

# Einführung in die Quantentheorie

Präsenzübung, Blatt 12

SoSe 2024

25./26.06.2024

---

## [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  $\varphi_{n\ell m}$  die Orts-Wellenfunktion des Wasserstoffatoms mit den Quantenzahlen  $n$ ,  $\ell$  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  $L_z$ ?