



6 H6 Dosimetrie

Auteur

Team

Laatst gewijzigd

Licentie

Webadres

Bètapartners

Wikiwijs Maken Auteurs

8 mei 2015

CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie

<https://maken.wikiwijs.nl/51275/>



Dit lesmateriaal is gemaakt met Wikiwijs van Kennisnet. Wikiwijs is hét onderwijsplatform waar je leermiddelen zoekt, maakt en deelt.

Inhoudsopgave

6 Dosimetrie	2
6.1 Meten van straling	3
6.2 Dosisbepaling	5
Over dit lesmateriaal	8

6 Dosimetrie

Dosimetrie is het meten en doseren van straling.

Tot de Tweede Wereldoorlog had men eigenlijk geen goede apparatuur om hoeveelheden straling te meten. De meetmethoden waren grof, onnauwkeurig en willekeurig en leverden dus te weinig goede informatie om verantwoorde conclusies te trekken.

Om de schadelijkheid van röntgenstraling te bepalen, hanteerde men bijvoorbeeld de volgende methode: stel een lichaamsdeel bloot aan de straling en kijk wanneer de huid rood wordt. Deze hoeveelheid werd dan door 12 gedeeld (het aantal maanden). Dit laatste werd de norm voor de maximale hoeveelheid straling per jaar.

Wij weten inmiddels meer van straling af dan aan het begin van deze e-klas. Om te zeggen hoe gevaarlijk of juist ongevaarlijk straling is, moeten we deze kunnen meten. Apparaten waarmee je dat kunt doen, zijn onder meer de thermoluminescentiedosimeter, de geiger-müllertelbuis en de scintillatieteller.

Alleen het meten is echter niet voldoende. We willen ook iets kunnen zeggen over de biologische schadelijkheid van straling. Daarvoor gebruiken we de begrippen *dosis* en *dosisequivalent*. Dosis is de totale hoeveelheid ontvangen straling en dosisequivalent gaat over de mogelijke biologische schade.

6.1 Meten van straling

Meetmethode 1: TLD of thermoluminescentiedosismeter

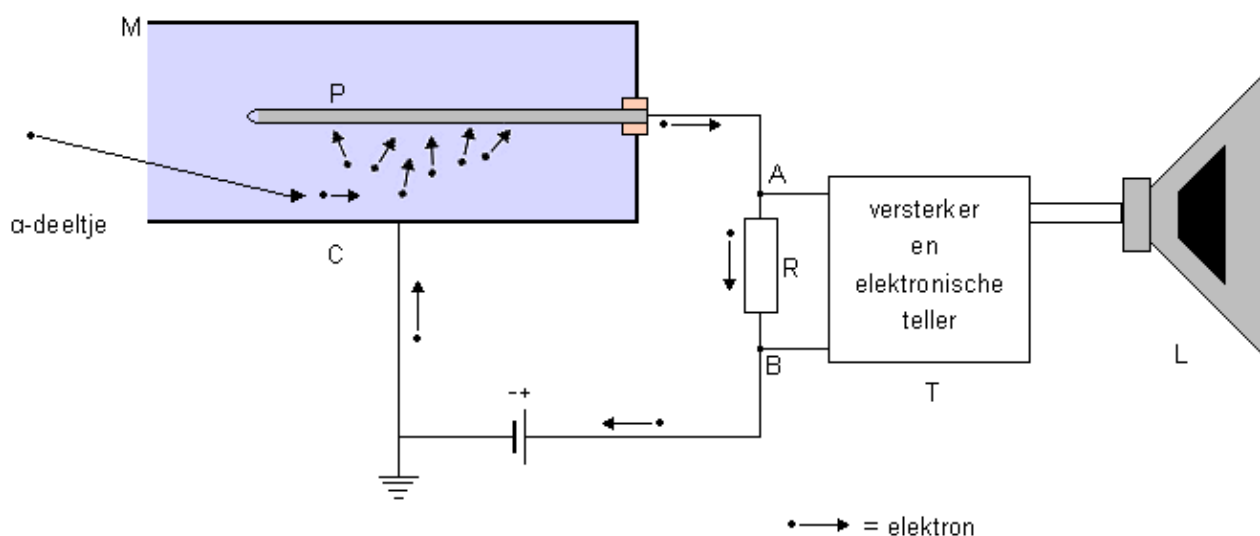
De gebruiker, de persoon die in de omgeving van de stralingsbron werkt, draagt de TLD op zijn of haar kleding. Aan het einde van een periode wordt er gemeten hoeveel straling er in totaal op de TLD gekomen is. Dit is een maat voor de hoeveelheid straling, waaraan deze persoon is blootgesteld.

De thermoluminescentiedosismeter wordt in het artikel op [deze website](#) beschreven.

Opdrachten

1. Beschrijf uit welke onderdelen de TLD bestaat en waarvoor deze onderdelen dienen.
2. Hoe werkt deze meter?
3. Hoe wordt de meter uitgelezen en gereset?
4. Voor welke stralingssoorten wordt de TLD gebruikt?

