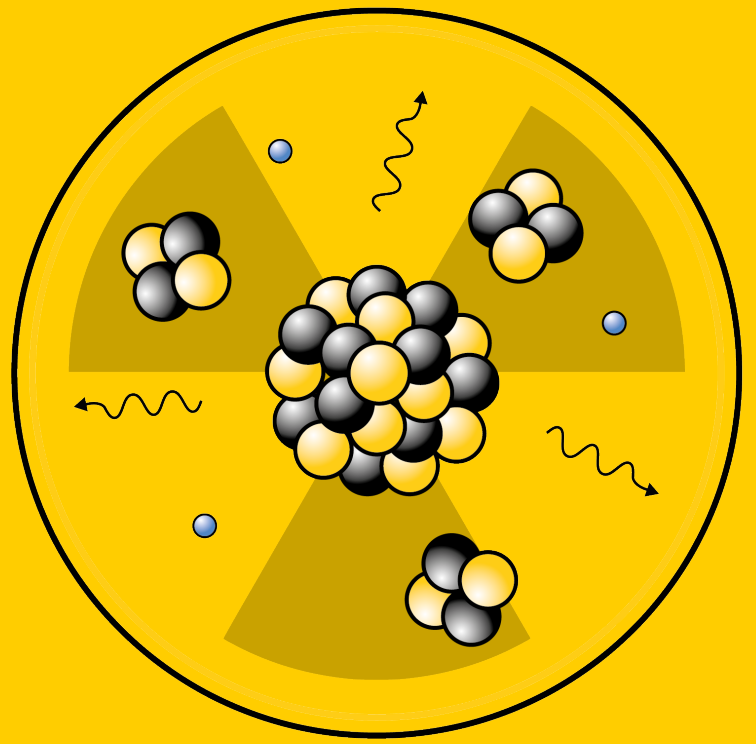
Universiteit Utrecht

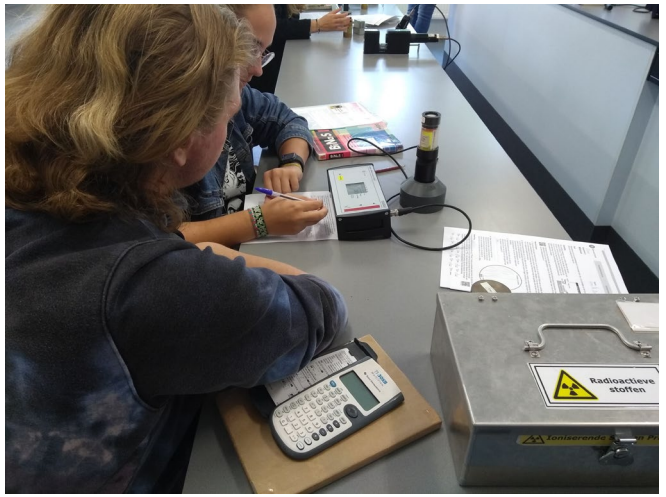
25-3-2022



Ioniserende Stralen Practicum



Praktijk casus Stralende Leerlingen



Rob van Rijn

TMS Ioniserende Stralen Practicum

Het Ioniserende Stralen Practicum

- Opgericht in 1969
- Destijds vaste locaties in Rotterdam, Goes en Utrecht
- 6000 leerlingen per jaar

- In 1972 mobiel practicum

- Situatie 2022
- 1 vaste locatie in Utrecht
- 25.000 leerlingen per jaar totaal
- Onderzoek naar optimale practica (sinds 2012)


