

Phys-A3122 Termodynamiikka (ENG2)
Laskuharjoitukset 3

Näiden tehtävien MyCourses-kirjausaika umpeutuu 20.11.2018 kello 10:15.

Laskuharjoitukset 3

1. (Kirjan luku 17-8)

- Säiliö sisältää massan M typpikaasua (N_2), jonka paine on P . Jos typpi korvataan yhtä suurella massalla hiilidioksidia CO_2 pitäen lämpötila vakiona, niin mikä on tällöin säiliössä olevan kaasun paine? Oleta, että sekä typpeä että hiilidioksidia voi näissä olosuhteissa kuvata ideaalikaasun tilanyhtälöllä.
- Ilmaa voidaan kuvata ideaalikaasuna, jonka moolimassa on $m_{\text{ilma}} = 28.96 \text{ g/mol}$. Tarkastellaan tyhjää huonetta, jonka pinta-ala on A ja korkeus h . Mikä on huoneessa olevan ilman kokonaismassa, kun lämpötila on T ja paine P ?

2. (Kirjan esimerkki 18-2, sivu 479)

- Tarkastellaan happikaasua, jonka lämpötila on T . Kuinka suuri on kaasumolekyylien keskimääräinen liike-energia K ja rms-vauhti $v_{\text{rms}} = \sqrt{v^2}$?
- Vaihdetaan sitten hapen tilalle heliumkaasu samoissa olosuhteissa. Kuinka suuri on nyt yhden kaasumolekyylin keskimääräinen liike-energia ja rms-vauhti?
- Kuinka monta prosenttia typpikaasun molekyylien keskimääräinen liike-energia ja rms-vauhti kasvavat, kun kaasua (paine P) lämmitetään $T_i \rightarrow T_f$? Oletetaan, että kaasun tilavuus on vakio.

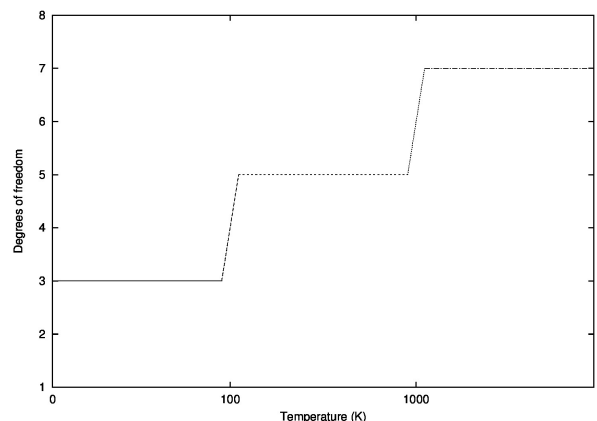
3. (Kirjan sivu 542, luku 10 ja erityisesti kuva 17) Insinööri mittaa nesteen lämpötilan T käyttämällä vakiotilavuuksisia kaasulämpömittareita. Insinöörillä on kaksi mittaria, joissa on samaa kaasua mutta ensimmäisen näyttämä paine veden kolmoisasteessa ($T_{\text{tp}} = 273.16 \text{ K}$) on $P_{\text{tp}}^{(1)} = 8735 \text{ Pa}$ ja toisen $P_{\text{tp}}^{(2)} = 38181 \text{ Pa}$. Nesteeseen upotettuna ensimmäinen mittari näyttää painetta $P^{(1)} = 8895 \text{ Pa}$ ja toinen $P^{(2)} = 41602 \text{ Pa}$. Tehtävän tavoite on määrittää nesteen lämpötila. Jos olettaisit kaasulämpömittareiden sisältämän kaasun olevan ideaalinen (eli ideaalikaasu), niin mitkä olisivat mittareiden painelukemia vastaavat lämpötilat

- Mittarin 1 hypoteettinen lämpötila T_1 ?
- Mittarin 2 hypoteettinen lämpötila T_2 ?

Huomaa, että yllälasketut lämpötilat ovat erisuuret, mikä johtuu siitä, että kyseessä ei olekaan ideaalikaasu vaan todellinen, eli reaalikaasu. Reaalikaasut kuitenkin toteuttavat ideaalikaasulain, jos niiden paine on riittävän pieni. Sinulla onkin nyt mittaustulokset samalle kaasulle mutta kahdelle eri paineelle. Tiedämme, että jos mittarissa olevan kaasun määrää varioidaan, asettuvat saadut tulokset samalle viivalle. Voit siis ekstrapoloida tuloksesi nollapainerajalle, eli ideaalikaasurajalle. Tämä raja-arvo määrittää ideaalikaasun lämpötila-asteikon, joka ei riipu kaasun lajista.

c) Ideaalikaasun lämpötila-asteikonmukainen nesteen lämpötila on T ?

4. (Kirjan luvut 19-2 ja 19-8) Tarkastellaan n moolia kaksiatomista kaasua, jonka molekyylien vapausasteiden määrä riippuu lämpötilasta oheisen kuvan mukaisesti. Oletetaan, että kaasu on kineettisen kaasuteorian mukaista kaasua ja että kaasu ei pääse laajenemaan, eli tarkasteltavat prosessit ovat isokoorisia.



- a) Kaasu on alussa huoneenlämpöistä ja sitä aletaan jäähdyttämään. Kaasusta saadaan poistettua ΔE Joulea energiaa. Kuinka paljon kaasun lämpötila laskee?
- b) Oletetaan, että kaasu on saatu jäähdytettyä jo lämpötilaan $T = 70K$. Jos kaasua jäähdytetään jälleen ΔE Joulen verran, kuinka paljon kaasun lämpötila nyt laskee?

Moolinen kaasuvakio on R .

5. (Kirjan luvut 20-5 ja 20-6) Ainemäärä n moolia yksiatomista ideaalikaasua laajenee isotermisesti (eli vakio- T -lämpötilassa) lämpötilassa T tilavuudesta V_1 ja paineesta P_1 paineeseen P_2 . Laske kaasun entropian muutos tässä prosessissa.
6. (Kirjan luvut 20-5 ja 20-6) Kaksiatomista ideaalikaasua (ainemäärä n) lämmitetään isokoorisesti (eli vakio-tilavuudessa) lämpötilasta T_1 lämpötilaan T_2 . Laske kaasun entropian muutos.