Segundo Parcial de Física 4 (Cátedra Otero y Garzón) 3 de julio de 2015.

Por favor resuelva los problemas en hojas separadas y justifique todas sus respuestas en todos los problemas.

Problema 1 a): En una célula fotoeléctrica, el cátodo metálico se ilumina con una radiación de $\lambda = 200nm$, el potencial de frenado para los electrones es de 1 voltio. Cuando se usa luz de 175 nm, el potencial de frenado es de 1,86 V. Calcular: *i)* El trabajo de extracción del metal y la constante de Planck h. *ii)* ¿Se produciría efecto fotoeléctrico si se iluminase con luz de 250 nm?
Datos: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$, $c = 3 \cdot 10^8 m/s$
Problema 1 b): Si los electrones de conducción en el cobre tienen una energía cinética de $7eV$. *i)* Calcule su longitud de onda asociada en el caso no relativista. *ii)* Si la densidad del cobre es $8,9 \cdot 10^3 kg/m^3$ y su masa por átomo de $1,04 \cdot 10^{-22}g$, compare con la distancia interatómica del cobre y analice si debe tenerse en cuenta el caracter ondulatorio de los electrones de conducción de este metal.
Dato: $1eV = 1,60217657 \times 10^{-19}J$
Problema 1 c): ¿Cuál es la potencia radiada por un alambre de nicromel de 1,0 m de longitud que tiene un diámetro de 0,15 cm a una temperatura de 727^oC si su emisividad es de 0,92?
Dato: $\sigma = 5,73 \cdot 10^{-8} J/(m^2 s K^4)$

Problema 2: Considere una partícula de masa m sometida al potencial central

$$V(r) = \begin{cases} +\infty & \text{si} \quad 0 < \text{r} < \text{r}_0 \\ 0 & \text{si} \quad \text{r}_0 < \text{r} < \text{r}_0 + \text{a} \\ +\infty & \text{si} \quad \text{r} > \text{r}_0 + \text{a}, \end{cases}$$

con r_0, a constantes positivas.
a) Encuentre la parte radial de las autofunciones de $\hat{H}$. Escriba la ecuación diferencial del problema unidimensional equivalente.
b) Para $\ell = 0$, halle las autofunciones normalizadas y encuentre explícitamente los niveles de energía.
c) Halle la expresión $\Psi(\mathbf{r}, t) \;\; \forall \;\; t$, sabiendo que $\Psi(\mathbf{r}, 0) = A \; sen[4\pi(r - r_0)/a]$ para $r_0 < r < r_0 + a$, y $\Psi(\mathbf{r}, 0) = 0$ en otro lado. (Cuidado: $\Psi(\mathbf{r}, 0)$ *no* es autofunción de $\hat{H}$).
d) En la función de onda del inciso anterior si $a = r_0/12$ y $A = \sqrt{27/(5\pi r_0^3)}$. Halle la probabilidad de obtener E_2, E_4 y E_6 como resultado de medir $\hat{H}$; siendo E_n el n-ésimo nivel de energía.

Ayuda: $2 \; sen\alpha \; sen\beta = cos(\alpha - \beta) - cos(\alpha + \beta)$, $\quad \int_0^a dx \, sen(n\pi x/a) sen(m\pi x/a) = \frac{a}{2}\delta_{nm}$

$$\int x \; cos[\alpha(x - x_0)]dx = \frac{x}{\alpha} sen[\alpha(x - x_0)] + \frac{1}{\alpha^2} cos[\alpha(x - x_0)]$$

Problema 3: En un tiempo $t = 0$ la función de onda de un átomo de hidrógeno es:

$$\psi = A\left(2\varphi_{200} + \varphi_{210} + \sqrt{2}\varphi_{211} + \sqrt{3}\varphi_{21-1}\right)$$

donde las φ_{nlm} son las autofunciones normalizadas de $\hat{H}$.

a) Normalizar ψ
b) Calcular $\left\langle \hat{L}^2 \right\rangle, \left\langle \hat{L}_z \right\rangle$ y $\left\langle \hat{H} \right\rangle$.
c) Hallar ψ para un tiempo t cualquiera.
d) ¿Cuál es la probabilidad de encontrar el sistema con $\ell = 1$, $m = -1$ como una función del tiempo?