



---

# **Universidad de Valladolid**

## **TITULADO SUPERIOR RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**PROCESO SELECTIVO PARA INGRESO COMO PERSONAL LABORAL FIJO EN DIVERSAS  
PLAZAS VACANTES OBJETO DE ESTABILIZACIÓN DE PERSONAL TÉCNICO DE GESTIÓN, Y  
DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS, MEDIANTE CONCURSO-OPOSICIÓN LIBRE DE LA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
CONVOCADO POR RR. DE 18 DE NOVIEMBRE DE 2022**

**ÚNICO EJERCICIO**

- 1) De acuerdo con los Estatutos de la Universidad de Valladolid, aprobados por Acuerdo 111/2020, de 30 de diciembre, de la Junta de Castilla y León, ¿cuál de los siguientes NO es un fin fundamental de la Universidad de Valladolid?:
  - a) La educación superior, ofrecida en régimen de igualdad de oportunidades, para la preparación científica, técnica o artística, así como cívica, profesional y cultural de sus estudiantes.
  - b) La promoción de la transferencia y de la aplicación de los conocimientos para favorecer la innovación, la calidad de la vida y el desarrollo económico y social sostenible.
  - c) La difusión, en todas sus manifestaciones, de la cultura y el conocimiento a través, entre otros medios, de la extensión universitaria y la formación permanente a lo largo de la vida.
  - d) Velar por la proyección y relevancia social de los estudios impartidos por la Universidad de Valladolid, a fin de favorecer la inserción de los estudiantes en el mundo laboral.
- 2) De acuerdo con el II Convenio Colectivo del Personal laboral de Administración y Servicios de las Universidades públicas de Castilla y León, las propuestas de elaboración y de modificación de las RPTs del personal laboral,
  - a) Se efectuarán por el Gerente de cada Universidad, previa negociación con los correspondientes órganos de representación, y se publicarán anualmente.
  - b) Se efectuarán por el Gerente de cada Universidad, previo acuerdo con los correspondientes órganos de representación, y se publicarán cuando incluyan modificaciones.
  - c) Se efectuarán por la Comisión Permanente del Consejo de Gobierno de la Universidad, previo acuerdo con los correspondientes órganos de representación, y se publicarán cuando impliquen incrementos de coste.
  - d) Se efectuarán por el Rector o Rectora, previo acuerdo del Gerente con los correspondientes órganos de representación, y se publicarán anualmente.
- 3) De acuerdo con el II Convenio Colectivo del Personal laboral de Administración y Servicios de las Universidades públicas de Castilla y León, y en relación con el procedimiento especial para la provisión de plazas transformadas, la plaza transformada no podrá ser objeto de nueva transformación en el plazo de:
  - a) 3 años
  - b) 5 años.
  - c) 2 años.
  - d) 1 año.

- 4) Conforme con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, la efectividad de las medidas preventivas deberá prever:
- a) Las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.
  - b) Las negligencias o imprudencias temerarias que pudiera cometer el trabajador.
  - c) Las acciones inadecuadas del trabajador por incumplimiento de órdenes de trabajo.
  - d) Las actuaciones inadecuadas que pudiera cometer el trabajador, en función de las reglamentaciones aplicables.
- 5) De acuerdo con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, el Comité de Seguridad y Salud se reunirá:
- a) Trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo.
  - b) Cada seis meses.
  - c) Anualmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo.
  - d) Mensualmente.
- 6) Conforme con la Ley 15/2022, de 12 de julio, integral para la igualdad de trato y la no discriminación, se produce discriminación múltiple
- a) Cuando una persona es discriminada de manera simultánea o consecutiva por dos o más causas de las previstas en dicha ley.
  - b) Cuando una persona es discriminada de manera simultánea o consecutiva por tres o más causas de las previstas en dicha ley.
  - c) Cuando dos o más personas son discriminadas por alguna de las causas previstas en dicha ley.
  - d) Cuando tres o más personas son discriminadas por alguna de las causas previstas en dicha ley.
- 7) ¿Qué tipo de transición cuántica genera la radiación electromagnética que se mide en las espectroscopias de Absorción, emisión y fluorescencia ultravioleta-visible?
- a) Electrón interno.
  - b) Electrones de enlace.
  - c) Rotación de moléculas.
  - d) Vibración de moléculas.

- 8) Respecto al principio que establece que cuando dos o más ondas atraviesan el mismo espacio, ocurre una perturbación que es la suma de las perturbaciones causadas por las ondas individuales. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es correcta.
- a) Se denomina Principio Constructivo.
  - b) Se denomina Principio de Pulsación.
  - c) Nos permite aplicar la Transformación de Fourier.
  - d) Este principio se aplica exclusivamente a las ondas electromagnéticas en las que dichas perturbaciones involucran un campo eléctrico.
- 9) Respecto a la transmisión de radiación electromagnética a través de una sustancia transparente, señale la respuesta incorrecta:
- a) Como no se observa un cambio de frecuencia, la interacción *no puede* involucrar una transferencia permanente de energía.
  - b) La interacción involucrada en la transmisión se puede atribuir a la polarización periódica de las especies atómicas y moleculares que constituyen el medio.
  - c) La polarización implica la deformación temporal de las nubes de electrones asociadas con átomos o moléculas a causa del campo electromagnético alternante de la radiación.
  - d) Puesto que hay cambio de energía neto en este proceso, la frecuencia de la radiación emitida no se modifica, pero la velocidad de su propagación aumenta.
- 10) En cuanto a la precesión de los núcleos en presencia de un campo magnético, elija la afirmación correcta:
- a) La frecuencia de Larmor es siempre mayor que la frecuencia de la radiación absorbida que se deduce desde las consideraciones de la mecánica cuántica.
  - b) Para que el dipolo magnético cambie de dirección bruscamente, debe haber una fuerza magnética paralela al campo fijo que se mueva con una trayectoria circular en fase con el dipolo de precesión
  - c) Si la frecuencia de rotación del vector campo magnético de la radiación es igual a la frecuencia de precesión del núcleo, puede tener lugar la inversión brusca y la absorción.
  - d) Sólo se absorbe la componente magnética de la radiación de excitación que gira en la dirección contraria de precesión.
- 11) Las bases teóricas de la espectroscopia de resonancia magnética nuclear fueron formuladas en 1924 por:
- a) F. Bloch.
  - b) W. Heisenberg.
  - c) E. Purcell.
  - d) W. Pauli.

- 12) ¿Qué afirmación NO podemos hacer si hablamos del desplazamiento químico?
- a) Se debe a los campos magnéticos secundarios producidos por corrientes diamagnéticas locales, que son inducidas por el campo magnético fijo y que pueden reducir o aumentar éste.
  - b)  $\sigma$  es la constante de selectividad, la cual está determinada por la densidad de electrones y su distribución espacial alrededor del núcleo. En el caso de un núcleo aislado  $\sigma=1$ .
  - c) El desplazamiento químico se utiliza para identificar grupos funcionales y como un auxiliar para determinar la configuración estructural de los grupos.
  - d) Los efectos de los enlaces múltiples sobre el desplazamiento químico pueden explicarse tomando en cuenta las propiedades magnéticas anisotrópicas de estos compuestos.
- 13) Si decimos: “Se basa en el efecto que los espines de un conjunto de núcleos ejercen sobre el comportamiento de la resonancia de otro. Es decir, hay una débil interacción entre dos grupos de protones adyacentes. Este fenómeno tiene lugar mediante las interacciones entre los núcleos y los electrones de enlace, y no a través del espacio libre”, estaremos hablando de:
- a) Anisotropía magnética.
  - b) Desplazamiento químico.
  - c) Acoplamiento escalar.
  - d) Decaimiento libre de inducción.
- 14) Desde la perspectiva vectorial, si decimos que “al final del segundo período  $\tau$  la magnetización acaba teniendo siempre la misma orientación, independientemente de los valores de  $\tau$  y del offset  $\Omega$ ”, estaríamos hablando de:
- a) Pulsos de distinta fase.
  - b) Relajación.
  - c) Calibración del pulso.
  - d) El experimento spin-echo.

