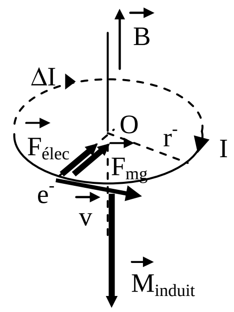
**DIAMAGNETISME**

Le diamagnétisme est le fait de tous les atomes. Il résulte de la distorsion du mouvement des électrons suite à l'application d'un champ magnétique extérieur.

Un électron tourne à la vitesse $\vec{v}$ autour du noyau de l'atome sur une trajectoire circulaire de rayon r.




- En absence de champ magnétique extérieur : $\vec{B}_{extérieur} = \vec{0}$ l'électron est soumis à la seule force électrostatique attractive exercée par le noyau (on néglige son poids)

  Le théorème du centre d'inertie s'écrit : $\sum \vec{F} = m.\vec{a} \Rightarrow F_{élec} = m.a_n = m.\frac{v_0^2}{r}$ (1)

  avec $a_n$ l'accélération normale au mouvement de l'électron puisque la force est centripète.

- On applique un champ magnétique extérieur perpendiculaire au plan de la trajectoire de l'électron $\vec{B}_{extérieur} \neq \vec{0}$

  L'électron est soumis en plus à la force magnétique : $\vec{F}_{mg} = -e.\vec{v} \wedge \vec{B}$ $\quad \vec{F}_{mg} \begin{cases} \text{direction} : \perp \text{à} \left(\vec{v} \text{ et } \vec{B}\right) \Rightarrow \perp \text{au mouvement} \\ \text{sens : règle 3 doigts main droite} \Rightarrow \text{centripète} \\ F = e.v.B \end{cases}$

  Le théorème du centre d'inertie s'écrit : $F_{élec} + F_{mg} = m.\frac{v^2}{r} \Rightarrow F_{élec} + e.v.B = m.\frac{v^2}{r}$ (2)

  La force magnétique s'ajoutant à la force électrique, le rayon de la trajectoire restant constant, la vitesse de la particule augmente : $v > v_0$

  On remplace dans (2) $\vec{F}_{élec}$ par l'expression (1)

  $m\frac{v_0^2}{r} + e.V.B = m.\frac{v^2}{r} \Rightarrow m.\frac{v^2}{r} - m\frac{v_0^2}{r} = e.V.B \Rightarrow \frac{m}{r}\left(v^2 - v_0^2\right) = e.v.B \Rightarrow \frac{m}{r}\left(v + v_0\right).\left(v - v_0\right) = e.v.B$

  v est très légèrement supérieur à $v_0$. $\Rightarrow v + v_0 \approx 2v$ et $v - v_0 = \Delta v > 0$

  $\frac{m}{r} 2v.\Delta v = e.v.B \Rightarrow \frac{m}{r} 2.\Delta v = e.B \Rightarrow \boxed{\Delta v = \frac{e.B.r}{2m}}$ (3)

L'intensité d'un courant est définit comme la charge électrique passant en un endroit du circuit par unité de temps. L'électron tournant autour du noyau correspond à un courant d'intensité I égale à la charge de l'électron multipliée par le nombre de tour effectué par l'électron en une seconde. (Le sens de I est opposé au sens de déplacement des charges négatives)

$I = e.\nu$ avec $\nu$ fréquence de rotation de l'électron. $I = e.\nu = \frac{e}{T} = \frac{e}{\frac{2\pi r}{v}} \Rightarrow \boxed{I = \frac{e}{2\pi r} v}$ (4)

à $\Delta v$ (expression 3) correspond un courant induit $\boxed{\Delta I = \frac{e}{2\pi.r}\Delta v}$ (d'après 4)

à $\Delta I$ correspond un moment magnétique induit $M_{induit} = \Delta I.S = \frac{e}{2\pi.r}\Delta v.\pi.r^2 \Rightarrow \boxed{M_{induit} = \frac{e.r}{2}\Delta v}$ (5)

$\Delta v = v - v_0 > 0 \Rightarrow \Delta I > 0 \Rightarrow \Delta I$ est donc de même sens que I (cf schéma)

on remplace dans l'expression (5) $\Delta v$ par son expression (3)

$M_{induit} = \frac{e.r}{2}\frac{e.B.r}{2m} \Rightarrow \boxed{M_{induit} = \frac{e^2.r^2}{4m}B}$ (6)

Par définition d'un moment magnétique, $\vec{M}_{induit}$ s'écrit sous forme vectorielle : $\vec{M}_{induit} = \Delta I.\vec{S}$.

La direction et le sens de $\vec{M}_{induit}$ sont donnés par la règle de la main droite que l'on ferme dans le sens de ΔI, le pouce indiquant la direction et le sens de $\vec{M}_{induit}$.

On constate que $\vec{M}_{induit}$ est opposé au sens de $\vec{B}_{extérieur}$ (cf shéma)

La relation (6) s'écrit donc sous forme vectorielle : $\boxed{\vec{M}_{induit} = -\frac{e^2.r^2}{4m}\vec{B}}$

La susceptibilité magnétique $\chi$ définit par $\vec{M}_{induit} = \chi\vec{B}$ exprimant la réponse d'un milieu matériel à un champ magnétique extérieur a pour expression $\boxed{\chi = -\frac{e^2.r^2}{4m} < 0}$