

# Practicum 2

## Straling: Doordringend vermogen en dracht

### Algemene beschrijving

#### Omschrijving

In dit computerpracticum kunnen havo en vwo leerlingen onderzoek doen aan het doordringend vermogen en de dracht van de verschillende deeltjes ( $\alpha$ -,  $\beta$ - en  $\gamma$ -deeltjes). Hierbij is het mogelijk om de energie van de deeltjes, het materiaal waar de deeltjes doorheengaan en de dikte van het materiaal te variëren. De verschillende deeltjes worden weergegeven in de kleuren oranje ( $\gamma$ -deeltjes, één pixel groot), groen ( $\beta$ -deeltjes en 2 pixels groot) en geel ( $\alpha$ -deeltje en 4 pixels groot).

De gebruikte simulatie (**Doordringend vermogen**) is geschreven in NetLogo. Meer informatie hierover staat in de docentenhandleiding. Leerlingen kunnen onderzoek doen naar de relatie tussen doordringend vermogen en het soort materiaal, doordringend vermogen en de dikte van het materiaal, en doordringend vermogen en energie van het deeltje. Alle onderzoeken kunnen uitgevoerd worden voor alle soorten deeltjes. Het primaire doel van dit practicum is gevoel krijgen voor de begrippen dracht en doordringend vermogen en hoe deze grootheden verschillen per soort straling.

#### Leerdoelen

In dit practicum werken de leerlingen aan de volgende leerdoelen:

- Begrippen dracht en doordringend vermogen
- Relatie dracht/doordringend vermogen en energie
- Relatie dracht/doordringend vermogen en soort deeltje
- Relatie dracht/doordringend vermogen en dikte van het materiaal
- Relatie dracht/doordringend vermogen en soort materiaal
- Inzicht in de overeenkomende vorm van  $N(t)$  diagram en  $I(d)$  diagram
- Relatie energie en snelheid van  $\alpha$ - en  $\beta$ - deeltje
- Snelheid van  $\gamma$ -deeltje is onafhankelijk van energie
- Redeneren met begrippen en bewijsmateriaal uit grafieken

#### Voorkennis

- Grafieken interpreteren
- Kennis van de verschillende stralingsdeeltjes  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\gamma$
- Begrip energie van deeltjes
- Basisbegrip van verval

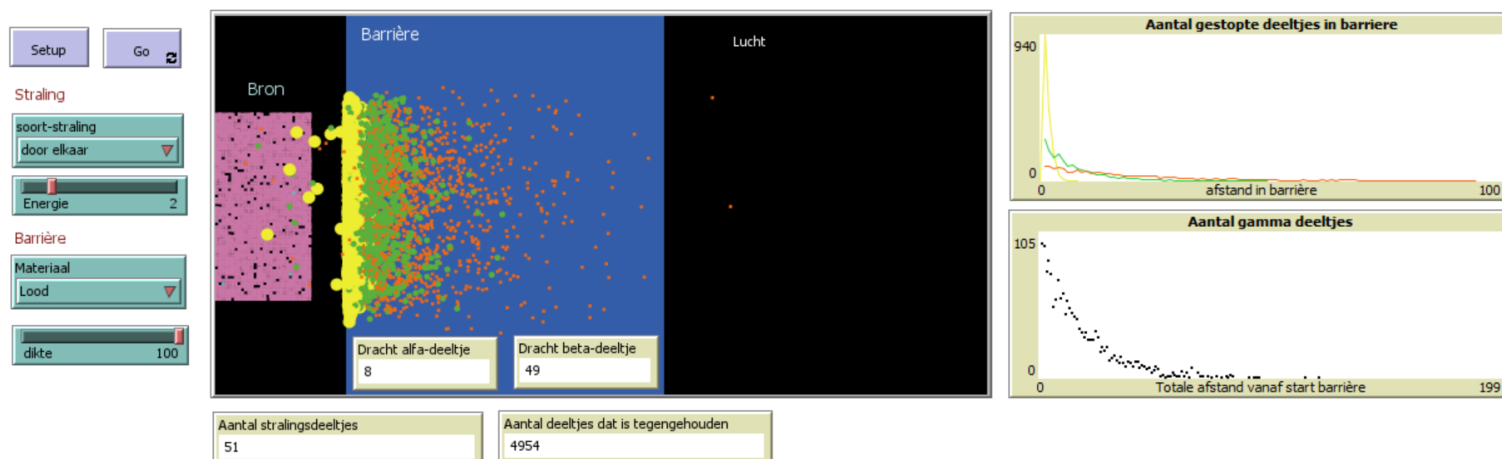
#### Benodigdheden

- Laptop/computer of Chromebook (op deze laatste werkt het programma in de online omgeving. In de online omgeving is de simulatie trager en is het verstandig om met minder deeltjes te werken. Dit geeft minder betrouwbare resultaten door het statistische vervalproces).
- Whiteboards met stiften

