

---

Quantum theory does not trouble me at all. It is just the way the world works.

---

*J. Wheeler.*

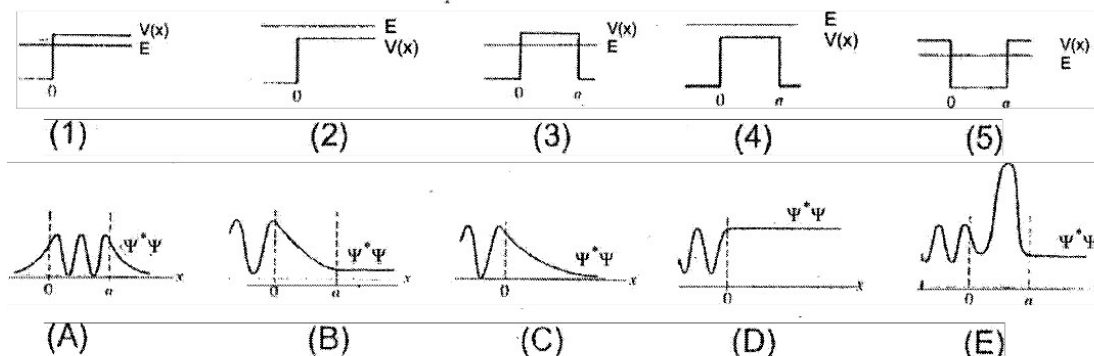
En esta práctica les proponemos que revisen algunos de los temas que han estudiado en Física 4.

---

**1 Multiple choice: Órdenes de magnitud**

- (a) El radio medio típico de un átomo es
- A.  $10^{-5}$  m.
  - B.  $10^{-10}$  m.
  - C.  $10^{-20}$  m.
  - D.  $10^{-30}$  m.
- (b) Comparado con la longitud de onda de Compton del electrón, el radio de Bohr es
- A. 100 veces más grande.
  - B. 10000 veces más chico.
  - C. aproximadamente igual.
- (c) El número de fotones por segundo emitido por una lamparita es del orden de
- A.  $10^3$ .
  - B.  $10^5$ .
  - C.  $10^{10}$ .
  - D.  $10^{20}$ .
- (d) La energía del estado fundamental del átomo de hidrógeno es del orden de
- A.  $10^{-6}$  eV.
  - B.  $10^{-3}$  eV.
  - C. 10 eV.
  - D. 10 MeV.
- (e) La velocidad promedio de un electrón en el estado fundamental del átomo de hidrógeno es aproximadamente
- A.  $c$ .
  - B.  $0,1 c$ .
  - C.  $10^{-2} c$ .
  - D.  $10^{-5} c$ .
  - E.  $10^{-10} c$ .
- (f) El tiempo de vida medio típico de un estado electrónico excitado de un átomo es
- A.  $10^2$  s.
  - B.  $10^{-8}$  s.
  - C.  $10^{-18}$  s.
  - D.  $10^{-38}$  s.

- 2 Los diagramas (1)-(5) de la figura representan distintos tipos de potenciales unidimensionales en los que se encuentra una partícula con un determinado valor de energía  $E$ .



- (a) Indicar qué gráfica de  $\Psi^*\Psi$  corresponde a cada uno de los casos (1)-(5).  
 (b) Para cada uno de los casos (1)-(5), decir si el espectro de energía es discreto o continuo.
- 3 Partiendo de la ecuación de Schrödinger, derivar la ecuación de continuidad para la densidad de probabilidad  $\rho(t, \mathbf{x}) \equiv |\Psi(t, \mathbf{x})|^2$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div } \mathbf{J} = 0,$$

siendo  $\mathbf{J}$  la corriente de probabilidad.

- 4 **Partícula en un anillo.** Hallar los niveles de energía de una partícula libre de masa  $m$  cuando el espacio es un anillo de perímetro  $L$ .
- 5 **¿Verdadero o falso?** Decidir si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa. Justificar.

- (a) La función de onda de una partícula está dada por  $\psi(x) = A \cos(kx) + A \sin(2kx)$  ( $A, k$  son constantes reales). Entonces, la distribución de impulsos es no nula sólo para los valores  $p = \pm \hbar k$  y  $p = \pm 2\hbar k$ .
- (b) En problemas unidimensionales, el espectro de estados ligados es siempre no degenerado.
- (c) Si  $V(x)$  es un potencial unidimensional par, entonces los autoestados de energía tienen paridad definida (es decir, o son pares o son impares).
- (d) Para el potencial unidimensional dado por  $V(x) = \lambda \delta(x)$  hay sólo un estado ligado.
- (e) Para el autoestado de menor energía del oscilador armónico unidimensional se satura la relación de incerteza  $\Delta x \Delta p$ .

- 6 **Aproximación WKB.** Utilizar la aproximación WKB para encontrar el espectro de energía de una partícula de masa  $m$  en el siguiente potencial unidimensional:

$$V(x) = \begin{cases} V_0 & \text{si } 0 < x < a/2, \\ 0 & \text{si } a/2 < x < a, \\ \infty & \text{si en cualquier otro caso.} \end{cases}$$

Asumir que  $\pi^2 \hbar^2 / (2ma^2) > V_0 > 0$