

Programme de colle S15

I. Questions de cours

1. Énoncer le théorème de Gauss.
2. Dédurre du théorème de Gauss, le champ électrique créé par une sphère de rayon R , de centre O et de charge $+Q$ uniformément répartie en volume. En déduire le potentiel électrique lorsque le potentiel est nul loin des charges.
3. Dédurre du théorème de Gauss, le champ électrique créé par un cylindre de rayon R , de hauteur h et de charge $+Q$ uniformément répartie en volume lorsqu'on néglige les effets de bord. En déduire le potentiel électrique lorsque le potentiel est nul sur l'axe Oz .
4. Le plan Oxy est uniformément chargé en surface, on note σ la densité surfacique de charges. Montrer que le champ électrique en M s'écrit $\vec{E} = E(z)\vec{e}_z$ et établir la relation entre $\vec{E}(z)$ et $\vec{E}(-z)$. Dédurre du théorème de Gauss, le champ électrique créé par ce plan. En déduire le champ électrique lorsque le potentiel est égal à V_0 en $z = 0$.
5. Le champ électrique créé par un plan infini de densité surfacique de charges σ uniforme a pour norme $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$. Un condensateur plan possède deux armatures placées en $z = 0$ et $z = e$ portant respectivement les charges surfaciques $+\sigma$ et $-\sigma$. On néglige les effets de bord, exprimer le champ électrique créé par le condensateur en tout point et en déduire la capacité du condensateur.
6. Utiliser les analogies entre les forces électrostatique et gravitationnelle, pour exprimer le théorème de Gauss en gravitation.
7. Énoncer le théorème d'Ampère.
8. 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.
9. 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. Dédurre 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.
10. 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 $e = 0,5 \text{ cm}$.
11. Décrire l'expérience de Stern et Gerlach.

II. Exercices

Tout exercice portant sur l'électrostatique et les dipôles électrique.

Exercices **de base** de magnéto-statique et sur les dipôles magnétiques.