

Vorbereiding toelatingsexamen arts/tandarts

Fysica: Kernfysica

4 oktober 2023

Brenda Casteleyn, PhD



Keu6
Coaching & Onderzoek

Met dank aan:
Atheneum van Veurne en Leen Goyens

1. Inleiding

Dit oefeningenoverzicht is opgebouwd vanuit de vragen van de vorige examens, gerangschikt per thema.

De vragen komen van diverse sites. Vooral de site van Leen Goyens was handig en het atheneum van Veurne heeft een prachtige website maar helaas is die niet meer online.

2. Belangrijkste begrippen

Kernfysica is het onderdeel van de natuurkunde dat zich bezighoudt met de studie van de kern van het atoom. Als de aandacht op het hele atoom gericht is en met name de elektronenbanen, spreekt men van atoomfysica.

Atoommodel, kernmodel, atoomnummer, massagetal en ladingsgetal, isotopen

In het atoommodel van Bohr – Sommerfeld bestaat een atoom uit een positieve kern bestaande uit protonen en neutronen, die in een cirkelvormige baan rond de kern draaien.

Een atoom X wordt voorgesteld als: A_ZX

waarbij Z = atoomnummer (= aantal protonen);

A = massagetal (som van protonen en neutronen)

De banen waarmee de elektronen rond de kern draaien worden ingedeeld in hoofd- en subshellen.

Isotopen zijn atomen van hetzelfde chemische element, en dus met hetzelfde aantal protonen, waarin het aantal neutronen verschilt. Ze hebben dus een verschillend massagetal.

Natuurlijke radioactiviteit: aard en eigenschappen van alfa, -bèta- en gammastraling

Henri Becquerel postuleerde dat bepaalde materialen een soort onzichtbare straling uitzonden, straling die hij zichtbaar kon maken op een fotografische plaat. Marie Curie en Ernest Rutherford achterhaalden uiteindelijk dat radioactiviteit wordt uitgezonden door de kernen van atomen.

Lichte atoomkernen hebben ongeveer evenveel protonen als neutronen in de kern. Naarmate de atoomkernen zwaarder zijn, treffen we naar verhouding meer neutronen aan. Voor echt zware kernen ligt de verhouding protonen/neutronen ongeveer op 1/1,5. Alle kernen streven naar een soort evenwicht, een optimale verhouding tussen protonen en neutronen. Onstabiele kernen zullen dus proberen te veranderen in de loop van de tijd, op zoek naar de ideale stabiliteit, zeg maar het "ideale gewicht".

Om naar stabiliteit te evolueren, gebruiken atoomkernen radioactiviteit

De radioactieve stralingen behoren tot drie soorten:

- 1) α -straling of alfastraling (heliumkernen),
- 2) β^- -straling of betastraling (elektronen) Bij β^- -straling onderscheid men nog β^{--} en β^{+-} -straling
- 3) γ^- -straling of gammastraling (hoogenergetische elektromagnetische straling van uiterst korte golflengte).

De eigenschappen voor radioactieve straling zijn gebaseerd op het ioniserend en doordringend vermogen:

- ioniserend vermogen: is het vermogen om een gas te ioniseren, dat wil zeggen geleidend maken voor de elektrische stroom.
- doordringend vermogen: het vermogen om door een zekere hoeveelheid stof heen te dringen. (= omgekeerde van ioniserend vermogen).

	α -straling	β^- -straling	β^+ -straling	γ -straling
Bestaande uit:	positief geladen deeltjes: α -deeltjes: heliumkernen bestaande uit twee neutronen en twee protonen. Komt voornamelijk voor bij zwaardere elementen zoals Uranium.	negatief geladen deeltjes: β^- -deeltjes. Het zijn eigenlijk elektronen die ontstaan als in de kern een neutron wordt omgezet in een proton.	positief geladen deeltjes: β^+ -deeltjes. Het zijn eigenlijk positronen (elektronen met een positieve lading) die ontstaan als in de kern een proton wordt omgezet in een neutron.	ontstaat als een kern die zich in een aangeslagen toestand bevindt (hoger energieniveau) bij het uitstoten van een α - of β -deeltje naar de grondtoestand terugvalt. γ -straling is uitzenden van zuivere energie onder de vorm van elektromagnetische straling.
Ioniserend vermogen	sterk	klein	klein	Zeer klein
Doordringend vermogen	enkele centimeters in lucht (kan al worden tegengehouden door een blaadje papier)	enkele meters in lucht of enkele centimeters in aluminium.	enkele meters in lucht of enkele centimeters in aluminium.	enkele honderden meters in lucht of enkele centimeters in lood.

Karakteristieke vervalprocessen van alfa, bèta- en gammastraling

α -straling

Bij het uitzenden van een α -deeltje vermindert het atoomnummer met twee eenheden, het massagetal met vier eenheden. We bekomen een ander element (transmutatie).

Algemene formule:
$${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$$

β^- -straling

Bij het uitzenden van een β^- -deeltje vermindert het atoomnummer met één eenheid, het massagetal blijft gelijk. We bekomen hier een ander element (transmutatie).

Algemene formule:
$${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + e^-$$

γ -straling

Bij het uitzenden van γ -stralen blijven atoomnummer en massagetal ongewijzigd. Een metastabiele (onstabiele) kern wordt aangeduid met een m naast het massagetal.

Algemene formule: ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_ZY + \gamma$

Radioactief verval: halveringstijd, activiteit: eenheid becquerel, vervalwet

Een instabiele atoomkern zoekt stabiliteit door het uitzenden van α - en β -deeltjes, eventueel gepaard met γ -straling. Hierdoor vervalt het oorspronkelijke element in een ander element. De tijd die een kern erover doet om via radioactiviteit zijn stabiliteit te verhogen, is extreem wisselend.

Met "halfwaardetijd" bepaalt men hoelang het duurt vooraleer een bepaald element door radioactiviteit voor precies de helft is getransformeerd tot een ander element. Halveringstijd is dus de tijd nodig om de helft van het oorspronkelijk aantal radioactieve deeltjes te laten vervallen.

Uranium-238 heeft een halfwaardetijd van 4,51 miljard jaar. Na die tijd blijft er dus nog de helft Uranium-238 over. De rest is door alfastraling omgezet in Th-234. Die nieuwe stof heeft een halfwaardetijd van 24,1 dagen. Uiteindelijk komt Pb-206 (lood) tot stand, een kern die stabiel is. Halfwaardetijden lopen dus uiteen van miljarden jaar, over jaren, dagen, minuten tot fracties van seconden.

Dit proces heeft een aantal zeer interessante toepassingen. In een levend wezen wordt voortdurend het radioactieve koolstof 14 aangemaakt. C-14, een betastraler, heeft een halfwaardetijd van 5770 jaar. Eens het lichaam dood is, zal de hoeveelheid C-14 langzaam verminderen volgens het principe van de halfwaardetijd. Door na te gaan hoeveel radioactief koolstof, C-14, nog aanwezig is, kan men goede dateringen uitvoeren. Voor andere isotopen bestaan er soortgelijke tests - zeer tot genoegen van de archeologen.

De snelheid waarmee het aantal kernen van een radionuclide afneemt is constant en wordt desintegratietijd genoemd.

Activiteit: = hoeveelheid radioactiviteit uitgedrukt in volgende formule in aantal radioactieve vervallen per seconde (eenheid: Bq, Becquerel)

$$A = \left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$
$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

λ = de vervalconstante of desintegratieconstante en verhoudt zich tot de halfwaardetijd (T) als:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

N_0 is het aantal radioactieve kernen op t_0

Vervalwet

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

met N_0 het aantal oorspronkelijke deeltjes en N het aantal deeltjes op tijdstip t .
Er geldt dat $\lambda \cdot T = 0,693$.

