



Voorbeeld casus mondeling college-examen

Examenvak en niveau	natuurkunde havo
Naam kandidaat	
Examenummer	
Examencommissie	
Datum	
Vorbereidingstijd	20 minuten
Titel voorbereidingsopdracht	DE KANO VAN PESSE – Vondst uit de prehistorie.

Instructie

Bestudeer bijgevoegde voorbereidingsopdracht. Uw mondeling examen begint straks met een gesprek over deze casus. Ter voorbereiding op uw examen kunt u:

- de inhoud van de casus kort samenvatten;
- nagaan bij welke onderwerpen, die u voor dit vak heeft bestudeerd, de casus aansluit;
- de vakspecifieke begrippen die u tegenkomt omcirkelen en zorgen dat u de betekenis van deze begrippen kunt geven;
- als er vragen onder de casus staan, deze voor uzelf beantwoorden.

Hulpmiddelen

Bij deze voorbereidingsopdracht mag u gebruik maken van:

- een woordenboek, een Binas en een rekenmachine.

Het is toegestaan op de voorbereidingsopdracht aantekeningen te maken.

Aan het eind van de voorbereidingstijd haalt een van de examinatoren u op.

Casus Natuurkunde De kano van Pesse

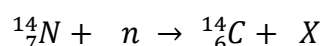
Veel levende organismen zoals hout, beenderen, huiden en plantenzaden nemen CO₂ op uit de lucht. De koolstofatomen in het CO₂ bestaan uit de stabiele C-12 en C-13

isotopen en de instabiele C-14 isotoop.

- a. Geef de samenstelling van een C-13 kern.

Door kosmische straling afkomstig van de zon worden in de aardse atmosfeer neutronen geproduceerd die kunnen botsen met N-14 kernen en zo C-14 kernen produceren.

- b. Maak de volgende reactievergelijking af en geef aan welk deeltje X wordt gevormd:



Zolang een organisme leeft is de verhouding van de aantallen C-14 atomen en C-12 atomen (kortweg: C-14 / C-12) in het organisme constant en gelijk aan die in de lucht.

Als het organisme sterft neemt het geen CO₂ meer op uit de lucht en daalt de verhouding C-14 / C-12 doordat de C-12 kernen stabiel zijn, maar de C-14 kernen niet, die vervallen.

- c. Geef de vervalvergelijking van een C-14 kern. Gebruik Binas, tabel 25.

In Pesse in Drenthe is in het veen een kano gevonden, gemaakt van een uitgeholde boomstam. De verhouding C-14 / C-12 in deze kano is 25% van de verhouding in levend hout.



- d. Bereken de ouderdom van deze kano.

Het gebruik maken van de verhouding C-14 / C-12 noemt men kortweg de C-14 methode.

Deze wordt toegepast als men een leeftijd verwacht tussen de 500- en 50.000 jaar.

- e. Leg uit waarom de C-14 methode minder geschikt is voor het bepalen van leeftijden korter dan 500 jaar en langer dan 50.000 jaar.

In de tijd dat de kano werd gemaakt was de activiteit van alle in de kano aanwezige C-14 atomen 3,5 kBq. Stel dat een persoon met een massa van 60 kg 12 uur in de kano doorbracht en daarbij 5,0% van de straling (de uitgestoten elektronen) opving.

- f. Bereken de equivalente dosis die deze persoon in die 12 uur ontving, aannemende dat de gemiddelde waarde van de kinetische energie van de

elektronen 50% van de in tabel 25 vermelde maximale waarde bedraagt.
Gebruik ook tabel 27 D3 van Binas.

De kano van Pesse Antwoorden

- a. Een C-13 kern bevat 6 protonen en 7 neutronen.
Toelichting: Het atoomnummer (Z) van koolstof is 6. Dit is tevens de kernlading, d.w.z. gelijk aan het aantal protonen (ieder lading +1). Het getal 13 is het massagetal en geeft het aantal kerndeeltjes aan (protonen en neutronen samen). Het aantal neutronen is dus $N = 13 - 6 = 7$.

- b. ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^1_1\text{H}$
Toelichting: het laatstgenoemde deeltje is een proton, dus ook mag: ${}^1_1\text{p}$.

- c. ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$
Toelichting: er wordt een β^- deeltje (elektron) uitgezonden.

- d. C-14 heeft een halveringstijd ($t_{1/2}$) van 5730 jaar.
Met 25% van de oorspronkelijke verhouding zijn er twee halveringstijden verstreken
[want $25\% = \frac{1}{4} = (\frac{1}{2})^2$]. De leeftijd is dan: $2,0 \times 5730 = 11460$ jaar = $11 \cdot 10^3$ jaar.
Toelichting: het percentage is ook gegeven in 2 significante cijfers.

- e. De methode is minder geschikt om de ouderdom van organische materialen jonger dan 500 jaar te bepalen omdat:
- het verschil met de oorspronkelijke waarde erg klein is.
- De methode is minder geschikt om de ouderdom van organische materialen ouder dan 50.000 jaar te bepalen omdat:
- er dan meer dan 8 (bijna 9) halveringen hebben plaatsgevonden en de hoeveelheid C-14 dan zeer klein geworden is (beduidend minder dan 0,4%).
- Toelichting: Na 8 halveringstijden is dat percentage gedaald tot $(\frac{1}{2})^8 \times 100\% = 0,39\%$. En dan zijn er nog geen 50.000 jaar verstreken, zodat deze waarde nog verder zal dalen.

- f. Aantal opgevangen deeltjes in 12 uur = percentage \times activiteit \times tijd
 $= 0,050 \times 3,5 \cdot 10^3 \text{ (s}^{-1}\text{)} \times 12 \times 3600 \text{ (s)} = 7,56 \cdot 10^6$.
Toelichting: de activiteit (in Bq) geeft het aantal vervallen kernen per tijdseenheid weer, vandaar dat je voor Bq mag lezen: s^{-1} .

Maximale energie één deeltje = 0,156 MeV. De helft hiervan is de gemiddelde energie van een elektron, dat is $0,078 \text{ MeV} = 1,25 \cdot 10^{-14} \text{ J}$.

Toelichting: Tabel 5 geeft: $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ en: M (= miljoen) = 10^6 .

Geabsorbeerde energie $E = 7,56 \cdot 10^6 \times 1,25 \cdot 10^{-14} = 9,45 \cdot 10^{-8} \text{ J}$.

Equivalentente dosis $H = w_r \times \text{dosis} = w_r \cdot E/m = 1 \times 9,45 \cdot 10^{-8} \text{ (J)}/60 \text{ (kg)} = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ Sv}$.

Toelichting: De weegfactor (w_r) voor elektronen is 1 (tabel 27D). Als eenheid voor equivalentente dosis wordt Sv (Sievert) gebruikt.