



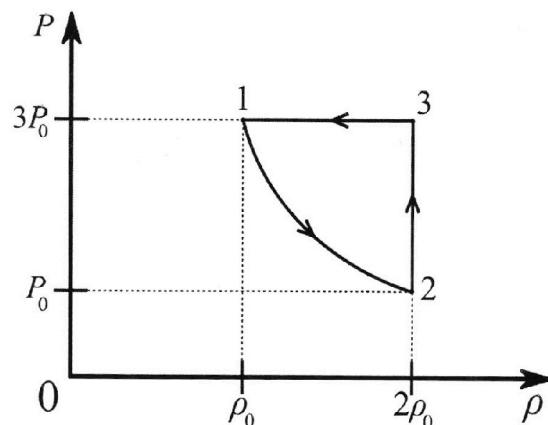
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



## Вариант 10-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Циклический процесс, проводимый с одноатомным идеальным газом, представлен на графике в координатах  $(P, \rho)$ , здесь  $P$  – давление,  $\rho$  – плотность газа. Количество вещества – один моль. В процессе 1-2 давление газа изменяется по закону  $P = a + \frac{b}{\rho}$ , здесь  $a$  и  $b$  – постоянные. Максимальная внутренняя энергия газа в процессе  $U_{MAX} = 4986$  Дж.



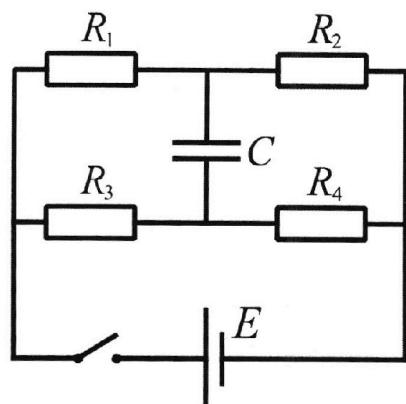
1. Постройте график процесса в координатах  $(P, V)$ .

В состоянии 1 объем газа  $V_0$ , давление газа  $3P_0$ .

2. Найдите работу  $A$  газа за цикл.

3. Какое количество  $|\Delta Q|$  теплоты будет отведено от газа в начале процесса сжатия при уменьшении температуры на  $|\Delta T| = 1$  К? Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи  $E = 50$  В, сопротивления резисторов  $R_1 = 6$  Ом,  $R_2 = 24$  Ом,  $R_3 = 18$  Ом,  $R_4 = 12$  Ом. Внутреннее сопротивление батареи пренебрежимо мало. До замыкания ключа заряд конденсатора нулевой. Ключ замыкают.



1. Найдите силу  $I$  тока, текущего через источник сразу после замыкания ключа.

2. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность сразу после замыкания ключа? Найдите эту мощность  $P_{MIN}$ .

3. С какой скоростью  $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$  будет расти заряд конденсатора сразу после замыкания ключа?



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 10-05**



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

1. Две материальные точки движутся по одной прямой навстречу друг другу. В момент времени  $t=0$  скорости материальных точек  $V_1 = 12 \text{ м/с}$  и  $V_2 = 8 \text{ м/с}$ . В процессе сближения ускорения материальных точек  $a_1 = 1,5 \text{ м/с}^2$  и  $a_2 = 0,5 \text{ м/с}^2$  постоянны и направлены противоположно соответствующим начальным скоростям.

- При каком наименьшем начальном расстоянии  $L$  между точками не произойдет столкновение точек в процессе движения?
- Найдите показание  $T$  часов в тот момент, когда расстояние между точками будет наименьшим, если при  $t = 0$  расстояние между точками было равно  $L$ .
- Найдите длину  $S_1$  пути, пройденного первой материальной точкой к моменту времени  $T$ , когда расстояние между точками будет наименьшим.

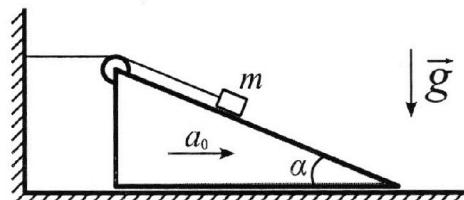
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через  $\tau = 3 \text{ с}$  мяч падает на площадку на расстоянии  $S = 60 \text{ м}$  от точки старта.

- Найдите  $\tan \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который вектор начальной скорости мяча образует с горизонтом.
- Найдите модуль  $V_0$  начальной скорости мяча. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

Футболист наносит удар по мячу и сообщает ему начальную скорость  $V_0$ , направленную под углом  $\alpha$  к горизонту ( $V_0$  и  $\alpha$  найдены Вами при ответах на вопросы 1 и 2). Мяч летит навстречу ветру, дующему вдоль поверхности земли с постоянной горизонтальной скоростью. Через некоторое время мяч возвращается в точку старта со скоростью  $0,6V_0$ .

- Найдите продолжительность  $T$  такого полета. Силу сопротивления, с которой воздушный поток действует на мяч, считайте пропорциональной относительной скорости  $\vec{F}_{\text{сопр}} = -k \cdot \vec{V}_{\text{отн}}$ , здесь  $k$  – коэффициент пропорциональности, постоянная величина,  $\vec{V}_{\text{отн}}$  – скорость мяча относительно воздушного потока.

3. Клин с углом  $\alpha = 30^\circ$  при вершине движется с ускорением  $a_0 = 2 \text{ м/с}^2$  по горизонтальному столу (см. рис.). По гладкой наклонной плоскости клина скользит брускок массы  $m = 0,4 \text{ кг}$ , скрепленный с легкой нерастяжимой нитью, которая перекинута через гладкий блок на клине и прикреплена к вертикальной стенке. Отрезок нити от стенки до блока считайте горизонтальным, отрезок нити от блока до бруска считайте параллельным наклонной плоскости клина.