Schiermonnikoog
Hollum
Nes
Terschelling
West-Terschelling
Oost-Vlieland
Lauwersoog
Pieterburen
Uithuizen
Eemshaven
Krummhörn
Holwerd
Dokkum
Winsum
Appingedam
Emden
Eems
Stiens
Harlingen
Leeuwarden
Burgum
Haren
Hoogezand
Winschoten
De Cocksdorp
Leek
Roden
Drachten
Veendam
Texel
Den Burg
Grou
Bolsward
Sneek
Gorredijk
Oosterwolde
Assen
Stadskanaal
Den Helder
Workum
Heerenveen
Appelscha
Borger
Julianadorp
Balk
Wolvega
Ter Apel
Wieringerwerf
Lemmer
Beilen
Dwingeloo
Callantsoog
Schagen
Medemblik
Steenwijk
Emmen
Giethoorn
Hoogeveen
Klazienaveen
Enkhuizen
Emmeloord
Meppel
Coevorden
Hoorn
Urk
Slagharen
Hardenberg
Kampen
Dronten
Zwolle
Ommen
Purmerend
Lelystad
Wietmarschen
Beverwijk
IJmuiden
Zaandam
Nordhorn
Haarlem
Amsterdam
Almere
Raalte
Nijverdal
Denekamp
Harderwijk
Epe
Oldenzaal
Bad Bentheim
Hoofddorp
Holten
Rijssen
Hengelo
Enschede
Deventer
Putten
Noordwijk
Hilversum
Nijkerk
Apeldoorn
Gronau
Alphen aan den Rijn
Amersfoort
Zutphen
Lochem
Haaksbergen
Den Haag
Woerden
Utrecht
Zeist
Ede
Delft
Gouda
Nieuwegein
Arnhem
Winterswijk
Doetinchem
Duiven
Aalten
Rotterdam
Tiel
Waal
Spijkenisse
Barendrecht
Gorinchem
Emmerik
Bocholt
Borker
Hellevoetsluis
Dordrecht
Nijmegen
Ouddorp
Kleef
Nationaal Park De Biesbosch
Oss
Renesse
Burgh-Haamstede
Waalwijk
's-Hertogenbosch
Uden
Zierikzee
Oosterhout
Veghel
Steenbergen
Breda
Tilburg
Venray
Domburg
Kamperland
Roosendaal
Halsteren
Bergen op Zoom
Best
Middelburg
Goes
Vlissingen
Essen
Eindhoven
Helmond
Deurne
Breskens
Hoogstraten
Valkenswaard
Venlo
Terneuzen
Hulst
Weert
Pelt
Roermond
Maaseik

Logistiek



6:30 am
- Vertrek

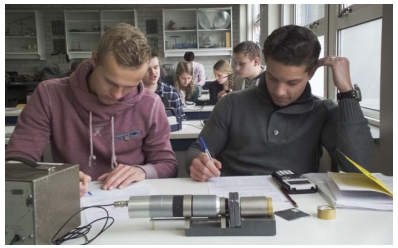
8:00 am
- Auto uitladen
- Experimenten opzetten

9:00 am
- Aankomst eerste groep
- Begin veiligheidsinstructie
- max 30 students per session voeren 2-4 experimenten uit

3:00 pm
- Experimenten inpakken
- Auto inladen
- Evaluatie met docent

4:00 pm
- vertrek





Activiteiten

- **22 verschillende experimenten :**

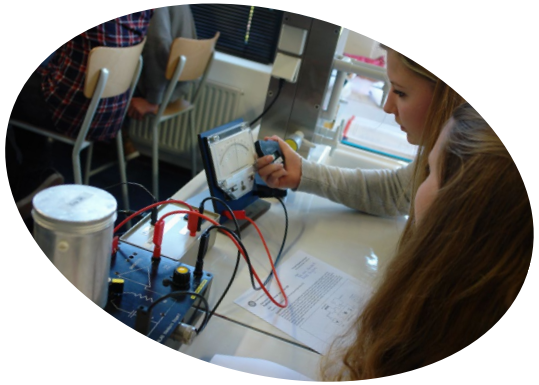
Halveringstijd

- Halveringstijd bepalen (Radon 220)
- Hersteltijd
- Leeftijdsbepaling

Diverse

- Werking van een GM-buis
- terugstrooing
- Afstand vs intensiteit
- wilsonkamer

Medische context



absorptie

- Isotoop indentificatie
- Halveringsdikte van lood
- Dikte bepalen van rubber

X-rays

- Ionisatie van lucht
- Bragg reflectie
- XRF (toekomst)

Opdracht

Welke aspecten vallen je als TMS’er op bij dit practicum?

Opdracht

Welke aspecten vallen je als TMS'er op bij dit practicum?



