

# QCMS D'OPTIQUE, RMN ET IRM



## OPTIQUE

### PARTIE MR LEGRAND :

#### 1. Au sujet du diagramme de Perrin-Jablonski :

1. L'absorption n'est possible que sur une transition entre le niveau S0 et le niveau S1.
2. Le temps de relaxation des molécules excitées vers le plus bas des sous-niveaux S1 est plus long que le temps d'absorption.
3. Le retour vers l'état fondamental à partir du plus bas des sous-niveaux S1 peut s'accompagner d'une émission de fluorescence.
4. Le retour à l'état fondamental sans émission de photon est impossible.
5. La durée de vie de l'état T1 est généralement beaucoup plus longue que celle de l'état S1.

A) 1,2,3    B) 2,4,5    C) 1,2,4    D) 2,3,5    E) 3,4,5

#### 2. A propos de la physique des lasers :

1. L'inversion de population est plus facile dans un système à 4 niveaux que dans un système à 3 niveaux.
2. L'inversion de population n'est possible que par pompage optique.
3. Si le niveau bas de la transition laser dans un système à 4 niveaux est en fait constitué d'un continuum (bande de niveaux), la longueur d'onde d'émission peut être accordée sur une large gamme spectrale.
4. Une diode laser de type ruban émet un faisceau très collimaté.
5. Les lasers à colorants organiques sont sujets à la photodégradation.

A) 1,2,3    B) 2,3,4    C) 3,4,5    D) 2,3,5    E) 1,3,5

#### 3. On considère la fluorescence et la phosphorescence d'un colorant (l'éosine Y) inséré dans une matrice de gélatine. On donne :

i) l'efficacité quantique de fluorescence vaut environ 0,61 ;

ii) La durée de vie radiative du plus bas des sous-niveaux excités S1 :  $\tau_r(S1) = 4,8 \text{ ns}$ .

#### Identifier les affirmations nécessairement fausses :

1. La longueur d'onde de fluorescence est plus courte que la longueur d'onde de phosphorescence.
2. L'efficacité quantique de phosphorescence est environ 0,43.
3. Le temps de déclin de fluorescence est d'environ 2,9 ns.
4. L'efficacité quantique de luminescence est plus petite que l'efficacité quantique de fluorescence.
5. Le temps de déclin de phosphorescence est plus court que la durée de vie radiative du plus bas des sous-niveaux T1.

A) 1,2    B) 1,3,4    C) 2,4    D) 1,2,3,5    E) 4,5

#### 4. Dans un laser He-Ne, la largeur de l'intervalle en fréquence sur lequel le gain l'emporte sur l'absorption est de 2 GHz. La cavité du laser est un Fabry-Pérot de longueur 30 cm.

Le nombre maximum de modes actifs peut être :

A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 5

5. Un film mince d'épaisseur uniforme apparaît violet (400 nm) par réflexion d'un éclairage en lumière blanche (incidence normale). L'indice de réfraction du film est d'environ  $n = 1,6$ .

A l'aide de la condition d'interférences constructives, indiquer, parmi les valeurs suivantes de son épaisseur (exprimées en nm), celles qui sont possibles :

1. 125
  2. 250
  3. 350
  4. 375
  5. 625
- A) 2,3    B) 1,3,4    C) 3,4,5    D) 1,4,5    E) 4,5

6. Pour une longueur d'onde de 600 nm, le coefficient d'absorption d'un échantillon de sang et son coefficient de diffusion valent chacun environ  $200 \text{ cm}^{-1}$ . En déduire (en microns) l'épaisseur de l'échantillon pour laquelle l'intensité transmise vaut  $e^{-1} = 0,37$  fois l'intensité incidente :

- A) 10    B) 25    C) 50    D) 250    E) 400

### PARTIE MR SEPULCHRE:

7. A propos de l'image d'un objet réel par une lentille divergente :

- A) Cette image est réelle si l'objet est placé devant le plan focal.
- B) Cette image est renversée.
- C) La taille de l'image est toujours plus petite que celle de l'objet.
- D) En valeur absolue la distance objet est inférieure à la distance image.
- E) Si l'objet est dans le plan focal, l'image est envoyée à l'infini .

