

1) Дано:
 $S, v, q_A, q_B,$
 T_B

$\Delta t = ?$

Решение:

Анотон:

$$S_1 = \frac{v^2}{2a_A}, \quad S_1 = \frac{S}{3}, \quad \text{тогда} \quad a_A = \frac{3v^2}{2S}$$

$$t_1 = \frac{v}{a_A} = \frac{2S}{3v}$$

$$t_2 = \frac{S}{3v}$$

$$t_3 = \frac{2S}{3v}$$

$$T_A = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{2S}{3v} + \frac{S}{3v} + \frac{2S}{3v} = \frac{5S}{3v}$$

Рис:

$$t_1 = \frac{T_B}{3}$$

$$v = a_B t_1 = a_B \frac{T_B}{3}$$

$$a_B = \frac{3v}{T_B}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} a_B t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{3v}{T_B} \cdot \left(\frac{T_B}{3}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{3v}{T_B} \cdot \frac{T_B^2}{9} = \frac{T_B v}{6}$$

$$S_2 = v t_2 = v \cdot \frac{T_B}{3} = \frac{T_B v}{3}$$

$$S_3 = \frac{T_B v}{6}$$

$$S_1 + S_2 + S_3 = \frac{T_B v}{6} + \frac{T_B v}{3} + \frac{T_B v}{6} = \frac{T_B v}{2}$$

$$\frac{T_B v}{2} = S$$

$$\text{тогда} \quad T_B = \frac{2S}{v}$$

$$T_B - T_A = \frac{2S}{v} - \frac{5S}{3v} = \frac{6S}{3v} - \frac{5S}{3v} = \frac{S}{3v}$$

Ответ: Анотон $\Delta t = \frac{S}{3v}$

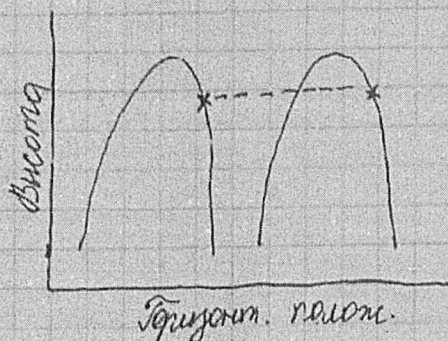
2) Дано:

$v_0, \alpha_1, \alpha_2,$

S, g

$d_{\min} = ?$

Рисунок:



$$x_1 = v_0 t \cos \alpha_1$$

$$y_1 = v_0 t \sin \alpha_1 - \frac{1}{2} g t^2$$

$$x_2 = S - v_0 t \cos \alpha_2$$

$$y_2 = v_0 t \sin \alpha_2 - \frac{1}{2} g t^2$$

$$d^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$$

$$d^2 = (v_0 t \cos \alpha_1 - (S - v_0 t \cos \alpha_2))^2 + (v_0 t \sin \alpha_1 - v_0 t \sin \alpha_2)^2$$

$$d^2 = (v_0 t \cos \alpha_1 - S + v_0 t \cos \alpha_2)^2 + (v_0 t (\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2))^2$$

$$d^2 = (v_0 t (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) - S)^2 + v_0^2 t^2 (\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2)^2$$

Для нахождения минимального расстояния прообразуем $d^2(t)$ по t :

$$\frac{d}{dt} d^2 = 2(v_0 t (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) - S) v_0 (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) + 2v_0^2 t (\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2)^2 = 0$$

Находим $t_{\min}$, при котором расстояние мин.

$$t_{\min} = \frac{S(\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)}{v_0((\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)^2 + (\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2)^2)}$$

Подставляем $t_{\min}$ в выражение d^2 :

$$d_{\min} = \frac{S |\sin(\alpha_1 - \alpha_2)|}{\sqrt{(\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)^2 + (\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2)^2}}$$

так как $\alpha_1 + \alpha_2 = 180^\circ$, тогда

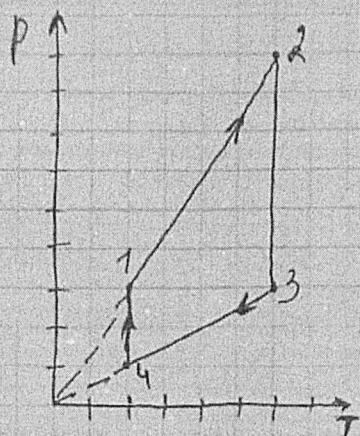
$$d_{\min} = S / \cos \alpha_1$$

СВ

3)

Дано:

Решение:



1 → 2 - изохорный, $V_1 = \frac{2}{3}$

2 → 3 - изотермический, $V_2 = \frac{6}{3} = \frac{2}{3}$

3 → 4 - изохорный, $V_3 = \frac{6}{3} = 2$

4 → 1 - изотермический, $V_4 = \frac{2}{1} = 2$

$$A = nRT \ln \left(\frac{V_{\text{кон}}}{V_{\text{нач}}} \right) \cdot C_{\text{н.к.}} = 1$$

$$A_{2 \rightarrow 3} = 6 \ln \left(\frac{2}{\frac{2}{3}} \right) = 6 \ln(3)$$

$$A_{4 \rightarrow 1} = 2 \ln \left(\frac{\frac{2}{3}}{2} \right) = 2 \ln \left(\frac{1}{3} \right) = -2 \ln(3)$$

