

Kwantummechanica : Examen 19 juni 2017

Karim Réga

19 juni 2017

1 Theorie

1.1 Vraag 1

We beschouwen N fermionen van spin s in een d -dimensionale doos met zijde L ($V = L^d$) en geschikte randvoorwaarden. Bepaal de toestandsdichtheid $n(E, V, m, s)$. Bereken voor temperatuur $T = 0$ de Fermidichtheid $\rho_F = \frac{N}{V}$ in functie van de Fermi-energie E_F . Geef speciale aandacht aan $d = 1, 2, 3$. Wat verandert er voor $T > 0$?

1.2 Vraag 2

Geef de afleiding van Einstein voor de wet van Planck. Welke processen beschouwde hij en welke conclusies trok hij hieruit? (De wet van Planck was gegeven voor de golflengte, en de prof zei mondeling dat Einstein bij deze afleiding nog nooit van Bose-Einstein statistiek had gehoord, dus dit was niet nodig.)

2 Oefeningen

2.1 Vraag 1

We beschouwen een Coulombpotential $V_c = -\frac{Ze^2}{r}$. Omdat de kernlading uitgesmeerd is in een gebied met straal $\epsilon \ll a_0$, wordt de potentiaal wat afgerond. De echte potentiaal is dan $V = -\frac{Ze^2}{2\epsilon}(\frac{r^2}{\epsilon^2} - 3)$ voor $r < \epsilon$ en de gewone Coulombpotential elders. Behandel $V - V_c$ als een storing en bepaal zo de energiecorrecties $\Delta E_{n,l,m}$. (Als hint werd gegeven dat de ongestoorde golffuncties $R_{n,l}(r)Y_{l,m}(\theta, \phi)$ zijn, en dat $|R_{n,l}(0)|^2 = \frac{Z^3 a_{l0}^3}{a_0^3 n^3}$, dit kan nog lichtjes variëren, ben niet helemaal zeker van de constante en $|Y_{0,0}(\theta, \phi)|^2 = \frac{1}{4\pi}$. Mondeling zei de prof ook nog dat er een geschikte benadering gemaakt moest worden.) Je moest ook nog bepalen of de storing klein was, en hiervoor ϵ op een of andere manier vergelijken met $\frac{a_0}{Z}$.

2.2 Vraag 2

We beschouwen twee deeltjes met spin 1 en een symmetrische ruimtetoestand. Wat is het maximum aantal orthonormale aanvaardbare spintoestanden? (Als hint werd er gegeven dat je een nieuwe basis moest construeren met de Clebsch-Gordanmethode, maar dit is mij ook met een andere basis gelukt.)