

Т. и. Т.

1 - е начало термодинамики

$$\Delta U = A + Q$$

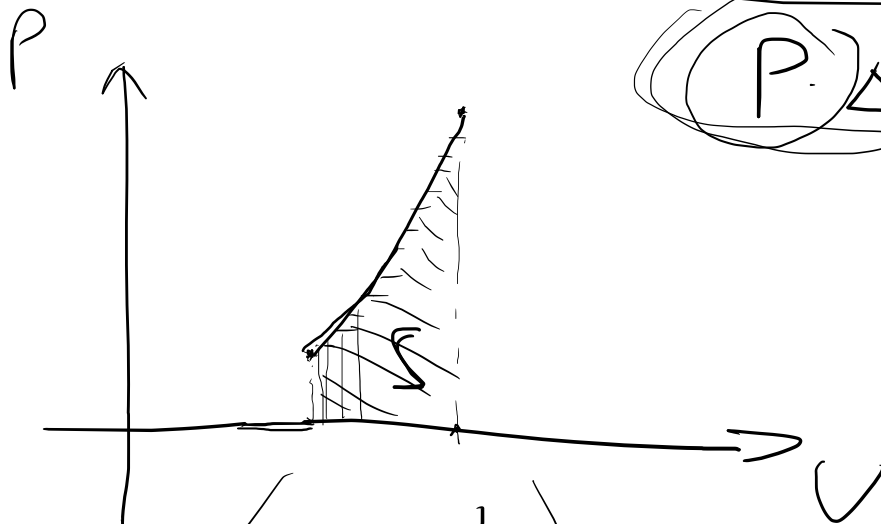
$$Q = \Delta U + A$$

$$A = P \Delta V$$

$E(x)$

$$A = \sum_{i=1}^n \delta A_i$$

$$\delta A_i = P \Delta V$$



$$P \cdot \Delta V$$



$$\Delta U \sim T$$

~~$$E = \frac{3}{2} \nu R T$$~~

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

1	2	3
$i = 3$	5	6

Внутренняя энергия = Суммарная
кинетическая и потенциальная энергия
молекул

Каково давление одноатомного газа, занимающего объем 2 л, если его внутренняя энергия 300 Дж?

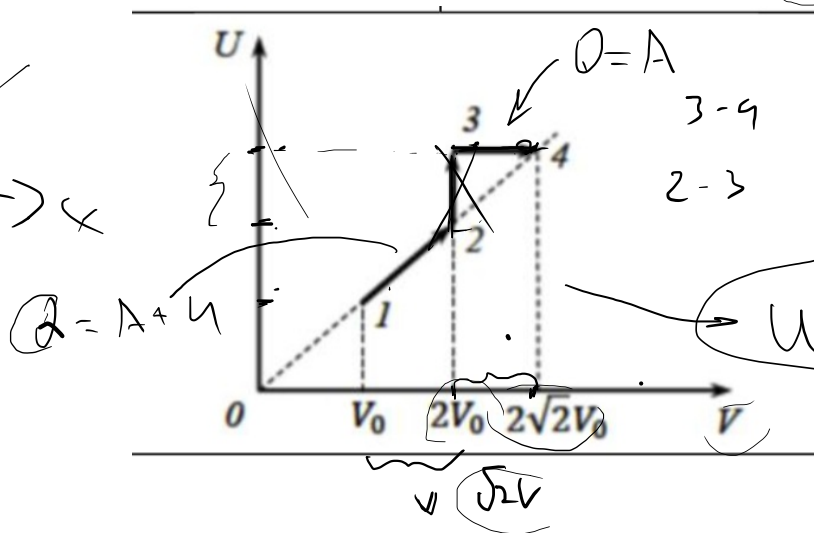
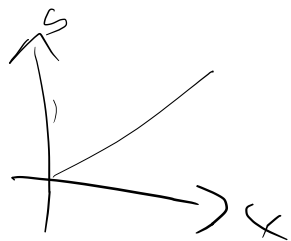
$$U = \frac{3}{2} \nu R T = \frac{2}{3} U = \nu R T$$

$$pV = \nu R T$$

$$p = \frac{2}{3} \frac{U}{V}$$

Зависимость внутренней энергии идеального газа от объема указана на рисунке. На каком из участков совершенная работа максимальна

