

# Inleiding programmeren

1<sup>e</sup> jaar wis-, natuur- en sterrenkunde

Universiteit van Amsterdam

oktober 2013

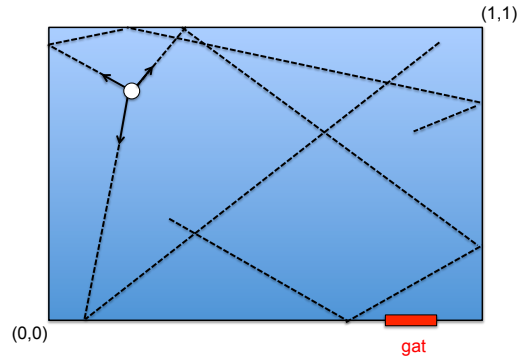
## Opgaves bij college 6

*simulaties*

## opgave 1: deeltjes in een doos

In een doos (afmeting  $0 \leq x \leq 1$  en  $0 \leq y \leq 1$ ) worden op een plek  $(x_{\text{source}}, y_{\text{source}}) = (0.25, 0.75)$  een aantal deeltjes geproduceerd met een random snelheid en richting. Voor elk deeltje  $i$  geldt dus:

- snelheid ( $v_i$ ):  $0 < v_i < 0.10$
- hoek( $\alpha_i$ ):  $0 < \alpha_i < 2\pi$



We gaan de positie van een groot aantal deeltjes volgen. In deze opgave zullen we een aantal aannames maken die de natuurkunde versimpelen, maar ons toch in staat stellen wat interessante fenomenen te onderzoeken. Onze aannames:

- De deeltjes ketsen elastisch tegen de wanden en kunnen de doos niet uit
- De deeltjes hebben geen afmeting en kunnen niet botsen

**algemeen:** Genereer een beginsituatie voor een aantal deeltjes  $i$  en hou voor elk zijn x-positie ( $x$ ), y-positie ( $y$ ), snelheid in de  $x$ -richting ( $v_x$ ) en die in de  $y$ -richting ( $v_y$ ) bij. Dit zijn dus 4 lists elk met lengte het aantal deeltjes. Neem steeds stapjes in de tijd en gebruik daarbij:  $x_{i+1} = x_i + v_{i(x)}\Delta t$  etc. Zelfde idee voor snelheden.

- Maak een grafiek van het aantal deeltjes aan de rechterkant van de doos ( $x_i > 0.5$ ) als functie van de tijd.
- Maak een grafiek van de gemiddelde afstand tussen de deeltjes als functie van de tijd.

Stel nou dat er een gat in de doos zit ( $y_{\text{gat}} = 0$  en  $0.8 \leq x_{\text{gat}} \leq 0.9$ ). Het is dan mogelijk dat deeltjes uit de doos ontsnappen.

- Maak een grafiek van het aantal deeltjes in de doos als functie van de tijd. Wat is de gemiddelde tijd waarop de helft van de deeltjes uit de doos ontsnapt is:  $t_{1/2}$ ? Probeer ook zonder computerprogramma een schatting te geven.
- Stel nou dat de deeltjes gemiddeld met een 2x hogere hogere snelheid beginnen ( $v_i$  is random tussen 0 en 0.20). Maak weer dezelfde grafiek als bij c) en bepaal opnieuw  $t_{1/2}$ . Hoe verschilt deze van die bij c)? Wat verwachtte je?

## Hacker opgave 2: deeltjes in een doos (realistisch)

Er zijn verschillende mogelijkheden om deze simulatie uit te breiden met meer realisme. Je kan zelf kiezen welke van de volgende opgaves je zou willen doen.

- a) Animatie puntdeeltjes. Gebruik het voorbeeld `animation_template` om de deeltjes door de doos te zien bewegen als functie van de tijd.
- b) Animatie deeltjes met afmeting. Geef de deeltjes een afmeting en laat ze netjes van de wand ketsen als de rand van het deeltje de wand raakt

We kunnen de deeltjes ook laten botsen natuurlijk:

- c) Als de deeltjes elkaar raken (overlappende deeltjes), laat ze dan botsen alsof het puntdeeltjes zijn. Let op: er is een extra random vrijheidsgraad.
- d) Laat de deeltjes realistisch botsen, dus met de echte afmeting.

Tip voor afleiding: *2-dimensional elastic collisions without trigonometry*

Note: roep even als je vraag d) werkend hebt. De eerste student die dit lukt krijgt namelijk een gratis lunch van Martijn en Ivo aangeboden in restaurant Polder<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Om Trijntje Oosterhuis taferelen te voorkomen: dit geldt alleen voor de eerste 2 studenten en er geldt natuurlijk dat je de code zelf in elkaar gezet moet hebben en moet begrijpen.