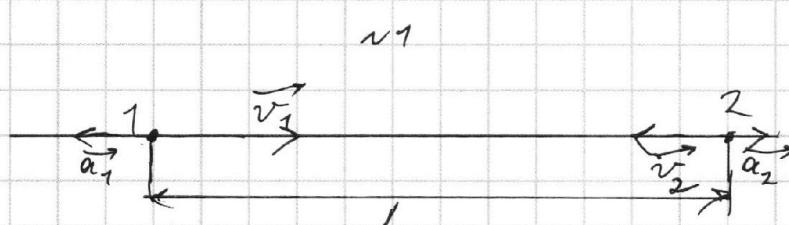
- За какое время  $\tau$  после начала движения брускок переместится по вертикали на  $H = 18 \text{ см}$ ? Начальные скорости всех тел нулевые. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
- Найдите модуль  $a$  ускорения бруска в лабораторной системе отсчета.
- Найдите модуль  $T$  силы натяжения нити.

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  
7 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!



нч

Чтобы точки не столкнулись, они должны остановиться до момента встречи. Переходим в систему отсчета, связанный с 2-й точкой:

В ней 2-я точка покоящаяся, а 1-я имеет скорость  $v_1' = v_1 + v_2 = 20 \text{ м/с}$  и ускорение  $\alpha_1' = a_1 + a_2 = 2 \text{ м/с}^2$  и направлено противоположно  $v_1$ . Тогда, чтобы точки не столкнулись, расстояние между ними должно быть  $v_1 t$ , при этом  $2\alpha_1' t = v_1$

$$L = \frac{v_1'^2}{2\alpha_1'} = \frac{20^2}{2 \cdot 2} = \frac{400}{4} = 100 \text{ м}$$

2) 1-я точка останавливается в момент  $T_1 = \frac{v_1}{a_1} = \frac{72}{7,5} = 8 \text{ с}$ , а 2-я — в  $T_2 = \frac{v_2}{a_2} = \frac{8}{0,5} = 16 \text{ с}$ . Наиболее сближение происходит, когда 1-я точка начнет двигаться со скоростью, аналогичной  $v_2$  (изобрети ее  $a_2$ ): В  $T_1 = 8 \text{ с}$   $u_{20} = v_2 - a_2 T_1 = 4 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = 0$  ( $v_1$  — скорость точки 1, направлена в эту же сторону, что и  $v_2$ , давна  $\alpha_1(T_1 - T_2)$ )

$$\alpha_1(T_1 - T_2) = u_{20} - a_2(T_1 - T_2)$$

$$(T_1 - T_2)(\alpha_1 + a_2) = u_{20} \Rightarrow T_1 = T_2 + \frac{u_{20}}{\alpha_1 + a_2} = 8 + \frac{4}{2} = 8 + 2 = 10 \text{ с.}$$

$$3) S_1 = \alpha_1 \frac{v_1 T_1}{2} + \frac{\alpha_1(T_1 - T_2)^2}{2} = \frac{12 \cdot 8}{2} + \frac{1,5 \cdot (10 - 8)^2}{2} =$$

$$= 48 + 1,5 \cdot 4 = 48 + 3 = 51 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $L = 100 \text{ м}$ ; 2)  $T = 10 \text{ с}$ ; 3)  $S_1 = 51 \text{ м}$

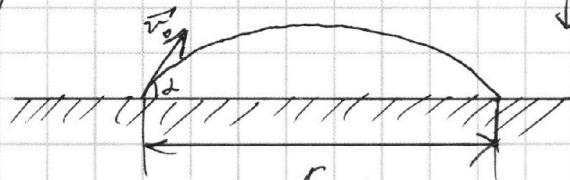
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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)



$$\begin{aligned} & \text{12} \\ & \downarrow \vec{g} \quad \left\{ \tau = \frac{2v_0 \sin \alpha_0}{g} \right. \\ & \quad \left. S = v_0 \cos \alpha_0 \tau \right\} \end{aligned}$$

$$\frac{\tau}{S} = \frac{2v_0 \sin \alpha_0}{g} \cdot \frac{1}{v_0 \cos \alpha_0} = \frac{2 \tan \alpha_0}{g}$$

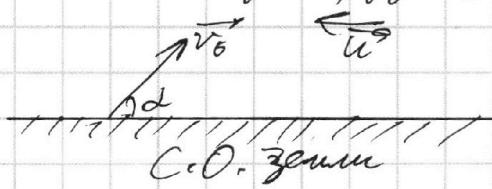
$$t g \alpha_0 = \frac{g \tau^2}{2S} = \frac{10 \cdot 3^2}{2 \cdot 60} = \frac{90}{120} = \frac{3}{4}$$

$$t g^2 \alpha_0 + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha_0} = \frac{9}{16} + 1 = \frac{25}{16} \Rightarrow \cos^2 \alpha_0 = \frac{4}{5}, \sin^2 = \frac{3}{5} = t g \alpha_0 \cos \alpha_0$$

$$2) \tau = \frac{2v_0 \sin \alpha_0}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{g \tau}{2 \sin \alpha_0} = \frac{10 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 3} = \frac{50}{2} = 25 \text{ м/с.}$$

3) Н.К.  $\vec{F}_{\text{силы}} = -K \vec{v}_{\text{воздух}}$ , а масса мяча постоянна, но  $\vec{a}_{\text{силы}} = -\frac{1}{m} \vec{v}_{\text{воздух}}$ ,  $\alpha = \frac{K}{m}$  — масса мяча.

