

LEPL1203 – APE 1

Equations de Maxwell et équation d'onde

Les activités de cette première séance sont consacrées à:

- la synthèse des phénomènes vus en électromagnétisme l'an dernier en utilisant le formalisme unifié des équations de Maxwell (45 min),
- un APP relatif à la propagation des ondes électromagnétiques (1h15min).

Partie 1 : équations de Maxwell

Réf. : Young-Freedman *University Physics* : éd.12, 13, et 14: § 29.7 (*éd.10: § 29.10 et § 30.8*)

- 1** Calculer, dans les exercices suivants, le champ électrique \mathbf{E} à partir du potentiel électrique V

Exercices Y&F n° :

éd. 14:	23.43,	,	23.55	
éd. 13:	23.45,	,	23.57,	23.88(a) .
éd. 12:	23.47,	23.48,	23.55,	23.88(a) .

- 2** Calculer le rotationnel des champs \mathbf{E} trouvés au point 1.
Que pouvez-vous en déduire ? Est-ce cohérent avec un théorème particulier de mathématique ?
- 3** De manière générale, si V est un scalaire, et \mathbf{E} un champ vectoriel comme le champ électrique, quelles sont, parmi les expressions suivantes, celles qui ont un sens physique et celles qui n'en n'ont pas :

$$\begin{array}{lll}
 \text{Div (Grad } V) & \text{Rot (Rot } V) & \text{Grad (Div } \mathbf{E}) \\
 \text{Div (Div } V) & \text{Div (Div } \mathbf{E}) & \text{Div (Rot } \mathbf{E}).
 \end{array}$$

Et parmi celles qui ont du sens, y en a-t-il qui ont une valeur particulière?

- 4** Si \mathbf{E} est un champ électrique, \mathbf{B} un champ d'induction magnétique et \mathbf{H} un champ magnétique, quelles sont les unités de :

$$\text{div } \mathbf{E}; \text{ rot } \mathbf{E}; \text{ div } \mathbf{B}; \text{ rot } \mathbf{B}; \text{ div } \mathbf{H}; \text{ rot } \mathbf{H}?$$

Lesquelles de ces grandeurs sont scalaires et lesquelles sont vectorielles?

- 5** Résoudre les exercices Y&F :

éd. 13/14: ex. 29.42-43-44.

éd. 12: ex. 29.36-37-38-39.

Partie 2 : propagation des ondes

Réf. : Young-Freedman *University Physics* : éd.13/14: ch.32 §1 à 4,

Pour cette seconde partie, il vous est demandé de préparer, pour le cours CM2 du vendredi S2, 2-3 transparents résumant la démarche et présentant les résultats. Format accepté : PDF sur clef USB sans virus. Tirage au sort de deux groupes/cours, présentation de 5 min. max.

L'énergie solaire est une réalité : les panneaux photovoltaïques, l'avion solaire, les chargeurs solaires, etc. sont autant d'exemples de son utilisation. Le principe en est simple : exploiter le rayonnement provenant du soleil pour capturer de l'énergie.

1 Sur base de recherches documentaires

- Quelle est la quantité d'énergie (intensité moyenne en W/m^2) arrivant à la surface de notre planète sous nos latitudes ? Quelle est la raison de l'existence des saisons ?
- Nous percevons la chaleur du rayonnement. Les ondes qui nous arrivent sont-elles toujours des ondes électromagnétiques ou s'agit-il d'autre chose ?
- Combien de temps met la lumière du soleil pour arriver jusqu'à la Terre ?

2 A partir des équations de Maxwell sous forme différentielle

- Expliquer mathématiquement comment il est possible qu'un champ électrique et un champ magnétique se propagent sans support.
- Que deviendrait le temps de propagation de la lumière entre le Soleil et la Terre, si le milieu traversé était, cas tout à fait farfelu (!), différent du vide mais, par exemple, un diélectrique comme du téflon ou du verre (YF éd13 p.801 & 1086, p.829 & 1127, éd11 p.923 & 1253) ?
- Préciser si les champs électrique et magnétique sont dépendants ou indépendants l'un de l'autre et pourquoi ?

3 Pour synthétiser

- Ecrire la forme générale d'une fonction qui se propage à une vitesse v dans la direction x . Que devient cette expression dans le cas sinusoïdal ?
- Illustrer graphiquement (dessin à main levée) les orientations vectorielles des champs électrique et magnétique par rapport à la direction de propagation.