

~~2503010 LÄMMÖNSIIRTO I~~

2503012 Lämmön johtuminen ja säteily

Tentti 16.12.1999

Tentissä saa käyttää kirjallisuutta vapaasti.

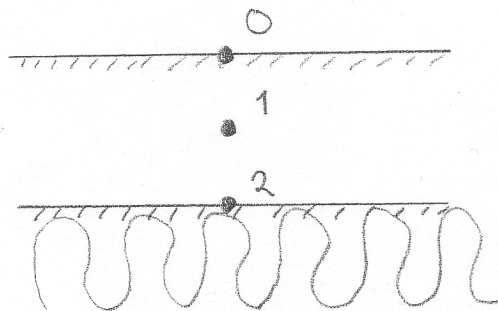
1. Pitkässä, sylinterinmuotoisessa sähkövastuksessa kehittyy tilavuusyksikköä kohti sähköteho  $1 \text{ MW/m}^3$ . Vastuksen halkaisija on  $10 \text{ mm}$ , lämmönjohtavuus  $0,5 \text{ W/Km}$ , ulkopinnan lämmönsiirtokerroin  $10 \text{ W/Km}^2$  ja ympäröivän nesteiden lämpötila  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Laske vastuksen keskipisteen ja ulkoreunan lämpötilat ja ulkoreunan lämpövirta/pituus stationääritilassa.

2. Laske implisiittisellä differenssimenetelmällä kuvan mukaisen yksiulotteisen levyn pisteiden 1 ja 2 lämpötilat yhden aika-askelen jälkeen siitä, kun levyssä alkaa kehittyä lämpöteho/tilavuus  $1 \text{ MW/m}^3$ . Levyn yläreuna on koko ajan vakio­lämpötilassa  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  ja alapinta lämpöeristetty.

Pisteiden 1 ja 2 alkulämpötilat ovat  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Solmuväli on  $10 \text{ cm}$  ja aika-askel  $2,5 \text{ minuuttia}$ . Materiaalin lämmönjohtavuus on  $50 \text{ W/Km}$ , tiheys  $7500 \text{ kg/m}^3$  ja ominais­lämpö  $500 \text{ J/kgK}$ .

Ohje : Määritä aluksi elementtien taserajat ja kirjoita sitten kummallekin tuntemattomalle lämpötilalle taseyhtälö, joiden ratkaisuna saadaan uudet lämpötilat.



3. Kuvan mukaisen huoneen katon ja lattian sivut ovat pituudeltaan 3 m ja huoneen korkeus on 2,5 m. Sivuseinät ( kaikki neljä seinää yhdessä muodostavat pinnan 3 ) ovat lämpöeristetyt. Katon ja lattian emissiviteetit ja lämpötilat ovat seuraavat :

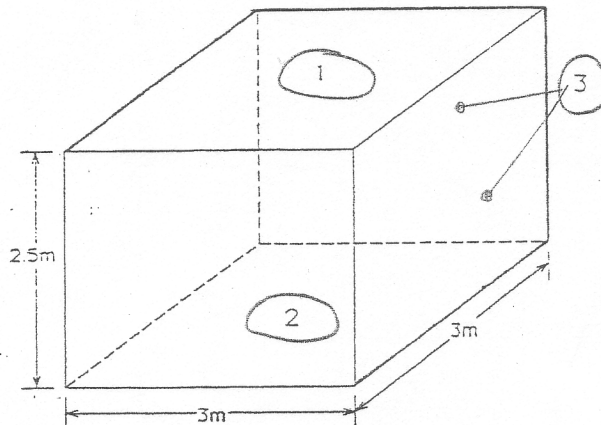
Katto ( pinta 1 ) : emissiviteetti 0,80 ja lämpötila  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$

Lattia ( pinta 2 ) : emissiviteetti 0,90 ja lämpötila  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Kaikki pinnat oletetaan diffuuseiksi ja harmaiksi.

- a. Laske sähköverkkoon analogialla nettosäteilyteho katosta lattiaan.
- b. Esitä pintojen 1, 2 ja 3 radiositeettien lausekkeet ja ratkaise näistä nämä radiositeetit. Ratkaisussa voi käyttää hyödyksi kohdan a. tulosta.

Tarvittava näkyvyyskerroin saadaan liitteenä olevasta käyrästä.



