

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

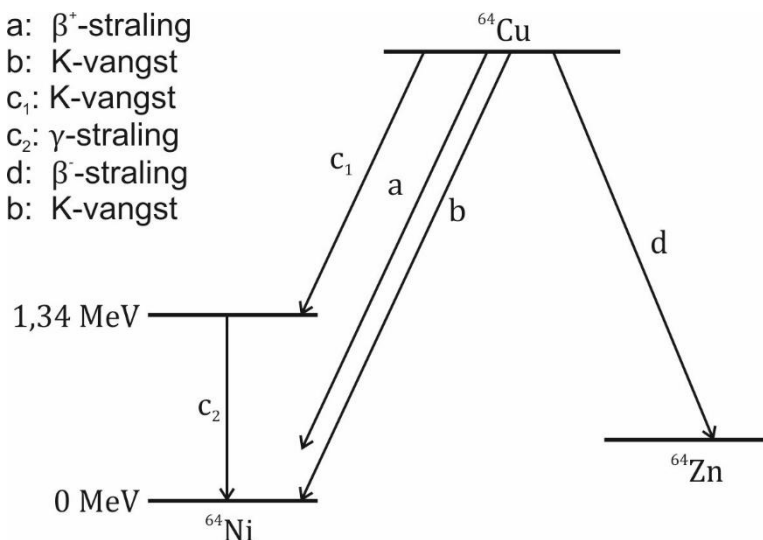
Opgave 1

De isotoop ^{64}Cu is instabiel en kan op verschillende manieren vervallen. Er zijn twee stabiele eindproducten: ^{64}Ni en ^{64}Zn . Nevenstaande afbeelding is een schematische weergave van de vervalprocessen met vier overgangen a, b, c (c_1 en c_2) en d.

Voor de directe overgang van de koperkern naar de grondtoestand van de nikkelkern bestaan twee mogelijkheden:

- a: een koperkern vervalt onder het uitzenden van β^+ -straling met een kinetische energie van 0,66 MeV;
 - b: een koperkern vervalt via K-vangst.
- a) Bij overgang a zal het, β^+ -deeltje de kern verlaten. De kans is echter groot dat dit β^+ -deeltje het atoom niet verlaat. Beschrijf met welk deeltje zo'n β^+ -deeltje een reactie aangaat en wat van deze reactie het eindproduct is.
- b) Bij overgang b vindt K-vangst plaats. Beschrijf wat K-vangst is en leg daarbij uit wat er met het atoomnummer gebeurt.
- Ook bij overgang c_1 is er sprake van K-vangst. Hierbij ontstaat een nikkelkern in een aangeslagen toestand. Bij overgang c_2 tussen deze aangeslagen toestand en de grondtoestand van de nikkelkern komt een gammafoton met een energie van 1,34 MeV vrij.
- c) **Bereken** de golflengte van de gammastraling. Geef je antwoord in drie significante cijfers.
- d) **Leg uit** of door het uitzenden van het gammafoton bij overgang c_2 de bindingsenergie van de Ni kern groter wordt, gelijk blijft of kleiner wordt.

Overgang d beschrijft het verval van een koperkern naar zink. Hierbij wordt een, β^- -deeltje uitgezonden met een kinetische energie van 0,57 MeV. Het berekenen van de snelheid van dit β^- -deeltje met behulp van de gebruikelijke formule voor de kinetische energie levert een waarde op die groter is dan de lichtsnelheid c . Dat klopt niet: in werkelijkheid is de snelheid gelijk aan $0,92c$.



Volgens de relativiteitstheorie moet in de formule voor de kinetische energie een aangepaste waarde voor m worden ingevuld, omdat de massa van een deeltje toeneemt met zijn snelheid. Er geldt:

$$m = f \cdot m_0$$

Hierin is:

- m_0 de massa van het stilstaande deeltje, de rustmassa;
- f een factor die afhangt van de snelheid van het deeltje.

e) **Bereken** de waarde van f voor het β -deeltje dat bij overgang d vrijkomt.

Opgave 2

De kaliumisotoop K-40 komt voor in natuurlijke kaliumchloride (KCl). Deze isotoop is radioactief.

a) Geef beide mogelijke vervalvergelijkingen van K-40.



