



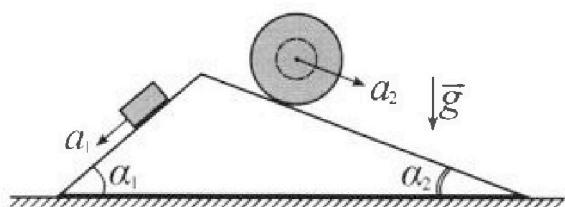
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



**Вариант 11-02**

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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (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.

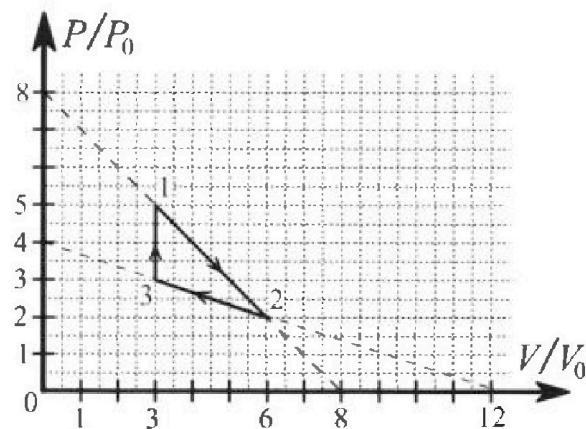


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ 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.

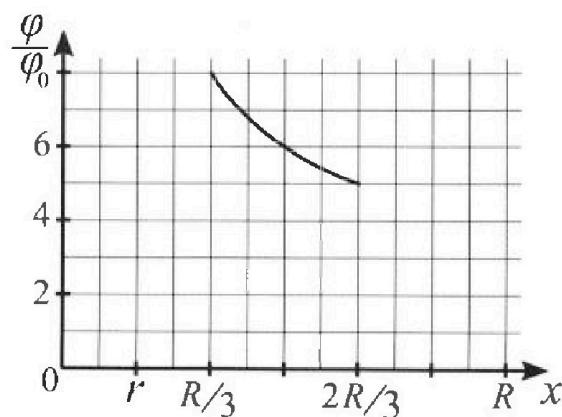
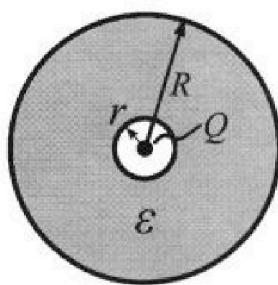
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

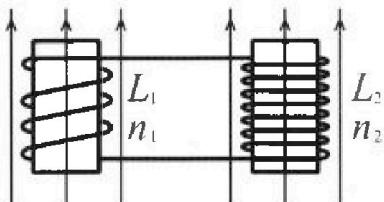


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02

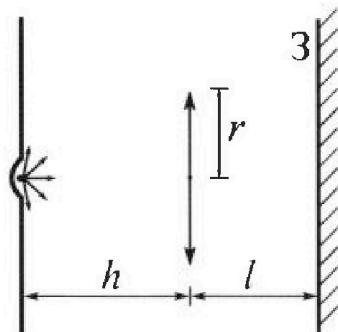
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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

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

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

N1

Дано:

$$q_1 = \frac{7}{17}g, m_1 = M$$

$$q_2 = \frac{8}{25}g, m_2 = 5M$$

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{3}{15}$$

$$\alpha_1 = \arccos \frac{4}{15}$$

$$\alpha_2 = \arcsin \frac{8}{17}$$

$$\alpha_2 = \arccos \frac{15}{17}$$

Найдем:  $F_1, F_2, F_3$

$$(X) mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

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

$$F_1 = m\left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{17}g\right) = mg \left(\frac{51-35}{85}\right) = \frac{16}{85}mg \quad (Y_1) N_1 = mg \cos \alpha_1,$$

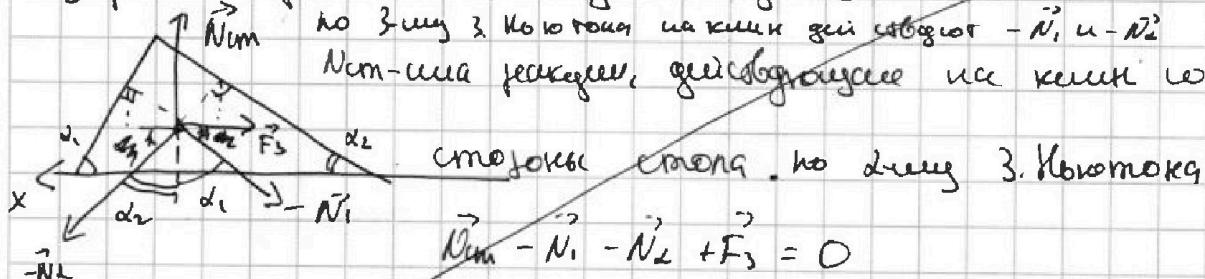
$$2) \text{ для шара } N_2 + 5mg + F_2 = 5ma_2 \quad (Y_2) N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

$N_2$ -сила реакции, действующая на шар со стороны стены как

$$(X_2) 5mg \sin \alpha_2 - F_2 = 5ma_2 \rightarrow F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = 5m\left(g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8}{25}g\right) = 40mg \frac{25-17}{25 \cdot 17} = mg \cdot \frac{5 \cdot 8 \cdot 8}{5 \cdot 5 \cdot 17} = \frac{64}{85}mg$$

3) распишем силы, действующие на кипи



$$(X_3) N_1 \sin \alpha_1 + F_3 = N_2 \sin \alpha_2 \rightarrow F_3 = 5mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1$$



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

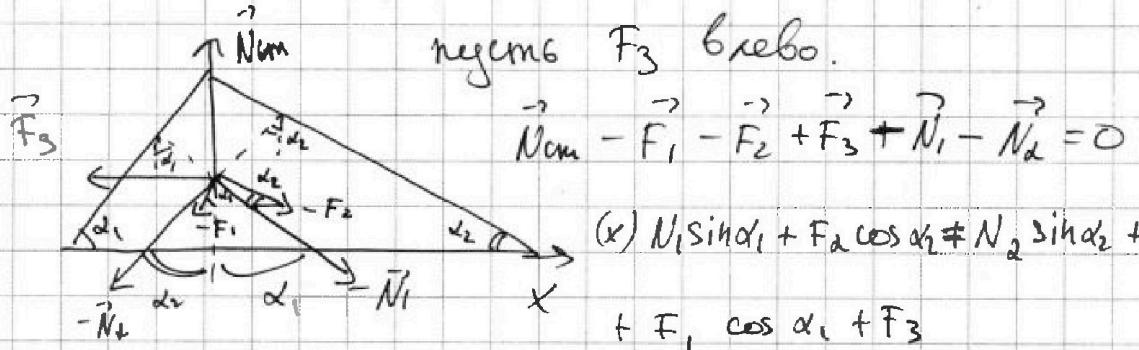
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

3) Рассмотрим сию, действующую на кирпич.

