Examen de Física Julio 2022

Ejercicio 1 (50 puntos)
A) Inicialmente de Broglie asoció una onda plana a una partícula material. Explique qué problema conceptual presenta representar partículas por onda planas.***(7 puntos)***
B) ¿Cómo hizo de Broglie para solucionar el problema anterior? ***(7 puntos)***
C) Si aceptamos la aproximación de asociar una onda plana de de Broglie a un electrón, ¿cuál es la longitud de onda λ_e y la frecuencia ν asociada a un electrónque tiene una energía cinética K? Expresar a ambas como función de K.***(9 puntos)***
D) Si se quiere una λ_e= 1 Å, ¿con qué diferencia de potencial hay que acelerar al electrón que parte del reposo?***(9 puntos)***
E) Otra forma de darle la energía al electrón para que su λ_e sea = 1 Å es mediante efecto fotoeléctrico. Despreciando a la función trabajo del material del cual se "arranca" al electrón, calcular lalongitud de onda λ_f del fotón que debe absorber el electrón y expresarla en Å.***(10 puntos)***
F) ¿Cómo se explica el valor encontrado para λ_e/λ_f en términos de las energías involucradas? ***(8 puntos)***

Ejercicio 2(50 puntos)

A) Defina a los números cuánticos n,ly m_l que caracterizan a la función de onda $\Psi_{nlm}(r,\theta,\phi)$ = $R(r)\Theta(\theta)\Phi(\phi)$, del átomo de hidrógeno. ***(7 puntos)***
B) Escriba a la ecuación de Schrödinger para la componente radial $R(r)$ del átomo de hidrógeno (ecuación de Schrödinger en coordenadas esféricas con potencial Coulombiano). ***(7 puntos)***
C) Escriba la forma genérica de la componente radial $R(r)$ de la función de onda para el estado n.***(7 puntos)***
D) Para el estado n = 2, l = 1 calcule la probabilidad de que el electrón se encuentre dentro del radio de Bohr a_0, $P(r\leq a_0)$, utilizando a la $R(r)$ de la tabla de abajo y la fórmula

$$\int x^n e^{-cx}\,dx = -\frac{e^{-cx}}{c}\left(x^n + \frac{nx^{n-1}}{c} + \frac{n(n-1)x^{n-2}}{c^2} + \cdots + \frac{n!}{c^n}\right)$$ ***(12 puntos)***

E) ¿Cuánto vale $P(r > a_0)/P(r \leq a_0)$? ***(7 puntos)***
F) Para el estado n = 2, l = 1, utilizando a las funciones angulares de la tabla de abajo, calcular la dirección espacial en la que la densidad de probabilidad angular, $P(\theta,\phi)$, es máxima distinguiendo los dos casos: m_l= 0 y m_l= ±1.***(10 puntos)***

n	l	m_l	$R(r)$	$\Theta(\theta)$	$\Phi(\phi)$
2	0	0	$\frac{1}{(2a_0)^{3/2}}\left(2-\frac{r}{a_0}\right)e^{-r/2a_0}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$
2	1	0	$\frac{1}{\sqrt{3}(2a_0)^{3/2}}\frac{r}{a_0}e^{-r/2a_0}$	$\sqrt{\frac{3}{2}}\cos\theta$	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$
2	1	±1	$\frac{1}{\sqrt{3}(2a_0)^{3/2}}\frac{r}{a_0}e^{-r/2a_0}$	$\mp\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\theta$	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{\pm i\phi}$

Datos para útiles para resolver los problemas:

constante de Planck h =6.63×10^{-34}J.s
carga del electrón e = 1.6×10^{-19}C
masa del electrón m = 9.11×10^{-31}Kg
energía en reposo del electrón mc^2= 0.511 MeV
hc =12.4×10^{3}eV.Å