

AN3 examen

Januari 2025

1 Deel Bartic

1.1

Een onbekend element heeft emissiespectrum $\lambda = 207, 248, 355, 497, 829, 1243$ nm en absorptiespectrum $\lambda = 207, 497, 1243$ nm. In een ander experiment is de ionisatie-energie bepaald als 7 eV. Teken het energiediagram van dit element en duid de overgangen aan.

1.2

Een 662 keV foton wordt afgestuurd op een elektron. Wat is de maximale kinetische energie van het elektron na Comptonverstrooiing?

1.3

Een elektron in een waterstofatoom zit in de 5d toestand.

a) Naar welke toestanden is het mogelijk voor het elektron om te gaan als het een foton uitzendt?

b) Hoeveel spectraallijnen zien we?

1.4

Je meet de massa van een deeltje met $m = 1000 MeV/c^2$ en halfwaardetijd $t_{1/2} = 10^{-20}$ s. In welk interval verwacht je dat de metingen zullen vallen? ¹

1.5 Schrodinger

Er is een potentiaalput met $U = \infty$ voor $x < 0$ en eindig hoge wand van hoogte U_0 op $x = l$ (figuur gegeven). Daartussen is $U = 0$. De 3 laagste energieniveaus zijn gebonden ($E < E_0$), schets golffuncties van laagste drie toestanden. Geef de analytische vorm van de golffunctie in de grondtoestand in de drie gebieden ($x < 0, 0 < x < l, x > l$) en pas de randvoorwaarden toe. Bepaal voor $E < U_0$ een uitdrukking voor de indringsdiepte, de typische afstand

¹De exacte getallen weet ik niet meer, deze zijn van ongeveer dezelfde grootteorde.

waarover het elektron de potentiaalwand bij $x = l$ kan binnendringen (de afstand waar de waarschijnlijkheid met een factor $1/e$ verminderd is).

1.6 Schrodinger pt2

Een elektron zit in een starre doos van lengte 1 nm.

- a) Wat is de kans dat het deeltje minder dan 0.15 nm van het midden aan te treffen? Bereken voor $n = 1$ en $n = 20$.
- b) Vergelijk met de klassieke voorspelling. Wat is de minimale snelheid van het elektron?
- c) Stel nu dat er 5 elektronen in de doos zitten. Wat is de totale energie van het systeem?

1.7 Relativiteit

Een deeltje met massa m en snelheid $v = 0.6c$ botst volledig inelastisch met een deeltje met massa m in stilstand. Bepaal de massa en snelheid van het resulterende deeltje.

1.8

Bepaal de minimale spanning in de kathodebuis nodig om de K_α lijn van zilver te produceren.

2 Deel Cocolios

2.1 Lange vraag

Gegeven is een tabel met atomaire massa's voor isotopen van elementen met $A = 136$. Deze bestond uit ongeveer 20 elementen met opeenvolgende Z . Het minimum was bij barium, bij xenon en cesium waren lokale minima de rest was monotoon.²

2.1.1

Teken de grafiek van atomaire massa in functie van het aantal neutronen N .

2.1.2

Welke elementen zijn stabiel? Hoe vervallen de andere?

2.1.3

Xenon-136 is een kandidaat voor dubbel beta verval. Leg uit waarom.

2.1.4

Beschrijf beta-verval.

2.1.5

Beschrijf het neutrino binnen het Standaard Model.

2.1.6

Neutrinoloos dubbel betaverval zou betekenen dat neutrino's Majorana deeltjes zijn. Leg uit wat dit betekent en waarom het belangrijk zou zijn.

2.2 Vage detector

De detector die zoekt naar neutrinoloos dubbel betaverval gebruikt scintillatiedetectoren. Die gebruikt een organische stof met het volgende spectrum (figuur gegeven). Verklaar dit spectrum aan de hand van jouw kennis van moleculspectra.

2.2.1

Waarom worden fotonen uitgezonden door een geexciteerde molecule in de detector niet meteen opnieuw opgenomen?

²Spoiler maar ik ga de tabel niet volledig reconstrueren.

2.3 Grootteordes

Geef de grootteorde van de volgende dingen:

- a) Kamertemperatuur
- b) Proton massa
- c) Vibratieovergangen
- d) Rotatieovergangen
- e) Ionisatiepotentiaal edelgassen
- f) Bandgap halfgeleider

BONUS: BEH deeltje

2.4 Molecule

Een hypothetisch diatomair deeltje heeft een interatomaire afstand van 0.8890nm. Bij een rotatieovergang van van $l = 2$ naar de 1-lagere toestand, zendt het een foton met een golflengte van 1430 micrometer uit. Bij een vibratieovergang zendt het een foton van 0.8 micrometer uit. Wat is de veerconstante?

2.5 Deeltjesfysica

Gegeven een Λ^0 deeltje in rust. Welke van de volgende overgangen zijn toegestaan? Leg uit. Zeg ook via welke interactie dit gebeurt. Voor de toegestane(n) geef de energie van het resulterende proton.

- a) $\Lambda^0 \rightarrow \pi^- + p$
- b) $\Lambda^0 \rightarrow K^- + p$