

PROBLEMES Tema 2

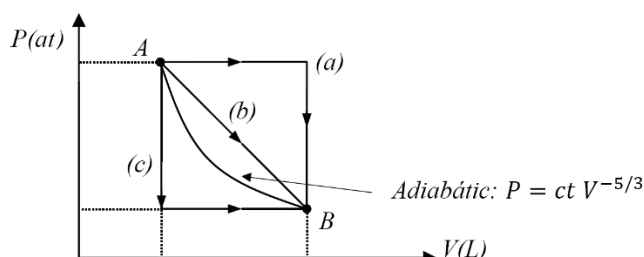
1. Un mol de gas ideal monoatòmic ($C_V = 1.5 R$), està inicialment 2 at. i 273K. Aleshores, experimenta un procés reversible fins un altre estat on la pressió és 4 at. La variació de pressió en aquest procés reversible és proporcional al volum $P = ct \cdot V$.

Calculeu: a) V_1 , V_2 i T_2 , b) ΔU i ΔH c) Q i W .

Dades. $R = 1,987 \text{ cal/mol K} = 8.314 \text{ J/mol K}$; $1 \text{ at} \cdot \text{L} = 24,21 \text{ cal}$.

Sol: $V_1 = 11.19 \text{ L}$, $V_2 = 22.38 \text{ L}$, $T_2 = 1091.7 \text{ K}$, $\Delta U = 2440.16 \text{ cal}$, $\Delta H = 4066.93 \text{ cal}$, $W = 812.37 \text{ cal}$, $Q = 3252,52 \text{ cal}$.

2. Un gas que evoluciona de manera adiabàtica i quasi-estàtica segueix l'equació $P = ct \cdot V^{-5/3}$. Calculeu el treball reversible realitzat pel sistema i el calor net bescanviat en cadascun dels tres processos a), b) i c) que s'indiquen a la figura. Tots els processos comencen en A ($P = 32 \text{ at}$, $V = 1 \text{ L}$) i acaben en B ($P = 1 \text{ at}$ i $V = 8 \text{ L}$).



Sol: $W_{(a)} = 224 \text{ at} \cdot \text{L}$, $\Delta U = -36 \text{ at} \cdot \text{L}$, $Q_{(a)} = 188 \text{ at} \cdot \text{L}$; $W_{(b)} = 115.5 \text{ at} \cdot \text{L}$, $Q_{(b)} = 79.5 \text{ at} \cdot \text{L}$; $W_{(c)} = 7 \text{ at} \cdot \text{L}$, $Q_{(c)} = -29 \text{ at} \cdot \text{L}$.

3. (a) Demostreu que el pendent d'un procés adiabàtic reversible d'un gas ideal en un diagrama P-V és γ vegades el pendent d'un procés isocòric. (b) Atès que per a gas ideal en un procés adiabàtic reversible: $PV^\gamma = ct$, comproveu també la constància $U - PV/(\gamma - 1) = ct$. en aquest mateix procés (adiabàtic reversible).

4. Un sistema globalment aïllat està format per dos sistemes aïllats entre si, les equacions energètiques dels quals són: $U_1 = 1.5 n_1 RT$; $U_2 = 2.5 n_2 RT$. El primer sistema conté 2 mols de matèria i està a 250 K, mentre que el segon sistema té 3 mols i està a 350 K. Aleshores, els sistemes se fiquen en contacte tèrmic. Calculeu l'energia interna de cada sistema, una vegada assolit l'equilibri tèrmic. Sol: $T = 321.43 \text{ K}$, $U_1 = 1916 \text{ cal}$, $U_2 = 4790 \text{ cal}$,

5. (a) Un mol de gas ideal, per al qual $C_V = 4.14 + 0.006 T \text{ cal/mol K}$, presenta inicialment una pressió P_0 , ocupa un volum V a la temperatura de 298 K. Aleshores, s'expansiona adiabàticament contra una pressió exterior constant, P_{ext} , fins a un estat en què el volum final $3V$. Trobeu la temperatura final. Sol: $T = 242.3 \text{ K}$

(b) Si l'expansió adiabàtica s'hagués fet de manera reversible, des del mateix estat inicial fins un altre estat final amb el mateix volum $3V$, quina seria la temperatura? Sol: $T = 202.1 \text{ K}$

6. Els calors de combustió del $C(s)$, $H_2(g)$ i $CH_4(g)$ a 25°C i 1 at . són, respectivament, -94.2 , -68.3 i -213 Kcal/mol . Les capacitats calorífiques a $P = \text{cte}$ (en cal/mol K) de les substàncies implicades són: $C(s)$: $1.1 + 0.0048 T$; $H_2(g)$: $6.5 + 0.0009 T$; $CH_4(g)$: $5.34 + 0.0115 T$.

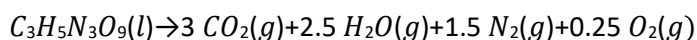
Calculeu les calors de formació del $CH_4(g)$ a $P = \text{cte}$. i a $V = \text{cte}$. per a una T de 773 K .

