

2.4 Correction Exercice Bonus

Test d'alcoolémie

1. Expression des activités

Pour une espèce gazeuse : $a_{gaz} = \frac{P_{gaz}}{P^o}$ avec $P^o = 1 \text{ bar}$

Pour une espèce en solution aqueuse : $a_{solut} = \frac{[solut]}{C^o}$ avec $C^o = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

2. Expression de K^o

Pour l'équilibre $\text{EtOH(aq)} = \text{EtOH(g)}$:

$$K^o = \frac{a_{\text{EtOH(g)}}}{a_{\text{EtOH(aq)}}} = \frac{P_{\text{EtOH}}/P^o}{[\text{EtOH}_{\text{sang}}]/C^o}$$

$$K^o = \frac{P_{\text{EtOH}}}{P^o} \times \frac{C^o}{[\text{EtOH}_{\text{sang}}]}$$

3. Calcul de K^o à 37°C

À $T = 310 \text{ K}$:

$$\ln K^o = -\frac{6629}{310} + 17,0 = -21,38 + 17,0 = -4,38$$

$$K^o = e^{-4,38} = 0,0125$$

$$K^o = 1,25 \times 10^{-2}$$

4. Quantité de matière d'éthanol

$$n_{\text{EtOH}} = \frac{m_{\text{EtOH}}}{M_{\text{EtOH}}} = \frac{0,20 \times 10^{-3}}{46} = 4,35 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n_{\text{EtOH}} = 4,35 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

5. Pression partielle d'éthanol

D'après la loi des gaz parfaits dans $V = 1 \text{ L}$ d'air :

$$P_{\text{EtOH}} = \frac{n_{\text{EtOH}}RT}{V} = \frac{4,35 \times 10^{-6} \times 8,31 \times 310}{1,0}$$

$$P_{\text{EtOH}} = 1,12 \times 10^{-2} \text{ Pa} = 1,12 \times 10^{-7} \text{ bar}$$

$$P_{\text{EtOH}} = 1,12 \times 10^{-7} \text{ bar}$$

6. Établissement de la relation

De l'expression de K^o :

$$K^o = \frac{P_{\text{EtOH}}/P^o}{[\text{EtOH}_{\text{sang}}]/C^o}$$

On en déduit :

$$[\text{EtOH}_{\text{sang}}] = \frac{P_{\text{EtOH}}}{P^o} \times \frac{C^o}{K^o}$$

$$\text{Or } P_{\text{EtOH}} = \frac{n_{\text{EtOH}}RT}{V} = \frac{m_{\text{EtOH}}}{M_{\text{EtOH}}} \times \frac{RT}{V}$$

Donc :

$$[\text{EtOH}_{\text{sang}}] = \frac{m_{\text{EtOH}}}{M_{\text{EtOH}}} \times \frac{RT}{V \times P^o} \times \frac{C^o}{K^o}$$

Cette expression donne la concentration en quantité de matière. Pour la concentration en masse :

$$C_{\text{EtOH, sang}} = [\text{EtOH}_{\text{sang}}] \times M_{\text{EtOH}} = \frac{m_{\text{EtOH}}}{V} \times \frac{RT}{P^o} \times \frac{C^o}{K^o}$$

$$C_{\text{EtOH, sang}} = \frac{m_{\text{EtOH}}}{M_{\text{EtOH}}} \cdot \frac{RT}{V} \cdot \frac{C^o}{P^o} \cdot \frac{1}{K^o}$$

7. Concentration en masse dans le sang

$$C_{\text{EtOH, sang}} = \frac{P_{\text{EtOH}}}{P^o} \times \frac{C^o}{K^o} \times M_{\text{EtOH}}$$

$$C_{\text{EtOH, sang}} = \frac{1,12 \times 10^{-7}}{1} \times \frac{1}{1,25 \times 10^{-2}} \times 46$$

Ou plus simplement :

$$C_{\text{EtOH, sang}} = \frac{0,20}{K^o} = \frac{0,20}{1,25 \times 10^{-2}} = 16 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 0,016 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Mais cette approche simplifiée n'est pas rigoureuse. Utilisons la formule complète :

$$C_{\text{EtOH, sang}} = \frac{0,20 \times 10^{-3}}{1,0} \times \frac{8,31 \times 310}{10^5} \times \frac{1 \times 10^3}{1} \times \frac{1}{1,25 \times 10^{-2}}$$

$$C_{\text{EtOH, sang}} = 0,20 \times 10^{-3} \times 25,76 \times 10^{-3} \times 10^3 \times 80$$

$$C_{\text{EtOH, sang}} = 0,41 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{EtOH, sang}} = 0,41 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

8. L'automobiliste peut-il repartir ?

La limite autorisée est de $0,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

On a $C_{\text{EtOH, sang}} = 0,41 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} < 0,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

Oui, l'automobiliste peut reprendre le volant

9. Nouvelle concentration après 2 heures

Si la concentration dans l'air expiré diminue de moitié :

$$m'_{\text{EtOH}} = \frac{0,20}{2} = 0,10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration dans le sang est proportionnelle à celle dans l'air (à température constante) :

$$C'_{\text{EtOH, sang}} = \frac{0,41}{2} = 0,21 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

On a $C'_{\text{EtOH, sang}} = 0,21 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} < 0,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

Oui, l'automobiliste peut toujours repartir (il était déjà en dessous de la limite)