

Einführung in die Quantentheorie

Präsenzübung, Blatt 12

SoSe 2018

03./04.07.2018

[P29] Bindungszustände im Zentralpotential

Bestimmen Sie die Bindungsenergien für ein Potential der Form

$$V(r) = \frac{\alpha}{r^2} - \frac{\beta}{r}$$

mit $\alpha, \beta > 0$. Gehen Sie wie folgt vor:

- (a) Bringen Sie die Schrödingergleichung auf die gleiche Form wie die des Wasserstoffproblems. Führen Sie dabei einen Parameter s ein über

$$s(s+1) = \ell(\ell+1) + \frac{2m\alpha}{\hbar^2}.$$

- (b) Bestimmen Sie die Energie-Eigenwerte $E_{n,\ell}$ mit Hilfe Ihrer Kenntnisse über das Wasserstoffatom aus der Vorlesung. Geben Sie auch den Entartungsgrad der Energieniveaus an.

[P30] Erwartungswerte im Wasserstoffatom

Ein Elektron befinde sich im stationären Zustand $|\varphi\rangle$ mit der Orts-Wellenfunktion

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{30}} \left[\varphi_{100}(\vec{r}) + 3\varphi_{211}(\vec{r}) + 4\varphi_{200}(\vec{r}) + 2\varphi_{320}(\vec{r}) \right],$$

wobei φ_{nlm} die Orts-Wellenfunktion des Wasserstoffatoms mit den Quantenzahlen n , ℓ und m bezeichnet.

- (a) Berechnen Sie den Erwartungswert der Energie mit Hilfe von $E_n = -Ry/n^2$.
(b) Wie lautet der Erwartungswert von \vec{L}^2 ?
(c) Wie lautet der Erwartungswert von L_z ?