FÍSICA CUÁNTICA I **(Grado en Física, UEx; Curso 2011/2012)**

Examen Final **26 de Enero de 2012**

1. *a*) Señala al menos un aspecto destacable, desde el punto de vista cuántico, de los siguientes fenómenos: radiación del cuerpo negro, efecto fotoeléctrico, efecto Compton y producción de rayos X.

   b) Una placa de potasio (función trabajo $W_0 = 2{,}1$ eV) de 10 cm^2 de área está colocada a 1 m de una fuente luminosa puntual de potencia $P = 1$ W que emite luz amarilla de longitud de onda $\lambda = 5890$ Å en todas direcciones. ¿Cuántos fotones inciden sobre la placa metálica por unidad de tiempo? ¿Se producirá efecto fotoeléctrico? (**Nota:** $h = 6{,}626 \times 10^{-34}$ J s)

2. *a*) ¿Es el espectro de emisión del isótopo ^{1}H (protio) *exactamente* igual al del isótopo ^{2}H (deuterio)? ¿Y al del ión He$^+$? ¿Por qué?

   b) ¿En qué consiste la estructura fina del átomo de H? ¿La explica el modelo atómico de órbitas elípticas de Sommerfeld? ¿Es necesario tener en cuenta algo más?

3. *a*) Los diagramas (a)–(g) de la Fig. 1 representan distintos casos de potenciales $V(x)$ y energías E. Indica los rasgos más característicos de las soluciones de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo en cada caso.

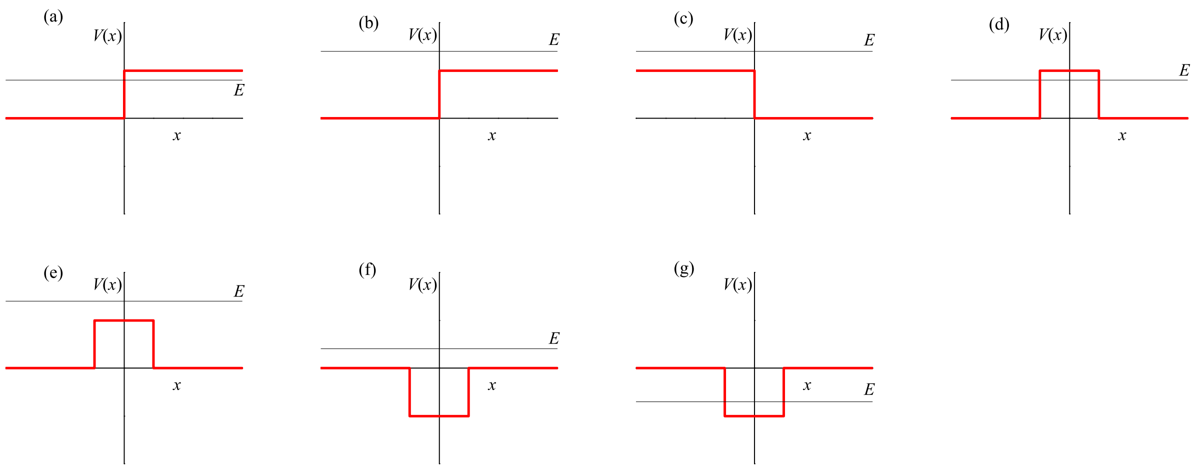

Figura 1: Ejercicio 3*a*.

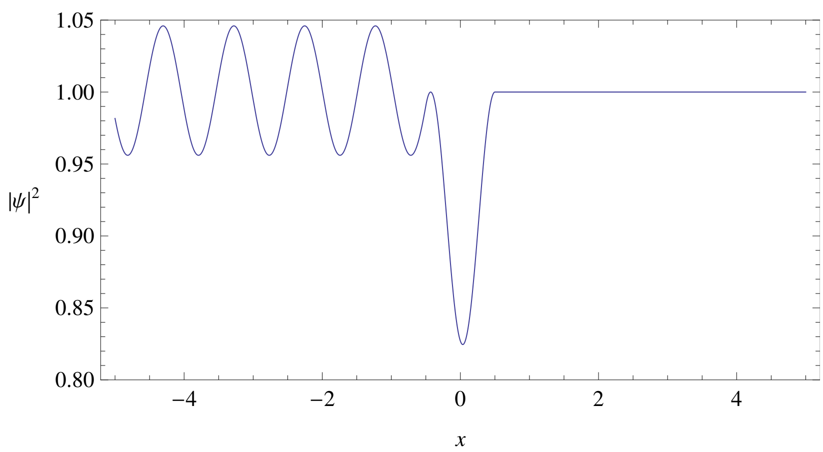

Figura 2: Ejercicio 3*a*.

   b) La Fig. 2 representa $|\psi(x)|^2$ para uno de los casos de la Fig. 1. Razona a cuál de ellos corresponde.

4. Un oscilador armónico simple (de frecuencia ω) se encuentra inicialmente en un estado con función de onda

$$\Psi(x,0) = N \sum_{n=0}^{\infty} a^n \psi_n(x),$$

donde $\psi_n(x)$ es la autofunción correspondiente al nivel de energía E_n, a es un parámetro complejo y N es una constante de normalización.

a) Calcula la constante N en función de a y demuestra que, para que $\Psi(x,0)$ esté normalizada, es necesario que $|a| < 1$.

b) Escribe la función de onda $\Psi(x,t)$ para todo tiempo t.

c) Si se mide la energía, ¿qué probabilidad hay de hallar el valor $\frac{1}{2}\hbar\omega$? ¿Y $\hbar\omega$? ¿Y $\frac{3}{2}\hbar\omega$?

d) Calcula el valor esperado $\langle H \rangle$ de la energía. ¿Depende del tiempo?

e) Señala qué pasos habría que seguir para calcular, en función del tiempo, $\langle x \rangle$ y $\langle p_x \rangle$.

f) El módulo al cuadrado del producto escalar $\langle \Psi(x,0) | \Psi(x,t) \rangle$ da la probabilidad de hallar la partícula en el instante t en el mismo estado en que se encontraba inicialmente. Calcula ese producto escalar.

Nota: Si $|x| < 1$, $\sum_{n=0}^{\infty} x^n = \frac{1}{1-x}$, $\sum_{n=0}^{\infty} n x^n = \frac{x}{(1-x)^2}$.