

Programme de colle semaine 16

I. Questions de cours

1. Utiliser le théorème d'Ampère pour exprimer le champ magnétique créé par un câble d'axe Oz , de longueur L et de rayon R parcouru par un vecteur densité de courant $\vec{j} = j\vec{e}_z$ uniforme. On néglige les effets de bord.

2. Soit un solénoïde de longueur L , de rayon R et comportant N tours de fil parcouru par une intensité I . On néglige les effets de bord. Déduire du théorème d'Ampère:

- que le champ magnétique intérieur est uniforme
- que le champ magnétique extérieur est uniforme
- l'expression du champ magnétique intérieur en admettant que le champ extérieur est nul.

3. Dans le modèle de Bohr, l'électron de l'atome d'hydrogène décrit une orbite circulaire autour du noyau. On note R , le rayon de l'orbite, V la vitesse de l'électron, $-e$ la charge et m la masse de l'électron. Données: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.

Représenter la trajectoire de l'électron et exprimer en fonction des données:

- \vec{L}_O , son moment cinétique par rapport au noyau placé en O à l'origine du repère.
- le moment magnétique orbital \vec{M} de l'électron.

Dans le modèle de Bohr, le moment cinétique de l'électron est quantifié: $L_O = n\hbar$. En déduit que le moment magnétique associé à l'électron est quantifié. On appelle magnéton de Bohr noté μ_B , le moment magnétique pour $n = 1$, exprimer et calculer μ_B (on donne $\hbar = 10^{-34} \text{ J.s}$).

Pour le fer, on donne sa masse volumique $\rho = 7,9 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ et sa masse molaire $M = 55,8 \text{ g/mol}$. On suppose que chaque atome de fer porte un magnéton de Bohr μ_B . Calculer le moment magnétique maximal d'un barreau de fer de longueur $L = 10 \text{ cm}$, de largeur $l = 1 \text{ cm}$ et d'épaisseur $e = 0,5 \text{ cm}$.

4. Ecrire et nommer les équations de Maxwell sous forme locale.
5. Démontrer les équations de Maxwell sous forme intégrale.
6. Exprimer l'énergie électrique et l'énergie magnétique contenues dans un volume.
7. Exprimer la puissance cédée par le champ électrique aux charges contenues dans un volume.
8. Exprimer le vecteur de Poynting et la puissance rayonnée à travers une surface.

II. Exercices

- Tout exercice de magnétostatique: théorème d'Ampère et dipôle magnétique
- Tout exercice d'induction
- Pas d'exercice sur les équations de Maxwell