

Corrigé exercice 17

LES ORBITALES $2p$ DE L'ATOME D'HYDROGÈNE

1) Les orbitales $2p$ sont caractérisées par :

- le nombre quantique principal $n = 2$;

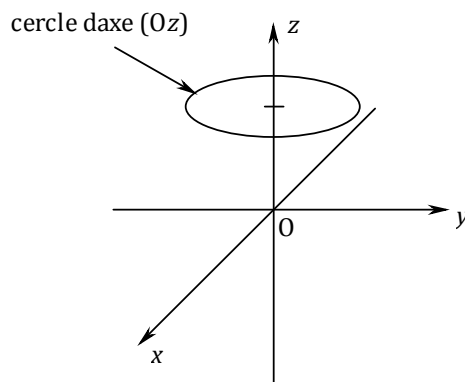
- le nombre quantique secondaire $\ell = 1$.

Le nombre quantique magnétique m_ℓ étant compris entre $-\ell$ et $+\ell$ par sauts entiers, m_ℓ peut prendre 3 valeurs : $-1, 0$ et $+1$. Il y a donc :

trois orbitales $2p$.

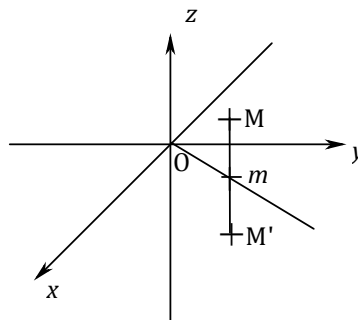
2) L'expression de la densité de probabilité de présence ρ_{2p_z} amène essentiellement à deux observations :

ρ_{2p_z} ne dépend pas de ϕ . L'ensemble des points M à r et θ fixés, c'est-à-dire sur les cercles d'axe de symétrie (Oz) possèdent donc la même densité de probabilité de présence.



On dit que l'orbitale p_z est symétrique de révolution autour de l'axe (Oz).

ρ_{2p_z} dépend de θ par le facteur $\cos^2 \theta$. Soient M et M' deux points **symétriques** par rapport au plan (xOy), c'est-à-dire de mêmes coordonnées r et ϕ , mais l'un de coordonnée θ et l'autre $\pi - \theta$. Comme $\cos \theta = -\cos(\pi - \theta)$ pour tout θ , alors $\rho_{2p_z}(M) = \rho_{2p_z}(M')$:

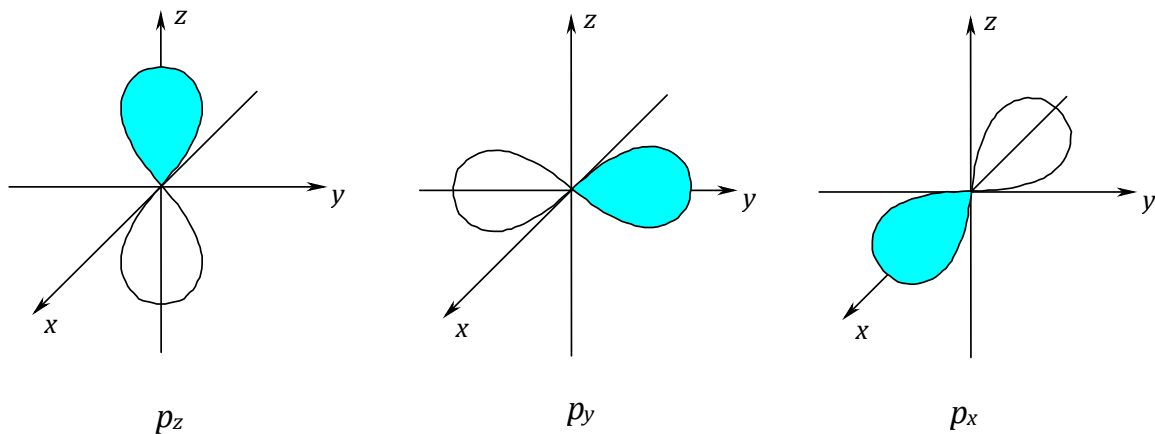


Le plan (xOy) est plan de symétrie pour la densité de probabilité de présence de $2p_z$.

On peut également remarquer que tout point de (xOy) est caractérisé par $\theta = \frac{\pi}{2}$, et donc par $\rho_{2p_z} = 0$.

On dit que le plan (xOy) est plan nodal de l'orbitale $2p_z$.

3) L'étude plus poussée des orbitales atomiques n'est pas au programme. On retiendra par cœur les représentations schématisées des trois orbitales $2p$:



L'orbitale $2p_z$ est constituée de deux **lobes** d'isodensité de probabilité de présence ; à l'intérieur de la réunion de ces lobes, on a, pour prendre la même convention que dans l'exercice sur les OA ns , 90% de chances de trouver l'électron.

Ces lobes sont symétriques de révolution autour de (Oz) .

(xOy) étant plan de symétrie pour p_z , on a 1 chance sur 2 de trouver l'électron dans le demi-espace $z > 0$ et 1 chance sur 2 dans le demi-espace $z < 0$.

L'un des lobes est colorié (ou hachuré) pour une raison qui dépasse le cadre du programme (signe de la fonction d'onde dans chaque demi-espace).

Les mêmes commentaires peuvent être faits concernant les OA $2p_y$ et $2p_x$ qui sont symétriques de révolution respectivement autour de (Oy) et (Ox) , et qui admettent pour plans de symétrie respectifs (xOz) et (yOz) .

4) Dans l'atome d'hydrogène, l'énergie d'une OA ne dépend que du nombre quantique principal selon la formule $E_n = -\frac{13,60 \text{ eV}}{n^2}$.

Les OA $2s$ et $2p$ sont donc dégénérées : $E_{2s} = E_{2p} = -3,40 \text{ eV}$.

Rappel : $E_{2p} > E_{2s}$ pour tous les atomes **poly**électroniques.

Les nombres quantiques ℓ et m_ℓ quantifient le vecteur moment cinétique orbital de l'électron. Pour l'OA $2s$, $\ell = 0$, ce qui signifie que le moment cinétique est nul. Pour les OA $2p$, $\ell = 1$, l'électron possède un moment cinétique.