

Exercice Bonus : Test d'alcoolémie

Contexte

Un automobiliste est soumis à un test d'alcoolémie. En le faisant souffler dans un éthylotest, l'agent de police constate une concentration en masse de 0,20 mg d'éthanol par litre d'air expiré.

Données

- Les vapeurs d'éthanol dans les alvéoles pulmonaires sont en équilibre avec l'éthanol dissous dans le sang selon : $\text{EtOH}(\text{aq}) = \text{EtOH}(\text{g})$
- La constante d'équilibre vérifie : $\ln K^o = -\frac{6629}{T} + 17,0$ (température T en K)
- La limite autorisée du taux d'éthanol dans le sang est de $0,50 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
- Masse molaire de l'éthanol : $M_{\text{EtOH}} = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Température du corps humain : $T = 37^\circ\text{C} = 310 \text{ K}$

Questions

1. Rappeler l'expression de l'activité d'une espèce gazeuse et d'une espèce en solution aqueuse.
2. Écrire l'expression de la constante d'équilibre K^o pour l'équilibre $\text{EtOH}(\text{aq}) = \text{EtOH}(\text{g})$.
3. Calculer la valeur numérique de K^o à 37°C .
4. Dans 1 L d'air expiré, il y a une masse $m_{\text{EtOH}} = 0,20 \text{ mg}$ d'éthanol gazeux. Calculer la quantité de matière correspondante n_{EtOH} .
5. En déduire la pression partielle P_{EtOH} de l'éthanol dans l'air expiré (utiliser la loi des gaz parfaits).
6. À partir de la constante d'équilibre, établir la relation :

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

où $C_{\text{EtOH, sang}}$ est la concentration en masse d'éthanol dans le sang.

7. Calculer numériquement la concentration en masse d'éthanol dans le sang de l'automobiliste.
8. L'automobiliste peut-il reprendre le volant ? Justifier votre réponse.
9. Si on refait le test 2 heures plus tard et que la concentration dans l'air expiré a diminué de moitié, quelle sera la nouvelle concentration dans le sang ? L'automobiliste peut-il repartir ?

Aide : Pour la question 6, partir de l'expression de K^o et exprimer la concentration en quantité de matière dans le sang, puis la convertir en concentration en masse.