15) Una de las consecuencias de emplear la transformada de Fourier es la necesidad de corregir la fase en los espectros monodimensionales. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es cierta.

- a) Corrección de fase de "orden cero": este error es constante para todos los vectores de magnetización y es independiente de las frecuencias de resonancia. Corrección de fase de "primer orden": las resonancias a mayores desplazamientos químicos requieren mayores correcciones de fase.
- b) Corrección de fase de "primer orden": este error es constante para todos los vectores de magnetización y es independiente de las frecuencias de resonancia. Corrección de fase de "segundo orden": las resonancias a mayores desplazamientos químicos requieren mayores correcciones de fase.
- c) Corrección de fase de "orden cero": las resonancias a mayores desplazamientos químicos requieren mayores correcciones de fase. Corrección de fase de "primer orden": este error es constante para todos los vectores de magnetización y es independiente de las frecuencias de resonancia.
- d) Corrección de fase de " primer orden ": las resonancias a mayores desplazamientos químicos requieren mayores correcciones de fase. Corrección de fase de "segundo orden": este error es constante para todos los vectores de magnetización y es independiente de las frecuencias de resonancia.

16) Si un espectrómetro con buena homogeneidad de campo la FID decae rápidamente, ¿cómo sería la anchura de la señal esperada y qué tiempo de relajación está implicado en el proceso?

- a) Un ancho de línea grande debido al tiempo de relajación transversal  $T_2$ .
- b) Un ancho de línea estrecho debido al tiempo de relajación longitudinal  $T_1$ .
- c) Un ancho de línea grande debido al tiempo de relajación longitudinal  $T_1$ .
- d) Un ancho de línea estrecho debido al tiempo de relajación transversal  $T_2$ .

17) Queremos mejorar la resolución en un espectro de  $^1\text{H}$  y la relación señal-ruido en un espectro de  $^{13}\text{C}$ . Indique el signo de las funciones ventana exponencial (lb) y gaussiana (gf) para alcanzar ese objetivo.

- a) Resolución  $^1\text{H}$ : lb = negativo, gf = negativo; Señal-ruido  $^{13}\text{C}$ : lb = negativo.
- b) Resolución  $^1\text{H}$ : lb = negativo, gf = positivo; Señal-ruido  $^{13}\text{C}$ : lb = negativo.
- c) Resolución  $^1\text{H}$ : lb = negativo, gf = positivo; Señal-ruido  $^{13}\text{C}$ : lb = positivo.
- d) Resolución  $^1\text{H}$ : lb = positivo, gf = positivo; Señal-ruido  $^{13}\text{C}$ : lb = positivo.

18) En los espectrómetros modernos equipados con bobinas de gradientes en el eje z, indique cuál es valor de la potencia máxima de gradiente en sondas de 5 mm:

- a) 50-60 mT/cm.
- b) 20-30 G/cm.
- c) 50-60 T/cm.
- d) 50-60 G/cm.

19) Los experimentos de RMN requieren que el campo magnético sea uniforme a lo largo de todo el volumen de muestra. Indique cuántos niveles de optimización de campo existen para obtener ese fin:

- a) (I) La construcción del propio imán solenoide superconductor, (II) bobinas “shims” superconductoras, (III) bobinas “shims” de temperatura ambiente.
- b) (I) La construcción del propio imán solenoide superconductor, (II) bobinas “shims” de temperatura ambiente.
- c) (I) bobinas “shims” superconductoras, (II) bobinas “shims” de temperatura ambiente; (III) bobinas “shims” de alta temperatura
- d) (I) La construcción del propio imán solenoide superconductor, (II) bobinas “shims” superconductoras, (III) bobinas “shims” de alta temperatura.

20) En nuestro servicio de RMN tenemos tres consolas con la siguiente configuración de canales de radiofrecuencias: 1º) 3 canales de: alta, alta y baja frecuencia, 2º) 2 canales de: alta y baja frecuencia, 3º) 3 canales de: alta, baja y baja frecuencia. Y tres sondas con los siguientes intervalos de sintonía: I) alta frecuencia ( $^1\text{H}$  o  $^{19}\text{F}$ ), baja frecuencia ( $^{31}\text{P}$  -  $^{15}\text{N}$ ), II) alta frecuencia ( $^1\text{H}$  y  $^{19}\text{F}$ ), baja frecuencia ( $^{31}\text{P}$  -  $^{15}\text{N}$ ), III) alta frecuencia ( $^1\text{H}$  y  $^{19}\text{F}$ ), baja frecuencia ( $^{31}\text{P}$  -  $^{15}\text{N}$ ), baja frecuencia ( $^{31}\text{P}$ ). Elija la combinación posible de consolas y sondas para realizar un experimento  $^{19}\text{F}\{^1\text{H}\}$ - $^{195}\text{Pt}$  HBMC:

- a) No es posible realizar ese experimento con ninguna combinación posible de consolas y sondas.
- b) 1º consola y I sonda.
- c) 3º consola y II sonda.
- d) 1º consola y III sonda.

21) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones NO es cierta en relación con una sonda criogénica?

- a) Las sondas criogénicas enfriadas con helio utilizan un sistema de circuito cerrado que enfría las bobinas de radiofrecuencia y los preamplificadores a 50 K.
- b) Las sondas criogénicas son menos eficientes a intensidades de campos magnético más altos y para núcleos con altos valores de  $\gamma$ .
- c) La contribución del ruido que procede de la muestra se puede disminuir empleando tubos de RMN rectangulares en lugar de los tubos habituales de sección circular.
- d) Muestras con altas concentraciones salinas conducen a disminución en el rendimiento de sensibilidad de la sonda criogénica.

22) Para qué se emplea el aire comprimido en un laboratorio de RMN:

- a) (I) Introducir/expulsar muestra dentro del imán, (II) rotación del tubo de RMN dentro del imán, (III) funcionamiento muestreador automático, (IV) regular la temperatura de la sonda, (V) regular el sistema anti-vibraciones del imán, (VI) gas de impulsión para rellenar el imán con nitrógeno líquido.
- b) (I) Introducir/expulsar muestra dentro del imán, (II) rotación del tubo de RMN dentro del imán, (III) funcionamiento muestreador automático, (IV) enfriar las bobinas del cañón de “shims”, (V) regular la temperatura de la sonda, (VI) regular el sistema anti-vibraciones del imán, (VII) gas de impulsión para rellenar el imán con nitrógeno líquido.
- c) (I) Introducir/expulsar muestra dentro del imán, (II) rotación del tubo de RMN dentro del imán, (III) funcionamiento muestreador automático, (IV) regular la temperatura de la sonda, (V) regular el sistema anti-vibraciones del imán.
- d) (I) Introducir/expulsar muestra dentro del imán, (II) rotación del tubo de RMN dentro del imán, (III) funcionamiento muestreador automático, (IV) enfriar las bobinas del cañón de “shims”, (V) regular la temperatura de la sonda, (VI) regular el sistema anti-vibraciones del imán.

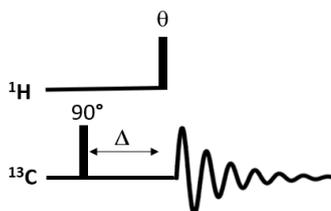
23) Indique la frecuencia temporal más apropiada de algunas tareas de mantenimiento que hay que realizar dentro de un servicio de RMN:

- a) Rellenado de nitrógeno líquido (semanal) y helio líquido al imán (normalmente semanal). Ajuste de la homogeneidad de campo magnético mediante “shimming” (semanal). Calibraciones de los distintos pulsos de radiofrecuencia (trimestral).
- b) Rellenado de nitrógeno líquido (semanal) y helio líquido al imán (normalmente cuatrimestral). Ajuste de la homogeneidad de campo magnético mediante “shimming” (mensual). Calibraciones de los distintos pulsos de radiofrecuencia (cuatrimestral).
- c) Rellenado de nitrógeno líquido (cuatrimestral) y helio líquido al imán (normalmente cuatrimestral). Ajuste de la homogeneidad de campo magnético mediante “shimming” (semanal). Calibraciones de los distintos pulsos de radiofrecuencia (trimestral).
- d) Rellenado de nitrógeno líquido (semanal) y helio líquido al imán (normalmente cuatrimestral). Ajuste de la homogeneidad de campo magnético mediante “shimming” (semanal). Calibraciones de los distintos pulsos de radiofrecuencia (semanal).