Men doet 1,0 g kaliumchloride in een cilindervormig schaalkje. De diameter van het schaalkje bedraagt 4,2 cm. Het kaliumchloride ligt gelijkmatig verdeeld over de gehele bodem van het schaalkje. Het laagje is overal even dik.

schaaltje met 1,0 g KCl	
meting	aantal pulsen
1	69
2	59
3	69
4	64
5	69

leeg schaalkje	
meting	aantal pulsen
1	18
2	19
3	11
4	26
5	19

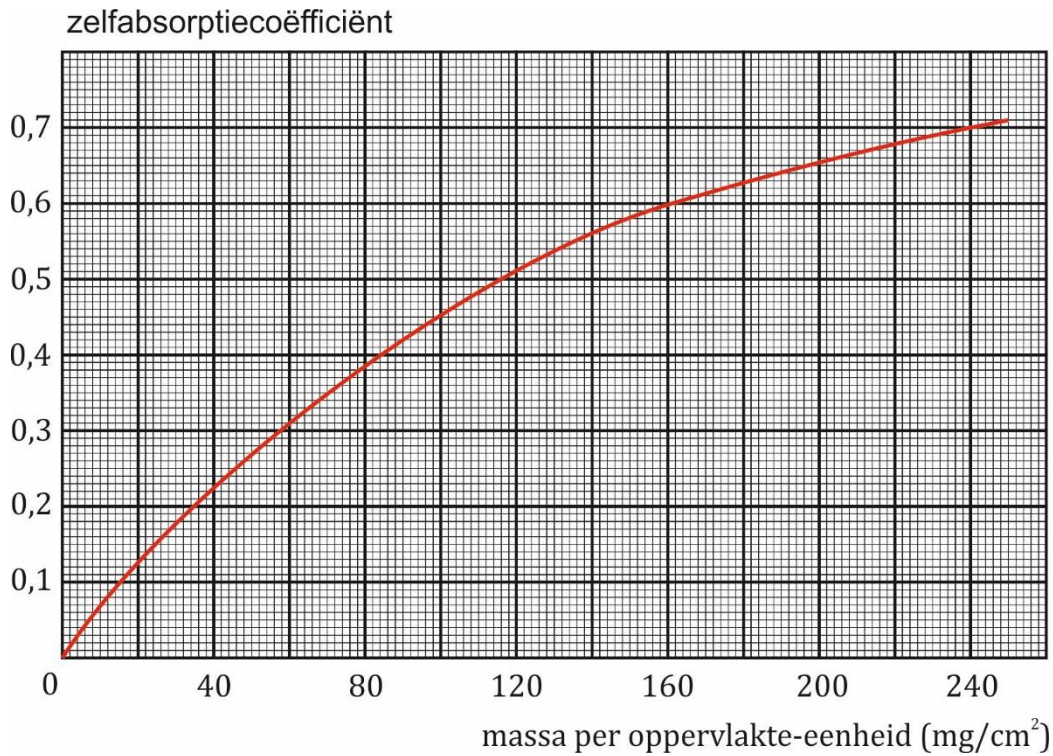
Men plaatst het schaalkje met kaliumchloride vlak onder het venster van een Geiger-Müller telbuis. Het venster heeft een diameter van 1,8 cm. Het midden van het schaalkje bevindt zich onder het midden van het venster van de telbuis.

Een aantal malen wordt het aantal pulsen geteld en wel telkens gedurende 1,0 minuten. Daarna wordt een identiek maar leeg schaalkje op precies dezelfde wijze onder het venster van de telbuis geplaatst. Ook nu wordt het aantal pulsen geteld, telkens 1,0 minuten. De meetresultaten staan in bovenstaande tabellen.

Aangenomen mag worden dat alle deeltjes die het venster van de telbuis treffen geregistreerd worden.

- b) **Bepaal** uit deze meetresultaten het gemiddeld aantal deeltjes dat door de telbuis wordt gemeten, veroorzaakt door het kaliumchloride.
- c) **Bereken** het totale aantal deeltjes dat per minuut uit het laagje kaliumchloride treedt.

Van de deeltjes die door zo'n preparaat worden geproduceerd worden sommige reeds in het preparaat zelf geabsorbeerd. De verhouding van het aantal geabsorbeerde en het aantal geproduceerde deeltjes noemt men de zelfabsorptie-coëfficiënt van het preparaat. In onderstaande afbeelding is deze zelfabsorptie-coëfficiënt van kaliumchloride gegeven als functie van de massa per oppervlakte-eenheid.



- d) **Bereken** de massa per oppervlakte-eenheid (uitgedrukt in mg/cm²) van het laagje kaliumchloride in het schaalpje.
- e) **Bereken** de activiteit van de 1,0 g kaliumchloride in het schaalpje