по З-му закону Ньютона со стоянки бруска на кирпич действуют  $\vec{-F_1}$  и  $\vec{-N_1}$ , со стоянки пары  $\vec{-F_2}$  и  $\vec{-N_2}$ . Так же на кирпич действует пара пар сил со стоянки стола  $\vec{N_{ст}}$  и  $\vec{\theta F_3}$ .



$$mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + \frac{64}{85} mg \cos \alpha_2 = mg \cdot 5 \cdot \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + \frac{16}{85} mg \cos \alpha_1 + F_3$$

$$F_3 = mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{64}{85} \cdot mg \cdot \frac{15}{17} - 5 mg \cdot \frac{8 \cdot 15}{17 \cdot 17} - \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5}$$

$$F_3 = mg \left( \frac{12}{25} + \frac{64 \cdot 3 \cdot 8}{17 \cdot 8 \cdot 17} - \frac{5 \cdot 8 \cdot 15}{17 \cdot 17} - \frac{16 \cdot 4}{7 \cdot 5 \cdot 3} \right)$$

$$F_3 = mg \left( \frac{12}{25} + \frac{64 \cdot 3 \cdot 25 - 5 \cdot 8 \cdot 15 \cdot 25 - 16 \cdot 4 \cdot 17}{5 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 17} \right)$$

$$F_3 = mg \left( \frac{12}{25} + \frac{64(3 \cdot 25 - 17) - 40 \cdot 15 \cdot 25}{25 \cdot 289} \right) = mg \left( \frac{12}{25} + \frac{64 \cdot 58 - 600 \cdot 25}{25 \cdot 289} \right)$$

$$= mg \frac{12 \cdot 289 + 64 \cdot 58 - 15000}{7225} = \frac{3468 + 3712 - 15000}{7225} mg = -\frac{5820}{7225} mg$$

|  $F_3 = \frac{1164}{1445} mg$ , направлена  $F_3$  вправо

Ответ:  $F_1 = \frac{16}{85} mg$ ;  $F_2 = \frac{64}{85} mg$ ;  $F_3 = \frac{1164}{1445} mg$



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"/> 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  
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!

№2

Найти:

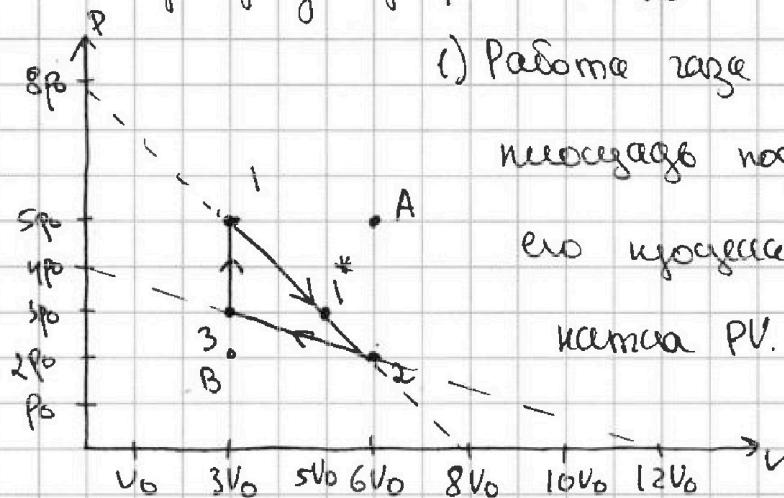
Решение:

измерив график в координатах  $PV$

$$1) \frac{\Delta U_{31}}{A_f}$$

$$2) \frac{T_{max,12}}{T_2}$$

$$3) ?$$



1) Работа газа за цикл  $\rightarrow$

последовательность

процессов, происходящих

в координатах  $PV$ .

$$A_{газ} = S(1A2B) - S(1A2) - S(3A1)$$

$$S(1A2B) - \text{площадь квадрата} = (5P_0 - 2P_0)(6V_0 - 3V_0) = 3P_0V_0$$

$$S(1A2) - \text{площадь треугольника} = \frac{1}{2}(5P_0 - 2P_0)(6V_0 - 3V_0) = \frac{3}{2}P_0V_0$$

$$S(3A1) - \text{площадь треугольника} = \frac{1}{2}(3P_0 - 2P_0)(6V_0 - 3V_0) = \frac{3}{2}P_0V_0$$

$$A_{газ} = 3P_0V_0 - \frac{3}{2}P_0V_0 - \frac{3}{2}P_0V_0 = \left(3 - \frac{3}{2}\right)P_0V_0 = \frac{3}{2}P_0V_0.$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \Delta R (T_i - T_3), \quad i = 3, \text{ т.к. } 12 \text{ одно изотермический}$$

из циклического компрессора - изотермический  $PV = \sqrt{RT} \rightarrow$

$$\Delta U_{31} = \frac{1}{2} (P_1V_1 - P_3V_3) = \frac{1}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6P_0V_0 = 9P_0V_0$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_f} = \frac{9P_0V_0}{5P_0V_0} = 3$$



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

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

## N2 Продолжение

$$2) В \text{ процессе } 12 \quad p(V) = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$\text{тогда } pV = kRT \rightarrow 8p_0V - \frac{p_0V^2}{V_0} = kRT$$

$$T(V) = \frac{8p_0V}{kR} - \frac{p_0}{kR \cdot V_0} V^2 - \text{квадратичная}$$

зависит, ее график - парабола, ветви

внз. максимум температуры достигается в вершины параболы.  $V_{\text{вершины}} = -\frac{\frac{p_0}{kR}}{2 \cdot \left( -\frac{p_0}{kR \cdot V_0} \right)} = 4V_0$

$$T(4V_0) = \frac{8p_0}{kR} \cdot 4V_0 - \frac{p_0}{kR \cdot V_0} \cdot 16V_0^2 = \frac{32p_0V_0}{kR} - \frac{16p_0V_0}{kR} = T_{\max, 12}$$

$$T_2 = \frac{2p_0 \cdot 6V_0}{kR} = \frac{12p_0V_0}{kR} \rightarrow \frac{T_{\max, 12}}{T_2} = \frac{16p_0V_0}{kR} \cdot \frac{kR}{12p_0V_0} = \frac{4}{3}$$

$$3) Рассл. 6 \text{ общем случае } p(V) = Kp_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot nV$$

тогда для процесса 12  $K=8$ ,  $n=1$ , для 23  $K=4$ ,  $n=\frac{1}{3}$

это и нашло из графика.