8. Quelle est la puissance des verres qu'il faut fournir à une personne presbyte dont le punctum remotum est à l'infini mais dont la vision rapprochée est floue en deçà de 75 cm ? La réponse est exprimée en dioptries:

- A) 0.25    B) 1    C) 1.3    D) 2.7    E) 4

9.a. On considère un microscope dont l'intervalle optique est 20 cm, et dont les distances focales de l'objectif et de l'oculaire sont respectivement 1cm et 5cm. Quel est le grossissement de ce microscope ?

- A) 100    B) 200    C) 250    D) 300    E) 400

10.b. Quelle est la puissance de l'oculaire de ce microscope?

- A)  $2 \delta$     B)  $5 \delta$     C)  $10 \delta$     D)  $15 \delta$     E)  $20 \delta$

11. On souhaite déposer une couche antireflet sur une lame de diamant, en utilisant un matériau d'indice  $n = 1.5$ .

Quelle est l'épaisseur de cette couche si on souhaite qu'il n'y ait aucun rayon réfléchi en incidence normale lorsque la longueur d'onde de ce rayonnement est de 600 nm ?

- A) 600 nm    B) 300 nm    C) 150 nm    D) 100 nm    E) 50 nm

**12.a. On considère un réseau optique mesurant 1 cm de largeur, dont les fentes sont espacées tous les 20 microns. Si cet élément est éclairé par un faisceau de lumière blanche parallèle à l'axe optique, sous quel angle observe-t-on le pic d'ordre 1 correspondant à la longueur d'onde  $\lambda = 600 \text{ nm}$  ? La réponse est donnée en degrés (en utilisant l'approximation  $2\pi = 6$ ) :**

- A) 0.03    B) 0.18    C) 1.8    D) 3.6    E) 10.8

**13.b. Quelle est la largeur angulaire relative de ce pic d'intensité à 600 nm ?**

- A) 0.1 %    B) 0.2 %    C) 0.5 %    D) 1%    E) 2 %

**14. Quel est le pouvoir séparateur limité par la diffraction, d'un microscope dont l'ouverture est de 1 cm, la distance objet-objectif est de 2cm, l'indice de réfraction à l'intérieur du microscope est  $n=1$ , et la longueur d'onde utilisée est de 500 nm. La réponse est exprimée en microns :**

- A) 0.15    B) 0.2    C) 0.31    D) 0.61    E) 1.2

## RMN

**15.a Quelle est la fréquence de Larmor en Mhz d'un proton se trouvant dans un champ magnétique de 5 Teslas ? On donne le rapport gyromagnétique du proton environ égal à 268 .**

- A. 42,6    B.127,8    C.213    D.340,8    E.426

**16.b En déduire la vitesse angulaire de rotation, en radian/s, de ce proton :**

- A.1,34.10<sup>9</sup>    B.53,6    C. 426    D. 4,26.10<sup>9</sup>    E.1340

**17. A propos du phénomène de résonance magnétique nucléaire (les justes):**

1. Dans les noyaux, les nucléons ont un mouvement de rotation sur eux-mêmes: un moment cinétique ou « spin ».
  2. Le moment magnétique du neutron est lié aux quarks qui le composent car ceux-ci sont chargés.
  3. Les noyaux ne possèdent pas de moment magnétique.
  4. La précession est le résultat de l'application d'un champ magnétique sur un objet présentant un moment cinétique.
  5. Lors du phénomène de résonance, l'onde radiofréquence est la fréquence de Larmor, elle va communiquer de l'énergie au système et provoquer l'inversion de précession des protons.
- A. 1,2,3    B.2,3,4    C.3,4,5    D.1,2,5    E. 1,4,5

