

Examen Kwantummechanica (17 januari 2013)

Mondeling (2u voorbereiding)

Bespreek de koppeling tussen twee spin-1/2 deeltjes en dit zowel in de ongekoppelde als in de gekoppelde basis.

1. Geef een uitdrukking van beide basissen (vectoren, schrijf de relevante operatoren in matrixvorm). Situeer in dit kader het concept van “entangled states”.
2. Bereken $\hat{S}_y|+, -\rangle$ en verklaar je strategie.
3. Bereken $\hat{S}_x|1, 0\rangle$ en verklaar je strategie.
4. We meten achtereenvolgens \hat{S}_{z1} en \hat{S}_{z2} . Wat is de kans dat we + resp. - vinden voor $|1, 0\rangle$? Wat is de kans dat we tweemaal + vinden voor $|0, 0\rangle$?
5. Commuterer \hat{S}_{y1} en \hat{S}_{z2} ? Werk uit in de ontkoppelde basis en veralgemeen je vaststelling.
6. Verklaar figuur 13.2 (Zeeman splitting voor waterstofatoom). Leg **alles** uit.
7. Geef een gekoppelde basis voor 3 spin-1/2 deeltjes.

Schriftelijk

1. Een deltaput is het limietgeval van een potentiaalput met breedte L en diepte E voor $L \rightarrow 0$, $E \rightarrow \infty$, $E \cdot L \rightarrow S$. Voor een deltaput in 0 kan men aantonen dat volgende randvoorwaarden gelden voor ψ :

- ψ is continu in 0.
- $\frac{\partial\psi}{\partial x}(0^+) - \frac{\partial\psi}{\partial x}(0^-) = -\frac{2mS}{\hbar^2}\psi(0)$.

Geef de reflectiecoëfficiënt R en de transmissiecoëfficiënt T ifv. E , maak een figuur van T en R ifv. E voor waarden van E groter of kleiner dan nul¹. Duid op die figuur **alles** aan (“een fatsoenlijke figuur”).

2. We bekijken een harmonische oscillator onder een licht elektrisch veld.

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2\hat{x}^2 + qE\hat{x}.$$

- (a) Geef de exacte oplossing (hint: verander van variabelen zodat je terug de Hamiltoniaan van een harmonische oscillator krijgt + een constante).
- (b) Geef de eerste en tweede orde energieniveauperturbaties.
- (c) Geef de eerste en tweede orde eigentoestandperturbaties.

Er was ook een bizarre hint die er vermoed ik op neerkwam dat je \hat{a} en \hat{a}^\dagger moest gebruiken.

¹Dit is dubieus, ik weet niet meer of het ook dubieus was op het echte examen. Ik heb deze E geïnterpreteerd als de eigenwaarde bij ψ van de Hamiltoniaan, maar het kan ook zijn dat dit de E is van $E \rightarrow S$, in dat geval is $S < 0$ als $E < 0$ en dan hebben we een potentiaalpiek. De eerste interpretatie lijkt me de minst vergezochte, maar dan zijn de noties ‘transmissie’ en ‘reflectie’ volgens mij betekenisloos voor $E < 0$.