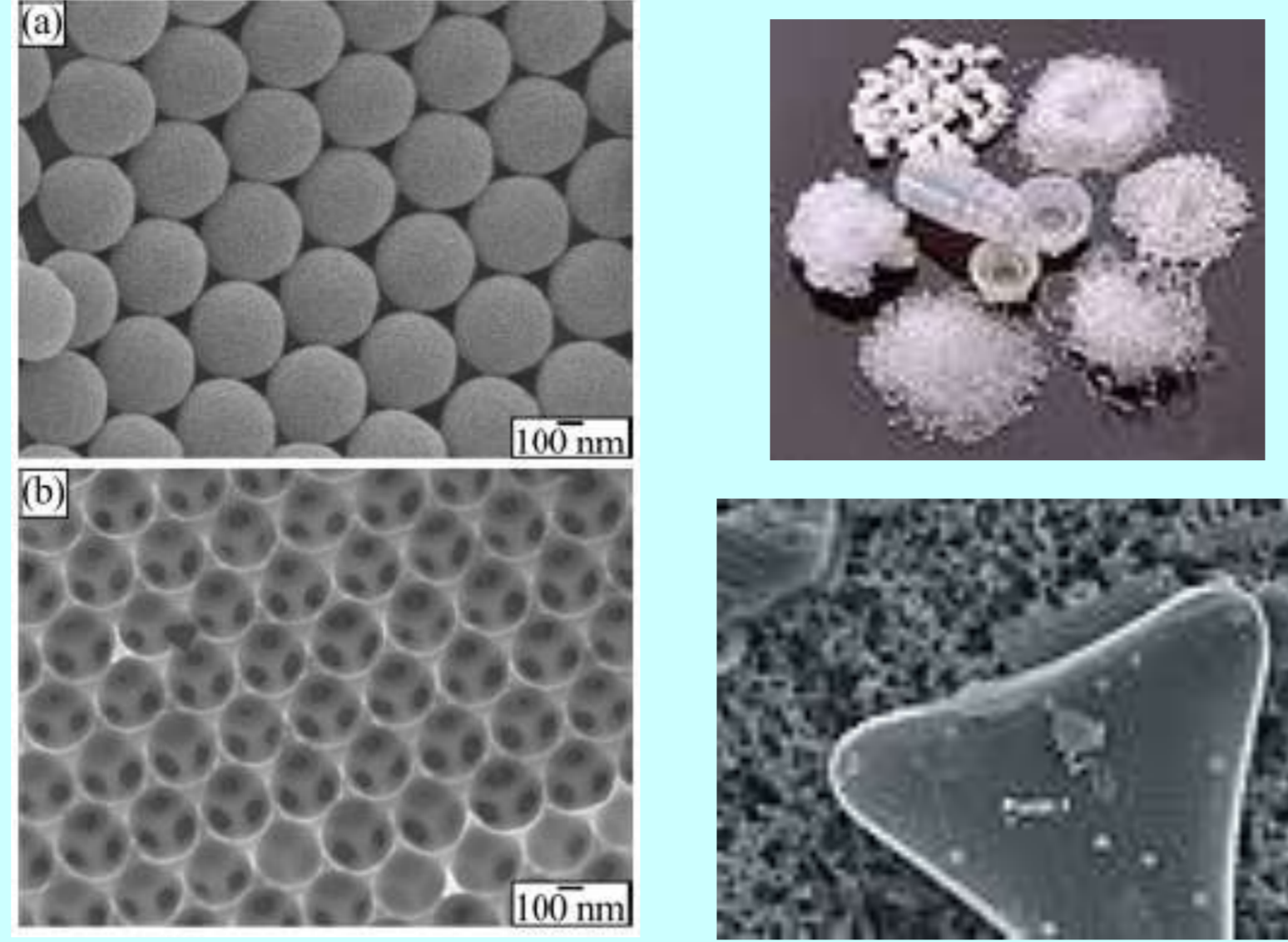


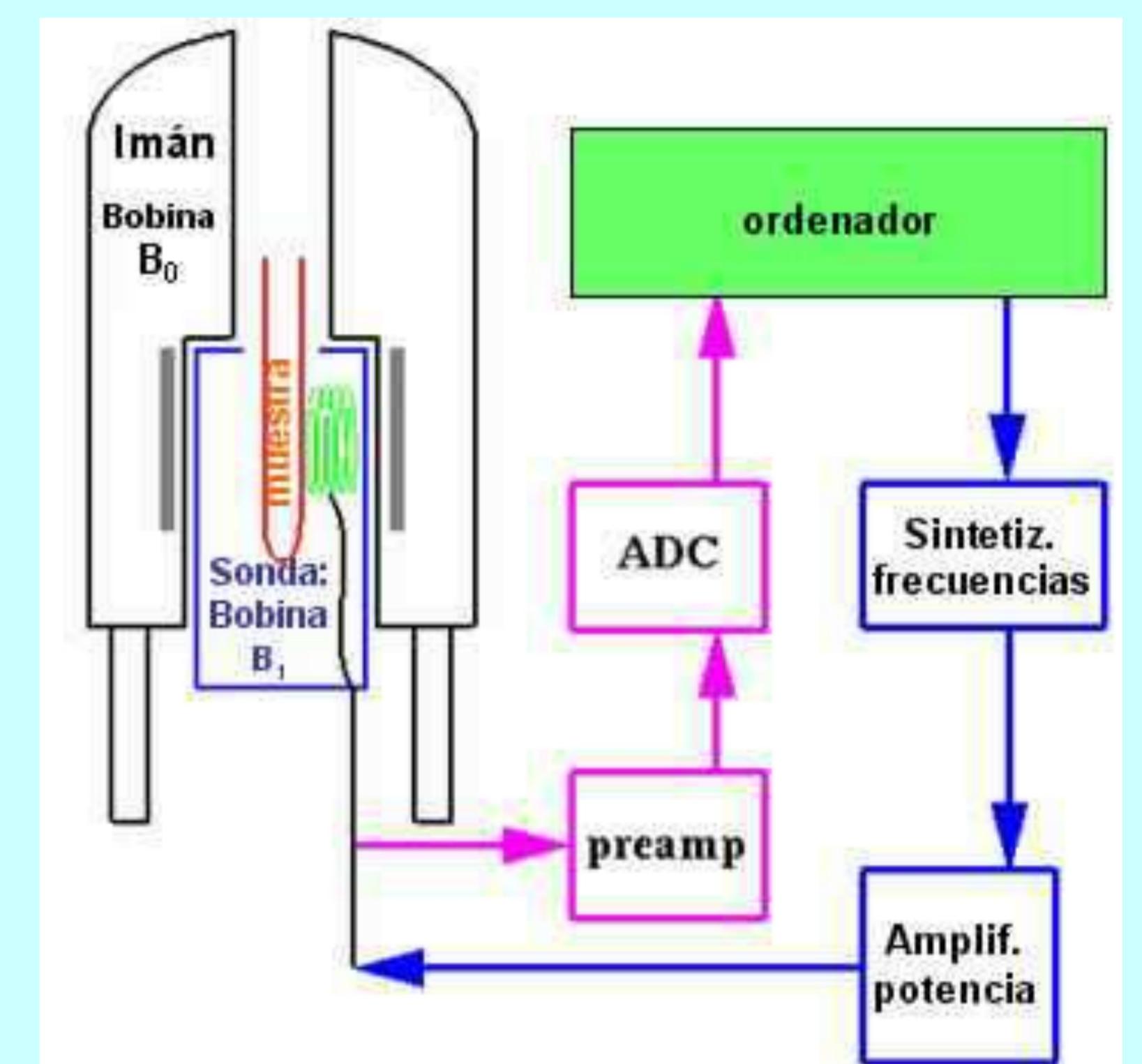
Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear

Seguro que el término *Resonancia Magnética* lo has oído en muchas series de TV (HOUSE, CSI....). El paciente aparece tumbado dentro del largo y agobiante tubo de un aparato de RMN. Esta técnica se desarrolló en los 70 y permite obtener una imagen del interior del cuerpo sin utilizar rayos X u otro tipo de radiación ionizante. Sus inventores, Paul Lauterbur y Sir Peter Mansfield recibieron el Premio Nobel de Medicina en 2003 por su desarrollo.



En nuestro laboratorio utilizamos la Resonancia Magnética en la **Caracterización de materiales**: polímeros, cerámicos, vidrios, cementos, catalizadores, conductores iónicos y movilidad. La interacción de los núcleos con su entorno decrece rápidamente con la distancia (distancias menores de 5Å). Esta información se puede obtener tanto en materiales cristalinos como en amorfos/vidrios.

Para hacer esto, un aparato de RMN utiliza tres dispositivos diferentes: un imán potente y fijo, imanes secundarios variables y bobinas emisoras/receptoras de ondas de radio. El primer elemento es el **imán fijo** (de ahí el nombre de *Magnética*). La mayor parte de los imanes de los aparatos de *IRMN* actuales están hechos de *una aleación superconductora de niobio-titanio*, que se enfría hasta tan sólo 4 K (-269 °C) con helio líquido, ¡tan sólo cuatro grados sobre el cero absoluto!. De este modo es posible lograr campos magnéticos intensísimos con una gran estabilidad: hasta 3 Teslas (unas 100.000 veces más intenso que el campo magnético de la Tierra).