3. Oefeningen uit vorige examen

2008 - Juli Vraag 4

De halfwaardetijd van een bepaalde radio-isotoop van Nikkel is 100 jaar. De massa nikkelisotoop bedraagt oorspronkelijk 86 mg. Hoeveel van deze massa zal er na 1000 jaar nog overblijven?

- <A> 8,6 mg
- 84 μ g
- <C> 4,3 mg
- <D> 168 μ g

2008 - Augustus Vraag 10

Een hoeveelheid stof van radio-isotoop S heeft een activiteit die 4 maal hoger is dan de activiteit van een hoeveelheid radio-isotoop Ca. De halveringstijd van S (87d) is ongeveer gelijk aan de helft van de halveringstijd van Ca (162 d). Na hoeveel dagen zal de activiteit van beide stoffen ongeveer gelijk zijn?

- <A> 330 d
- 220 d
- <C> 162 d
- <D> 87 d

2009 - Juli Vraag 7

Een bepaalde hoeveelheid radioactieve stof heeft een activiteit van 185 MBq. Na 180 minuten is de activiteit gedaald tot 60 MBq. Om welke radioactieve stof zou het kunnen gaan?

- <A> Fluor-18, met een halfwaardetijd van 109 minuten
- Gallium-72, met een halfwaardetijd van 59 minuten
- <C> Koolstof-11, met een halfwaardetijd van 21 minuten
- <D> Stikstof-13, met een halfwaardetijd van 10 minuten

2010 - Juli Vraag 6

Strontium 89 wordt in de nucleaire geneeskunde gebruikt om littekens bij bot te behandelen. Deze radioisotoop zendt bètastralen uit en heeft een halveringstijd van 50 dagen. Bij de vervalreactie ontstaat yttrium 89.

Als er oorspronkelijk geen yttrium aanwezig is, wat is dan de verhouding van het aantal yttriumkernen tot het aantal strontiumkernen na 100 dagen?

- <A> $\frac{N_Y}{N_{Sr}} = \frac{4}{1}$
- $\frac{N_Y}{N_{Sr}} = \frac{3}{1}$
- <C> $\frac{N_Y}{N_{Sr}} = \frac{2}{1}$
- <D> $\frac{N_Y}{N_{Sr}} = \frac{1}{4}$

2010 - Augustus Vraag 6

Een staaf van 1200 g koolstof (een isotopenmengeling van ^{14}C en ^{12}C) heeft een oorspronkelijke radioactiviteit van 300 Bq.

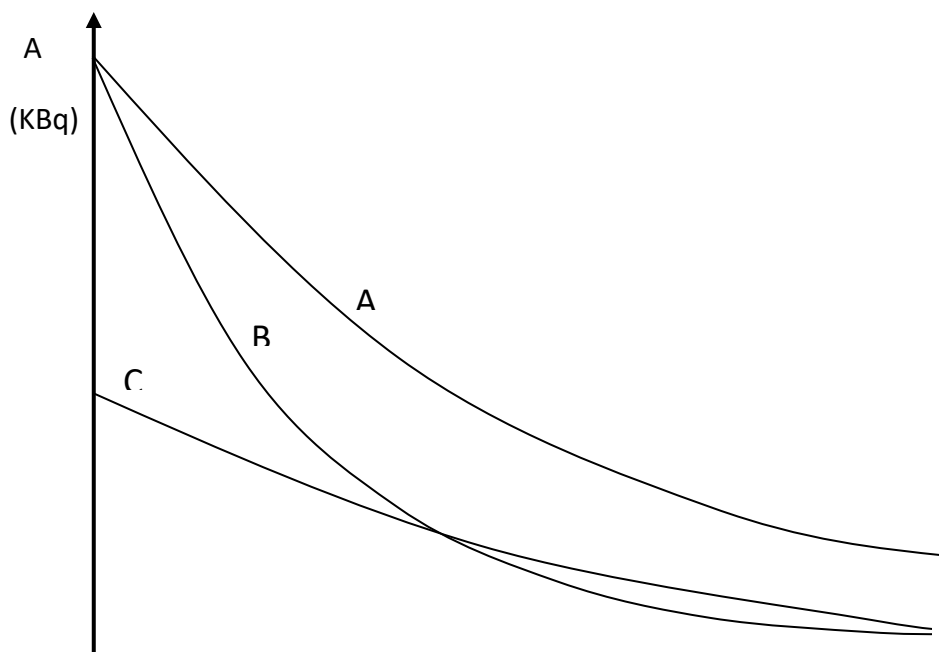
De halfwaardetijd van ^{14}C is 5740 jaar en de desintegratieconstante is gelijk aan $3,83 \cdot 10^{-12} /\text{s}$.

Hoe groot was de oorspronkelijke massa aan ^{14}C ?

- <A> $1,56 \cdot 10^{-7} \text{ g}$
- $1,30 \cdot 10^{-10} \text{ g}$
- <C> $1,82 \cdot 10^{-9} \text{ g}$
- <D> $1,56 \cdot 10^{-9} \text{ g}$

2011 - Juli Vraag 3

Gegeven is de vervalgrafiek van drie radioactieve stoffen A, B en C.



t

Welke uitspraak over de grootte van de halveringstijden is correct?

- <A> $T_{1/2A} > T_{1/2B} > T_{1/2C}$
 $T_{1/2B} > T_{1/2A} > T_{1/2C}$
<C> $T_{1/2C} > T_{1/2A} > T_{1/2B}$
<D> $T_{1/2B} > T_{1/2C} > T_{1/2A}$

2011 - Augustus Vraag 1

Aluminium 25 is een radio-isotoop met 13 protonen die spontaan verval via één van de vormen van bètaverval.

Hoeveel neutronen heeft de kern die ontstaat na spontaan bètaverval van aluminium 25?

- <A> 11
 12
<C> 13
<D> 14

2012 - Juli Vraag 8

De halfwaardetijd van een Mb-isotoop die gebruikt wordt op de afdeling radiologie bedraagt 8 h. De beginactiviteit van het radioactief staal bedraagt 320 kBq. Hoelang duurt het vooraleer de activiteit terugvalt tot 40 kBq?

- <A> 8 h
 16 h
<C> 24 h
<D> 32 h

2012 - Augustus Vraag 7

Radioactieve Technetium, Tc-99 wordt veel gebruikt in de geneeskunde als radioactieve tracer in technieken zoals scintigrafie en SPECT (single photon emission computer tomography).

De halveringstijd van deze radioisotoop is 6 uren. De activiteit van een staal bedraagt 1 MBq, hoeveel radioactieve kernen zijn in dit staal aanwezig?

- <A> $1,5 \cdot 10^{10}$
 $9 \cdot 10^5$
<C> $5 \cdot 10^8$
<D> $3 \cdot 10^{10}$

2013 - Juli Vraag 10

Bij een kernramp meet men bij een bestraalde patient 1,44 MBq, deze straling is vooral te wijten aan de radio-isotoop Jodium-125 met een halveringstijd van 60 dagen.

De activiteit die men als veilig mag beschouwen bedraagt slechts 44 kBq.

Na hoeveel dagen zal de patiënt geen schadelijke gevolgen meer moeten vrezen van deze radioactieve besmetting?

