

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 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.

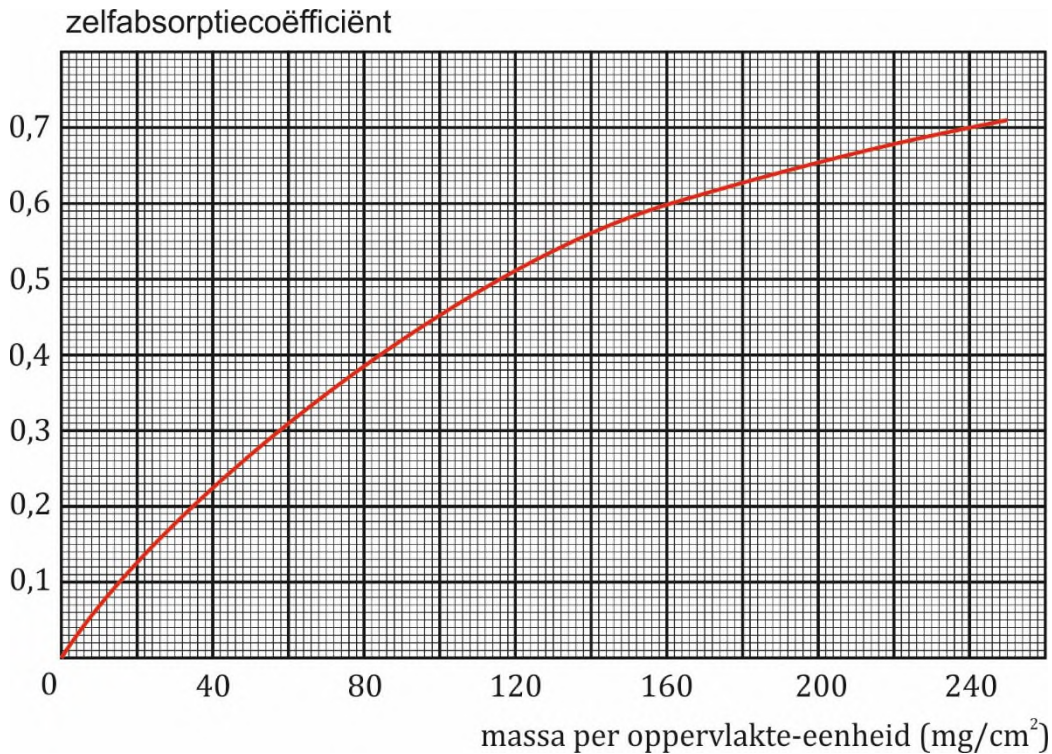
Een aantal malen wordt het aantal pulsen geteld en wel telkens gedurende 1,0 minuten. Daarna wordt een identiek maar leeg schaalkje op precies dezelfde wijze onder het venster van de telbuis geplaatst. Ook nu wordt het aantal pulsen geteld, telkens 1,0 minuten. De meetresultaten staan in bovenstaande 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/cm<sup>2</sup>) van het laagje kaliumchloride in het schaalpje.
- e) **Bereken** de activiteit van de 1,0 g kaliumchloride in het schaalpje.

## Opgave 2

In lucht is naast het stabiele <sup>12</sup>C ook het radioactieve <sup>14</sup>C aanwezig. In de atmosfeer geldt voor de verhouding tussen <sup>14</sup>C en <sup>12</sup>C dat

$$N(^{14}\text{C}) : N(^{12}\text{C}) = 1,2 \cdot 10^{-12} : 1$$

Door de stofwisseling van planten en dieren worden de beide isotopen van koolstof in organische moleculen ingebouwd zodat gedurende het leven van organismen dezelfde verhouding van <sup>14</sup>C tot <sup>12</sup>C in het lichaam wordt aangetroffen als in de atmosfeer. Nadat een organisme overlijdt, stopt de uitwisseling van koolstof met de atmosfeer waardoor de verhouding van <sup>14</sup>C tot <sup>12</sup>C afneemt. Op dit principe berust de ouderdomsbepaling van organische archeologische vondsten.

- a) Geef de vervalvergelijking van <sup>14</sup>C.

Het energiespectrum van de bij bètaverval vrijkomende β-straling is continu terwijl de bij bètaverval vrijkomende energie een bepaalde vaste waarde heeft.

- b) **Bereken** de bij bètaverval van <sup>14</sup>C vrijkomende energie.
- c) **Leg uit** waarom het energiespectrum van de bij bètaverval vrijkomende straling continu is.

Voor de kust van het Deense eiland Seeland werden meerdere Vikingschepen gevonden. In een stuk hout van deze schepen werd de verhouding van <sup>14</sup>C tot <sup>12</sup>C bepaald. De gevonden waarde bedraagt  $N(^{14}\text{C}) : N(^{12}\text{C}) = 1,06 \cdot 10^{-12} : 1$

- d) **Bereken** de ouderdom van de gevonden scheepwrakken.
- e) **Leg uit** waarom de koolstof-14 ouderdomsbepaling is niet geschikt voor het bepalen van de ouderdom van de aarde.