Pero ¿para qué producir este intenso campo magnético? La razón se encuentra en el núcleo de los átomos (de ahí el nombre de *Nuclear*): el núcleo de los átomos está formado por protones y neutrones. Todos los núcleos que poseen un número impar de protones o neutrones tienen un momento magnético y un momento angular intrínseco, tienen un spin $I > 0$ (isótopos activos en RMN). El momento magnético nuclear se puede expresar como:

$$\vec{\mu}_n = \gamma_n \cdot \hbar \cdot \vec{I}_n$$

Cuando consideramos una muestra formada por muchos núcleos los momentos de dichos núcleos tendrán una distribución aleatoria o al azar; sin embargo si sometemos dichos núcleos a un campo magnético estos tenderán a orientarse en él y tendrán dos posibles estados o bien alineados con él (estado α , más estable o de menor energía) o bien opuestos a él (estado β , menos estable o de mayor energía).

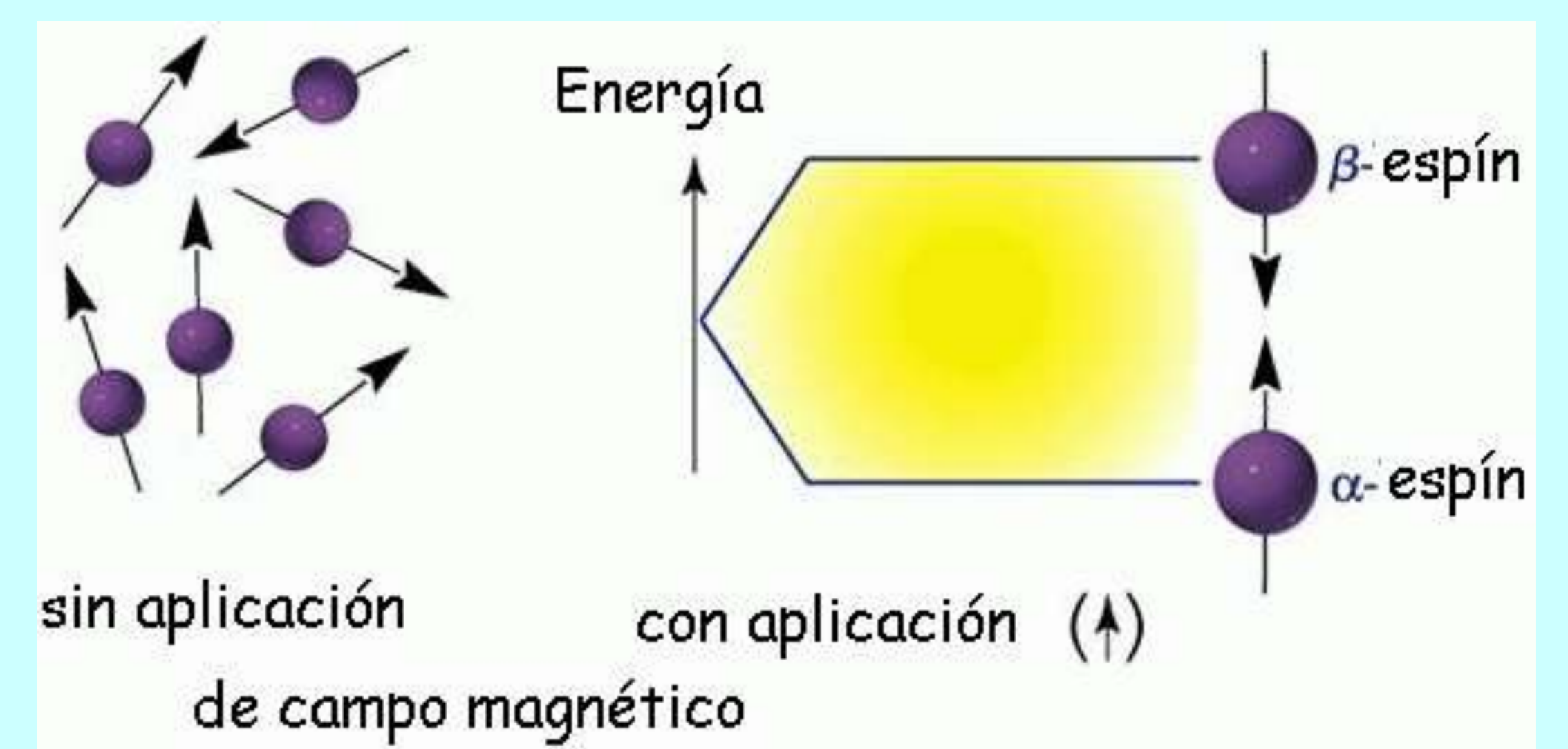
La diferencia de energía entre los dos estados es:

$$\Delta E = \hbar \gamma B_0$$

La excitación de la muestra con radiación electromagnética de la frecuencia adecuada ($\Delta E = h \nu$) induce la absorción de energía y el cambio en la orientación de los momentos magnéticos y de la magnetización. Para que la energía sea absorbida eficientemente debe cumplirse la relación

