

FİZİK BÖLÜMÜ

DERSİN ADI: KUANTUM FİZİĞİ I

ÖDEV SET NO: VII

SORULAR

S.1- Hidrojen atomunda 2p durumunda bulunan bir elektronun dalga fonksiyonu

$$\psi_{2p}(r) = \frac{1}{\sqrt{3}(2a_0)^{3/2}} \frac{r}{a_0} e^{-\frac{r}{2a_0}} \text{ dır. 2p durumunda bulunan bir elektronun hidrojen atomunun}$$

çekirdeğinden itibaren bulunabileceği en olası uzaklık nedir?

S.2-Hidrojen atomunun 1s durumundaki elektron için momentum uzayı dalga

fonksiyonunu $\Phi(p)$ bulunuz. $(\Phi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-\frac{r}{a_0}})$

S.3-Bir elektron hidrojen atomunun $n=2$, $l=1$, $m=0$ durumundadır ve dalga fonksiyonu

$$\psi(r, \theta, \phi) = A r e^{-\frac{r}{2a_0}} \cos(\theta) \text{ ile veriliyor, burada } a_0 \text{ Bohr yarıçapıdır.}$$

(a) Normalize dalga fonksiyonunu bulunuz.

(b) Elektronun çekirdekten r uzaklıkta bulunma olasılığını bulunuz.

(c) Elektronun çekirdekten en olası uzaklığını bulunuz.

(d) $\langle r \rangle$ yı hesaplayınız. $(\int_0^\infty x^n e^{-x} dx = n!)$

S.4- Bir sistem, α sabit olmak üzere $\psi(x, y, z) = N(x + y + z) e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}}$ şeklinde bir dalga fonksiyonuna sahiptir. L_z ve L^2 ölçüldüğünde değerin 0 ve $2\hbar^2$ bulunma olasılığı nedir?

S.5- Bir parçacık L^2 ve L_z öz durumunda bulunduğu biliniyorsa, beklenen değerler için

$$\langle L_x \rangle = \langle L_y \rangle = 0 \text{ ve } \langle L_x^2 \rangle = \langle L_y^2 \rangle = \frac{l(l+1)\hbar^2 - m^2\hbar^2}{2} \text{ olduğunu gösteriniz.}$$

S.6-Hidrojen atomundaki 1s dalga fonksiyonu $\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-\frac{r}{a_0}}$ radyal simetrik Schrödinger

eşitliğini $-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{d^2\psi}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d\psi}{dr} \right) - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \psi = E\psi$ sağladığını gösteriniz.

S.7- $n=1,2,3,4$ ve 5 olan elektron için kaç farklı kuantum sayısı takımı mümkündür? Farklı kuantum sayısı takımının sayısının $2n^2$ eşit olduğu genel kuralıyla uyumlu olduğunu gösteriniz.

S.8- m kütleli iki parçacıktan oluşan katı döneç için enerji özdeğerini $E_l = \frac{l(l+1)\hbar^2}{2I}$ olduğunu gösteriniz. Burada I eylemsizlik momentidir.

S.9- $l=1$ için L_x, L_y, L_z ve L^2 operatörlerinin matris temsillerini bulunuz.

S.10- Pauli spin matrislerini kullanarak, spin açısal momentum için komütasyon bağıntılarını doğrulayınız.