

Naam: _____ Klas: _____

Repetitie Radioactiviteit VWO (versie A)

Aan het einde van de repetitie vind je de lijst met elementen en twee tabellen met weegfactoren voor het berekenen van de equivalente en effectieve (stralings)dosis.

Opgave 1

Lees onderstaande tekst.

Behandeling van te snel werkende schildklier met radioactief jodium

Mensen met een te snel werkende schildklier hebben problemen met hun stofwisseling. Deze zogenaamde ziekte van Graves wordt behandeld door de patiënt radioactief jodium (jood) in te laten nemen: de zogenoemde ‘radioactieve slok’. Het zijn vooral de te snel werkende schildkliercellen die het jodium opnemen. Deze cellen worden beschadigd door de straling die ze dan absorberen. Daardoor gaat de schildklier na enige tijd weer normaal functioneren.

Deze methode wordt al dertig jaar als een veilige behandeling toegepast. De patiënten kunnen meestal dezelfde dag weer naar huis. Wel moet men enkele voorzorgsmaatregelen in acht nemen, zoals: de eerste dagen twee keer achter elkaar de wc doortrekken en gedurende enkele weken geen baby's op schoot nemen.

In de “radioactieve slok” zit de isotoop jood-131 die bètastraling en gammastraling uitzendt.

a.

Geef de vervalreactie van jood-131.

De straling beschadigt de schildkliercellen die het hardst werken.

b.

Welke van de volgende beweringen is juist? Geef je keuze met een pijltje aan.

- De bètastraling is vooral verantwoordelijk voor de beschadiging omdat deze een groter ioniserend vermogen heeft.
- De bètastraling is vooral verantwoordelijk voor de beschadiging omdat deze een groter doordringend vermogen heeft.
- De gammastraling is vooral verantwoordelijk voor de beschadiging omdat deze een groter ioniserend vermogen heeft.
- De gammastraling is vooral verantwoordelijk voor de beschadiging omdat deze een groter doordringend vermogen heeft.
- Bètastraling en gammastraling zijn in gelijke mate verantwoordelijk voor de beschadiging.

Opgave 2

Lees onderstaand artikel.

Dagelijks vers uit het cyclotron

Aan de rand van de universiteit van Eindhoven gaat een nieuwe deeltjesversneller radioactieve stoffen maken voor ziekenhuizen in heel Europa.

Bij de productie van kortlevende radioactieve preparaten geldt: wat vandaag gemaakt wordt, moet vandaag ook de deur uit. Jodium-123 (jood-123), dat gebruikt wordt bij diagnostisch onderzoek, vervalt vrij snel. Om binnen enkele dagen een bruikbaar preparaat in Athene te krijgen, moet in Eindhoven vele malen de benodigde hoeveelheid radioactieve stof worden aangemaakt.

naar de Volkskrant, 10 mei 2003

Tussen de aanmaak van het jodium-123 in Eindhoven en het gebruik ervan in Athene verloopt enige tijd. Omdat de hoeveelheid jodium-123 afneemt, mag die tijd niet te groot zijn. De halveringstijd van jodium-123 bedraagt 13,3 uur.

a.

Bereken de tijd die mag verstrijken zodat de hoeveelheid jodium-123 bij gebruik 8,0 maal zo klein is als bij aanmaak.

Stel dat er precies één etmaal (= 24 h) tussen het aanmaken en het gebruik van jodium-123 zit.

b.

Bereken dan hoeveel procent van het oorspronkelijke jodium-123 nog over is.