$$A = A_{2 \rightarrow 3} - A_{4 \rightarrow 1} = 6 \ln(3) - 2 \ln(3)$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$1 \rightarrow 2: A = 0, \Delta U = \frac{3}{2}(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(6 - 2) = 6, Q_{1 \rightarrow 2} = 6$$

$$2 \rightarrow 3: T = \text{const}, \Delta U = 0, Q_{2 \rightarrow 3} = A_{2 \rightarrow 3} = 6 \ln(3)$$

$$3 \rightarrow 4: A = 0, \Delta U = \frac{3}{2}(2 - 6) = -6, Q_{3 \rightarrow 4} = -6$$

$$4 \rightarrow 1: \Delta U = 0, Q_{4 \rightarrow 1} = A_{4 \rightarrow 1} = -2 \ln(3)$$

$$Q = Q_{1 \rightarrow 2} + Q_{2 \rightarrow 3} = 6 + 6 \ln(3)$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{4 \ln(3)}{6 + 6 \ln(3)} = \frac{4 \ln(3)}{6(1 + \ln(3))} = \frac{2 \ln(3)}{3(1 + \ln(3))}$$

$$\eta(\%) = \frac{2 \ln(3)}{3(1 + \ln(3))} \cdot 100 \approx \frac{2 \cdot 1.0986}{2 \cdot 2.0986} = \frac{2.1972}{4.1972} \approx 52.37\%$$

$$\eta \approx 0.349 \cdot 100 = 34.9\%$$

Ответ: 35%

200

4) Дано:
 Q_1, Q_2, Q_3

Решение:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{a^2}$$

$$F_{1-2} = k \frac{Q_1 Q_2}{a^2}$$

$$F_{1-3} = \frac{Q_1 Q_3}{a^2}$$

Поскольку треугольник равносторонний, силы F_{1-2} и F_{1-3} образуют угол 120°

$$F_1 = \sqrt{F_{1-2}^2 + F_{1-3}^2 + 2 F_{1-2} F_{1-3} \cos 120^\circ}$$

$$\cos 120^\circ = -\frac{1}{2}$$

$$F_1 = \sqrt{F_{1-2}^2 + F_{1-3}^2 - F_{1-2} F_{1-3}}$$

$$F_1 = k \frac{Q_1}{a^2} \cdot \sqrt{Q_2^2 + Q_3^2 - Q_2 Q_3}$$

$$\varphi_1 = k \frac{Q_1}{a}, \quad \varphi_2 = k \frac{Q_2}{a}, \quad \varphi_3 = k \frac{Q_3}{a}$$

$$Q_1 = \frac{\varphi_1 a}{k}, \quad Q_2 = \frac{\varphi_2 a}{k}, \quad Q_3 = \frac{\varphi_3 a}{k}$$

$$F_1 = k \frac{(\frac{\varphi_1 a}{k})}{a^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{\varphi_2 a}{k}\right)^2 + \left(\frac{\varphi_3 a}{k}\right)^2 - \left(\frac{\varphi_2 a}{k}\right) \cdot \left(\frac{\varphi_3 a}{k}\right)}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{\varphi_1}{a} \cdot \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 - \varphi_2 \varphi_3}$$

200

Дано

$$\varphi_1 = 10\%$$

$$\varphi_2 = 90\%$$

$$M_d = 0,029 \text{ кг/м}^3$$

$$M_v = 0,018 \text{ кг/м}^3$$

$$R = 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

$$T = 43 + 273 = 316 \text{ К}$$

$$P_{\text{max}} = 9000 \text{ Па}$$

Решение:

$$\rho_{\text{возд.}} = \frac{p_d M_d + p_v M_v}{RT}$$

Парциальное давление водяного пара до изменения влажности:

$$p_{v1} = \varphi_1 \cdot P_{\text{max}} = 0,1 \cdot 9000 = 900 \text{ Па}$$

Парциальное давление сухого воздуха до изменения влажности:

$$p_{d1} = P_{\text{атм}} - p_{v1} = 100000 - 900 = 99100 \text{ Па}$$

$$\rho_1 = \frac{99100 \cdot 0,029 + 900 \cdot 0,018}{8,314 \cdot 316} = \frac{2873,9 + 16,2}{2627,7} \approx 1,10 \text{ кг/м}^3$$

После изменения влажности:

$$p_{v2} = 0,9 \cdot 9000 = 8100 \text{ Па}$$

$$p_{d2} = 100000 - 8100 = 91900 \text{ Па}$$

$$\rho_2 = \frac{91900 \cdot 0,029 + 8100 \cdot 0,018}{8,314 \cdot 316} = \frac{2665,1 + 145,8}{2627,7} = 1,07 \text{ кг/м}^3$$

$$F_{\text{пог}} = V(\rho_{\text{возд.}} - \rho_{\text{возд.}}) g$$

$$\rho_{H_2} = \frac{p M_{H_2}}{RT} = \frac{110000 \cdot 0,002}{8,314 \cdot 316} \approx \frac{220}{2627,7} \approx 0,084 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta F_{\text{пог}} = 5000 \cdot 9,81 \cdot (1,10 - 1,07) \approx 1471,5 \text{ Н}$$

$$F = mg, \quad m = \frac{\Delta F_{\text{пог}}}{g}$$

$$m = \frac{1471,5}{9,81} \approx 150 \text{ кг}$$

Ответ: 150 кг.