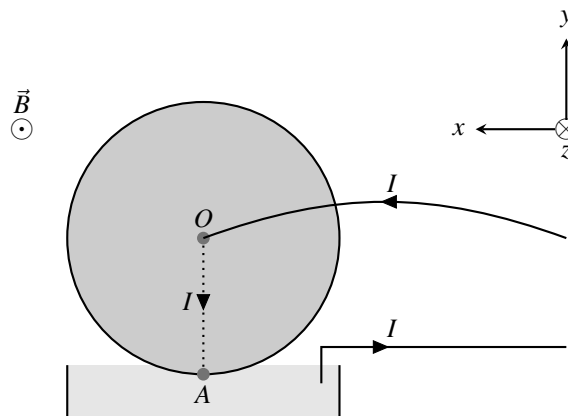


## DM de physique n° 28

### Exercice : Roue de Barlow

La roue de Barlow est en quelque sorte le premier moteur électrique (tel qu'on les connaît actuellement) de l'histoire même si la puissance délivrée n'est pas suffisante pour être utilisée en pratique. La première réalisation fut mise en œuvre par le physicien anglais Peter Barlow en 1822. Le dispositif est représenté sur la figure ci-dessous. Une roue en cuivre de rayon  $R$  est capable de tourner autour de l'axe  $(Oz)$  passant par son centre, et trempe dans une solution conductrice (historiquement du mercure liquide mais remplacé par une solution ionique actuellement). L'ensemble est plongé dans un champ magnétique stationnaire et uniforme  $\vec{B} = -B\vec{u}_z$ . Le disque est alimenté par un courant  $I$  qui entre par le point  $O$  et qui ressort par la solution conductrice. Pour simplifier on supposera qu'à tout instant le seul courant qui circule dans la roue est radial, de  $O$  vers  $A$ , comme si ces deux points étaient connectés par un fil conducteur.

Initialement la roue est au repos et on impose le courant à partir de l'instant  $t = 0$ .



1. Exprimer la force de Laplace résultante qui s'exerce sur le disque. Reproduire le schéma et représenter cette force. Dans quel sens la disque va-t-il tourner ?
2. Déterminer le moment par rapport à l'axe  $(Oz)$  des actions de Laplace qui s'exercent sur le disque.
3. Le disque est soumis, en plus des actions de Laplace, à un frottement fluide qui prend la forme d'un couple résistant  $\Gamma = -\alpha\omega$ , avec  $\omega$  la vitesse angulaire de rotation du disque. Établir l'équation différentielle vérifiée par  $\omega(t)$ . On notera  $J$  le moment d'inertie du disque par rapport à l'axe  $(Oz)$ .
4. Déterminer  $\omega(t)$  et tracer son graphe. Exprimer la vitesse angulaire de rotation limite.
5. *Application numérique* :  $J = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ,  $\alpha = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ SI}$ ,  $R = 15 \text{ cm}$ ,  $B = 1,4 \text{ T}$ . Calculer  $I$  pour que le disque tourne à 1500 tours/min en régime permanent. Calculer la durée de la phase d'accélération du disque.