По первому началу термодинамики  $\delta Q = \delta A + \delta U$

$$\delta A = p dV, \quad \delta U = \frac{1}{2} kR \delta T = \frac{1}{2} \delta(pV) = \frac{1}{2} (p_0V + Vdp). \text{ В этом}$$

$$\text{задаче } i=3, \text{ так что } \delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$\frac{dp(V)}{dV} = 0 - \frac{p_0}{V_0} n \rightarrow dp = -\frac{p_0}{V_0} n dV. \text{ Тогда}$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} \left( (Kp_0 - \frac{p_0}{V_0} nV) dV + \frac{3}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} n dV \right)$$

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.



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

## N2 профильные

$$\delta Q = \frac{5}{2} k p_0 dV - \frac{5}{2} \frac{p_0 n V dV}{V_0} - \frac{3}{2} \frac{V p_0 n dV}{V_0}$$

$$\delta Q = p_0 dV \left( \frac{5}{2} k - \frac{5}{2} \frac{nV}{V_0} - \frac{3}{2} \frac{nV}{V_0} \right) = p_0 dV \left( 5k - 8n \frac{V}{V_0} \right)$$

В профиле 12  $dV > 0$ , и  $\delta Q > 0$ , тогда  $5k > 8n \frac{V}{V_0}$

$$\delta Q = 0, \text{ когда } V = \frac{5k}{8n} V_0 = \frac{5-8}{8 \cdot 1} V_0 = 5V_0$$

тогда  $V < 5V_0$ , т.з. получаем тепло, когда

$V > 5V_0$ , т.з. излучает тепло отдавая.

$$\text{сомножитель}, Q_{12}^+ = Q_{11^*} = A_{11^*} + \Delta U_{11^*} =$$

$$= \frac{3p_0 + 5p_0 (5V_0 - 3V_0)}{2} + \frac{3}{2} (5p_0 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0) = \frac{8}{2} \cdot 2p_0 V_0 + 0$$

$$Q_{12}^+ = 8p_0 V_0 - это тепло которое кончается в 12$$

В профиле 23  $dV < 0$ , тогда  $\delta Q > 0$ , когда

$$5k - 8n \frac{V}{V_0} < 0 \rightarrow 5k < 8n \frac{V}{V_0} \rightarrow V > V_0 \frac{5k}{8n}$$

$$V > V_0 \cdot \frac{5 \cdot 4}{8 \cdot \frac{1}{3}} = \frac{3 \cdot 5}{2} V_0 = 7,5 V_0. В этом профиле$$

т.з. это идет от состояния  $6V_0$ , т.е. Все выше

$\delta Q < 0$ , т.е.  $Q_{23}$  - теплоотдача колодельника.

Чтобы т.з. получает тепло в 31 и 11\*,

$$Q_{12} = \Delta U_{sp} + A_{11^*} + Q_{11^*} = \frac{1}{2} (5p_0 3V_0 - 3p_0 3V_0) + 8p_0 V_0 = \frac{17}{2} p_0 V_0$$

$$\gamma = \frac{A_{11^*}}{Q_{12}} ; \gamma = \frac{3p_0 V_0}{\frac{17}{2} p_0 V_0} = \frac{3}{17}$$

Ответ: 1) 3 ; 2) 4 : 3 ; 3) 3 : 17



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  
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!

Ответ: а)  $\varphi(x = \frac{3R}{4}) = \frac{q}{\pi \epsilon_0} \cdot \frac{4r + 3\epsilon^2 R - 3\epsilon R}{12 \epsilon R r}$

б)  $E = \frac{R + \sqrt{R^2 + 4Rr}}{2}$

В задаче и использовался факт, что  $d\varphi = \int E dr$

действительно: потенциал заряда

в поле определяется как  $W = \varphi \cdot q$ , а работа

по перемещению заряда в поле  $dA_{2n} = F_{2n} dx$ .

т.к.  $dW = dA_{2n} \rightarrow d\varphi \cdot q = F_{2n} dx$

$F_{2n} = q \cdot E \rightarrow d\varphi \cdot q = E \cdot dx \rightarrow E = \frac{d\varphi}{dx} \rightarrow$

$d\varphi = \int E dx$

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



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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

№ 3

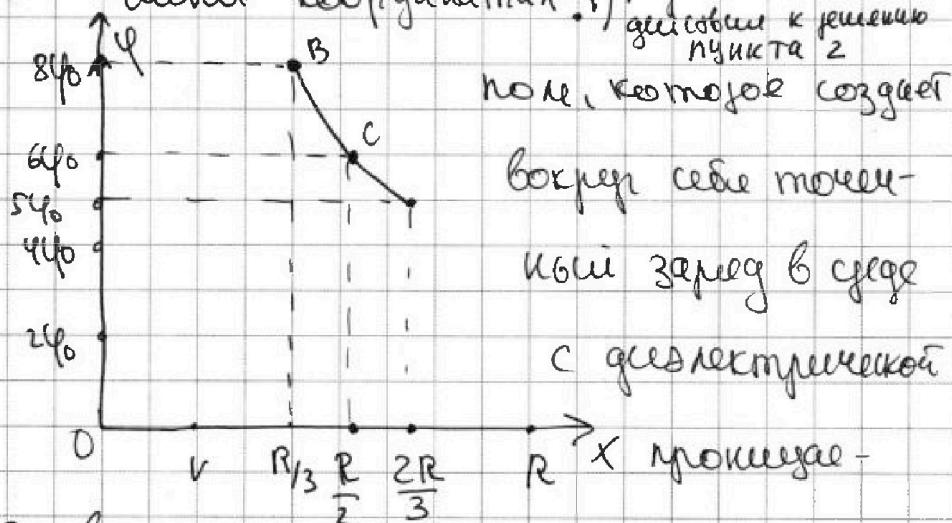
Решение:

Дано:  $r, R, Q_1, \varphi$  Найдем изображенный график в удобных для

найти  $\varphi(x = \frac{3}{4}R)$

дано: график

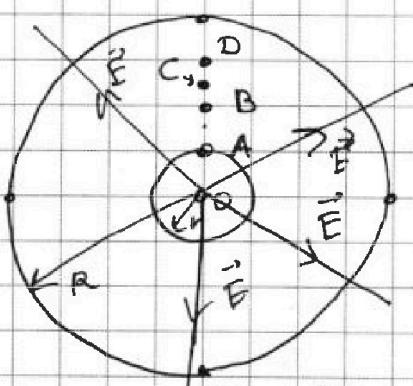
найти:  $E$



наличию  $E$  Вычисление по формуле

$$E(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}. \text{ Если же имеем распределение}$$

$$\text{в воздухе, то } E(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



$$\text{получим } OA = r, OB = \frac{R}{3}, OC = \frac{R}{2}, OD = \frac{3R}{4}$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \int_r^{\frac{R}{3}} E'(r) dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \int_r^{\frac{R}{3}} \frac{1}{r^2} dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left[ \frac{1}{r} \right]_r^{\frac{R}{3}} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{\frac{R}{3}} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left( \frac{1}{r} - \frac{3}{R} \right)$$

$$\text{из графика } 2\varphi_0 = \varphi_B - \varphi_C = \int_{R/3}^{R/2} E'(r) dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \int_{R/3}^{R/2} \frac{1}{r^2} dr =$$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left( \frac{1}{R/3} - \frac{1}{R/2} \right) = \frac{q R}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_0 = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

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

N3

$$\text{аналогично } \varphi_C - \varphi_D = \int_{R/2}^{3R/2} E'(r) dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \int_{R/2}^{3R/2} r^{-2} dr =$$

$$= -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( \frac{1}{3R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( \frac{4}{3R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \frac{3-2}{6R} = \frac{q}{6\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_D = \varphi_C - \frac{q}{6\pi\epsilon_0 R} = -6\varphi_0 - \frac{q}{6\pi\epsilon_0 R} = \left( \frac{6}{8} - \frac{1}{6} \right) \frac{q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_D = \frac{36-8}{48} \frac{q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{28}{48} \frac{q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{7}{12} \frac{q}{\pi\epsilon_0 R}$$

2) Решение методом 1:

$$\varphi(x) = \varphi_A + \varphi_D - \varphi_A = \frac{kq}{r} + \varphi_D - \varphi_A = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \varphi_D - \varphi_A$$

$$\varphi_A - \varphi_D = \int_r^{\frac{3R}{2}} E'(x) dx = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{1}{r} \Big|_{\frac{3R}{2}}^r = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{3R} \right)$$

$$\varphi(x) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{3R} \right) = \frac{4q}{3R} \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \left( 1 - \frac{1}{r} \right)$$

$$\varphi(x = \frac{3R}{4}) = \frac{q}{3\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \frac{1}{4} = \frac{q}{12\pi\epsilon_0 R} \left( \frac{1}{3R} + \frac{1}{4} \right) =$$

$$= \frac{q}{12\pi\epsilon_0 R} \frac{4R + 3R^2}{12R} = \frac{q(4R + 3R^2)}{144\pi\epsilon_0 R}$$

$$3) \text{Решение методом 2: } \varphi_D = \varphi(x = \frac{3R}{4}) \rightarrow \frac{7}{12} \frac{q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{q(4R + 3R^2 - 3R)}{144\pi\epsilon_0 R}$$

$$7R = 4R + 3R^2 - 3R \Rightarrow R^2 - R = 0 \Rightarrow R = \frac{R + \sqrt{R^2 + 4R^2}}{2}$$

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

N 4 Доказ:

$$h_1 = 1$$

$$h_2 = 3h$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 3n$$

$$S, R=0; \frac{d\Phi}{dt} = -\alpha$$

$$\text{Коэффициент: } \frac{dE}{dt}$$

$$h_1: B_0 \rightarrow \frac{2}{3}B_0$$

$$h_2: \frac{B_0}{3} \rightarrow B_0 \cdot \frac{1}{12}$$

Iic -?

Решение:

Сопротивление катушки и провода

не имеет, а значит контур

сверхпроводящий, а по сб-ку

может

сверхпроводящего контура поток

в нем остается неизменным.

Магнитный поток контура складывается

из потока внешнего и собственного. такие

образцы,  $\frac{d\Phi_E}{dt} = \frac{d\Phi_B}{dt} + \frac{d\Phi_{собст}}{dt} = 0$

при изменении внешнего потока через 1 катушку в неё

возникает эдс индукции  $E_i = -\frac{d\Phi}{dt}, \Phi = B \cdot S \cdot H, \rightarrow E_i = -\frac{dB}{dt} \cdot S \cdot n$ ,

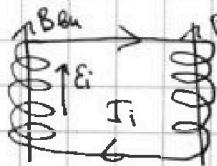
в контуре из-за этого появляется ток, что приведет

к искажению в катушке 2 эдс самоиндукции,

равному  $n_2 \frac{dE}{dt}$ . Но т.к. искажающий ток в 0

катушке изменит её эдс собственной поток, то

в неё также возникнет эдс самоиндукции



индукционного тока сопротивлено с

внешними полями по правилу Ленца,  
тогда  $E_i \neq 0$ .  $I_i$  направлен по часовой стрелке,  $E_{i2}$  против

индукционного тока

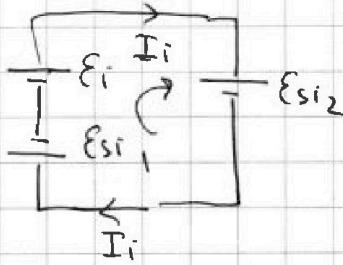


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



по 2-му правилу Кирхгофа

$$E_i - E_{si1} - E_{si2} = 0$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} - \left(-h_1 \frac{dI}{dt}\right) - \left(-h_2 \frac{dI}{dt}\right) = 0$$

$$-\frac{dB}{dt} S n_1 + (h_1 + h_2) \frac{dI}{dt} = 0 \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{+(-\alpha) S n_1}{h_1 + h_2}$$

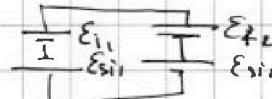
$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha S n_1}{h_1 + h_2}$ . Иначе указывает на то, что ток прекращается потому обхода

$$| \frac{dI}{dt} | = | I_i | = \frac{\alpha S n_1}{h_1 + h_2} = \frac{\alpha S n}{h + gh} = \frac{\alpha S n}{10h}$$

2) когдаNone 6 обеих катушек одинаков

значит, 6 обеих намотки и  $E_{i1}$  и  $E_{si1}$

$$-E_{i1} + E_{si1} + E_{i2} + E_{si2} = 0$$



$$+ \frac{d\Phi_1}{dt} - h_1 \frac{dI}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} - h_2 \frac{dI}{dt}. Переходим от шагов$$