24) ¿Qué significado tiene la palabra “quench” en el campo del RMN?

- a) Es la pérdida repentina de la superconductividad en el imán, lo que produce que el helio líquido pase rápidamente a estado gaseoso.
- b) Es el fenómeno por el cual el imán atrae hacia si materiales magnéticos.
- c) Es cuando un imán se rellena con líquidos criogénicos.
- d) Es cuando un imán se carga con corriente eléctrica para generar el campo magnético intenso.

25) La siguiente secuencia de pulsos se emplea para calibrar el ángulo  $\theta$  de pulso de radiofrecuencia, ¿de qué tipo?



(Nota: se emplea un grupo CH y el tiempo de retardo  $\Delta$  es igual a  $1/2J_{CH}$ )

- a) Calibración directa de núcleos alta sensibilidad.
- b) Calibración directa de núcleos baja sensibilidad.
- c) Calibración indirecta de núcleos alta sensibilidad.
- d) Calibración indirecta de núcleos baja sensibilidad.

26) ¿Cómo se denomina al cambio en la frecuencia de resonancia de una línea cuando se aplica una irradiación cercana de campo B2 de baja potencia?

- a) Desplazamiento de Bloch – Siegert.
- b) Desplazamiento de Bloch – Hahn.
- c) Desplazamiento de Hartmann – Hahn.
- d) Desplazamiento de Bloch – Purcell.

27) Un pulso de radiofrecuencia tiene la energía necesaria para para excitar espines nucleares en un intervalo de frecuencias debido al empleo de:

- a) Radiación láser.
- b) Radiación monocromática, pero gracias al principio de incertidumbre de Heinsberg se comporta como si fuera policromática.
- c) Radiación cercana al ultravioleta.
- d) Radiación policromática, pero gracias al principio de incertidumbre de Heinsberg se comporta como si fuera monocromática.

28) Indique cuál es el pulso compuesto equivalente a un pulso duro de  $180_x^\circ$ :

- a)  $90_x^\circ 180_y^\circ 90_x^\circ$
- b)  $90_y^\circ 180_x^\circ 90_y^\circ$
- c)  $90_x^\circ 90_y^\circ$
- d)  $90_y^\circ 90_y^\circ 180_x^\circ$

29) Indique la respuesta correcta en relación con la forma de línea y resolución de una señal de resonancia:

- a) La forma de línea se define por el ancho de la señal de resonancia a 0.55 y 0.11 % de la altura del pico. La resolución se define por el ancho de línea a mitad de altura  $\Delta\nu_{1/2}$  de la resonancia.
- b) La resolución se define por el ancho de la señal de resonancia a 0.55 y 0.11 % de la altura del pico. La forma de línea se define por el ancho de línea a mitad de altura  $\Delta\nu_{1/2}$  de la resonancia.
- c) La forma de línea se define por el ancho de la señal de resonancia a 0.50 y 0.10 % de la altura del pico. La resolución se define por el ancho de línea a mitad de altura  $\Delta\nu_{1/2}$  de la resonancia.
- d) La resolución se define por el ancho de la señal de resonancia a 0.50 y 0.10 % de la altura del pico. La forma de línea se define por el ancho de línea a mitad de altura  $\Delta\nu_{1/2}$  de la resonancia.

30) Indique que secuencia se emplea durante “gradient shimming”.

- a) Espín eco de gradientes.
- b) Eco de gradientes.
- c) Doble espín eco de gradientes.
- d) Eco estimulada de gradientes.

31) Una manera de calcular el tiempo de relajación  $T_1$  es empleando el método inversión-recuperación. En esta secuencia, cuando la magnetización longitudinal pasa por el plano x-y, las señales desaparecen en el espectro y se denomina  $t_{\text{null}}$ . Indique qué ecuación permite calcular  $T_1$  empleando este método a partir del  $t_{\text{null}}$ .

- a)  $t_{\text{null}} = T_1 \ln 2$
- b)  $T_1 = t_{\text{null}} \ln 2$
- c)  $t_{\text{null}} = 2 T_1 \ln 2$
- d)  $T_1 = 2 t_{\text{null}} \ln 2$

32) Indique qué problemas puede presentar la medida de  $T_2$  si el tiempo  $t$  entre pulsos es demasiado largo y qué secuencia permite eliminar alguna de estas complicaciones.

- a) Difusión molecular y evolución del desplazamiento químico  $\delta$ . La secuencia CPMG es capaz de suprimir la modulación  $\delta$ .
- b) Difusión molecular y evolución del acoplamiento escalar  $J$ . La secuencia PROJECT es capaz de suprimir la modulación  $J$ .
- c) Evolución tanto del acoplamiento escalar  $J$  como del desplazamiento químico  $\delta$ . La secuencia PROJECT es capaz de suprimir la modulación  $\delta$ .
- d) Difusión molecular y evolución del acoplamiento escalar  $J$ . La secuencia CPMG es capaz de suprimir la difusión molecular.

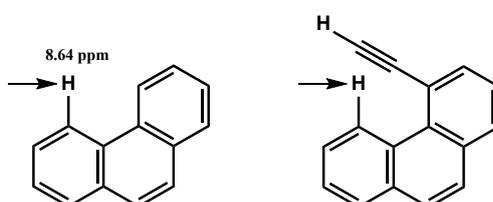
33) Indique cuál son los mecanismos de relajación de espines nucleares:

- a) (I) Relajación dipolo-electrón-dipolo, (II) Relajación por anisotropía de acoplamiento J (III) Relajación por rotación de espín, (IV) Relajación por momento magnético.
- b) (I) Relajación dipolo-dipolo, (II) Relajación por anisotropía de desplazamiento químico, (III) Relajación por rotación de espín, (IV) Relajación cuadrupolar.
- c) (I) Relajación dipolo-dipolo, (II) Relajación por anisotropía de desplazamiento químico, (III) Relajación por difusión de espín, (IV) Relajación cuadrupolar.
- d) (I) Relajación dipolo-electrón-dipolo, (II) Relajación por anisotropía de acoplamiento J, (III) Relajación por rotación de espín, (IV) Relajación por momento magnético.

34) Indique la respuesta correcta en relación el apantallamiento diamagnético y paramagnético:

- a) Las corrientes diamagnéticas de apantallamiento se originan por los movimientos electrónicos dentro de orbitales atómicos o moleculares. Produce un efecto apantallante y aumenta el valor del campo magnético inicial  $B_0$ .
- b) Las corrientes diamagnéticas de apantallamiento se originan por la circulación electrónica entre diferentes estados excitados accesibles debido a la perturbación creada por el campo magnético externo. Produce un efecto desapantallante y disminuye el valor del campo magnético inicial  $B_0$ .
- c) Las corrientes paramagnéticas de apantallamiento se originan por los movimientos electrónicos dentro de orbitales atómicos o moleculares. Produce un efecto apantallante y aumenta el valor del campo magnético inicial  $B_0$ .
- d) Las corrientes paramagnéticas de apantallamiento se originan por la circulación electrónica entre diferentes estados excitados accesibles debido a la perturbación creada por el campo magnético externo. Produce un efecto desapantallante y aumenta el valor del campo magnético inicial  $B_0$ .

35) El protón de la figura de la izquierda en el fenantreno resuena a 8.64 ppm. Estime el desplazamiento químico del protón de la figura de la derecha (indicado con una flecha) sabiendo que en sus proximidades se encuentra un triple enlace.



