

Semaine 12 : du 1^{er} au 5 décembre

La colle commence par une application de cours extraite de la liste ci-dessous et se poursuit par un exercice.

Je rappelle que vous trouverez sur mon site la version complétée du poly de cours, ainsi que les corrigés des TD et des DM. N'hésitez surtout pas à me signaler tout lien manquant ou defectueux.

Au programme

Chapitre C2 : Équilibre chimique

Applications de cours et exercices.

- ▷ Vocabulaire et notations (\longrightarrow , \rightleftharpoons , $=$); notion d'équilibre dynamique en lien avec la cinétique;
- ▷ Bilan de matière en concentration ou en quantité de matière;
- ▷ Activité chimique, expressions en fonction de l'état physique; pression partielle et fraction molaire;
- ▷ Quotient réactionnel;
- ▷ Loi d'action des masses $Q_r(\xi_{\text{éq}}) = K^\circ$; interprétation qualitative de la valeur de K° ;
- ▷ Sens d'évolution du système pour $Q_r \gtrless K^\circ$;
- ▷ Transformation équilibrée ou totale; seul l'épuisement d'un réactif limitant solide peut conduire à une transformation totale;
- ▷ Résolution numérique de la LAM par dichotomie;
- ▷ Résolution de la LAM par approximation de transformation quasi-totale ou peu déplacée, importance de vérifier a posteriori la validité de l'approximation proposée.
- ✖ Les constantes d'équilibre doivent être systématiquement fournies. Je n'ai pas traité d'exemple où une constante d'équilibre inconnue s'obtient par produit ou quotient de deux autres constantes données.
- ✖ De nombreux exemples sont des transformations acido-basiques ou de précipitation, j'ai alors utilisé le vocabulaire et les notations usuelles (constante d'acidité K_a , produit de solubilité K_s) mais ces termes et ces notations n'ont pas à être retenus pour le moment.

Chapitre M3 : Mouvements circulaires

Applications de cours et exercices.

- ▷ Vecteur déplacement élémentaire, lien au vecteur vitesse;
- ▷ Coordonnées polaires, base polaire, expressions de la vitesse et de l'accélération;
- ▷ Base de Frénet, vecteurs cinématiques; interprétation du signe de $\vec{a} \cdot \vec{u}_t$ (ou $\vec{a} \cdot \vec{v}$) et $\vec{a} \cdot \vec{u}_n$;
- ▷ Coordonnées cylindriques, base cylindrique, expressions de la vitesse et de l'accélération;
- ▷ Brève introduction des coordonnées sphériques;
- ▷ Exemple du pendule simple; isochronisme des petites oscillations.
- ✖ Les expressions des vecteurs cinématiques sont à retrouver à chaque fois par dérivation du vecteur position en tenant compte des paramètres maintenus constants. Aucune expression générale n'est à mémoriser.
- ✖ Les étudiants doivent savoir identifier la condition de décollement d'un support (annulation de la composante normale de la force de réaction), en revanche les lois de Coulomb du frottement solide ne sont pas au programme de MPSI et doivent systématiquement être rappelées et la démarche guidée lorsqu'elles sont utiles.
- ✖ La notion d'intégrale première du mouvement du pendule n'a pas du tout été évoquée.

Outils pour la physique : Incertitudes

- ▷ Tout le contenu de la fiche outil a été abordé au moins une fois ... mais une fois seulement : on gardera donc des ambitions raisonnables, en particulier sur les simulations Monte-Carlo.
- ✖ Aucun développement théorique, ni aucun exercice spécifique, en revanche une question d'incertitudes est (et sera toujours) la bienvenue au sein d'un exercice.

Outils pour la physique : Utilisation de Python

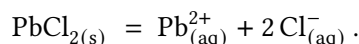
- ▷ Écrire ou compléter un code Python simple : régression affine ou linéaire, tracé de courbes, dichotomie.

Applications de cours

Ces applications de cours sont des « briques élémentaires » des raisonnements à mener dans les exercices : les maîtriser est incontournable. Elles sont toutes traitées de manière exhaustive dans le cours.

Le travail demandé consiste à se les approprier, afin d'être capable de les réinvestir dans un sujet d'écrit ou d'oral. Je n'attends pas des étudiants un apprentissage par cœur, mais j'attends qu'ils les aient travaillées suffisamment pour les mener à bien en autonomie, c'est-à-dire savoir refaire seul les raisonnements, sans aide de l'interrogateur.

C2.1 - On réunit dans un même bécher une masse m de chlorure de plomb $\text{PbCl}_{2(s)}$, un volume V d'une solution contenant des ions chlorure Cl^- à la concentration c et le même volume V d'une seconde solution contenant des ions plomb Pb^{2+} à la même concentration c . La réaction de dissolution, de constante d'équilibre K_s , est la suivante :

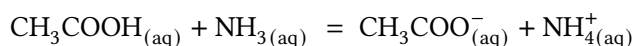


Montrer que le solide ne peut se dissoudre (au moins partiellement) que si la concentration c est inférieure à une valeur seuil à exprimer en fonction de K_s .

C2.2 - Considérons la réaction de dissolution de la chaux : $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)} = \text{Ca}_{(aq)}^{2+} + 2 \text{HO}_{(aq)}^-$ ($K_s = 10^{-5,2}$). On se place dans un volume $V_0 = 100 \text{ mL}$.

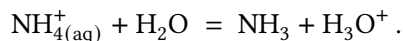
- Exprimer littéralement l'avancement à l'équilibre. On trouve numériquement $\xi_{\text{eq}} = 11 \text{ mmol}$.
- Déterminer les quantités de matière finales à partir d'une quantité initiale $n_0 = 50 \text{ mmol}$ de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- Même question pour une quantité initiale $n'_0 = 5 \text{ mmol}$.

C2.3 - Considérons la réaction suivante, de constante d'équilibre $K^\circ = 10^{4,4}$:



À l'état initial, les concentrations en CH_3COOH et NH_3 sont respectivement $C_1 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Déterminer les concentrations finales en faisant les approximations qui s'imposent.

C2.4 - On apporte en solution des cations ammonium NH_4^+ à la concentration $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Ils réagissent avec l'eau selon la réaction ci-dessous, de constante $K_a = 10^{-9,2}$:



Calculer le pH de la solution à l'équilibre en faisant les approximations qui s'imposent.

C2.5 - Écrire le code Python permettant de déterminer par dichotomie le zéro de la fonction $f(x) = e^{-x} - x$ dans l'intervalle $[0; 1]$ avec une précision de 10^{-8} . L'algorithme sera expliqué en s'appuyant un schéma (la fonction est décroissante et s'annule en $x \approx 0,57$).

M3.1 - Schématiser la base de Frénet et donner les expressions des vecteurs vitesse et accélération. Les démontrer, en commençant par établir l'expression de l'accélération pour un mouvement circulaire uniquement en fonction du rayon R de la trajectoire et de la composante v_θ du vecteur vitesse.

M3.2 - Établir l'équation du mouvement du pendule simple. La résoudre dans l'hypothèse des petites oscillations avec $\theta(0) = \theta_0$ et $\dot{\theta}(0) = \Omega_0$.

À quoi s'attendre pour les programmes suivants ?

- Chapitre C3 : Transformations acido-basiques ;
- Chapitre M4 : Énergie mécanique.