В.С.О. мячка, движущегося со скоростью  $v$ :



Одна из  $\alpha_x$  — проекции скорости воздуха на оси  $y$  и  $x$ , при этом  $\alpha_y = 2v_y$ ,  $\alpha_x = 2v_x$

то оси  $Oy$ :

$$\frac{dv_y}{dt} = g + dv_y \quad y = v_0 \sin \alpha_0 - t(g + dv_y)$$

$$\frac{dv_y}{dt} = g + 2v_y$$

$$v_y(t+dt) = v_0 \sin \alpha_0 - g t$$

остановка по оси  $Oy$  ( $v_y=0$ ) произойдет при  $t = \frac{v_0 \sin \alpha_0}{g + 2v_0 \sin \alpha_0}$ .  
Заметим, что это время в полке мяча,  $y = 0$ .  
значит, до остановки по  $Ox$  он пролетит расстояние, равное его перемещению с  $v$  за оставшееся время.  $\frac{dv_x}{dt} = \frac{dv_x}{dt} = l = \frac{v_x}{2} = \frac{v_0 \cos \alpha_0}{2} = v(t - t_{\text{остан}})$ , т.е.  $t_{\text{остан}} =$  время остановки по  $Ox$ .

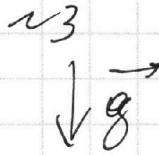
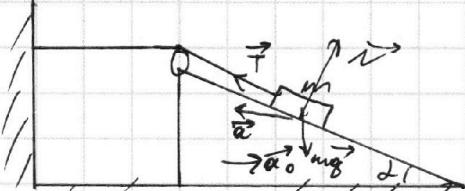
$$\text{Ответ: 1) } t g \alpha_0 = \frac{3}{4}; 2) v_0 = 25 \text{ м/с.}$$

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

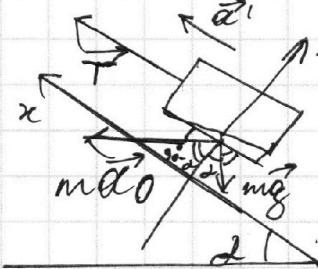
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

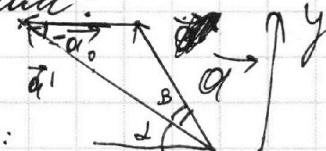
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) Поскольку кинетика неизменена, то при изменении длины пути вдоль откоса на  $L$  откос покажет длину пути  $L$   $\Rightarrow$  прямолинейное ускорение  $a$  на наклонную плоскость кинета равна  $a_0$ . Рассмотрим силы, действующие на откос в начале кинета:  $a'$  - ускорение откоса в начале,  $N$  - направлено вдоль поверхности откоса; при этом:



В данном треугольнике:



$$\alpha_0 \cos \beta = a_0$$

$$\alpha_0 \sin \beta = a_y$$

$$a_y = 1 \text{ м/с}^2 \Rightarrow a_y t^2 = H = 1 = \frac{a_0}{\sin \beta} = \frac{\alpha}{\sin \beta} = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,18}{1}} = \sqrt{0,36} = 0,6 \text{ с}$$

$$\alpha_0 \sin \beta = \alpha_0 \sin 30^\circ = \alpha_0 = 2 \cdot \sin 30^\circ = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1 \text{ м/с}^2$$

$$2) \alpha_0 \sin \beta = a_0 \sin \alpha = 1 \text{ м/с}^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{a_0^2 \sin^2 \beta + a_0^2} = \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5} \text{ м/с}^2$$

$$\alpha_0 \cos \beta = a_0 \cos \alpha = 2 \text{ м/с}^2$$

3)  $ma' = T + ma_0 \cos \alpha - ma_0 \sin \alpha$

$T = ma' + ma_0 \sin \alpha - ma_0 \cos \alpha$ .  $\alpha'$  найдём из трёхъёных косинусов:  $\alpha'^2 = a_0^2 + \alpha^2 - 2a_0 \alpha \cos \alpha$

$$\alpha'^2 - 2a_0 \alpha \cos \alpha + (a_0^2 - \alpha^2) = 0$$

$$\alpha'^2 - 2\alpha' \sqrt{3} - 1 = 0$$

$$D = (2\sqrt{3})^2 + 4 = 12 + 4 = 16$$

$$\alpha' = \frac{2\sqrt{3} \pm 4}{2} = \sqrt{3} \pm 2 \Rightarrow \begin{cases} \alpha' = 2 + \sqrt{3} \text{ м/с}^2 \\ \alpha' = 2 - \sqrt{3} \end{cases}$$

$$T = ma' + ma_0 \sin \alpha - ma_0 \cos \alpha = m(2 + \sqrt{3})^2 + 10 \cdot \frac{1}{2} - 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,4 \cdot (2 + 5) = \alpha' - \text{давление откоса на откос в треугольнике}$$

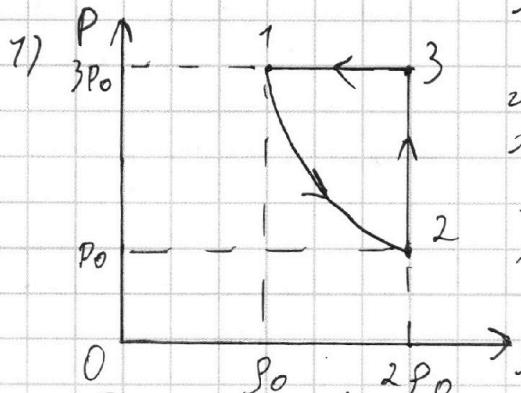
Ответ: 1)  $t = 0,6 \text{ с}$ ; 2)  $\alpha = \sqrt{5} \text{ м/с}^2$ ; 3)  $T = 2,8 \text{ Н}$ .