- a) No hay cambio: 8.64 ppm
- b) ~ 5 ppm
- c) ~ 10 ppm
- d) ~ - 2 ppm

36) Prediga el número de señales del ion  $\text{BH}_4^-$  en un espectro de RMN de  $^1\text{H}$  ( $^{10}\text{B}$ : abundancia = 19.90 %,  $I = 3$ ;  $^{11}\text{B}$ : abundancia = 80.1 %,  $I = 3/2$ ):

- a) 6 señales intensas y 12 señales pequeñas.
- b) 2 señales intensas y 2 señales pequeñas.
- c) 3 señales intensas y 6 señales pequeñas.
- d) 4 señales intensas y 7 señales pequeñas.

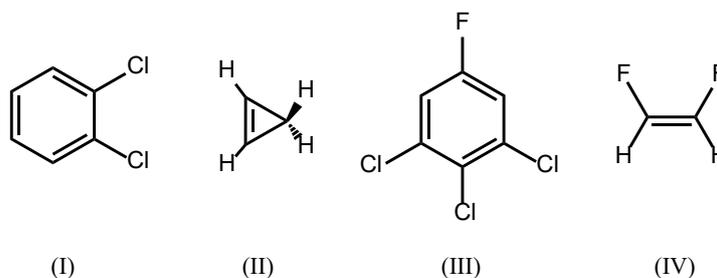
37) Indique cuál es el mecanismo de acoplamiento escalar entre espines nucleares que permite interpretar las tendencias de los acoplamientos directos  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  en términos de la hibridación del carbono:

- a) Mecanismo de contacto de Fermi.
- b) Mecanismo de contacto de Dirac.
- c) Mecanismo de contacto de Ramsey y Purcell.
- d) Mecanismo de contacto de Bloch.

38) Indique la respuesta incorrecta en relación con el efecto NOE:

- a) Es el aumento en la intensidad de una resonancia cuando las transiciones de espín de otra resonancia son perturbadas de sus poblaciones de equilibrio.
- b) El máximo NOE teórico para un sistema homonuclear de una molécula pequeña en un disolvente poco viscoso es del 50 %.
- c) La magnitud acoplamiento dipolar entre espines es sensible a la separación internuclear  $r$ , siendo proporcional a  $r^{-3}$  y hace que el efecto NOE tenga una dependencia con la distancia.
- d) Las ecuaciones de Solomon describen el proceso de relajación dipolar de un sistema que consta de dos espines.

39) Indique a qué sistemas de espín pertenecen las siguientes moléculas según la notación de Pople:

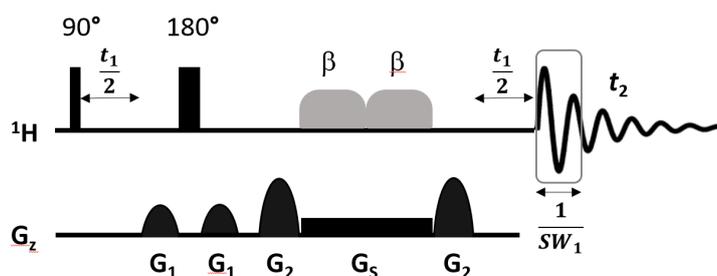


- a) (I):  $A_2B_2$ , (II):  $A_2B_2$ , (III):  $A_2$ ; (IV):  $A_2X_2$ .
- b) (I):  $AA'BB'$ , (II):  $AA'BB'$ , (III):  $A_2X$ ; (IV):  $AA'XX'$ .
- c) (I):  $AA'BB'$ , (II):  $A_2B_2$ , (III):  $A_2X$ ; (IV):  $AA'XX'$ .
- d) (I):  $AA'BB'$ , (II):  $A_2B_2$ , (III):  $A_2X$ ; (IV):  $A_2X_2$ .

40) Entre las siguientes condiciones de adquisición que se mencionan a continuación para obtener un espectro de RMN de  $^1\text{H}$  en condiciones cuantitativas, indique la respuesta correcta:

- Tiempo de relajación: mínimo de 5 veces el valor de  $T_1$  del  $^1\text{H}$  que más tarde en relajar. Resolución digital: mínimo 0,5 Hz/punto. Relación señal/ruido: mínimo 400:1.
- Tiempo de relajación: mínimo de 5 veces el valor de  $T_1$  del  $^1\text{H}$  que más tarde en relajar. Resolución digital: mínimo 0,2 Hz/punto. Relación señal/ruido: mínimo 60:1.
- Tiempo de relajación: mínimo de 3 veces el valor de  $T_1$  del  $^1\text{H}$  que más tarde en relajar. Resolución digital: mínimo 0,1 Hz/punto. Relación señal/ruido: mínimo 250:1.
- Tiempo de relajación: mínimo de 5 veces el valor de  $T_1$  del  $^1\text{H}$  que más tarde en relajar. Resolución digital: mínimo 0,2 Hz/punto. Relación señal/ruido: mínimo 250:1.

41) Indique cuál es el elemento de renfoque empleado en la siguiente secuencia de pulsos de desplazamiento puro "pure shift":



- PSYCHE.
- HOBS.
- Zangger-Sterk.
- BIRD

42) Indique que secuencia de supresión de disolventes es capaz de eliminar los satélites a  $^{13}\text{C}$  de los disolventes empleando un desacoplamiento de  $^{13}\text{C}$  selectivo de baja potencia durante la aplicación del pulso selectivo en  $^1\text{H}$ .

- WET.
- WATERGATE.
- Pre-SAT180.
- PURGE.

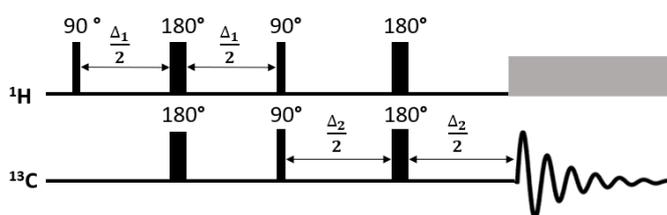
43) Indique qué esquema de desacoplamiento protónico necesitamos si queremos realizar un  $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$  de manera cuantitativa.

- "Inverse-gated decoupling" (espectro desacoplado de  $^1\text{H}$  sin efecto NOE).
- "Gated decoupling" (espectro desacoplado de  $^1\text{H}$  con efecto NOE).
- "Power-gated decoupling" (espectro desacoplado de  $^1\text{H}$  sin efecto NOE).
- "Gated decoupling" (espectro desacoplado de  $^1\text{H}$  sin efecto NOE).

- 44) Entre las siguientes afirmaciones indique la respuesta incorrecta en relación con las constantes de acoplamiento escalar  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ :
- En sistemas cíclicos tensionados se observa acoplamientos de  $^1J_{\text{CH}}$  inusualmente grandes en comparación con sistemas análogos sin tensionar.
  - Los sustituyentes electrodonadores sobre el carbono aumentan el valor de  $^1J_{\text{CH}}$ .
  - Los acoplamientos  $^3J_{\text{CH}}$  a través de un doble enlace muestran un comportamiento con  $^3J_{\text{CH-trans}} > ^3J_{\text{CH-cis}}$ .
  - Los acoplamientos  $^2J_{\text{CH}}$  en alcanos son generalmente negativos y de apreciable magnitud.
- 45) Entre las siguientes afirmaciones indique la respuesta incorrecta en relación con las constantes de acoplamiento escalar  $^{13}\text{C}$ - $^{13}\text{C}$ :
- Los valores de  $^1J_{\text{CC}}$  dependen esencialmente del carácter p de los orbitales híbridos de los dos átomos de carbono.
  - Las señales resultantes de estos acoplamientos aparecen como satélites muy débiles a ambos lados de las señales principales de un espectro de RMN- $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ .
  - Los sustituyentes electronegativos en  $\alpha$  al carbono incrementan el valor de  $^1J_{\text{CC}}$ .
  - Los valores típicos de  $^1J_{\text{CC}}$  para carbonos de tipo  $\text{sp}^3$ - $\text{sp}^3$  son del orden de 35 - 40 Hz.
- 46) Indique cuáles son las fórmulas adecuadas para estimar el aumento de sensibilidad, con respecto a la intensidad inicial  $I_0$ , que surge por transferencia de polarización (INEPT) y por efecto NOE en sistemas de tipo HX:

$$\begin{aligned} \text{a) } I_{\text{INEPT}} &= I_0 \left| \frac{Y_{\text{H}}}{2Y_{\text{X}}} \right| & I_{\text{NOE}} &= I_0 \left( 1 + \frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{X}}} \right) \\ \text{b) } I_{\text{INEPT}} &= I_0 \left| 1 + \frac{Y_{\text{H}}}{2Y_{\text{X}}} \right| & I_{\text{NOE}} &= I_0 \left| \frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{X}}} \right| \\ \text{c) } I_{\text{INEPT}} &= I_0 \left| \frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{X}}} \right| & I_{\text{NOE}} &= I_0 \left( 1 + \frac{Y_{\text{H}}}{2Y_{\text{X}}} \right) \\ \text{d) } I_{\text{INEPT}} &= I_0 \left( \frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{X}}} \right) & I_{\text{NOE}} &= I_0 \left( 1 + \frac{Y_{\text{H}}}{2Y_{\text{X}}} \right) \end{aligned}$$

- 47) Indique a qué experimento corresponde la siguiente secuencia de pulsos:



- INEPT.
- INEPT-renfocado.
- DEPT.
- DEPTQ.