- NetLogo geïnstalleerd op laptops/computers of toegang tot internet [NetLogo Web](https://www.netlogoweb.org/)<sup>1</sup>. Voor meer informatie zie de docentenhandleiding
- Lijst met onderzoeksvragen

## Handleiding simulatie

Het scherm van de simulatie staat hieronder afgebeeld:



Figuur 1 Layout van de simulatie

Het scherm bestaat uit een aantal onderdelen. Aan de linkerkant staan schuifbalken en knoppen om de simulatie in te stellen. Dit valt uiteen in twee blokken: de straling en het materiaal van de barrière.



Er kan gekozen worden voor alle typen stralingen door elkaar heen of voor één specifieke soort. Daaronder kan worden ingesteld of de deeltjes veel of weinig energie hebben (tussen 0 en 10, eenheidsloos). Deze energie bepaalt ook hoe snel de deeltjes bewegen (alleen voor  $\alpha$  – en  $\beta$  –deeltjes).

Daaronder staan een keuzeknop voor het materiaal van de barrière en een schuifbalk voor de dikte van het materiaal. De barrière kan maximaal 100 eenheden dik worden.

Voor Chromebook gebruikers is er de mogelijkheid om het aantal kernen te verminderen.

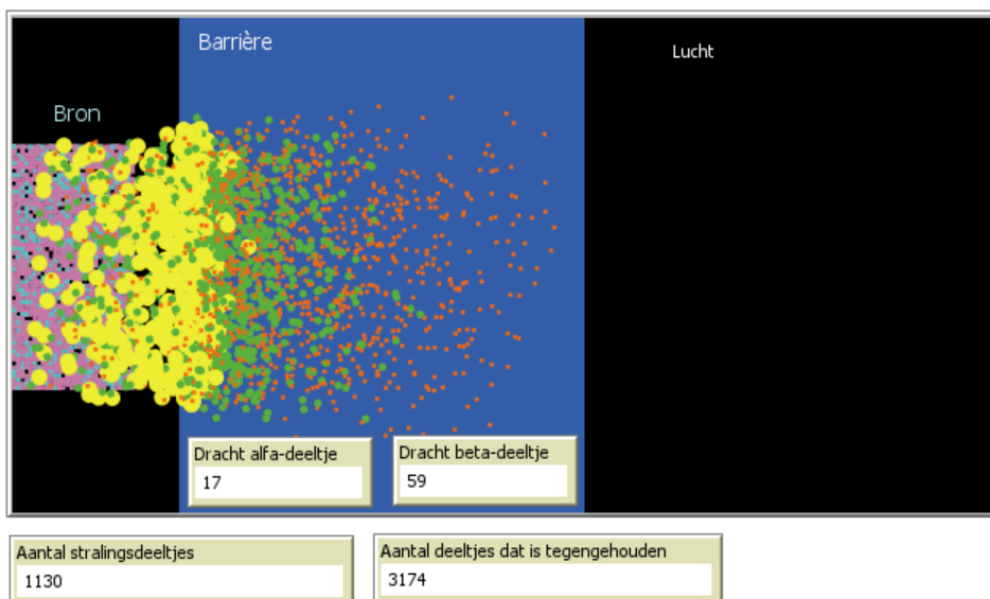
Figuur 2 Instellingen simulatie

<sup>1</sup> <https://www.netlogoweb.org/launch#https://www.netlogoweb.org>

Het middengedeelte van het scherm toont de simulatie. Hierin is aan de linkerkant een blok getekend met deeltjes die kunnen vervallen (hier stellen de blauwe pixels de niet vervallen kernen voor en de roze pixels de vervallen kernen).

Het blauwe middenstuk is de barrière waar de deeltjes doorheen moeten. De verschillende deeltjes worden weergegeven met verschillende kleuren en grootten.

Na de barrière komen de deeltjes in de lucht.