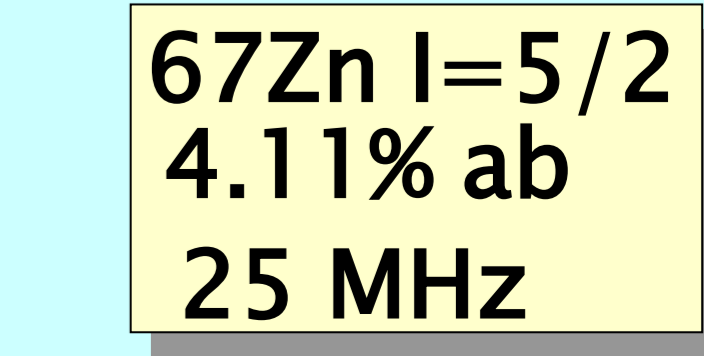
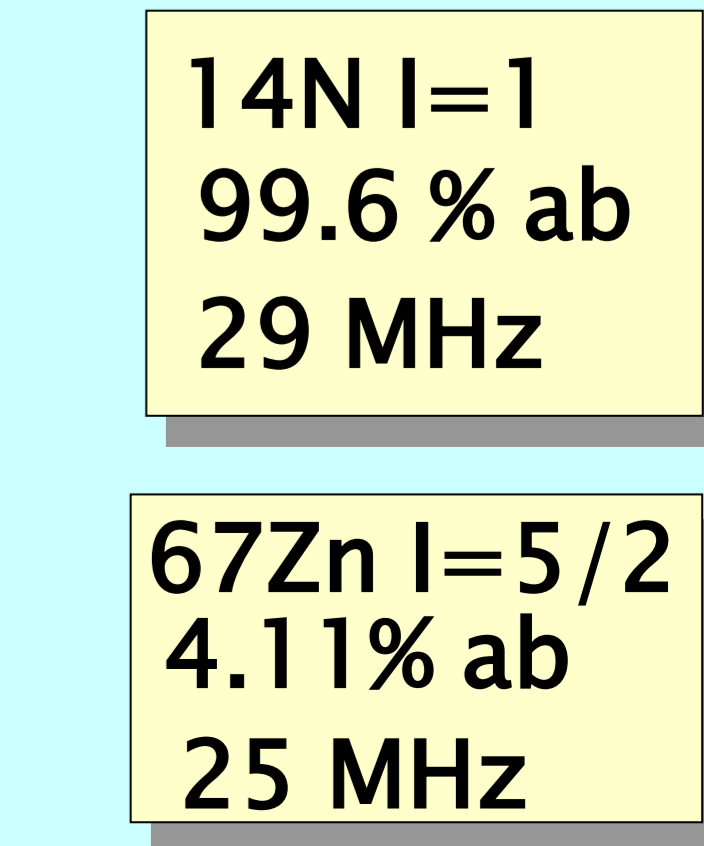