48) Indique cuál es valor óptimo de  $D_2$  en la secuencia INEPT-reenfocado, expresado en unidades de  $J$ , durante la última etapa de reenfoco de la secuencia para obtener la máxima sensibilidad de experimento para los grupos  $CH$ ,  $CH_2$  y  $CH_3$ .

- a)  $CH: 1/J; CH_2: 1/2J; CH_3: 1/3J$ .
- b)  $CH: 1/3J; CH_2: 1/4J; CH_3: 1/5J$ .
- c)  $CH: 1/2J; CH_2: 1/4J; CH_3: 1/5J$ .
- d)  $CH: 1/3J; CH_2: 1/5J; CH_3: 1/6J$ .

49) Indique cuál es la frecuencia de resonancia de  $^{19}F$  en un equipo de 500 MHz:

- a) 500 MHz.
- b) 470 MHz.
- c) 400 MHz.
- d) 376 MHz.

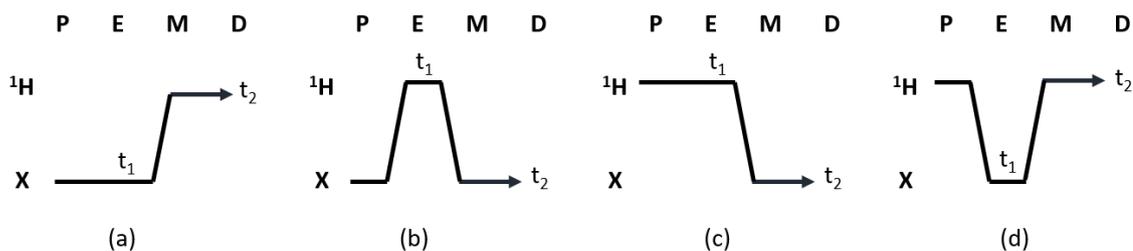
50) Indique cuál es la abundancia natural y el valor del espín nuclear del  $^{15}N$ .

- a) Abundancia natural: 0.0380 %; Espín nuclear:  $1/2$ .
- b) Abundancia natural: 33.832 %; Espín nuclear: 1.
- c) Abundancia natural: 1.07 %; Espín nuclear:  $3/2$ .
- d) Abundancia natural: 0.365 %; Espín nuclear:  $1/2$ .

51) Indique cuál es la mejor manera de detectar el heteronúcleo  $^{15}N$  en abundancia natural en la molécula de dimetilamina de manera directa:

- a)  $^1H-^{15}N$  HMBC.
- b)  $^{15}N\{^1H\}$
- c)  $^{15}N\{^1H\}$  + método "inverse-gated decoupling".
- d) INEPT.

52) Entre los siguientes esquemas para generar espectros de correlación 2D heteronucleares  $^1H-X$ , ¿cuál proporciona la mayor sensibilidad relativa posible?



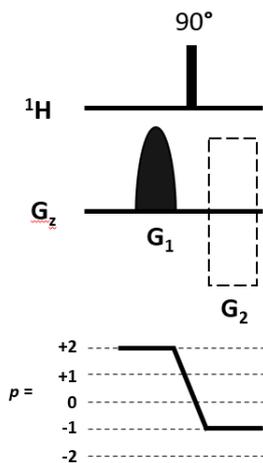
- a) (a)
- b) (b)
- c) (c)
- d) (d)

- 53) Todos los espectros bidimensionales requieren el empleo de detección en cuadratura en ambas dimensiones  $f_1$  y  $f_2$ . Indique cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta.
- a) La detección en cuadratura en la dimensión  $f_2$  se obtiene a través de los métodos simultaneo o secuencial. Por otro lado, existen dos métodos para la detección en cuadratura en la dimensión  $f_1$ : uno proporciona presentaciones sensibles a la fase (método de States y TPPI) y el otro genera presentaciones en valor absoluto (método de ciclado de fases).
  - b) La detección en cuadratura en la dimensión  $f_1$  se obtiene a través de los métodos simultaneo o secuencial. Por otro lado, existen dos métodos para la detección en cuadratura en la dimensión  $f_2$ : uno proporciona presentaciones sensibles a la fase (método de States y TPPI) y el otro genera presentaciones en valor absoluto (método de ciclado de fases).
  - c) La detección en cuadratura en la dimensión  $f_2$  se obtiene a través de los métodos simultaneo o secuencial. Por otro lado, existen dos métodos para la detección en cuadratura en la dimensión  $f_1$ : uno proporciona presentaciones sensibles a la fase (método de ciclado de fases) y el otro genera presentaciones en valor absoluto (método de States).
  - d) La detección en cuadratura en la dimensión  $f_1$  se obtiene a través de los métodos simultaneo o secuencial. Por otro lado, existen dos métodos para la detección en cuadratura en la dimensión  $f_2$ : uno proporciona presentaciones sensibles a la fase (método de ciclado de fases) y el otro genera presentaciones en valor absoluto (método de States).
- 54) La adquisición de datos en espectros 2D se puede llevar a cabo mediante un muestreo de datos no uniforme (NUS, "Non-Uniform Sampling"). ¿Qué beneficios ofrece este sistema en comparación con el muestreo tradicional?
- a) (I) Permite obtener el espectro 2D con una mayor sensibilidad en la dimensión de  $f_2$  en comparación con un conjunto de datos muestreados de manera tradicional. (II) Alternativamente, es posible aumentar la resolución en la dimensión indirecta al comparar con datos muestreados de manera tradicional cuando se emplea la misma duración total de experimento.
  - b) Sólo permite obtener el espectro 2D en menor tiempo en comparación con un conjunto de datos muestreados de manera tradicional con la misma resolución en  $f_2$ .
  - c) (I) Permite obtener el espectro 2D en un menor tiempo en comparación con un conjunto de datos muestreados de manera tradicional para la misma resolución en  $f_1$ . (II) Alternativamente, es posible aumentar la resolución en la dimensión indirecta al comparar con datos muestreados de manera tradicional cuando se emplea la misma duración total de experimento.
  - d) (I) Permite obtener el espectro 2D en un menor tiempo en comparación con un conjunto de datos muestreados de manera tradicional para la misma resolución en  $f_2$ . (II) Alternativamente, es posible disminuir la resolución en la dimensión indirecta al comparar con datos muestreados de manera tradicional cuando se emplea la misma duración total de experimento.

55) Un sistema AX de dos espines acoplados escalarmente muestra desplazamientos químicos  $\nu_A$  y  $\nu_X$  en el marco giratorio de referencia, ¿cómo evolucionan las coherencias a cero-cuanto, simple-cuanto y doble-cuanto en dicho marco de referencia?

