

ENER-3010 LÄMMÖNSIIRRON PERUSTEET
Tentti 17.12.2012

Tentissä saa käyttää:

- opintojakson oppikirja Mills, A. F., *Basic Heat and Mass Transfer* tai kirjasta otetut kopiot
- ohjelmoitava laskin
- sanasto 9.11.2011

(5 pist./tehtävä)

1. Selitä lyhyesti:

- a) aikavakio
- b) ripojen merkitys
- c) konvektiivinen lämmönsiirtokerroin
- d) Reynoldsin luku
- e) periodinen reunaehto
- f) numeerisen ratkaisun stabiilisuus
- g) diffuusio
- h) luonnollinen konvektio
- i) näkyvyyskerroin
- j) vastavirtalämmönsiirrin

2. Pesän seinässä on sisäpuolella 0,3 m:n paksuinen sisäkerros tulenkestävää tiiltä ($k = 1,7 \text{ W/mK}$), keskellä seinää on 0,2 m:n paksuinen kaoliinitiili ($k = 0,12 \text{ W/mK}$) ja ulkopinnassa 0,1 m:n paksuinen pintatiili ($k = 1,3 \text{ W/mK}$). Pesän savukaasujen lämpötila on 1400 K ja ulkopuolen ilman lämpötila on 300 K. Sisäpuolen lämmönsiirtokerroin on $100 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ulkopuolen $15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

- a) Määritä lämpöhäviö 4 m korkean ja 8 m pitkän seinän läpi.
- b) Myöhemmin halutaan, ettei ulkopinnan lämpötila saa ylittää 360 K. Voidaanko tämä saavuttaa paksuntamalla kaoliinitiilikerrosta?

3. Ulkohalkaisijaltaan 20 cm:n höyryputki on haudattu 1,5 m maan alle kuivaan maaperään. Höyryä virtaa putken läpi 1,4 kg/s. Oletetaan, että maan pinnan lämpötila on 15°C ja kylläisen höyryn paine on 1 bar. Arvioi 100 m:n matkalle putkea lauhtuvan höyryn määrä.

4. Ilmakehän vaikutusta auringon spektriin voidaan arvioida karkeasti olettamalla:
- 1) aurinko säteilee kuten musta kappale lämpötilassa 5760 K, 2) kaikki säteily lyhyemmällä aallonpituuksilla kuin $0,4 \mu\text{m}$ ja pidemmällä kuin $1,8 \mu\text{m}$ absorboituu ja 3) kirkkaana päivänä jäljelle jääneestä säteilystä 25 % absorboituu.
- a) Arvioi auringosta maan pinnalle tuleva säteily.
 - b) Selitä, miten voisit arvioida valkoisen epoksimaalin absorptiokerrointa maanpäälliselle auringonsäteilylle.
- Auringon halkaisija on $1,39 \cdot 10^9 \text{ m}$ ja etäisyys maapallosta $1,495 \cdot 10^{11} \text{ m}$.
5. Voimalaitoksen savukaasuesilämmittimen on lämmitettävä 10 kg/s vettä $340 \text{ K} \rightarrow 480 \text{ K}$. Savukaasua on saatavilla 30 kg/s lämpötilassa 750 K . Määritä
- a) savukaasun ulostulolämpötila lämmittimestä
 - b) vastavirtalämmönsiirtimeltä vaadittava pinta-ala, jos kokonaislämmönsiirtokerroin on $50 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Arvioi savukaasun ominaisuuksia ilman arvoilla.