{2}{3}R)} = \frac{4}{3} = \frac{\varepsilon + \frac{2}{\varepsilon}}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}} \quad 4 + \frac{2}{\varepsilon} = 3 + \frac{6}{\varepsilon} \quad 1 = \frac{4}{\varepsilon}$$

$$\varepsilon = 4$$

Ответ: 1)  $\varphi(\frac{R}{4}) = \frac{kQ}{R} \left( \varepsilon + \frac{3}{\varepsilon} \right) ; 2) \varepsilon = 4$ .



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.

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!

N<sub>4</sub>

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

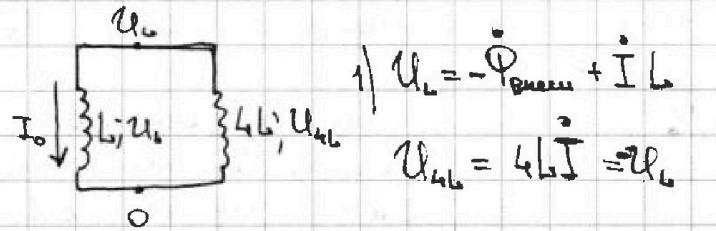
$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$

$$S \propto$$

$$1) \frac{I}{I_0} = ?$$

$$2) I^* = ?$$



$$1) U_0 = -\dot{\Phi}_{\text{внеш}} + \dot{I} L$$

$$U_{4L} = 4L \dot{I} \approx U_0$$

$$4L \dot{I}_0 = \dot{\Phi}_{\text{внеш}} - I_0 L_1 \quad \dot{\Phi}_{\text{внеш}} = BS = \alpha S$$

$$\alpha S = 5L \dot{I}_0 \quad \dot{I}_0 = \frac{\alpha S}{5L}$$

$$2) U_{4L}^* = 4L \dot{I} - \dot{\Phi}_{\text{внеш}}^* \quad \dot{\Phi}_{\text{внеш}}^* = \dot{S}_2 S$$

$$U_{4L}^* = -U_0^* = - (L \dot{I} - \dot{\Phi}_{\text{внеш}})$$

Направления  $L_2$  будем соравнять с  $n_2$  Родину флуорену,  
а  $L_1$  будем называть направлением в другую  
сторону.

$$\text{Ответ: } 1) \dot{I}_0 = \frac{\alpha S}{5L_1}$$

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

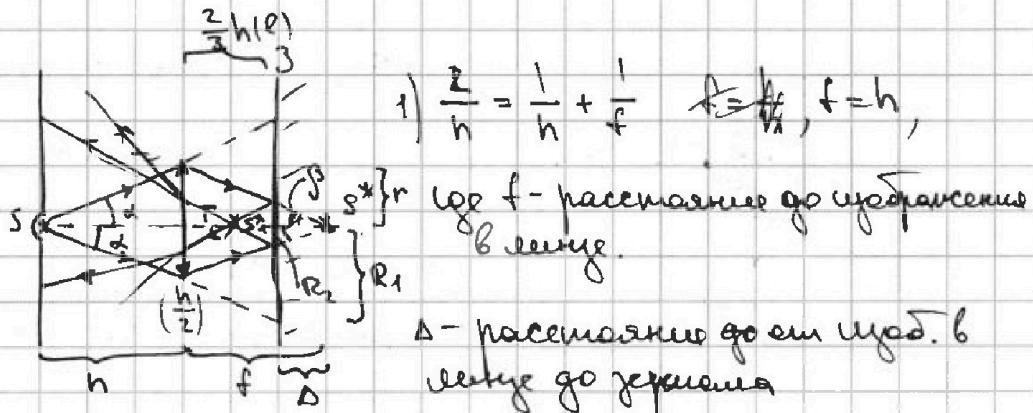
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

№5

$$n = 3 \text{ см}$$

- 1)  $S_3 = ?$   
2)  $S_{CT} = ?$



$$1) \frac{2}{n} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \quad f = h, \quad f = h,$$

$S_1^*$  - изображение до зеркала  
в зеркале.

