

ENER-3010 LÄMMÖNSIIRRON PERUSTEET
Tentti 14.12.2010

Tentissä saa käyttää:

- opintojakson oppikirja Mills, A. F., *Basic Heat and Mass Transfer* tai kirjasta otetut kopiot
- ohjelmoitava laskin
- sanasto 31.8.2010

(5 pist./tehtävä)

1. Selitä lyhyesti:

- a) ripatulosten käyttöalue
- b) similaarisuus
- c) numeeristen menetelmien merkitys lämmönjohtumisessa
- d) Biot'n luku
- e) lämmönsiirtokerroin
- f) näkyvyyskerroin
- g) säteilyn lämmönsiirtokerroin
- h) puolipalloemissiviteetti
- i) yksivirtalämmönsiirrin
- j) konsentraation määrittely

2. Paksuseinäisellä sylinteriputkella on sisähalkaisija 2 cm ja ulkohalkaisija 5 cm. Putkessa on tyhjiö ja se sisältää korkealämpötilaisen säteilylähteen putken akselia pitkin. Säteilylähteestä tuottaa putken sisäpintaan säteilytehon 10^5 W/m^2 . Putken ulkopintaa jäähdytetään konvektiolla. Jäähdykkeen lämpötila on 300 K ja konvektiivinen lämmönsiirtokerroin $120 \text{ W/m}^2\text{K}$. Jos putkimateriaalin lämmönjohtavuus on $2,2 \text{ W/mK}$, määritä putken seinän lämpötilajakautuma $T(r)$ ja sisäpinnan lämpötila.

3. Ulkohalkaisijaltaan 20 cm:nen putki on upotettu kuivaan maahan 1 m:n syvyyteen. Putken läpi virtaa kuumaa vettä 1500 l/min. Oletetaan putken seinän lämpötilaksi $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Arvioi millä matkalla veden lämpötila alenee yhden asteen, kun maan pintalämpötila on $8 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. Rakennuksen katto on peitetty mustalla katteella, jonka emissiviteetti on 0,96. Kirkkaana, tuulettomana yönä ilman lämpötila on $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ja taivaan tehollinen lämpötila mustan säteilyn lähteenä on $-60 \text{ }^\circ\text{C}$. Katon alapuoli on hyvin eristetty.

- a) Arvioi katon pintalämpötila, jos konvektiivinen lämmönsiirtokerroin on $5 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- b) Tuulen puhaltaessa konvektiivinen lämmönsiirtokerroin kasvaa arvoon $20 \text{ W/m}^2\text{K}$, mikä on katon uusi lämpötila?
- c) Mikä on a)-kohdan tulos, jos katto on alumiinia, jonka emissiviteetti on 0,15?

5. Dieselvoimalaitos tuottaa pakokaasuja 3 kg/s lämpötilassa $500 \text{ }^\circ\text{C}$. Kaasu jäähdytetään $200 \text{ }^\circ\text{C}$:een kattilassa, joka tuottaa höyryä paineessa 180 kPa. Määritä vaadittava lämmönsiirtopinta-ala ja syntyvän höyryn määrä, jos kokonaislämmönsiirtokerroimeksi voidaan arvioida $150 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pakokaasulle $c_p = 1090 \text{ J/kgK}$.