- <A> 240 dagen
- 300 dagen
- <C> 360 dagen
- <D> 420 dagen

2013 - Augustus Vraag 5

We beschouwen in een aantal vervalreacties de transmutatie van ^{238}U tot ^{218}Pb . Hoeveel alfa-vervalreacties treden op bij deze omzetting?

- <A> 5
- 10
- <C> 20
- <D> 30

2014 Juli Vraag 6

In een radioactieve vervalreeks vervalt ^{232}Th door α -verval en β -verval tot ^{208}Pb . Hoeveel α -vervalreacties en β -vervalreacties zijn hiermee in overeenstemming?

- <A> 24 α -vervalreacties en 8 β -vervalreacties
- 24 α -vervalreacties en 2 β -vervalreacties
- <C> 6 α -vervalreacties en 4 β -vervalreacties
- <D> 6 α -vervalreacties en 2 β -vervalreacties

2014 - Augustus Vraag 7

Een radioisotoop heeft een halveringstijd van 13 uren. Hoelang duurt het voordat de massa van deze stof terugvalt van 48 μg tot 1,5 μg ?

- <A> 416 uren
- 78 uren
- <C> 65 uren
- <D> 52 uren

2015 - Juli Vraag 12

Radioactieve jodium ^{128}I vervalt tot tellurium ^{128}Te . De halfwaardetijd van jodium is 13 uur. Na 39 uur is er al 42 mg tellurium aanwezig. Hoeveel radioactieve jodium was er op tijdstip nul?

- <A> 126 mg
- 336 mg
- <C> 84 mg
- <D> 48 mg

2015 – Augustus Vraag 13

Van radioisotoop X met halveringstijd gelijk aan 1,0 h zijn er bij $t = 0$ h N_x kernen. Van radioisotoop Y zijn er op dat ogenblik $N_y = 2 N_x$ kernen. Na drie uren zijn evenveel radioactieve kernen X als kernen Y overgebleven.

De halveringstijd van radioisotoop Y is dan gelijk aan:

- <A> 0,50 h
- 0,75h
- <C> 1,0h
- <D> 2,0h

2016 – Juli Geel Vraag 12

Twee mengbare radioactieve bronnen X en Y hebben dezelfde activiteit A op het moment $t = 0$ h. Het isotoop X heeft een halfwaardetijd van 12 h en het isotoop Y heeft een halfwaardetijd van 8 h.

Hoe groot is de activiteit van het mengsel van beide isotopen na $t = 24$ h?

- <A> $\frac{3}{8} A$.
- $\frac{1}{4} A$.
- <C> $\frac{3}{16} A$.
- <D> $\frac{1}{6} A$.

2016 – Augustus Vraag 11

Het isotoop $^{19}_{10}\text{Ne}$ vervalt via β^+ -verval. Daarbij wordt een proton omgezet in een neutron, een positron en een neutrino.

Dit element vervalt dan tot het element $^A_Z X$ met:

- <A> $Z = 8$ en $A = 15$.
- $Z = 10$ en $A = 18$.

<C> $Z = 9$ en $A = 19$.

<D> $Z = 9$ en $A = 18$.

2016 – Augustus geel Vraag 12

In een kamer bevinden zich twee radioactieve bronnen. Op het tijdstip $t=0$ h is de activiteit van de eerste bron gelijk aan A_1 en de activiteit van de tweede bron $A_2=3A_1$. Beide bronnen hebben elk een halfwaardetijd van 50 h. De maximaal toegelaten activiteit in de kamer is gelijk aan $0,125A_1$.

Wat is de minimale tijd waarna men de kamer mag betreden?

<A> 300 h.

 250 h.

<C> 200 h.

<D> 150 h.

2017 – Juli geel Vraag 9

${}_{84}^{218}\text{Po}$ vervalt door het uitzenden van een alfadeeltje gevolgd door het uitzenden van een bèta-mindeeltje. Zo ontstaat er een isotoop van bismut.

Het aantal neutronen van dit isotoop van bismut is:

<A> 131

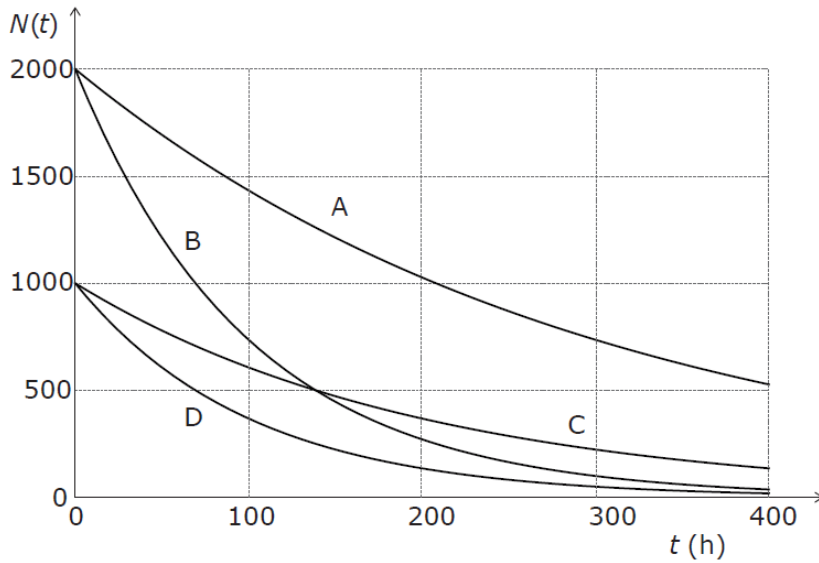
 132

<C> 133

<D> 134

2017 – Augustus geel Vraag 9

Het radioactief verval van vier verschillende radioactieve stoffen (A, B, C en D) is weergegeven in de onderstaande grafiek. $N(t)$ stelt het aantal radioactieve deeltjes voor als functie van de tijd t . De letter bij elke curve verwijst naar de corresponderende radioactieve stof.



Voor welke stof is op $t = 100$ h de activiteit het grootst

- <A> A
- B
- <C> C
- <D> D

2018 – Arts geel Vraag 5

Een hoeveelheid radioactief materiaal bestaat uit een isotoop met een halveringstijd van 4.0
De fractie van dit radioactief materiaal dat vervallen is na 12h bedraagt:

- <A> 1/16
- 2/16
- <C> 14/16
- <D> 15/16

2018 – Tandarts geel Vraag 5

Bij de kernreactie van een ${}^{14}_7\text{N}$ -kern met een α -deeltje worden een ${}^b_a\text{X}$ -kern en een proton gevormd.

Dan is

- <A> A=8 en b=14
- A=8 en b=17
- <C> A=9 en b=16
- <D> A=9 en b=18

2018 – Tandarts geel Vraag 6

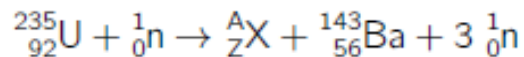
Een mengsel bestaat uit twee radioactieve isotopen X en Y die beide dezelfde soort deeltjes uitzenden. De hoeveelheid van isotoop X en de hoeveelheid van isotoop Y hebben dezelfde activiteit A op het moment $t=0$ s. Het isotoop X heeft een halveringstijd van 12h en het isotoop Y heeft een halveringstijd van 8 h

Na 24 h is de activiteit van het mengsel gelijk aan:

- <A> $1/8A$
- $2/8A$
- <C> $3/8A$
- <D> $4/8A$

2019 – Arts geel Vraag 8

Een van de mogelijke reacties tussen een uraniumkern en een neutron wordt gegeven door:



Het element ${}_Z^AX$ is:

- <A> ${}_{34}^{94}\text{Se}$
- ${}_{34}^{92}\text{Se}$
- <C> ${}_{36}^{92}\text{Kr}$
- <D> ${}_{36}^{90}\text{Kr}$

2019 – Tandarts geel Vraag 8

Een onderzoeker plaatst een radioactieve bron in een container. De activiteit bedraagt op dat ogenblik 200 Bq. Zestig uren later bedraagt de activiteit 25 Bq.

