Du 16 au 20 novembre

I Exercices uniquement

E5 Oscillateur amorti

II Cours et exercices d'application

TM1 Introduction aux transformations

I **Vocabulaire général** : atomes et molécules, états de la matière, transformations de la matière.

II **Quantification des systèmes** : systèmes physico-chimiques, grandeurs intensives et extensives ; mole, masse molaire, fractions molaire et massique, masse volumique, concentrations molaire et massique, dilution ; pression d'un gaz, modèle du gaz parfait, volume molaire, pression partielle et loi de Dalton ; activité d'une espèce chimique.

TM2 Transformation et équilibre chimique

I **Avancement d'une réaction** : présentation, avancements molaire et volumique, tableau d'avancement et $n_{\text{tot,gaz}}$, nombres stœchiométriques algébriques ; types d'avancements, autres quantifications de l'avancement et proportions stœchiométriques.

II **Évolution d'un système chimique** : quotient de réaction ; constante d'équilibre et K° d'une réaction obtenue par combinaison linéaire ; sens d'évolution.

III **États finaux d'un système chimique** : cas très favorisés (totale et quasi-totale), cas limités (équilibrée et quasi-nulle), rupture d'équilibre et résumé.

Information

Les questions notées d'un ★★★ sont longues et/ou complexes. Elles doivent compter pour plus de points dans la notation, mais peuvent être écourtées si nécessaire.

Les questions notées d'un ★ sont courtes et élémentaires. Elles comptent pour moins de points dans la notation, mais doivent être traitées en entier et en détail.

Il est possible de poser plusieurs questions simples cette semaine.

III Questions de cours possibles

TM1 Introduction aux transformations

★

1) (Ap.TM1.6) L'air est constitué, en quantité de matière, à 80% de N_2 et à 20% de dioxygène O_2. On a $M(N_2) = 28{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$ et $M(O_2) = 32{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$. En déduire les fractions molaires puis les fractions massiques.

★

2) (Ap.TM1.12) Soit un mélange de gaz nobles contenu dans une enceinte de 100 L à la température $T = 298{,}3$ K, avec 2 mol d'hélium He, 5 mol d'argon Ar et 10 mol de néon Ne. Calculer la pression totale dans l'enceinte ainsi que la pression partielle de chacun des gaz.

TM2 Transformation et équilibre chimique

3) Donner les différentes expressions de l'activité d'un constituant selon sa nature (Ipt.TM1.2), exprimer le quotient de réaction d'une équation chimique générale $0 = \sum_i \nu_i X_i$ ou $\alpha_1 R_1 + \alpha_2 R_2 + \ldots = \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 + \ldots$ (Df.TM2.7). Exprimer Q_r pour les réactions suivantes (Ap.TM2.1) :
   a – $2\,I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2\,SO_4^{2-}{}_{(aq)}$
   b – $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)}$
   c – $2\,FeCl_{3(g)} = Fe_2Cl_{6(g)}$
4) Introduire la constante d'équilibre K° et expliquer son lien avec le quotient de réaction (Df.TM2.8). Expliquer ce que l'on peut déduire de la valeur de la constante d'équilibre (Ipt.TM2.1). Énoncer et démontrer l'expression de la constante d'équilibre d'une réaction composée par combinaison linéaire (Pt et Dm.TM2.2).
5) Indiquer comment déterminer le sens d'évolution d'un système (Ipt.TM2.2). Préciser la différence entre réaction totale ou favorisée et évolution dans le sens direct (At.TM2.2). Application (Ap.TM2.2) :

$$\text{Soit la réaction} \quad Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)} \qquad K^\circ = 10^{9{,}7}$$

