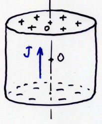
II.1 Corps uniformément aimanté

notion de champ démagnétisant

exemple : cylindre uniformément aimanté



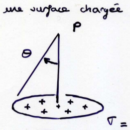
polarisation J

$\phi = 2a$

$h = 2c$

Calcul du champ H en tout point à partir de la distribution de charges

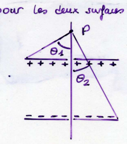
- pour une surface chargée, sur l'axe :



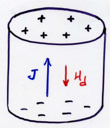
$$H_z = \frac{J}{2\mu_0}(1 - \cos\theta)$$

$$\sigma = \vec{J}.\vec{n}$$

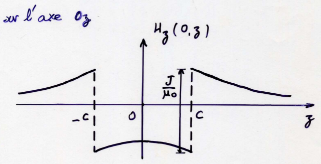
- pour les deux surfaces chargées équivalentes à l'aimant



$$H_z(P) = \frac{J}{2\mu_0}\left[(1 - \cos\theta_1) - (1 - \cos\theta_2)\right] = \frac{J}{2\mu_0}(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$$



H_z sur l'axe Oz

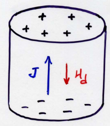


H n'est absolument pas uniforme

H à l'extérieur de l'aimant

$$\vec{H}_{ext} = \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}$$

H à l'intérieur de l'aimant, le champ H est appelé **Champ démagnétisant** H_d

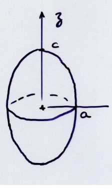


II.2 Calcul du point de fonctionnement d'un aimant

1. Corps uniformément aimanté

cas de l'ellipsoïde

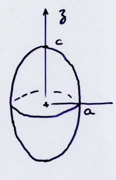
le seul cas simple c'est l'ellipsoïde de révolution d'axe Oz



$$\gamma = \frac{c}{a}$$

$$\mu_0 H_{dz} = - N_z J_z$$

N : coefficient de champ démagnétisant



$$\gamma = \frac{c}{a}$$

$$\mu_0 H_{dz} = - N_z J_z$$

N : coefficient de champ démagnétisant

On peut montrer que : $N_x + N_y + N_z = 1$

$$N_x = N_y = \frac{1}{2}(1 - N_z)$$

Formules approchées pour le calcul de N

Ellipsoïde allongé ($\gamma > 1$)

$$N_z = \frac{1}{\gamma^2 - 1}\left[\frac{\gamma}{\sqrt{\gamma^2-1}}\,\text{arg ch}\,\gamma - 1\right]$$

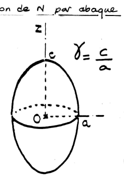
Ellipsoïde aplati ($\gamma < 1$)

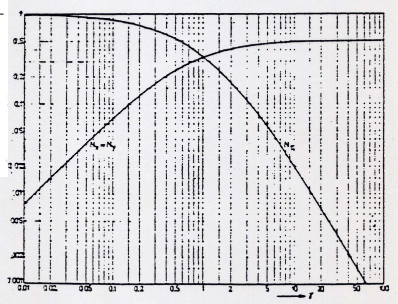
$$N_z = \frac{1}{1-\gamma^2}\left[1 - \frac{\gamma}{\sqrt{1-\gamma^2}}\arccos\gamma\right]$$

Quelques cas simplifiés

- $\gamma > 12$ $\quad N_z = \frac{1}{\gamma^2}\left[\text{Log}\,\gamma - 0,307\right]$
- $\gamma \simeq 1$ $(0,86 < \gamma < 1,14)$ $\quad N_z = \frac{1}{3}\left(\frac{9}{5} - \frac{4}{5}\gamma\right)$
- $\gamma < 0,06$ $\quad N_z = 1 - \frac{\pi\gamma}{2} + 2\gamma^2$

Détermination de N par abaque





Coefficients de champ démagnétisant longitudinal N_z, et transversal $N_x = N_y$, pour un ellipsoïde de révolution ($c/a = \gamma$).

Quelques cas simples

* $\gamma = \frac{c}{a} = \infty$

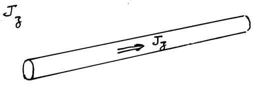
ellipsoïde infiniment long

$N_z = 0$

$N_x = N_y = \frac{1}{2}$

- aimantation dans l'axe de l'ellipsoïde

J_z



$H_{dz} = 0$

Quelques cas simples

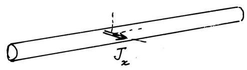
* $\gamma = \frac{c}{a} = \infty$

ellipsoïde infiniment long

$N_z = 0$

- aimantation dans la direction perpendiculaire à l'axe

J_x ou J_y



$H_{dx} = -\frac{1}{2}\frac{J_x}{\mu_0}$

* $\gamma = 1$ $\quad c = a$

sphère aimantée

$N_x = N_y = N_z$

Aimantation dans l'axe Ox : J_x

→ champ demagnétisant H_{dx}

$H_{dx} = -\frac{1}{3}\frac{J_x}{\mu_0}$

* $\gamma = 0$ $\quad$ disque très aplati

$N_z = 1$

$N_x = N_y = 0$

- aimantation dans le sens de l'épaisseur J_z

$H_{dz} = -\frac{J_z}{\mu_0}$

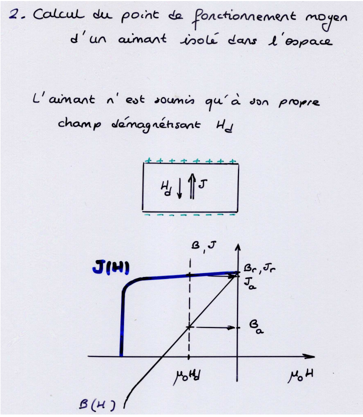
Conséquence : $\vec{B} = \mu_0\vec{H} + \vec{J}$

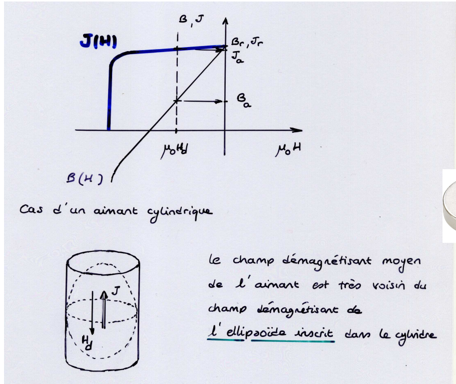
$\vec{B} = \mu_0\vec{H}_{dz} + \vec{J}_z = 0$

L'induction dans l'aimant est nulle

- aimantation dans le plan du disque

$H_{dx} = 0$


2. Calcul du point de fonctionnement moyen
d'un aimant isolé dans l'espace
L'aimant n'est soumis qu'à son propre
champ démagnétisant H_d
H_d
J
J(H)
B, J
B_r, J_r
J_a
B_a
$\mu_0 H_d$
$\mu_0 H$
B(H)


B, J
J(H)
B_r, J_r
J_a
B_a
$\mu_0 H_d$
$\mu_0 H$
B(H)
Cas d'un aimant cylindrique
J
H_d
le champ démagnétisant moyen
de l'aimant est très voisin du
champ démagnétisant de
l'ellipsoïde inscrit dans le cylindre