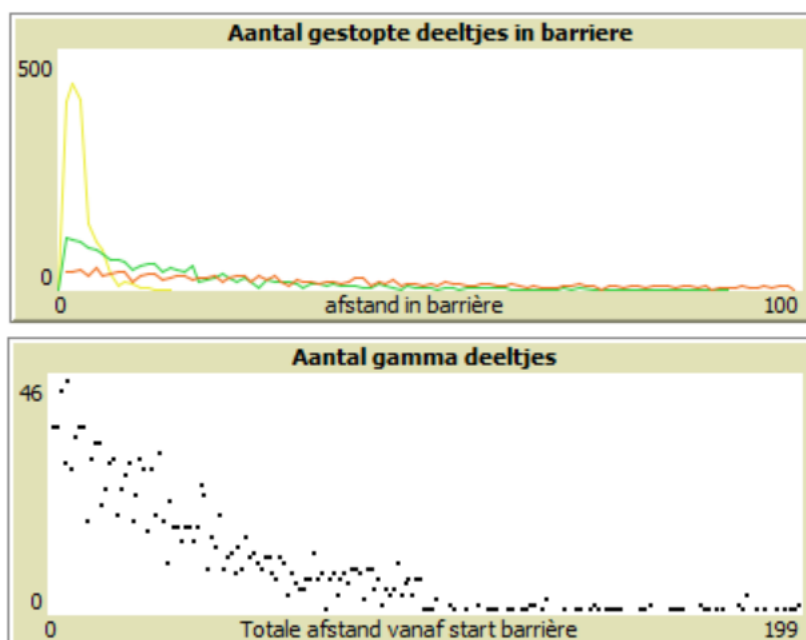


Figuur 3 Simulatie

Onder in de figuur staat de dracht van het  $\alpha$ - of  $\beta$ - deeltje. Dit is de grootste afstand die deze straling heeft afgelegd in de barrière. Als er deeltjes door de barrière heen komen, dan wordt de dracht gelijk aan de dikte van de barrière. Onder de figuur staan twee vierkanten met daarin het aantal nog niet geabsorbeerde stralingsdeeltjes en het aantal deeltjes dat is tegengehouden. In totaal zijn er 5000 kernen die kunnen vervallen.

Aan de rechterkant van het scherm staan twee grafieken: het aantal gestopte deeltjes in de barrière tegen de plaats in de barrière en daaronder het aantal gammadeeltjes op een bepaalde afstand van de voorkant van de barrière. Deze grafiek kan gebruikt worden om de vormvergelijking tussen het  $N(t)$  en het  $I(d)$  diagram te maken en daarmee de formule te voorspellen.

De simulatie initialiseer je met de knop Setup en laat je lopen (en onderbreek je met) de knop Go.



Figuur 4 Diagrammen uit de simulatie

## Klassikale introductie van het practicum

Deze simulatie kan gebruikt worden als introductie op de begrippen dracht en doordringend vermogen. De introductie van dit practicum kan bestaan uit:

- Een herhaling van de verschillende deeltjes (Wat voor deeltjes zijn het? Wat zijn de verschillen en de overeenkomsten?)
- Hoe zouden dezelfde deeltjes onderling kunnen verschillen (snelheid, energie)
- Wat zou er gebeuren met die deeltjes als ze andere deeltjes (niet stralingsdeeltjes) tegenkomen?
- Wat weten leerlingen al over dracht en doordringend vermogen van deeltjes en waar het voor gebruikt wordt (Röntgenfoto's, bestraling van tumoren etc.).
- Een korte introductie hoe de simulatie werkt (zet soort straling op "door elkaar"). Leg uit wat ze zien. Leg uit wat ze kunnen variëren. Leg uit wat de verschillende grafieken en monitoren weergeven. Dit versnelt het onderzoeksproces.
- Herhaal dat als je een verband onderzoekt alle andere grootheden constant moeten blijven.

## Uitvoering

Na de klassikale introductie kan de les vervolgd worden met groepswork. Verdeel hiertoe de klas in groepjes van 3 personen en geef elk groepje een whiteboard met stiften. Geef elk groepje een onderzoeksvraag uit de lijst hieronder:

Bepaal het kwalitatieve verband tussen:

- Het aantal deeltjes dat door de barrière komt en de dikte van de barrière (3 groepjes, elk met ander soort deeltje  $\alpha$  -,  $\beta$  - of  $\gamma$ ), houdt de energie en het materiaal constant
- Het aantal deeltjes dat door de barrière komt en de energie van het deeltje (3 groepjes, elk met ander soort deeltje  $\alpha$  -,  $\beta$  - of  $\gamma$ ), houdt de dikte en het materiaal van de barrière constant.
- Het aantal deeltjes dat door de barrière komt en het soort materiaal (3 groepjes, elk met ander soort deeltje  $\alpha$  -,  $\beta$  - of  $\gamma$ ), houdt de energie en de dikte van het materiaal constant.
- De snelheid van de deeltjes en de energie van de deeltjes (3 groepjes, elk met ander soort deeltje  $\alpha$  -,  $\beta$  - of  $\gamma$ ). Kies als materiaal lucht.
- De plaats van absorptie en het aantal deeltjes (alleen gamma deeltjes, barrière heel breed maken).

