

## FYS-1270 LAAJA FYSIKKA IV

1. välikoe 03.03.2014, Tapio Rantala SG219

Kokeeseen osallistuvalla annetaan kaksipuolinen taulukko luonnonvakioista. Laskimet sallittuja.

1. Määrittele tai selitä lyhyesti

- kovalenttinen sidos,
- LASER-väliaine ja populaatioinversio, sekä
- suprajohteiden lajijako kahteen tyyppiin.

2. a) Maxwellin nopeusjakauman tunnusuuureita ovat  $v_m = (2kT/m)^{1/2}$ ,  $\langle v \rangle = (8kT/\pi m)^{1/2}$  ja  $v_{\text{rms}} = (3kT/m)^{1/2}$ . Selitä niiden merkitykset ja kaikki muut lausekkeissa esiintyvät suureet.

b) Laske, missä lämpötilassa kloorikaasun molekyylien keskinopeus on yhtä suuri kuin happikaasun molekyylien keskinopeus huoneenlämpötilassa (300 K). Hapen ja kloorin atomimassat ovat 16.00 ja 35.45, ja molemmat kaasut ovat kaksiatomisia.

3. Yksinkertaisen ionikiteen potentiaalienergiaa ioniparia kohti voidaan arvioida lausekkeella

$$U(r) = -\alpha \frac{ke^2}{r} + \frac{A}{r^n},$$

missä  $r$  on vierekkäisten ionien etäisyys.

a) Osoita, että ionien tasapainoetäisyydellä  $r_0$ :  $U(r_0) = -\alpha(ke^2/r_0)(1 - 1/n)$ .

b) Laske tämä hilaenergia kaliumkloridille, jossa  $r_0 = 0.314$  nm, Madelungin vakio on 1.7476 ja repulsioeksponentti noin 9.

c) Arvioi kaliumkloridin koheesioenergiaa atomia kohti, kun kaliumin ionisaatioenergia on 4.34 eV ja kloorin elektroniaffiniteetti on  $-3.62$  eV.

4. a) Yksinkertaisen metallin johde-elektronien tiheys on

$$\frac{N}{V} = \frac{\pi}{2} \left( \frac{8m}{h^2} \right)^{3/2} \int_0^\infty \frac{E^{1/2} dE}{\exp[(E - E_F)/kT] + 1}.$$

Johda tämän avulla metallin Fermi-energian lauseke absoluuttisessa nollassa:  $E_F = (h^2/2m)(3N/8\pi V)^{2/3}$ .

b) Laske cesiumin Fermi-energia, Fermi-lämpötila ja Fermi-nopeus, kun cesiumin tiheys on  $1870$  kg/m<sup>3</sup> ja atomimassa 132.91, olettaen, että cesium on yksinkertainen metalli, jossa on yksi johde-elektroni atomia kohti.

5. Itseispuolijohteet ja seostepuolijohteet.