

5. A moltes ciutats, a primera hora del matí es produeix una emissió massiva d'hidrocarburs i monòxid de nitrogen a conseqüència del trànsit. El monòxid de nitrogen, en reaccionar amb l'oxigen de l'aire, forma diòxid de nitrogen, un contaminant molt tòxic responsable de l'anomenada *boira fotoquímica*:



Basant-nos en els llindars de referència de l'Organització Mundial de la Salut, l'estat de la qualitat de l'aire a Barcelona (EQAB) es classifica en funció de la concentració de diòxid de nitrogen que conté:

EQAB	Concentració de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ )
Bo	0-40
Moderat	40-140
Regular	140-160
Dolent	160-200
Molt dolent	> 200

FONT: <https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca>.

- a) En un dia i una hora determinats, i a la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , l'aire de Barcelona conté en equilibri  $8,31 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  d'oxigen i  $4,20 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de monòxid de nitrogen. Determineu quin seria l'estat de la qualitat de l'aire a Barcelona (EQAB) segons aquestes dades.  
[1,25 punts]
- b) Quan és previsible que hi hagi més boira fotoquímica en una ciutat, en dies molt calorosos o molt freds? En dies d'alta pressió o de baixa pressió? Raoneu les respostes.  
[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: N = 14,0; O = 16,0.  
 $1 \text{ g} = 10^6 \mu\text{g}$ .

## Solució:

### Pregunta 5a

#### Determinar quina seria la qualitat de l'aire (EQAB)

Reacció:  $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$   $K_c$  (a  $20^\circ \text{C}$ ) =  $3,21 \times 10^2$

Expressió de la constant d'equilibri:  $K_c = [\text{NO}_2]^2 / ([\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2])$  **[0,4 p]**

Dades en equilibri:  $[\text{NO}] = 4,20 \times 10^{-10} \text{ M}$   
 $[\text{O}_2] = 8,31 \times 10^{-2} \text{ M}$

Aillem  $[\text{NO}_2]$  i substituïm les dades:

$$[\text{NO}_2]^2 = (K_c \times [\text{NO}]^2 \times [\text{O}_2])$$

$$[\text{NO}_2]^2 = (3,21 \times 10^2) \times (4,20 \times 10^{-10})^2 \times (8,31 \times 10^{-2})$$

$$[\text{NO}_2]^2 = 4,7055 \times 10^{-18}$$

$$[\text{NO}_2] = 2,1692 \times 10^{-9} \text{ M} \quad \text{[0,2 p]}$$

Transformem les unitats de la  $[\text{NO}_2]$ , de M a  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$\text{Massa molecular } \text{NO}_2 = (14) + (2 \times 16) = 46 \text{ g/mol}$$

$$2,1692 \times 10^{-9} \text{ mol NO}_2 / \text{L} \times (46 \text{ g NO}_2 / 1 \text{ mol NO}_2) \times (10^6 \mu\text{g NO}_2 / 1 \text{ g NO}_2) \times (1 \text{ L} / 1 \text{ dm}^3) \times (10^3 \text{ dm}^3 / 1 \text{ m}^3) = 99,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

**[0,25 p]**

$[\text{NO}_2] = 99,8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \Rightarrow$  Aquest valor es troba, segons la taula, entre 40 i  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :

$\Rightarrow$  **La qualitat de l'aire (EQAB) és moderada** **[0,4 p]**

### Pregunta 5b

**Justificar quan és previsible que hi hagi més boira fotoquímica en una ciutat, en dies molt calorosos o en dies de molt fred**

Efecte de la temperatura sobre l'equilibri

La reacció és endotèrmica ( $\Delta H^{\circ} > 0$ ). Això vol dir que necessita absorbir calor per formar productes (desplaçar-se cap a la dreta).

Si augmentem la temperatura, **dies molt calorosos**, estem subministrant més calor a la reacció i afavorim que aquesta es desplaci cap a la dreta (productes). Es produeix més  $\text{NO}_2$ , **i augmenta la boira fotoquímica**.

[0,625 p]

**Justificar quan és previsible que hi hagi més boira fotoquímica en una ciutat, en dies d'alta pressió o de baixa pressió**

Efecte de la pressió sobre l'equilibri

Si la pressió total augmenta, la reacció es desplaça cap a on hi ha menys mols de gasos.

En la reacció de formació del  $\text{NO}_2$  a partir de  $\text{NO}$  i  $\text{O}_2$ , en els productes tenim menys mols de gasos (2) que en els reactius ( $2 + 1 = 3$ ).

**En dies d'alta pressió** afavorim que la reacció es desplaci cap a la dreta (productes). Es produeix més  $\text{NO}_2$ , **i augmenta la boira fotoquímica**.

[0,625 p]