Sol: $Q_p = -20.71 \text{ Kcal/mol}$, $Q_v = -19.18 \text{ Kcal/mol}$

7. L'increment d'entalpia estàndard de la combustió del grafit a 298 K i 1 at . d'acord amb la reacció: $C(\text{grafit}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ és $\Delta_r H_{298}^0 = -94050 \text{ cal/mol}$. Les capacitats calorífiques molars a pressió constant (en cal/mol K) són $C_p^0(\text{grafit}) = 2.066$, $C_p^0(O_2) = 7.2$ i $C_p^0(CO_2) = 10.56$. Calculeu la temperatura que assoliria un sistema que inicialment continguéss, a 298 K i 1 at , 2

mols de C(grafit) i 3 mols de $O_2(g)$ i en què es produís la combustió adiabàtica del 90% del carboni grafit a pressió constant de 1 atmosfera. Sol: $T=6330.9K$

8. Quan la nitroglicerina explota, la reacció química que té lloc és:



a) Calculeu $\Delta_r H^0$ i $\Delta_r U^0$ per a aquesta reacció a 298 K, sabent que l'entalpia de formació, a 298K, de la nitroglicerina líquida és -372.4 KJ/mol. Sol: $Q_p = -1412.7$ KJ/mol, $Q_v = -1430.61$ KJ/mol

b) Considereu que 0.2 mols de nitroglicerina líquida a 298 K omplin completament una cel·la de volum 0.03L. Calculeu la màxima temperatura que es pot assolir conseqüència de l'explosió de la nitroglicerina (considereu constant el volum de la cel·la en tot moment). Assumiu que l'explosió passa tan ràpidament que es pot considerar adiabàtica. Sol: $T=3159.2K$

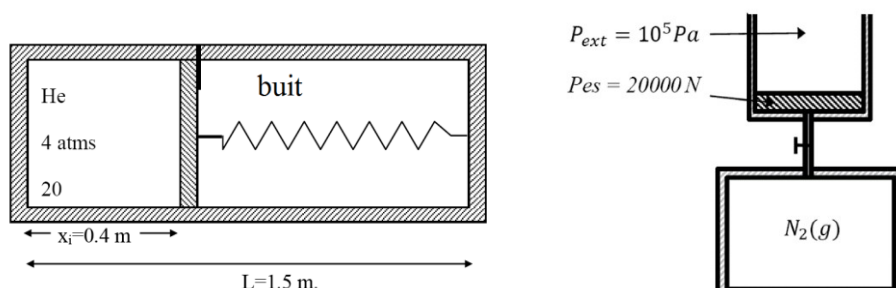
Dades. La capacitat calorífica a volum constant (productes + cel·la) és $C_V=100$ J/K.

A 298 K, per $CO_2(g)$: $\Delta_f H^0 = -393.5$ KJ/mol i per $H_2O(g)$: $\Delta_f H^0 = -241.82$ KJ/mol.

9. Un pistó de superfície $A = 0.3$ m² divideix un cilindre en dues parts. El pistó es manté fix mitjançant una pestanya. A l'esquerra del pistó tenim gas heli a 4 at. de pressió i 20 °C. A la dreta hi ha un moll que exerceix una força elàstica cap a l'esquerra $f = 3 \cdot 10^4 \cdot x$ Newton; on x és la distància entre el pistó i l'extrem esquerre del cilindre. Inicialment $x_i = 0.4$ m. Retirem la pestanya i permetem que el pistó es desplaci fins aplegar a una nova situació d'equilibri. Quina és la temperatura i la pressió de l'heli en aquesta punt final d'equilibri?

Considereu que l'heli és un gas ideal de capacitat calorífica a volum constant $C_V = 12.5$ J/mol K. Supposeu que les parets del cilindre i del pistó són adiabàtiques. 1 at = $1.013 \cdot 10^5$ N/m².

Sol: $T=227K$ $P=1.1$ at.



10. Un flascó de 0.2 m³ conté nitrogen (pes molecular = 28 g/mol i coeficient adiabàtic $\gamma = 1.4$) a pressió $2 \cdot 10^6$ Pa i temperatura 773 K. El dipòsit està connectat, tal com s'observa a la figura adjunta, a través d'una clau, amb un cilindre vertical (obert per la part superior) proveït d'un èmbol de pes 20000 N.

L'àrea de l'èmbol és $A=0.1$ m². Tot el sistema (dipòsit, cilindre i èmbol) està adiabàticament aïllat. La pressió atmosfèrica, P_{ext} , és 10^5 Pa. Inicialment, el cilindre no conté nitrogen i quan s'obre la clau flueix nitrogen del dipòsit al cilindre fins que s'assoleix l'equilibri termodinàmic.

(a) Determineu la temperatura final. (b) Alçada x que puja l'èmbol. (c) La massa de nitrogen que entra al cilindre.

Nota. No hi ha fregament i se suposa comportament de gas ideal.

Sol: $T=585.3K$, $x= 8.1$ m, $m_{N_2}=1398.2$ gr.