De halveringstijd van de radioactieve bron bedraagt:

- <A> 15 h
- 20 h
- <C> 30 h
- <D> 40 h

2020 – Arts Vraag 6

De radioactieve kern ${}_{90}^{232}\text{Th}$ ondergaat een lange reeks van vervalstappen. Eerst wordt een alfadeeltje uitgezonden, daarna achtereenvolgens twee beta(min)-deeltjes en vervolgens opnieuw een alfadeeltje.

Hoeveel protonen heeft de kern in dat stadium van de vervalreeks nog over?

- <A> 84
- 86
- <C> 88
- <D> 90

2020 – Arts Vraag 7

Een radioactieve bron heeft op tijd $t = 0$ s een activiteit gelijk aan A_0 . Na 200 s is de activiteit gedaald tot $A_0/32$.

De halveringstijd van deze radioactieve bron is gelijk aan:

- <A> 30 s
- 40 s
- <C> 90 s
- <D> 120 s

2020 – Tandarts Vraag 6

Op het ogenblik $t = 0$ s bestaat een radioactieve bron uit $64 \mu\text{g}$ ^{234}Th . De halveringstijd van ^{234}Th is 24 dagen.

Na 120 dagen bevat de bron een hoeveelheid ^{234}Th gelijk aan:



- <A> 1 μg
- 2 μg
- <C> 4 μg
- <D> 8 μg

2021 – Arts Vraag 7

Een onderzoeker plaatst om 15 h een radioactieve bron in een container. De volgende dag om 21 h is de activiteit van deze bron gedaald tot $1/8$ van de activiteit om 15 h van de vorige dag

De halveringstijd van deze radioactieve bron bedraagt:

- <A> 10 h
- 12 h
- <C> 15 h
- <D> 18 h

2021 – Tandarts Vraag 7

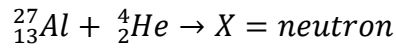
In welke van onderstaande kernreacties komt het symbool X overeen met een neutron?

- <A> $^2_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^3_1\text{H} + X$
- $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + X$

- <C> ${}^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$
 <D> ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$

2022 Arts Vraag 6

Gegeven is volgend proces



Het massagetal A en het atoomnummer Z van X zijn gelijk aan

- <A> A = 15 en z = 30
 A = 16 en Z = 31
 <C> A = 30 en Z = 15
 <D> A = 31 en Z = 16

2022 Tandarts Vraag 7

Uranium ${}^{238}_{92}\text{U}$ vervalt tot protactinium ${}^{234}_{91}\text{Pa}$

Dat kan door het uitzenden van:

- <A> β^- straling gevolgd door γ - straling.
 β^- straling gevolgd door β^- - straling.
 <C> α - straling gevolgd door β^- - straling.
 <D> α straling gevolgd door γ - straling.

2023 – Arts Vraag 7

Gegeven de volgende fissiereactie



In deze reactie is het aantal geproduceerde neutronen x gelijk aan

- <A> 0
 1
 <C> 2
 <D> 3

2023 – Tandarts Vraag 7

Na 168 s is de activiteit van een radioactief element 1/8 van zijn oorspronkelijke activiteit.

De halfwaardetijd van dit element is

- <A> 21 s
 28 s
 <C> 42 s
 <D> 56 s

2023 – Dierenarts Vraag 6

Tungsteen-176 heeft een halfwaardetijd van 2,5 h. De activiteit van tungsten-176 daalt tot 1/10 van zijn beginwaarde na een bepaalde tijd.

Deze tijd wordt het best benaderd door

- <A> 5,0 h.
- 8,3 h.
- <C> 10 h.
- <D> 13 h.

4. Oplossingen oefeningen

2008 - Juli Vraag 4

Gegeven: $T = 100$ $N_0 = 86$ mg

Gevraagd $N(1000)$

Oplossing:

$$\begin{aligned}N(t) &= N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \\N(t) &= 86 \text{ mg} \cdot 2^{\frac{-1000}{100}} \\N(t) &= 86 \text{ mg} \cdot 2^{-10} \\N(t) &= \frac{86 \text{ mg}}{1024}\end{aligned}$$

$$N(t) = 0,08398 \text{ mg} = 83,98 \text{ } \mu\text{g}$$

→ Antwoord B

2008 - Augustus Vraag 10

Gegeven:

$$A_S = 4 \cdot A_{Ca}$$

$$T(S) = 87 \text{ dagen en } \frac{1}{2}T(Ca) = 162 \text{ dagen}$$

$$T(Ca) = 2T(S)$$

Gevraagd: Na hoeveel dagen zal de activiteit van beide stoffen ongeveer gelijk zijn?

Oplossing:

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \text{en} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$\text{Voor S wordt dit: } A(S) = A_0 \cdot e^{\frac{-\ln 2}{87}t}$$

$$\text{Voor Ca wordt dit: } A(Ca) = A_0 \cdot e^{\frac{-\ln 2}{162}t}$$

We weten dat $A_S = 4 \cdot A_{Ca}$ en $T(Ca) = 2T(S)$ of $2\lambda_{Ca} = \lambda_S$

Dus geldt volgende gelijkheid:

$$4(A_0 \cdot e^{-2\lambda_{Ca}t}) = A_0 \cdot e^{-\lambda_{Ca}t}$$

$$\ln(4(e^{-2\lambda_{Ca}t})) = \ln(e^{-\lambda_{Ca}t})$$

$$\ln 4 - 2\lambda_{Ca} t = -\lambda_{Ca} t$$

$$\ln 4 = \lambda_{Ca} t$$

$$\ln 4 = \frac{\ln 2}{162} t$$

$$t = \frac{\ln 4}{\ln 2} 162$$

$$t = \frac{2\ln 2}{\ln 2} 162 = 2 \cdot 162 = 324$$

→ Antwoord A

2009 -Juli Vraag 7

Gegeven: $A = 185$ MBq. $A(180 \text{ min}) = 60$ MBq.

Gevraagd: Om welke radioactieve stof zou het kunnen gaan?T?

Oplossing:

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \quad \text{en} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

$$\text{of } A(t) = A_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$A(180) = 185 \cdot 2^{-\frac{180}{T}} = 60 \text{ MBq}$$

$$\frac{185}{2^{\frac{180}{T}}} = 60$$

$$185 = 60 \cdot 2^{\frac{180}{T}}$$

$$\frac{185}{60} = 2^{\frac{180}{T}}$$

$$\ln\left(\frac{185}{60}\right) = \ln\left(2^{\frac{180}{T}}\right)$$

$$\ln\left(\frac{185}{60}\right) = \frac{180}{T} \ln 2$$

$$T \cdot \ln(3,083) = 180 \ln 2$$

$$T = \frac{180 \ln 2}{\ln(3,083)}$$

$$T = 124,76/1,10 = 113$$

→ Antwoord A

2010 - Juli Vraag 6

Gegeven: Strontium 89 wordt in de nucleaire geneeskunde gebruikt om littekens bij bot te behandelen. Deze radioisotoop zendt bètastralen uit T = 50 dagen. Bij de vervalreactie ontstaat yttrium 89.