$$Q = \Delta U + A$$



$$3-4 \quad T = \text{const}$$

$$2-3 \quad A = 0$$

$$PV = \nu RT$$

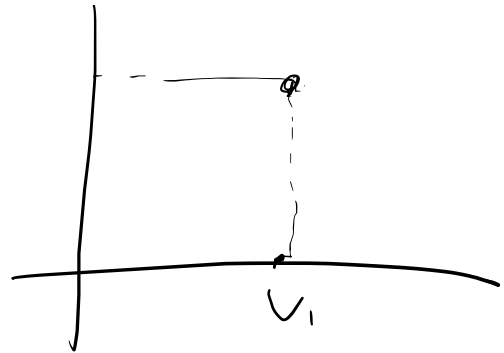
$$Q = \Delta U + A$$

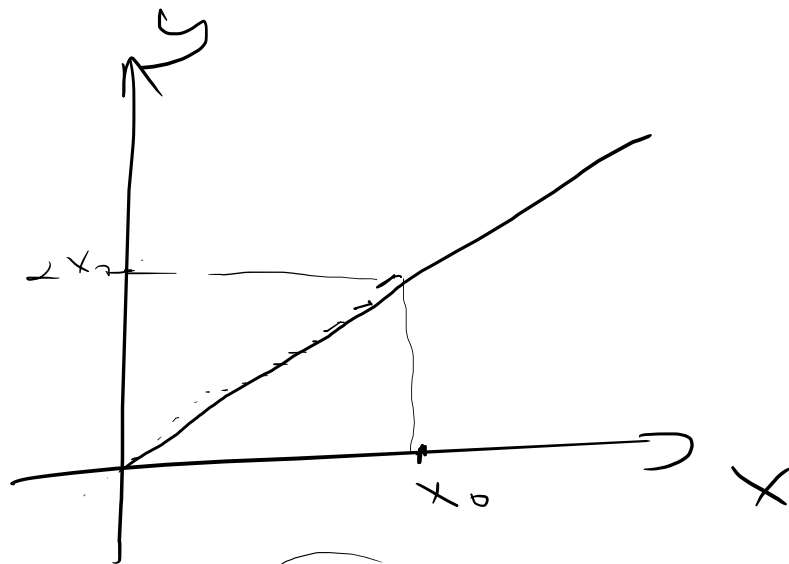
$$U = 2V$$

$$\begin{cases} \frac{3}{2} \nu R T = \cancel{2} V \\ PV = \nu RT \end{cases}$$

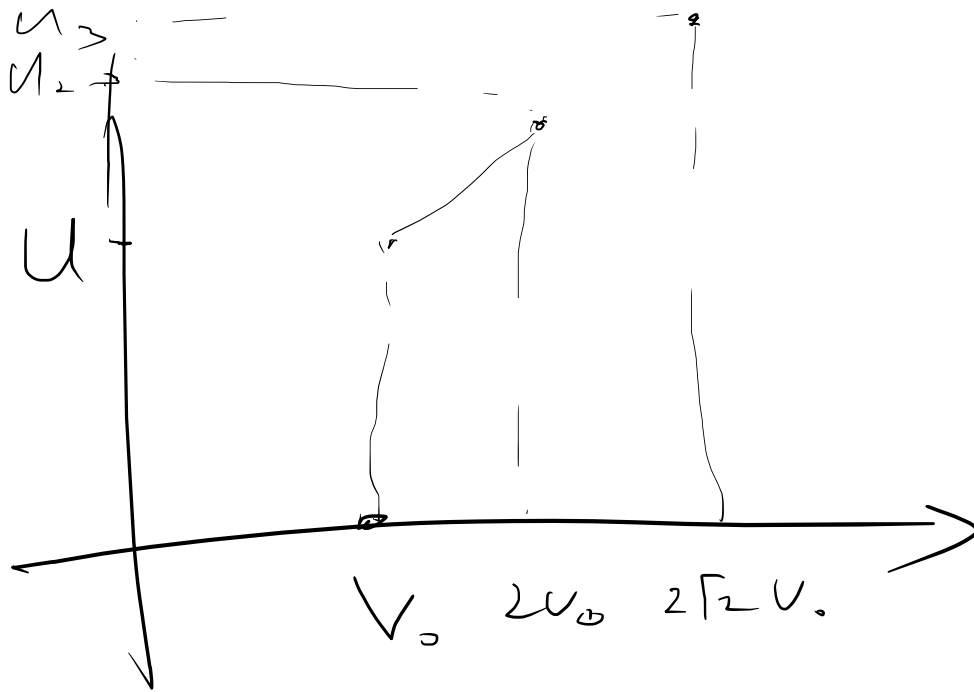
$$U = 2V$$

$$\frac{3}{2} \nu RT = 2V$$





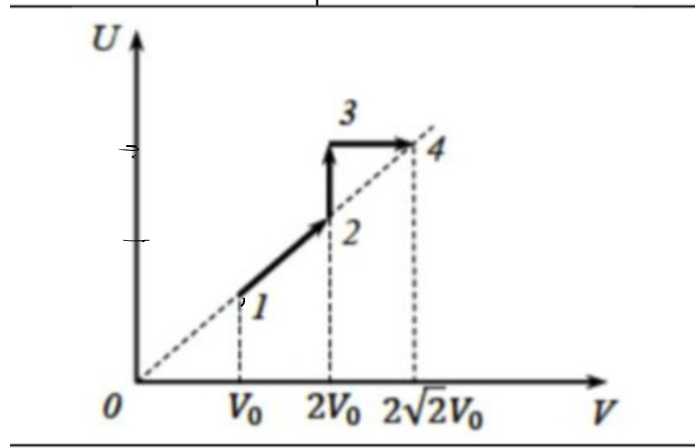
$$y = 2x$$



$$U_1 = 2V_0$$

$$U_2 = 2\sqrt{2}V_0$$

$$\begin{cases} U_1 = 2V_0 \\ U_2 = 2\alpha V_0 \\ U_3 = 2\sqrt{2}\alpha V_0 \end{cases}$$



$$\Delta U_1 = 2V_0$$

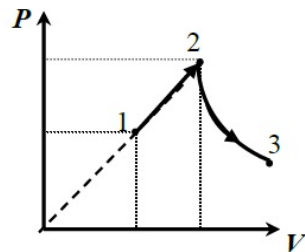
$$\Delta U_{23} + \Delta U_{34} = (2\sqrt{2} - 2)2V_0$$

$$PV = \cancel{V}RT$$

$$\frac{3}{2} \cancel{V}RT = U$$

$$\left\{ \begin{array}{l} PV = \cancel{V}RT \end{array} \right.$$

2.1. Один моль гелия расширяется из состояния 1 в состояние 2 так, что давление меняется пропорционально объему и совершает работу A . Из состояния 2 в состояние 3 газ расширяется так, что теплоемкость газа в процессе расширения остается постоянной и равной $C = \frac{R}{2}$. Какую работу совершает газ в про-



цессе 2-3, если температура газа в состоянии 3 равна температуре в состоянии 1.

012

цессе 2-3, если температура газа в состоянии 3 равна температуре в состоянии 1.

012

$$P \sim V \Rightarrow P = \alpha V$$

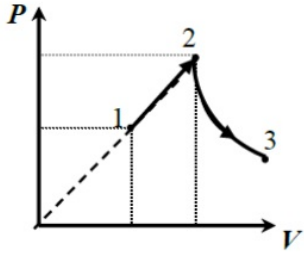
$$A_{1-2} = A$$

2-3

$$C = \frac{R_4}{2}$$

$$T_3 = T_2$$

$$A_{2-3}$$



$$C = \frac{R}{2} = \frac{Q_{2-3}}{\Delta T_{2-3}}$$

T = const $\Delta T = 0$

$$\underline{Q = A}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{Q}{0} = \infty$$