приращений к конечным  $\rightarrow +\Delta\Phi_1 - L_1 \Delta\Phi I - \Delta\Phi_2 - L_2 \Delta\Phi I = 0$

$$\Phi_1 = B_1 S n_1, \Phi_2 = B_2 S n_2, \Delta\Phi_1 = (\frac{1}{3} B_0 - B_0) S n_1; \Delta\Phi_2 = (\frac{1}{12} B_0 - \frac{1}{3} B_0) S n_2$$

$$- \frac{1}{3} B_0 S n_1 + \frac{1}{12} B_0 S n_2 = (h_1 + h_2) (I_k - 0)$$

$$I_k = - \frac{\frac{1}{3} B_0 S n_1 + \frac{1}{12} B_0 S n_2}{h_1 + h_2} = \frac{B_0 S (-\frac{11}{3} + \frac{3n}{4})}{h + gh} = \frac{B_0 S n}{10h} \cdot \frac{5}{12}$$

$$I_k = \frac{B_0 S n}{L} \cdot \frac{1}{24}$$

$$\text{Объем: } \frac{\alpha S n}{10h} ; \frac{B_0 S n}{L} \cdot \frac{1}{24}$$

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



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

СТРАНИЦА  
1 из 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 задача:

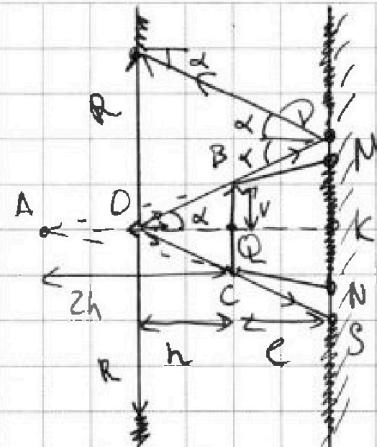
$$F = 2h$$

$$l = h$$

$$r = 2 \text{ см}$$

Найти:  $S_{\text{тени 3}}$

$S_{\text{тени 1}}$



1) По формуле толщины линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \text{6 атом}$$

значит  $d = h$  и  $F = 2h$

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{h-2h}{h-2h-h} = -2h$$

изображение получается сильно мажущим, т.е. линза

рассредствает свет, попадающие на нее от источника, так, что как будто они идут из А ( $AQ = 2h$ ) ( $OA = h$ )

таким образом свет, проходящий через линзу, сформирует световое пятно в виде круга с диаметром MN. К-диаметр этого круга.

из подобия треугольников ABC и AMN  $\frac{MN}{BC} = \frac{AK}{AQ}$

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

$$\text{тогда } S_{\text{обл}} = \pi \frac{(MN)^2}{4} = \pi \cdot \frac{9r^2}{4}$$

такие же, которые через линзу не попадут, (как OP, OS)

образуют световое пятно с темной областью в виде

круга диаметра DS. Из подобия  $\triangle OBC$  и  $\triangle ODS$   $\frac{DS}{BC} = \frac{OK}{OQ}$

$$DS = 2r \cdot \frac{l+h}{h} = 2r \cdot \frac{2h}{h} = 4r. \quad S_{\text{обл}} = \pi \frac{DS^2}{4} = \pi \cdot 4r^2$$

$$S_{\text{тени 3}} = S_{\text{тени } DS} - S_{\text{обл}} = \pi r^2 \cdot 4 - \pi r^2 \cdot \frac{9}{4} = \frac{7}{4} \pi r^2$$

$$S_{\text{тени 3}} = \frac{7}{4} \pi \cdot 4 \text{ см}^2 = 7\pi \text{ см}^2$$

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

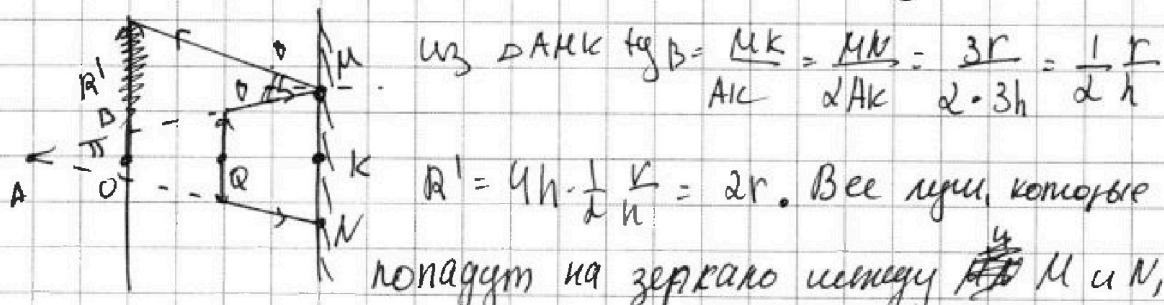
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

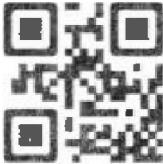
N5

2) по закону отражения, угол падения равен углу отражения. соответственно, луч, попадающий на зеркало под углом  $\alpha$ , отразится под углом  $\alpha$  и расстояние между источником и световым лучом от линии на стекле будет  $2(h+l)\tan\alpha = 4htg\alpha$ .  
 Лучи, у которых угол падения на зеркало одинаковы -  
 и есть аналогичные это лучше от ~~лучей~~. Световые лучи от них  
 образуют конус с расстоянием  $R = 4h \frac{\tan\alpha}{\sin\alpha} = 4h \frac{BQ}{AO} = 4h \frac{r}{h} = 4r$   
 то есть падающие лучи, если не учитывать светом  
 лучи, прошедшие через линзу  $\rightarrow S_{\text{луч}} = \pi R^2 = \pi \cdot 16h^2$   
 Однако лучше, прошедшее через линзу, также опущено  
 от зеркала и сияет красные ( такие, как ОИ ) попадут  
 на стекло и расстоянием  $R' = 2(h+l)\tan\beta = 4h\tan\beta$



из  $\triangle MKC \tan\beta = \frac{MK}{KC} = \frac{MN}{NC} = \frac{3r}{2h} = \frac{1}{2} \frac{r}{h}$   
 $R' = 4h \cdot \frac{1}{2} \frac{r}{h} = 2r$ . Все лучи, которые  
 попадут на зеркало между ~~М~~ и  $N$ ,

освещают всю область за пределами центра  $OI'$



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

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

$$S_{\text{окр}}^1 = \pi R^2 = \pi \cdot 4r^2$$

Тогда область между на стеке, будет круговой полосой площади  $S_{\text{стеки}}^1 - S_{\text{окр}}^1 = 16\pi r^2 - 4\pi r^2 = 12\pi r^2$