## Organisatie (optioneel)

Tijdsplanning (50 minuten les):

- Introductie van 10 minuten inclusief introductie onderzoeksvragen
- 20 minuten onderzoek met behulp van computer of Chromebook
- 10 minuten kringgesprek over uitkomsten + samenvatting op het bord
- 10 minuten logboek bijwerken + huiswerk opgeven (+ paragraaf doorlezen)

Klassenorganisatie

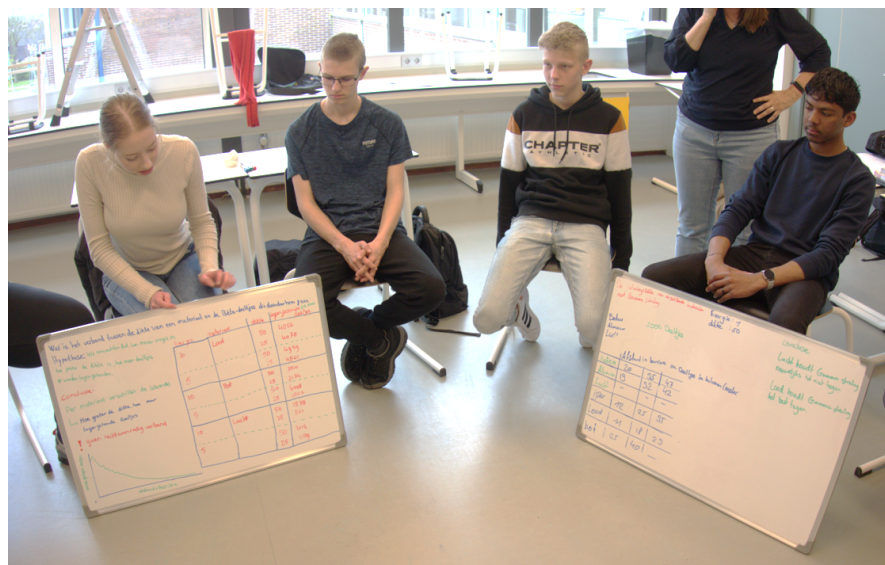
- Leerlingen met een laptop in plaats van een Chromebook verdelen over de groepjes (simulatie op laptop werkt sneller en beter dan op Chromebook). Zij draaien dan de simulatie
- Bij een klein aantal leerlingen is het raadzaam om de onderzoeksvragen slim te kiezen zodat alle onderwerpen aan bod komen (Vraag 1 t/m 3).

- In plaats van in de les het logboek te maken, kan een samenvatting van de les ook als huiswerk gegeven worden. De leerlingen kunnen deze samenvatting de volgende les schematisch op het whiteboard zetten en deze kunnen vergeleken worden. Dit geeft meteen inzicht in misconcepties.

### Inhoud kringgesprek

De volgende uitkomsten en verbanden zouden gevonden moeten worden:

- Hoe dikker de barrière hoe minder deeltjes er doorheen komen.
- $\alpha$  – deeltjes komen het minst ver, dan  $\beta$  – deeltjes en het verst komen  $\gamma$  – deeltjes.
- Hoe hoger de energie hoe verder de deeltjes doordringen.
- Dracht is maximale afstand die deeltjes kunnen afleggen in materie.
- In oplopende mate van tegenhouden van  $\gamma$  – deeltjes: lucht, water, bot, beton, aluminium, ijzer en lood.
- De snelheid van de  $\alpha$  – en  $\beta$  – deeltjes is afhankelijk van de energie. Dit is niet het geval bij de  $\gamma$ - deeltjes. Introduceer elektromagnetische straling. Geef aan wat het verschil is tussen enerzijds  $\alpha$  – en  $\beta$ - deeltjes en  $\gamma$ -deeltjes (en Röntgenstraling). Er is geen rekening gehouden met het massaverschil tussen het  $\alpha$ - en het  $\beta$ -deeltje.



Figuur 5 Kringgesprek met borden

Houd er rekening mee dat de simulatie geen exacte verbanden geeft maar een poging doet om de verbanden te illustreren.

