Statistische mechanica

E. Carlon

14 januari 2013

1 Zwarte straler

Toon aan dat ge energiedichtheid op een bepaalde temperatuur T gegeven wordt door de wet van Planck:

$$\varepsilon(\omega) = \frac{A\omega^3}{e^{\hbar\omega/k_B T} - 1}$$

Zoek ook A in functie van $\hbar$ en ε. Bepaal $\varepsilon(\omega)$ voor een klassieke zwarte straler en bespreek de ultravioletparadox.

2 Maxwellverdeling

Geef algemene de Maxwellvelocityverdeling voor een systeem van dimensie d, N deeltjes en een temperatuur T. Geldt deze ook voor interagerende systemen? Leg uit. Bepaal ook ge snelheidsverdeling voor twee en drie dimensies.

3 Interagerende fasen

Een systeem bestaat uit een oplossing met vast volume V_1 en een gas met volume V_2. De dichtheid is laag genoeg zodat er geen interactie is. Elk oplossingsdeeltje ondervindt een extra potentiaal van $V(\bar{q}) = \alpha < 0$, de gasdeeltjes ondervinden geen extra potentiaal.

1. Geef de partitiefunctie $Z(N, V_1, V_2, T)$ van dit systeem.
2. Bepaak het gemiddeld aantal deeltjes N_1 en N_2 uit deze partitiefunctie.
3. Stel nu de grootcanonische partitiefuncties $\Xi_1(\mu_1, V_1, T)$ en $\Xi_2(\mu_2, V_2, T)$. Vind het gemiddeld aantal deeltjes N_1 en N_2 via deze partitiefuncties. Vergelijk stel deze nu gelijk aan de waarden gevonden in 2. en leidt hieruit af da $\mu_1 = \mu_2$.

4 Ideaal kwantumgas

1. Zoek de energiedichtheid $g(\varepsilon)$ in functie van ε voor n deeltje.
2. Toon aan dat $PV = \sigma E$ door gebruik te maken van

$$\frac{PV}{k_B T} = \log \Xi = \pm \int_0^{+\infty} d\varepsilon g(\varepsilon) \log(1 \pm e^{\beta(\mu-\varepsilon)})$$

$$E = \int_0^{+\infty} d\varepsilon g(\varepsilon) \varepsilon n(\varepsilon)$$

   met $n(\varepsilon)$ het bezettingsniveau. Bepaal σ voor Fermionen en Bosonen.