

A] Questions de cours

• Lois d'Ohm locale et intégrale

$$\vec{j} = \gamma \vec{E} \rightarrow \text{chp électrique.}$$

↑ densité volumique de courant
↓ conductivité électrique

$$U = R I$$

↑ différence de potentiel. ↑ résistance ↑ courant

• Loi de Biot et Savart. \Rightarrow

$$\int \frac{Id\vec{l}}{r^2} \cdot \vec{r}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

↑ élément de chp magnétique
↑ courant
↑ rayon vecteur
↓ perméabilité du vide ↓ élément de longueur

• eqs de Maxwell relatives à \vec{B} statique

$$\text{div } \vec{B} = 0$$

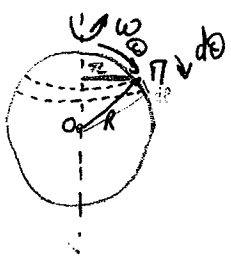
$$\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$$

B] I Susceptibilité diamagnétique de l'Argon

C

18

I 1 a)



vitesse linéaire $|\vec{v}| = r\omega$ avec $r = R \sin \theta$

$\rightarrow v = R\omega \sin \theta$ donc $v \perp \vec{e}_r$ et $v \perp \vec{e}_\theta$

densité de courant surfaciel $\vec{J}_s = \nabla \cdot \vec{v}$ loi d'Ampère

$\vec{J}_s = \nabla R\omega \sin \theta$

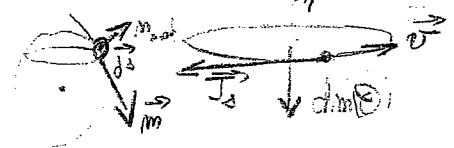
or $\vec{J}_s = \frac{dI(\theta)}{dS}$ avec $dS = R^2 d\Omega \Rightarrow dI(\theta) = \nabla R\omega \sin \theta R^2 d\Omega$
 $= \nabla R^2 \omega \sin \theta d\Omega$

b) moment magnétique élémentaire $dm(\theta)$ de la boucle de courant.

$dm(\theta) = dI(\theta) \times S$ avec $S =$ surface de la boucle (θ)

$S = \pi r^2 = \pi R^2 \sin^2 \theta$

donc $dm(\theta) = \nabla \pi R^4 \omega \sin^3 \theta d\theta$



c) moment magnétique de la sphère

$m = \int_0^\pi \nabla \pi R^4 \omega \sin^3 \theta d\theta = \nabla \pi R^4 \omega \int_0^\pi \sin^3 \theta d\theta$

soit $m = \frac{4}{3} \nabla \pi R^4 \omega$

I 2 a) atome dipolaire de moment magnétique permanent $Zx - e; m$

Densité surfaciale $\nabla : \nabla = \frac{dQ}{dS} = \frac{Q}{S}$ $S =$ surface de la sphère

$\nabla = -\frac{Ze}{4\pi R^2}$

Résultante des moments associés au mouvement des charges \Rightarrow nulle

car les moments s'annulent en tout point de la sphère

b) Atome soumis au champ $B \Rightarrow e^-$ en rotation autour de B avec $\omega = \frac{eB}{2m}$ (Larmor) ⁽²⁾

$$m = \frac{1}{3} \left(\frac{-Ze}{4\pi R^2} \right) \pi R^4 \left(\frac{eB}{2m} \right) = -\frac{Ze^2 R^2 B}{6m} \quad (m^2 \text{ vers } B)$$

\vec{m} opposé à B

vecteur aimantation $\vec{\Pi} = m \vec{m}$

\uparrow m^2 magnétique
d'un atome

$$\Pi = m m = -\frac{m Ze^2 R^2 B}{6m} = \frac{\chi_m B}{\mu_0} \quad (\text{milieu } \chi_m)$$

\Rightarrow susceptibilité magnétique $\chi_m = -\frac{m \mu_0 Ze^2 R^2}{6m}$
 \hookrightarrow milieu diamagnétique

c) AN: $Z=18$ $PV = nRT \Rightarrow \frac{nRT}{V} = \frac{n_1 R T_1}{V_1} \Rightarrow n_1 = n \frac{T}{T_1}$

$|\chi_m| = 1,09 \cdot 10^{-8}$

AN: $n_1 = \frac{60210^{23}}{224 \cdot 10^{-3}} \times \frac{273}{293}$

$n_1 = 2,5 \cdot 10^{25} m^{-3}$

$\Rightarrow R = \left(\frac{6m |\chi_m|}{n_1 \mu_0 Ze^2} \right)^{1/2}$ AN: $R = 0,64 \text{ \AA}$