$\Delta$  - расстояние от зеркал  
до зеркала

$$S_1^* - изображение в зеркале \quad \Delta = f - \frac{2}{3}h = \frac{1}{3}h$$

(действительный предмет для зеркала)

$$d = \frac{2}{3}h - \Delta = \frac{1}{3}h, \quad d - \text{расстояние от } S_1^* \text{ до зеркала.}$$

2) лучи отразившиеся от зеркала не будут дальше  
освещать зеркало.

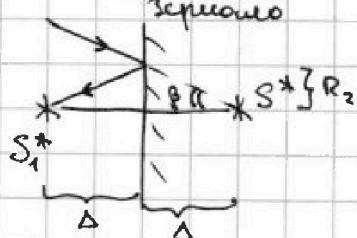
$$\tan \alpha = \frac{r}{h} = \frac{R_1}{h+f-\Delta} = \frac{3R_1}{5h} \quad R_1 = \frac{5}{3}r$$

$\tan \beta = \frac{r}{h} = \tan \alpha \Rightarrow \beta = \alpha$ , т.е.  $\beta$  - угол, под которым падают  
излучавшиеся в зеркале лучи на зеркало

т.е.  $\tan \beta = \frac{R_2}{\Delta}$   $R_2 = \tan \alpha \Delta = \frac{r}{h} \frac{1}{3}h = \frac{r}{3}$

$$S_3 = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi \left( \frac{25}{9}r^2 - \frac{r^2}{9} \right)$$

$$| S_3 = \frac{24}{9} \pi r^2 |$$



3) рассеяние света лучей, отразившихся от зеркала.  
Эти лучи сконцентрируются в  $S_1^*$ ,



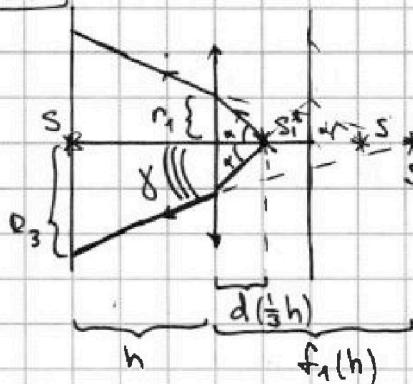
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

N<sup>o</sup> 5)



мж.  $d < \frac{h}{2}$ , (чуборассеянное)  $S_2^*$  проходит

$S_1^*$  будем считать:

$$\frac{2}{h} = \frac{3}{h} - \frac{1}{f_1}, f_1 = h$$

$f_1$  — расстояние от  $S_2^*$  до линзы.

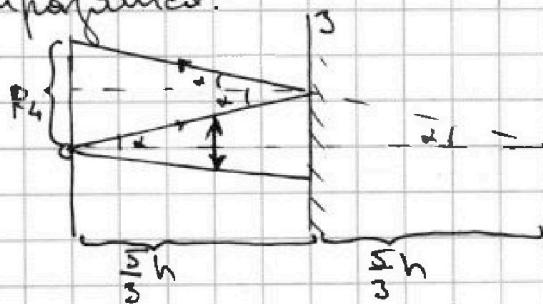
$R_3$  — радиус сферической aberrации отраженного излучения

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{R_3}{h+f_1} = \frac{R_3}{2h} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{r_1}{d} \quad \operatorname{tg} \chi = \frac{r_1}{f_1} = \frac{r_1}{h}$$

$$r_1 = h \operatorname{tg} \chi = \operatorname{tg} \alpha \frac{1}{3}h \quad \operatorname{tg} \chi = \frac{1}{3} \operatorname{tg} \alpha$$

$$R_3 = 2h \operatorname{tg} \chi = 2h \cdot \frac{1}{3} \operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{3}h \frac{r_1}{h} = \frac{2}{3}r$$