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!



~ 4

При постоянстве коэффициента сжатия  $\mu$ , а начальная масса —  $m$ .

Поэтому:  $mV = \text{const} = pV$

$$\mu V = p_0 V_0 \quad \text{составил 1}$$

$$\mu V = 2p_0 V_2 \quad \text{составил 2}$$

$$p_0 V_0 = 2p_0 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_0}{2}$$

$$p = a + \frac{b}{V}$$

$$1: 3p_0 = a + \frac{b}{p_0} \Rightarrow 2p_0 = \frac{b}{p_0} - \frac{b}{2p_0} = \frac{b}{2p_0} \Rightarrow b = 4p_0 p_0$$

$$3p_0 = a + 4p_0 p_0 \Rightarrow a = -p_0$$

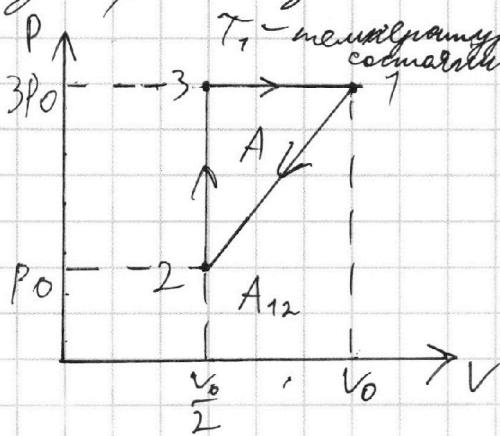
$$p = -p_0 + \frac{4p_0 p_0}{V}$$

$$p = -p_0 + \frac{4p_0 p_0 V}{V_0} = -p_0 + \frac{4p_0 V}{V_0} \quad \text{— процесс 1-2}$$

2-3:  $\mu = \text{const}$  и  $p = \text{const} = 2$  — изотерма,  
 $V = \text{const} = \frac{V_0}{2}$ .

3-1:  $p = \text{const} = 3p_0 = 3$  — изотерма

График цикла 1-2-3-1:



$$2) U_{\max} = 4986 \text{ Дж} =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_1 = \frac{3}{2} \cdot 3p_0 V_0 = \frac{9p_0 V_0}{2}$$

$$\Rightarrow p_0 V_0 = 2U_{\max} = \frac{2 \cdot 4986}{9} =$$

$$= 1108 \text{ Дж.}$$

3-1 и 1-2  
работают в циклесах  
составляют  
изд.

$$A = A_{31} - A_{12}, A_{12} > 0$$

$$A_{31} = 3p_0 \left( V_0 - \frac{V_0}{2} \right) = \frac{3p_0 V_0}{2}$$

$$A_{12} = \frac{V_0}{2}, \frac{3p_0 + p_0}{2} = \frac{V_0}{2} \cdot \frac{4p_0}{2} = \frac{4p_0 V_0}{4} = p_0 V_0 \Rightarrow A = \frac{3p_0 V_0}{2} - p_0 V_0 = \frac{p_0 V_0}{2} =$$

$$= 2U_{\max} = \frac{U_{\max}}{9 \cdot 2} = 554 \text{ Дж}$$



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 checked="" 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!

2) ~~Максимальная температура будет достигаться на середине участка 1-2, где  $T_{\max} = \frac{3V_0}{4}$ ,  $P_{\max} = \frac{4P_0 \cdot 3V_0}{4V_0} - P_0 = 3P_0 - P_0 = 2P_0 \Rightarrow \Delta R T_{\max} = 2P_0 \cdot \frac{3V_0}{4}$~~

~~$U_{\max} = 4986 \text{ Дж} = \frac{3}{2} \cdot \Delta R T_1 = \frac{9P_0 V_0}{2} \Rightarrow P_0 V_0 = \frac{2U_{\max}}{9} = 1108 \text{ Дж}$ .  
 $A_{31} \text{ и } A_{12}$  — ~~рабочие газа в процессах 3-1 и 1-2 сжимаются~~  
~~изотермо~~  $\Delta$  Рабочая газа — ~~пока~~  $A$  ~~получающих~~ равна  $A = (3P_0 - P_0) \cdot \left(V_0 - \frac{V_0}{2}\right) = \frac{2P_0 \cdot \frac{V_0}{2}}{2} = P_0 \frac{V_0}{2} = 554 \text{ Дж}$~~

3) Рассмотрим изменение температуры  $\Delta T$  из-за малого изменения объема  $\Delta V$ :

$$\frac{4P_0 V^2}{V_0} - P_0 V = \Delta R T$$

$$\frac{8P_0 V \Delta V}{V_0} - P_0 \Delta V = \Delta R A T, \quad V = V_0$$

$$8P_0 \Delta V - P_0 \Delta V = 7P_0 \Delta V = \Delta R A T = T P_0 \Delta V = \frac{\Delta R \Delta T}{7}.$$

Рабочая газа при этом равна  $\Delta A = 3P_0 \Delta V, \Delta A \geq 0, \Delta V > 0$ .  
 $\Delta Q = \frac{3\Delta R A T}{2} + 3P_0 \Delta V = \frac{3\Delta R \Delta T}{2} + \frac{3\Delta R \Delta T}{7} =$

$$= \frac{27\Delta R \Delta T}{14} = \frac{27 \cdot 1 \cdot 8,37}{14} = \frac{24 \cdot 8,37}{14} = \frac{224,37}{14} \approx 6 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) см. стр. 1; 2)  $A = 554 \text{ Дж}$ ; 3)  $\Delta Q = 6 \text{ Дж}$

