

Colle n° 19 : Electromagnétisme 10 - Chimie 1

Exercice 1 - Couche anti-reflet : Un milieu transparent, d'indice N , est limité par une surface plane. Cette surface est recouverte par une couche mince transparente d'indice n et d'épaisseur uniforme e . Une onde plan progressive monochromatique incidente \vec{E}_1 provient de l'air et tombe sur la surface $x = 0$ sous incidence normale. Elle donne naissance à une onde réfléchie \vec{E}'_1 et une onde transmise \vec{E}_2 . L'onde \vec{E}_2 tombe sur la surface $x = e$. Elle donne naissance à une onde réfléchie \vec{E}'_2 et une onde transmise \vec{E}_3 .

On rappelle que l'indice optique est donné par $n = \frac{ck}{\omega}$ avec k le nombre d'onde. Il n'y a ni charge, ni courants à l'interface.

1. Faire un schéma en représentant les différents champs.
2. Déterminer $\underline{r} = \frac{E'_1}{E_1}$ le coefficient de réflexion en amplitude dans le cas où $e = \lambda/(4n)$.
3. Comment doit-on choisir n pour éliminer les pertes de lumière par réflexion ? Application numérique pour $N = 1.8$.
4. Quelle est l'épaisseur correspondante pour $\lambda = 560 \text{ nm}$?

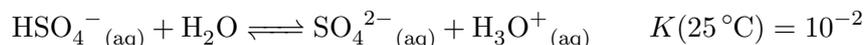
Exercice 2 - Traversée de l'interface atmosphère-ionosphère : On étudie la propagation des ondes radio transverses à l'interface atmosphère-ionosphère supposée plane. L'ionosphère est dans la région $z > 0$ et l'atmosphère dans la région $z < 0$. Le champ incident est $\vec{E}_i = E_0 \exp[j(\omega t - kz)]\vec{e}_x$. Lorsque l'onde arrive sur l'interface, une partie est réfléchie et l'autre partie est transmise. L'indice de réfraction de la ionosphère vaut $n = \frac{ck}{\omega} = \sqrt{1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}}$. La fréquence plasma vaut $f_p = 6.9 \text{ MHz}$. On admet que, dans ces conditions, le champ électromagnétique est continu en $z = 0$.

1. Déterminer les coefficients de réflexion \underline{r} et de transmission \underline{t} en amplitude pour le champ électrique.
2. Calculer les vecteurs de Poynting moyens incidents, réfléchis et transmis. En déduire les coefficients de réflexion R et de transmission T en puissance (correspondant aux rapports des normes des vecteurs de Poynting moyens). Quelle est la relation entre R et T ?
3. Quelle est la valeur de R lorsque $\omega < \omega_p$? Dans ce cas, à quoi peut-on assimiler l'interface atmosphère-ionosphère ?

Exercice 3 - Synthèse de l'acide sulfurique : L'une des étapes de la synthèse de l'acide sulfurique est la réaction entre le sulfure d'hydrogène H_2S et le dioxyde de soufre SO_2 . Le soufre S et l'eau sont des produits de cette étape. On suppose que la réaction est totale.

1. Écrire l'équation de la réaction en utilisant les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles.
2. On considère un état initial constitué de 10.0 mol de SO_2 et 8.0 mol de H_2S . À l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant, puis le bilan de matière du système dans l'état final.

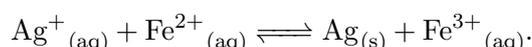
Exercice 4 - Détermination de l'état d'équilibre : On considère la transformation suivante à 25°C :



La concentration initiale en ions hydrogénosulfate HSO_4^- vaut $10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On néglige toute variation de volume.

Donner la composition finale du système si on suppose que le volume total de la solution vaut $V_0 = 1 \text{ L}$.

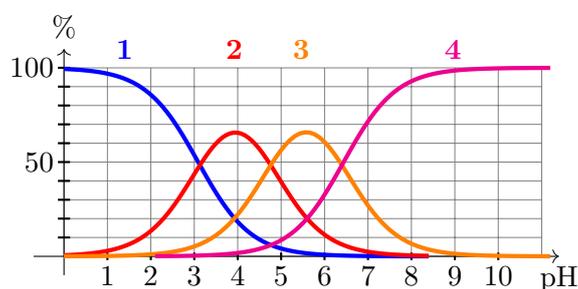
Exercice 5 - Autour des ions argents : Une solution de volume $V = 500 \text{ mL}$, contient des ions argent (I) Ag^+ , des ions fer (II) Fe^{2+} et fer (III) Fe^{3+} et un dépôt d'argent en poudre. Cette solution est le siège de la réaction :



La constante d'équilibre de la réaction vaut $K^0 = 3.20$.

- On suppose qu'initialement $[\text{Ag}^+] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $[\text{Fe}^{2+}] = 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $[\text{Fe}^{3+}] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $n(\text{Ag}) = 10 \text{ mmol}$.
 - Calculer le quotient de réaction initial et en déduire le sens d'évolution de la réaction.
 - Dresser un tableau d'avancement et déterminer l'avancement de la réaction à l'équilibre.
 - En déduire la composition du système à l'équilibre.
 - Le taux d'avancement est le rapport entre l'avancement réel et l'avancement maximal si la réaction était totale. Le calculer pour la réaction précédente.
- On suppose qu'initialement $[\text{Ag}^+] = 5.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $[\text{Fe}^{2+}] = 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $[\text{Fe}^{3+}] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $n(\text{Ag}) = 50 \text{ mmol}$.
Calculer le quotient de réaction et en déduire le sens d'évolution du système. Déterminer la composition du système à l'équilibre.

Exercice 6 - Diagramme de distribution de l'acide citrique : L'acide citrique de formule $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ est un triacide noté H_3A . Le document ci-dessous donne son diagramme de distribution en fonction du pH. Les courbes tracées représentent le pourcentage de chacune des espèces contenant « A » lorsque le pH varie.



- Identifier chacune des courbes.
- En déduire les constantes $\text{p}K_{\text{Ai}}$ et K_{Ai} relatives aux trois couples mis en jeu.
- Tracer le diagramme de prédominance de l'acide citrique.
- 250.0 mL de solution ont été préparés en dissolvant 1.05 g d'acide citrique monohydraté $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
Calculer la concentration c de la solution puis déterminer, à partir de c et du diagramme de distribution, la composition du mélange à $\text{pH} = 4.5$.

Exercice 7 - Formes acido-basiques de l'acide tartrique : L'acide tartrique est un diacide fréquemment rencontré dans de nombreuses denrées alimentaires d'origine végétale. On le notera H_2T dans cet exercice.

Une solution alimentaire contient 7.5% en masse d'acide tartrique, présent sous ses différentes formes acido-basiques. Le pH de la solution est voisin de 4.

- Calculer la concentration molaire totale en acide tartrique de la solution.
- On cherche à calculer la concentration molaire des différentes formes acido-basiques de l'acide tartrique dans la solution.
 - Établir le diagramme de prédominance de l'acide tartrique. Que peut-on en conclure sur les espèces présentes en solution.
 - En déduire les concentrations des différentes forme acido-basiques.

Données : $\text{p}K_{\text{a},1}(\text{H}_2\text{T}/\text{HT}^-) = 3.0$; $\text{tp}K_{\text{a},2}(\text{HT}^-/\text{T}^{2-}) = 4.4$; la masse volumique de la solution est assimilée à celle de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; $M_{\text{acide tartrique}} = 150.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.