Ответ:  ~~$7\pi r^2, 12\pi r^2$~~   $S_{\text{стеки}}^1 = 12\pi(2\text{ см})^2 = 48\pi \text{ см}^2$

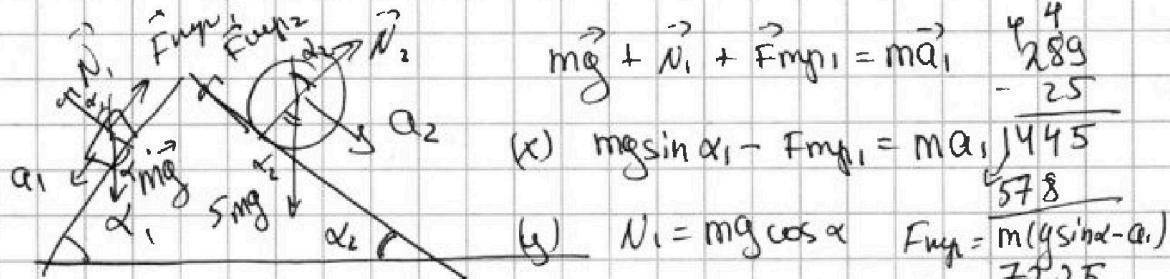
Ответ:  $7\pi \text{ см}^2; 48\pi \text{ см}^2$

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

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



$$mg + \vec{N}_1 + \vec{F}_{mfp_1} = m\vec{a}_1 \quad \begin{array}{l} 4 \\ -25 \\ \hline 1889 \end{array}$$

$$(x) \quad mgsin\alpha_1 - F_{mfp_1} = ma_1 \quad \begin{array}{l} 4 \\ -578 \\ \hline 445 \end{array}$$

$$(y) \quad N_1 = mgcos\alpha \quad F_{mfp} = \frac{m(gsin\alpha - a_1)}{7225}$$

Другой способ использует  $F_{mfp} = F_{mfp\text{ склон}} = MN_1 = Mmgcos\alpha$ .

$$5mg + \vec{F}_{mfp_2} + \vec{N}_2 = 5\vec{ma}_2 \quad \begin{array}{l} 3750 \\ -867 \\ \hline 2883 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2883 \\ +867 \\ \hline 3750 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2883 \\ 3750 \\ \hline 11525 \end{array}$$

$$- F_{mfp_2} + 5mg \sin\alpha_2 = 5ma_2 \Rightarrow F_{mfp_2} = 5m(g \sin\alpha_2 - a_2)$$

$$\begin{array}{l} 17 \\ -3 \\ \hline 51 \end{array} \quad F_{mfp_1} = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{17}g) = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \frac{51-35}{85} = \frac{16}{85}mg$$

$$\begin{array}{l} 17 \\ -3 \\ \hline 51 \end{array} \quad F_{mfp_2} = 5m g \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{5} \right) = 40mg \cdot \frac{8}{17 \cdot 5} = \frac{320}{17 \cdot 5}mg \quad \begin{array}{l} 2 \\ 85 \\ -5 \\ \hline 35 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 17 \\ -25 \\ \hline 85 \end{array} \quad N_{1\perp} = N_{11} = mg \cos\alpha_1 \cos\alpha_1 = mg \cdot \frac{16}{25} \quad \begin{array}{l} 16 \\ -15 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} 425 \\ -64 \\ \hline 361 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 17 \\ -25 \\ \hline 85 \end{array} \quad N_{2\perp} = 5mg \cos\alpha_2 \cos\alpha_2 = mg \cdot \frac{225}{289} \quad \begin{array}{l} 225 \\ -200 \\ \hline 25 \end{array} \quad \begin{array}{l} 289 \\ -20 \\ \hline 89 \end{array} \quad \begin{array}{l} 89 \\ -5 \\ \hline 320 \end{array}$$

$$N_{1\parallel} = mg \cos\alpha_1 \sin\alpha_1 = mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = mg \frac{12}{25} \quad \begin{array}{l} 12 \\ -12 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} 289 \\ -12 \\ \hline 167 \end{array}$$

$$N_{2\parallel} = 5mg \cos\alpha_2 \sin\alpha_2 = 5mg \cdot \frac{8}{289} = \frac{600}{289}mg \quad \begin{array}{l} 600 \\ -289 \\ \hline 111 \end{array} \quad \begin{array}{l} 289 \\ -60 \\ \hline 229 \end{array} \quad \begin{array}{l} 229 \\ -60 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$F_{mfp} + N_{1\parallel} = N_{2\parallel} \quad \begin{array}{l} 289 \\ -3 \\ \hline 867 \end{array} \quad \begin{array}{l} 289 \\ -3 \\ \hline 867 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1289 \\ -25 \\ \hline 1040 \end{array}$$

$$F_{mfp} = N_{2\parallel} - N_{1\parallel} = mg \left( \frac{600}{289} - \frac{12}{25} \right) = \frac{1445}{578}mg \quad \begin{array}{l} 1445 \\ -578 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 17 \\ -25 \\ \hline 85 \end{array} \quad F_{mfp} = N_{2\parallel} - N_{1\parallel} = \frac{15000-3468}{7225} \cdot \frac{11532}{7225}mg \quad \begin{array}{l} 15000 \\ -3468 \\ \hline 11532 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 17 \\ -25 \\ \hline 85 \end{array} \quad \begin{array}{l} 15000-3468 \\ -11532 \\ \hline 11532 \end{array} \quad \begin{array}{l} 11532 \\ -3468 \\ \hline 8064 \end{array} \quad \begin{array}{l} 8064 \\ -11532 \\ \hline 3468 \end{array}$$

$$5 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 15 - 3 \cdot 4 = 350 \quad \begin{array}{l} 350 \\ -25 \\ \hline 325 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 17 \\ -25 \\ \hline 85 \end{array} \quad 4 \mid 150-3 \quad \begin{array}{l} 150-3 \\ -125 \\ \hline 25 \end{array}$$



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!

$$6 \vee 2 : Q_1 = \frac{(5-3)V_0}{2} \quad 3p_0 + 5p_0 = 8p_0 V_0 \\ p(5V_0) = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} 5V_0 = 3p_0 \quad \Delta U = \left( \frac{4p_0 V_0}{2A} - \frac{15p_0 V_0}{2A} \right) = 0$$

$$\tau(5V_0) = \frac{3p_0 5V_0}{2A} = \frac{15p_0 V_0}{2A}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \frac{3p_0 V_0}{(8+3)p_0 V_0 / 17} \\ Q_{31} + Q_{12} = \end{array} \right.$$