Gevraagd: Als er oorspronkelijk geen yttrium aanwezig is, wat is dan de verhouding van het aantal yttriumkernen tot het aantal strontiumkernen na 100 dagen?

Oplossing:

100 dagen = 2.T. Het oorspronkelijk aantal Strontium is na 100 dagen dus twee keer gehalveerd. Er blijft dus nog 1/4 van het oorspronkelijke aantal over na 100 dagen. De 3/4 vervallen Strontium doet yttrium ontstaan, dus voor elk vervallen Sr ontstaat een Strontium. De verhouding is dus 3 op 4 Yttrium en 1 van de 4 Strontium Dus (3/4)/(1/4), dus 3/1.

→ Antwoord B

2010 - Augustus Vraag 6

Gegeven:

N_0 van isotopenmengeling ^{14}C en ^{12}C = 1200 g.

$A_0 = 300 \text{ BQ}$. T van ^{14}C = 5740 jaar.

De desintegratieconstante = $3,83 \cdot 10^{-12} /\text{s}$.

Gevraagd: N_0 van ^{14}C ?

Oplossing:

$$\text{Oplossing: voor } t = 0 \text{ geldt: } N_0 = \left| \frac{A}{\lambda} \right| = \frac{300/\text{s}}{3,829 \cdot 10^{-12} /\text{s}} = 7,834 \cdot 10^{13}$$

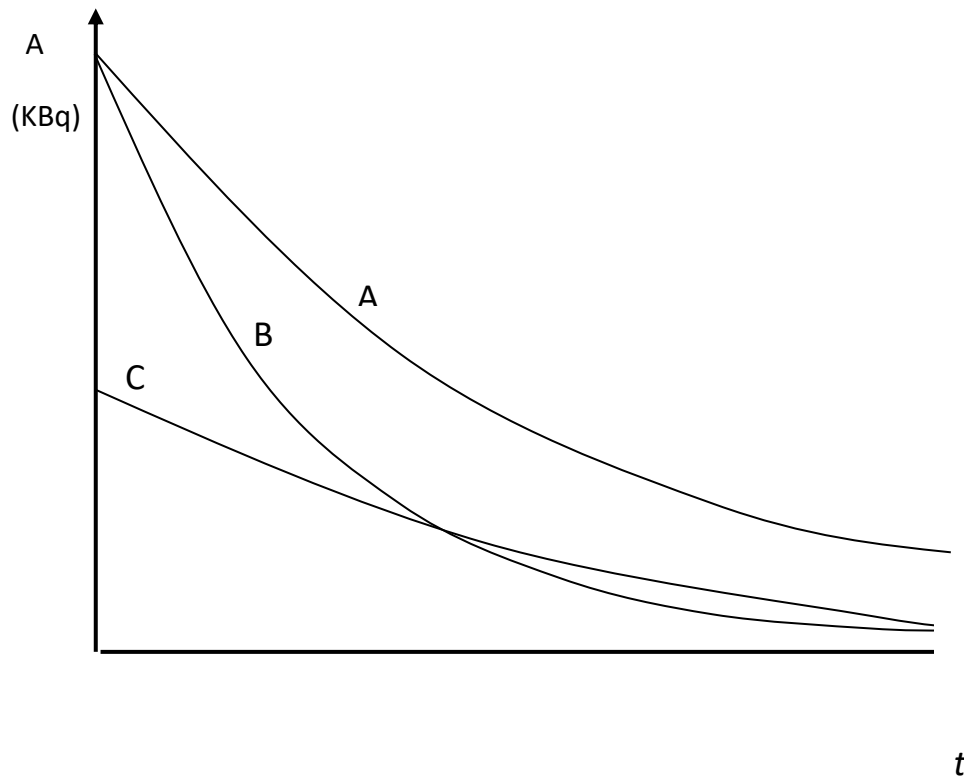
$$\text{Bereken } n = N/N_A = \frac{7,834 \cdot 10^{13}}{6,02 \cdot 10^{23} /\text{mol}} = 1,301 \cdot 10^{-10} \text{ mol} \quad (N_A \text{ is het getal van Avogadro})$$

$$\text{Bereken } m = Mn = 14\text{g/mol} \cdot 1,301 \cdot 10^{-10} = 1,82 \cdot 10^{-9} \text{ g} \quad (M \text{ is de atomaire massa})$$

→ Antwoord C

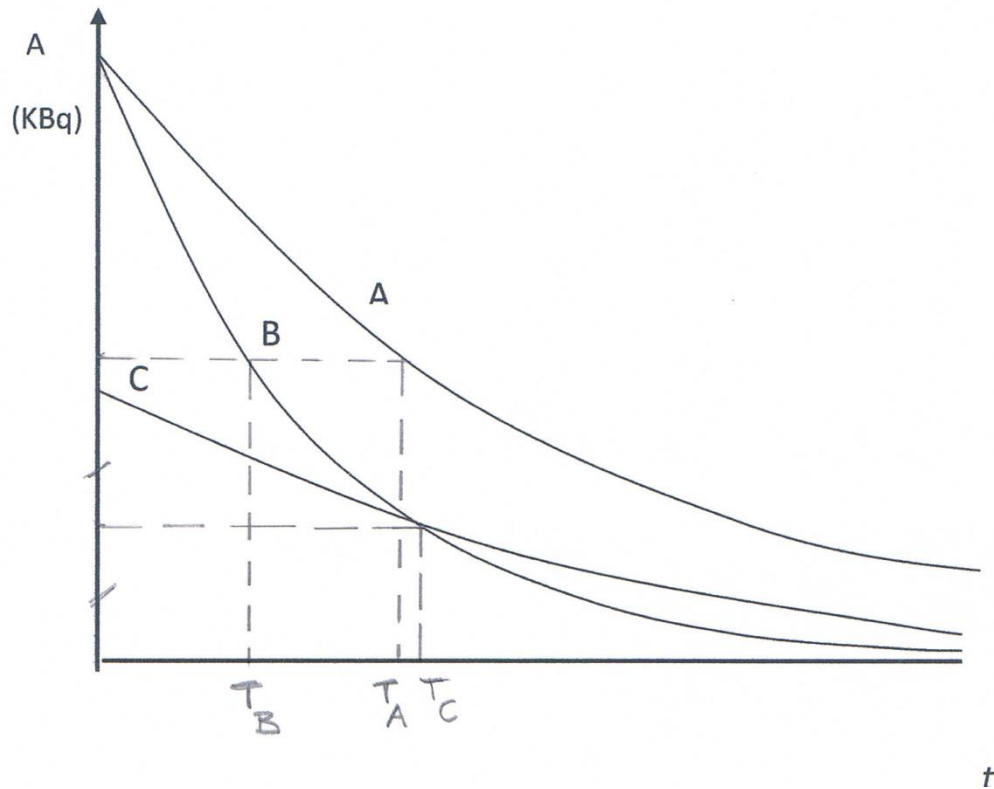
2011 - Juli Vraag 3

Gegeven: vervalgrafiek van drie radioactieve stoffen A, B en C.



Gevraagd: Welke uitspraak over de grootte van de halveringstijden is correct?

Oplossing: trek hulplijnen om vast te stellen waar de halveringstijden zijn:



→ Antwoord C

2011 - Augustus Vraag 1

Gegeven: Aluminium 25 is een radio-isotoop met 13 protonen die spontaan vervalft via één van de vormen van bètaverval.

Gevraagd: Hoeveel neutronen heeft de kern die ontstaat na spontaan bètaverval van aluminium 25?

