

3.1.1.2. la circulation du champ local induit $\mathbf{E}_i = -\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial t}$.

3.1.2. En déduire l'intensité $i(t)$ du courant induit circulant dans la spire de résistance r . Préciser le sens du courant dans la spire.

La spire, placée à l'intérieur du « solénoïde infini », tourne maintenant autour d'un axe fixe de son plan à une vitesse angulaire constante ω .

3.1.3. Un courant stationnaire d'intensité I circule dans les spires jointives de rayon R du solénoïde et crée un champ magnétique $\mathbf{B}_{\text{int}}$ (Figure 8').

Calculer l'intensité $i(t)$ du courant dans la spire, de résistance r , lors de sa rotation.

3.1.4. Déterminer le champ magnétique variable $\mathbf{B}_{\text{int}}(t)$ qui annule, à chaque instant, le courant dans la spire dans les cas suivants :

3.1.4.1. $\mathbf{B}_{\text{int}}(t)$ a la direction constante de l'axe $z'Oz$ et un module variable.

3.1.4.2. $\mathbf{B}_{\text{int}}(t)$ a un module constant et une direction variable.

On négligera l'inductance propre du circuit.

3.2. La roue de Barlow

Le circuit représenté en Figure 9' comprend, dans un montage en série : une roue de Barlow, un résistor de résistance R , un condensateur de capacité C et un interrupteur K .

Cette roue de Barlow, disque conducteur homogène de centre O , de rayon a , de moment d'inertie J par rapport à son axe de rotation, est soumise à un champ magnétique uniforme $\mathbf{B}$ parallèle à l'axe de la roue. Un point P de sa périphérie est en contact avec un bain de mercure pour assurer le passage du courant tout en minimisant les actions mécaniques de frottement que l'on négligera. On suppose la roue parfaitement conductrice.

La roue est lancée avec une vitesse angulaire initiale ω_0 . A l'instant de fermeture de K , $t = 0$, le condensateur porte la charge initiale q_0 sur la plaque reliée au résistor.

3.2.1. Parmi la répartition quelconque des lignes de courant entre O et P , nous représentons sur la Figure 9', celle qui passe par un point M en transportant un courant d'intensité di .

3.2.1.1. Exprimer la force de Laplace $d^2\mathbf{f}$ sur un élément $d\mathbf{l}$ de cette ligne de courant.

3.2.1.2. Déterminer le moment $\mathbf{\Gamma}$, en O , des forces électromagnétiques agissant sur la roue en fonction de a , i et $\mathbf{B}$. Commenter le résultat obtenu.

3.2.1.3. Exprimer la f.é.m. induite en fonction de a , ω et $\mathbf{B}$.

(On utilisera, judicieusement, la circulation de $(\mathbf{v}_e \times \mathbf{B})$).

3.2.2. Établir les équations mécanique du mouvement de la roue et électrique du circuit. En déduire les lois d'évolution dans le temps de :

3.2.2.1. l'intensité $i(t)$ que l'on mettra sous la forme : $i(t) = i_0 \exp(-t/\tau)$. Déterminer i_0 et τ en fonction de a , J , R , C , q_0 , $B = \|\mathbf{B}\|$ et $\omega_0 \cdot \mathbf{B}$.

3.2.2.2. la charge $q(t)$ du condensateur sachant que $q(0) = q_0$.

3.2.2.3. la vitesse angulaire $\omega(t)$ de la roue avec $\omega(0) = \omega_0$.

3.2.3. Quand t devient très grand, $q(t)$ et $\omega(t)$ tendent respectivement vers q_∞ et ω_∞ . Expliciter q_∞ et ω_∞ en fonction de a , J , q_0 , C , $\mathbf{B}$ et ω_0 .

3.2.4. On fixe la vitesse angulaire initiale à la valeur ω_0 de façon que $\omega_0 \cdot \mathbf{B} < 0$.

3.2.4.1. Montrer que la roue se comporte initialement comme un générateur pour toute valeur de $q_0 > 0$.

3.2.4.2. A partir de quel instant t_r , celle-ci deviendra-t-elle un récepteur ?

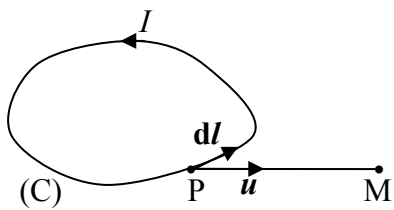


Figure 1'

