
**CONCOURS D'ADMISSION
EN PREMIERE ANNEE
D.E.U.G. ET LICENCE**

EPREUVE DE PHYSIQUE

13 Juillet 2018

Durée 3 heures

L'épreuve comporte deux parties indépendantes à rédiger sur des feuilles séparées
Nombre de pages (celle-ci non comprise) : 2

Un dipôle magnétique de moment $\vec{M}$ porté par l'axe Oz de vecteur unitaire $\vec{e}_z$ est placé dans le vide au point O . On pose : $\vec{M} = M\vec{e}_z$, où M est une constante. Le champ magnétique engendré par ce dipôle en un point P éloigné de O , repéré par $r = OP$ et $\theta = (\vec{e}_z, \overrightarrow{OP})$, s'écrit :

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \text{grad} \frac{\vec{M} \cdot \overrightarrow{OP}}{r^3}$$

1. Calculer le module de $\vec{B}$ en fonction de M , r , et θ .
2. Déterminer le lieu des points de l'espace où le champ $\vec{B}$ est perpendiculaire à l'axe Oz .
Donner le module de $\vec{B}$ en un de ces points, en fonction de M et r .
3. On considère une calotte sphérique (centrée sur O) ayant pour base un cercle situé dans un plan orthogonal à Oz , de rayon R et de centre O' situé à la distance $d = OO'$ de O . Déterminer le flux de $\vec{B}$ à travers cette calotte, en fonction de M , d , et R .
Lorsque $R \ll d$, montrer que ce flux peut être approximé par : $\frac{\mu_0 M R^2}{2 d^3}$.
4. a) Montrer que l'équation d'une ligne de champ quelconque est de la forme : $r = r_0 \sin^2 \theta$ où r_0 est une constante.
b) Donner l'équation d'une ligne de champ passant par le point P_0 situé dans le plan contenant O et perpendiculaire à Oz à la distance D de O , en fonction de D et θ .
5. Application : On considère que le champ magnétique terrestre est celui d'un dipôle magnétique placé au centre O de la Terre considérée comme une sphère de rayon R_T , de moment magnétique $\vec{M}$ orienté suivant l'axe NS des pôles magnétiques.
a) En prenant $D = 4R_T$, construire la ligne de champ passant par P_0 en s'aidant des points correspondant à quelques valeurs particulières de θ , pour lesquelles on donnera r en fonction de R_T . Choisir une échelle convenable.
b) Donner θ correspondant au point P'_0 intersection de la ligne de champ précédente et de la sphère terrestre. Montrer ce point sur la figure précédente.
Calculer le module de $\vec{B}$ en ce point. Calculer la composante horizontale (horizon local) de $\vec{B}$ en ce point.
c) La mesure de cette composante donne la valeur 1.21×10^{-4} T. En déduire la valeur de M en en précisant l'unité. On donne $R_T = 6370$ km et $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ SI.

NB: Dans toute cette partie, on donnera les angles, le cas échéant, en degrés et minutes.

Partie II

On considère un disque plein homogène de centre C , de rayon R et de masse M qui roule sans glisser, tout en restant vertical, sur un plan faisant un angle α avec l'horizontale. Le centre du disque est relié à une masse m par un fil inextensible sans masse, qui passe (sans glisser) par une poulie de centre C' et de rayon R . Le disque et la poulie peuvent tourner sans frottement autour de leurs axes et on notera J et J' leurs moments d'inertie respectifs. On notera ω la vitesse angulaire du disque et ω' celle de la poulie. Le système est initialement immobile.

- 1) Déterminer le moment d'inertie J du disque par rapport à son axe Cz en fonction de M et de R .
- 2) Montrer que $\omega = \omega'$.
- 3) Soient T_1 et T_2 les forces de tension exercées par le fil respectivement sur le disque et la masse m . En appliquant le théorème du moment cinétique à la poulie, établir une relation entre ces deux forces.
- 4) Etablir l'équation du mouvement du disque en fonction de M , m , J , J' , R et α .
 - a) En utilisant le principe fondamental de la dynamique et le théorème du moment cinétique.
 - b) En utilisant une approche énergétique.
- 5) A quelle condition (reliant m , M et α) le disque peut-il monter ?
- 6) Dans la suite, on suppose que $J' = 0$ (poulie idéale) et que $M = m$. On notera f , le coefficient de frottement statique du disque sur le plan. Etablir la condition portant sur l'angle α , nécessaire pour que le disque monte sans glisser sur le plan.