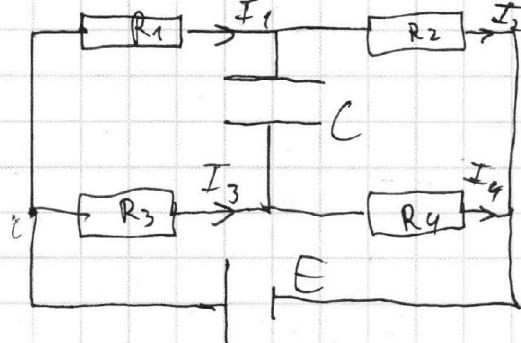


- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------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

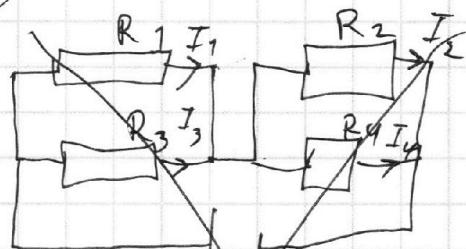
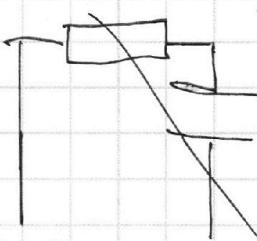
СТРАНИЦА  
1 из 2

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

1) В начальный момент времени:



П.к. заряд на конденсаторе  $Q = C \cdot \varphi = 0$ , то в начальный момент времени конденсатор эквивалентен ~~относительно земли~~ ~~перемышке~~ сеть имеет **однозначный** вид:



Однозначное соединение цепи  $R_0$

$$R_0 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{78 \cdot 81}{24} + \frac{24 \cdot 72}{36} = \frac{9}{2} + 6 = 7,5 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{E}{R_0} = \frac{50}{7,5} = 4 \text{ Ам.}$$

2) Рассчитаем  $R_1$  соответствующий ток  $I_1$ : Пользуясь:

$$I_1 = \frac{R_3 I_0}{R_1 + R_3} = \frac{18 \cdot 4}{24} = 3A = 7I_3 = I_0 - I_1 = 1A$$

$$I_2 = \frac{R_4 I_0}{R_2 + R_4} = \frac{12 \cdot 12}{36} = 2,3A = 7I_4 = I_0 - I_2 = \frac{8}{3}A$$

Рассчитаем все мощности:  $P_1 = I_1^2 R_1 = 6 \cdot 9 = 54 \text{ Вт}$ ,

$$P_2 = I_2^2 R_2 = 12 \cdot 2,3^2 = 128 \text{ Вт}, P_3 = I_3^2 R_3 = 1 \cdot 18 = 18 \text{ Вт},$$

$$P_4 = I_4^2 R_4 = \frac{8}{3}^2 \cdot \frac{8}{3} = \frac{256}{9} \text{ Вт} \rightarrow P_{\min} = P_3 = 18 \text{ Вт.}$$

3) Вернувшись к исходному рисунку, В нём на конденсаторе **заряд** ток  $I_1 - I_2 = 3 - \frac{4}{3} = \frac{5}{3}A$ , а с него уходит ток  $I_4 - I_3 = \frac{8}{3} - 1 = \frac{5}{3}A = 7 \frac{A \cdot Q}{\Delta t} = 0$ .

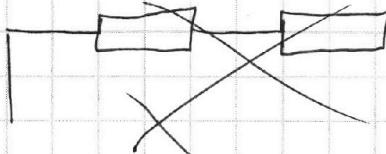


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

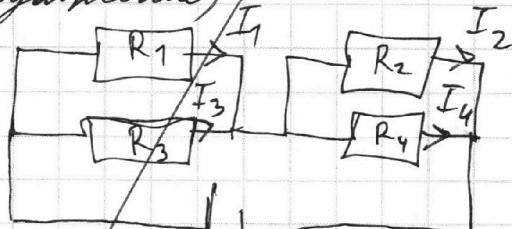
- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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



*n5 (упрощение)*



Однотипные сопротивления цепи  $R_0$ :

$$R_0 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 12,5 \Omega \Rightarrow I = \frac{E}{R_0} = 9 \text{ A.}$$

2) Высчитаем токи на транзисторах:

$$I_1 = \frac{R_3 I}{R_1 + R_3} = 3 \text{ A}, \quad I_3 = I - I_1 = 6 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{R_4 I}{R_2 + R_4} = \frac{4}{3} \text{ A}, \quad I_4 = I - I_2 = \frac{8}{3} \text{ A}$$

Высчитаем мощности:

$$P_1 = I_1^2 R_1 = 54 \text{ Вт}, \quad P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{128}{3} \text{ Вт}$$

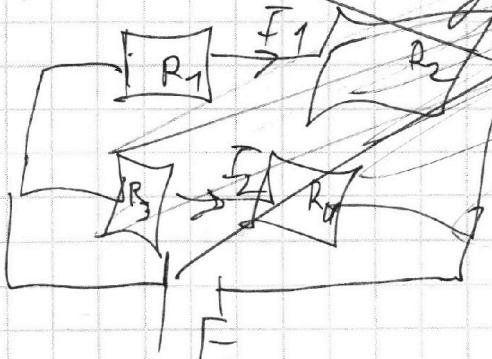
$$P_3 = I_3^2 R_3 = 18 \text{ Вт}, \quad P_4 = I_4^2 R_4 = \frac{256}{3} \text{ Вт} \Rightarrow P_3 = P_{\min} = 18 \text{ Вт.}$$

3) В начальном момент времени на конденсаторе проходит ток  $I_K = I_1 - I_2 = 3 - \frac{4}{3} = \frac{5}{3} \text{ A}$ .