Dosis beperking

nr.	experiment	Nuclide	A_0 (KBq)	$H^*(10)$ (µSv)	Opmerkingen
1	Dracht α-deeltjes in lucht	226-Ra	330	0,3	
2	Ra-220 radioactief verval	232-Th	37	0,3	
3	Statistische spreiding	226-Ra	37	0,03	
4	Terugstrooiing β-deeltjes	90-Sr	185	-	Beta bron
5	Absorptie β-deeltjes in Al en zo	90-Sr	185	-	Beta bron
6	Geiger-Müller telbuis	90-Sr	185	-	Beta bron
7	Energie β-deeltjes	90-Sr	925	-	Beta bron
8	Intensiteit straling en afstand	90-Sr	185	-	Beta bron
9	Wilsonvat	226-Ra	3,7	0,03	
10	Herstel van protactinium	137-Cs	10	0,01	Protactinium generator
11	Opsporen van lood	60-Co	370	0,4	
12	Absorptie γ-straling door Pb	60-Co	370	0,4	
13	Identificatie diverse bronnen	226-Ra 241-Am 90-Sr	185 185 185	0,2	Worst case situatie van de goniometrie van de bronnen
14	Röntgenapparaat	Röntgen	60 kv	-	Röntgentoestel afgeschermd met loodglas
15	Ionisatie lucht door röntgen	Röntgen	60 kv	-	Röntgentoestel afgeschermd met loodglas
16	Bragg-reflectie	Röntgen	35KV	-	Röntgentoestel is afgeschermd
17	Gamma-spectroscopie	60-Co 241-Am	185 370	0,2	Worst case situatie van de goniometrie van de bronnen.
18	Elasticiteitsmodulus rubber	90-Sr	185	-	Bèta bron
19	Dracht α-deeltjes en luchtdruk	241-Am	185	0,02	
20	Verval protactinium-234	238-U	10	0,01	Protactinium generator
21	Ouderdomsbepaling bronnen.	90-Sr	22,2	-	Bèta bron
22	Abs-coëff van Al voor β-straling	241-Am	185	0,02	
23	Röntgen-computertomografie		35 kv	-	Röntgentoestel is afgeschermd

Opdracht

Welke aspecten vallen je als TMS'er op bij dit practicum?



Opstelling
De opstelling bestaat uit een bron met radium-226 en een ionisatiekamer. De afstand tussen de bron en de ionisatiekamer is instelbaar. De stroomsterkte in de ionisatiekamer is via een signaalversterker af te lezen op een stroommeter.

Gegevens

Bron:	226-Ra	A_{max}: 330Kbq
Omgevingsdosisequivalenttempo:	0,26 µSv/h per MBq/m²	[Uit: 1]
H*(0,07)	5000 µSv/h per MBq/10 cm²	[Uit: 2]
Minimale afstand tot experiment:	0,4 meter	
Duur experiment:	0,5 uur	

Stralingsbelasting:

Leerlingen (uitvoeren experiment)

$$H^*(10) = h(10) \cdot \frac{A}{r^2} = 0{,}26\ {}^{\mu Sv}/_{h}\ \text{per}\ {}^{MBq}/_{m^2} \cdot \frac{330 \cdot 10^{-3}\ MBq}{0{,}4^2\ m} = 0{,}5\ {}^{\mu Sv}/_{h}$$

$$H_{max} = H^*(10) \cdot t = 0{,}5\ {}^{\mu Sv}/_{h} \cdot 0{,}5h = 0{,}3\mu Sv$$

Voorziene onbedoelde gebeurtenissen:
Leerlingen / docent / begeleider isp:

1) De leerling haalt de bron uit zijn opstelling en legt deze vlak voor hem (5 cm gedurende 10 minuten).

   $$H^*(10) = h(10) \cdot \frac{A}{r^2} = 0{,}26\ {}^{\mu Sv}/_{h}\ \text{per}\ {}^{MBq}/_{m^2} \cdot \frac{330 \cdot 10^{-3}\ MBq}{0{,}05^2\ m} = 35\ {}^{\mu Sv}/_{h}$$

   $$H_{max} = H^*(10) \cdot t = 35\ {}^{\mu Sv}/_{h} \cdot {}^{1}/_{6}\ h = 5{,}7\mu Sv$$

2) Een bekende misconceptie bij leerlingen is het idee dat radioactieve stoffen licht geeft. Vandaar dat ook de $H^*(0{,}07)$ voor de ooglens wordt berekend.

   De leerling haalt de bron uit zijn opstelling en houdt deze vlak voor zijn oog (5 cm gedurende 1 minuut).

   $$H^*(0{,}07) = h(0{,}07) \cdot A \cdot \frac{10cm^2}{r^2}$$

   $$H^*(0{,}07) = 5000\ {}^{\mu Sv}/_{h}\ \text{per}\ {}^{MBq}/_{10\ cm^2} \cdot 330 \cdot 10^{-3}\ MBq \cdot \frac{10cm^2}{5\ cm^2} = 6{,}6\ {}^{mSv}/_{h}$$

   $$H_{max} = H^*(0{,}07) \cdot t = 6{,}6\ {}^{mSv}/_{h} \cdot {}^{1}/_{60}\ h = 110\mu Sv$$

   Deze dosis is veel lager dan de dosislimiet voor leden van de bevolking voor de ooglens van 15 mSv per jaar



Universiteit Utrecht

Sharing science,
shaping tomorrow