№ 4

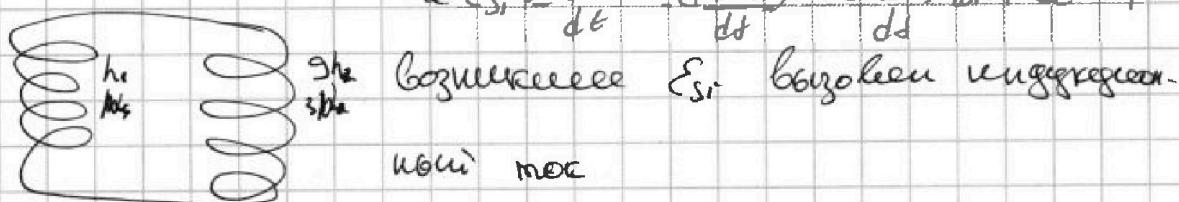


$$\int \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I$$

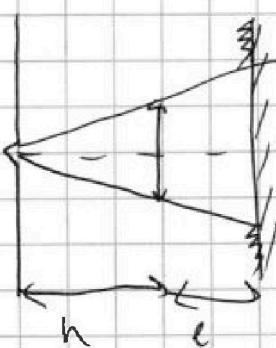
$$\Phi = B \cdot S \cdot n \Rightarrow h = \frac{\mu_0 N I S}{I} = \mu_0 N S$$

$$B \cdot l = \mu_0 N I \Rightarrow B = \mu_0 n I \quad h I = B S \Rightarrow h = \frac{BS}{I}$$

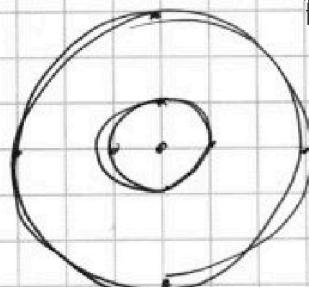
$$8E_{si} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(BS)}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot 8N = \mu_0 N I$$



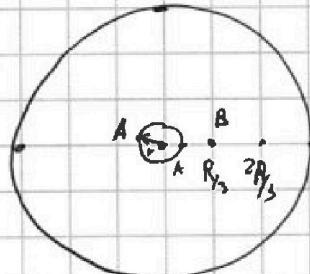
иначь так



$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{L} \rightarrow f = \frac{FL}{h-F} = \frac{2h \cdot h}{h-2h} = -2h$$



$$q_a = \frac{kq}{r}$$



$$dq = E dr$$

$$\Delta \Phi_{AB} = \int_r^{R_{13}} \frac{qr}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr =$$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \int_r^{R_{13}} r^2 dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{3} r^3 \right]_r^{R_{13}} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{3} R_{13}^3 - \frac{1}{3} r^3 \right)$$

$$E(r)_{\text{некр}} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



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

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

## N1 продолжение

$$F_3 = mg (5 \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - \cos \alpha_2 \sin \alpha_1)$$

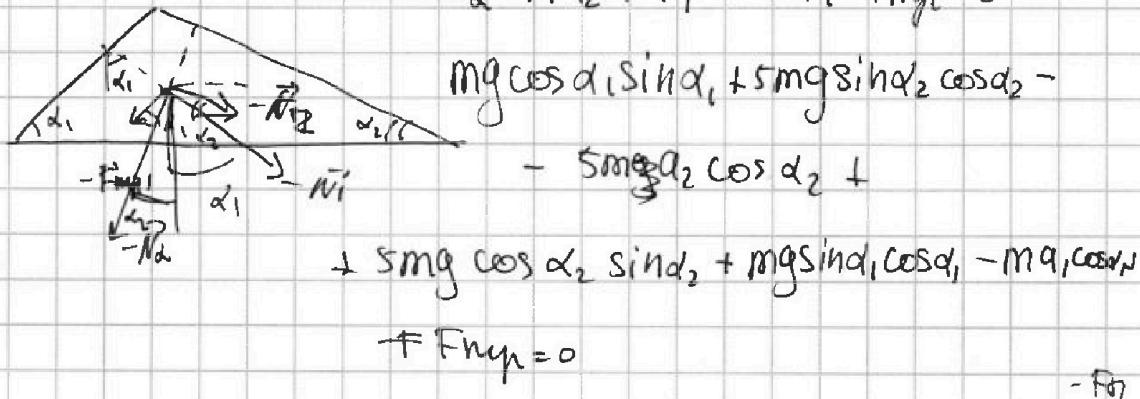
$$F_3 = mg \left( \cancel{\frac{8}{15} \cdot \frac{12}{17}} \frac{5 \cdot 8 \cdot 15}{17 \cdot 17} - \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} \right) = mg \left( \frac{150}{289} - \frac{3}{25} \right) \cdot 4$$

$$F_3 = 4mg \frac{3750 - 867}{7225} = \frac{4 \cdot 2883}{7225} mg = \frac{11532}{7225} mg$$

~~Ответ:~~  $F_1 = \frac{16}{85} mg ; F_2 = \frac{64}{85} mg ; F_3 = \frac{11532}{7225} mg$

$$N_1 \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 +$$

$$+ N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 + F_{\text{нр}} = 0$$



$$2mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 + 10mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 = 5m \alpha_2 \cos \alpha_2 - m \alpha_1 \cos \alpha_1 =$$

$$F_{\text{нр}} = 5m \cdot \frac{8}{15} \cdot \frac{12}{17} g + m \cdot \frac{7}{17} \cdot \frac{4}{5} g - 2mg \left| \frac{4 \cdot 3}{15} + \frac{5 \cdot 8 \cdot 15}{289} \right|$$

$$F_{\text{нр}} = mg \left( \frac{5 \cdot 120}{125 \cdot 17} + \frac{28}{17 \cdot 5} - 2 \cdot (12 + 5 \cdot 20) \right) =$$

$$= mg \frac{5 \cdot 120 \cdot 17 + 28 \cdot 17 \cdot 5 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 120 \cdot 5}{287 \cdot 25}$$

$$= \frac{7 \cdot 5 \cdot 120 \cdot 15 + 4 \cdot (7 \cdot 5 \cdot 17 - 6 \cdot 1)}{287 \cdot 25} =$$

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

N4

Дано: Решение:

