

# Semaine 13 : du 8 au 12 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 défectueux.*

---

## Au programme

---

### Chapitre C3 : Transformations acido-basiques

Applications de cours et exercices.

- Autoprotolyse de l'eau, produit ionique de l'eau ;
- Définition du pH ; solution acide, basique ou neutre ;
- Acide fort/faible, base forte/faible, effet nivelant du solvant ;
- Constante d'acidité,  $pK_a$ , relation d'Henderson ;
- Diagrammes de prédominance et de distribution ; notion d'espèce majoritaire et négligeable ;
- Superposition de diagrammes ; compatibilité entre espèces ; application à l'identification de la réaction prépondérante ;
- Échelle des  $pK_a$  ; application à l'identification de la réaction prépondérante ;
- Calcul d'une constante d'équilibre en fonction des  $pK_a$  des couples impliqués ;
- Calculs de pH abordés en exercices : solution d'acide fort, de base forte, d'acide faible, de base faible, mélange d'un acide faible et d'une base faible, mélange d'un acide fort et d'une base faible.
- ✖ Les titrages n'ont pas été revus et feront l'objet d'un chapitre dédié un peu plus tard.
- ✖ Le programme se restreint au cas où une unique réaction suffit à déterminer l'état final du système. Cette réaction prépondérante peut être identifiée ou bien par superposition de diagrammes de prédominance ou bien grâce à l'échelle des  $pK_a$ . Je n'ai traité aucun exemple avec prise en compte d'un équilibre de contrôle secondaire.
- ✖ Aucune formule « toute faite » de calcul de pH en fonction de la concentration apportée n'est exigible. Les établir est un exercice en soi, en se ramenant à la définition ou à la relation d'Henderson.
- ✖ Les notations  $h$  et  $\omega$  ne sont pas connues des étudiants.

### Chapitre M4 : Énergie mécanique

Applications de cours et exercices.

- Travail élémentaire, puissance, travail le long d'une trajectoire ; interprétation du signe ;
- Théorème de l'énergie cinétique en termes de puissance et le long d'une trajectoire ;
- Notion de force conservative et d'énergie potentielle ; énergies potentielles de pesanteur, élastique et gravitationnelle ;
- Opérateur gradient,  $\vec{F} = -\vec{\text{grad}} E_p$  ;
- Théorème de l'énergie mécanique en termes de puissance et le long d'une trajectoire ;
- Utilisations des théorèmes énergétiques : lien direct entre vitesse et position, équation du mouvement pour les systèmes à un degré de liberté.
- ✖ L'étude générale des positions d'équilibre et des petits mouvements au voisinage de ces positions fera l'objet d'un chapitre ultérieur.
- ✖ J'utilise peu le nom « théorème de la puissance cinétique » auquel je préfère « théorème de l'énergie cinétique en puissance » ou « instantané ».

- ✖ Aucune technicité n'est recherchée avec le gradient, seule l'expression en coordonnées cartésiennes est à connaître.
- ✖ 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.

## 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.*

**C3.1** - Calculer le pH d'une solution dans laquelle sont apportés des ions amidure  $\text{NH}_2^-$  (base forte) à la concentration apportée  $c = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Interpréter en termes d'effet nivelant du solvant. On négligera les propriétés basiques de l'ammoniac.

**C3.2** - Calculer le pH d'une solution d'acide éthanóique de concentration apportée  $c = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $\text{p}K_a = 4,8$ ).

**C3.3** - Calculer le pH d'une solution d'ammoniac de concentration apportée  $c = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $\text{p}K_a = 9,2$ ).

**C3.4** - Posons  $c = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{p}K_{a1}(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$  et  $\text{p}K_{a2}(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3) = 9,2$ . On mélange un volume  $V$  d'une solution d'acide éthanóique  $\text{CH}_3\text{COOH}$  de concentration  $6c$  avec le même volume d'une solution d'ammoniac  $\text{NH}_3$  de concentration  $2c$ .

- (a) Écrire l'équation de la réaction et calculer sa constante d'équilibre.
- (b) Identifier les espèces prédominantes à l'état final en s'appuyant sur des diagrammes.
- (c) Calculer le pH du mélange.

**M4.1** - Établir le théorème de l'énergie cinétique, d'abord en termes de puissance puis sous forme intégrale le long d'une trajectoire.

**M4.2** - Une voiture de masse  $m$  avançant à la vitesse  $v$  freine brusquement et s'immobilise au bout d'une distance  $D$ . On modélise l'action des freins par une force  $\vec{f}$  constante. Calculer le travail de  $\vec{f}$ , et déterminer sa norme.

**M4.3** - Établir l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur.

**M4.4** - Établir l'expression de l'énergie potentielle élastique, en utilisant au choix des coordonnées cartésiennes ou sphériques. On rappelle qu'en coordonnées sphériques  $d\vec{M} = dr \vec{e}_r + r d\theta \vec{e}_\theta + r \sin \theta d\varphi \vec{e}_\varphi$ .

**M4.5** - Établir l'expression de l'énergie potentielle gravitationnelle. On rappelle qu'en coordonnées sphériques  $d\vec{M} = dr \vec{e}_r + r d\theta \vec{e}_\theta + r \sin \theta d\varphi \vec{e}_\varphi$ .

**M4.6** - Établir l'équation du mouvement d'un pendule simple par un théorème énergétique.

## À quoi s'attendre pour les programmes suivants ?

- ▷ Chapitre C4 : Précipitation et dissolution.
- ▷ Chapitre E4+M5 : Résonance.