

20 augustus 2009 om 9.00 uur: Examen 3BACH Kwantummechanica

Noteer op ieder klad blad bovenaan uw naam.
Leg uw studentenkaart zichtbaar op de tafel.

Tijdsschema

Om 11h begint de mondelinge ondervraging voor wie minstens drie vragen af heeft. Vanaf 11.30h kunnen alle studenten opgeroepen worden. Om 13.00h eindigt het examen. Alle nota's worden afgegeven.

Theorie

1. Bespreek de twee gyromagnetische verhoudingen γ_0 en γ_S van het elektron en hun onderlinge verhouding (met nauwkeurige waarde). Bewijs klassiek dat $\gamma_0 = -q/2m$. Toon aan dat dit ook kwantummechanisch correct is door kwantummechanica en elektromagnetisme te combineren. Tip: Beschouw hiervoor het waterstofatoom in een constant en uniform magneetveld. (4 pt)

2. Beschouw de eigenfuncties van de één-dimensionale harmonische oscillator en schets ze kwalitatief voor de laagste drie energieniveaus. Stel een aantal van deze drie toestanden samen zodanig dat de verwachtingswaarde van de positie in de samengestelde toestand voldoet aan

- i) $\langle X \rangle(t) = \text{constant}$
- ii) $\langle X \rangle(t)$ vertoont een oscillatie
- iii) $\langle X \rangle(t)$ vertoont een "breathing mode"

Berekeningen zijn niet nodig.

(3 pt)

3. Beschouw de waterstofmolecule in ruwe benadering als een dubbele putpotentiaal waarin twee elektronen worden geplaatst. Schets kwalitatief de laagste energietoestanden voor deze potentiaal en bespreek hun symmetrie. Plaats nu de twee (onafhankelijke) elektronen erin, ook rekening houdend met hun spin. Schrijf de totale golf functies formeel op en bespreek opnieuw hun symmetrie-eigenschappen. Teken een energiediagram en maak gebruik van je oplossingen om de exchange-interactie te illustreren. (5 pt)

Oefening (8 pt)

4. Beschouw de volgende potentiaal die de één-dimensionale beweging van een atoom met massa m in een staande golf van laserlicht kan beschrijven ("optisch rooster"):

$$H = P^2/2m + U_0 \sin^2(k_0 X)$$

a) Tot welke categorie van potentialen behoort dit systeem? Geef de karakteristieke vorm van de eigenfuncties van deze Hamiltoniaan en schrijf de Schroedinger vergelijking op voor het nog onbekende deel van deze functies. (2pt)