

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

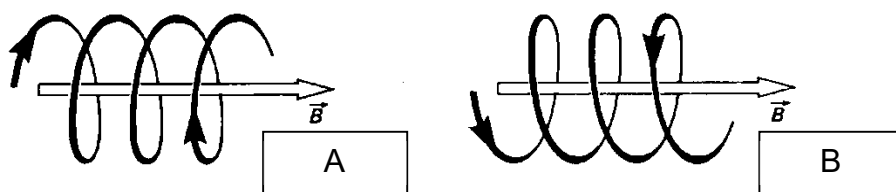
We beschouwen kernen van de waterstofisotoop ${}^2\text{H}$. Deze kernen worden deuteronen genoemd. We versnellen deuteronen met behulp van een elektrisch veld.

- a) **Bereken** het potentiaalverschil dat door een deutron doorlopen moet worden om, beginnend zonder snelheid, een snelheid te krijgen van $4,8 \cdot 10^6$ m/s.

Na het versnellen komen de deuteronen in een ruimte waar een magnetisch veld heerst. In een magnetisch veld ondervinden geladen deeltjes, dus ook deuteronen, meestal een lorentzkracht.

- b) **Bereken** de sterkte van de magnetische inductie als een deutron met een snelheid van $4,5 \cdot 10^6$ m/s een cirkelvormige baan doorloopt waarvan de straal 5,2 cm is.

Is de richting van de snelheidsvector v niet loodrecht op B , maar ook niet evenwijdig aan B dan beschrijft het deutron een schroefvormige baan.



Om de vorm van deze baan te begrijpen moeten we de snelheidsvector v ontbinden in een component loodrecht op B en een component evenwijdig aan B . De snelheidscomponent loodrecht op B is verantwoordelijk voor de draaiing. Door de snelheidscomponent evenwijdig aan B wordt de cirkelvormige baan uitgerekt tot een schroefvormige. In de afbeeldingen A en B zijn twee schroefvormige banen getekend.

- c) **Beredeneer** welke van deze banen door een deutron doorlopen zou kunnen worden. In een ruimte bevinden zich behalve deuteronen ook tritiumkernen.

Tritium is de waterstofisotoop ${}^3\text{H}$. Wanneer een deutron een tritiumkern nadert, ondergaat het een snelheidsverandering ten gevolge van de afstotende kracht tussen de ladingen van het deutron en de tritiumkern.

- d) **Bereken** de grootte van deze coulombkracht tussen een deutron en een tritiumkern, als de afstand tussen hun middelpunten $3,0 \cdot 10^{-14}$ m bedraagt.

Wanneer een deutron en een tritiumkern met voldoende grote onderlinge snelheid op elkaar botsen, kan er een kernreactie plaatsvinden. Bij een dergelijke kernreactie ontstaan meestal een α -deeltje en een neutron.

Vóórdat deze deeltjes vrijkomen is er, gedurende de zéér korte tijd dat het deutron en de tritiumkern samengesmolten zijn, sprake van een "tussenkern".

