Simulatie van radioactief verval

[onderwerpsymbool moderne fysica]

[ikoontjes]

Tijd

Een lesuur

Bereik

Vanaf klas 5

Begrippen**:** straling, radioactief verval, halfwaardetijd

[Inleidend kader]

Radioactief verval is een statistisch proces. Radioactief verval is moeilijk voor te stellen. Het voor leerlingen onbekende statistische karakter is met deze demonstratie te visualiseren.

Je hebt de beschikking over een groot aantal blokjes, kubusjes, met een ribbe van ongeveer 1,5 cm. Ga uit van bijvoorbeeld 300 blokjes. Elk blokje is aan één kant blauw geschilderd en aan twee kanten rood. De andere drie zijden zijn blank.

Het statistische aspect van radioactief verval wordt gesimuleerd door de gekleurde blokjes te werpen. Als je de blokjes als dobbelstenen op tafel gooit, dan zal ongeveer 1/6 deel met de blauwe kant boven komen te liggen, 2/6 deel rood, 3/6 deel wit.

Je kunt de blokjes met de rode bovenkant wegnemen en de rest weer op tafel gooien. Weer de blokjes met de rode bovenkant wegnemen. Enzovoort. Na een aantal worpen zijn alle blokjes met rode bovenkant weggenomen.

Je had ook de blokjes met een blauwe bovenkant kunnen wegnemen. Dan zal het meer worpen kosten voordat alle blokjes zijn weggenomen.

[29\_MvW\_1]

*Alle blokjes na de eerste worp.*

[29\_MvW\_2, naast de andere foto plaatsen]

*De blokjes waarvan de blauwe kant na deze eerste worp boven is komen te liggen zijn apart gelegd.*

**Nodig**

Voor een goede statistische benadering is een beginaantal van driehonderd blokjes voldoende.

**Voorbereiding**

Je maakt de driehonderd blokjes door uit te gaan van een lat die een vierkante doorsnede heeft. Een zijde schilder je blauw, twee zijden rood. Na het zagen zijn er drie zijden van de blokjes blank.

**Uitvoering**

[opsomming, laten inspringen]

1a) Tel het beginaantal blokjes. Dat aantal geef je aan met *O*(0). De letter *O* staat voor Overgebleven. Het cijfer 0 staat voor 0 keer geworpen.

Gooi alle blokjes voor de eerste keer. Neem alle blokjes weg die met de rode kant boven zijn komen liggen. Het aantal blokjes dat over is noem je *O*(1). Dat staat dus voor het aantal blokjes dat over is na één worp.

Gooi voor de tweede keer met de blokjes die overbleven. Neem weer de rode blokjes weg. Nu blijft het aantal *O*(2) over.

Doe zo ongeveer 10 worpen, tenzij de blokjes eerder op zijn.

1b) Teken de grafiek van het aantal overgebleven blokjes uitgezet tegen het aantal worpen, dus *O*(*n*) tegen *n*.

1c) Bedenk een formule die het verband aangeeft tussen *O*(*n*) en het begin aantal *O*(0).

1d) Teken de grafiek die bij deze formule hoort.

1e) Geef commentaar op de mate van overeenstemming tussen de grafiek van de tellingen en de grafiek van de formule.

2a) Voorspel de grafiek als je de blokjes met blauwe bovenkant wegneemt in plaats van die met rode bovenkant.

2b) Doe de tellingen en ga na hoe goed de grafiek past bij de theoretische grafiek.

Laat een grafiek zien van het aantal radioactieve kernen als functie van de tijd. (Of van de stralingsactiviteit van een radioactieve stof.) Bij die grafiek hoort de formule:

of wel

De vorm van de grafiek lijkt sterk op die van de grafieken van de tellingen van de overgebleven blokjes.

De achtergrond is de volgende:

* bij de *blokjes* hangt het aantal blokjes dat overblijft af van het aantal waarmee je begint **èn** van de kans dat de rode kleur boven komt;
* bij de *atoomkernen* hangt het aantal keren dat overblijft af van het aantal waarmee je begint **èn** van de kans dat een kern vervalt.

**Verder onderzoek**

Bij radioactieve processen vervalt een radioactieve stof A tot stof B.

Dat werd gesimuleerd door de blokjes (stof A) te gooien. De rode blokjes (stof B) werden weggenomen.

Het is goed mogelijk dat stof B zelf ook radioactief is en vervalt tot stof C. Dus A → B→C.

Daarbij groeit enerzijds het aantal kernen B door verval van A en vermindert anderzijds het aantal kernen B doordat er vervallen tot C. Als stof C stabiel is, zal de hoeveelheid C alleen maar toenemen.

Dat kun je ook simuleren en wel door twee soorten worpen parallel uit te voeren. De eerste soort is de boven beschreven serie. De tweede verloopt als volgt.

Verzamel de weggenomen rode blokjes (stof B) steeds, maar gooi ze ook. Neem ze weg als ze blauw (stof C) worden.

Enerzijds groeit het aantal weggenomen rode blokjes. Maar vermindert het ook doordat ze blauw worden bij een gooi.

Het aantal blauwe blokjes zal alleen maar toenemen.

**Tips**

Je kunt computersimulaties maken van dit ‘vervalproces’.