

Hulpmiddelen:
BiNaS en niet-grafisch rekenapparaat

Naam:

Voortgangstoets

NAT

6 VWO

Week 46

SUCCES!!!

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

Begin november in 2006 kwam het isotoop polonium-210 groot in het nieuws vanwege de moord op de Russische ex-agent Alexander Litvinenko. De α -straler werd bij de ex-agent in het eten gedaan, waarna deze binnen drie weken kwam te overlijden aan de gevolgen daarvan.



a) Geef de vervalvergelijking van polonium-210.

~~b) Bereken hoeveel energie bij het verval van een polonium-210 kern vrijkomt.~~

De bij b berekende waarde is groter dan de in BiNaS vermelde waarde van 5,407 MeV.

~~e) Leg uit waarom de waarde die in BiNaS staat vermeld iets kleiner is dan de bij b berekende waarde.~~

In de krant was ten tijde van deze moordzaak onderstaande te lezen:

“Omdat polonium-210 zeer snel verval, is de stralingsintensiteit ook zeer hoog. Om een dodelijke dosis te veroorzaken is slechts 0,1 miljoenste deel van een gram nodig.”

“In de ruimtevaart dient polonium-210 als lichtgewicht energiebron. Eén gram polonium-210 kan 144 W aan warmte produceren.”

d) **Bereken** de activiteit van 1,0 g polonium-210.

Bij opname van polonium-210 in het lichaam is een activiteit van 15 MBq al dodelijk.

e) **Toon aan** dat de in de krant vermelde hoeveelheid van 0,1 miljoenste deel van een gram voldoende is als dodelijke hoeveelheid.

f) Geef een reden waarom het hanteren van polonium-210 voor de moordenaar relatief ongevaarlijk is.

g) Ga of de in het krantenartikel vermelde warmteproductie van 140 W klopt.

Opgave 2

De massieke activiteit van C-14 is min of meer constant en bedraagt 220 Bq/kg.

De activiteitsbepaling vindt plaats met behulp van een telbuis. De telbuis wordt gevuld met CO₂ dat ontstaat bij verbranding van het te onderzoeken materiaal.

De efficiëntie van de gebruikte telbuis voor C-14 bedraagt 96%.

Uit een achtergrondtelling van 30 uur bepaalde men een achtergrondteltempo van gemiddeld 0,0025 tellen per seconde.

In de telbuis wordt 0,278 g C-14 gebracht in de vorm van CO₂ verkregen door verbranding van een monster van prehistorisch hout. Het aantal tellen in 30 uur bedraagt 590.

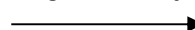
a) **Leg uit** wat massieke activiteit betekent.

b) Geef de vervalvergelijking voor het verval van C-14.

c) **Bereken** de ouderdom van dit voorwerp.

De halveringstijd van C-14 bedraagt 5730 jaar.

Dit onderdeel is tamelijk uitgebreid, werk stap voor stap en geef een duidelijke en volledige toelichting. Deelstappen leveren ook punten op!



Opgave 3

Vanaf augustus 2012 heeft de Marsverkenner "Curiosity" het Marsoppervlak verkend. De robot is voorzien van een radioisotopengenerator die de bij het α -verval van Pu-238 vrijkomende warmte-energie omzet in elektrische energie. De thermo-elementen die de warmte-energie omzetten in elektrische energie hebben een rendement van 5,5%.

De atoommassa van Pu-238 bedraagt 238,049553 u.

De halveringstijd van Pu-238 bedraagt 88,7 y.

- a) **Bereken** de hoeveelheid energie die vrijkomt per vervalgebeurtenis. Noteer jouw antwoord in het juiste aantal significante cijfers.
- b) **Bereken** het vermogen aan elektrische energie die met 1,0 g plutonium kan worden geproduceerd.

Als je a) niet weet neem dan $9 \cdot 10^{-31}$ J.

Na de 250 dagen durende reis moet de "Curiosity" een heel Marsjaar lang (687 aardse dagen) actief zijn.

- c) **Bereken** met hoeveel procent de activiteit van het plutonium is afgenomen vanaf het moment dat de robot hier op aarde is gestart tot het moment waarop de missie is voltooid.

Voor het functioneren van de robot moet continu minimaal een elektrisch vermogen van 0,10 kW beschikbaar zijn.

- d) **Bereken** de minimale massa plutonium die de robot mee moet hebben gekregen.