(1) Запишем второе

$$h_1 = h; h_2 = 9h \quad n_1 = n; n_2 = 3n \quad N_1 = N; N_2 = 3N \quad h_1 = h \rightarrow h_2 = 9h \text{ правило Кирхгофа}$$

$$N_2 = 3N \quad h_2 = 9h \quad \text{две катушки}$$

$$S: i \frac{dB}{dt} = -\alpha \quad \text{коинт.: } E_{si_1} + E_{si_2} = 0$$

$$\text{Найдем: } \frac{dI}{dt} \quad h_1: B_0 \rightarrow \frac{2}{3}B_0 \quad h_2: B_0 \rightarrow \frac{1}{12}B_0 \quad E_{si_1} - \text{это самоиндукция, возникающая в 1-й катушке}$$

$$h_2: B_0 \rightarrow \frac{1}{12}B_0 \quad E_{si_2} - \text{это самоиндукция, возникающая в 2-й катушке} \quad \frac{3}{n} - \frac{1}{3} =$$

$$-\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0 \rightarrow -\frac{d(B_1 S n_1)}{dt} - \frac{d(B_2 S n_2)}{dt} = 0 \quad \beta = \frac{9-4}{12} = \frac{5}{12}$$

$$-\frac{dB_1}{dt} \cdot S n_1 - \frac{dB_2}{dt} \cdot S n_2 = 0 \rightarrow -\frac{dB_1}{dt} n_1 = \frac{dB_2}{dt} n_2 = \frac{5}{12} B_0 \quad J_K = \frac{B_0(3n - \frac{1}{3}n)}{L}$$

$$N \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d(h_1 I_1)}{dt}, \frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{d(h_2 I_2)}{dt} = \frac{h_2 dI_2}{dt} = \frac{5}{12} B_0 \quad \text{6 катушек током равные между собой} \rightarrow I_1 = I_2 \rightarrow$$

$$E_i = -\frac{d\Phi}{dt} \quad E_{si} = -h \frac{dI}{dt}$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} - h_1 \frac{dI}{dt} - h_2 \frac{dI}{dt} = 0 \rightarrow -(-\alpha S n_1) = h_1 + h_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha S n_1}{h_1 + h_2} \quad E_{i1} + E_{i2} + E_{si_1} + E_{si_2} = 0$$

$$\Phi = \Phi_{\text{вн}} + \Phi_{\text{вн}} \quad -\frac{dB_1 S n_1}{dt} - \frac{dB_2 S n_2}{dt} - h_1 \frac{dI}{dt} + h_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$-\frac{dB_1 S n_1}{dt} - \frac{dB_2 S n_2}{dt} = (h_2 - h_1) \frac{dI}{dt} \rightarrow S n_1 \cdot \frac{-1}{3} B_0 n_1 + \frac{1}{4} B_0 S n_2 = -8h \frac{dI}{dt} \quad \frac{dI}{dt} = h I_K$$

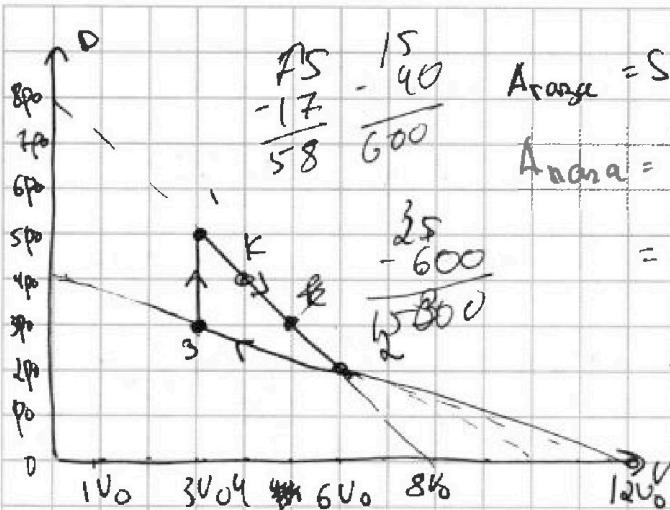
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



$A_{\text{также}} = S$  под графиком

$$A_{\text{также}} = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot 3P_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot 3V_0 = \frac{1445}{578}$$

$$= \frac{3}{2} - \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{6}{2} P_0 V_0 = 3 P_0 V_0 \approx 225$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} N R \Delta T = \frac{3}{2} P_1 V_1 - P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} 5V_0 (5P_0 - 3P_0) = 9 P_0 V_0$$

$$\Delta U_{13} = \frac{9 P_0 V_0}{5 P_0 V_0} = \frac{9}{5} = 3$$

$$12: P(V) = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$PV = \Delta RT \rightarrow 8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 = \Delta RT$$

$$T(V_1) = \frac{P_0}{\sqrt{R}} (8V - V^2) - \text{мин} \rightarrow T'(V) = 289$$

$$T'(V) = \frac{\partial}{\partial V} (8V - V^2) = 0 \rightarrow V = 4V_0 \quad T_k = \frac{8P_0 V_0}{\sqrt{R}} / \frac{8P_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$T(V_2) = \frac{12P_0 V_0}{\sqrt{R}} \rightarrow T_{\text{макс}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A \Rightarrow \Delta Q = \frac{3}{2} \Delta(PV) + PdV = \frac{3}{2} PdV + \frac{3}{2} Vdp + PdV$$

$$\Delta Q = \frac{3}{2} V dp + \frac{3}{2} V \cdot P \quad \text{для 12} \quad p(V) = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \quad n=8 \quad k=1$$

$$\Delta Q = \frac{3}{2} V \left( -\frac{K P_0}{V_0} dV \right) + \frac{7225}{144} \quad \text{для 23} \quad p(V) = 4P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \quad n=4 \quad k=\frac{1}{3}$$

$$+ \frac{3}{2} \left( n P_0 - K P_0 V \right) dV = \frac{3}{2} V \frac{dV}{V_0} K P_0 + \frac{3}{2} n P_0 dV - \frac{3}{2} K \frac{P_0 V dV}{V_0} = \frac{3}{2} V \frac{dV}{V_0} K P_0 + \frac{3}{2} n P_0 dV - \frac{3}{2} K \frac{P_0 V dV}{V_0}$$

$$= dV P_0 \left( \frac{5}{2} n - \frac{3}{2} \frac{K}{2} \frac{V}{V_0} - \frac{3}{2} K \frac{V}{V_0} \right) = \frac{dV P_0}{2} \left( 5n - 8K \frac{V}{V_0} \right)$$

$$\Delta Q = 0 \rightarrow V = \frac{5n}{8K} V_0 \quad V_1' = \frac{5 \cdot 8}{8 \cdot \frac{1}{3}} V_0 = 35 V_0 \quad V_2' = \frac{5 \cdot 4}{8 \cdot \frac{1}{3}} V_0 = \frac{15}{2} V_0 = 7.5 \text{ см}^3, \text{ только отбрасывая}$$

$$\Delta Q > 0: \frac{5n - 8K V}{V_0} > 0 \quad V <$$