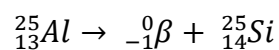
Oplossing:

1: De meest stabiele Al-isotoop heeft atoommassa 27. Deze isotoop heeft : $N = 27 - 13 = 14$ neutronen. Al-25 heeft naar verhouding neutronen te weinig : $N = 25 - 13 = 12$.

De verhouding N/Z is dus te laag. (12/13 i.p.v. 14/13).

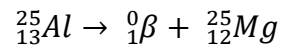
De natuurlijke vorm van bètastraling zal de verhouding N/Z opnieuw doen stijgen.

Met bèta(-)verval daalt de verhouding N/Z nog meer (van 12/13 naar 11/14)



Met bèta(+) verval stijgt de verhouding N/Z zoals we mogen verwachten voor

een spontaan proces.



Hierbij ontstaat Mg-25, met een atoommassa dicht bij de atoommassa van Mg

(24,3). Dit is dus de juiste vorm van bèta-verval. Het ontstane Mg-25 heeft $N=A-Z= 25-12=13$ neutronen

➔ Antwoord C

2012 - Juli Vraag 8

Gegeven: $T = 8\text{h}$. $A_0 = 320\text{ kBq}$ $A(t) = 40\text{ kBq}$

Gevraagd: t bij $A(t) = 40\text{ kBq}$

Oplossing:

$$A(t) = A_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}}$$

$$40 = 320 \cdot 2^{\frac{-t}{8}}$$

$$40 \cdot 2^{\frac{t}{8}} = 320$$

$$2^{\frac{t}{8}} = \frac{320}{40}$$

$$2^{\frac{t}{8}} = 8$$

$$2^{\frac{t}{8}} = 2^3$$

$$t/8 = 3$$

$$t = 24$$

➔ Antwoord C

2012 - Augustus Vraag 7

Gegeven:

$$T = 6\text{ u} = 6.3600\text{ s}$$

$$A_0 = 1\text{ MBq} = 1.10^6/\text{s}$$

Gevraagd: aantal radioactieve kernen?

Oplossing:

We weten dat

$$A(t) = \left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\text{en } A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

We kunnen nu de twee rechterleden aan elkaar gelijk stellen:

$$\lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

en daaruit afleiden dat $A_0 = \lambda \cdot N_0$

$$\text{en vermits } \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

$$\text{krijgen we } A_0 = \frac{\ln 2}{T} N_0.$$

$$\text{of } N_0 = \frac{T \cdot A_0}{\ln 2} = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot 6.3600 \text{ s}}{0,693} = \frac{21000 \cdot 10^6}{0,7} = 30\,000 \cdot 10^6 = 3 \times 10^{10}$$

➔ Antwoord D

2013 - Juli Vraag 10

Gegeven: $A = 1,44 \text{ MBq}$

$T = 60 \text{ dagen}$

$A(\text{veilig}) = 44 \text{ kBq}$

Gevraagd: t voor $A(\text{veilig})$

Oplossing:

$$A(t) = A_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$2^{\frac{t}{T}} = \frac{A_0}{A(t)} = \frac{1440}{44} = \frac{360}{11} = 32 = 2^5$$

$$t/T = 5$$

dus: $t = 5 \cdot 60 = 300 \text{ dagen}$

➔ Antwoord B

2013 - Augustus Vraag 5

Gegeven: een aantal vervalreacties de transmutatie van ^{238}U tot ^{218}Pb .

Gevraagd: Hoeveel alfa-vervalreacties treden op bij deze omzetting?

Oplossing:

Algemene formule ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$

Om van 238 naar 218 te gaan zijn er vijf omzettingen van 4 nodig.

→ Antwoord A

2014 Juli Vraag 6

Gegeven: In een radioactieve vervalreeks vervalt ${}^{232}_{90}\text{Th}$ door α -verval en β -verval tot ${}^{208}_{82}\text{Pb}$.

Gevraagd: Hoeveel α -vervalreacties en β -vervalreacties zijn hiermee in overeenstemming?

Oplossing:

Methode 1: via inzicht

Bij β -verval blijft de massa gelijk, het verlies van massa is dus te wijten aan α -verval: ${}^4_2\alpha$

$$\text{Aantal } \alpha: (232-208)/4 = 24/4 = 6$$

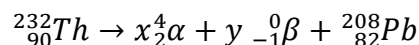
Per α -deeltje daalt het atoomnummer met 2. Per β -deeltje stijgt het atoomnummer met 1.

Stel het aantal $\beta = x$

$$90-82 = 2x - x$$

$$x = 12 - 8 = 4$$

Methode 2: via reactievergelijking



$$\begin{cases} 232 = 4x + 0y + 208 & \rightarrow x = (232-208)/4 = 6 \\ 90 = 2x - y + 82 \end{cases}$$

$$y = 2 \cdot 6 + 82 - 90 = 4$$

→ Antwoord C

2014 - Augustus Vraag 7

Een radioisotoop heeft een halveringstijd van 13 uren. Hoelang duurt het voordat de massa van deze stof terugvalt van 48 μg tot 1,5 μg ?

Oplossing:

Na 13 uren is er nog $48/2 = 24$; na 26 uren: $24/2 = 12$; na 39 uren $12/2 = 6$; na 52 uren: $6/2 = 3$ en na 65 uren $3/2 = 1,5 \mu\text{g}$ over.

→ Antwoord C

2015 - Juli Vraag 12

Gegeven: Radioactieve jodium ^{128}I vervalt tot tellurium ^{128}Te . De halfwaardetijd van jodium is 13 uur. Na 39 uur is er al 42 mg tellurium aanwezig.

Gevraagd: Hoeveel radioactieve jodium was er op tijdstip nul?

Oplossing

$$39 \text{ uur} = 39/3T = 3T$$

Bij het verval blijft de massa gelijk

De massa I is teruggevallen tot $1/2^3 = 1/8$

Er is dus al $7/8$ Te gevormd

De totale massa Te die zal gevormd worden: $42 \cdot 8/7 = 48$. 48 mg Te ontstaat uit 48 mg I.

→ Antwoord D

2015 – Augustus Vraag 13

Gegeven: Van radioisotoop X met halveringstijd (T) = 1,0 h zijn er bij $t=0$ h N_x kernen. Van radioisotoop Y zijn er op dat ogenblik $N_y = 2 N_x$ kernen. Na drie uren zijn evenveel radioactieve kernen X als kernen Y overgebleven.

Gevraagd: De halveringstijd van radioisotoop Y is dan gelijk aan:

Oplossing:

Algemene formule $N(t) = N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}}$ en we weten dat $N_x(3) = N_y(3)$

$$N_{x0} \cdot 2^{\frac{-t}{T_x}} = N_{y0} \cdot 2^{\frac{-t}{T_y}}$$

Vervang N_{x0} door N_x kernen en N_{y0} door $2N_x$ kernen (gegeven), t door 3 en $T_x = 1$

$$N_x \cdot 2^{\frac{-3}{1}} = 2 N_x \cdot 2^{\frac{-3}{T_y}}$$

$$2^{\frac{-3}{1}} = 2 \cdot 2^{\frac{-3}{T_y}}$$

$$1/2^3 = 2 \cdot 1/2^{\frac{3}{T_y}}$$

$$2^{\frac{3}{T_y}} = 2 \cdot 2^3$$

$$2^{\frac{3}{T_y}} = 2^4$$

$$3/T_y = 4$$

$$T_y = 4/3 \text{ h} = 0,75 \text{ h}$$

➔ Antwoord B

2016 – Juli geel Vraag 12

Twee mengbare radioactieve bronnen X en Y hebben dezelfde activiteit A op het moment $t = 0$ h. Het isotoop X heeft een halfwaardetijd van 12 h en het isotoop Y heeft een halfwaardetijd van 8 h.

