

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. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

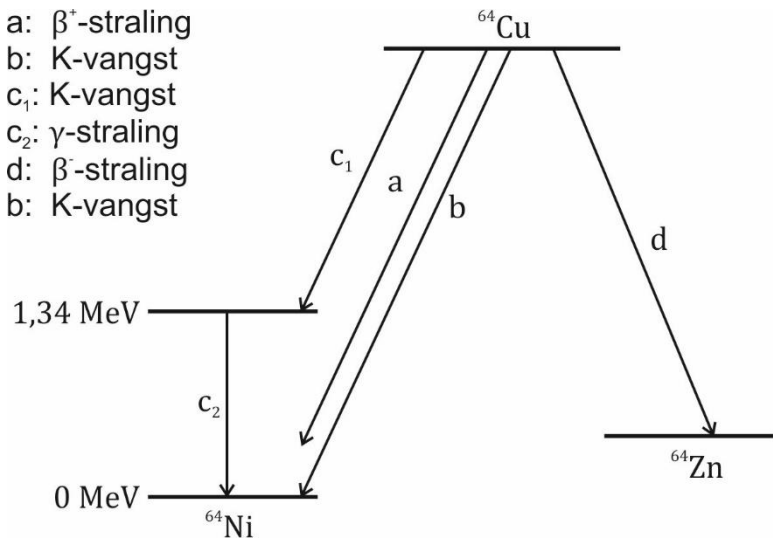
**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

**Opgave 1**

De isotoop  $^{64}\text{Cu}$  is instabiel en kan op verschillende manieren vervallen. Er zijn twee stabiele eindproducten:  $^{64}\text{Ni}$  en  $^{64}\text{Zn}$ . 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:  $\beta^+$ -straling
- b: K-vangst
- $c_1$ : K-vangst
- $c_2$ :  $\gamma$ -straling
- d:  $\beta^-$ -straling



- a: een koperkern vervalt onder het uitzenden van  $\beta^+$ -straling met een kinetische energie van 0,66 MeV;
  - b: een koperkern vervalt via K-vangst.
- a) Bij overgang a zal het,  $\beta^+$ -deeltje de kern verlaten. De kans is echter groot dat dit  $\beta^+$ -deeltje het atoom niet verlaat. Beschrijf met welk deeltje zo'n  $\beta^+$ -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.
- 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.

## Opgave 2

Vanuit een **elektronenbron** komen elektronen met verwaarloosbare snelheid een versnelcondensator binnen. Over de platen van de versnelcondensator staat een versnelspanning ( $U_v$ ) van 1,0 kV. In nevenstaande afbeelding staat de opstelling in bovenaanzicht weergegeven.

- a) **Bereken** de snelheid van de elektronen als deze de versnelcondensator verlaten.

Na het passeren van een diafragma komen de elektronen in een

afbuigcondensator. De afstand tussen de platen van de plaatcondensator ( $d$ ) bedraagt 1,4 cm. Bij een specifieke spanning ( $U_a$ ) over de platen van de afbuigcondensator doorlopen de elektronen een eenparige cirkelbeweging. De straal van deze cirkelbaan ( $r$ ) bedraagt 2,1 m.

Omdat de afstand tussen de platen van de afbuigcondensator ( $d$ ) zeer veel kleiner is dan de straal van de cirkelbaan ( $r$ ), kan het elektrisch veld tussen de platen van de afbuigcondensator worden berekend met de formule  $E = U_a/d$ .

- b) **Leg uit** dat deze formule alleen geldt als  $d \ll r$ .  
c) **Leg uit** dat de elektronen alleen een eenparige cirkelbeweging beschrijven bij een heel specifieke waarde van de spanning  $U_a$ .  
d) **Leg uit** welke plaat (P of Q) van de afbuigcondensator de hoogste potentiaal heeft.  
e) **Toon aan** dat voor de spanning ( $U_a$ ), waarbij de elektronen een eenparige cirkelbeweging beschrijven, onderstaande verband geldt:

$$U_a = \frac{m \cdot d \cdot v^2}{e \cdot r}$$

Hierin is  $m$  de massa van een elektron,  $e$  de lading van een elektron en  $v$  de snelheid van een elektron.

Als de versnelspanning ( $U_v$ ) wordt verhoogd, moet ook de afbuigspanning ( $U_a$ ) worden aangepast, willen de elektronen de detector bereiken. Een experimentator stelt vast dat bij een kleine verandering van  $U_v$  rond 1,0 kV de verhouding  $U_v/U_a$  constant is.

- f) **Leg uit** hoe deze verhouding afhangt van de grootheden  $d$  en  $r$ .

Bij zeer grote waarden voor de versnelspanning  $U_v$  verandert de verhouding als kleine variaties worden aangebracht op  $U_v$ .

- g) **Leg uit** wat de oorzaak is van dit verschil.

