

TUTORAT UE3 2011-2012 – Physique

CORRECTION Séance n°5 – Semaine du 24/ 10 /2011

Magnétisme et RMN – Pr. M. Zanca

Séance préparée par le TSN

QCM n°1: c, d

- a) Faux : Attention, en RMN, on n'utilise pas des rayons ionisants !
- b) Faux : Rappel : Spins combinés par espèce de particule, sans mélanges ($p+$ avec $p+$, n° avec n°), deux à deux, en opposition de phase. Ici, on a donc 6 protons et 8 neutrons. La résultante est nulle => expérience RMN impossible.
- c) **Vrai.**
- d) **Vrai.**
- e) Faux : le rapport gyromagnétique de l'hydrogène est le plus fort. Le reste de la phrase est vrai.
- f) Faux

QCM n°2: b, d, e

- a) Faux : Le champ magnétique est égal au produit du champ magnétisant et de la perméabilité magnétique du milieu.
- b) **Vrai**
- c) Faux : $\mu = \mu_0 (1 + \chi_m)$
- d) **Vrai**
- e) **Vrai**
- f) Faux

QCM n°3: f

- a) Faux : Le spin désigne aussi le moment cinétique intrinsèque.
- b) Faux : les bosons ont un spin ENTIER, c'est le photon qui a un spin nul.
- c) Faux : C'est justement ce qui laissait présager l'existence de particules plus élémentaires (les quarks).
- d) Faux : On ne peut faire l'IRM de la corticale osseuse, de plus c'est le proton qu'on utilise préférentiellement en IRM.
- e) Faux : Si le noyau possède un spin nul, ce sera impossible.
- f) **Vrai**

QCM n°4: a, c

- a) **Vrai.**
- b) Faux : Pour une particule chargée négativement (comme l'électron), ils sont de sens contraire.
- c) **Vrai.**

- d) Faux : Ils auront le même moment cinétique. Mais leur rapport gyromagnétique $\gamma = g \times \frac{e}{2 \times m}$ (où m = masse du proton/neutron, qui sont sensiblement égales, et g le facteur de Landé propre au noyau !) sera différent, et par conséquent leur moment magnétique.
- e) Faux : Le facteur de Landé relie les rapports gyromagnétiques intrinsèque et orbital électronique de l'ELECTRON. Et, par analogie avec celui-ci, il est utilisé pour le rapport gyromagnétique du proton et du neutron.
- f) Faux

QCM n°5 : a, e

- a) Vrai
 b) Faux : c'est en l'absence de champ que les spins sont dans « l'état oursin »
 c) Faux : les noyaux de spin nul ne seront pas mis en évidence
 d) Faux : c'est le VOLUME élémentaire
 e) Vrai
 f) Faux

QCM n°6 : a, b, d

- a) Vrai
 b) Vrai -1;0;1
 c) Faux : La répartition des spins obéit à la loi de Boltzmann à l'équilibre.
 d) Vrai
 e) Faux cf.d
 f) Faux

QCM n°7 : a

- a) **VRAI**, cf cours
 b) FAUX, c'est l'inverse
 c) FAUX, selon une configuration en **BICONE**. La configuration oursin correspond à l'absence de champ magnétique suffisant
 d) FAUX, le proton est environ 2000 fois plus lourd et $\mu = g \cdot e / (2m) \times I$; l'électron a un moment magnétique plus important
 e) FAUX, en théorie le champ magnétique terrestre pourrait permettre de faire de la RMN mais à température ambiante, l'agitation thermique est trop importante et s'y oppose
 f) FAUX

QCM n°8 : d

m prend $(2s+1)$ valeurs de $-s$ à $+s$ par pas de 1.
 Ici $m = 2 \times (7/2) + 1 = 8$ valeurs possibles.

QCM n°9 : a, b, d, e

il y a $2S+1$ valeurs possibles, donc si $S=3/2$, on a 4 valeurs possibles comprises entre $[-3/2 ; 3/2]$ par pas de 1.

