

PROBLEMES QFI tema 3

3.1. n mols d'un gas ideal s'expandeixen contra buit, creixent el volum des de V_0 fins a λV_0 . Si les parets són rígides i adiabàtiques, a) quina serà la relació entre les temperatures inicial i final?, b) quina serà la relació entre les pressions inicial i final?, c) quin és l'increment d'entropia del procés?
Solució. a) $T_f = T_i$, b) $P_f = (1/\lambda) P_i$, c) $\Delta S = n R \ln \lambda > 0$

3.2. Un cilindre tèrmicament aïllat està dividit en dues parts per un pistó que es mou sense fregament i és conductor de la calor. A l'estat inicial, el pistó està subjectat al centre amb un pivot, de manera que a un costat hi ha 1 litre d'aire a 300 K i 2 at. de pressió, i a l'altre costat, 1 litre d'aire a 300 K i 1 at. de pressió. S'elimina el pivot que manté subjecte el pistó i en conseqüència desplaça fins aconseguir una nova posició d'equilibri. Calculeu la P i T finals i la variació total d'entropia del procés.

Solució. $T_f = 300$ K, $P_f = 1.5$ atms, $\Delta S = 0.0137$ cal/K

3.3. Un cilindre tèrmicament aïllat està dividit en dues parts amb el mateix volum V_0 mitjançant un pistó diatèrmic que es mou sense fregament. En cada recinte hi ha n mols de gas ideal, amb índex adiabàtic γ , a la temperatura T_0 . Un mecanisme extern provoca un moviment molt lent del pistó, comprimint un dels recintes fins un volum $V_0/2$. Calculeu la temperatura (comuna) dels dos recintes.

Solució. $T = T_0 \left(\frac{3}{4}\right)^{\frac{1-\gamma}{2}}$.

3.4. Un cilindre tèrmicament aïllat està dividit en dues parts per un pistó adiabàtic que es mou sense fregament. A l'estat inicial, el pistó està subjectat al centre amb un pivot, de manera que a un costat hi ha 1 mol de gas ideal ocupant 1 litre a 10 at. de pressió, i a l'altre costat 1 mol de gas ideal ocupant 20 litres a 1 at. de pressió. S'elimina el pivot que manté subjecte el pistó i en conseqüència desplaça fins aconseguir una nova posició d'equilibri. Calculeu la P i T finals de cada gas i la variació total d'entropia del procés. Coeficient adiabàtic $\gamma = 5/3$.

Solució. $P_1 = P_2 = 1.4286$ at, $T_1 = T_2 = 182.9$ K, $\Delta S = 0.1545$ at. L/K

3.5. Fiquem un moll dins d'un gran termòstat a 27 °C. Aleshores, l'estirem reversible i isotèrmicament des de la longitud d'equilibri L_0 fins a $10 L_0$. En l'allargament, el moll absorbeix una calor d'energia en forma de calor. Aleshores, sense treure'l del termòstat, el deixem que recupere lliurement la seva longitud L_0 . Al llarg d'aquesta contracció espontània el moll allibera una quantitat de calor de 2.5 cal. i no es recupera treball.

a) Quin és l'increment d'entropia del moll i del termòstat amb l'estirament?

b) Quin és l'increment d'entropia del moll amb la contracció espontània?

c) Quin és el ΔS_u en el procés complet (estirament + contracció)

d) Quant de treball vam fer per estirar el moll?

Solució. a) $\Delta S_{\text{molla}} = 3.33 \cdot 10^{-3}$ cal/K, $\Delta S_{\text{termòstat}} = -3.33 \cdot 10^{-3}$ cal/K, b) $-3.33 \cdot 10^{-3}$ cal/K, c) $5 \cdot 10^{-3}$ cal/K, d) 1.5 cal

3.6. Un petit objecte metàl·lic de capacitat calorífica constant ($C = 500$ J/K) es troba a una temperatura de 500 K. L'introduïm primer en un gran recipient que conté aigua bullint i quan ha assolit l'equilibri amb l'aigua se l'aboca a la mar, la qual està a una temperatura de 290 K. Calculeu l'increment d'entropia de l'univers en tot el procés

Solució. $\Delta S_u = 40.97$ J/K.

3.7. Un cilindre proveït amb un pistó conté un gas que efectua un procés irreversible entre dos estats d'equilibri (inicial i final), cosa que provoca que la seva energia interna s'incrementi en 30 kJ. Durant el procés el sistema rep 100 kJ de calor d'un focus reversible de calor a 600 K. El sistema torna després al seu estat inicial mitjançant un procés reversible, durant el qual l'única transferència de calor és entre el sistema i el focus reversible de calor a 600 K. El canvi d'entropia

del focus com a resultat de tots dos processos és 0.026 kJ/K. Es demana: a) treball realitzat pel sistema durant el primer procés (irreversible), b) transferència de calor, respecte del sistema, durant el segon procés (reversible) i c) treball efectuat pel sistema durant el segon procés.

Solució. a) $W = 70 \text{ kJ}$, b) $Q = -115.6 \text{ kJ}$ y c) $W' = -85.6 \text{ kJ}$

3.8. Volem comprimir 1 mol de gas ideal des de 15 a 10 litres de manera reversible i isoterma (400K). El treball necessari s'obté d'una màquina tèrmica que opera entre dos focus a 200K i 300K. Quina serà la mínima quantitat de calor cedida al focus fred (200K) que permet la compressió esmentada?

Solució. $|Q_2| = 644.53 \text{ cal}$.

3.9 Un sistema (de capacitat calorífica constant i igual a 235 J/K) té una temperatura de 298K. Se disposa d'un focus de calor a $298 + \Delta T \text{ K}$.

a) Calculeu l'increment d'entropia de l'univers quan $\Delta T = 10 \text{ K}$ i es produeix una transferència de calor de 1000 joules entre focus i sistema.

b) El mateix que l'apartat a) però ara $\Delta T = -10 \text{ K}$.

c) Si $\Delta T = 10 \text{ K}$ i la transferència de calor no és 1000 joules, sinó la necessària perquè el sistema arribi a l'equilibri tèrmic amb el focus, quin hauria estat l'increment d'entropia de l'univers?

Solució. a) 0.085 J/K b) 0.092 J/K c) 0.127 J/K

3.10. Tenim un mol de $H_2O(l)$ subrefredada a -2.25°C i 1 at. de pressió. La temperatura de congelació de l'aigua a aquesta pressió és 0°C . S'observa que la transformació $H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$ és ràpida. Calcula el ΔS , ΔS_{alr} , ΔS_u i amb això justifica l'espontaneïtat del procés anterior a -2.25°C .

Dades.- $C_p(H_2O(l)) = 75.3 \text{ J/molK}$, $C_p(H_2O(s)) = 37.7 \text{ J/molK}$, $\Delta H_{\text{fusió}}^0 = 6008 \text{ J/molK}$ (a 0°C), temperatura dels voltants -2.25°C .

Solució. -21,6964 J/molK; 21,877 J/molK; 0,181 J/molK