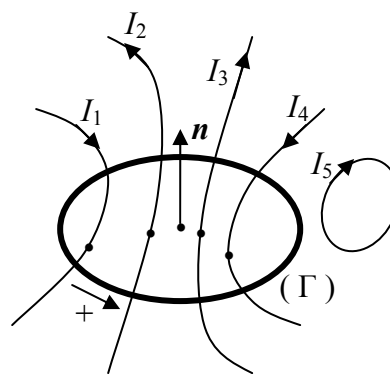


Figure 2'

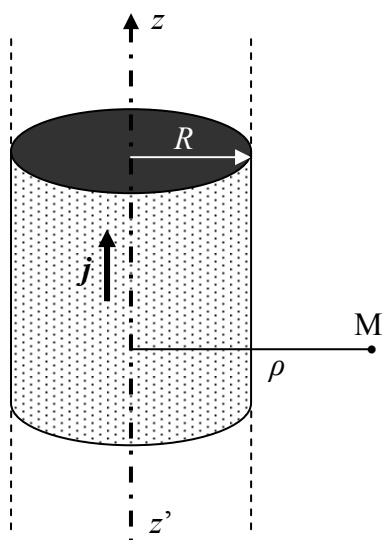


Figure 3'

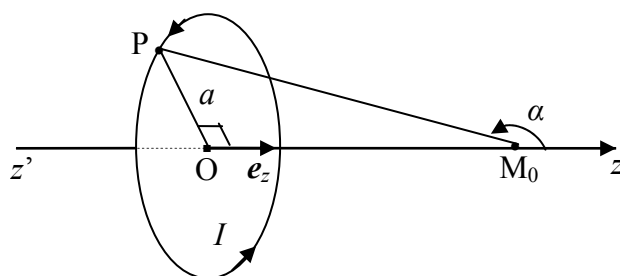


Figure 4'

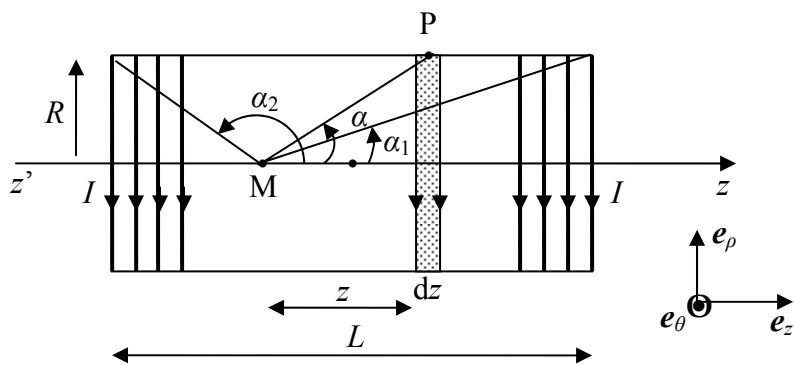


Figure 5'

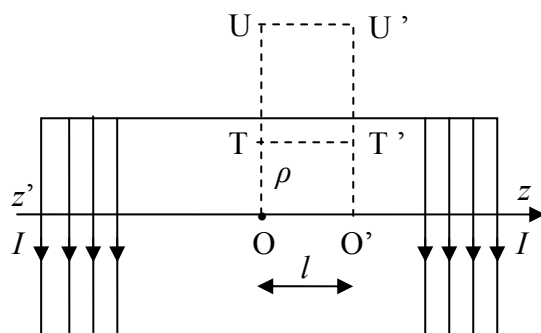


Figure 6'

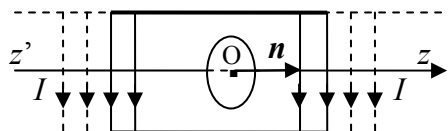


Figure 7'

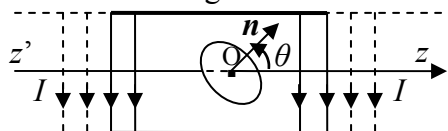


Figure 8'

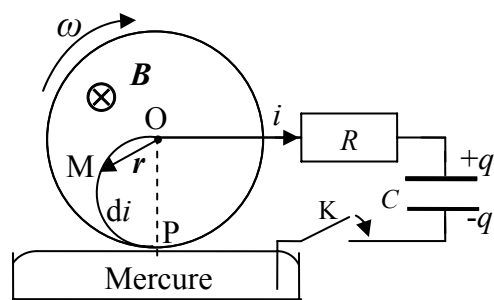


Figure 9'