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

Partie I

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 :

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

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 : $\frac{\mu_0 M}{2}\frac{R^2}{d^3}$.
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 $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ 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 polie 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 T1 et T2 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.

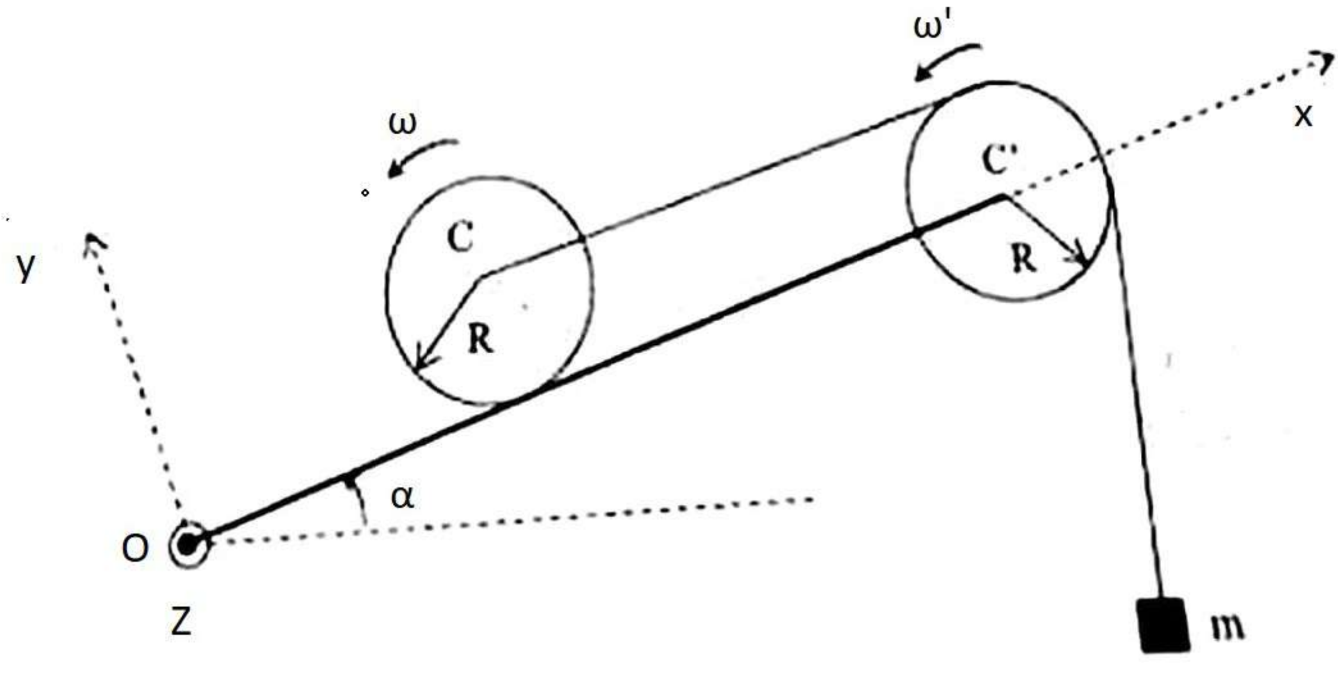
4) Établir l'équation du mouvement du disque en fonction de M,m,J,J',R et α .

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 (polie idéale) et que M=m. On notera f,le coefficient de frottement statique du disque sur le plan. Établir la condition portant sur l'angle α,nécessaire pour que le disque monte sans glisser sur le plan.



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 polie 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 (polie 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.