3) дуга, проходящая в линзе, дойдущая до экрана и отражение.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3R_4}{10h} \quad R_4 = \frac{10}{3}h \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{10}{3}r$$

$$S_{\text{ct}} = \sqrt{1} R_4^2 - \sqrt{1} R_3^2 = \sqrt{1} \left( \frac{100}{9}r^2 - \frac{4}{9}r^2 \right)$$

$$S_{\text{ct}} = \frac{96}{9} \sqrt{1} r^2$$

$$4) S_3 = \frac{24}{g} \cdot 9 \text{ см}^2 \cdot \sqrt{1} = 24 \sqrt{1} \text{ см}^2 \quad S_{\text{ct}} = 96 \sqrt{1} \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_3 = 24 \sqrt{1} \text{ см}^2; S_{\text{ct}} = 96 \sqrt{1} \text{ см}^2$$



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  
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

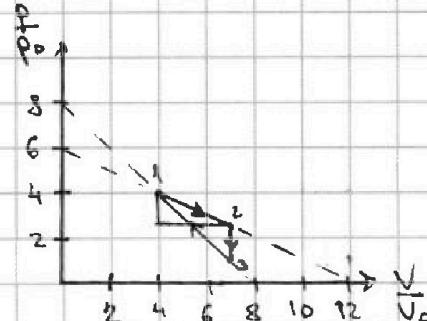
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 2

$$1) \frac{|\Delta U_{23}|}{A_2} = ?$$

$$2) \frac{T_{\max}}{T_1} = ?$$

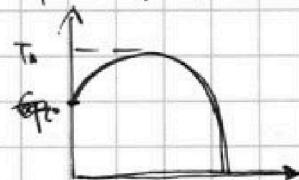
$$3) \eta = ?$$



$$3) \frac{U_A - 18}{V_0} = \frac{V_A}{V_0} - 12$$

$$p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \frac{JR T}{P}$$

$$p^2 = 6p_0 p - \frac{p_0}{2V_0} JR T = 0$$



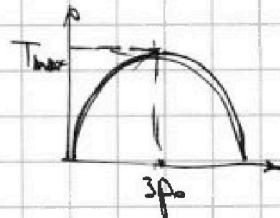
$$p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$4p^0 = 6p^0 - \frac{p_0}{2V_0} V_0$$

$$8p_0 = \frac{p_0}{2V_0} V_0$$

$$\frac{p_0}{2V_0} JR T = 6p_0 p - p^2$$

$$6p_0 p_1 = p_1^2 \quad p_1 = 6p_0 \quad \frac{V_0}{V_0} = 6$$



$$JR T_1 = 16 p_0 V_0 \quad JR = \frac{16 p_0 V_0}{T_1}$$

$$p^2 - 6p_0 p + \frac{p_0 \cdot 16 p_0 V_0}{2V_0 T_1} T = 0 \quad \frac{4V_0}{V_0} = 30$$

$$8p_0^2 \frac{T_{\max}}{T_1} = 6p_0 \cdot 3p_0 - 9p_0^2 \quad p^2 - 6p_0 p + 8p_0^2 \frac{T}{T_1} = 0$$

$$8p_0^2 \frac{T_{\max}}{T_1} = 9p_0^2$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{9}{8}$$