Meetmethode 2: de geiger-müllertelbuis



Als er een geladen deeltje de geiger-müllertelbuis inkomt, botst het tegen een van de gasatomen in de buis. Dit gasatoom wordt geïoniseerd en verliest elektronen. Doordat er elektrische spanning is tussen de draad in het midden en de wand, komen de elektronen in beweging. Er loopt dan een stroom. Deze stroom wordt gemeten en omgezet in een signaal. De signalen die de buis levert, worden geteld via een elektronisch telsysteem.

Opdrachten

5. Leg uit waarom het gas in de buis een lage druk heeft.
6. Welk soort deeltjes kun je hiermee meten?
7. Welk soort deeltjes kun je niet meten?

Meetmethode 3: scintillatieteller

De scintillatieteller is speciaal gemaakt voor het meten van gammastraling. Hij bestaat uit een kristal met daarachter een beeldversterker. In het kristal wordt een atoom in aangeslagen toestand gebracht door de gammastraling. Dit betekent dat een elektron energie opneemt en in een andere schil gaat zitten. Bij het terugvallen van de elektronen naar de grondtoestand, ontstaan er kleine lichtflitsen die we scintillaties noemen. Deze lichtflitsen worden versterkt door de beeldversterker en elektronisch omgezet naar een meetsignaal.

Opdrachten

8. Teken een model van een scintillatieteller of zoek een plaatje ervan op.
9. Leg uit wat er bedoeld wordt met de grondtoestand en de aangeslagen toestand van een atoom. Maak hierbij een tekening.
10. Leg uit op welke manier de beeldversterker werkt..

6.2 Dosisbepaling

Om te bepalen hoe gevaarlijk straling wel of niet is, moeten we weten wat er met straling in het lichaam gebeurt. Er zijn in principe 4 mogelijke gebeurtenissen denkbaar.

- A. Er gebeurt niets. De straling gaat zonder contact door het lichaam heen en beïnvloedt het lichaam niet. Dit kan doordat de ruimte tussen kern en elektronenschillen relatief groot is.
- B. Het stralingsdeeltje maakt een ander atoom radioactief. Dit kan alleen als het deeltje door een atoom**kern** geabsorbeerd wordt. De kans daarop is erg klein vanwege het kleine volume van de kern in het grotendeels lege atoom.
- C. De straling wordt geabsorbeerd door atomen en de energie van de straling wordt omgezet in warmte.
- D. Het stralingsdeeltje ioniseert atomen en de resulterende vrije elektronen kunnen chemische reacties - en dus schade - veroorzaken in lichaamscellen.

Opdrachten

1. Geef een schatting van de grootte van een atoom, atoomkern, elektronenschillen en een alfadeeltje. Leg hiermee uit dat een stralingsdeeltje eenvoudig door een atoom kan gaan zonder iets te raken.
2. Leg uit dat een atoom door een stralingsdeeltje niet radioactief kan worden. Gebruik hierbij de volgende begrippen: energie, snelheid, elektrische lading, afstoting
3. Leg uit hoe een stralingsdeeltje zijn energie kan afgeven.
4. Hoe kan een atoom of molecuul veranderen als het botst met een stralingsdeeltje? Gebruik hierbij het begrip ioniseren.

Dosisbepaling

Om stralingsrisico's te kunnen bepalen, gebruikt men de begrippen dosis en dosisequivalent. Het blijkt dat verschillende delen van het lichaam verschillende hoeveelheid straling kunnen weerstaan. Delen van het lichaam die nauwelijks groeien, kunnen veel meer straling absorberen zonder dat dit schadelijk wordt, dan delen die snel groeien en waar veel celdeling plaats vindt. Meer informatie hierover is te vinden in Binas.

De dosis is de absolute hoeveelheid stralingsenergie die opgenomen wordt in het weefsel. Het dosisequivalent wordt gebruikt om de verschillende soorten straling met elkaar te kunnen vergelijken. Elke stralingssoort heeft namelijk zijn eigen mogelijke effecten. Een alfadeeltje reageert bijvoorbeeld feller met zijn omgeving dan een röntgenfoton. Om ze met elkaar te kunnen vergelijken, is er een kwaliteitsfactor ingevoerd.

Dosis is hoeveelheid energie per massa ofwel:

$$D = E / m$$

In deze formule is E de energie in Joule, m de massa in kilogram en D de dosis in Gray (Gy), een eenheid voor Joule per kilogram.

Voor dosisequivalent H geldt:

$$H = Q \cdot D$$

Hierin is Q de eenheidsloze weegfactor, H heeft dus dezelfde eenheid als D , namelijk J/kg, maar we noemen die nu Sievert (Sv) om te laten zien dat rekening is gehouden met de weegfactor.

Merk op dat Gray en Sievert beide de eenheid J/kg zijn, maar toch niet dezelfde betekenis hebben.

Hieronder staat een overzicht van de gevolgen van een bepaalde dosis als deze in korte tijd ontvangen wordt.