**18. Donner l'ensemble des propositions exactes:**

1. Le nombre quantique de spin d'un noyau est égal à la somme des spins des protons.
  2. Le nombre quantique de spin du noyau d'oxygène 16 est égal à 0.
  3. La précession est le résultat de l'application d'un champ magnétique sur les noyaux d'hydrogène de l'organisme.
  4. La résonance consiste à incliner le vecteur d'aimantation par rapport à sa position d'équilibre.
  5. La mesure de l'aimantation se fait lors de la phase de résonance.
- A. 1,2,3    B. 1,4,5    C.2,3,4    D. 3,4,5    E. 2,3,5

**19. Quel est l'ensemble de propositions justes?**

- 1) Un neutron présente un moment magnétique.
  - 2) Dans un noyau de deutérium  ${}^2_1H$ , le proton et le neutron s'associent, leurs spins s'annulent, donc il n'y a pas de moment magnétique.
  - 3) Le mouvement de précession d'un noyau traduit le fait qu'il tourne autour de lui-même.
  - 4) Dans l'expression du moment magnétique, le rapport gyromagnétique est une constante qui dépend uniquement du noyau considéré.
  - 5) De par son électronégativité, le noyau d'oxygène stable (celui majoritairement retrouvé dans la nature) est fréquemment utilisé pour produire des RMN.
- A)1,3,4    B)2,5    C)1,2,3,4,5    D)2    E)1,3,4,5

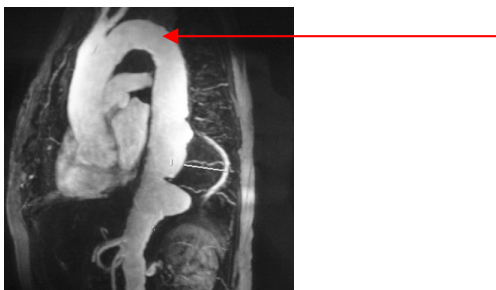
**20. Parmi les propositions suivantes, quelles sont les phases qui interviennent dans le phénomène de résonance magnétique nucléaire?**

- 1) Phase de battement
  - 2) Phase de relaxation
  - 3) Phase d'accélération
  - 4) Phase de résonance
  - 5) Phase de repos
- A)2,3,4    B)2,4    C)1,5    D)3,4,5    E)1,2

**IRM**

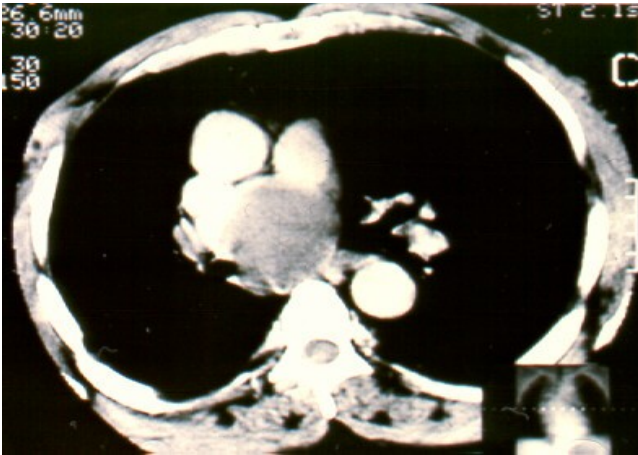
**21. Concernant La densité de protons ( $\rho$ ):**

- 1) Rho ( $\rho$ ) correspond à la concentration en atome d'Hydrogène (H).
- 2) Une absence d'hydrogène dans un tissu donne lieu à une absence de signal.
- 3) En absence d'hydrogène, le tissu apparait en hyposignal c'est-à-dire en blanc.
- 4) La valeur de rho est importante dans l'os.
- 5) Le tissu montré par la flèche ci-dessous (crosse de l'aorte) est riche en eau par rapport aux autres éléments présents sur cette IRM.



