

1 **Wisselwerking en afscherming** TS VRS-D/MR



Stijn Laarakkers



1

2 **Wisselwerking en afscherming** TS VRS-D/MR

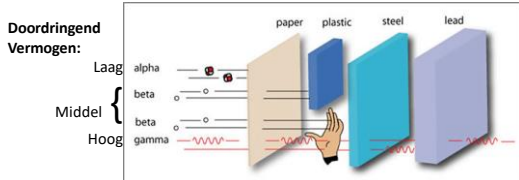
1 - 3	Atoombouw, verval en logaritme
4,5	Wisselwerking van straling met materie en afscherming
6 - 9	Toestellen en bronnen
10 - 11	Grootheden en eenheden en detectie
12	Beeldvorming
13	Effecten en risico's van straling
14	Algemene regelgeving
15 - 17	Regelgeving toestellen en bronnen
18 - 20	Praktische stralingsbescherming
21 - 23	Risico-analyse en dosisberekening in praktijk



2

Doordringend vermogen

α , β : deeltjes (hebben een massa), kunnen volledig gestopt worden



Fotonen (gamma en röntgen):
Geen massa, elektromagnetische straling
Nooit helemaal te stoppen (kans op "overleven" > 0)



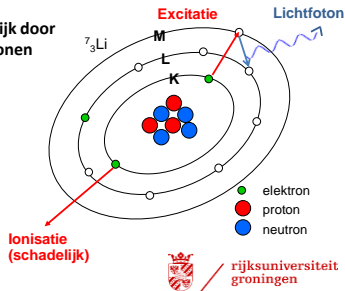
3

Wisselwerking

Ioniserende straling:

Energieverlies voornamelijk door wisselwerking met elektronen

- Excitatie en
- Ionisatie

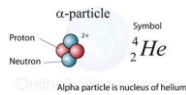


4

Wisselwerking α-deeltjes

Typische energie: ≈ 5 MeV

Energieafgifte door botsingen met elektronen



α- deeltje veel zwaarder dan elektron:

- recht spoor van excitaties en ionisaties
- Alle deeltjes stoppen op dezelfde diepte



5

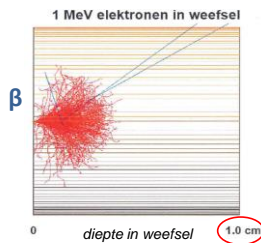
Wisselwerking β- deeltjes

Typische energie: 0,1 - 1 MeV

Energieafgifte door vele achtereenvolgende botsingen (ionisaties) met elektronen

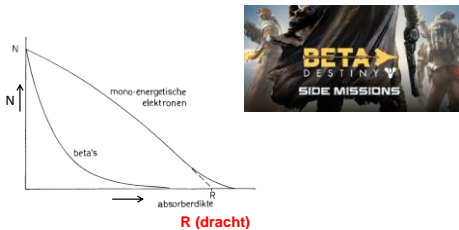
Verandering in richting bij botsing:

- grillige baan
- kans op terugverstrooiing



6

Wisselwerking β - deeltjes



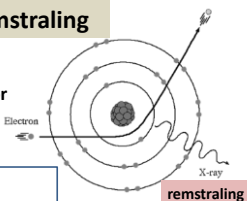
Diepte in materiaal waar alle deeltjes gestopt zijn



7

β -deeltjes /elektronen: remstraling

Energieverlies voornamelijk door botsingen met elektronen



Klein beetje energieverlies door remstraling
 • Remming/ afbuiging in elektrisch veld van atoomkern → röntgenstraling

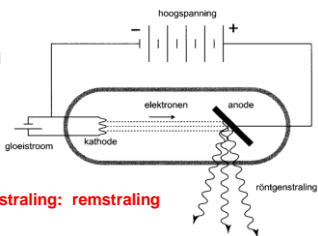
Meeste remstraling:
 - in materiaal met hoge Z (veel protonen in kern)
 - β - of elektronen met hoge energie



8

Gebruik van remstraling: röntgenbuis

Negatieve kathode
 Positieve anode (materiaal met hoge Z)



