

**ELECTROMAGNETISMO**

---

- E1. [2 puntos] ¿Cuál es el trabajo que ejerce el campo magnético? ¿Es conservativa la fuerza de Lorentz? Demuéstralo. ¿Qué implica esto?
- E2. Considera un capacitor que contiene una carga  $Q$ , de placas paralelas lleno de un material con permitividad  $\epsilon > \epsilon_0$ . Calcula:
- a. [1 punto] la intensidad de campo,
  - b. [0.5 punto] la capacitancia,
  - c. [1 punto] la fuerza entre las dos placas y
  - d. [0.5 punto] la densidad de energía.
  - e. [1 punto] ¿Qué pasa si quitamos el material y el capacitor esta en el vacío? ¿Qué cantidades disminuyen y cuáles aumentan?
- E3. Una esfera de radio  $a$ , con una distribución de carga uniforme en su superficie, rota sobre su diámetro con una velocidad angular constante  $\omega$ .
- a. [1 punto] Encuentra la densidad de flujo magnético en el interior de la esfera ( $r < a$ ).
  - b. [1 punto] Encuentra la densidad de flujo magnético en el exterior de la esfera ( $r > a$ ).
  - c. [1 punto] Encuentra la densidad de flujo magnético en la esfera ( $r = a$ ).
  - d. [1 punto] Dibuja las líneas de campo magnético en cualquier punto del espacio.

**TERMODINÁMICA**

---

N.B.: Justifica tus respuestas.

- T1. [4 puntos] Se contempla la construcción de un motor bi-térmico, que en un ciclo recibe 1.2 kJ de un termostato  $A$  y cede 0.5 kJ a otro termostato  $B$ .
- a) [2 puntos] Calcula la eficiencia del motor.
  - b) [2 puntos] Las temperaturas de las fuentes de calor son  $T_A = 900$  K y  $T_B = 420$  K. Determina si tal motor se puede construir.
- T2. [6 puntos] Considera un sistema cuya energía interna (denotada aquí  $E$  en lugar de  $U$ ) está dada por  $E = aVT^4$ , con  $a$  una constante.
- a) [1 punto] Calcula la capacidad calorífica del sistema.
  - b) [2 puntos] Deduce que la entropía está dada por  $S = 4aVT^3/3$ , suponiendo que  $S(T = 0) = 0$ .
  - c) [1 punto] Demuestra la relación general  $(\frac{\partial S}{\partial V})_E = \frac{P}{T}$ , donde  $P$  es la presión.
  - d) [2 puntos] Deduce  $P$  en función de  $T$ .

## MECÁNICA CUÁNTICA

---

- C1.A [1 punto] Considera un pozo de potencial en una dimensión de anchura infinita, descrito mediante ( $V_0 > 0$ ) :

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ -V_0 & x > 0 \end{cases}.$$

Describe la función de onda de una onda-partícula que viaja de izquierda a derecha con número de onda  $k$  y es reflejada y transmitida, en términos de coeficientes respectivos  $R$  y  $T$ , y momentos asociados.

- C1.B [2 puntos] Obtén los coeficientes  $R$  y  $T$  como función de  $k$ ,  $V_0$ .

- C1.C [1 punto] Calcula el flujo  $\frac{i}{2m\hbar}\psi^*(\overleftarrow{\partial}_x - \overrightarrow{\partial}_x)\psi$ , en la región  $x > 0$ .

- C1.D [1 punto] ¿Debe ser igual al de la región  $x < 0$ ? Explica.

- C2.A [3 puntos] El deuterón, formado por un protón y un neutrón, tiene momento angular total con número cuántico  $J = 1$ . El espín total de los nucleones puede estar en los estados con números cuánticos  $S = 1$ ,  $S = 0$ . ¿Cuáles son los momentos angulares orbitales permitidos  $L$ , si la paridad del deuterón es 1? (La paridad es  $(-)^L$ , y  $|j_1 - j_2| \leq j \leq j_1 + j_2$ .)

- C2.B [1 punto] Explica por qué el espín total del sistema neutrón-protón sólo puede tener los valores indicados.