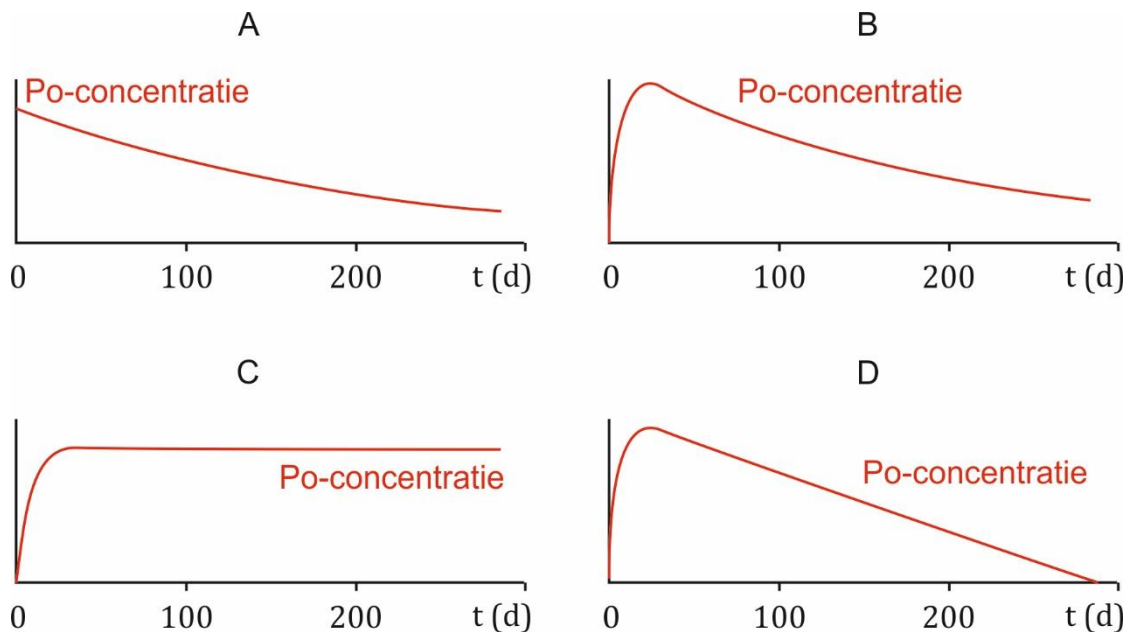
- e) Welke isotoop ontstaat als tussenkern bij de hierboven beschreven kernreactie? Licht het antwoord toe.

Opgave 2

Om polonium-210 te produceren wordt het stabiele isotoop bismuth-209 korte tijd met neutronen bestraald. Het tussenproduct dat dan ontstaat, vervalst met een halveringstijd van 5,0 dagen via β -verval naar het isotoop polonium-210. De daarbij uitgezonden β -deeltjes hebben een maximale snelheid van $0,95 \cdot c$.

- Geef reactievergelijking voor deze kernreactie.
- Bereken** de maximale kinetische energie van een β -deeltje.
Noteer jouw antwoord in het juiste aantal significante cijfers.
- Schets** het energiespectrum van de vrijgekomen β -straling.
- Leg uit** wat het essentiële verschil is met het spectrum van een α -straler.
- Bereken** hoeveel procent van de oorspronkelijke hoeveelheid van het tussenproduct na 15 dagen reeds is vervallen.

In onderstaande vier diagrammen wordt de hoeveelheid polonium als functie van de tijd weergegeven. Op $t = 0$ wordt begonnen met het bestralen van bismuth-209.



- Leg uit** welk diagram het verloop van de poloniumconcentratie juist weergeeft.
Leg daartoe voor elk van de foute diagrammen uit wat er niet klopt.

Opgave 3

In de zon wordt door kernfusie helium gevormd uit waterstof.

De eerste stap in dit proces bestaat uit fusie van twee protonen, waarbij een positron (β^+), een neutrino ν en nog een deeltje ontstaan.

- Geef de reactievergelijking van deze fusie.

Na een aantal stappen ontstaat een ${}^4\text{He}$ -kern. Bij dit proces worden netto vier protonen en twee elektronen omgezet in een ${}^4\text{He}$ -kern en twee neutrino's.

- Bereken** hoeveel energie er in totaal per heliumkern vrijkomt.

Neem daarbij aan dat de neutrino's geen massa hebben.

De zonkant van onze planeet wordt permanent getroffen door een bombardement van zonneneutrino's.

Elke seconde worden er door de zon $2,0 \cdot 10^{38}$ neutrino's uitgezonden.

De neutrino's bewegen gelijkmatig in alle richtingen en worden onderweg in de ruimte niet tegengehouden.

- Bereken** het aantal neutrino's dat per seconde de aarde treft.