

NOM :  
Prénom :

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER    L3 PHYSIQUE FONDAMENTALE
--

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2010–2011  
**MÉCANIQUE QUANTIQUE**  
Interrogation n° 2 (*durée 45 mn*)

### Exercice I : Matrices associées à l'opérateur moment cinétique

On note  $J_x$ ,  $J_y$  et  $J_z$  les trois composantes de l'opérateur moment cinétique d'un système quantique.

**I.1.** Écrire sans démonstration les relations de commutations entre ces trois opérateurs.

**I.2.** Montrer que  $J_z$  commute avec  $J^2 = J_x^2 + J_y^2 + J_z^2$ .

**I.3.** Quels opérateurs choisit-on de diagonaliser ? Donner sans démonstration les états propres et les valeurs propres associées.

**I.4.** Définir les opérateurs  $J_+$  et  $J_-$ , et donner leur action sur les kets propres définis au I.3.

TSVP

**I.5.** On se restreint jusqu'à la fin de l'exercice à un espace propre de  $J^2$  associé au nombre quantique  $j = 1$ , muni de la base des vecteurs propres définie au I.3. Écrire les matrices de  $J^2$  et  $J_z$  dans cette base.

**I.6.** Écrire les matrices de  $J_+$  et  $J_-$  dans cette base.

**I.7.** En déduire les matrices de  $J_x$  et  $J_y$  dans cette base.

## **Question de cours II : équation radiale de l'atome d'hydrogène**

**II.1** Écrire le hamiltonien de l'atome d'hydrogène en unités atomiques.

**II.2** Donner sans démonstration la forme de la fonction d'onde en coordonnées sphériques.

**II.3** Écrire l'équation à laquelle satisfait la partie radiale  $F_{n\ell}(r)$  de la fonction ci-dessus.