

**ASIGNATURA:**

**FISICA III**

**ESPECIALIDAD:**

**Bioingeniería**

**GUIA DE PROBLEMAS N° 4**

**ESTRUCTURA ELÉCTRICA DE  
LA MATERIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**2016**

## GUIA DE PROBLEMAS N° 4

1.– (a) Estimar la densidad de la masa de la materia nuclear. Una piedra típica tiene una densidad de  $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . ¿Cuál es la relación entre la densidad de masa de la materia nuclear y la de una piedra terrestre típica? (b) Estimar la fuerza gravitacional entre dos nucleones dentro de un núcleo. Suponer que los nucleones se comportan como partículas separadas  $1 \text{ fm}$ . (c) Usando esta hipótesis, estimar la fuerza electrostática entre dos protones dentro del núcleo. (d) Determinar la relación entre las respuestas a los apartados (b) y (c).

2.– (a) Estimar la energía potencial eléctrica  $U_e$  entre dos protones del  ${}^4\text{He}$ . (b) La energía necesaria para separar un protón del núcleo de  ${}^4\text{He}$  es de unos  $20 \text{ MeV}$ . Usar este resultado para comparar las fuerzas eléctrica y nuclear que actúan sobre cada protón. (c) ¿La fuerza nuclear sobre el protón es atractiva? Explique por qué.

$$U_e = e^2/4\pi\epsilon R \quad ; \quad R = R_0 A^{1/3} \quad ; \quad R_0 = 1,1 \text{ fm}$$

3.– Un núcleo radiactivo, inicialmente en reposo, se desintegra emitiendo un electrón y un neutrino en ángulos rectos entre sí. El ímpetu del electrón es de  $1,2 \cdot 10^{-22} \text{ kg.m/s}$  y el del neutrino es de  $6,4 \cdot 10^{-23} \text{ kg.m/s}$ . (a) Halle la dirección y la magnitud del ímpetu del núcleo al retroceder. (b) La masa del núcleo residual es de  $5,8 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ . ¿Cuál es su energía cinética de retroceso? El *neutrino* es una de las partículas fundamentales de la naturaleza.

4.– Un sistema experimental de resonancia magnética utiliza electroimanes que generan un campo magnético uniforme (entre las piezas polares del imán) de  $1 \text{ T}$ . Los electrones y protones de los átomos del aire, que a temperatura ambiente se mueven con una velocidad promedio  $v = 2000 \text{ m/s}$ , experimentan una fuerza magnética igual y de sentido opuesto, que tenderá a separarlos. Compare dicha fuerza con la fuerza electrostática (atractiva) suponiendo una separación  $r \approx 10^{-10} \text{ m}$  entre el electrón y el núcleo (de carga efectiva  $+e$ ).

5.– La resonancia del spin electrónico es muy parecida a la resonancia magnética nuclear, excepto que las transiciones electrónicas resultan de la excitación de niveles atómicos de Zeeman. Estos experimentos se realizan a la frecuencia de microondas. Si la onda electromagnética tiene una frecuencia de  $32 \text{ MHz}$  (banda K) calcular la diferencia fraccional de población entre dos niveles atómicos de Zeeman.

(a) a temperatura ambiente.

(b) a  $4 \text{ K}$ .

6.– Determinar para un átomo de hidrógeno en el estado  $3, 2 \text{ y } +1$ : (a) la energía en  $eV$ . (b) el módulo del momento angular orbital en unidades de  $\hbar$ , y (c) la componente  $z$  del momento angular orbital en unidades de  $\hbar$ .

7.– Cuando un átomo está en un nivel de energía cuyo momento angular total de espín es cero, el espín no contribuye al momento magnético del átomo. Imaginar el nivel correspondiente a  $I = 2$ .

(a) En cuántos subniveles se divide este nivel cuando se sitúa al átomo en un campo magnético?

(b) Si el valor del  $B$  es  $0,35 \text{ T}$ , ¿cuál es el espaciado de la energía (en  $eV$ ) entre dichos niveles?

8.– El protón tiene un momento magnético debido al spin que se puede expresar como:  $\mu_p = \gamma \mu_N$  donde:

$$\mu_N \approx 5,04 \cdot 10^{-27} \text{ A m}^2$$

es el “magnetón nuclear”, y donde  $\gamma = 2,79$  para el protón. Determine: (a) el valor del momento magnético del protón; (b) la diferencia de energía  $\Delta E$  entre un protón orientado paralelamente o antiparalelamente a un campo magnético  $B = 1,5 \text{ T}$ . (c) Si dicha energía se suministra mediante fotones de energía  $E = hf$  ¿cuál es la frecuencia  $f$  de resonancia?

9.– Una gota de agua está suspendida en un campo magnético  $\mathbf{B}$  cuya magnitud es  $1,80 \text{ T}$ . Se aplica un campo magnético alterno estimulador, con su frecuencia ajustada para generar oscilaciones del espín de los protones en la muestra de agua. La componente  $z$  del momento magnético del protón es  $\mu_z = 1,41 \times 10^{-26} \text{ J/T}$ . (a) ¿Cuál es la frecuencia  $f$  y la longitud de onda  $\lambda$  del campo magnético alterno? Suponga que los campos magnéticos internos locales son insignificantes comparados con  $\mathbf{B}$ . (b) Averigüe el valor de los campos más intensos alcanzados hoy en día correspondientes a equipos de RMN. Compare con el valor del campo magnético terrestre.

10.– De acuerdo a la frecuencia de precesión de Larmor. Calcule la frecuencia de ondas de radio a la cual ocurrirá absorción de resonancia para:

- Neutrones libres en un campo magnético de  $1 \text{ T}$
- Protones libres en un campo magnético de  $1 \text{ T}$
- Protones libres en el campo magnético terrestre en un punto donde la intensidad de campo es de  $50 \mu\text{T}$ .

11.– ¿Cuánto vale?: (a) El módulo del momento angular de espín nuclear del  $^{33}\text{S}$   
 (b) Las componentes  $z$  del momento angular de espín nuclear de los diferentes estados de espín nuclear del mismo átomo. Datos:  $I(^{33}\text{S}) = 3/2$

12.– Comercialmente hay equipos de RMN de 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 y 1000 MHz. ¿Cuál es el valor del campo magnético con que trabajan estos equipos, sabiendo que  $\gamma(^1\text{H}) = 26,7522 \times 10^7 \text{ T}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ?

13.– Cuando un protón se mueve desde spin hacia arriba hasta spin hacia abajo en un campo magnético de  $1,4 \text{ T}$  se absorbe un fotón.

- ¿Cuál es la energía del fotón absorbido expresada en  $eV$ ?
- ¿Cuál es la frecuencia del fotón?

14.– En un experimento de RMN, la diferencia entre el campo externo y el campo en la posición del protón es  $B_e - B_T = 1,5 \times 10^{-6} \text{ T}$ . ¿Cuál es el corrimiento de frecuencia  $\Delta f$  que se observa?