4. Massiivinen tiiliseinä oletetaan puoliäärettömäksi kappaleeksi. Seinän ulkopinnan lämpötila vaihtelee kosinin muotoisesti siten, että amplitudi on 15 K ja jaksonpituus 24 tuntia.
- a. Laske lämpötilan amplitudi ja vaihesiirto ( tunteina ) pintalämpötilan vaihteluun verrattuna 10 cm:n etäisyydeltä ulkoseinästä.
- b. Laske pinnan lämpövirran tiheyden vaihteluamplitudi

Tiilen aineominaisuudet ovat : Lämmönjohtavuus  $0,60\text{ W/Km}$ , tiheys  $1700\text{ kg/m}^3$  ja ominaislämpö  $850\text{ J/kgK}$ .

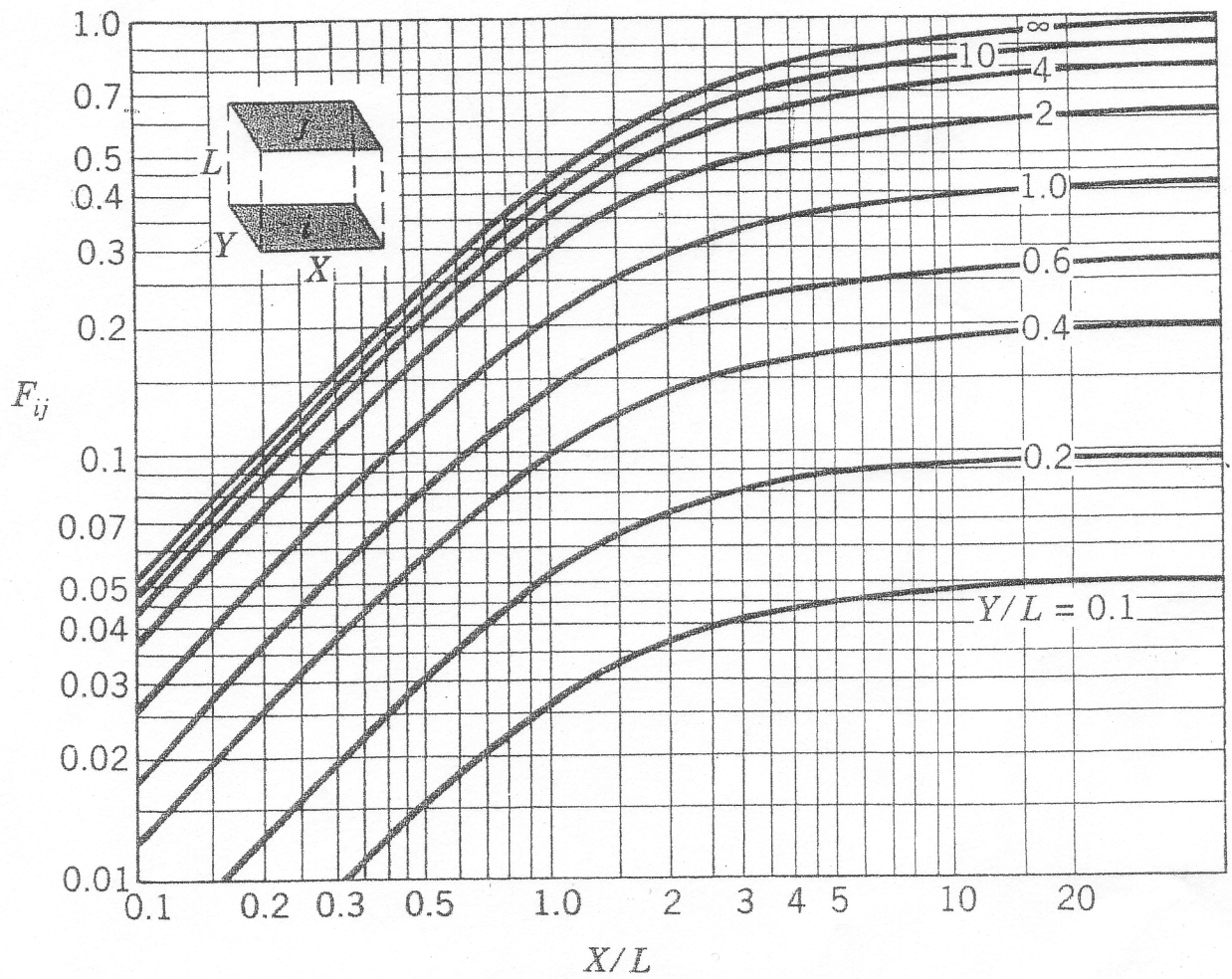


Figure 13.4 View factor for aligned parallel rectangles.