

MP*

Semaine 7 : 10 au 15 novembre 2025.

Cette semaine encore, je souhaiterais que chaque élève commence sa colle par un petit (ou pas si petit ...) exercice de révision de sup de mécanique (du point, du solide, force centrale, mouvement dans un champ électrostatique ou magnétostatique) ou de chimie des solutions (réactions acido-basiques et de précipitation seulement, l'oxydoréduction sera revue à Noël), avant d'être interrogé sur la magnétostatique et les formulations locales de l'électrostatique et de la magnétostatique

Cours et exercices

MAGNETOSTATIQUE :

Etude approfondie du champ magnétostatique créé par des courants.

- Description des sources du champ à l'échelle macroscopique : vecteur densité volumique de courant $\vec{j}$; expression $\vec{j}$ dans le cas d'un ou plusieurs types de porteurs de charge mobiles ; expression du courant comme le flux de $\vec{j}$.
- Propriétés du champ magnétostatique vis à vis des symétries et invariances de la distribution des courants ; comparaison avec le champ électrostatique ; notions de vrai vecteur et de pseudo vecteur.
- Flux conservatif de $\vec{B}$ et de $\vec{j}$.
- Circulation de $\vec{B}$ et théorème d'Ampère.
Conséquences (on fait en particulier le lien avec les propriétés mentionnées dans l'approche empirique du champ $\vec{B}$).
- Calcul du champ créé par une distribution à haute symétrie, à l'aide du théorème d'Ampère.

FORMULATION LOCALE DE L'ELECTROMAGNETISME EN REGIME STATIQUE :

Opérateurs différentiels linéaires et équations locales :

- Formulation locale des propriétés du flux d'un champ de vecteurs : opérateur divergence et théorème d'Ostrogradski.
- Obtention des équations de Maxwell-Thomson et Maxwell-Gauss.
- Bilan de charge ; équation intégrale et équation locale de conservation de la charge

L'équation de conservation de la charge a été établi en régime variable ; c'est le seul moment du cours où on se place en régime variable.

- Formulation locale des propriétés de la circulation d'un champ de vecteurs : opérateur rotationnel et théorème de Stokes.

Obtention des équations de Maxwell-Faraday et Maxwell-Ampère de l'électrostatique et de la magnétostatique.

- *Compositions nulles d'opérateurs du 1^{er} ordre.*
- *Opérateur laplacien : définition intrinsèque et expression en coordonnées cartésiennes.*

Obtention de l'équation de Poisson de l'électrostatique.

- Opérateur symbolique nabla.
- Exemples d'utilisation des équations locales :
 - Obtention du champ électrostatique, du potentiel électrostatique ou du champ magnétostatique, par intégration à partir d'une équation locale et de conditions aux limites.
 - Résolution du « problème inverse » (obtention de la densité de charge ou de courant à partir du champ si celui-ci est donné).

Doivent être parfaitement connues :

- Les définitions intrinsèques de tous les opérateurs, ainsi que leurs expressions en coordonnées cartésiennes.
- La méthode permettant de formuler une loi intégrale de façon locale à l'aide de ces opérateurs.
- Les équations de Maxwell de l'électrostatique et de la magnétostatique, l'équation de Poisson de l'électrostatique ainsi que l'équation locale de conservation de la charge (il faut savoir la retrouver par analyse vectorielle, MAIS AUSSI par analyse « simple et direct dans le cas d'un problème à une dimension).

PROGRAMME POUR MME GANIVET (UNIQUEMENT)

Révision du programme de chimie de MPSI :

- Cinétique chimique,
- Chimie des solutions : réactions acido-basiques et précipitation