QCM n°10 : b

$$\eta = \gamma \cdot B_1 \cdot t.$$

$$\text{Ici : } t = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ s et } \eta = 90^\circ = \pi/2.$$

- Calcul du γ :

$$\omega_0 = \gamma \cdot B_0 = 2\pi \cdot f_0.$$

$$\gamma = \omega_0 / B_0 = (2\pi \cdot f_0) / B_0 = (2\pi \times (6,4 \cdot 10^8 / 60)) / 2 = 33,5 \cdot 10^6 \text{ USI.}$$

- Calcul de B_1 :

$$B_1 = \eta / (\gamma \cdot t) = (\pi/2) / (33,5 \cdot 10^6 \times 1,5 \cdot 10^{-3}) = 3,125 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 31,25 \mu\text{T}.$$

QCM n°11 : f

Le nombre d'orientation possible est de $2s+1$ positions et comme $s=5/2$, il peut y avoir au maximum **6** orientations différentes

f) **VRAI**

QCM n°12 : b, d

Comme on peut le voir sur le diagramme énergétique les valeurs des différences ne peuvent être qu'entre $m=1/2$ et $m=-1/2$ ou $m=3/2$ et $m=-3/2$ ou encore entre $m=5/2$ et $m=-5/2$. La différence ne peut donc être que de 1 unité, 3 unités ou 5 unités

NB: une unité équivaut à $\gamma \hbar B_0$ pour simplifier.

a) FAUX

b) **VRAI**

c) FAUX

d) **VRAI**

e) FAUX

f) FAUX

QCM n°13: a, e

$$\omega_0 = \gamma \cdot B_0 = 2\pi \cdot f_0.$$

$$\omega_0 = 2\pi \times 26 \cdot 10^6 = 0,16 \cdot 10^9 \text{ rad/s}.$$

$$\text{Par un simple produit en croix : } 0,16 \cdot 10^9 \text{ rad/s} \rightarrow 1,5 \text{ T}$$

$$x \rightarrow 3 \text{ T}$$

$$x = 0,32 \cdot 10^9 \text{ rad/s}$$

Sachant 1 tour correspond à 2π rad : on trouve en divisant par 2π :

$$52 \cdot 10^6 \text{ tours/s} = 3,06 \cdot 10^9 \text{ tours/min}.$$

Ou alors, autre méthode : $f_0 = 26 \text{ MHz}$ dans $1,5 \text{ T}$, donc $f_0 = 52 \text{ MHz}$ dans 3 T .

$$\omega_0 = \gamma \cdot B_0 = 2\pi \cdot f_0 = 2\pi \times 52 \cdot 10^6 = 0,32 \cdot 10^9 \text{ rad/s}.$$

QCM n°14 : e

$$\eta = \tau \gamma B_1$$

On remplace sans tenir compte d'avoir ou non le temps nécessaire à la bascule puisque elle est incluse dans le résultat final, on obtient $\gamma = 7854 \text{ rad/T/s}$ et ensuite on applique **LARMOR**

$$\omega = 2\pi f = \gamma B_0 \quad \text{d'où} \quad f = \gamma B_0 / (2\pi) = 7854 \cdot 4 / (2\pi) = 5000 \text{ tours}$$

Attention à utiliser les radians et non les degrés pour le calcul!!

e) **VRAI**

QCM n°15: c

La masse du proton et la masse du neutron sont assimilables.

$$2\pi f = \gamma B \quad \Leftrightarrow \quad B = \frac{2\pi f (C13)}{g(C13) \times \frac{e}{2m}}$$

$$\text{Or : } g(C13) = \frac{g(p)}{4}$$

$$B = \frac{2\pi f (C13)}{\frac{g(p)}{4} \frac{e}{2m}} \Rightarrow B = \frac{2\pi f (C13)}{\frac{\gamma(p)}{4}} \Rightarrow B = 4.5 \text{ T}$$

QCM n°16 : c, e

On a $H=B_0/\mu_0=4/(4.\pi .10^{-7})=3,18.10^6 \text{ A.m}^{-1}$

On a $J=Mo/V= 5,9.10^{-8} / 2,2.10^{-9} =26,8 \text{ A.m}^{-1}$

Susceptibilité magnétique= $J/H=8,4.10^{-6}$

De plus, l'objet est diamagnétique (repoussé par l'aimant), donc la susceptibilité magnétique sera négative

- a) Faux $J= 26,8 \text{ A.m}^{-1}$
- b) Faux
- c) Vrai
- d) Faux
- e) Vrai
- f) Faux