   Déterminer le sens d'évolution de la réaction dans le cas $[Ag^+]_0 = [Cl^-]_0 = 10^{-3}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ d'une part, et $[Ag^+]_0 = [Cl^-]_0 = 10^{-6}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ d'autre part.
6) Introduire et expliquer les différents types d'avancements et de réactions (Df.TM2.4) et les différents quantificateurs que l'on rencontre (taux d'avancement final, taux de conversion, coefficient de dissociation : Df.TM2.5). Que vérifient des réactifs introduits en proportions stœchiométriques (Df.TM2.6, Pt et Dm.TM2.1) ?
7) Déterminer l'avancement final d'une transformation quelconque au choix de l'interrogataire, **après** avoir expliqué un cas parmi les suivants :
   - ◇ réaction totale (Otl.TM2.1), différence avec quasi-totale (Pt et Dm.TM2.3) ;
   - ◇ réaction quasi-totale (Otl.TM2.2), différence avec totale (Pt et Dm.TM2.3) ;
   - ◇ réaction équilibrée (Otl.TM2.3) ;
   - ◇ réaction quasi-nulle (Otl.TM2.4) ;
   - ◇ rupture d'équilibre (Df.TM2.9 et Otl.TM2.5).

Exemples de réactions

1) **Totale :** (Ap.TM2.3) Lorsque l'on met du zinc solide dans une solution d'acide chlorhydrique, on observe un dégagement de dihydrogène et la formation d'ions zinc Zn^{2+}. Le système initial est composé de $m_0 = 0{,}11\,\text{g}$ de zinc et d'une solution de $V_0 = 20\,\text{mL}$ d'acide chlorhydrique à $c_0 = 5{,}0\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. **Déterminer le volume de dihydrogène formé**.

   On donne $V_m = 24{,}5\,\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{Zn}) = 65{,}38\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $K^\circ = 10^{25}$: on la considère totale.

2) **Quasi-totale :** (Ap.TM2.4)

$$\text{Soit la réaction} \quad \text{Ag}^+_{(\text{aq})} + 2\,\text{CN}^-_{(\text{aq})} = \text{Ag(CN)}^-_{2\,(\text{aq})} \qquad K^\circ = 10^{27}$$

   Tel que $[\text{Ag}^+]_0 = c_1 = 1{,}5\times10^{-3}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $[\text{CN}^-]_0 = c_2 = 2{,}0\times10^{-3}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

   Déterminer la composition finale du système.

3) **Équilibrée :** (Ap.TM2.5)

$$\text{Soit} \quad \text{HCO}_2{}^-_{(\text{aq})} + \text{HNO}_{2\,(\text{aq})} = \text{HCO}_2\text{H}_{(\text{aq})} + \text{NO}_2{}^-_{(\text{aq})} \qquad K^\circ = 2{,}80$$

$$[\text{HCO}_2{}^-]_0 = [\text{HNO}_2]_0 = 2c_0 = 2{,}0\times10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \quad \text{et} \quad [\text{HCO}_2\text{H}]_0 = [\text{NO}_2{}^-]_0 = c_0 = 1{,}0\times10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

   a – Dans quel sens évolue le système ?

   b – Déterminer l'avancement volumique à l'équilibre et en déduire la composition à l'état final.

   c – Que se passerait-il si l'on échangeait les quantités initiales des espèces ?

4) **Quasi-nulle :** (Ap.TM2.7)

$$\text{Soit la réaction} \quad \text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} \qquad K^\circ = 1{,}78\times10^{-5}$$

$$\text{Avec} \quad [\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}]_0 = c = 1{,}0\times10^{-1}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

   a – Déterminer la composition à l'état final.

   b – Déterminer la composition à l'état final sans l'hypothèse de réaction quasi-nulle et comparer les résultats.

5) **Rupture d'équilibre :** (Ap.TM2.8) :

$$\text{Dissolution du sel :} \quad \text{NaCl}_{(\text{s})} = \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} \qquad K^\circ = 33$$

   Soit $m_{\text{NaCl},0} = 2{,}0\,\text{g}$ avec $M(\text{NaCl}) = 58{,}44\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ dans $V = 100\,\text{mL}$ d'eau (on néglige la variation de volume). Déterminer l'état final.