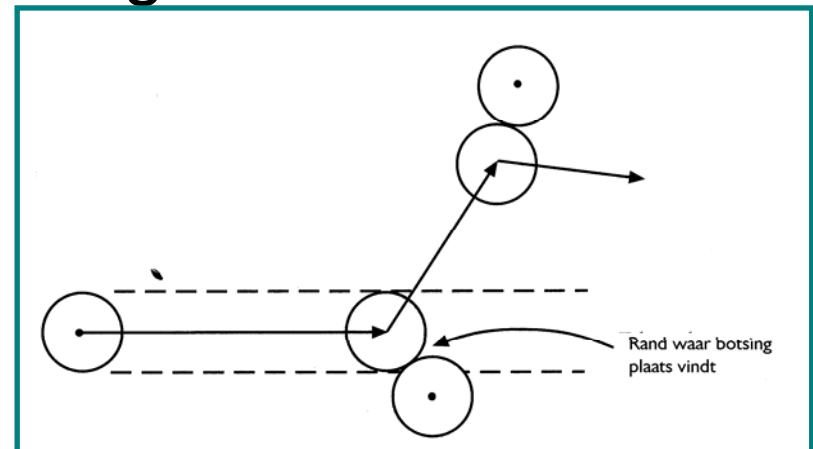


Botsingen

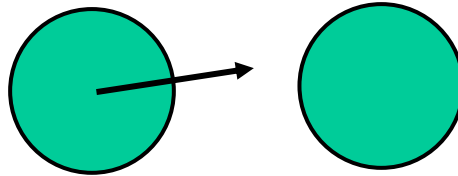
# Harde botsingen

- Harde botsingen (biljart): deeltjes botsen als ze elkaar raken.
- Er is geen geheugen voor de toestand voor de botsing.
- Energie en impuls blijven behouden.
- Vrije vlucht tussen de botsingen.



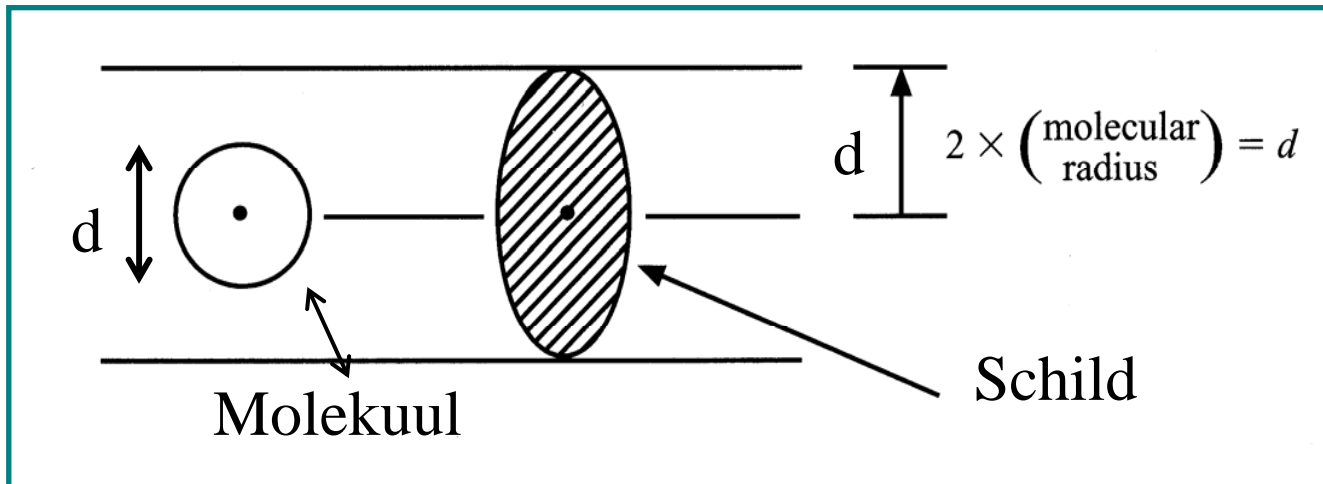
# Botsingsdoorsnede

- Botsing:



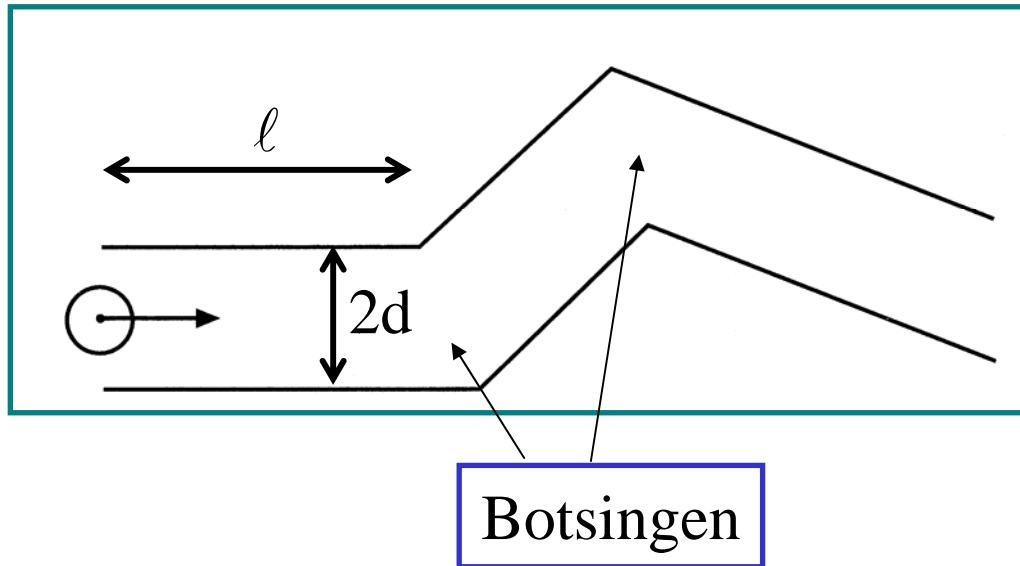
- Botsingsdoorsnede:

$$\sigma = \pi d^2 = 4\pi r_0^2$$



# Gemiddelde vrije weglengte

- “Uitgeveegd” volume:

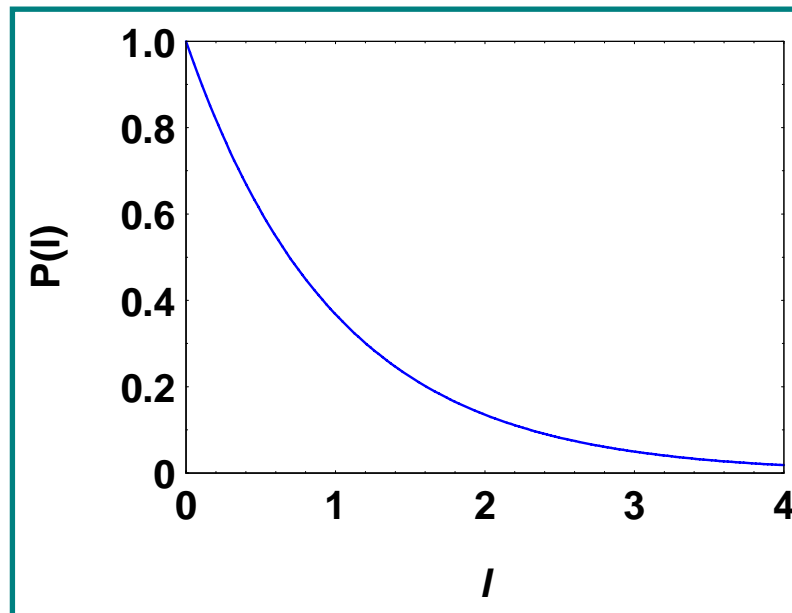


- Eén botsing per stuk “pijp”:

$$\bar{\ell} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} d^2 n}$$

# Verdeling van vrije weglengten

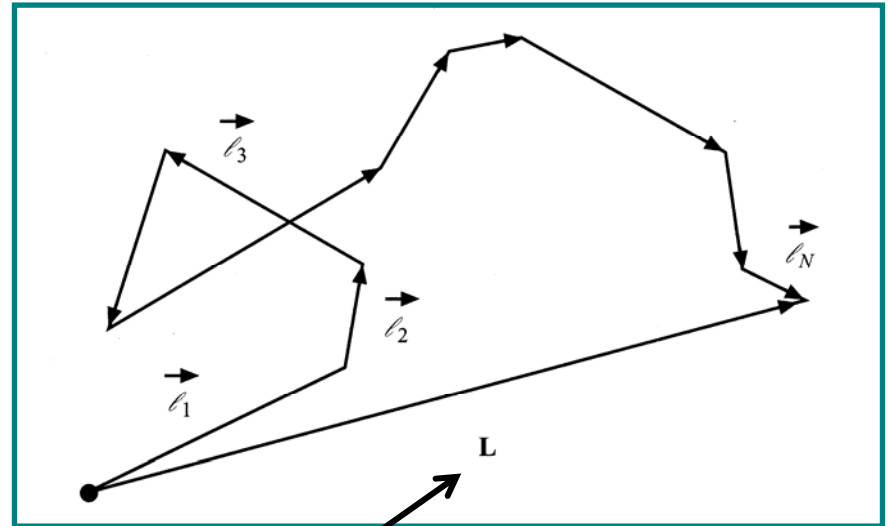
- Kans dat een deeltje een afstand  $\ell$  aflegt zonder te botsen is  $P(\ell)$ .
  - $P(0)=1$ .
  - $P(\ell)$  is een monotoon dalende functie



$$P(\ell) = \exp\left(-\frac{\ell}{\ell}\right)$$

# Dronkemanswandeling

- Molekulen vliegen recht door van botsing naar botsing. Bij botsing verandert de snelheid op willekeurige manier:



- In  $N$  stappen afgelegde weg:

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^N \vec{l}_i$$

# Afgelegde afstand

- In  $N$  stappen:

$$L_{rms} = \sqrt{\vec{L} \cdot \vec{L}} = \sqrt{N \vec{\ell}_1 \cdot \vec{\ell}_1} = \sqrt{N \bar{\ell}}$$

- Afgelegde afstand per eenheid tijd:

$$L_{rms} = \sqrt{v \cdot t \cdot \bar{\ell}}$$