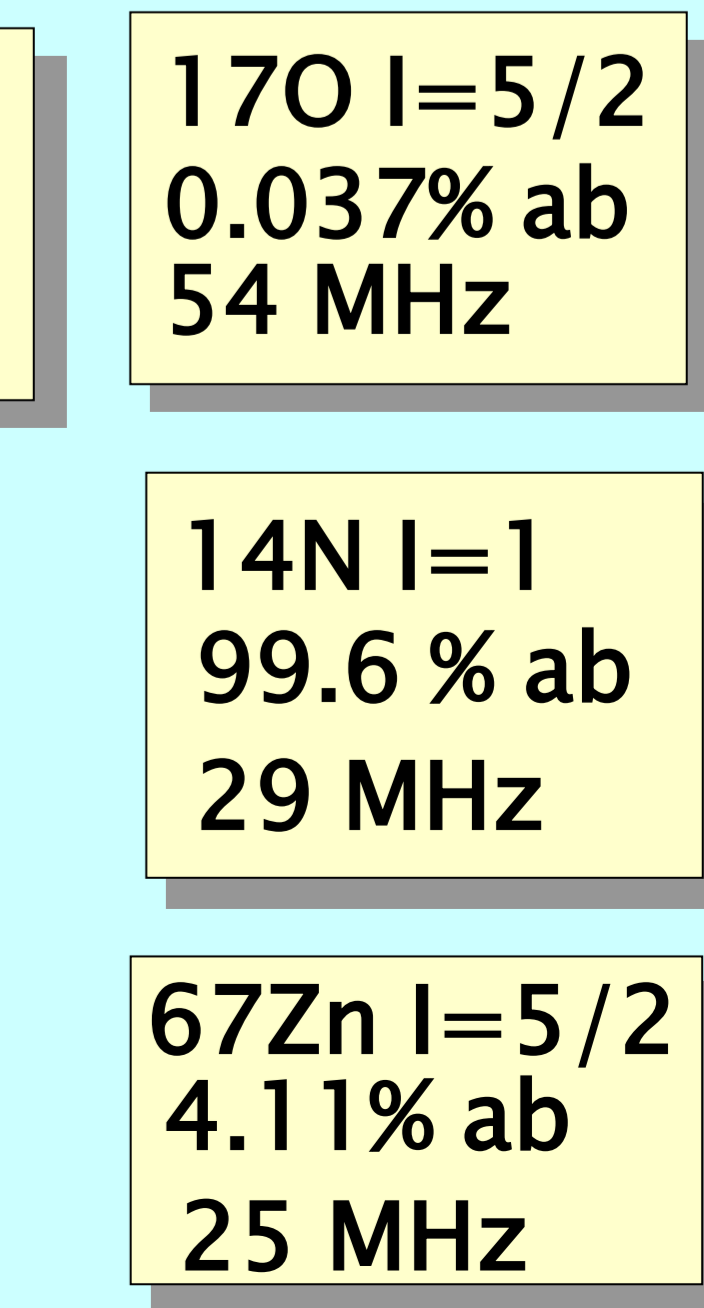
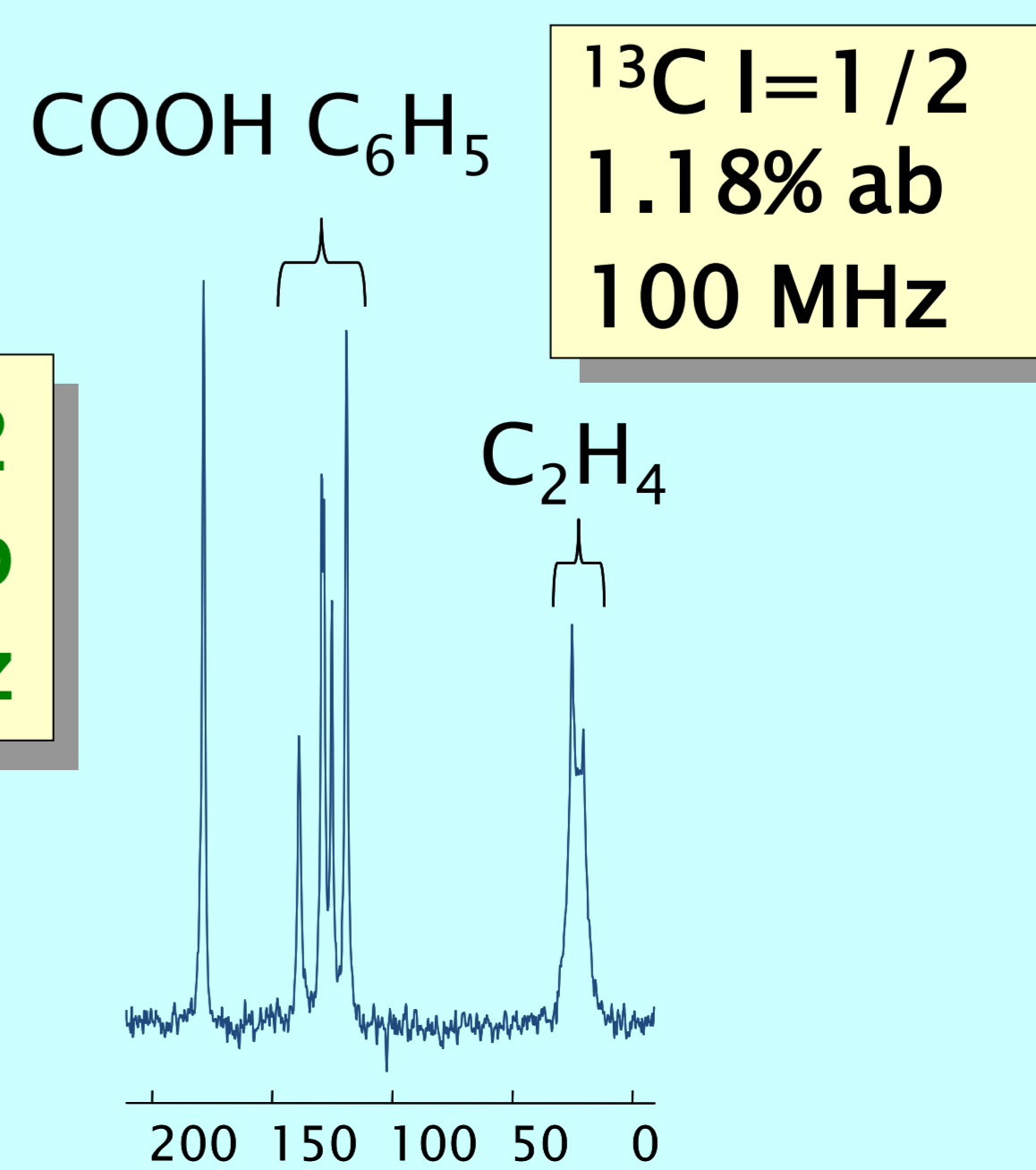
