

PHYSIQUE

FILIÈRE MIP

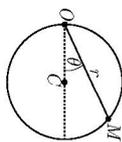
Calcul de potentiels et champs par intégration

I- Électrostatique

Une sphère de centre C et de rayon R porte une charge Q à sa surface. La densité surfacique de charge est :

$$\sigma(M) = \sigma_0 \cos \theta \text{ avec } \theta \in \left[0; \frac{\pi}{2}\right]$$

1. Calculer la charge totale Q .
2. Calculer le potentiel électrostatique en C .
3. Calculer le potentiel électrostatique en O .

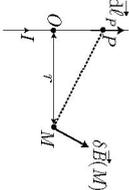


II- Loi de Biot et Savart

Un élément de circuit $d\vec{l}_P$, au voisinage d'un point P , parcouru par un courant d'intensité I , produit en M un champ élémentaire donné par la loi de Biot et Savart :

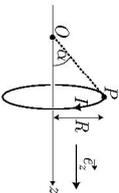
$$\delta\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l}_P \wedge \vec{PM}}{PM^3}$$

En déduire le champ magnétique produit par un fil rectiligne infini à une distance r . Comparer avec le résultat obtenu à partir du théorème d'Ampère.



III- Solénoïde fini

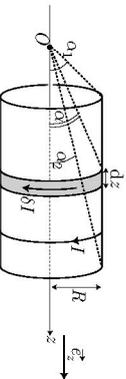
Une spire circulaire, de rayon R , est parcourue par un courant d'intensité I .



1. Montrer, à l'aide de la loi de Biot et Savart, qu'elle crée en un point O de son axe un champ magnétique :

$$\vec{B}(O) = \frac{\mu_0 I}{2R} \sin^3 \alpha \vec{e}_z$$

2. Un solénoïde est constitué de spires jointives (n spires par unité de longueur) parcourues chacune par un courant d'intensité I .



Sur une longueur dz , les $n \times dz$ spires se comportent comme une spire unique d'intensité $dI = n dz \times I$.

- a- En utilisant le résultat précédent, déterminer le champ magnétique $\vec{B}(O)$ en fonction de n , I , \vec{e}_z , μ_0 , α_1 et α_2 (valeurs extrêmes de α).

- b- En déduire le champ magnétique produit sur son axe par un solénoïde infini. Conclure.

Réponses

I- Électrostatique

1. $Q = \frac{4\pi R^2 \sigma_0}{3}$
2. $V(C) = \frac{\sigma_0 R}{3\epsilon_0}$
3. $V(O) = \frac{\sigma_0 R}{2\epsilon_0}$

II- Loi de Biot et Savart

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\theta$$

III- Solénoïde fini

2. $\vec{B}(O) = \frac{\mu_0 n I}{2} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \vec{e}_z$
3. $\vec{B}_\infty(O) = \mu_0 n I \vec{e}_z$