Это и есть искомое  $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ . Желательно использовать формулу, заменяющую по определению.

Ответ: 1)  $I = 9 \text{ A}$ ; 2)  $P_{\min} = 18 \text{ Вт}$ ; 3)  $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{5}{3} \text{ А.}$

В начальном момент времени упростим схему:



одинакий ток в цепи:

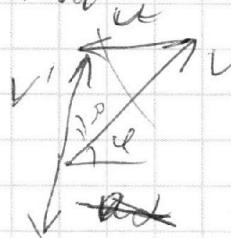
$$R_0 = (R_1 + R_2) / (R_3 + R_4) = \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4}$$



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.

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!

~~Winkel~~  
  
 $V_y = v \sin \alpha$   
 $\frac{dV_y}{dt} = -g$   
 $\frac{dV_y}{dt} = -g + \alpha \frac{dV}{dt}$   
 $g = \frac{dV_y}{dt} - \alpha V_y$   
 $\frac{dV_y}{dt} = g + \alpha V_y$   
 $\frac{\Delta Q}{dt} = \frac{C \Delta Q}{dt}$   
 $\alpha_{comp} = \alpha \cos \alpha = \frac{dV_x}{dt}$   
 $\sqrt{V_x^2 + V_y^2}$   
 $V_0, \alpha, t$   
 $\alpha_{comp} = \alpha \cos \alpha = \frac{dV_x}{dt}$   
 $\frac{dV_y}{dt} = g + \alpha_{comp} = g + \alpha V_y$   
 $dV_y = g dt + \alpha V_y dt$   
 $dV_y = g dt + \alpha dh$   
 $dV_x = \alpha x dt$   
 $V_x = \alpha x t_1$   
 $V_{ox} = \cos \alpha V_0 \cos \alpha + u$   
 $V_{ox} V_0 \cos \alpha + u = \cancel{\alpha}$   
 $\int V_x = \alpha x dt \quad dt = \frac{dV_x}{\alpha}$



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!

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \alpha v_x$$

$$\alpha = \alpha v_x, [\alpha] = \frac{1}{\text{с}}$$

$$dt = \frac{dv_x}{\alpha v_x}$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - t(g + \alpha v_y)$$

~~$$t = \frac{1}{\alpha v_x} \ln(v_x) + C$$~~

$$(g + \alpha v_y) = 2$$

~~$$2v_y = v_0 \sin \alpha - gt^2 - \alpha v_y t^2 \quad dv_y = -\alpha t(g + \alpha v_y) + g dt v_y$$~~

~~$$2v_0 \sin \alpha - gt^2 = v_y(1 + \alpha t^2) \quad v_y = -gt - \alpha v_y t$$~~

~~$$v_y = 0 \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2} \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = 30 \text{ с}$$~~

~~$$v_y = (g - \alpha v_y)t^2$$~~

~~$$2t \quad gt^2 \quad t(g + \alpha v_y) = \alpha t(g + \alpha v_y) +$$~~

~~$$2v_y = v_0 \sin \alpha - t(g + \alpha v_y) \quad \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = 15 \text{ с}$$~~

~~$$v_0 \sin \alpha - gt = v_y(1 + \alpha t) = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$~~

$$0,36v_0^2 = u^2 + v_y^2$$

$$v_y = t(g - \alpha v_y) \quad t = 1,5 \text{ с}$$

$$\alpha v_x = \frac{dv_x}{dt}$$

$$Kv = \frac{dv}{dt}$$

$$\alpha t \approx KV \quad \rightarrow$$

$$\frac{v_0 \cos \alpha - u}{K} = u(t - t_2)$$

$$8t = v_y(1 + \alpha t) \quad \alpha v_y = -gt - \alpha v_y t$$

$$8t_2 = v_y(1 + \alpha t_2) \quad \alpha v_y(1 + \alpha t_2) = -gt_2$$

$$L = u(t - t_2) \quad \frac{v_0 \cos \alpha}{K} = u(t_2 - t)$$

$$a = KV_x$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{KV}{dt}$$

$$\alpha t \quad \frac{dv}{dt} = \frac{V}{K} = T$$

$$L = \frac{v_0 \cos \alpha}{K}$$

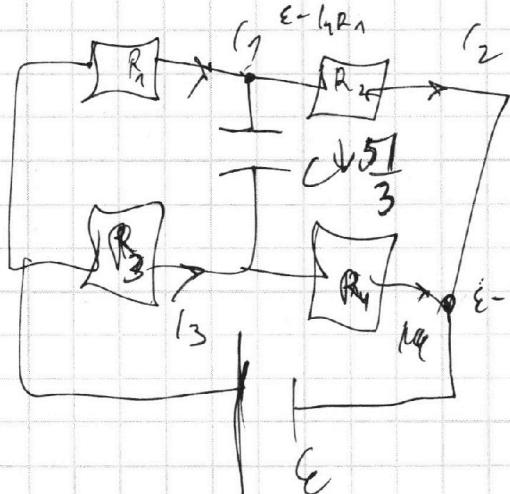


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$R_1 R_2 : R_3 : R_4 = 1 : 4 : 3 : 2$$

