

FYSA241 STATISTINEN FYSIIKKA OSA A
Tentti pe 01.04.2011

1. Ideaalikaasun tilavuus on 5 litraa, lämpötila $27\text{ }^\circ\text{C}$ ja paine 2 atm. Kaasua lämmitetään vakioaineessa lämpötilaan T , jolloin sen tekemä työ on 200 J. Mikä on lämpötila T ?
2. Astiassa 1 on kaksi moolia ideaalikaasua, jonka paine on 1,5 atm ja lämpötila $20\text{ }^\circ\text{C}$. Astiassa 2 on kolme moolia samaa ideaalikaasua, jonka paine on 4 atm ja lämpötila on myös $20\text{ }^\circ\text{C}$. Astiat asetetaan kontaktiin siten, että niiden välinen paine-ero tasoittuu lämpötilan pysyessä vakiona. Laske entropian muutos tässä prosessissa.

3. Kun $T = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ja $p = 1\text{ atm}$, ovat vetykaasun, happikaasun ja veden entropiat

$$S(H_2) = 131\text{ J/mol}\cdot\text{K}, \quad S(O_2) = 205\text{ J/mol}\cdot\text{K} \quad \text{ja} \quad S(H_2O) = 70\text{ J/mol}\cdot\text{K}.$$

Vetyä ja happea yhdistetään reversiibelisti ja isotermisesti tässä lämpötilassa siten, että muodostuu yksi mooli vettä. Kuinka paljon lämpöä tässä prosessissa vapautuu? Vapautuuko sitä enemmän vai vähemmän kuin irreversiibelissä prosessissa?

4. Magneettikentässä \mathbf{B} olevan N :n riippumattoman magneettisen dipolin (spin- $\frac{1}{2}$ -dipoleita, dipolimomentti kaikilla sama eli μ) muodostaman järjestelmän sellaisen tilan statistinen paino, jossa n dipolia on kentän suunnassa, on

$$\Omega(n) = \frac{N!}{n!(N-n)!}.$$

Järjestelmän energia on tällöin $E(n) = -n\mu B + (N-n)\mu B$. Jos tämä on järjestelmän tasapainotila, niin mikä on sen lämpötila?

5. Lämpökylvyssä (lämpötila T) oleva järjestelmä koostuu N :stä keskenään hyvin heikosti vuorovaikuttavasta identtisestä osasta, joilla kullakin on kaksi degeneroitumatonta energiatilaa, $E_1 = 0$ ja $E_2 = \epsilon$. Laske järjestelmän partitiofunktio Z , sen keskimääräinen energia ja lämpökapasiteetti.
6. Selosta jääkaapin toimintaperiaate ja osoita, että sen paras mahdollinen hyötysuhde on $\eta \equiv Q_2/W = T_2/(T_1 - T_2)$, missä Q_2 on lämpötilassa T_2 olevasta jääkaapista lämpötilassa $T_1 > T_2$ olevaan ympäristöön poistettu lämpömäärä ja W on tähän tarvittu työ.