

Examen AN III – 31 januari 2024

1. 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?
2. Een 662 keV foton wordt afgestuurd op een elektron. Wat is de maximale kinetische energie van het elektron na Comptonverstrooiing?
3. Het is mogelijk dat een gas te koud is om Balmer-lijnen in zijn absorptiespectrum te vertonen. Is dat ook mogelijk voor de Paschen-reeks? En voor de Lyman-reeks?
4. Twee deeltjes kunnen reageren om een Δ deeltje te vormen: een piek van het energiespectrum van dat tweedeeltjessysteem komt overeen met de massa van Δ . De experimentele breedte van de piek is 120 MeV. Wat is de levensduur van het deeltje?
5. Een elektron komt een potentiaalstap met hoogte U_0 tegen.
 - (a) Is de energie gekwantiseerd? Waarom (niet)?
 - (b) Los dit systeem op voor $E < U_0$ en vind een relatie voor de reflectiecoëfficiënt R . Maak een schets van de golf functie.
 - (c) Vind voor $E < U_0$ [ja, opnieuw] een relatie voor de indringdiepte van de golf functie in de potentiaalstap. (De afstand waar de kansdichtheid met $1/e$ is afgenomen.)
6. 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 $n = 20$. Vergelijk met de klassieke voorspelling.
 - (b) 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?
7. Een pion heeft rustmassa 135 MeV. Het beweegt door het labo aan $0.98c$ en splitst dan in twee fotonen die allebei aan lichtsnelheid bewegen. De paden van beide fotonen maken dezelfde hoek θ met het pad van het pion. Vind de hoek θ en de energie van de fotonen.
8. Casus over PET.
 - (a) PET staat voor positron emission tomography. Wat is een positron? Leg uit.

- (b) Positrons kunnen geproduceerd worden via een kernreactie. Welke? Beschrijf de kernreactie.
 - (c) ^{18}F wordt vaak gebruikt om positrons te maken. Bereken de Q-waarde van de kernreactie. [Lijst van massa's in u van atomen met massagetal 18 gegeven, nl. isotopen van o.a. B, C, O, F, Na]
 - (d) ^{18}F heeft een relatief korte halfwaardetijd en moet dus lokaal geproduceerd worden. Dat wordt vaak gedaan door $^{18}\text{O}_2$ te bestralen met protonen. Schrijf de kernreactie op.
 - (e) De protonen worden geproduceerd met een kleine cyclotron. Beschrijf het werkingsprincipe van een cyclotron.
 - (f) In een PET scanner worden plastic scintillatiedetectoren gebruikt. Beschrijf het werkingsprincipe van scintillatiedetectoren en leg uit waarom dat hiervoor een goede keuze van detector is.
9. Welke energieschalen¹ hebben de volgende dingen? Leg uit waarom.
- (a) Totale bindingsenergie van een ^{18}F kern.
 - (b) Bindingsenergie van het laatste elektron van F.
 - (c) Band gap energie van een halfgeleider.
 - (d) Massa van een neutrino.
10. Vraag 5 van januari 2018.
11. Welke van de reacties (a), (b), (c) zijn mogelijk? Leg uit waarom (niet).
- (a) $p + p \longrightarrow p + p + \pi^0$
 - (b) $\Xi^0 \longrightarrow \Sigma^+ + p^-$
 - (c) $K^- \longrightarrow \pi^- + \pi^0$
 - (d) Welk deeltje ontbreekt hier? Deze reactie gebeurt via de zwakke interactie.
 $K^+ \longrightarrow ? + \mu^+ + \nu_\mu$

¹<https://quizlet.com/853774224/energieschalen-flash-cards/>