

Opgave 6 Nanogenerator

Lees het volgende artikel.

artikel

Nanogenerator wekt dodende straling op in een kankercel

Amerikaanse onderzoekers zijn er in geslaagd kankercellen te doden door er een enkel atoom van de radioactieve isotoop actinium-225 binnen te smokkelen.

Omdat veel tumorbehandelingen ook gezond weefsel aantasten, is er grote belangstelling voor methoden die gezond weefsel ontzien. Er is een “voertuig” nodig dat de stralingsbron in de

kankercel aflevert. Daartoe wordt het radioactieve atoom actinium-225 aan een antilichaam gekoppeld, dat via binding aan een bepaald eiwit een tumorcel kan binnendringen.

De onderzoekers noemen de combinatie eiwit + antilichaam + actiniumatoom een nanogenerator. Zij zien de nanogenerator als een moleculaire machine.

naar NRC Handelsblad, 17 november 2001

- 1p **20** Verklaar het voorvoegsel “nano” in het woord “nanogenerator”.
- 3p **21** Leg uit waarom actinium-225 voor het beschreven doel een geschikte isotoop is. Betrek in je antwoord het soort straling dat wordt uitgezonden en de halveringstijd.
- Ook het vervalproduct van actinium-225 is niet stabiel. Tot de vervalproducten behoren onder andere de α -stralers francium-221 en astat-217. Zie de uitwerkbijlage.
- 5p **22** Ga na welke stabiele isotoop uiteindelijk ontstaat. Maak hiertoe het vervalschema op de uitwerkbijlage af; vul op alle stippellijnen het juiste gegeven in.

De α -straling van alle vervalproducten zorgt samen met die van het actinium voor het vernietigen van de tumorcel.

Voor het door de cel ontvangen dosisequivalent geldt: $H = Q \cdot \frac{E}{m}$

hierin is:

- H het dosisequivalent in Sv,
- Q de weegfactor of kwaliteitsfactor (voor α -straling geldt $Q = 20$),
- E de door de cel ontvangen stralingsenergie in J ($1,000 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$),
- m de massa van het bestraalde weefsel in kg.

In een tumorcel wordt door het antilichaam één actiniumatoom binnengesmokkeld. Veronderstel dat de massa van de bestraalde cel $0,30 \mu\text{g}$ bedraagt en dat alle α -straling door deze cel geabsorbeerd wordt.

- 4p **23** Bereken het totale dosisequivalent dat deze cel ontvangt ten gevolge van de α -straling.

Eindexamen natuurkunde 1 vwo 2005-II

havovwo.nl

Uitwerkbijlage bij de vragen 2, 3, 4, 5, 12, 19 en 22

Vraag 22

isotoop		straling	halveringstijd	energie (MeV)	
${}^{225}_{89}\text{Ac}$					
↓	→	α	10,0 d	5,8	
${}^{221}_{87}\text{Fr}$					
↓	→	α	4,8 min	6,3	
${}^{217}_{85}\text{At}$					
↓	→	α	$2 \cdot 10^{-3}$ s	
${}^{213}_{83}\text{Bi}$					
($\alpha \leftarrow$) [*]	↓	→	β^-	46,5 min
.....	↓	→
.....	↓	→
.....	↓	→
.....	(stabil)				

* : het α -verval van Bi-213 wordt buiten beschouwing gelaten.