$$C = \frac{Q_{2-3}}{\Delta T_{2-3}}$$

$$T_1 = T_3$$

$$Q_{23} = C \Delta T_{23} = \frac{R \Delta T_{23}}{2}$$

$$\Delta T = \frac{Q_{23}}{C}$$

$$(P_1 + P_2 | V_1 + V_2)^{\frac{1}{2}} = A$$

$$P_1 = P_2 \frac{V_1}{V_2}$$

$$\left(P_2 + P_2 \frac{V_1}{V_2} \right) (V_1 + V_2) = 2A$$

$$\left(\frac{V_1 + V_2}{V_2} \right) (V_1 + V_2) \cdot P_2 = 2A$$

$$\frac{(V_1 + V_2)^2}{V_2} \quad p_c = 2A$$

$$P_1 V_1 = n R T_1$$

$$P_2 V_2 = n R T_2$$

$$T_2 - T_1$$

$$1) P_2 V_2 - P_1 V_1 = nR(T_2 - T_1)$$

$$\checkmark (P_1 + P_2)(V_1 + V_2) = 2A$$

$$\checkmark \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = nR \frac{2Q}{R}$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = 2nQ$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = 200$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow P_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot P_1$$

$$\frac{V_2}{V_1} P_1 - P_1 V_1 = 200$$

$$\left(\frac{V_2 - V_1}{V_1} \right) P_1 = 200$$

$$\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{V_1} \right) P_1 = 2 \text{ J R}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_2}{V_1}$$

$$(P_1 + P_2)(V_1 + V_2) = 2A$$

$$\left(P_1 + \frac{P_1}{V_1} V_2 \right) (V_1 + V_2) = 2A$$

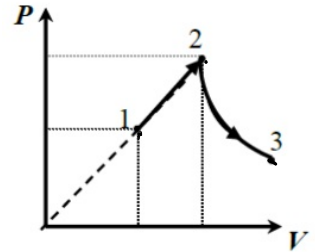
$$P_1 \left(\frac{V_1 + V_2}{V_1} \right) (V_1 + V_2) = 2A$$

$$\frac{P_1}{V_1} (V_1 + V_2)^2 = 2A$$

$$(V_2 - V_1)(V_1 + V_2) \dot{r} = 2 \dot{Q}$$

$$\beta (V_1 + V_2)^2 = 2A$$

$$\frac{V_2 - V_1}{V_1 + V_2} = \frac{2 \dot{Q}}{2A}$$



$$Q_2 = C \Delta T_r$$

$$Q_1 = \Delta U_L + A$$

$$Q_2 = -\Delta U_L + A_{2 \rightarrow 3}$$

$$Q_1 + C \Delta T = A_1 + A_{2 \rightarrow 3}$$

$$Q_1 = Q_L$$

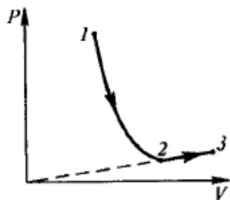
$$C(T_2 - T_1) = C_c(T_c - T_1)$$

$$P_1 (V_1 + V_2 + V_1 + V_2) = 2A$$

$$P_1 (V_1 + 2V_2 + V_2) = 2A$$

$$P_1 (V_1 + 1 + 1 +$$

Моль гелия расширяется из начального состояния 1 в конечное состояние 3 в двух процессах. Сначала расширение идет с процессе 1—2 с постоянной теплоемкостью $C = 3R/4$ (R — газовая постоянная). Затем газ расширяется в процессе 2—3, когда его давление P прямо пропорционально объему V (рис.). Найти работу, совершенную газом в процессе 1—2, если в процессе 2—3 он совершил работу A . Температуры начального (1) и конечного (3) состояний равны.



Решение:

По закону сохранения полной энергии для процесса 1—2 можно записать

$$C(T_2 - T_1) = C_V(T_2 - T_1) + A_{12},$$

Отсюда работа A_{12} , совершенная газом в процессе 1—2, будет равна

$$A_{12} = \frac{3}{4}R(T_1 - T_2). \quad (1)$$

Работу, совершенную газом в процессе 2—3, можно выразить через площадь под прямой 2—3:

$$A = \frac{1}{2}(P_3 + P_2)(V_3 - V_2) = \frac{1}{2}(P_3V_3 - P_2V_2) = \frac{1}{2}R(T_1 - T_2). \quad (2)$$

Из совместного решения уравнений (1) и (2) найдем, что

$$A_{12} = \frac{3}{2}A.$$

$$\frac{1}{1} = 1$$

$$\frac{1}{10} = 0.1 \downarrow$$

$$\frac{1}{100} = 0.01 \downarrow \downarrow$$

$$\frac{1}{0.1} = 10$$

$$\frac{1}{0.01} = 100$$

$$\frac{1}{\vdots}$$

