

FİZİK BÖLÜMÜ

DERSİN ADI: KUANTUM FİZİĞİ II
ÖDEV SET NO: VI

SORULAR

SORU 1: A normalizasyon sabiti olmak üzere $\phi(x) = Ae^{-\lambda^2 x^2}$ deneme dalga fonksiyonundaki λ parametresini belirleyerek b bir sabit olmak üzere $H = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + bx^4$ tek parçacık Hamiltonyeninin taban durum enerjisini tahmin ediniz.

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{a}}, \int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-ax^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{a^3}},$$
$$\int_{-\infty}^{\infty} x^4 e^{-ax^2} dx = \frac{3}{4} \sqrt{\frac{\pi}{a^5}}.$$

SORU 2: $V = g|x|$ potansiyelindeki bir parçacığın taban durum enerjisini deneme dalga fonksiyonu olarak $\psi = c\theta(x+a)\theta(a-x)\left(1 - \frac{|x|}{a}\right)$ yi kullanarak bulunuz. Burada c ve a değişim parametreleri $\theta(x) = 0 \ x < 0; \theta(x) = 1 \ x > 0$; olan basamak fonksiyonudur.

SORU 3: Bir boyutlu uzayın yarısı aşağıda verildiği gibi lineer potansiyelin altındadır,

$$V(x) = \begin{cases} +\infty, & x < 0 \\ Fx & x > 0 \end{cases}$$

tek parçacık bu potansiyelde ise değişim ilkesini kullanarak taban durum enerjisini bulunuz. Kendi deneme dalga fonksiyonunuzu seçiniz.

SORU 4: Normalize deneme dalga fonksiyonu $|\psi\rangle = (1+A^2)^{-1} [|100\rangle + A|210\rangle]$ olsun, burada sağ taraftaki kettler hidrojenimsi atom öz-ketleridir. F gibi sabit bir elektrik alanda hidrojen atomunun taban durumunu göstermektedir. (Bu dalga fonksiyonu "taban durum karakteri" ve $A \ll 1$ varsayarak, küçük bir miktar $|210\rangle$ karakteri durumu temsil etmektedir)

- Deneme dalga fonksiyonunu kullanarak $\langle \hat{H} \rangle$, A^2 terimlerinden daha yüksek mertebeli olanları ihmal ederek ikinci mertebe pertürbasyonla elde edilen sonucu varyasyon ilkesini kullanarak elde ediniz $\partial \langle \hat{H} \rangle / \partial A$ da A nın birden büyük kuvvetlerini ihmal ediniz.
- Deneme dalga fonksiyonunu kullanarak hidrojenin taban durum dipol polarizibilitesini bulunuz.

SORU 5: Bir nötronla bir proton arasındaki kuvvetin, $r_0 = \frac{\hbar}{mc}$ olmak ve V_0 da potansiyelin şiddetini göstermek üzere $V(r) = V_0 \frac{e^{-\frac{r}{r_0}}}{\frac{r}{r_0}}$ şeklindeki Yukawa potansiyeliyle temsil edildiğini biliyoruz. Proton ve nötrondan oluşan sistem yani döteron için deneme dalga fonksiyonunu $e^{-\alpha \frac{r}{r_0}}$ olarak döteronun taban durum enerji düzeyini varyasyon metoduyla bulunuz.