

Generell prat om hvordan termodynamikk gjør at vi kan håndtere mange-partikkelsystemer uten å trenge informasjon om den mikroskopiske tilstanden.

# 1 Kinetisk gassteori

## 1.1 Temperatur

Fundamentalt sett er temperaturen til et system et mål på hvor mye energi som er lagret i det. I et fast stoff er energien lagret i form av at atomene vibrerer omkring sin likevektsposisjon, samt i form av bevegelsen til ledningselektronene hvis det faste stoffet er et metall. Vi skal se mer på faste stoffer i avsnittet om varmekapasitet. I fluider er energien lagret i form av kinetisk energi knyttet til translasjon, rotasjon og vibrasjon.

Vi begynner med å se på en-atomiske gasser, som for eksempel helium. Siden det ikke er noen binding mellom atomer her er det ikke noen fjærssom kan lagre energi i form av vibrasjon. Vi skal ikke komme videre inn på dette her, men kvantemekanikken forteller oss at en-atomige gasser heller ikke kan lagre energi i form av rotasjon. Dermed er all energi lagret i form av translasjon, slik at den totale energien til gassen kan skrives som

$$E = \sum_i \frac{1}{2} m v_i^2$$

der vi summerer over alle molekylene i gassen.

For at det skal være meningsfullt å snakke om temperatur må systemet være i termodynamisk likevekt<sup>1</sup>. Naivt sett skulle man da forvente at hvert atom i gjennomsnitt har den samme energien, men dette viser seg å være feil. I appendiks ?? viser vi at når en mono-atomisk gass er i likevekt har atomene en hastighet som beskrives av Maxwell-fordelingen,

$$f(v) = 4\pi \left( \frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 e^{-mv^2/2kT},$$

der  $m$  er massen hvert atom,  $T$  er temperaturen til gassen og  $k = 1.38 \times 10^{-23}$  J/K er boltzmann-konstanten.  $f(v)$  er sannsynlighetstettheten for farten  $v$ , det vil si at sannsynligheten for å finne et atom med fart i intervallet  $v_1 < v < v_2$  er

$$P(v_1 < v < v_2) = \int_{v_1}^{v_2} f(v) dv.$$

---

<sup>1</sup>Strengt tatt er det tilstrekkelig med en lokal likevekt, slik at vi kan tillate en temperaturgradient gjennom gassen. For enkelhets skyld skal vi anta at hele systemet vi ser på er i likevekt.

Figur (??) viser  $f(v)$  for heliumgass ved  $T = 20^\circ\text{C} = 293\text{ K}$ . Her ser vi at det store flertallet av atomer har fart omkring ??, mens en liten andel atomer har langt høyere fart.

## 1.2 Trykk

Fra jobbmaskin

## 2 Faste legemer

Varmekapasitet

Varmedledning

Termisk utvidelse