

2503010 LÄMMÖNSIIRTO I

Tentti 16.12.1999

Tentissä saa käyttää kirjallisuutta vapaasti.

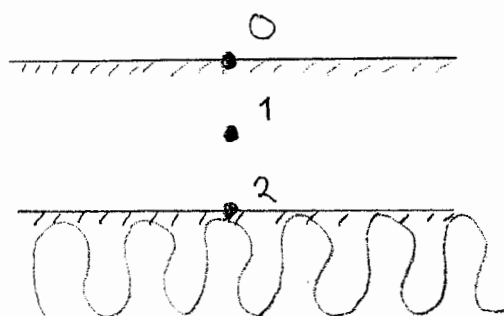
1. Pitkässä, sylinterinmuotoisessa sähkövastuksessa kehittyy tilavuusyksikköä kohti sähköteho 1 MW/m^3 . Vastuksen halkaisija on 10 mm , lämmönjohtavuus $0,5 \text{ W/Km}$, ulkopinnan lämmönsiirtokerroin 10 W/Km^2 ja ympäröivän nesteen lämpötila $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

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-askeleen jälkeen siitä, kun levyssä alkaa kehittyä lämpöteho/tilavuus 1 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 cm ja aika-askel $2,5 \text{ minuuttia}$. Materiaalin lämmönjohtavuus on 50 W/Km , tiheys 7500 kg/m^3 ja ominaislämpö 500 J/kgK .

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



$$\frac{k \Delta t}{\rho c \Delta x^2}$$

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 °C

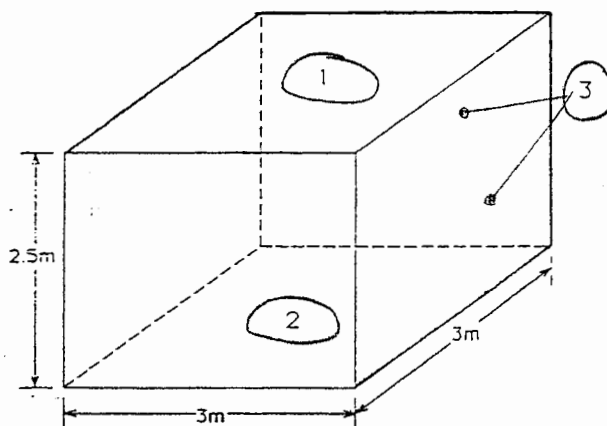
Lattia (pinta 2) : emissiviteetti 0,90 ja lämpötila 20 °C

Kaikki pinnat oletetaan diffuuseiksi ja harmaiksi.

a. Laske sähköverkkoanalogiolla 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 W/Km, tiheys 1700 kg/m³ ja ominaislämpö 850 J/kgK.

6. Kaksilasisen ikkunan lasiosan lämmönsiirtovastukset pinta-alaa kohti ovat seuraavat: sisäpinnan lämmönsiirtovastus on $R_i = 0,15 \text{ Km}^2/\text{W}$, ulkopinnan lämmönsiirtovastus $R_o = 0,05 \text{ Km}^2/\text{W}$, lasivälin konvektion lämmönsiirtovastus $R_c = 0,50 \text{ Km}^2/\text{W}$ ja lasivälin säteilyn lämmönsiirtovastus $R_r = 0,20 \text{ Km}^2/\text{W}$. Puitteen ja karmin puuosan lämmönsiirtovastus on $R_f = 0,6 \text{ Km}^2/\text{W}$ ja niiden sisä- ja ulkopinnan lämmönsiirtovastukset ovat samat kuin lasiosassakin.

Lasiosan pinta-ala on $1,2 \text{ m}^2$ ja puitteen ja karmin pinta-ala $0,2 \text{ m}^2$.

Esitä tapauksen vastusverkko ja laske koko ikkunan (lasiosa ja puitteet ja karmin) kokonaislämpövastus. Mikä on ikkunan läpi siirtyvä teho, kun sisälämpötila on $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ulkolämpötila $-10 \text{ }^\circ\text{C}$.