- a) cero-cuanto: no evolucionan, es decir, desplazamiento químico de 0 para ambos espines; simple-cuanto: a sus desplazamientos químicos ( $\nu_A$  y  $\nu_X$ ); doble-cuanto: el doble de sus desplazamientos químicos ( $2\nu_A$  y  $2\nu_X$ ).
- b) cero-cuanto: diferencia de sus desplazamientos químicos ( $\nu_A - \nu_X$ ); simple-cuanto: a sus desplazamientos químicos ( $\nu_A$  y  $\nu_X$ ); doble-cuanto: suma de sus desplazamientos químicos ( $\nu_A + \nu_X$ ).
- c) cero-cuanto: diferencia de sus desplazamientos químicos ( $\nu_A - \nu_X$ ); simple-cuanto: a sus desplazamientos químicos ( $\nu_A$  y  $\nu_X$ ); doble-cuanto: el doble de sus desplazamientos químicos ( $2\nu_A$  y  $2\nu_X$ ).
- d) cero-cuanto: no evolucionan, es decir, desplazamiento químico de 0 para ambos espines; simple-cuanto: a sus desplazamientos químicos ( $\nu_A$  y  $\nu_X$ ); doble-cuanto: al cuadrado de sus desplazamientos químicos ( $\nu_A^2$  y  $\nu_X^2$ ).

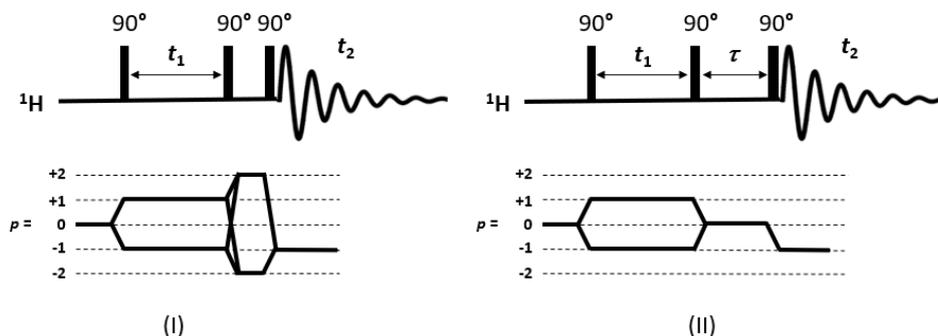
56) Calcule la potencia del gradiente  $G_2$  (en unidades de  $B_g$ ) que debería existir en el recuadro punteado de la siguiente figura para obtener un reenfoque selectivo de la magnetización que sigue el camino de coherencia indicado. Nota: la duración temporal es la misma para los dos gradientes  $G_1$  y  $G_2$  y el valor de  $G_1 = +3B_g$ .



- a)  $G_2 = +6B_g$
- b)  $G_2 = -6B_g$
- c)  $G_2 = +4B_g$
- d)  $G_2 = -4B_g$

- 57) Con respecto a las siguientes afirmaciones de los diagramas de niveles de coherencia, cuál NO es cierta:
- Sólo los pulsos de gradiente de campo magnético pueden alterar los niveles de coherencia.
  - Indican el camino seguido por la magnetización deseada que se selecciona mediante el ciclado de fase o pulsos de gradiente.
  - En la secuencia COSY, cuando el sentido de precesión de las coherencias a simple-cuanto es el mismo en los periodos de tiempo  $t_1$  y  $t_2$  se denomina señales de tipo P, y cuando el sentido de precesión es distinto se denomina señales tipo N.
  - Por convención, el camino de magnetización  $p = -1$  es el que se conserva mediante la detección en cuadratura y se detecta durante el tiempo  $t_2$ .
- 58) Cuál es la manera más eficaz de suprimir las “coherencias cero-cuanto” no deseadas que surgen en el experimento TOCSY.
- Emplear de manera combinada un pulso de barrido de frecuencia (adiabático) de  $180^\circ$  con un gradiente de campo magnético aplicado a lo largo del eje z de la muestra.
  - Emplear de manera combinada un pulso de barrido de frecuencia (adiabático) de  $90^\circ$  con un gradiente de campo magnético aplicado a lo largo del eje z de la muestra.
  - Emplear un gradiente de campo magnético de suficiente potencia aplicado a lo largo del eje z de la muestra.
  - Las “coherencias cero-cuanto” son insensibles a la aplicación de gradientes campo magnético, por lo tanto, éstas no se pueden suprimir.
- 59) Indique cuál de los siguientes pulsos compuestos NO se emplea como espin-lock en la secuencia TOCSY.
- DIPSI-2
  - MLEV-17
  - WALTZ-16
  - GARP
- 60) Indique cuál de las siguientes afirmaciones NO es cierta para el experimento INADEQUATE.
- Esta técnica es adecuada para correlacionar núcleos con baja abundancia natural, como por ejemplo  $^{13}\text{C}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{119}\text{Sn}$  y  $^{183}\text{W}$ .
  - Las correlaciones en el espectro bidimensional homonuclear se realizan siguiendo trazas horizontales paralelas a  $f_1$ , debido a que dos espines acoplados comparten la misma frecuencia a doble-cuanto en  $f_2$ .
  - El espectro bidimensional homonuclear no presenta diagonal, aunque los puntos medios de los pares de espín correlacionados aparecen a lo largo de una "pseudo" diagonal de pendiente 2.
  - La secuencia emplea un “filtro a doble-cuanto” para eliminar las resonancias parentales que no contienen información.

61) En función de las siguientes secuencias de pulsos y los caminos de transferencia de coherencia presentadas, asocie de forma correcta el nombre a las secuencias de pulsos:



- a) (I): COSY; (II): NOESY
- b) (I): DQF-COSY; (II): NOESY
- c) (I): DQF-COSY; (II): ROESY
- d) (I): EXSY; (II): NOESY

62) En los experimentos ROESY pueden aparecer picos de cruce denominados como “falso ROE”, ¿Cuál es el origen de estos picos?

- a) Involucra etapas de TOCSY y ROE.
- b) Involucra procesos de intercambio químico.
- c) Involucra etapas tipo COSY.
- d) Involucra varias etapas de TOCSY.

63) Las secuencias HMQC y HSQC a pesar de ser secuencias de pulsos diferentes aportan la misma información de correlaciones 2D heteronucleares a un enlace  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ , ¿cuál es la diferencia principal en la apariencia de los dos espectros bidimensionales?

- a) En el experimento HSQC, los acoplamiento homonucleares protón-protón no aparecen en la dimensión de  $f_1$  de  $^{13}\text{C}$  y evitan un ensanchamiento no deseado de los picos en esa dimensión.
- b) En el experimento HMQC, los acoplamiento homonucleares protón-protón no aparecen en la dimensión de  $f_1$  de  $^{13}\text{C}$  y evitan un ensanchamiento no deseado de los picos en esa dimensión.
- c) En el experimento HSQC, los acoplamiento homonucleares protón-protón no aparecen en la dimensión de  $f_2$  de  $^1\text{H}$  y evitan un ensanchamiento no deseado de los picos en esa dimensión.
- d) En el experimento HMQC, los acoplamiento homonucleares protón-protón no aparecen en la dimensión de  $f_2$  de  $^1\text{H}$  y evitan un ensanchamiento no deseado de los picos en esa dimensión.

64) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones NO es cierta para el experimento híbrido HSQC-TOCSY?

- a) Es un experimento híbrido más sensible que cada una de las secuencias por separado.
- b) En la etapa TOCSY sólo participan los  $^1\text{H}$  unidos a  $^{13}\text{C}$  que proceden de la etapa inicial de HSQC.
- c) El espectro bidimensional híbrido se puede visualizar como un experimento 2D TOCSY que se encuentra editado en la dimensión del espín de  $^{13}\text{C}$ .
- d) Simplifica enormemente la interpretación de espectros que presentan muchas señales de protones, gracias a la gran dispersión de desplazamiento químico que presenta el  $^{13}\text{C}$ .

65) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones NO es cierta para el experimento HMQC?

