

Examen kwantummechanica 22 juni 2018 – namiddag

Theorie 1

Geef de Hamiltoniaan voor een deeltje in een elektromagnetisch veld en maak daarbij gebruik van de snelheidsobservable $\mathbf{V} = (\mathbf{P} - q\mathbf{A})/m$ met \mathbf{P} de toegevoegde impuls.

(Bij de bijvragen vindt professor Indekeu de interpretatie belangrijk, bijvoorbeeld wat betekent de toegevoegde impuls? Waarom kunnen we de gewone impuls $-p^2/2m$ in de Hamiltoniaan niet gebruiken? Commuteert \mathbf{V} met zijn eigen? ...)

Theorie 2

Bespreek de WKB benadering betreffende het berekenen van de eigentoestanden en energiën.

Leid deze benadering af voor $V(x) = V_0$ een constante potentiaal.

Pas vervolgens dit heuristisch aan voor een niet-constante potentiaal $V(x)$ door p_x te wijzigen. (Beschrijf het product p_x)

Expandeer in functie \hbar en vul dit in in de Schrodinger vergelijking om zo je resultaat te verfijnen.

Oefening 1

Spin-baan koppeling.

Je krijgt een storing $W = \alpha^2 E_l (a_1/R)^3 \mathbf{L} \cdot \mathbf{S} / \hbar$

Gebruik ontaard storingsrekenen om $\Delta E(n, l)$ te berekenen voor $l > 0$. Doe dit door het te diagonaliseren in een nieuwe basis in functie van J , L en S . Tracht de vorm van $\Delta E(n, l)$. De ruimteintegralen hoef je niet uit te rekenen.

Oefening 2

Oefening op vierkante potentiaalput.

Gegeven een deeltje in de volgende potentiaal

$$\begin{array}{ll} V(x) = 0 & 0 < x < a \\ V(x) = \infty & \text{elders} \end{array}$$

Met als oplossing $|\psi(t=0)\rangle = 1/\sqrt{2} (|\varphi_1\rangle + |\varphi_2\rangle)$ met $H|\varphi_n\rangle = E_n|\varphi_n\rangle$. Schrijf $|\psi(t)\rangle$ formeel uit. Bereken de verwachtingswaarde voor X , dus $\langle X \rangle(t) = \langle \psi(t) | X | \psi(t) \rangle$ en maak hier een tekening van, bespreek vervolgens de beweging van het deeltje.