

# Electromagnétisme Chap.2 – Activités

## Les équations de Maxwell

### 1. Révisions de PCSI

#### 1.3 Applications classiques de la force de Lorentz

##### Activité 1 : Force de Lorentz ★

- A. Quel champ permet d'augmenter la norme de la vitesse d'une particule chargée ?
- B. Quel est l'effet de l'autre champ ?

##### Activité 2 : Accélération d'une particule chargée ★

On considère le champ électrique créé par deux plaques planes, en regard l'une de l'autre et écartée d'une distance  $d$ . C'est un condensateur plan. Une tension  $U$  est appliquée à ses bornes.

On suppose que le champ créé par les plaques chargées est uniforme, orthogonal aux plaques et qu'il « descend » le potentiel.

On rappelle la relation entre la projection du champ et la tension :  $E = U/d$ , où  $d$  est la distance entre les deux plaques (NB : toutes ces propriétés seront démontrées plus tard).

Un proton est placé à proximité de la plaque chargée positivement.

- A. En appliquant le PFD, établir l'expression de la vitesse de la particule chargée lorsque celle-ci atteint l'autre plaque.

On rappelle aussi l'expression de l'énergie potentielle électrique  $E_{pot} = qV$  d'une particule de charge  $q$ , placée en un point de potentiel électrique  $V$ .

- B. En appliquant le TEM, retrouver rapidement le résultat précédent

##### Activité 3 : Mouvement dans un champ magnétique ★

On considère un champ magnétique uniforme créé par un dispositif extérieur. Il n'y a plus de champ électrique. On étudie le mouvement d'un proton dans ce champ magnétique. La vitesse initiale de la particule est prise dans le plan perpendiculaire au champ.

- A. En supposant la trajectoire circulaire et orthogonale au champ, déterminer son rayon en fonction de la norme de la vitesse initiale, de l'intensité du champ magnétique et de la valeur de la charge
- B. On ne suppose rien sur la trajectoire : reconsidérer la situation à l'aide du repère de Frenet, et montrer que la trajectoire est orthogonale au champ, et circulaire

## 2. Equations de Maxwell

### 2.3 Compatibilité avec la loi de conservation de la charge

#### Activité 4 : Les équ de Maxwell impliquent la conservation de la charge ★

A partir de l'équation de Maxwell-Ampère et sachant que  $\text{div}(\overrightarrow{\text{rot}}(\vec{A})) = 0$ , montrer que la conservation de la charge peut être déduite des équations de Maxwell

### 2.4 Electroneutralité des conducteurs ohmiques en régime variable

#### Activité 5 : Résultat classique ★

On considère un conducteur ohmique, de conductivité  $\gamma$ , soumis à une excitation dépendante du temps (dispositif non précisé). Cette excitation engendre des courants dans le conducteur.

A. En utilisant les équations de Maxwell, montrer que la charge volumique vérifie l'équation :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\gamma}{\varepsilon_0} \rho = 0$$

B. Quelle est la forme mathématique de la solution de cette équation ?

C. Via une application numérique, montrer que, malgré l'excitation à laquelle il est soumis, le conducteur reste électriquement neutre tant que l'excitation demeure le domaine de fréquence pour lequel la loi d'ohm est valide.