

Boltzmann verdeling

Boltzmann verdeling 1

- Als een systeem verschillende energieën kan aannemen dan is de kans het systeem in een toestand met energie E te vinden gelijk aan:

$$f(\varepsilon) = \frac{\exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right)}{\sum \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right)}$$

(Noemer dient voor normering)

$$\sum f(\varepsilon) = 1$$

Boltzmann verdeling 2

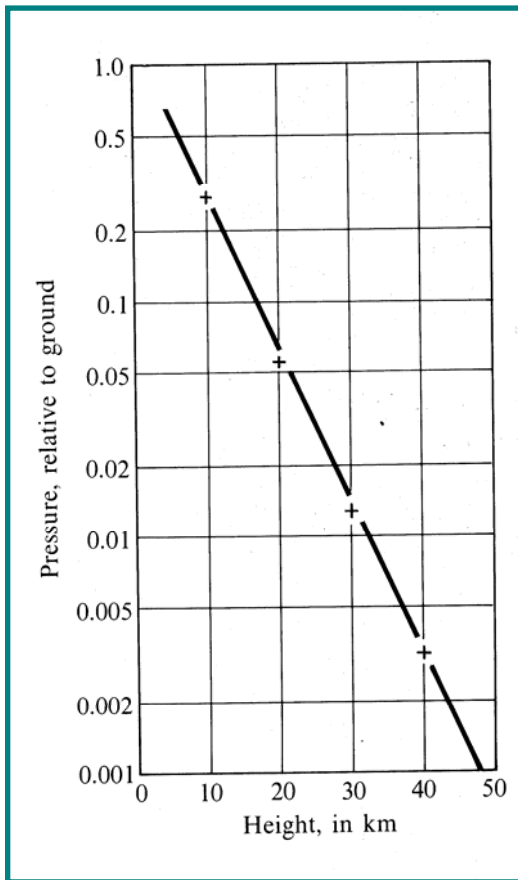
- Vaak hebben een aantal toestanden gelijke energie. In de verdelingsfunctie nemen we dat mee via de **ontaardingsgraad** $g(\varepsilon)$

$$f(\varepsilon) = \frac{g(\varepsilon) \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right)}{\sum g(\varepsilon) \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right)}$$

- Als de verdelingsfunctie continu is: vervangen we de som door een integraal.

Boltzmann verdeling in de atmosfeer

- Voor een isotherme atmosfeer:



$$\varepsilon = mgh$$

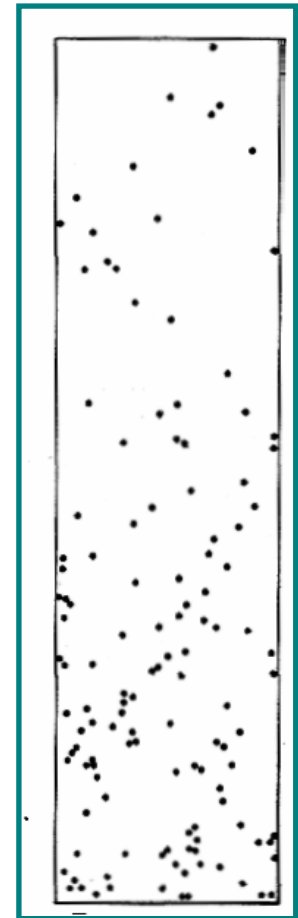


$$n(h) = n_0 \exp\left(-\frac{mgh}{kT}\right)$$

dichtheid

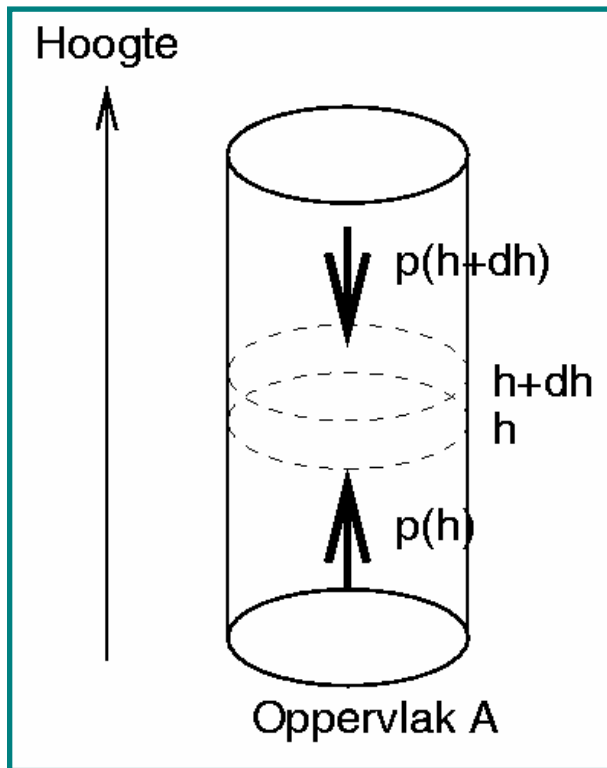
$$p(h) = p_0 \exp\left(-\frac{mgh}{kT}\right)$$

