

Semaine 18 : du 26 au 30 janvier

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 défectueux.

Au programme

Chapitre M6 : Particules chargées dans un champ électromagnétique

Applications de cours et exercices.

- ▷ Produit vectoriel ;
- ▷ Charges sources et charge test, pas de rétroaction de la charge test sur les charges sources ;
- ▷ Expression de la force de Lorentz, lien à la force de Coulomb, ordres de grandeurs : le poids d'une particule microscopique est toujours négligeable ;
- ▷ La force magnétique ne travaille pas, la force electrostatique est conservative (démontré par sommation d'énergies potentielles coulombiennes) ;
- ▷ Potentiel électrostatique, $\vec{E} = -\nabla V$;
- ▷ Mouvement entre deux électrodes planes soumises à une tension : expression du champ (direction et uniformité admis, norme démontrée par intégration du potentiel), vitesse atteinte par une particule chargée, définition de l'électron-volt ;
- ▷ Étude d'une trajectoire quelconque dans un champ \vec{E} uniforme ;
- ▷ Mouvement cyclotron avec vitesse initiale orthogonale à \vec{B} : uniformité et planéité du mouvement, étude dans le repère de Frénet, démonstration de la nature circulaire et de la périodicité, paramètres cyclotron.
- ✖ Le gradient n'est à connaître qu'en coordonnées cartésiennes, et nous l'avons assez peu utilisé. Son expression doit être fournie dans les autres systèmes de coordonnées si nécessaire.
- ✖ Le mouvement cyclotron n'a été étudié que dans le repère de Frénet. L'étude dans le repère polaire se fait sans difficulté, mais demande d'admettre la nature circulaire de la trajectoire. L'étude dans le repère cartésien peut être proposée en exercice, mais la méthode complexe (résolution de l'équation différentielle vérifiée par $\underline{X} = x + iy$) est hors-programme en MPSI et n'a pas été abordée.

Chapitre C5 : Titrages

Applications de cours et exercices.

- ▷ Critères pour qu'une réaction puisse servir de support à un titrage ;
- ▷ Montage expérimental type; vocabulaire ;
- ▷ Bilan de matière au cours d'un titrage ; relation entre quantités de matière à l'équivalence ;
- ▷ Méthodes de repérage de l'équivalence : colorimétrie, indicateur coloré (= couple \neq une unique espèce chimique), début de précipitation, pH-métrie (méthode des tangentes et de la dérivée), conductimétrie (rupture de pente à l'équivalence) ;
- ▷ Mesure de pK_a à la demi-équivalence d'un titrage acide faible + base forte ;
- ▷ Titrages en deux étapes, indirect (= par déplacement) et en retour (= par excès) ;
- ▷ Titrages compétitifs, critère de simultanéité ou de succession, conséquence sur les courbes de suivi ;
- ▷ Interprétation (ou prédition) de la nature successive ou simultanée par la lecture de courbes de distributions calculées numériquement.

- ✖ Aucun TP n'a encore été fait, les questions expérimentales doivent donc rester accessibles et s'appuyer sur les acquis de Terminale des étudiants.
- ✖ Nous avons revu l'écriture des équations de réaction d'oxydoréduction, mais les étudiants n'ont encore aucun outil permettant de prédire leur nature quantitative ou non.

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.

M6.1 - Établir l'expression de l'énergie potentielle coulombienne, et en déduire que la force de Lorentz électrique est conservative. Définir le potentiel électrostatique et établir son lien avec le champ électrique.

M6.2 - Considérons deux électrodes planes parallèles entre lesquelles on impose une tension U , ce qui crée un champ \vec{E} uniforme orthogonal aux électrodes. Établir l'expression de \vec{E} .

M6.3 - Considérons deux électrodes planes parallèles entre lesquelles on impose une tension U . Une particule de charge $q \geq 0$ est initialement immobile au voisinage d'une électrode. Où faut-il qu'elle se trouve pour pouvoir traverser le dispositif? Déterminer la vitesse avec laquelle elle atteint la seconde électrode.

M6.4 - On considère une particule de masse m , de charge q , plongée dans un champ électrostatique uniforme $\vec{E} = E \vec{e}_x$. La particule est initialement au point O et sa vitesse initiale \vec{v}_0 forme un angle α avec \vec{e}_x . Établir l'équation de la trajectoire et la représenter pour $q \geq 0$.

M6.5 - Considérons une particule de masse m , de charge $q \geq 0$, plongée dans un champ magnétostatique uniforme $\vec{B} = B \vec{e}_z$. Elle est initialement au point O et sa vitesse initiale \vec{v}_0 est orthogonale au champ magnétique. On admet que son mouvement est plan. Montrer que la trajectoire est circulaire, établir les expressions du rayon et de la pulsation cyclotron. La direction de la force de Lorentz sera justifiée physiquement et **précisément**.

C5.1 - On fait réagir un volume V_0 d'une solution contenant des ions hypochlorite ClO^- (couple redox ClO^-/Cl^-) en concentration C_0 inconnue avec un excès d'iodure de potassium (couple I_2/I^-). On dose ensuite le diiode formé par une solution de thiosulfate de sodium (couple $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) de concentration C connue. Écrire les équations des deux réactions mises en jeu, puis établir l'expression de la concentration C_0 en fonction du volume équivalent V_E .

C5.2 - On prélève un volume V_0 d'une solution contenant des ions Ca^{2+} de concentration C_0 inconnue, que l'on fait réagir avec un volume V' d'une solution d'oxalate d'ammonium ($\text{NH}_4^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) à la concentration C' apportée en excès, ce qui forme un précipité d'oxalate de calcium $\text{CaC}_2\text{O}_4(s)$. Après avoir éliminé le précipité par filtration, on titre l'excès d'ions oxalate restant dans le milieu par une solution de permanganate de potassium à la concentration C (couples $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ et $\text{CO}_2/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$). Écrire les équations des deux réactions mises en jeu, puis établir l'expression de la concentration C_0 en fonction du volume équivalent V_E .

C5.3 - On titre $V_0 = 10 \text{ mL}$ d'un mélange d'acide éthanoïque à la concentration C_1 et de chlorure d'ammonium à la concentration C_2 par de la soude à la concentration $C = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On observe deux sauts de pH pour des volumes de soude versés égaux à 8 et 13 mL. On donne $\text{p}K_{\text{a}1}(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$ et $\text{p}K_{\text{a}2}(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3) = 9,2$. Écrire les réactions des titrage mis en jeu, et justifier qu'ils sont successifs. Lequel a lieu en premier? En déduire les concentrations C_1 et C_2 .

C5.4 - L'acide tartrique, noté symboliquement H_2T , est un diacide de $\text{p}K_{\text{a}}$ successifs 3,0 et 4,3. On titre un volume $V_0 = 10 \text{ mL}$ d'acide tartrique de concentration inconnue C_0 par de la soude à la concentration $C = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La courbe de suivi pH-métrique fait apparaître un unique saut pour $V_E = 12 \text{ mL}$. Écrire les réactions des titrages mis en jeu, expliquer pourquoi un seul saut de pH est observable, puis déterminer la concentration C_0 .

Le critère de succession sous la forme $K_1/K_2 > 10^4$ ou $\Delta \text{p}K_{\text{a}} > 4$ est à connaître et à utiliser sans démonstration.

À quoi s'attendre pour les programmes suivants ?

- Chapitre E5 : Filtrage.
- Chapitre T1 : Introduction à la thermodynamique.