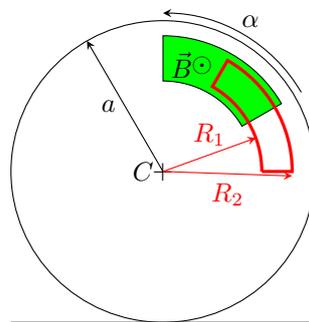


Cycliste

Un cycliste, soucieux d'économiser ses patins de frein, met à profit ses connaissances de physique et installe sur son vélo un dispositif électromagnétique. Un électroaimant crée, à la demande du cycliste, un champ magnétique horizontal stationnaire perpendiculaire à une des deux roues dans une zone restreinte (zone colorée ci-dessous). Pour simplifier l'étude, nous supposons le champ magnétique uniforme dans cette zone. Sur une roue dépourvue de rayons (roue lenticulaire : disque non conducteur) est fixé un contour en cuivre donc la forme est visible sur le schéma ci-dessous (contour en trait gras de même largeur angulaire α que la zone colorée, de rayons intérieur et extérieur R_1 et R_2). Comme le montre la figure, le contour peut pénétrer entièrement dans la zone où règne un champ magnétique.



Le cycliste actionne l'électroaimant alors qu'il roule en ligne droite à une vitesse V_0 .

1. Sur quel argument qualitatif se base le cycliste-physicien pour expliquer le dispositif choisi ?
2. Déterminer l'évolution temporelle de la vitesse angulaire des roues au cours du premier tour de roue où l'électroaimant est actionné. On donnera en particulier la diminution de vitesse angulaire au bout du premier tour.
3. Combien de tours sont nécessaires pour un arrêt complet du vélo ? Quelle est la distance parcourue au cours du freinage ?
4. Quel phénomène gênant apparaît dans le fil de cuivre ? Avec quelle(s) conséquence(s) ?

Les applications numériques seront effectuées avec les données suivantes

- Vitesse initiale $V_0 = 30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- Masse de l'ensemble {cycliste + vélo} : 80 kg.
- Roue lenticulaire de diamètre $2a = 700 \text{ mm}$, de masse $m = 1,2 \text{ kg}$, de moment d'inertie par rapport à son axe de rotation $J = \frac{1}{2}ma^2$.
- Zone de champ magnétique : $\alpha = 0,20 \text{ rad}$, $B = 1,0 \text{ T}$.
- Contour en cuivre de section $s = 2,5 \text{ mm}^2$, de résistivité $\rho = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, $R_1 = 25 \text{ cm}$, $R_2 = 30 \text{ cm}$, même ouverture angulaire α que la zone de champ magnétique.