- A) 1, 2    B) 1, 3    C) 2, 4    D) 2,5    E) 4, 5

**22. Concernant la photographie ci-dessous représentant une IRM d'une coupe transversale du thorax :**



**La flèche rose correspond :**

- 1) A une zone en hypersignal.
- 2) A une zone en hyposignal .
- 3) A du sang .
- 4) A de l'air .
- 5) A une partie du poumon gauche.

A) 1, 3      B) 4,5      C) 2, 3      D) 2,4      E) 2, 5

**23. Concernant les paramètres de L'IRM:**

- 1) Ils sont aux nombres de 3: Rho, T1 et T2.
- 2) Un T1 court correspond à un hyposignal.
- 3) T1 est le temps de recroissance en z.
- 4) T1 dépend du nombre de noyaux d'hydrogènes.
- 5) Un T2 long correspond à un hypersignal.

A) 1, 2, 3      B) 1, 3, 4      C) 1, 4,5      D) 1, 2, 4      E) 1, 3, 5

**24. Concernant les séquences d' IRM:**

- 1) On utilise la séquence Echo de Spin pour compenser le déphasage des spins et le rendre mesurable grâce à un système d'écho.
- 2) Pour obtenir des échos favorables à l'obtention d'une bonne image IRM, on peut jouer sur le temps de bascule  $\pi/2$  qui correspond au Temps d'écho (TE).
- 3) Prendre un TR (Temps de Relaxation) Long permet d'obtenir un bon contraste entre des tissus de T1 différents.
- 4) Prendre un TR (Temps de Relaxation) Court permet d'obtenir un bon contraste entre des tissus de T1 différents.
- 5) L'image B a un TR plus Long.

