Por que ΔU só depende de ΔT quando se tratar de um gás ideal?

Sabe-se que as interações de atração e repulsão entre as moléculas são dependentes da distância que estas têm entre si (comprimidas ou expandidas). Entretanto, no modelo do gás ideal, pressupõe-se que as moléculas não interagem entre si por atrações e repulsões. O que, portanto, seria indiferente se estas estivessem comprimidas ou expandidas, não interagiriam da mesma maneira. Logo, a única variação de energia destas seriam através da variação de seu movimento. O que é causado pela variação da temperatura. Assim, ΔU depende só de ΔT (ou, $U = U(T)$).

Processos usualmente questionados em exercícios:

Isotérmico: $T = constante \rightarrow \boxed{\Delta U = 0}$

Balanço de energia (sistema fechado):

$$\Delta U = Q + W$$
$$0 = Q + W$$
$$Q = -W$$

Cálculo de W (use $p = \dfrac{nRT_1}{V}$ onde T é constante):

$$W = -\int_{V_1}^{V_2} pdV = -\int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_1}{V}dV = -nRT_1 ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \boxed{nRT_1 ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)}$$

Para Q, use que:

$$\boxed{Q = -W}$$

Para encontrar os valores de V_i:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1}$$

Isobárico: $p = constante \rightarrow \boxed{\Delta U = C_V(T_2 - T_1)}$.

Cálculo de W (use que p é constante):

$$W = -\int_{V_1}^{V_2} pdV = \boxed{-p_1(V_2 - V_1)}$$

Cálculo de Q (Balanço de energia para sistema fechado):

$$Q = \Delta U - W = \boxed{C_V(T_2 - T_1) + p_1(V_2 - V_1)}$$

Para auxiliar no encontro dos valores das variáveis T_i e V_i, tente a equação dos gases ideais a p constante:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Isocórico: $V = constante \rightarrow \boxed{\Delta U = C_V(T_2 - T_1)}$.

Cálculo de W (use que V é constante, logo, $dV = 0$):

$$W = -\int_{V_1}^{V_2} p dV = 0$$

$$\boxed{W = 0}$$

Cálculo de Q (Balanço de energia para sistema fechado):

$$Q = \Delta U - W = C_V(T_2 - T_1)$$

$$Q = \boxed{C_V(T_2 - T_1)}$$

Para auxiliar no encontro dos valores das variáveis p_i e T_i, tente a equação dos gases ideais a V constante:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Adiabático: Se p_i, T_i e V_i variam livremente:

Cálculo de Q:

Como é adiabático, $\boxed{Q = 0}$.

Cálculo de ΔU e W:

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = W$$

Como:

$$\boxed{\Delta U = C_V(T_2 - T_1)}$$

$$\boxed{W = C_V(T_2 - T_1)}$$

Se não for suficiente o uso da equação dos gases ideais para encontrar os valores de T_i, recorre-se ao balanço de energia para sistema fechado na forma diferencial:

$$dU = \delta W$$

$$dU = -pdV$$

$$dU = -\frac{nRT}{V} dV$$

$$\frac{1}{T} dU = -\frac{nR}{V} dV$$

uma vez que $dU = C_V dT$:

$$\frac{C_V}{T} dT = -\frac{nR}{V} dV$$

Integrando de $1 \rightarrow 2$ os dois lados da expressão:

$$\int_{T_1}^{T_2} \frac{C_V}{T} dT = -\int_{V_1}^{V_2} \frac{nR}{V} dV$$

tem-se, por fim, que:

$$\boxed{C_V ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = nRln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)}$$

Uma expressão que diz os valores de T_i depois de um pouco de algebrismo como (tem a simplificação até os resultados abaixo na lista que te passei resolvida, **Questão 5**):

$$\boxed{\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{C_V}{R}}}$$

$$\boxed{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{C_V}{C_p}} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{C_V}{R}}}$$

O pessoal gosta de chamar um parâmetro k de $k = \dfrac{C_V}{C_p}$, e assim as equações acima ficam:

$$\boxed{\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{k}{1-k}}}$$

$$\boxed{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{k} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{k}{1-k}}}$$

PRONTO PRA IR RESOLVER EXERCÍCIOS!!