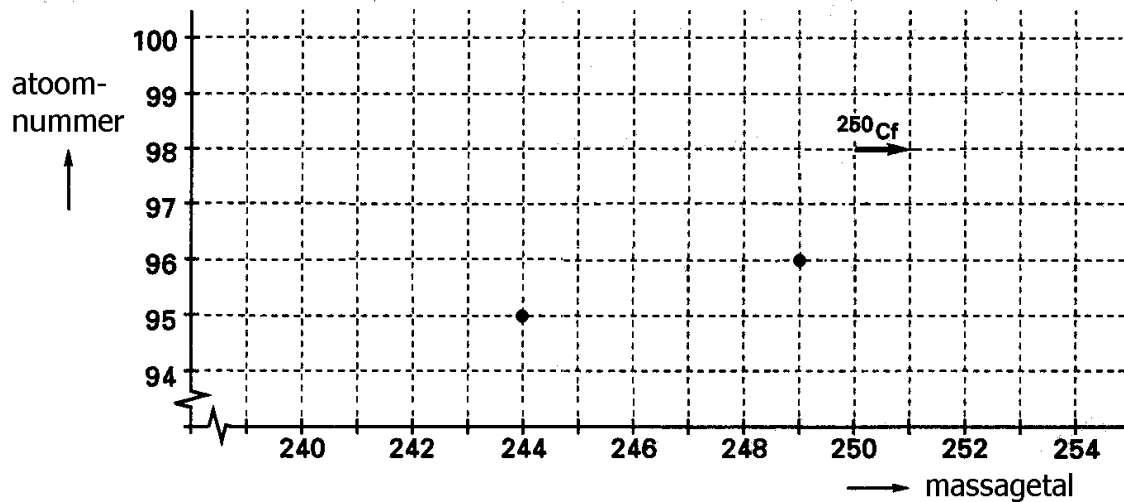
Jodium-123 zendt gammastraling uit. Beton heeft hiervoor een halveringsdikte van 2,0 cm.

c.

Bereken hoeveel procent van de gammastraling door een betonnen muur van 11 cm gaat.

Opgave 3

In het onderstaande diagram kunnen isotopen worden aangegeven. Op de horizontale as staat het massagetal van de isotopen uitgezet, op de verticale as het atoomnummer.



In het diagram staan twee dikke stippen. De ene stip hoort bij americium-244 en de andere stip bij curium-249. Americium-244 vervalst onder uitzending van een bètadeeltje en curium-249 vervalst onder uitzending van een alfadeeltje.

- Geef in het diagram met een pijl het bètaverval van americium-244 weer.
- Geef in het diagram met een pijl het alfaverval van curium-249 weer.

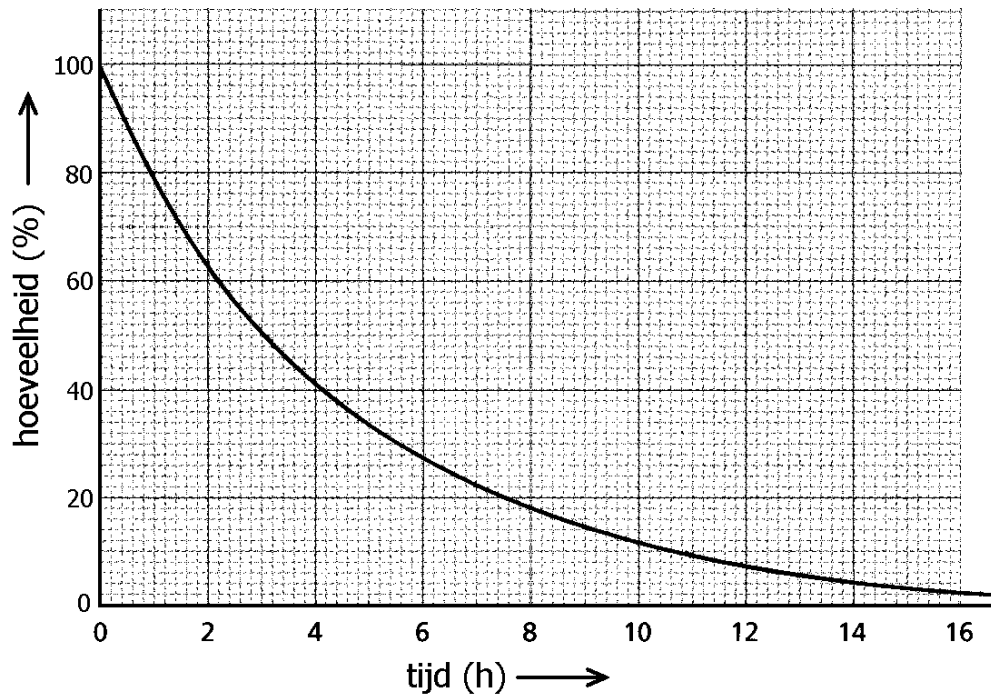
In het diagram geeft de pijl de verandering van een californium-250-kern weer als deze wordt beschoten door een deeltje en hij dit deeltje vervolgens opneemt.