$$-6 \frac{V_0}{V_0} + 24 = -16 + \frac{2V_B}{V_0}$$

$$\frac{2V_0}{V_0} = 40 \quad V_B = 5V_0$$

$$x = 1 - \frac{V_0}{V_0} = \frac{8}{8 - \frac{V_0}{V_0}}$$

$$\frac{2V_0}{V_0} = 6$$

$$\frac{4V_0}{V_0} = 30$$

$$\sqrt{A} = \frac{15}{2} J_0$$

$$V_A = \frac{15}{2} V_0$$

$$6 \frac{V_0}{V_0} - 24 = -16 + \frac{2V_B}{V_0}$$

$$18 - \frac{3V_A}{V_0} = \frac{V_A}{V_0} - 12$$

$$CJR T =$$

$$C = \frac{pdV}{dT} + \frac{3R}{2} \quad 6 = \frac{4V_0}{V_0}$$

$$RJR T =$$

$$\frac{3}{2} V_0 = V_A$$

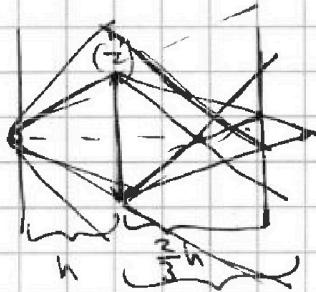


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

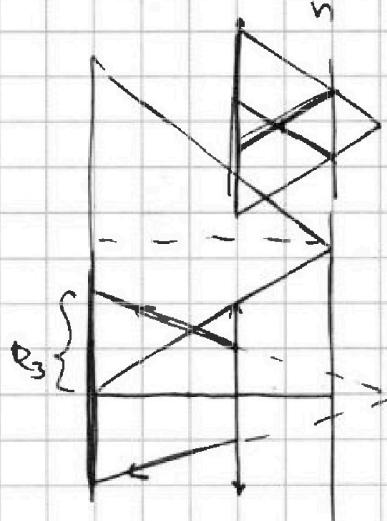
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$C \oint dT = pdV + \frac{3}{2} \omega R dT$$

$$pdV + dP V = \delta dT$$

$$P_{12} = C P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V$$



$$\frac{dT}{T} = \frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} = 0$$

$$dP V = -pdV$$

$$dP = -\frac{P_0}{2V_0} dV$$

$$-\frac{P_0}{2V_0} dV = -pdV \quad p = \frac{P_0}{2V_0} \cdot V$$

$$F_z = \frac{1}{2} M \omega^2$$

$$\varepsilon = \frac{\alpha_z^2}{R}$$

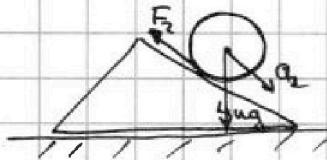
$$\alpha_z F_z = \frac{1}{2} M \frac{\alpha_z^2}{R} \omega^2$$

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

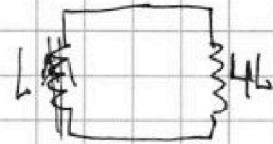
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

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!

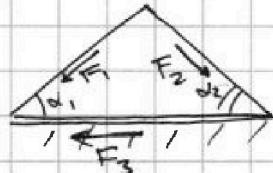


$$4m \alpha_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_{\text{тр2}}$$



$$4m \left( \frac{5}{14}g + \frac{5}{13}g \right) = F_2$$

$$F_2 = 4m \left( \frac{5 \cdot 24 - 5 \cdot 13}{13 \cdot 24} \right) = 4m \frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 24} = \frac{55}{78} mg, \quad F_2 > F_1$$



$$F_2 \cos \alpha_2 = F_1 \cos \alpha_1 + F_3$$

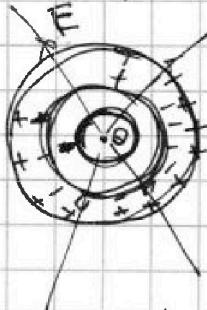
$$I = \frac{1}{2} M \cdot v$$

$$F_3 = \left( \frac{55}{78} \frac{12}{13} - \frac{14}{66} \cdot \frac{4}{5} \right) mg.$$

$$I \Sigma = F \cdot R$$

$$\frac{55 \cdot 12 \cdot 25 - 4 \cdot 14 \cdot 6 \cdot 13}{13 \cdot 13 \cdot 6 \cdot 25} mg$$

$$\frac{5 \cdot 11 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5^2 - 2^2 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 13}{13^2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5^2} = \frac{2 \cdot 3 (5^2 \cdot 11 - 7 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 13)}{13^2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5^2}$$



В движущемся колесе происходит  
вращение всех его частей

169

Большее колесо не имеет кинетики.