$$Q = C \cdot U = 20 \text{ В}$$

$$I_2 + I_4 = I_1 + I_3 = I_0$$

$$E = R_3 \cdot R_4$$

$$3I_3 + 2I_4 = I_1 + 4I_2$$

~~$$R_0 = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{30 \cdot 30}{60} = \frac{900}{60} = 15 \text{ Ом}$$~~

$$R_0 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{6 \cdot 18}{24} + \frac{24 \cdot 12}{36} = \frac{18}{4} + \frac{12}{3} = 4,5 + 4 = 8 \text{ Ом}$$

$$I = 9 \text{ А}$$

$$\frac{800}{25} = 4 \cdot 8$$

$$= 9,5 + 8 = \\ = 12,5 \text{ ам}$$

$$I_2 + I_4 = 4 = I_1 + I_3$$

$$3I_3 + 2I_4 = I_1 + 4I_2$$

$$4 \cdot 64$$

$$P_1 = 6 \cdot \frac{25}{4} = \frac{75}{2} \text{ Вт} = 37,5$$

$$P_2 = \frac{8}{2} \cdot \frac{100}{24} = \frac{800}{24} \approx 33,3 \text{ Вт} \\ \frac{20}{24} \cdot \frac{10}{9} = \frac{20}{9} = 2,2 \text{ А} \quad R = 15 \text{ Ом}$$

$$I_0 = \frac{50}{15} = \frac{10}{3} \text{ А}$$

$$P_3 = \frac{25}{36} \cdot 18 = 12,5 \text{ Вт} \\ I_2 = \frac{12}{36} \cdot \frac{10}{3} = \frac{10}{9} \text{ А}$$

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

$$I_1 = \frac{80}{3} \cdot \frac{18}{24} = \frac{10}{3} \cdot \frac{3}{4} = \frac{5}{2} \text{ А}$$

$$I_3 = \frac{10}{3} - \frac{5}{2} = \frac{5}{6} \text{ А}$$

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!

$$3P_0 V_0 = 6 \sqrt{R T_0}$$

$$\frac{P_0 V_0}{2} = \sqrt{R T_0}$$

$$\frac{3 P_0 V_0}{2} = 3 \sqrt{R T_0}$$

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 2 \quad 4 \\
 \times \quad 2 \quad 1 \\
 \hline
 8 \quad 3 \quad 1 \\
 \times \quad 1 \quad 2 \quad 1 \\
 \hline
 + \quad 5 \quad 8 \quad 1 \quad 4 \\
 \hline
 1 \quad 6 \quad 6 \quad 2 \\
 \hline
 2 \quad 2 \quad 4 \quad 3 \quad 4
 \end{array}
 & 
 \begin{array}{r}
 2 \quad 2 \quad 4 \\
 - \quad 1 \quad 9 \\
 \hline
 8 \quad 4
 \end{array}
 & 
 \begin{array}{r}
 3 \quad 7 \quad 1 \quad 4 \\
 \hline
 6
 \end{array}
 \end{array}$$

$\uparrow v_0 \sin \alpha$

$$v_{ay} = v_0 \sin \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha -$$

$$v_0 \sin \alpha =$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha -$$

$$\frac{dv_y}{dt} = g + \alpha t$$

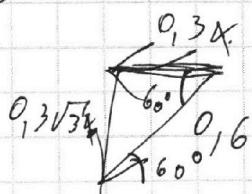
$$v = v_0 \sin \alpha - ?$$

$$t_1 =$$

$$u = v_0 \sin \alpha - \text{const}$$

$$gt = -\alpha t$$

$$u = v_0 \sin \alpha$$



$$\frac{dv}{dt} = g + \alpha t$$

$$\frac{dv}{dt} = g + \alpha t$$

$$0,3\sqrt{31} V_0 =$$

$$v = gt + \alpha t = 0$$

$$\frac{dv}{dt} = g + \alpha t$$

$$v = \int g dt + \frac{\alpha t}{dt}$$



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

1      2      3      4      5      6      7

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ —

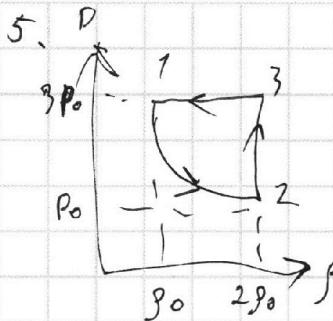
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

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"/> 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!



$$1: 3P_0 V_0 = \bar{J} R T_1 \quad \frac{V_0}{\mu} = \frac{\bar{J} R}{3P_0}$$

$$V = \frac{\mu V_0}{\bar{J}} = \frac{K}{\bar{J}}$$

$$2: P_0 V_2 = \bar{J} R T_2, \quad V_2 = \frac{\bar{J} R \mu}{P_0} = \frac{V_1}{2} = \frac{V_0}{2}$$

$$(a + \frac{b}{\bar{J}})($$

$$V_0 = \frac{\mu V_1}{\bar{J}}$$

$$P = a + \frac{b}{\bar{J}}$$

$$\bar{J} = \frac{P - a}{P - a}$$

$$P_0 = \frac{b}{P_0 - a}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{3P_0 - a}{P_0 - a}$$



$$P_0 = \frac{b}{4P_0}$$

$$2P_0 = \frac{b}{3P_0 - a}$$

$$P_0 - a = 6P_0 - 2a$$

$$a = 5P_0$$

$$3: b = -4P_0 \bar{J}_0 \quad P = 5P_0 - \frac{4P_0 \bar{J}_0}{\bar{J}}$$

$$V_0 = \frac{K}{\bar{J}_0}$$

$$1-2: \text{исчезает } 5P_0 \bar{J}, \quad 4P_0 \bar{J}.$$

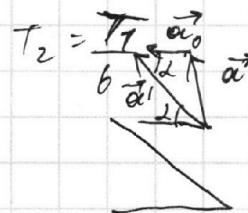
$$2-3: \text{исчезает } \bar{J}_0 \text{ на изотермии}$$