- a) La secuencia básica de HMQC consta de cuatro pulsos de radiofrecuencia.
- b) El último pulso de carbono reconvierte la coherencia a simple cuanto en magnetización protónica a múltiple cuanto observable que se encuentra en anti-fase con respecto a  $^1\text{J}_{\text{CH}}$  que será renforcada durante el último periodo D en la secuencia.
- c) Para eliminar el efecto del desplazamiento químico de  $^1\text{H}$  en la dimensión de  $f_1$ , se inserta un espín eco en el punto medio de  $t_1$  colocando un pulso de  $180^\circ$  en el canal de protón.
- d) Las coherencias a múltiple cuanto evolucionan durante  $t_1$  bajo los acoplamientos pasivos protón-protón  $J_{\text{HH}}$ , por lo que las resonancias de carbono a lo largo de  $f_1$  se ensanchan debido a los acoplamientos  $J_{\text{HH}}$ .

66) ¿Para qué se utiliza el parámetro de  $J_{\text{scale}}$  en el experimento CIGAR?

- a) Para definir y controlar el grado de inclinación de los picos de cruce en la dimensión de  $f_1$  debido al acoplamiento homonuclear  $J_{\text{HH}}$ .
- b) Para muestrear un intervalo de acoplamientos heteronucleares  $^n\text{J}_{\text{CH}}$  con un valor máximo y mínimo.
- c) Para definir y controlar el grado de inclinación de los picos de cruce en la dimensión de  $f_2$  debido al acoplamiento homonuclear  $J_{\text{HH}}$ .
- d) Para definir y controlar el grado de inclinación de los picos de cruce en la dimensión de  $f_1$  y  $f_2$  debido al acoplamiento homonuclear  $J_{\text{HH}}$ .

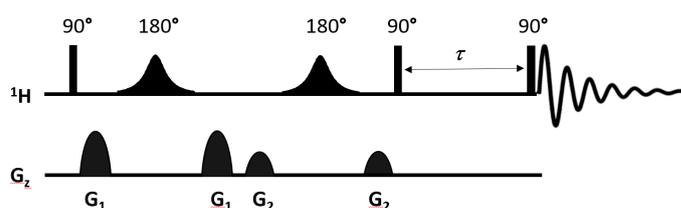
67) Queremos muestrear en un único experimento bidimensional heteronuclear un intervalo de constantes de acoplamiento a varios enlaces  $^n\text{J}_{\text{CH}}$  que comprendan un intervalo de 2 – 14 Hz, ¿Cuál sería la mejor opción entre las mostradas a continuación?

- a) HMBC
- b) HSQMBC
- c) CIGAR
- d) H2BC

68) Cuál de las siguientes afirmaciones NO es cierta para el experimento H2BC:

- a) La secuencia H2BC sigue un esquema de un experimento híbrido HMQC-COSY.
- b) Es posible observar correlaciones con cualquier tipo de carbono presente en la molécula como sucede en el HMBC (carbono primario, secundario, terciario y cuaternario).
- c) Si se añade una espín-eco de  $^{13}\text{C}$  dentro del segmento HMQC es posible editar en fase el experimento H2BC, en donde la fase de los grupos  $\text{CH}_2$  aparecen invertidos con respecto a la fase de los grupos  $\text{CH}$  o  $\text{CH}_3$ .
- d) El núcleo de la secuencia H2BC tiene un periodo de tiempo constante ( $D_{\text{CT}}$ ).

69) La siguiente secuencia a qué experimento corresponde:



- a) NOESY-1D (DPFGSE NOE)
- b) NOESY-1D (SPFGSE NOE)
- c) NOESY-2D
- d) ROESY-1D (DPFGSE NOE)

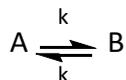
70) De qué elementos está formado la secuencia STEP-NOESY:

- a) COSY-1D selectivo + NOESY-1D selectivo.
- b) TOCSY-1D selectivo + NOESY-1D selectivo.
- c) NOESY-1D selectivo + TOCSY-1D selectivo.
- d) HSQC-TOCSY-1D selectivo + NOESY-1D selectivo.

71) Cuál de los siguientes pulsos no se emplean en experimentos de excitación selectiva de señales de RMN:

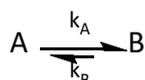
- a) I-SNOB2.
- b) Cascada de Gaussiana Q3.
- c) FLOPSY-8
- d) I-BURP2.

72) El equilibrio químico entre dos especies A y B que se encuentran igualmente pobladas, se puede representar por la ecuación química que se muestra a continuación. Calcule la constante cinética del sistema  $k_c$  a la temperatura de coalescencia, conociendo que en el límite de intercambio lento las frecuencias de  $n_A$  y  $n_B$  son 100 y 200 Hz, respectivamente.



- a) 222 s<sup>-1</sup>
- b) 100 s<sup>-1</sup>
- c) 150 s<sup>-1</sup>
- d) 333 s<sup>-1</sup>

73) El equilibrio químico entre dos especies A y B que no se encuentran igualmente pobladas ( $P_A \neq P_B$ ), se puede representar por la ecuación química que se muestra a continuación. Cuando el sistema se encuentra en el régimen rápido-intermedio se observa una única resonancia, cuyo ensanchamiento residual (medido a mitad de altura de la señal  $\Delta\nu_{1/2}^{ex}$ ) es debido a la presencia del intercambio químico. Indique la fórmula que afecta al ensanchamiento de la señal:



- a)  $\Delta\nu_{1/2}^{ex} = \frac{2\pi P_A P_B (\Delta\nu_{AB})^2}{k_A + k_B}$
- b)  $\Delta\nu_{1/2}^{ex} = \frac{P_A P_B (\Delta\nu_{AB})^2}{\sqrt{2}(k_A + k_B)}$
- c)  $\Delta\nu_{1/2}^{ex} = \frac{P_A P_B (\Delta\nu_{AB})^2}{k_A + k_B}$
- d)  $\Delta\nu_{1/2}^{ex} = \frac{4\pi P_A P_B (\Delta\nu_{AB})^2}{k_A + k_B}$

74) Indique la respuesta incorrecta en relación con los tiempos de escala y los procesos dinámicos en RMN:

- a) La temperatura de coalescencia se ve influenciada por la separación de las dos señales involucradas en el proceso dinámico.
- b) Los procesos dinámicos tienden a parecer más rápidos a medida que aumenta el campo magnético del imán.
- c) Las resonancias de <sup>13</sup>C muestran un comportamiento de intercambio más lento que las resonancias de <sup>1</sup>H.
- d) Puede haber múltiples temperaturas de coalescencia si existen varios pares de núcleos que experimentan interconversiones durante un proceso dinámico debido a que la separación en frecuencias entre estos pares de núcleos puede no ser idéntica.

75) En las secuencias DOSY se puede reemplazar un pulso de gradiente monopolar por un par de pulsos de gradientes bipolares. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta para éstos últimos en relación con sus (I) características y (II) ventajas?

- a) (I): Se emplean dos pulsos de mitad de duración que en el aplicado durante el gradiente monopolar y de signos opuestos que están separados por un pulso no selectivo de  $180^\circ$ . (II): Generan menos distorsiones por corrientes de Foucault en el tubo y un efecto neto de cero en el sistema de "lock", lo que conduce a una reducción de las perturbaciones de la forma de la línea en los espectros.
- b) (I): Se emplean dos pulsos de mitad de duración que en el aplicado durante el gradiente monopolar y de signos opuestos que están separados por un pulso selectivo de  $180^\circ$ . (II): Generan menos corrientes de convección en el tubo y un efecto neto de cero en el sistema de "lock", lo que conduce a una reducción de las perturbaciones de la forma de la línea en los espectros.
- c) (I): Se emplean dos pulsos de mitad de duración que en el aplicado durante el gradiente monopolar y de signos opuestos que están separados por un pulso no selectivo de  $180^\circ$ . (II): Generan menos corrientes de convección en el tubo y un efecto neto de cero en el sistema de "lock", lo que conduce a una reducción de las perturbaciones de la forma de la línea en los espectros.
- d) (I): Se emplean dos pulsos de mitad de duración que en el aplicado durante el gradiente monopolar y de mismo signo que están separados por un pulso no selectivo de  $180^\circ$ . (II): Generan menos distorsiones por corrientes de Foucault en el tubo y un efecto neto de cero en el sistema de "lock", lo que conduce a una reducción de las perturbaciones de la forma de la línea en los espectros.