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} + \text{const.}$$

$$\frac{36^4}{400 - 36} = 36^4$$

$$10^{11} \times 2 / 25 \cdot 10^3$$

$$10^{11} \times 1 / 25 \times 10^3$$

$$E(x) = \frac{Q + Q_{\text{дин}}}{x^2} = \frac{1}{2} E + \frac{1}{2} k x^2$$

$$10^{11} \times 1 / 25 \times 10^3$$

$$10^{11} \times 1 / 25 \times 10^3$$

н.к. движущее эл. начертано. Форма - это заряд  
движущегося заряда (сферы)

$$\frac{Q}{x^2} = \frac{kQ}{r^2} \cdot \frac{1}{2} k r^2 \dots \frac{Q + Q_{\text{дин}}}{x^2} = \frac{kQ}{r^2} \cdot \frac{1}{2} r^2 = \frac{Q}{2x^2}$$

$$Q + Q_{\text{дин}} = \frac{1}{2} Q \quad Q_{\text{дин}} = \left(1 - \frac{1}{2}\right) Q = \left(\frac{1}{2} - 1\right) Q < 0.$$



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 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!

№ 2

$\frac{3}{h}$

$$C_{14} dT = JRdT - dpV + \frac{3}{2} JRDdT = \frac{5}{2} JRDdT - dpV$$

$$JRdT = dpV + p dV$$

$$pdV = JRdT - dpV$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_2} = ?$$

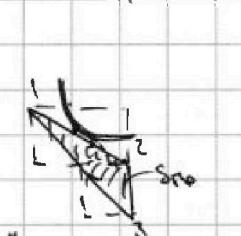
$$B = \frac{U_0 V I n}{? ? ?}$$

$$2) \frac{T_{\max}}{T_1} = ?$$

$$C_{14} = \Phi_{\text{пред}} + L T_0$$

$$(C - \frac{5}{2} R) dT = -dpV$$

$$3) \eta = ?$$



1-2 циклический процесс:

$$p = p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \quad (\frac{5}{2} R + C) dT =$$

$$\frac{JRT}{V} = C p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV \quad (C - \frac{5}{2} R) dT = \frac{p_0}{2V_0} dV$$

$$JRT = C p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2$$

$$p = \frac{JRT}{V}$$

$$C_{12} JdT = \frac{JRT}{V} dV + \frac{3}{2} JRDdT$$

$$\frac{JRT}{p}$$

$$JRDdT = dV (C p_0 - \frac{p_0}{2V_0} dV)$$

$$(C_{12} - \frac{3}{2} R) dT = \frac{pT}{V} dV \quad \text{при } T = T_{\max} \quad dT = 0 \Leftrightarrow dV = 0. \text{ т.е. } C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} JR(T_3 - T_2) \quad JR T_2 = 2,5 p_0 \cdot 7V_0 \quad JR T_3 = p_0 \cdot 7V_0 \quad \frac{3}{2} R$$

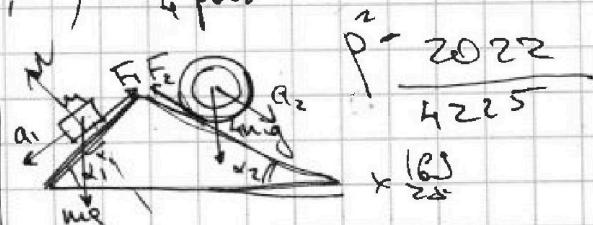
$$\frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

$$JRdT = \frac{p_0}{2V_0} V dV \quad \frac{3}{2} R$$

$$A_2 = S_{pp} \cdot p_0 V_0 = p_0 V_0 \left( \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,5 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1,5 - \frac{1}{2} \cdot 1,5^2 \right) \quad \frac{JR T_2}{p} = 225$$

$$A_2 = \frac{1}{2} p_0 V_0 \left( 1,5 \cdot 1,5 + 2 \cdot 1,5^2 - 1,5^2 \right) = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_2} = \frac{8 \cdot 7 p_0 V_0}{4 \cdot 9 p_0 V_0} = \frac{7}{3}$$



$$T, JR = 4 p_0 \cdot 7V_0 = 16 p_0 V_0$$

$$y = \frac{F_1}{Q_+}$$

$$Q_+ = Q_{14} + Q_{38}$$

$$m a_1 = m g \sin \alpha, -F_1 = m \frac{5}{13} g$$

$$\frac{3}{5} m g - F_1 = \frac{5}{13} m g \quad F_1 = \frac{3}{5} m g - \frac{5}{13} m g$$

$$F_1 = m g \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{13.5} m g$$

I-

I-