Interrogation de cours n°5

/10

1 Distributions de charges et de courants

1. Donner le lien entre le courant I (grandeur macroscopique) et le vecteur densité volumique de courant $\vec{j}$ (grandeur locale). Donner l'unité de $\vec{j}$, puis donner une autre expression de $\vec{j}$ à partir de grandeurs caractérisant les charges, à la fois positives et négatives.

$I = \iint \vec{j} \cdot \vec{dS}$ (*) d'où $\vec{j}$ en $A.m^{-2}$ (*) (courant par unité de surface bien que ce "courant" passe à travers un volume, d'où son nom).

1,5

$\vec{j} = \rho_+ \vec{v_+} + \rho_- \vec{v_-}$ (*) où ρ_+ et ρ_- sont respectivement les densités volumiques de charges positives (ions par ex) et négatives (e^- par ex). et où $\vec{v_+}$ et $\vec{v_-}$ sont les vecteurs vitesses correspondants.

2. Quelle est la charge totale Q portée par une sphère de rayon R uniformément chargée en volume avec une densité volumique de charge ρ_0 ? Et si la répartition de charge s'écrit $\rho(r) = ar^2$, où $r \in [0; R]$?

$Q_1 = \iiint \rho \, d\tau = \rho_0 \frac{4}{3}\pi R^3$ (*)

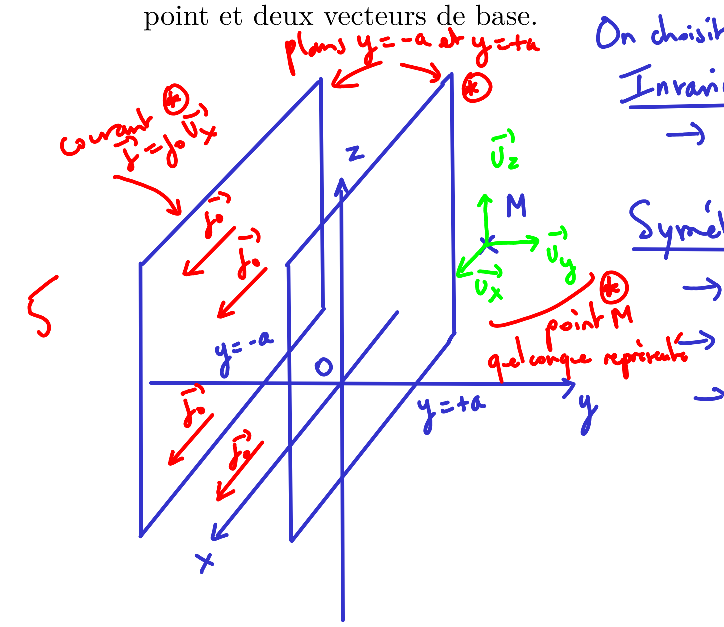
$Q_2 = \underbrace{\iiint a r^2 \, dr . r d\theta . r\sin\theta \, d\varphi}_{(*)} = a \underbrace{\int_{\varphi=0}^{2\pi} d\varphi}_{2\pi} . \underbrace{\int_{\theta=0}^{\pi} \sin\theta \, d\theta}_{2} \underbrace{\int_{r=0}^{R} r^4 dr}_{R^5/5} = \underbrace{a \frac{4\pi R^5}{5}}_{(*)}$

↳ à multiplier par L^3 pour avoir Q donc bien homogène.

Bonus +0,5

1,5 (+0,5)

3. Déterminer les invariances et les symétrie de la distribution de courant constituée par un espace compris entre deux plans infinis $y = -a$ et $y = +a$ parcouru par un courant uniforme $\vec{j} = j_0 \vec{u}_x$. On s'aidera d'un schéma, et on précisera clairement les plans de symétrie et d'antisymétrie par un point et deux vecteurs de base.



5

On choisit les coordonnées cartésiennes plus appropriées ici.

Invariances de la distribution de courant :

→ par translation selon $\vec{u_x}$ (*) et $\vec{u_z}$ (*) (*)

Symétries de la distribution de courant :

→ $(M, \vec{u_x}, \vec{u_y}) = \Pi_{sym}$, $\forall M$. (*)

→ $(M, \vec{u_y}, \vec{u_z}) = \Pi_{antisym}$, $\forall M$ (*)

→ $(O, \vec{u_x}, \vec{u_z}) = \Pi_{sym}$ (*)

Distinction O ou M (*)

2 Électrostatique

4. Donner les expressions des forces électrostatiques et gravitationnelles. Faire une liste des grandeurs analogues.

Force électrostatique : $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{U_r}$ +

Force gravitationnelle : $\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{U_r}$ +

2

Analogies :

Electrostatique	Gravitation
q	m +
$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$	$-G$ +