

Exemple 15.1 : Utilisation de la loi de Laplace

a. $P_A \cdot V_A^\gamma = P_B \cdot V_B^\gamma$ donc $P_B = \frac{P_A V_A^\gamma}{V_B^\gamma} = 25 \text{ bar}$

b. $P_C \cdot V_C^\gamma = P_D \cdot V_D^\gamma$ qu'on peut réécrire $\frac{nRT_C}{V_C} \cdot V_C^\gamma = \frac{nRT_D}{V_D} \cdot V_D^\gamma$

donc $T_D = T_C \frac{V_C^\gamma \cdot V_D}{V_D^\gamma \cdot V_C} = 1572 \text{ K}$

c. $P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_2^\gamma$ que l'on peut réécrire $P_1 \cdot \left(\frac{nRT_1}{P_1}\right)^\gamma = P_2 \cdot \left(\frac{nRT_2}{P_2}\right)^\gamma$

donc $T_2^\gamma = T_1^\gamma \frac{P_1 \cdot P_2^\gamma}{P_1^\gamma \cdot P_2}$ donc $T_2 = \sqrt[\gamma]{T_1^\gamma \frac{P_1 \cdot P_2^\gamma}{P_1^\gamma \cdot P_2}} = 244 \text{ K}$

Exemple 15.2 : Rendement d'un moteur à essence idéal

1) $C_V = \frac{5}{2} nR = \frac{C_P}{\gamma} = 20,7 \text{ J.K}^{-1}$

2) Calcul des transferts thermiques :

Méthode 1 : « Boîte à outils » à utiliser :

Transformation adiabatique : $Q = 0$
Transformation isochore : $Q = C_V(T_f - T_i)$
Transformation isobare : $Q = C_P(T_f - T_i)$
Transformation isotherme : $Q = -W = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV$

A → B adiabatique : $Q_{AB} = 0$

B → C isochore : $Q_{BC} = C_V(T_C - T_B) = 41,3 \text{ kJ}$

C → D adiabatique : $Q_{CD} = 0$

D → A isochore : $Q_{DA} = C_V(T_A - T_D) = -18,8 \text{ kJ}$

Méthode 2 : Utilisation directe du 1^e principe :

A → B adiabatique : $Q_{AB} = 0$

B → C isochore donc $W_{BC} = 0$ donc comme $W_{BC} + Q_{BC} = \Delta U_{BC} = C_V(T_C - T_B)$

ainsi $Q_{BC} = C_V(T_C - T_B) = 41,3 \text{ kJ}$

C → D adiabatique : $Q_{CD} = 0$

D → A isochore donc $W_{DA} = 0$ donc comme $W_{DA} + Q_{DA} = \Delta U_{DA} = C_V(T_A - T_D)$

ainsi $Q_{DA} = C_V(T_A - T_D) = -18,8 \text{ kJ}$

3) $Q_{\text{cycle}} = + 22,48 \text{ kJ}$

4) $W_{\text{cycle}} + Q_{\text{cycle}} = \Delta U_{\text{cycle}} = 0$ donc $W_{\text{cycle}} = -22,48 \text{ kJ}$

5) $\rho = \frac{|W_{\text{cycle}}|}{Q_{BC}} = \frac{22480}{41317} = 0,54 = 54\%$