- Is het opgenomen deeltje een proton, een neutron, een elektron of een alfadeeltje? Er is geen toelichting vereist.

Antwoord: _____

Opgave 4

Een radioactief preparaat bevat slechts één isotoop die vervalst. Het vervalproduct (de dochterkernen dus) is stabiel. De hoeveelheid van de radioactieve isotoop is in het diagram hiernaast weergegeven.



- a.
Bepaal uit het diagram de halveringstijd van de isotoop.

De activiteit van het preparaat in deze opgave bedraagt in het begin (op $t = 0$ h) 8,5 kBq.

- b.
Bepaal de activiteit van het preparaat op $t = 8,0$ h. Maak hierbij geen gebruik van de halveringstijd die bij vraag a. bepaald is.

- c.
Bereken het aantal radioactieve kernen dat in het begin (op $t = 0$ h) in het radioactieve preparaat zit.

Opgave 5

Iemand heeft een te hard werkende schildklier en krijgt de isotoop jood-131 toegediend. Deze stof verzamelt zich in de schildklier. De door het jood-131 uitgezonden bèta- en gammastraling beschadigt een aantal cellen van de schildklier waardoor deze beter gaat functioneren.

De schildklier heeft een massa van 45 gram en absorbeert bij de bovenstaande behandeling een hoeveelheid stralingsenergie van 5,4 J. Bereken de bijdrage aan de effectieve dosis die de schildklier gekregen heeft.



De elementen (met symbolen) gerangschikt naar atoomnummer

1	H	waterstof	36	Kr	krypton	71	Lu	lutetium
2	He	helium	37	Rb	rubidium	72	Hf	hafnium
3	Li	lithium	38	Sr	strontium	73	Ta	tantaal
4	Be	beryllium	39	Y	yttrium	74	W	wolfram
5	B	boor	40	Zr	zirkonium	75	Re	renium
6	C	koolstof	41	Nb	niobium	76	Os	osmium
7	N	stikstof	42	Mo	molybdeen	77	Ir	iridium
8	O	zuurstof	43	Tc	technetium	78	Pt	platina
9	F	fluor	44	Ru	ruthenium	79	Au	goud
10	Ne	neon	45	Rh	rhodium	80	Hg	kwik
11	Na	natrium	46	Pd	palladium	81	Tl	thallium
12	Mg	magnesium	47	Ag	zilver	82	Pb	lood
13	Al	aluminium	48	Cd	cadmium	83	Bi	bismut
14	Si	silicium	49	In	indium	84	Po	polonium
15	P	fosfor	50	Sn	tin	85	At	astaat
16	S	zwavel	51	Sb	antimoon	86	Rn	radon
17	Cl	chlor	52	Te	telluur	87	Fr	francium
18	Ar	argon	53	I	jood	88	Ra	radium
19	K	kalium	54	Xe	xenon	89	Ac	actinium
20	Ca	calcium	55	Cs	cesium	90	Th	thorium
21	Sc	scandium	56	Ba	barium	91	Pa	protactinium
22	Ti	titaan	57	La	lanthaan	92	U	uraan
23	V	vanadium	58	Ce	cerium	93	Np	neptunium
24	Cr	chrom	59	Pr	praseodymium	94	Pu	plutonium
25	Mn	mangaan	60	Nd	neodymium	95	Am	americium
26	Fe	ijzer	61	Pm	promethium	96	Cm	curium
27	Co	kobalt	62	Sm	samarium	97	Bk	berkelium
28	Ni	nikkel	63	Eu	europium	98	Cf	californium
29	Cu	koper	64	Gd	gadolinium	99	Es	einsteinium
30	Zn	zink	65	Tb	terbium	100	Fm	fermium
31	Ga	gallium	66	Dy	dysprosium	101	Md	mendelevium
32	Ge	germanium	67	Ho	holmium	102	No	nobelium
33	As	arsen	68	Er	erbium	103	Lr	lawrencium
34	Se	seleen	69	Tm	thulium	104	Rf	rutherfordium
35	Br	broom	70	Yb	ytterbium	105	Db	dubnium