Hoe groot is de activiteit van het mengsel van beide isotopen na $t = 24$ h?

Oplossing:

De activiteit is evenredig met de hoeveelheid stof

En na 24 uur is er van de ene stof nog maar $1/4$ over en van de andere $1/8$ (halfwaardetijd 12 uur en 4). Dus de totale activiteit is dan $1/4 + 1/8 = 3/8$

Met formule: $A_{A0} = A_{B0} = A$

$$A_A = A \cdot 2^{-t/T} = A \cdot 2^{-24/12} = A \cdot 2^{-2} = A_0/4$$

$$A_B = A \cdot 2^{-t/T} = A \cdot 2^{-24/8} = A \cdot 2^{-3} = A_0/8$$

$$\text{Activiteit total} = A/4 + A/8 = 3/8 \cdot A$$

➔ Antwoord A

2016 – Augustus geel Vraag 11

Het isotoop ${}_{10}^{19}\text{Ne}$ vervalst via β^+ -verval. Daarbij wordt een proton omgezet in een neutron, een positron en een neutrino.

Dit element vervalst dan tot het element ${}^A_Z X$ met:

Oplossing:

Bij het uitzenden van een β^- -deeltje vermeerderd het atoomnummer met één eenheid, het massagetal blijft gelijk. We bekomen hier een ander element (transmutatie).

Algemene formule: ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + e^-$

Z wordt dus 9 en A blijft 19

→ Antwoord C

2016 – Augustus geel Vraag 12

In een kamer bevinden zich twee radioactieve bronnen. Op het tijdstip $t=0$ h is de activiteit van de eerste bron gelijk aan A_1 en de activiteit van de tweede bron $A_2=3A_1$. Beide bronnen hebben elk een halfwaardetijd van 50 h. De maximaal toegelaten activiteit in de kamer is gelijk aan $0,125A_1$.

Wat is de minimale tijd waarna men de kamer mag betreden?

$$A_0 = 4A_1$$

$$A = 1/8 \cdot A_1$$

$$A = A_0 \cdot 2^{-t/T} = 2^{t/T} = A_0/A = \frac{4A_1}{1/8A_1} = 32$$

T = 50 dus:

$$2^{t/50} = 32$$

$$2^{t/50} = 2^5$$

$$t/50 = 5, \text{ dus } T = 250$$

→ Antwoord B

2017 – Juli geel Vraag 9

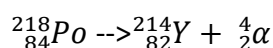
${}^{218}_{84}\text{Po}$ vervalt door het uitzenden van een alfadeeltje gevolgd door het uitzenden van een bèta-mindeeltje. Zo ontstaat er een isotoop van bismut.

Het aantal neutronen van dit isotoop van bismut is:

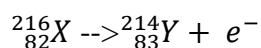
Oplossing:

Per α -deeltje daalt het atoomnummer met 2. Per β -deeltje stijgt het atoomnummer met 1.

Alfastraling



Betastraling:

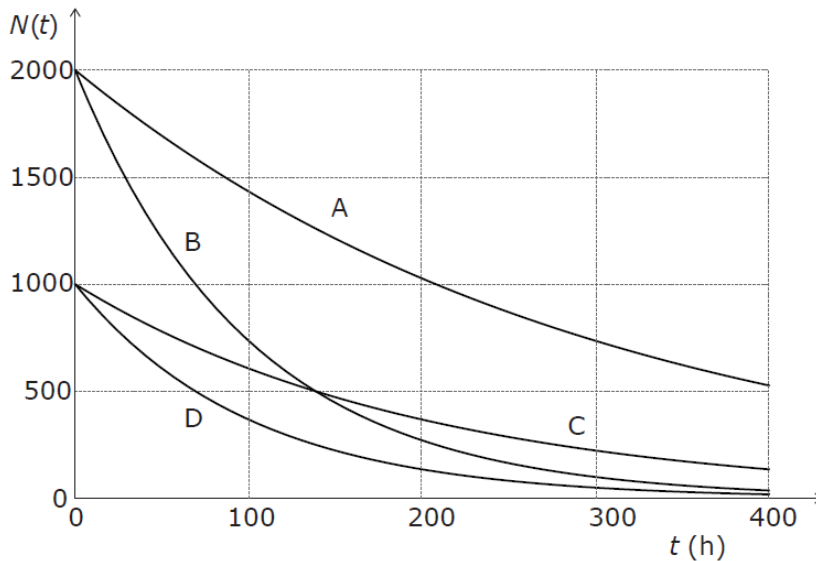


$$N = A - Z = 214 - 83 = 131$$

→ Antwoord A

2017 – Augustus geel Vraag 9

Het radioactief verval van vier verschillende radioactieve stoffen (A, B, C en D) is weergegeven in de onderstaande grafiek. $N(t)$ stelt het aantal radioactieve deeltjes voor als functie van de tijd t . De letter bij elke curve verwijst naar de corresponderende radioactieve stof.



Voor welke stof is op $t = 100$ h de activiteit het grootst

Oplossing:

Lees op de grafiek op $t = 100$ af hoeveel $N(t)$ is voor elke curve en schat de halveringstijd vanuit de grafiek.

Grafiek A: $A = N \cdot \ln 2 / T = 1400 \cdot \ln 2 / 200 = 7 \cdot \ln 2$

Grafiek B: $A = N \cdot \ln 2 / T = 750 \cdot \ln 2 / 70 = 10,5 \cdot \ln 2$

Grafiek C: $A = N \cdot \ln 2 / T = 700 \cdot \ln 2 / 140 = 5 \cdot \ln 2$

Grafiek D: $A = N \cdot \ln 2 / T = 375 \cdot \ln 2 / 70 = 5,25 \cdot \ln 2$

→ Antwoord B

2018 – Arts geel Vraag 5

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

Neem voor $N_0 = 16$

$$N(t) = 16 \cdot 2^{-12/4} = 16 \cdot 2^{-3} = 16/8 = 2$$

Er is dus $16 - 2 = 14$ vervallen of $14/16^{\text{de}}$

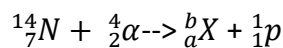
Of neem voor het materiaal een hoeveelheid van 16 en ga na hoeveel er vervallen is na 4, 8 en 12 h.

Tijdstip	0	4	8	12
Materiaal	16	8	4	2
Vervallen	0	8	12	14

→ Antwoord C

2018 – Tandarts geel Vraag 5

Bij de kernreactie van een ${}^{14}_7\text{N}$ -kern met een α -deeltje worden een ${}^b_a\text{X}$ -kern en een proton gevormd.



$$14 + 4 = 17 + 1 \rightarrow b = 17$$

$$7 + 2 = 8 + 1 \rightarrow a = 8$$

→ Antwoord B

2018 – Tandarts geel Vraag 6

$$A_1 = A \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = A \cdot 2^{-24/12} = A \cdot 2^{-2} = A/4$$

$$A_2 = A \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = A \cdot 2^{-24/8} = A \cdot 2^{-3} = A/8$$

$$A_1 + A_2 = A/4 + A/8 = 3/8A$$

Of bereken de activiteit op verschillende tijdstippen tot 24h.