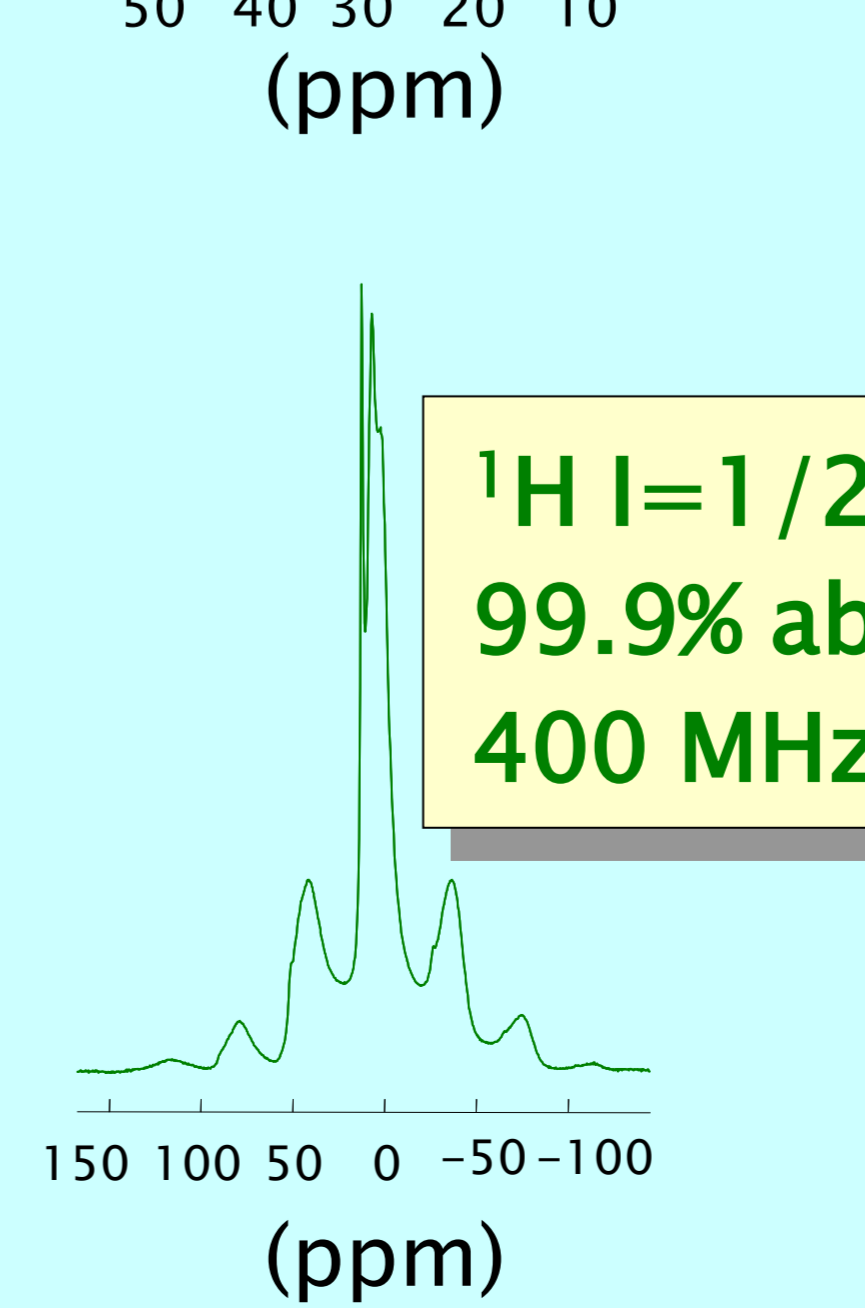
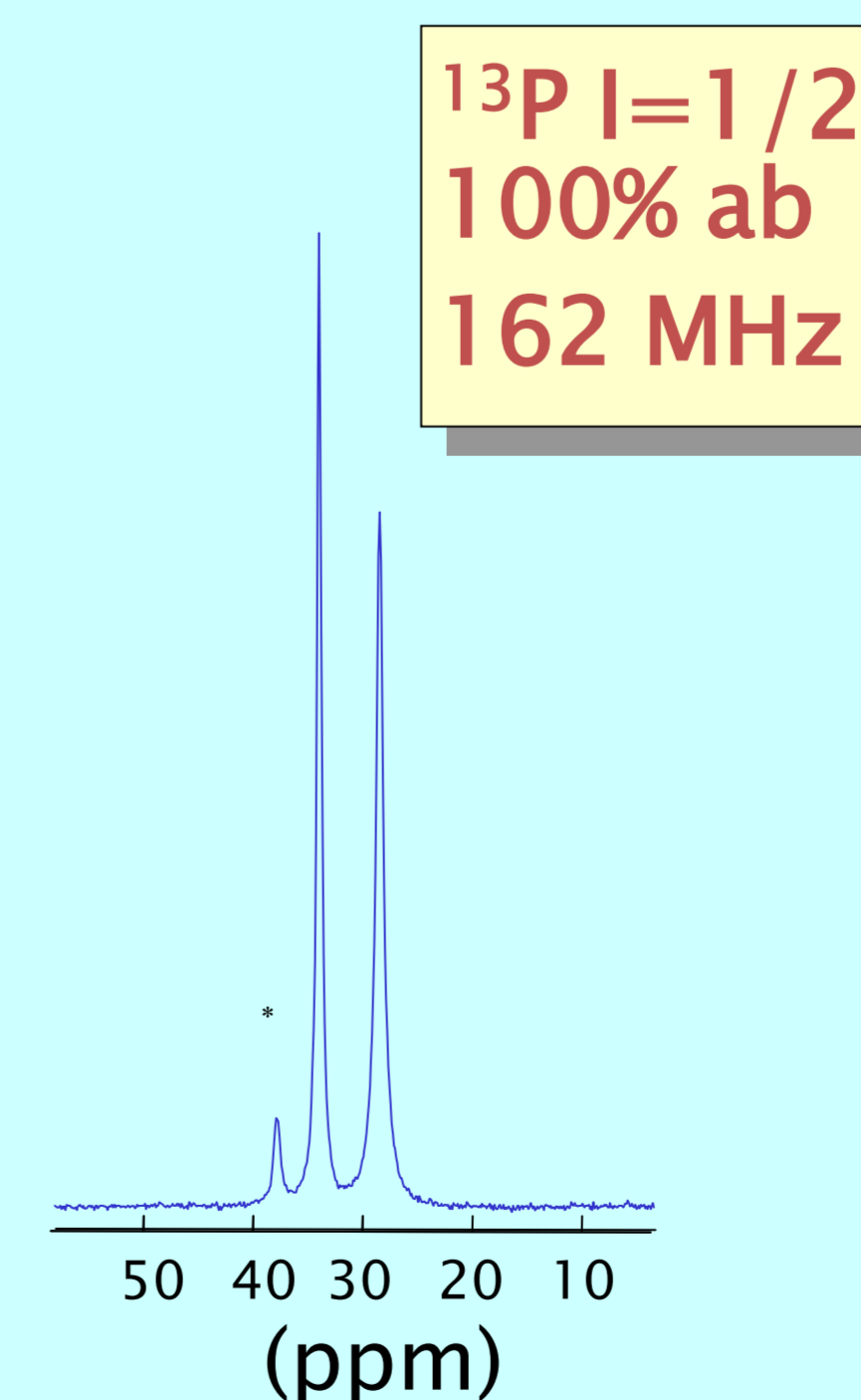
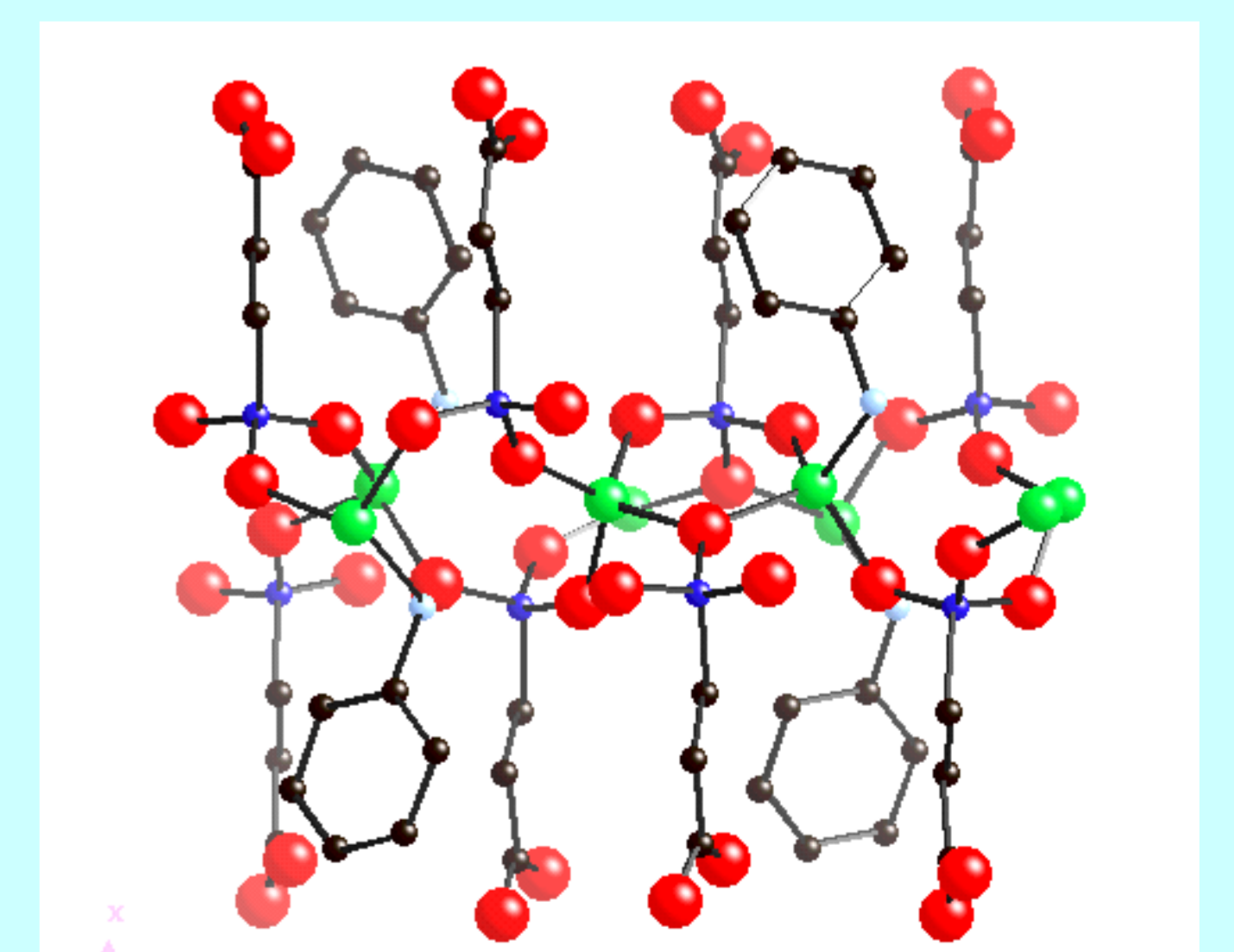
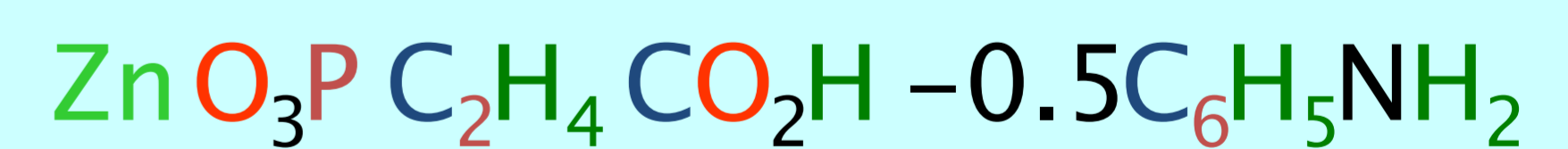
$$\omega_o = 2\pi\nu_o = \gamma_n B_o$$

