Universidad Nacional de Río Negro - Profesorados de Física

Física Moderna A
Los Inicios de la Mecánica Cuántica

Asorey

2017

15. **Serie de Balmer**:
De acuerdo al modelo atómico de Bohr, si un electrón se mueve en una de las órbitas permitidas, su energía se mantiene constante (estado estacionario). El electrón puede sufrir una transición "no clásica" de un estado estacionario a otro de energía inferior emitiendo radiación electromagnética de frecuencia $f = \Delta E/h$, siendo ΔE la diferencia de energía entre los dos estados involucrados y h es la constante de Planck.

    a) Balmer encontró una fórmula empírica para representar las longitudes de onda de las líneas correspondientes al espectro de emisión del hidrógeno que se encuentra en la región visible (esta serie de líneas espectrales se conoce como serie de Balmer): $\lambda_n = a n^2/(n^2 - 4)$. Determine el valor de la constante a, teniendo presente que la serie de Balmer corresponde a las siguientes líneas espectrales:

    $$\lambda_n = 656{,}3, 486{,}1, 434{,}1, 410{,}2, 397{,}0, 388{,}9, 383{,}5, 346{,}6 \text{ nm}.$$

    b) Para cada una de las series espectrales del hidrógeno que se muestran a continuación, calcule la longitud de onda de al menos cinco líneas y diga en qué región del espectro electromagnético se encuentran:

    1) Serie de Lyman ($n_f = 1$)
    2) Serie de Paschen ($n_f = 3$)

    n_f representa el número cuántico correspondiente al estado hacia el cual el electrón experimenta la transición.

16. **Longitud de onda y energía de una partícula**:
Una partícula de masa m y carga e es acelerada a través de una diferencia de potencial V. Encontrar la longitud de onda de la partícula.

17. **Átomo de Bohr**:
En base al modelo atómico de Bohr:

    a) Determine el radio de las órbitas permitidas. Calcule el radio de las primeras 4 órbitas de Bohr para el átomo de hidrógeno.

    b) Muestre que la energía del electrón está cuantizada (admite sólo valores discretos). Calcule la energía correspondiente a un electrón en la primera órbita de Bohr en un átomo de hidrógeno (estado fundamental del átomo). Dibuje el diagrama de niveles de energía para un átomo de hidrógeno.

    c) Justifique la utilización de mecánica clásica en lugar de mecánica relativista para átomos livianos (verificar que $v \ll c$).

18. **Temperatura**:
¿A qué temperatura la energía cinética molecular promedio del hidrógeno gaseoso será igual a la energía de ionización del átomo de hidrógeno? (ayuda: recuerde la expresión $E = kT$, donde $k = 1{,}3806 \times 10^{-23}\,\mathrm{J\,K^{-1}}$ es la constante de Boltzmann). ¿Cuál debería ser la longitud de onda de un fotón para ionizar a un átomo de hidrógeno?

19. **Emulando a Bohr**:
Considere un hipotético átomo con un electrón, cuyos niveles de energía no son los del átomo de hidrógeno, pero que obedece el postulado de Bohr, es decir, el electrón no irradia energía mientras permanece en uno de sus estados orbitales, y la radiación ocurre solamente cuando el electrón pasa desde un estado de mayor energía a otro de menor energía, emitiendo un cuanto de radiación de energía $E = h\nu$ igual a la diferencia de las energías de los estados.

    Las longitudes de onda de las primeras cuatro líneas de la serie espectral que terminan en $n = 1$ son: 120,0 nm, 100,0 nm, 90,0 nm y 84,0 nm. El límite de longitudes de onda corta de esta serie es 80,0 nm.

    a) Encuentre los valores de los primeros cinco niveles de energía de este átomo en eV y dibuje el diagrama de niveles.
    b) ¿Cuál es la energía de ionización?
    c) ¿Cuál es la mínima energía que debe ser entregada al electrón en el estado fundamental para poder observar la radiación correspondiente a la transición de $n = 3$ a $n = 2$?

20. **Efecto Auger**:
En términos del modelo de Bohr, un átomo multi-electrónico se puede considerar como un conjunto de electrones independientes ocupando distintas órbitas hidrogenoides de Bohr. Para ellos, la energía del nivel n es

$$E_{Z,n} = Z^2 E_n,$$

    donde Z es el número atómico del átomo y E_n es la energía del nivel n del átomo de Hidrógeno. Considere entonces un átomo del isótopo Be ($Z = 4$) y suponga que la órbita de menor energía puede alojar como máximo 2 electrones. Así, el estado fundamental de este sistema contendrá dos electrones en el nivel $n = 1$ y dos en el nivel $n = 2$. Suponga ahora que uno de los electrones del nivel $n = 1$ es removido por una colisión con un electrón externo, dejando al sistema en un estado excitado. Basándose en el modelo de Bohr:

    a) Calcule la longitud de onda del fotón emitido cuando un electrón del nivel $n = 2$ migra a la vacancia del nivel $n = 1$.
    b) Muestre que un segundo tipo de proceso es posible, en el cual uno de los electrones del nivel $n = 2$ es emitido espontáneamente (autoionización), en tanto que el electrón restante del nivel $n = 2$ se reacomoda en la órbita inferior $n = 1$. Esto se conoce como *efecto Auger*. Ayuda: piense en la conservación de la energía. ¿Cuáles serían los procesos que terminan generando esta nueva configuración?
    c) Calcule la energía cinética del electrón emitido en una transición Auger.

21. **Correspondencia**:
Una bala de 40 g viaja a $1000\,\mathrm{m\,s^{-1}}$.

    a) ¿Qué longitud de onda se le puede asociar?

b) ¿Por qué no se revela la naturaleza ondulatoria de la bala por medio de efectos de difracción?

c) Si la incertidumbre en la medición de la velocidad de la bala es de 0,01 %, ¿cuál será la mínima precisión con que se podrá determinar su posición si se la mide simultáneamente con la velocidad?

22. **Incertidumbre**:
Un átomo excitado puede irradiar en cualquier instante entre $t = 0$ y $t = \infty$. No obstante, se observa que los átomos excitados decaen a estados de menor energía en un tiempo promedio finito, el cual se conoce como tiempo de vida media (τ).El espectro de emisión del mercurio presenta una línea intensa a la longitud de onda $\lambda = 2536$ Å. Sabiendo que la vida media del estado excitado correspondiente es de aproximadamente 10^{-8} s, estimar la indeterminación en la energía de este nivel.