- elektronen versnellen
- elektronen afremmen op anode
- Productie van röntgenstraling: remstraling

(grootste deel van elektrisch vermogen → warmte)



9

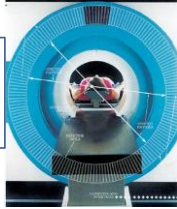
Wisselwerking β^+ -deeltjes

β^+ : Zie wisselwerking van β^- -deeltjes

Gevolgd door **annihilatie van positron met elektron** uit materiaal na afremmen:

$\beta^+ + e^- \rightarrow 2 \times (\text{gamma})\text{foton (511 keV)}$

Beide fotonen gaan in tegenovergestelde richtingen



Wordt gebruikt bij PET-scan



10

Wisselwerking neutronen

Typische energie: 1 - 5 MeV

Neutronen zijn ongeladen

Energieafgifte door **botsingen met atoomkernen**
Geen wisselwerking met elektronen

Meeste energieverlies met waterstof
(H: proton is even zwaar als neutron)

Afscherming: materiaal met veel waterstof (H)-kernen:
Water (H₂O), paraffine, polyethen, beton



11

Dracht van deeltjesstraling

Afkorting: R (range)

Diepte in materiaal waar alle deeltjes gestopt zijn

straling	Typische dracht in lucht	Typische dracht in *weefsel
α -deeltjes	40 mm	40 μ m
β -deeltjes	5 m	5 mm
Neutronen	Kunnen zeer lange dracht hebben	

*Dracht in weefsel: 1000 x lager dan in lucht



12

Afscherming α -deeltjes

Zeer korte dracht

in lucht: 40 mm

in vaste stof/ vloeistof: $40 \mu\text{m} = 0,04 \text{ mm}$

α -deeltje passeert niet de dode laag van de huid

- geen afscherming tegen externe straling nodig

**Zeer riskant bij inwendige besmetting:
zeer veel ionisaties**

- Hoge stralingsweegfactor: $W_R = 20$



19

Afscherming β -deeltjes

$R_{\beta, \text{lin}}$ = lineaire dracht: afstand (bijv. cm of m)

Voor afscherming gaat het om de hoeveelheid materiaal per oppervlakte-eenheid:

$R_{\beta, \text{massiek}}$ = massieke of gereduceerde dracht
(in g/cm^2 of mg/cm^2)

$R_{\beta, \text{massiek}} = R_{\beta, \text{lin}} \times \rho$ (ρ is soortelijke massa (bijv. g/cm^3))

massieke of gereduceerde dracht is onafhankelijk van het afschermingsmateriaal

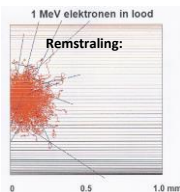


20

Afscherming β -deeltjes

Gebruik materiaal met **lage Z**
om remstraling te voorkomen
Vaak wordt perspex gebruikt

Harde betastraler
(**hoge β - energie**):
draag **veiligheidsbril**



Gebruik alzijdige afscherming in verband met
mogelijke terugverstrooiing (grillige baan)



21

Afscherming β^+ -deeltjes

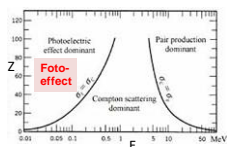
Zie afscherming van β^- -deeltjes

Extra maatregel:

Annihilatiestraling (2 x foton van 511 keV)
afschermen met lood



22



Afscherming γ - en röntgenfotonen

Röntgenstraling heeft meestal een lage energie:

Bij lage energie domineert het **foto-effect**

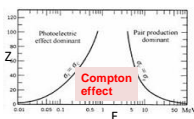
Lood (hoge Z) is dan een efficiënt afschermingsmateriaal

Lood is erg duur en ongeschikt voor bouwkundige constructies zoals een bunker rond een versneller of γ -bestralingsfaciliteit

In zo'n geval is beton het optimale afschermingsmateriaal



23



Afscherming γ - en röntgenfotonen

Compton-effect hangt vaak nauwelijks af van Z

Soort afschermingsmateriaal minder belangrijk

Het belangrijkste is de hoeveelheid materiaal (massa per cm²)



24
