UPMC SORBONNE UNIVERSITÉS

2010 - 2011

LP203

Examen – Épreuve du 27 janvier 2011
Durée : 2 heures
Calculatrice et documents non autorisés

QUESTIONS DE COURS

Compléter les équations suivantes et donner pour chacune d'elles leur formulation locale :

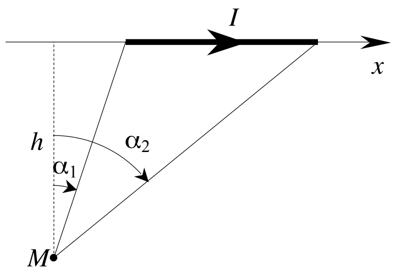
(1) $\oint_C \vec{E}\cdot\vec{d\ell} = \ldots$ (2) $\oint_C \vec{B}\cdot\vec{d\ell} = \ldots$

(3) $\oiint_S \vec{E}\cdot\vec{dS} = \ldots$ (4) $\oiint_S \vec{B}\cdot\vec{dS} = \ldots$

PROBLEME 1 : MAGNETOSTATIQUE

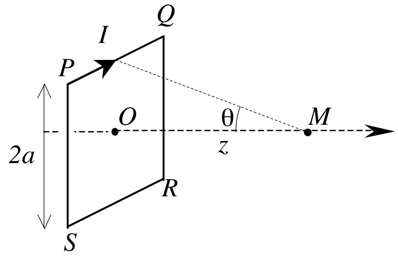
On se propose d'étudier les propriétés magnétiques d'une spire carrée.

1.1 Établir l'expression du champ élémentaire d'induction magnétique créé par une portion de conducteur parcourue par un courant I en un point M situé à la distance h de ce conducteur. On établira cette expression en fonction de I, h, α_1 et α_2.



On s'intéresse maintenant au calcul du champ de la spire carrée

1.2 En analysant en détail les symétries de la distribution de courant, indiquer la direction et le sens de l'induction régnant en M situé à la distance z du centre de la spire (voir dessin ci-contre).



1.3 Représenter les champs d'induction magnétique individuels créés par les 4 segments constituant le circuit fermé. Le résultat est-il en accord avec celui de la question précédente ?

1.4 Calculer la norme du champ d'induction magnétique individuel créé par le segment [PQ].

1.5 En déduire la norme du champ créé par la spire carrée.

On superpose un champ magnétique extérieur $\vec{B}_{\text{EXT}}$ uniforme, orienté dans le plan de la spire et perpendiculaire au segment [PS].

1.6 Représenter schématiquement les forces exercées sur la spire. Calculer leur norme.

1.7 Quel mouvement adopte spontanément la spire ? justifier

La spire est orientée de telle sorte qu'elle est dans un état d'équilibre mécanique stable.

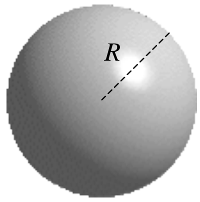
1.8 Décrire précisément cet état d'équilibre. Quelle grandeur physique s'est alignée avec $\vec{B}_{\text{EXT}}$?

L'intensité du champ d'induction magnétique $\vec{B}_{\text{EXT}}$ diminue brutalement.

1.9 Que se passe-t-il dans la bobine ? justifier

Tournez la page, s.v.p.

Problème 2 : Électrostatique



On considère une sphère conductrice de rayon R chargée avec la charge Q à l'équilibre électrostatique.

2.1 Où sont localisées les charges ? Justifier la réponse.

2.2 Pourquoi la densité de charges est-elle uniforme ? Calculer d cette densité de charges.

2.3 Représenter les lignes de champ électrique créé par cette distribution de charges Comment sont les surfaces équipotentielles ?

2.4 Rappeler l'expression du champ électrique au voisinage de la surface de la sphère ?

2.5 Montrer que le potentiel $V(R)$ sur la sphère vaut : $V(R) = \dfrac{d\,R}{\varepsilon_0}$

2.6 En déduire l'énergie potentielle électrostatique de la sphère chargée.

La sphère conductrice chargée est maintenant immergée dans une région de l'espace où règne un champ électrique $\vec{E}_{\text{EXT}}$ uniforme vertical dirigé vers le haut.

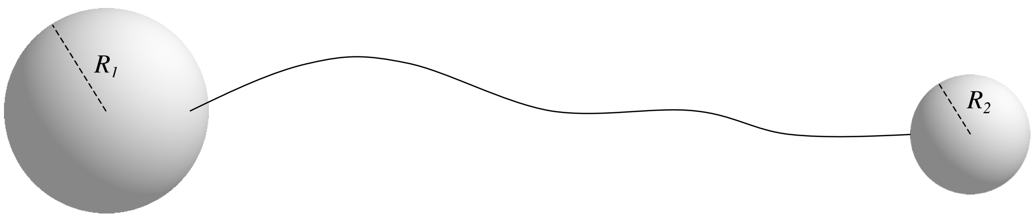
2.7 Quel est l'effet du champ électrique $\vec{E}_{\text{EXT}}$ sur la distribution de charges ?

2.8 Représenter schématiquement celle-ci.

2.9 À partir des résultats de la question précédente, tracer schématiquement l'allure des lignes du champ électrostatique régnant dans la région où est placée cette sphère.

On considère maintenant 2 sphères conductrices (de rayons respectifs R_1 et R_2) chargées uniformément (Q_1 et Q_2) sans influence électrostatique l'une sur l'autre (la distance D les séparant étant >> R_1 et R_2).

Ces deux sphères sont reliées par un fil conducteur (voir figure ci-dessous)



2.10 Que peut-on dire de leurs potentiels respectifs ?

2.11 Quelle relation existe-t-il entre σ_1, σ_2, R_1, et R_2 ?

2.12 Calculer les champs électrostatiques aux voisinages des surfaces de chaque sphère. Conclusions ? Comment appelle-t-on cet effet ?