

Robert Bédoret : [robibedo@yahoo.fr](mailto:robibedo@yahoo.fr)Isabelle Bricaud : [i.bricaud@yahoo.fr](mailto:i.bricaud@yahoo.fr)Benoît Malet : [maletbenoit@yahoo.fr](mailto:maletbenoit@yahoo.fr)Pascal Olive : [psi1montaigne@gmail.com](mailto:psi1montaigne@gmail.com)Pierre Salles : [lycee.salles@laposte.net](mailto:lycee.salles@laposte.net)François Lelong : [psi2phch@gmail.com](mailto:psi2phch@gmail.com)Valérie Hoornaert : [vhornaert@gmail.com](mailto:vhornaert@gmail.com)Jérôme Fanjeaux : [jerome.fanjeaux@free.fr](mailto:jerome.fanjeaux@free.fr)**PSI2. PHYSIQUE. Semaine de colle 10, du lundi 2 au vendredi 6 novembre 2024.****Phénomènes de transfert de matière Fick.**Extension de la définition de  $\vec{j}$  pour le transfert de {charges, masses,  $\vec{j} = \mu_m \vec{v}_m$ }ou de {particules,  $\vec{j} = n_m \vec{v}_m$ } mobiles avec notations à comprendre.

Conservation de la charge, masse ou nombre de particules à connaître :

$$\frac{\partial \mu}{\partial t} + \text{div}(\vec{j}) = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{\partial n}{\partial t} + \text{div}(\vec{j}) = 0$$

Loi de Fick (par analogie avec Fourier) :  $\vec{j} = -D \cdot \text{grad}(n)$  avec  $D$  en  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ Equation de diffusion :  $\frac{\partial n}{\partial t} = D \cdot \Delta n$ 

Nature des solutions identiques à la conduction de la chaleur. Cas particulier des régimes permanents ou pseudo-permanents. Liaison qualitative entre la diffusion de la matière et la marche au hasard.

**Particule dans un champ électromagnétique constant uniforme.**Rappels de Méca du point de Sup. Redéfinition d'une force conservative à partir de  $\vec{F} = -\text{grad}(E_p)$ . TEC sous la forme  $E_c + E_p = \text{Cte}$  pour les systèmes conservatifs. Exemples de forces conservatives : force électrique, force gravitationnelle, poids, tension de ressort. Pour les exercices, voir cours de Sup.En liaison avec les connaissances de Sup :

Compétition force de Lorentz et gravitation-poids en physique des particules.

Particule chargée dans un champ électrique ( énergie potentielle électrostatique et accélération de particule associée) ou magnétique (savoir retrouver la trajectoire circulaire par calcul, et/ou le rayon par analyse dimensionnelle). Cas de la trajectoire hélicoïdale, enroulement des particules chargées autour des lignes de champ magnétique, cas des aurores boréales et australes.

Application en physique des particules : le cyclotron.

Principe de fonctionnement du spectrographe de masse.

Prise en compte de frottements fluides.

**Electromagnétisme dans le vide.** Distributions de charges et de courants. Force de Lorentz et de Laplace. Force de Laplace volumique. Savoir citer les équations de Maxwell avec leurs noms.Gestion des unités à connaître et à savoir retrouver :  $\mu_0$  en  $\text{H} \cdot \text{m}^{-1}$ ,  $\epsilon_0$  en  $\text{F} \cdot \text{m}^{-1}$ ,  $E$  en  $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$ 

$$\frac{\epsilon_0 E^2}{2} \text{ et } \frac{B^2}{2\mu_0} \text{ en } \text{J} \cdot \text{m}^{-3}; \vec{\Pi} = \vec{E} \wedge \frac{\vec{B}}{\mu_0} \text{ en } \text{W} \cdot \text{m}^{-2}; \vec{j} \cdot \vec{E} \text{ en } \text{W} \cdot \text{m}^{-3}$$

Créer une vitesse ou une impédance à partir de  $\epsilon_0$  et  $\mu_0$ .Potentiels vecteur et scalaire  $\vec{A}(M, t)$  et  $V(M, t)$  tels que :  $\vec{B} = \text{rot}(\vec{A})$  et  $\vec{E} = -\text{grad}(V) - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$  $V$  est le potentiel électrique du cours d'électronique.

Champ à flux conservatif. Interprétation du resserrement des lignes de champ.

Utilisation d'un formulaire fourni d'analyse vectorielle pour faire des calculs.

En statique, les relations de Maxwell conduisent à un découplage entre les effets magnétiques et électriques.

**Electrostatique.**

$$\vec{E} = -\text{grad}(V) \quad \text{ou} \quad dV = -\vec{E} \cdot d\vec{OM}, \quad \text{div}(\vec{E}) = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \text{ou} \quad \Delta V + \frac{\rho}{\epsilon_0} = 0$$

MG POISSON

Le champ électrique va dans le sens des potentiels décroissants. Définition des lignes de champ et surfaces équipotentielles. Une ligne de champ est perpendiculaire à la surface équipotentielle qu'elle traverse.

Loi de Coulomb. Champ et potentiel créée par une charge ponctuelle. Allure locale ou à grande échelle des lignes de champ et surfaces équipotentielles. Les lignes de champ partent des charges positives (potentiel élevé) et vont vers les charges négatives ou l'infini (potentiel faible)

Exemples de cartes de champ : dipôle, 2 charges identiques, condensateur plan (notion d'effet de bord).

Notion de champ disruptif. Ordre de grandeurs de champ électrique.

Pouvoir des pointes. Application : le paratonnerre.

Intégration de Poisson ou MG sur des cas simples

**LOI D'OHM :**Loi d'Ohm locale  $\vec{j} = \gamma \vec{E}$ , modèle ( aberrant) de Drude, loi empirique valable en statique et jusqu'à des fréquences d'environ 10GHz. La conductivité électrique  $\gamma$  varie de  $10^{-14} \text{SI}$  (ISOLANTS) à  $10^7 \text{SI}$  (métaux les plus conducteurs Ag, Cu...)Pertes volumiques par effet Joule :  $P_j = \vec{j} \cdot \vec{E} = \gamma E^2 = \frac{j^2}{\gamma}$  en  $\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$ .Loi d'ohm macroscopique  $R = \frac{L}{\gamma S}$  : résistance d'un fil de section droite  $S$ , de longueur  $L$ .Loi d' $\Omega$  + conservation de la charge : la charge volumique est nulle dans un métal, et il n'existe que des charges surfaciques à la surface des structures métalliques. On en déduit la LDN.Cas du métal parfait :  $\gamma \rightarrow \infty$ . Le champ électrique est nul dans le métal, qui devient un domaine volumique équipotentiel. A la surface extérieure d'un métal parfait, le champ électrique est normal à cette surface. Principe de la cage de Faraday.