

# FI1100-5 Introducción a la Física Moderna, 2022/02

## Auxiliar 11 - Átomo de Bohr (PreC3)

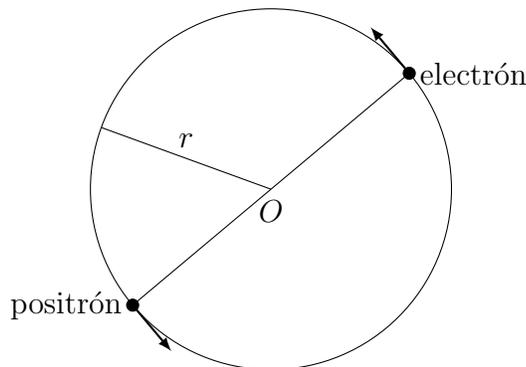
Profesor: **Sebastián López**  
Auxiliares: Rodrigo Cuellar  
Camilo Núñez Barra  
Ayudante: Clemente Miranda

21 de noviembre de 2022

**P1. [P6 Ex 2021-2] Positronio.** El positrón es una partícula con la misma masa del electrón y carga igual y opuesta al electrón. Es decir, está cargado positivamente. De esta forma, el electrón y el positrón se atraen y es posible que orbiten entre sí formando lo que se llama el positronio. Como tienen igual masa, orbitan en torno al centro de masa  $O$ , cada uno describiendo un círculo de radio  $r$ . La fuerza de Coulomb y la energía potencial entre ellos son:

$$F = -\frac{ke^2}{d^2} \qquad U = -\frac{ke^2}{d}$$

donde  $d = 2r$  es la distancia entre el electrón y el positrón. Usando el método de cuantización de Bohr, calcule la energía del estado fundamental del positronio.



**P2. [P1a C1 FI3102 2021-2] Ley de potencias.** Suponga que la energía potencial de un electrón de masa  $m_e$  en un átomo no es Coulombiana, sino que obedece alguna otra ley de potencias con algún exponente  $\alpha$  conocido, de modo que el potencial eléctrico está dado por  $V(r) = kr^\alpha$ , con  $k$  una constante positiva. Así, la fuerza que siente un electrón de carga  $-e$  ligado a un átomo está dada por  $F(r) = (-e)(-\partial V/\partial r)$ . Considere válida la condición de cuantización del momentum angular de Bohr dada por  $m_e v_n r_n = h/2\pi$ , con  $n$  un entero positivo. ¿Qué radios  $r_n$ , velocidades  $v_n$  y energías  $E_n$  habría encontrado Bohr en 1913?

**P3. [37.43 Sears & Zemansky 14 Ed]** Después de ser producido en un choque entre partículas elementales, un pion positivo ( $\pi^+$ ) debe recorrer un tubo de 1.90 km de largo para llegar a un área experimental. Una partícula  $\pi^+$  tiene una vida media (medida en su sistema de referencia en reposo) de  $2.60 \times 10^{-8}$  s; el  $\pi^+$  que estamos considerando tiene este tiempo de vida.

- (a) ¿Con qué rapidez  $u$  debe viajar el  $\pi^+$  para no desintegrarse antes de alcanzar el final del tubo? [Puesto que  $u$  se aproxima mucho a  $c$ , escriba  $u = (1 - \Delta)c$  y dé su respuesta en términos de  $\Delta$  en lugar de  $u$ ]
- (b) El  $\pi^+$  tiene una energía en reposo de 139.6 MeV. ¿Cuál es la energía total del  $\pi^+$  a la rapidez calculada en el inciso (a)?

**P4. [P4 C3 2019-2] (Propuesto)** Un átomo tiene 3 niveles de energía, con valores  $E_1 = 1$  eV,  $E_2 = 2$  eV y  $E_3 = 4$  eV. Estando inicialmente el átomo en el nivel 1 recibe un fotón que lo lleva al nivel 3, luego de lo cual decae al nivel 2 para finalmente decaer al nivel 1. Encuentre la longitud de onda del fotón incidente y de los dos fotones emitidos. ¿A qué colores corresponden?

Color	Longitud de onda (nm)	Energía del fotón (eV)
infrarrojo	780–1000	0.001–1.6
rojo	618–780	1.6–2.01
anaranjado	581–618	2.01–2.13
amarillo	570–581	2.13–2.18
verde	497–570	2.18–2.49
cian	476–497	2.49–2.60
azul	427–476	2.60–2.90
violeta	380–427	2.90–3.26
ultravioleta	10–380	3.26–124

**P5. [P5 C3 2019-2] (Propuesto)** Se tienen dos gemelos en la Tierra. Cuando tienen 20 años, uno de ellos, parte en una nave espacial a una estrella que está a 10 años luz de distancia. La nave va a la estrella y vuelve a la Tierra sin detenerse en la estrella, viajando siempre con una rapidez de  $0.8c$ . Calcule la edad que tienen ambos cuando se vuelve a encontrar.

**P6. [P3C C3 2020-2] (Propuesto)** Se realiza un experimento del efecto fotoeléctrico, exponiendo una superficie del metal de Sodio de superficie  $1.0 \text{ mm}^2$  a la luz del Sol, que supondremos para simplificar que tiene una única longitud de onda de 500 nm. La función trabajo del metal es 2.28 eV.

- (a) Calcule el número de fotoelectrones por segundo que se eyectan de una superficie de metal de Sodio cuando la radiación solar tiene una intensidad de  $1.3 \text{ kW m}^{-2}$  (correspondiente a la intensidad de la luz solar sobre la capa atmosférica terrestre).
- (b) ¿Qué potencia se llevan consigo los fotoelectrones?

Nota: Potencia es la energía por unidad de tiempo y se expresa en  $W = \text{Js}^{-1}$ . Intensidad es la potencia por unidad de área.

**P7. [P5 Ex 2019-2] (Propuesto)** Un átomo de hidrógeno que está inicialmente en el nivel fundamental absorbe un fotón y se excita al nivel  $n = 3$ . Determine la longitud de onda y la frecuencia del fotón.