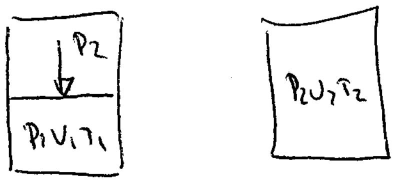
Un mol d'un gas ideal ($pV = \mathbf{n}RT, U = \frac{3}{2}\mathbf{n}RT$) a temperatura $T_1 = 273$ K i pressió $p_1 = 5$ bar s'expandeix adiabàticament contra una pressió externa constant $p_2 = 1$ bar (procés per tant no reversible). Calculeu la temperatura final i el canvi d'energia interna del gas. Repetiu el problema si l'expansió es realitza de manera adiabàtica i reversible fins arribar a igualar la pressió exterior p_2. $R = 8{,}3144598 \times 10^{-2} \ell\,\text{bar}/(\text{K mol})$.

$R = 8'3144598\ \text{J/K mol}$

(1)



$W = -P_2 (V_2 - V_1)$ (P_2 constant)

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = nR$ $\quad \frac{P_2 V_2}{T_2} = nR$ $\quad W = -nR\left(T_2 - \frac{P_2}{P_1} T_1\right)$

$\Delta U = \frac{3}{2} nR (T_2 - T_1)$

Adiabàtic $\quad \Delta U = W \Rightarrow \frac{3}{2} nR (T_2 - T_1) = -nR\left(T_2 - \frac{P_2}{P_1} T_1\right)$

$T_2 = \left(\frac{3}{5} + \frac{2}{5}\frac{P_2}{P_1}\right) T_1 = \frac{17}{25} T_1 = 185.64\ \text{K}$

$P_1 = 5$ bar
$P_2 = 1$ bar

$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8'31 \times 10^{-2} \cdot (185'64 - 273) = -10.89\ \text{l} \cdot \text{bar}$
$= -1089\ \text{J}$

(2) Adiabàtic reversible $\quad P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma} \qquad \gamma = 5/3$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = nR \qquad V_1 = \frac{nR}{P_1} T_1 = \frac{8'3144 \times 10^{-2}}{5} \times 273 = 4'54\ \ell$

$V_2 = V_1 \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1/\gamma} = 4'54\ \ell \times 5^{3/5} = 11'92\ \ell$

$T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = \frac{10^5 \times 11'92 \times 10^{-3}}{1 \times 8'3144} = 143.4\ \text{K}$

$\Delta U = \frac{3}{2} nR (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \times 1 \times 8'3144 \times 10^{-2} (143 - 273) = -16{,}16\ \ell \cdot \text{bar}$
$= -1616\ \text{J}$

$\left\{ \begin{array}{l} 1\ \text{bar} = 10^5\ \text{Pa} \\ 1\ \ell = 10^{-3}\ \text{m}^3 \end{array} \right.$