

TTKK

Energia- ja prosessitekniikka



25300 Lämmönsiirron perusteet

Ylimääräinen tentti 21.11.1996

Kirjallisuuden käyttö sallittu

1. Auton etuikkuna pidetään huurteettomana puhaltamalla sen sisäpinnalle  $+40^{\circ}\text{C}$  ilmaa. Konvektiivinen lämmönsiirtokerroin on  $30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Talvipäivänä ulkoilman lämpötila on  $-20^{\circ}\text{C}$  ja konvektiivinen lämmönsiirtokerroin ulkopuolella on  $65 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Laske 4mm paksun lasin sisäpinnan ja ulkopinnan lämpötilat.
2.  $27^{\circ}\text{C}$  vettä virtaa 50 mm halkaisijaisessa putkessa nopeudella 30 mm/s. Laske virtauksen ja putken välinen lämmönsiirtokerroin kohdassa  $x=500 \text{ mm}$  (putken alusta). Mikä on vastaava lämmönsiirtokerroin, jos virtausnopeus kasvaa arvoon 100 mm/s?
3. Assistentti N.N. ajautuu autiolla etelämeren saarelle, jonka ilma, vesi ja maaperä ovat lämpötilassa  $25^{\circ}\text{C}$ , varusteinaan kaulahuivi ja täysi oluttölkki ( $d=6 \text{ cm}$ ). Hän päättää jäädyttää tölkkiä kietomalla sen ympärille märän kaulahuivin ja sijoittamalla sen varjoon, jossa tuulen nopeus on 15 m/s. Tölkin lopullinen lämpötila on assistentin arvion mukaan  $17^{\circ}\text{C}$ . Mikä on ilman kosteus saarella?
4. Vastavirtalämmönsiirtimessä jäädytetään etanolia  $75^{\circ}\text{C}$ :sta  $35^{\circ}\text{C}$ :een. Massavirta on 0.2 kg/s. Jäähdytysvesivirta on 0.16 kg/s ja sen tulolämpötila on  $12^{\circ}\text{C}$ . Konvektiivinen lämmönsiirtokerroin putken ja etanolin välillä on  $340 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  sekä veden ja putken välillä  $225 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Lasiputkien seinämä on 3 mm ja lämmönjohtavuus  $1.4 \text{ W/mK}$ . Putkien ulkohalkaisija on 23 mm. Etanolin ominaislämpökapasiteetti vakiopaineessa on  $2520 \text{ J/kgK}$  ja veden  $4186 \text{ J/kgK}$ . Laske lämpökapasiteettivirtojen suhde, lämmönsiirtimen lämpötilahyötysuhde ja lämmönsiirtimessä tarvittava pinta-ala.
5. Pikkujoulu-glögi valmistetaan 20 litran lasiastiaan, jonka halkaisija on 30 cm ja massa 4 kg. Glögin ja astian lämpötila on  $80^{\circ}\text{C}$  hetkellä, jolloin se asetetaan avaran tilan keskellä olevalle eristetylle alustalle. Huoneen lämpötila on  $23^{\circ}\text{C}$ . Mikä on glögin lämpötila tarjoiluhetkellä kaksi tuntia myöhemmin, kun voidaan olettaa, että ulkopuolen kokonaislämmönsiirtokerroin ( $h_{\text{tot}} = h_{\text{konv}} + h_{\text{sät}}$ ) pysyy vakiona tämän ajan. Glögiä sekoitetaan silloin tällöin, joten sen lämpötila on joka kohdassa sama ja sisäpuolen lämmönsiirto on niin tehokasta, että myös astian lämpötila on sama kuin glögin. Glögin tiheys on  $1050 \text{ kg/m}^3$  ja ominaislämpökapasiteetti vakiopaineessa  $4.2 \text{ kJ/kgK}$ .