Tijdstip	0	8	12	16	24
A_1	A		A/2		A/4
A_2	A	A/2		A/4	A/8

→ Antwoord C

2019 – Arts geel Vraag 8

$$235 + 1 = A + 143 + 3 \quad \text{en} \quad 92 + 0 = Z + 56 + 0$$

→ $A = 236 - 146 = 90$ en $Z = 92 - 56 = 36$

→ Antwoord D

2019 – Tandarts geel Vraag 8

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$N(t)/N_0 = 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$25/200 = 2^{-\frac{60}{T}} \text{ of } 200/25 = 2^{\frac{60}{T}}$$

$$8 = 2^{\frac{60}{T}}$$

$$2^3 = 2^{\frac{60}{T}} \rightarrow 60/T = 3, \text{ dus } T = 20$$

→ Antwoord B

2020 – Arts Vraag 6

De radioactieve kern ${}_{90}^{232}\text{Th}$ ondergaat een lange reeks van vervalstappen. Eerst wordt een alfadeeltje uitgezonden, daarna achtereenvolgens twee beta(min)-deeltjes en vervolgens opnieuw een alfadeeltje.

Hoeveel protonen heeft de kern in dat stadium van de vervalreeks nog over?

α -straling

Bij het uitzenden van een α -deeltje vermindert het atoomnummer met twee eenheden, het massagetal met vier eenheden. We bekommen een ander element (transmutatie).

Algemene formule: ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$

→ verlies van twee protonen

β -straling

Bij het uitzenden van een β -deeltje vermeerderd het atoomnummer met één eenheid, het massagetal blijft gelijk. We bekommen hier een ander element (transmutatie).

Algemene formule: ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + e^-$

→ + 1 proton per keer

Totaal: verlies van twee keer twee protonen en 2 protonen erbij = $90 - 4 + 2 = 88$

→ Antwoord C

2020 – Arts Vraag 7

Een radioactieve bron heeft op tijd $t = 0$ s een activiteit gelijk aan A_0 . Na 200 s is de activiteit gedaald tot $A_0/32$.

De halveringstijd van deze radioactieve bron is gelijk aan:

Oplossing:

Activiteit 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$

Tijdstip 0, 40, 80, 120, 160, 200

Op tijdstip 0 \rightarrow 1

Op tijdstip 200 \rightarrow $\frac{1}{32}$

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \rightarrow N_0 = N(t) N_0 \cdot 2^{\frac{t}{T}}$$

$$N(t) = \frac{N_0}{32}$$

$$\frac{N_0}{32} = N_0 \cdot 2^{\frac{-200}{T}}$$

$$32 = 2^{\frac{200}{T}}$$

$$2^5 = 2^{\frac{200}{T}}$$

$$5 = 200/T$$

$$T = 200/5 = 40 \text{ s}$$

\rightarrow Antwoord B

2020 – Tandarts Vraag 6

Op het ogenblik $t = 0$ s bestaat een radioactieve bron uit $64 \mu\text{g } ^{234}\text{Th}$. De halveringstijd van ^{234}Th is 24 dagen.

Na 120 dagen bevat de bron een hoeveelheid ^{234}Th gelijk aan:



Oplossing

120 dagen/24 = 5 keer halveren:

$$64/2/2/2/2/2 = 2$$

$$\text{Of via formule: } m = m_0/2^{t/T} = 64/2^{120/24} = 64/2^5 = 64/32 = 2$$

➔ Antwoord B

2021 – Arts Vraag 7

Een onderzoeker plaatst om 15 h een radioactieve bron in een container. De volgende dag om 21 h is de activiteit van deze bron gedaald tot 1/8 van de activiteit om 15 h van de vorige dag

De halveringstijd van deze radioactieve bron bedraagt:

Oplossing: tussen 15h en 21h volgede dag = 30 h

$1/8 = (1/2)^3$ of 3 halveringstijden

$$T = \frac{\Delta t}{3} = 30/3 = 10\text{h}$$

➔ Antwoord A

2021 – Tandarts Vraag 7

In welke van onderstaande kernreacties komt het symbool X overeen met een neutron?

- <A> ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + X$
 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$
<C> ${}^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$
<D> ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$

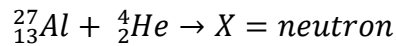
Oplossing

A	1 neutron 1 proton	+	1 neutron 1 proton	➔	2 neutronen 1 proton	+	1 proton
B	1 neutron 1 proton	+	2 neutronen 1 proton	➔	2 neutronen 2 protonen	+	1 neutron
C	1 neutron 1 proton	+	1 neutron 2 protonen	➔	2 neutronen 2 protonen	+	1 proton
D	1 neutron 2 protonen	+	1 neutron 2 protonen	➔	2 neutronen 2 protonen	+	2 protonen

➔ Antwoord B

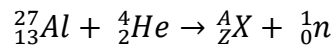
2022 Arts Vraag 6

Gegeven is volgend proces



Het massagetal A en het atoomnummer Z van X zijn gelijk aan

Oplossing:



$$\text{Dus } A+1 = 27+4 = 31 \text{ of } A = 30$$

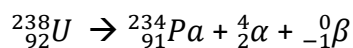
$$Z = 13+2+0 = 15$$

→ Antwoord C

2022 Tandarts Vraag 7

Uranium ${}_{92}^{238}\text{U}$ vervalt tot protactinium ${}_{91}^{234}\text{Pa}$

Dat kan door het uitzenden van:



α - straling gevolgd door β^- - straling.

→ Antwoord C

2023 – Arts Vraag 7

Gegeven de volgende fissiereactie



Gevraagd: In deze reactie is het aantal geproduceerde neutronen x gelijk aan

Oplossing:

Vergelijk de massabalans:

$${}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow 92 = \text{aantal protonen}; 235 = \text{aantal neutronen} + \text{protonen}$$

$$92 = 56 + 36 \text{ (het aantal protonen blijft gelijk)}$$

$$235 + 1 = 141 + 92 = x \rightarrow x = 236 - 233 = 3 \text{ neutronen}$$

→ Antwoord D

2023 – Tandarts Vraag 7

Gegeven: Na 168 s is de activiteit van een radioactief element 1/8 van zijn oorspronkelijke activiteit.

Gevraagd: De halfwaardetijd van dit element

Oplossing:

$$A(t) = A_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}}$$

$$A/2 = A \cdot e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\ln(1/2) = -\lambda \cdot t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \ln(2) / \lambda$$

Bij 1/8 en 168 seconden:

$$A/8 = A \cdot e^{-\lambda \cdot 168}$$

$$-3 \ln(2) = -\lambda \cdot 168$$

$$\lambda = 3 \ln(2) / 168$$

Vul dit in in de formule $t_{1/2} = \ln(2) / \lambda$ of $t_{1/2} = \ln(2) / (3 \ln(2) / 168) = 168/3 = 56$ s

Alternatieve manier: numeriek:

t:	0	T	2T	3T
A	A	A/2	A/4	A/8

$$3T = 168s, \text{ dus } T = 56s$$

➔ Antwoord D

2023 – Dierenarts Vraag 6

Gegeven: Tungsteen-176 heeft een halfwaardetijd van 2,5 h. De activiteit van tungsten-176 daalt tot 1/10 van zijn beginwaarde na een bepaalde tijd.

Gevraagd: Deze tijd wordt het best benaderd door

Oplossing:

$$A(t) = A_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}}$$

$$1 = 1/10 \cdot 2^{\frac{-t}{2,5}} \rightarrow 2^{t/2,5} = 10 \rightarrow t/2,5 \cdot \log 2 = \log 10 \rightarrow t/2,5 \cdot 0,3 = 1 \rightarrow t = 8,3$$

➔ Antwoord B