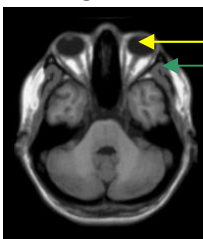


IMAGE A

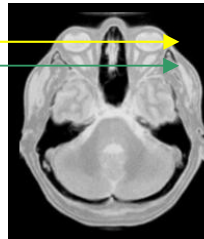


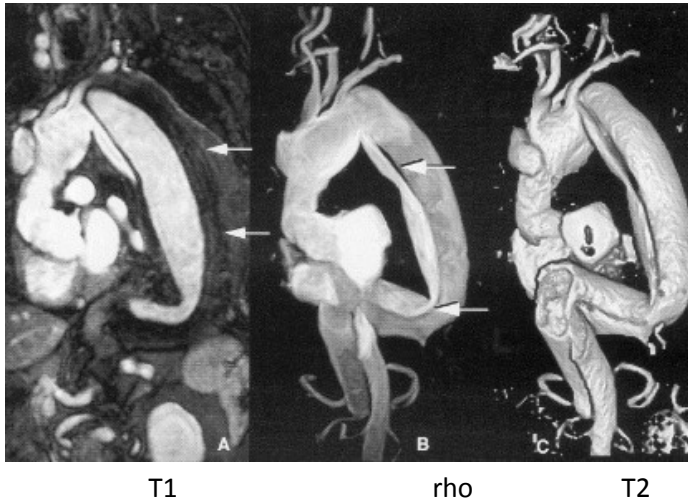
IMAGE B

Flèche jaune : humeur vitrée: T1 (ms) = 2500

Flèche verte : Graisse: T1 (ms) = 150

A) 1, 4, 5      B) 1, 3, 5      C) 1, 2, 3      D) 1, 2, 4      E) 1, 5

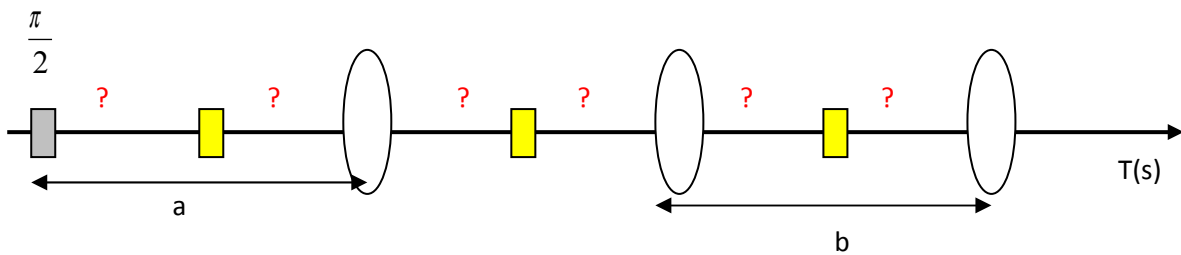
25. Voici une séquence d'Angio-IRM :



Donner les lettres correspondant à une affirmation exacte :

- A) TR= 600 ms Pour l'image pondérée en T1  
TE= 15 ms
- B) TR= 3500 ms Pour l'image pondérée en T1  
TE= 15 ms
- C) TR= 3500 ms Pour l'image pondérée en rho  
TE= 15 ms
- D) TR = 600ms Pour l'image pondérée en rho  
TE = 15 ms
- E) TR= 3500ms Pour l'image pondérée en T2  
TE = 90 ms

26. Concernant les actions de la séquence :



- 1) Le ? Correspond au rythme des bascules  $\pi$ .
- 2) Le ? correspond au déphasage pendant un temps  $\tau$ .
- 3) L'ovale correspond au moment où l'on mesure un phénomène d'écho.
- 4) La flèche «a» correspond au Temps de relaxation (TR).
- 5) La flèche «b» donne l'intervalle  $2\tau$ .
- 6) Le temps d'écho (TE) correspond au temps de déphasage:  $TE= 2\tau$ .

Parmi les propositions ci-dessus combien sont justes?

- A) 6
- B) 5
- C) 4
- D) 3
- E) 2

**27. Concernant L'IRM, donner la lettre comprenant l'ensemble des items justes:**

- 1) L'IRM est basée sur des principes de contrastes qui permettent de visualiser différentes structures de l'organisme.
- 2) Les noyaux d'hydrogène tournent à la même vitesse : c'est le déphasage de spin.
- 3) Le déphasage est trop rapide pour être mesuré donc, pour compenser, on utilise un phénomène d'écho.
- 4) Il faut deux échos distincts pour obtenir une image nette.
- 5) Après la résonance, il s'en suit une relaxation, durant laquelle la composante horizontale de M ainsi que son module s'annule.

A) 1,2                  B) 1,3                  C) 1,4                  D) 1,5                  E) 1

**28. Donner les vraies :**

- 1) Un TR long permet d'avoir des images pondérées en T1.
- 2) Un TR long plus un TE court donnent des images pondérées en rho.
- 3) T2 est la constante de temps qui caractérise la recroissance de la magnétisation dans l'axe z.
- 4) Lorsque  $t=T1$  on a une recroissance de la magnétisation dans l'axe z égale a 37%.
- 5) Il faut utiliser des images pondérées en T2 pour discriminer une tumeur présente dans la substance blanche.

A/1,2,4                  B/2,3,4                  C/1,4,5                  D/1,2,5                  E/2,4,5

**29. En IRM du proton , les tissus gras ont un  $T1=150ms$  et un tissu pathologique voisin a un  $T1=600ms$ . On utilise une séquence écho de spin avec un TR de 600ms . Les composantes verticales ( $Mz$ ) de magnétisation de ces tissus immédiatement avant la bascule  $\pi/2$  suivante récupère:**

- 1) 98% de sa valeur initiale pour le tissu gras
- 2) 63% de sa valeur initiale pour le tissu gras
- 3) 37% de sa valeur initiale pour le tissu gras
- 4) 100% de sa valeur initiale pour le tissu pathologique
- 5) 63% de sa valeur initiale pour le tissu pathologique

A/1,4                  B/1,5                  C/2,4                  D/2,5                  E/4