Effecten van acute blootstelling over het gehele lichaam

Dosis (Gy)	Effect
<0,05 Gy	Geen direct waarneembaar effect
0,15 - 0,25 Gy	Bij enkele mensen veranderingen in bloedwaarden
0,5	Vrijwel zeker veranderingen in de bloedwaarden
1,0	Vaak acuut stralingssyndroom merkbaar (begint met misselijkheid, overgeven, vermoeidheid, geen eetlust)
1,5	Overgevoelige mensen overlijden
2	Ooglens begint troebel te worden
3,2-3,6	De helft overlijdt binnen 30 dagen bij minimale medische verzorging
4	Permanente steriliteit bij bestraling van de geslachtsorganen
5	Haaruitval
4,8-5,4	De helft overlijdt binnen 30 dagen bij normale medische verzorging
11	De helft overlijdt binnen 30 dagen, ook bij intensieve medische verzorging, waaronder beenmergtransplantatie
>20	Vrijwel zekere dood
>50	Centraal zenuwstelsel (hersenen, spieren) bestuurt lichaamsfuncties als ademen en bloedsomloop niet meer. Zekere dood binnen enkele uren.

Je ziet in de tabel dat er bij röntgen- en gammastraling onder 0,05 Gy (=0,05 Sv = 50 mSv) geen direct waarneembaar effect is. Dit betekent niet dat een lage dosis straling ongevaarlijk is. Er bestaat altijd een zeer kleine kans op genetische veranderingen en kanker door straling.

Opgaven

5. Zoek op internet of een andere plaats op welke normen er worden gehanteerd voor de dosislimieten in Nederland.

6. Een röntgenfoto van bijvoorbeeld een voet geeft een stralingsbelasting van 1 microsievert (μSv). Als je in een vliegtuig op grote hoogte (10 km) zit, is de belasting veel hoger. Bovendien wordt deze belasting uitgedrukt in Sv/hr. Het strand in Brazilië geeft een belasting van 50 mSv per jaar.

a. Hoe groot is de stralingsbelasting in een vliegtuig?

b. Vergelijk de verschillende stralingsbelastingen en leg uit waarom de Nederlandse limiet veel kleiner is.

7. Een man laat een röntgenfoto van zijn arm maken om te kijken of deze gebroken is. De man legt zijn arm onder het röntgenapparaat en er wordt een foto gemaakt. De arm heeft een massa van 2,4 kg. De hoeveelheid geabsorbeerde energie uit het apparaat is 0,005 J. Voor Q geldt de waarde 1.

a. Bereken de dosis die de man ontvangt.

b. Bereken het dosisequivalent dat de man ontvangt.

8. Een man wordt 10 minuten blootgesteld aan een bron van alfadeeltjes. De bron heeft een vermogen van 0,0025 W. De man heeft een massa van 85 kg. Door absorptie in de omgeving wordt slechts 80% van de hoeveelheid straling door de man geabsorbeerd.

a. Bereken de dosis die de man ontvangt.

b. Bereken het dosisequivalent van deze straling.

c. Gezien de eigenschappen van alfastraling, door welk deel van het lichaam zal deze vooral geabsorbeerd worden?

9. Als een persoon of voorwerp radioactief materiaal in of op zich krijgt, dan wordt hij continu blootgesteld aan straling. Deze persoon of dit voorwerp is dan besmet. Als een stralingsbron zich buiten het lichaam of voorwerp bevindt, ontvangt deze persoon of dit voorwerp alleen straling zolang hij in de buurt van de bron is. De persoon wordt dan alleen bestraald.

a. Leg uit waarom besmetting doorgaans gevaarlijker is dan bestraling.

10. Een moeder doet samen met haar zoon uit havo 5 boodschappen in de supermarkt. De appels komen uit Australië en op het etiket staat dat de appels ter conservering bestraald zijn. Moeder uit haar twijfels over de veiligheid van de appels. Zij is bang dat ze zelf radioactief wordt als ze de appels eet en stralingsziekten kan krijgen. Haar zoon legt uit waarom het niet gevaarlijk is en gebruikt hierbij de termen besmet en bestraald.

a. Leg uit wat de zoon zegt over bemetting en bestraling.

b. Leg uit dat de moeder geen stralingsziekte kan oplopen door het eten van de appels.

Er is een duidelijk onderscheid tussen dosis (Gray) en dosisequivalent (Sievert), hoewel de natuurkundige eenheden gelijk zijn.

11. Leg dit uit.

Over dit lesmateriaal

Colofon

Auteurs	Bètapartners
Team	Wikiwijs Maken Auteurs
Laatst gewijzigd	8 mei 2015 om 11:51
Licentie	De Nederlandse Creative Commons 3.0 licentie waarbij de gebruiker het werk mag kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken mag maken onder de voorwaarden: Naamsvermelding en Gelijk Delen, zie http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nl/ . Meer informatie over de CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie licentie.

Aanvullende informatie over dit lesmateriaal

Van dit lesmateriaal is de volgende aanvullende informatie beschikbaar:

Leerniveaus	HAVO 4, HAVO 5
Leerinhoud en doelen	Natuurkunde
Eindgebruiker	leerling/student
Trefwoorden	e-klassen rearrangeerbaar