que define la frecuencia de resonancia de cada núcleo para un campo dado. Estas frecuencias corresponden típicamente a las radiofrecuencias que es la zona menos energética del espectro electromagnético (bajas frecuencias).



Núcleo	I	Frecuencia (MHz)	Núcleo	I	Frecuencia (MHz)
¹ H	1/2	400.0	²⁷ Al	5/2	104.2
⁷ Li	3/2	155.5	²⁹ Si	1/2	79.5
¹¹ B	3/2	128.3	³¹ P	1/2	161.9
¹³ C	1/2	100.6	³³ S	3/2	30.7
¹⁴ N	1	28.9	⁵¹ V	5/2	105.2
¹⁹ F	1/2	376.3	⁶³ Cu	3/2	106.0
²³ Na	3/2	105.8	¹⁹⁵ Pt	1/2	86.0

Materiales Híbridos Orgánicos-Inorgánicos



Es una técnica multinuclear. Los núcleos más comúnmente estudiados en RMN son el protón (¹H, el isótopo más sensible en RMN), el ¹³C y el ¹⁵N; los isótopos de núcleos de los elementos ⁷Li, ¹¹B, ¹⁷O, ¹⁹F, ²³Na, ²⁷Al, ²⁹Si, ³¹P, ³⁵Cl, ¹¹³Cd, ¹⁹⁵Pt se utilizan en la caracterización de materiales.

Aplicaciones al estudio de materiales.

Información estructural

- poliedro de coordinación (tipo de ligando) y distorsiones de los poliedros.
- redes cristalinas (condensación tetraédrica) y distorsiones de redes.
- naturaleza de los cationes que rodean a uno dado, y número de sitios cristalográficos independientes en la estructura cristalina de cada compuesto.