UNIVERSITE MOULAY ISMAIL
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE
MEKNES

Année 2019-2020
Semestre 2

MASTER PHYSIQUE APPLIQUEE ET INGENIERIE PHYSIQUE
Module : Magnétisme dans les solides
Série N° 2

==

Exercice 1 :

1) Rappeler brièvement l'interprétation microscopique du ferromagnétisme.

2) Pour expliquer le comportement des corps ferromagnétiques on suppose que chacun des atomes est soumis, outre à l'action du champ magnétique appliqué $\vec{B}_0$, à celle d'un champ moyen $\vec{B}_m$ (ou champ moléculaire de Weiss). Ce champ $\vec{B}_m$ est supposé proportionnel à l'aimantation du milieu, soit $\vec{B}_m = \text{«}_0 \text{ª}.\vec{M}$, où ª est une constante positive indépendante de la température.

Montrer qu'en l'absence de champ appliqué $(\vec{B}_0 = \vec{0})$, il peut exister une aimantation non nulle $\vec{M}$, à condition que la température T soit inférieure à une température Tc (température de Curie) que l'on exprimera en fonction de. «_0, ª, N, «_B et K.

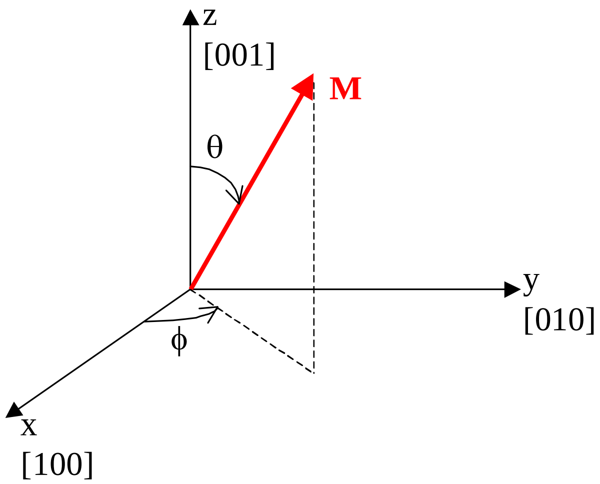
Application numérique : Tc = 520 K.

3) Calculer numériquement B_m à saturation en phase paramagnétique. Que conclure du résultat quant à l'interaction entre atomes responsable du ferromagnétisme ?

4) Calculer en phase paramagnétique, loin de la saturation, la susceptibilité $\text{¡}_{mf} = \dfrac{\text{«}_0 M}{B_0}$ en fonction de C, T et Tc.

Exercice 2 :

Le fer pur est un matériau ferromagnétique à structure cristalline cubique. La direction de l'aimantation est repérée par rapport à ses cosinus directeurs selon le schéma suivant :



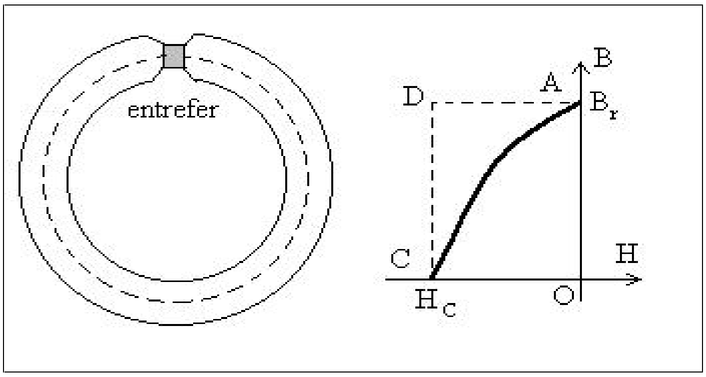
$$\alpha_1 = \sin\theta\cos\varphi$$
$$\alpha_2 = \sin\theta\sin\varphi$$
$$\alpha_3 = \cos\theta$$

$^{2}\ ^{2}\ \ ^{2}\ ^{2})\qquad (\ ^{2}\ ^{2}\ ^{2})$

Ses constantes d'anisotropie K_1=4.8 10^4 J/m^3 et K_2=1.2 10^2 J/m^3. Montrer que les directions faciles sont [100], [010] et [001]. Comment se comparent les directions du type [110] et [111] ?

Exercice 3 :

On considère un aimant permanent de forme torique. La section droite du tore a une surface *S*. L'entrefer est assimilable à un " cylindre " de section droite de surface *s*. On raisonnera le long d'un contour moyen et sur les champs moyens $\vec{B}_i$ et $\vec{H}_i$ (dans le matériau), $\vec{B}_e$ et $\vec{H}_e$ (dans l'entrefer). Les modules de ces champs sont supposés constants.
Les longueurs de parcours dans le matériau et dans l'entrefer sont respectivement *L* et *l*.



On néglige les parties tronconiques de l'aimant. On pose $u = \frac{S.L}{s\ell}$ rapport des volumes de l'aimant et de l'entrefer.

1) La courbe de désaimantation du matériau est représentée entre les valeurs H=0 et H= Hc par une fonction monotone décroissante B=f(H) (voir figure). Le rapport u ayant une valeur fixée, comment choisir le " point de fonctionnement " sur cette courbe pour que le champ dans l'entrefer soit maximal ?.

Donner une représentation graphique simple. Commenter le résultat.

2) La fonction *f*(*H*) peut approximativement être mise sous la forme : $f(\mathrm{H}) = \frac{a\mathrm{H} + b}{\mathrm{cH} + \mathrm{d}}$ où a, b, c, d sont des constantes.

Vérifier que, dans ce cas, le point de fonctionnement se trouve sur la diagonale du rectangle OADC.

Calculer la valeur maximale du champ $\mathrm{B_e}$.

On donne : u = 20; champ rémanent $\mathrm{B_r} = 0.60\,\mathrm{T}$; excitation coercitive $\mathrm{H_c} = -3.10^4$ A.m^{-1}