

**BIT 390 – Energifysikk**  
**Regneøvelser høsten 2011.**

**Oppgavesett til 8.9 2011**

OPPGAVE 6:

Et kullfyrt varmekraftverk leverer en elektrisk effekt  $P_e = 1.00$  GW. Dampen som produseres har en temperatur  $T_1 = 550$  °C, og kondensatortemperaturen er  $T_2 = 45$  °C. Eksergivirkningsgraden (“2. lovs-virkningsgraden”) til kraftverket er  $\epsilon = 0.50$ .

- Hvor stor termisk effekt,  $P_1 = \dot{Q}_1$ , krever kraftverket?
- Hvor mye kull tilsvares dette i døgnet, dersom kullet har en midlere brennverdi (reaksjonsentalpi) på  $\Delta H = 24$  MJ/kg?
- Som kjølevann for kraftverket brukes vannet fra en elv, hvor det strømmer  $\dot{V} = 80$  m<sup>3</sup>/s. Vannet har tettheten  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup> og spesifikk varmekapasitet  $c = 4.19$  kJ/K·kg. Hva er temperaturøkningen på vannet i elven?

OPPGAVE 7:

Dersom vi også tar hensyn til varmeovergangen mellom forskjellige substanser slik den er beskrevet av lign. (1.43) i læreboken, er det lett å se at lign. (1.39) generaliserer til:

$$\frac{1}{k} = \sum_i \frac{1}{k_i} + \sum_j \frac{1}{h_j}$$

der  $h_j$  er *varmeovergangstallet* for overgang  $j$ . Denne formelen er bare bekvem å bruke dersom vi antar at  $h_j$  er uavhengig av temperaturforskjellen  $\Delta T$ . Dersom varmeovergangen i hovedsak skyldes konveksjon er dette strengt tatt ikke tilfellet (se tabell 1.11). Det er en ærverdig tilnærming som ofte kalles «Newtons lov» for kjøling, og som ofte brukes i praksis.

I det følgende skal vi se på varmegjennomgangen gjennom vindusglass med tykkelse  $d = 4.0$  mm. Glasset har varmeledningsevnen  $\lambda = 0.8$  W/m·K og vi regner at varmeovergangstallet luft/glass er  $h = 10$  W/m<sup>2</sup>·K, både på innsiden og utsiden av glasset.

- Finn  $k$ -verdien (varmegjennomgangskoeffisienten) til denne glassruten. Hva er varmestrømmen gjennom en rute med areal  $A = 2$  m<sup>2</sup>, dersom temperaturforskjellen er  $\Delta T = 20$  °C?
- Et dobbeltvindu består av to slike glassruter, adskilt av et luftrom med tykkelse  $d_l = 1.0$  cm. Varmeledningsevnen til luft er  $\lambda_l = 2.3 \cdot 10^{-3}$  W/m·K. Finn  $k$ -verdien og varmestrømmen for dette vinduet, dersom  $\Delta T$  er den samme som før.
- Gjenta beregningene i forrige punkt for *tre* lag glass, med samme avstand som før.

### OPPGAVE 8:

Varmestrømmen på grunn av stråling fra et legeme med temperatur  $T_1$ , areal  $A$  og (midlere) emissivitet  $\epsilon_1 = \epsilon(T_1)$  i omgivelser med temperatur  $T_2$ , og emissivitet  $\epsilon_2 = \epsilon(T_2)$  er:

$$\dot{Q} = \sigma A (\epsilon_1 T_1^4 - \epsilon_2 T_2^4) ,$$

hvor  $\sigma$  er Stefan-Boltzmanns konstant,  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ . Se bort fra varmeledning til luften i denne oppgaven.

- a) Hvor mye strålevarme avgir en påkledd person i et rom der temperaturen er  $T_2 = 20^\circ\text{C}$  dersom emissiviteten  $\epsilon$  både til klærne og veggene i rommet er  $\epsilon = 0.85$ ? Temperaturen på overflaten av klærne er typisk  $T_1 = 29^\circ\text{C}$ , og overflatearealet til en voksen person rundt  $A = 2.2 \text{ m}^2$ .
- b) Hva blir strålingstapet dersom personen tar av seg klærne? Hudtemperaturen er typisk  $T_1 = 33^\circ\text{C}$  og emissiviteten til naken hud  $\epsilon_1 = 0.97$ .
- c) Personen kler på seg igjen, og går ut, hvor temperaturen er  $T_2 = -10^\circ\text{C}$ . Hva blir strålingstapet til omgivelsene før klærne begynner å avkjøles, når vi antar at  $\epsilon_2 = 1.0$ .

EKAMENSPPGAVE 1, 2011V.