

# FÍSICA MODERNA I

6 de Octubre de 2011.

## Guía N° 6: Mecánica Cuántica

### Problema 1:

Muestre que para un potencial unidimensional par  $V(x) = V(-x)$  las soluciones de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo tienen paridad definida, siempre que las mismas correspondan a autovalores no degenerados.

### Problema 2:

Una partícula de masa  $m$  se encuentra en el interior del pozo de potencial unidimensional:

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

- Escriba la ecuación de Schrödinger correspondiente.
- Considere el caso  $-V_0 < E < 0$ . Determine las condiciones de contorno y continuidad que debe cumplir una autofunción para este potencial.
- Muestre que las autofunciones tienen paridad definida y son reales para los estados ligados.
- Muestre que la energía de los estados ligados toma solamente valores discretos.
- Considere ahora que la energía de la partícula es  $E > 0$ . Encuentre y grafique la función de onda de la partícula. Calcule el coeficiente de transmisión cuando la partícula se mueve sobre el pozo de potencial.

### Problema 3:

Estime la energía de punto cero de un electrón confinado en el interior de una región de  $10^{-14}$  m, la cual es del orden de magnitud de las dimensiones nucleares. Compare esta energía con la energía potencial gravitacional y potencial coulombiana entre un electrón y un protón a la misma distancia. Discuta sobre la posibilidad de que un electrón pueda encontrarse en el interior de un núcleo.

### Problema 4:

Un átomo del gas noble criptón ejerce un potencial atractivo, que tiene un comienzo muy brusco, sobre un electrón. Debido a ello resulta una aproximación razonable el describir el potencial como un pozo cuadrado atractivo de radio igual al radio del átomo de  $4 \text{ \AA}$ . Los experimentos demuestran que un electrón de energía cinética  $0,7 \text{ eV}$  en regiones exteriores del átomo puede viajar a través de él sin que existan reflexiones significativas. Al fenómeno se lo denomina *efecto Ramsauer*. Utilice esta información para determinar la profundidad del pozo.

### Problema 5:

Una partícula de masa  $m$  incide sobre la barrera de potencial unidimensional:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \\ V_0 & 0 < x < a \\ 0 & a \leq x \end{cases}$$

- Escriba la ecuación de Schrödinger correspondiente.
- Calcule el coeficiente de transmisión para los casos  $0 < E < V_0$  y  $E > V_0$ . Ayuda: verifique los cálculos de los libros de cuántica.

### Problema 6:

Un electrón y un protón de igual energía encuentran la misma barrera de potencial.Cuál tiene la probabilidad de transmisión más grande?

**Problema 7:**

Dada la siguiente energía potencial:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ -\varepsilon x + E_0 & 0 \leq x \end{cases}$$

escriba las funciones de onda para una partícula proveniente de la región  $x > 0$  y con energía total (a) negativa, (b) entre cero y  $E_0$  y (c) mayor que  $E_0$ .

Cómo varía la longitud de onda de la partícula a medida que se mueve en las regiones  $x > 0$  y  $x < 0$ , si la energía total es mayor que  $E_0$ ? Repita para el caso en que la partícula proviene de la región  $x < 0$ . Esta situación corresponde a la energía potencial de un electrón en un metal cuando se aplica un campo eléctrico externo.

**Problema 8:**

Estime el valor del número cuántico  $n$  para una bolita de masa 0,001 kg que se mueve a una velocidad de  $10^{-6}$  m/s y está confinada en una caja de 0,01 m.