76) Las unidades de medida del coeficiente de auto-difusión D son:

- a)  $m^2 \cdot s^{-1}$
- b)  $m \cdot s^2$
- c)  $m^3 \cdot s^{-1}$
- d)  $m \cdot s^{-3}$

77) Indique cuál de las siguientes acciones NO permite reducir o compensar la convección presente en un tubo de RMN.

- a) Reducir el diámetro del tubo de RMN.
- b) La rotación del tubo de RMN.
- c) Emplear una tasa de flujo de aire bajo para regular la temperatura de la muestra.
- d) Emplear disolventes con una alta viscosidad.

78) El conocido como ángulo mágico en RMN de estado sólido posee un valor de  $54.74^\circ$ , ¿a partir de que fórmula se puede obtener este ángulo? Nota:  $\theta$  es ángulo definido entre el campo magnético estático  $B_0$  y el vector entre dos espines nucleares en estado sólido.

- a)  $3\cos^2 \theta - 1$
- b)  $2\cos^2 \theta - 1$
- c)  $3\sin^2 \theta - 1$
- d)  $3\cos^2 \theta + 1$

79) El giro bajo ángulo mágico (MAS) se utiliza en RMN de sólidos con el objetivo fundamental de (señale la respuesta correcta):

- a) (1) Eliminar la isotropía del desplazamiento químico (CSI), (2) anular los acoplamiento dipolares heteronucleares, (3) disminuir los efectos del acoplamiento dipolares homonucleares, (4) estrechar las líneas de núcleos cuadrupolares (interacciones cuadrupolares de 2º orden).
- b) (1) Eliminar la anisotropía del desplazamiento químico (CSA), (2) eliminar los acoplamiento dipolares heteronucleares, (3) disminuir los efectos del acoplamiento dipolar homonuclear.
- c) (1) Eliminar la anisotropía del desplazamiento químico (CSA), (2) anular los acoplamiento dipolares heteronucleares, (3) disminuir los efectos del acoplamiento dipolares homonucleares, (4) estrechar las líneas de núcleos cuadrupolares (interacciones cuadrupolares de 2º orden).
- d) (1) Eliminar la anisotropía del desplazamiento químico (CSA), (2) anular los acoplamiento dipolares heteronucleares, (3) disminuir los efectos del acoplamiento dipolares homonucleares, (4) estrechar las líneas de núcleos cuadrupolares (interacciones cuadrupolares de 1º orden).

80) Para realizar resonancia magnética de imagen (RMI) es necesario el empleo de gradientes de campo magnético en las tres direcciones del espacio, representados como  $G_x$ ,  $G_y$  y  $G_z$ . ¿Qué función tiene cada uno de ellos?

- a)  $G_x$ : gradiente de codificación de fase,  $G_y$ : gradiente de selección de plano/corte,  $G_z$ : gradiente de codificación de frecuencia
- b)  $G_x$ : gradiente de selección de plano/corte,  $G_y$ : gradiente de codificación de frecuencia,  $G_z$ : gradiente de codificación de fase.
- c)  $G_x$ : gradiente de codificación de fase,  $G_y$ : gradiente de codificación de frecuencia,  $G_z$ : gradiente de selección de plano/corte.
- d)  $G_x$ : gradiente de codificación de frecuencia,  $G_y$ : gradiente de codificación de fase,  $G_z$ : gradiente de selección de plano/corte.

## PREGUNTAS DE RESERVA:

81) Respecto a la teoría de la Resonancia Magnética Nuclear, señale la afirmación correcta:

- a) Sólo la mecánica cuántica resulta útil para explicar el fenómeno de la resonancia magnética nuclear.
- b) La mecánica cuántica proporciona una relación útil entre las frecuencias de absorción y la estructura de las moléculas.
- c) La mecánica clásica proporciona una descripción física clara del proceso de absorción y de la forma de medirlo.
- d) La descripción cuántica de la resonancia magnética nuclear sólo es aplicable a las mediciones de resonancia magnética nuclear de onda continua.

82) En un experimento NOESY si el signo de la fase de la diagonal es positivo, ¿Cuál es el signo y origen de los picos de cruce?

- a) (I) Signo de la fase: negativo; Origen: NOE genuino positivo, (II) Signo de la fase: positivo; Origen: NOE negativo o intercambio químico.
- b) (I) Signo de la fase: negativo; Origen: NOE negativo, (II) Signo de la fase: positivo; Origen: NOE genuino positivo o intercambio químico.
- c) (I) Signo de la fase: negativo; Origen: intercambio químico. (II) Signo de la fase: positivo; Origen: NOE genuino positivo.
- d) El signo de la fase en los picos de cruce en NOESY siempre es contraria a la diagonal, por tanto, es negativa y su origen un NOE genuino positivo.

83) Ordene de mayor a menor campo los siguientes grupos funcionales en el espectro de RMN de  $^1\text{H}$ :

- a) Alcanos > alquenos > aromáticos > aldehído > ácido carboxílico.
- b) Ácido carboxílico > aldehído > aromáticos > alquenos > Alcanos.
- c) Alcanos > alquenos > aromáticos > ácido carboxílico > aldehído.
- d) Aldehído > ácido carboxílico > aromáticos > alquenos > Alcanos.

84) Indique que escala se emplea para expresar los desplazamientos químicos.

- a)  $\delta$  expresado en partes por millón (ppm).
- b)  $\theta$  expresado en partes por millón (ppm).
- c)  $\delta$  expresado en partes por miles (ppm).
- d)  $\Delta$  expresado en partes por millón (ppm).

- 85) Indique la respuesta incorrecta en relación con los “shims” cuando se intenta mejorar o arreglar las distorsiones en la forma de la línea de los picos de resonancia cuando se realiza “shimming”.
- a) Los “shims” Z pares ( $Z^2$ ,  $Z^4$  y  $Z^6$ ) produce distorsiones simétricas en el pico de resonancia.
  - b) Una distorsión en la parte baja de los picos de resonancia es debido a “shims” de mayor orden.
  - c) Los “shims” X, Y, XZ, YZ, XY generan “bandas de rotación de primer orden” que aparecen a la frecuencia de giro.
  - d) Una distorsión en forma de hombro que aparece a un lado del pico de resonancia es debido a que los “shims”  $Z^1$  y  $Z^2$  están mal optimizados.
- 86) Cuál de los siguientes pulsos que se nombran a continuación no es un pulso adiabático:
- a) Secante hiperbólica
  - b) WURST
  - c) SLURP
  - d) CHIRP
- 87) En un diseño de un laboratorio de RMN hay que tener en cuenta muchos factores como, por ejemplo, el espacio, temperatura y humedad de la sala, etc. Entre los que se comentan a continuación, indique cuál NO cumple con las especificaciones técnicas para instalar un imán superconductor:
- a) Ubicación física: se prefieren los sitios de planta baja o de sótano, debido a que las frecuencias de las estructuras de los edificios suelen ser de baja frecuencia y de dirección horizontal.
  - b) Ventilación de la sala: el sistema de ventilación debe ser capaz de intercambiar al menos una vez el volumen de aire de la habitación por hora para cumplir con los estándares mínimos de seguridad para trabajar con líquidos criogénicos.
  - c) Distancias: lo suficientemente lejos de fuentes externas de vibraciones y campos electromagnéticos. A una distancia superior de 7.6 m de ascensores y maquinaria pesada, 500 m de trenes/tranvías eléctricos, 50 m de transformadores y líneas de alto voltaje.
  - d) Uniformidad / planitud suelo: se considera aceptable una planitud del piso dentro de ~2.5 cm sobre la huella del imán, ya que cada una de las patas del imán tiene un mecanismo de nivelación ajustable.
- 88) De acuerdo con la Ley 15/2022, de 12 de julio, integral para la igualdad de trato ya no discriminación, la Estrategia Estatal para la Igualdad de Trato y la No Discriminación tendrá carácter:
- a) Cuatrienal.
  - b) Anual.
  - c) Bianual.
  - d) Triannual.