

COMPOSITION DE PHYSIQUE (XULC)

(Durée : 4 heures)

L'utilisation des calculatrices n'est pas autorisée pour cette épreuve.  
On se contentera, pour les applications numériques, d'un seul chiffre significatif.

\*\*\*

**Effet du champ gravitationnel terrestre  
sur le mouvement d'un gyroscope en orbite**

La théorie de la relativité générale, publiée par A. Einstein en 1916, prédit l'existence de deux effets, dits effet géodétique et effet Lense-Thirring, sur le mouvement d'un gyroscope en orbite autour de la Terre. Ceux-ci ont été mesurés avec succès par le satellite Gravity Probe B en 2008. Dans ce problème, nous allons essayer de rendre compte de ces perturbations du mouvement classique en nous fondant sur une généralisation post-newtonienne du champ gravitationnel obtenue par analogie avec l'électromagnétisme. Cette analogie permet de comprendre l'origine des phénomènes et d'en calculer un ordre de grandeur, mais ne donne pas les mêmes résultats que la théorie de la relativité générale.

**Données numériques**

Vitesse de la lumière dans le vide	$c$	$=$	$3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Rayon de la Terre	$R_{\oplus}$	$=$	$6,4 \times 10^6 \text{ m}$
Accélération de la pesanteur à la surface de la Terre	$g$	$=$	$9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
Durée de l'année	1 an	$=$	$3,2 \times 10^7 \text{ s}$
Masse de l'électron :	$m_e$	$=$	$9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Charge élémentaire :	$e$	$=$	$1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

**Formulaire**

$$\overrightarrow{\text{rot}} (\overrightarrow{\text{rot}} \vec{A}) = \overrightarrow{\text{grad}} (\text{div} \vec{A}) - \Delta \vec{A}$$

**I. Une théorie du gravitomagnétisme**

Dans cette partie, nous allons partir de l'analogie formelle entre le champ électrique et le champ gravitationnel. Ceci nous permettra de construire l'équivalent gravitationnel des équations de Maxwell et fera apparaître un champ « gravitomagnétique », analogue du champ magnétique.