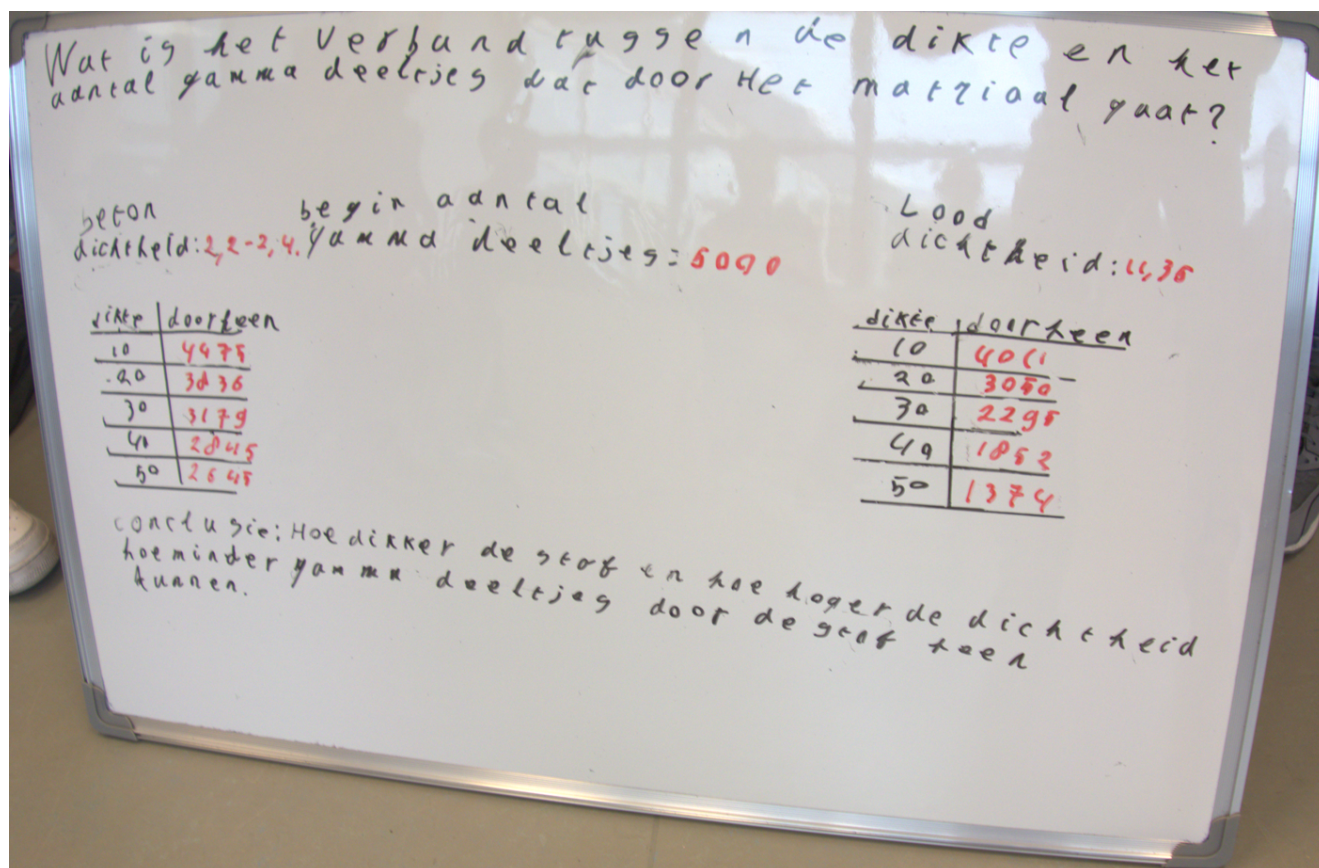
### Inhoud logboek (optioneel)

- Dracht van  $\alpha$  – deeltjes is klein,  $\beta$  – deeltjes matig en van  $\gamma$ - deeltjes groot.
- Materialen hebben verschillend vermogen om deeltjes tegen te houden (introduceer tabel 28 F uit BiNaS).
- Hoe groter de energie van het deeltje, hoe verder het deeltje doordringt in de materie.
- Dracht is maximale afstand die een  $\alpha$  – of  $\beta$  – deeltje aflegt in een stof.
- Het begrip halveringsdikte en de formule:

$$I(d) = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_1}}$$



- Hoe groter de energie van het deeltje ( $\alpha$   $\beta$ ) hoe groter de snelheid (wortelverband).



Figuur 6 Voorbeeld van een bord