$$3-1: P_0 = \text{const}, \text{ исчезают } 3P_0 \bar{J}$$

$$3-1: 3P_0 = \text{const}, \text{ исчезают } 3P_0 \bar{J}$$

$$3P_0 V_0 = \bar{J} R T_1$$

$$\frac{P_0 V_0}{2} = \bar{J} R T_2$$



$$U_{\max} = 9986 \text{Дж}$$

$$P = 5P_0 - \frac{4P_0 \bar{J}_0}{\bar{J}} = \frac{3}{2} \bar{J} R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 3P_0 V_0 = \frac{V_0}{2}$$

$$\mu V = V_0 P_0$$

$$3P_0 = a + \frac{b}{P_0} \quad \cancel{s = \frac{\mu V}{V_0}} = \frac{\mu V}{V_0} = \frac{5P_0 - 4P_0 \bar{J}_0 V}{V_0 P_0} = 5P_0 - 4P_0 V$$

$$P_0 = a + \frac{b}{2P_0}$$

$$2P_0 = \frac{b}{2P_0} \quad b = 4P_0 \bar{J}_0$$

$$P_0 V_0 = \mu V \quad V = \frac{\mu V_0}{P_0}$$

$$3P_0 = a + c P_0 = 7a = -P_0$$

$$s = \frac{P_0 V_0}{V}$$

$$P = \frac{4P_0 \bar{J}_0}{\bar{J}} - P_0 = \frac{4P_0 P_0 V}{P_0 V_0} - P_0 = \frac{4P_0 V}{V_0} - P_0$$

$$3P_0 = \frac{4P_0 V_0}{V_0} - P_0 \quad P_0 = \frac{4P_0 V_0 - P_0}{2V_0} = 2P_0 - P_0$$



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**.

1      2      3      4      5      6      7

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!

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

1. 1)

$$P_0 V_0 = 30 R T$$

$$V_1' = V_1 + V_2 = 20 \text{ m/s}$$

$$\alpha_1' = \alpha_1 + \alpha_2 = 2 \text{ m}^2$$

$$2\alpha_1' L = (V_1 + V_2)^2$$

$$4L = 400 \quad L = 100 \text{ m}$$

$$P_0 dV = \frac{30 R T}{7}$$

$$\frac{8 P_0 V_0 dV}{V_0} - P_0 dV = V R dT$$

$$\Delta Q = \frac{30 R A T^2}{2} + \frac{30 R A T}{7} = \frac{4986}{45} \times \frac{9}{554} = 270 R A T$$

$$P_0 V_0 = 110 \text{ Nm}^2$$

$$\Delta Q = \frac{30 R A T}{2} + A$$

$$\Delta T = 1 \text{ K}$$

$$7 P_0 dV = V R dT$$

$$2) \alpha_1' T = (V_1 + V_2) - ?$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta \alpha \Rightarrow T = \frac{V_1 + V_2}{\alpha_1'} = 10 \text{ C} \\ \text{Hem} = ? \end{array} \right.$$

$$3) S_1 = \frac{V_1 T}{2} = 50 \text{ m} = \frac{V_1 T}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ m}^2$$

$$\frac{8 P_0 V_0 dV}{V_0} - P_0 dV = 2 R A T$$

$$\frac{P_0}{V_0} - P_0 = R T$$

$$\frac{P_0 (4 P_0 V_0)}{V_0} - P_0 = R T$$

$$3 P_0 V_0 = 60 R T_0$$

$$\frac{g \tau^2}{2} = S \cdot g \alpha = 7 \quad \boxed{\tan \alpha = \frac{g \tau^2}{2S} = \frac{10 \cdot 9}{2 \cdot 60} = \frac{90}{120} = \frac{3}{4}}$$

$$S \cdot \sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$2) \tau = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha} = \frac{20 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 5} = 25 \text{ m/s}$$

$$3)$$

$$u_2 = 4 - 0,5 \cdot 2 = 3 \text{ m/s}$$

$$\text{B.C.O. c.c.: } u_1 - u_2 = 5 u_1$$

$$S_2 = \frac{V_2 + u_2}{2} \cdot 10 = \frac{V_0}{2} \cdot \sqrt{2}$$

$$\approx \frac{11}{2} \cdot 10 = 55 \text{ m}$$

$$u_2 = 2 - 0,5 \cdot 10 = 3 \text{ m/s}$$

$$\sqrt{-K \frac{V}{m} \alpha}$$

$$u_1 = \frac{30 R \cdot 5 T_0}{2} = \frac{30 R}{2} \cdot 5 T_0 = 6 = \frac{30 R}{2} \cdot 5 T_0$$

$$U_1 = \frac{3 P_0 V_0}{2} = \frac{3 P_0 V_0}{4} = \frac{0,6 V_0}{2} = 15 \text{ m/s}$$

$$U_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_0 V_0}{2} = \frac{3 P_0 V_0}{4} = \frac{0,6 V_0}{2} = 6 \text{ m/s}$$

$$u_2 = \frac{u_1}{6} = \frac{0,3 \cdot \frac{V_0}{2}}{6} = \frac{0,3 \cdot \frac{V_0}{2}}{6} = 6$$

$$V_y' = V_0 \sin \alpha$$

$$0,6 V_0$$