- C2.C [1 punto] Suponiendo que el deuterón se encuentra en un estado  $|JM_J\rangle = |11\rangle$ , ¿qué efecto tiene aplicar el operador de descenso  $J_- = J_x - iJ_y$  sobre éste?

**FÍSICA MODERNA (PARA MAESTRÍA EN FÍSICA)**

---

- FF1. **[3 puntos]** Luz ultravioleta de longitud de onda 350 nm se hace incidir sobre una superficie de potasio (función trabajo 2.2 eV,  $hc = 1.24 \text{ eV}\mu\text{m}$ ). ¿Cuál es la energía cinética máxima de los foto-electrones?
- FF2. **[3 puntos]** Compara la probabilidad de encontrar a un electrón  $1s$  en un átomo de hidrógeno a una distancia  $a_0$  desde el núcleo con la probabilidad de que esté ubicado a una distancia  $a_0/2$ . Recuerda que la función de onda radial normalizada del átomo de hidrógeno para un electrón  $1s$  es  $\frac{2}{a_0^{3/2}}e^{-r/a_0}$ , donde  $a_0$  es el radio de Bohr.
- FF3. **[2 puntos]** La energía de disociación de la molécula  $\text{N}_2$  es 9.8 eV, mientras que para  $\text{O}_2$  y  $\text{F}_2$  es de 5.1 eV y 1.6 eV, respectivamente. Explica la estabilidad relativa de las moléculas  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  y  $\text{F}_2$ .
- FF4. **[2 puntos]** ¿Hay alguna forma empírica de determinar que tan iónico es un enlace en una molécula? Argumenta.

**FÍSICA MODERNA (PARA MAESTRÍA EN FÍSICA MÉDICA)**

---

FM1. [5 pts] El  $^{137}_{55}\text{Cs}$  se transforma a través del decaimiento  $\beta$  en un estado excitado del  $^{137}_{56}\text{Ba}$ , el 94.6% de la veces. Este estado excitado del bario emite un fotón  $\gamma$  de 0.662 MeV.

- (a) Determina la energía de decaimiento gamma de este proceso.
- (b) Calcula la energía de retroceso del  $^{137}_{56}\text{Ba}$  cuando emite el fotón  $\gamma$ .  
Masas nucleares:  $M(^{137}_{55}\text{Cs}) = 127500.0283 \text{ MeV}/c^2$ ;  $M(^{137}_{56}\text{Ba}) = 127498.3408 \text{ MeV}/c^2$ .

FM2. [5 pts] Supón que en un átomo de tungsteno se crea una vacante electrónica en la capa K ( $E_{bK} = 69.5 \text{ keV}$ ), la cual es ocupada por la transición de un electrón de la capa L ( $E_{bL} = 11.0 \text{ keV}$ ).

- (a) Determina la energía de los rayos X característicos que se producirían debido a esta transición.
- (b) Supón que en lugar de la emisión de rayos X característicos, se produce el efecto Auger, expulsando del átomo un electrón de la capa M ( $E_{bM} = 2.5 \text{ keV}$ ). Determina la energía cinética de este electrón Auger.
- (c) Ahora, repite el inciso anterior, suponiendo que el electrón expulsado proviene de la capa N ( $E_{bN} = 0.5 \text{ keV}$ ).

## MECÁNICA CLÁSICA

---

- M1. Considera la energía potencial  $U(r) = \frac{1}{2}kr^2$  de una partícula moviéndose en un campo de fuerza central.
- a) **[2 puntos]** Obtén las condiciones sobre  $k$  para las cuales las órbitas circulares del campo de fuerza central son estables.
  - b) **[3 puntos]** Encuentra el período de las pequeñas oscilaciones alrededor de las órbitas circulares estables.
- M2. **[5 puntos]** Una partícula que realiza un movimiento armónico simple a lo largo del eje  $x$ , tiene una posición dada por  $x = A \sin \omega t$ . Encuentra la posición, velocidad y aceleración con respecto a un sistema que rota con velocidad angular constante  $\boldsymbol{\Omega} = \Omega \mathbf{k}$ .