druk



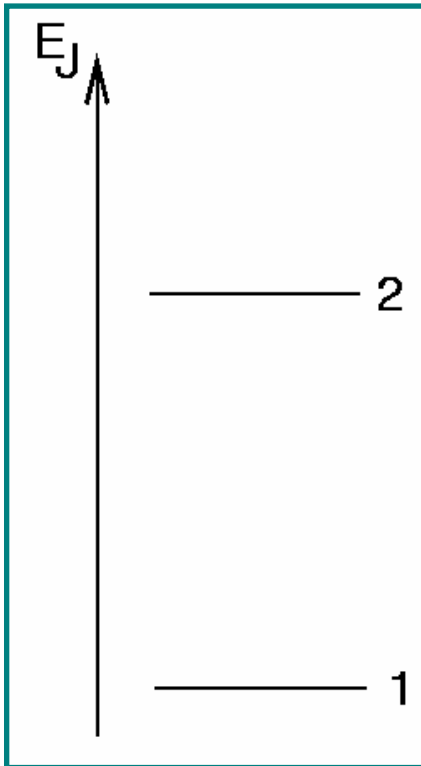
Atmosfeer

- Afleiding via kracht evenwicht:



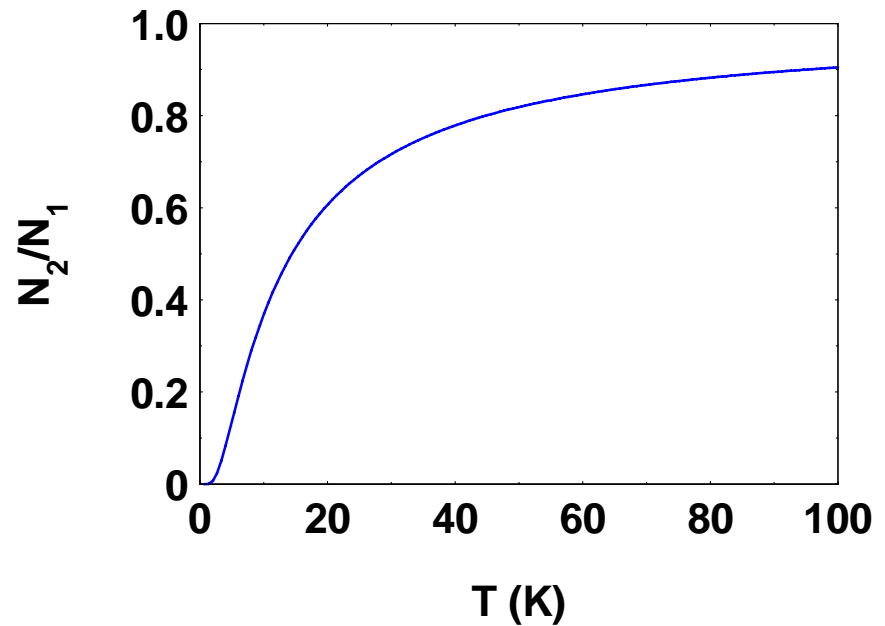
$$-A \cdot (p(h+dh) - p(h)) = \rho \cdot g A dh$$

Twee-niveau systeem

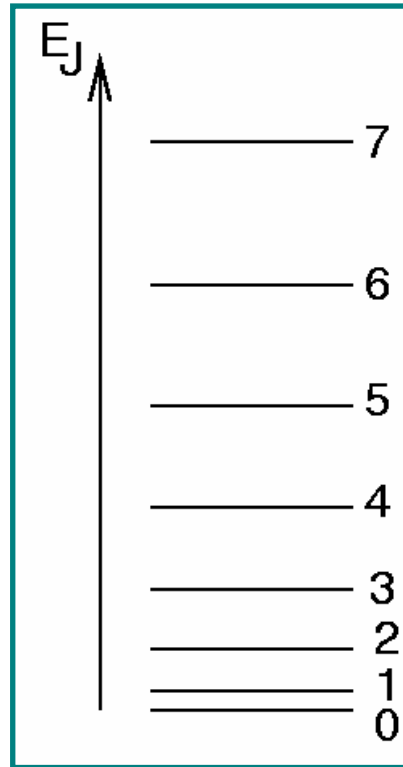
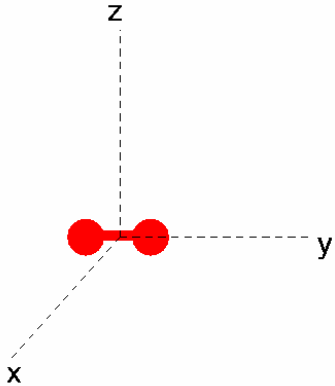


$$\frac{N_1}{N} = \frac{\exp\left(-\frac{\varepsilon_1}{kT}\right)}{\exp\left(-\frac{\varepsilon_1}{kT}\right) + \exp\left(-\frac{\varepsilon_2}{kT}\right)}$$

$$\Delta\varepsilon = 10 \text{ K}$$



Roterende twee-atomige molekulen



$$E(J) = B \cdot J(J + 1)$$

$$g(J) = 2J + 1$$