

Tentamen Structuur der Materie - I (SdM-I)
Dinsdag 10 april 2012

4 opgaven.

OPGAVE 1.

Beschouw een aangeslagen Na-atoom ($1s^2 2s^2 2p^6 4\ell$).

- a) Geef de mogelijke waarden van ℓ .
- b) Wat is de hoek tussen de vector ℓ en de z-as voor het geval dat $l=2$ en $m=1$.
- c) Schets het radiale deel van de golffuncties van een 4s en een 4f-toestand.
- d) Bereken de bindingsenergie van de 4ℓ -toestanden in een waterstofatoom.
- e) Verklaar waarom in het aangeslagen Na-atoom de 4s-toestand veel sterker gebonden is dan in waterstof terwijl voor de 4f-toestanden de bindingsenergieën (nagenoeg) gelijk zijn.

OPGAVE 2.

- a) Welke drie krachten spelen een rol binnen de kern en zijn verenigd in het Standaard Model.
- b) Wat zijn de kracht dragers van deze krachten.
- c) Geef de tijdschalen voor processen die door elk van de 3 krachten tot stand komen.

Beschouw nu een baryon opgebouwd uit een d en twee s quarks.

- d) Wat is de lading van dit baryon?
- e) Wat is de hyperlading Y van dit baryon?
- f) Wat is de isospin I_3 van dit baryon?
- g) Controleer of dit baryon qua leptonen-, baryonen- en strangeness-getallen kan vervallen tot een Λ (bestaat uit een u, d, en s quark) en een π^- (bestaat uit een d en anti-u quark).
- h) Het vervalproces bij g) vindt in de natuur echter wel plaats. Motiveer welke kracht dit proces dan drijft.

OPGAVE 3.

Beschouw de titaanisotoop ${}_{22}^{49}\text{Ti}$

- Bepaal de elektronische configuratie van Ti.
- Bepaal de LS-termen (gebruik de spectroscopische notatie) en J-nivo's behorende bij deze configuratie. (voor het geval dat je antwoord a) niet weet ga dan uit van een $3d^8$ -configuratie)
- Welke van de nivo's is het grondtoestandsnivo.
- Bereken de straal van de kern van de titaanisotoop.
- Bepaal de ladingsdichtheid in elementaire lading per fm^3 .
- Bepaal voor de protonen in de Ti-kern de opvulling van de kernschillen. Geef ook het J-kwantumgetal voor de niet volledig gevulde schil.
- Als vraag f) maar nu voor de neutronen.
- Bepaal het impulsmoment (total angular momentum) en pariteit van de grondtoestand van deze Ti-kern.

OPGAVE 4.

Beschouw de spin-baanopsplitsing van een $3p^2$ P-nivo. Het ene J-nivo ligt 2 cm^{-1} boven en het andere J-nivo 4 cm^{-1} onder het onopgesplitste $3p$ -nivo.

- Bepaal de J-waarden van de twee J-nivo's.
- Bepaal de waarde van de spin-baankoppelingsconstante B_{so} ($B_{so} = \xi h^2 (2\pi)^{-2}$) in cm^{-1} .
- Schets de energieverhuizing van de toestanden als functie van een toenemend zwak magneetveld B (Zeeman-effect), geef de relevante kwantumgetallen aan.
- Bepaal (maak een afchatting van) de magneetveldsterkte waarbij de zwakke-magneetveldbenadering niet meer geldig is. Hoe moet het systeem in een sterk magneetveld nu dan wel beschreven worden.

NUTTIGE INFORMATIE

$$g_j = 1 + [j(j+1) - l(l+1) + s(s+1)]/[2j(j+1)]^{-1}$$

$$\mu_B = 0.47 \text{ cm}^{-1}/\text{T}$$

$$E_{so} = 0.5 \xi h^2 (2\pi)^{-2} \{ j(j+1) - l(l+1) - s(s+1) \}$$

De straal R van een kern is gegeven door $R = 1.12 A^{1/3} \text{ [fm]}$.

De volgorde van "nl" in een kern is 1s, 1p, 1d, 2s, 1f, 2p en 1g.