Soort straling	W_R	Orgaan	W_T
Alfa	20	Geslachtsorganen	0,20
Bèta	1	Borst	0,05
Gamma	1	Lever	0,05
Röntgen	1	Blaas	0,05
Neutronen	5-20	Slokdarm	0,05
Protonen	10	Schildklier	0,05
		Beenmerg	0,12
		Dikke darm	0,12
		Longen	0,12
		Maag	0,12
		Botoppervlak	0,01
		Huid	0,01
		Totaal overige organen	0,05
		TOTAAL	1,00

Antwoorden op de opgaven (VWO versie A)

Opgave 1

a.



b.

De eerste bewering.

Opgave 2

a.

1 x $t_{1/2}$ → 2 x zo klein

2 x $t_{1/2}$ → 4 x zo klein

3 x $t_{1/2}$ → 8 x zo klein

Dus 3 x 13,3 uur is 39,9 uur.

b.

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}} = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{24\text{h}}{13,3\text{h}}} = N_0 \cdot 0,286$$

Dus 29% is over.

c.

$$I = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{1/2}}} = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{11\text{cm}}{2,0\text{cm}}} = I_0 \cdot 0,0221$$

Dus 2,2% gaat door.

Opgave 3

a.

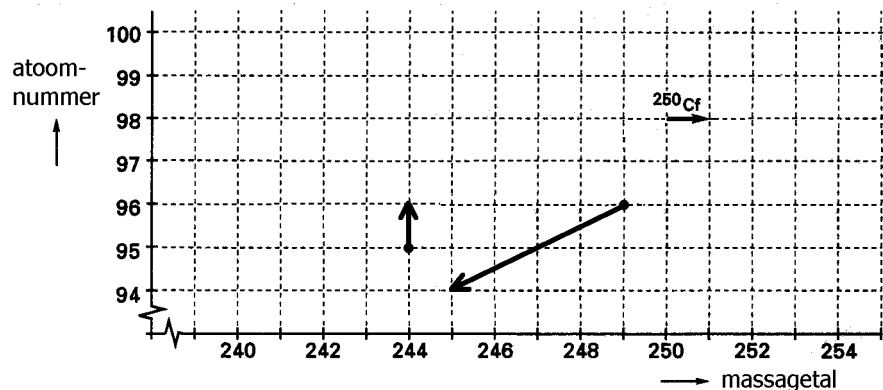
Zie de korte pijl in de figuur hiernaast.

b.

Zie de lange pijl in de figuur hiernaast.

c.

Neutron



Opgave 4

a.

3,0 h.

b.

$$\frac{18}{100} \cdot 8,5 \text{ kBq} = 1,5 \text{ kBq}$$

c.

$$A = \frac{\ln(2) \cdot N}{t_{1/2}} \text{ dus } N = \frac{t_{1/2} \cdot A}{\ln(2)} = \frac{3,0 \cdot 3600 \cdot 8,5 \cdot 10^3}{0,693} = 1,32 \cdot 10^8$$

Opgave 5

$$D = \frac{E}{m} = \frac{5,4 \text{ J}}{0,045 \text{ kg}} = 120 \text{ Gy}$$

$$H = w_R \cdot D = 1 \cdot 120 = 120 \text{ Sv} \text{ met } H = \text{equivalente dosis}$$

$$E = w_T \cdot H = 0,05 \cdot 120 = 6 \text{ Sv} \text{ met } E = \text{effectieve dosis}$$