

Oppgaver om latent heat for forståelse:

1. Hvilken effekt har kondens på et glass isvann på hvor raskt isen smelter? Vil kondensen fremskynde smelteprosessen eller bremse den?

Fasit:

Når vann kondenseres på glassen, den frigjøres varmen som oppvarmer glass og vann og smelter is. Den fremskynder smelte prosessen.

When water condenses on the glass, it releases heat that warms the glass and water and melts the ice. It speeds up the melting process.

Oppgaver om varmeledning:

2. Vi har et tolags vindu som har et areal på $1,50 \text{ m}^2$ og er laget av to ruter med $0,800 \text{ cm}$ tykt glass atskilt med et luftmellomrom på $1,00 \text{ cm}$.
Termisk ledningsevne: $k_g = 0.84 \text{ J/sm}^\circ\text{C}$ for glass, og $k_L = 0.023 \text{ J/sm}^\circ\text{C}$ for luft.

- (a) Beregne varmeledningshastigheten gjennom vindu hvis innvendige overflatetemperaturen er $15,0^\circ\text{C}$, mens den på utsiden er $-10,0^\circ\text{C}$.
(Tips: Regne ut først R-verdi til de lagene. Dette problemet ignorerer den økte varmeoverføringen i luftgapet på grunn av konveksjon.)

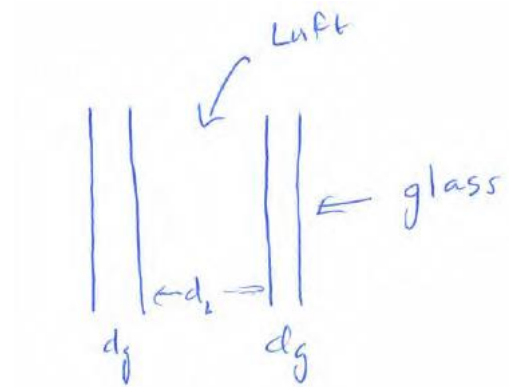
Fasit: $Q/t = 82.6 \text{ W}$

First draw diagram:

We have 2 panes of glass with air between. This is conduction through 3 layers: glass, air, glass

The heat transfer rate is

$$\frac{Q}{t} = \frac{A (T_2 - T_1)}{R_{tot}}$$



Calculate the total R-value through the window:

Sum up the R- value through each layer.

$$R_{tot} = R_g + R_L + R_g$$

$$\text{For glass: } R_g = \frac{d_g}{k_g} = \frac{0.008 \text{ m}}{0.84 \text{ J/sm}^\circ\text{C}} = 9.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$\text{For air: } R_L = \frac{d_L}{k_L} = \frac{0.01 \text{ m}}{0.023 \text{ J/sm}^\circ\text{C}} = 0.435 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$R_{tot} = R_g + R_L + R_g = 0.454 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$\frac{Q}{t} = \frac{A (T_2 - T_1)}{R_{tot}} = \frac{1.50 \text{ m}^2 \cdot (15.0^\circ\text{C} - (-10.0^\circ\text{C}))}{0.454 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}} = 82.6 \text{ Watts}$$

- (b) Beregne varmeledningshastigheten gjennom et enkelt lags 1,60 cm tykt vindu i samme område og med samme temperaturer.

Use the same formula with the R value for the glass layer

$$\frac{Q}{t} = \frac{A (T_2 - T_1)}{R_{2g}}$$

$$\text{For 2 plates glass: } R_{2g} = \frac{d_{2g}}{k_g} = \frac{0.016 \text{ m}}{0.84 \text{ J/sm}^\circ\text{C}} = 0.019 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$$

$$\frac{Q}{t} = \frac{A (T_2 - T_1)}{R_{tot}} = \frac{1.50 \text{ m}^2 \cdot (15.0^\circ\text{C} - (-10.0^\circ\text{C}))}{0.019 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}} = 1.97 \text{ kW}$$

- (c) Sammenlign svaret ditt med det for del (a)

Varme transport for 3 layer, (2 glass, 1 air) :

$$Q_1 = 82.6 \text{ W}$$

Varme transport for single layer (2 sheets glass with no air):

$$Q_2 = 1.97 \text{ kW}$$

$$Q_2/Q_1 = 1.97 \text{ kW} / 82.6 \text{ W} = 23.8 \text{ about 24 times faster heat loss!}$$

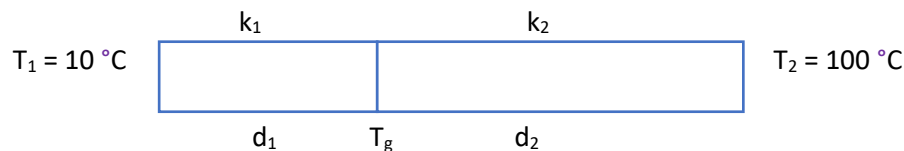
This is why most windows have a layer of glass in between.

3. En stav består av to deler med forskjellig ledningsevne,
 $k_1 = 205 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, og $k_2 = 385 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
 $d_1 = 0.15 \text{ m}$, $d_2 = 0.30 \text{ m}$

Temperaturen på hver side er $T_1 = 10^\circ\text{C}$ og $T_2 = 100^\circ\text{C}$

Den universell gasskonstanten er R.

Du skal ikke regne med numeriske verdier i denne oppgaven, og ikke bruke diagrammet til å anslå verdier.



Beregn temperaturen T_g i grensesjiktet

Fasit: $T_g = 53.5^\circ\text{C}$

$$R_1 = \frac{d_1}{k_1} = \frac{0.15 \text{ m}}{205 \text{ W/m}^\circ\text{C}} = 7.3 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{Cm}^2/\text{W}$$

$$R_2 = \frac{d_2}{k_2} = \frac{0.30 \text{ m}}{385 \text{ W/m}^\circ\text{C}} = 7.8 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{Cm}^2/\text{W}$$

$$\frac{Q_1}{t} = \frac{A \Delta T}{R_1} = \frac{A(T_1 - T_g)}{R_1} \quad \text{and} \quad \frac{Q_2}{t} = \frac{A \Delta T}{R_2} = \frac{A(T_g - T_2)}{R_2}$$

$$\frac{Q_1}{t} = \frac{Q_2}{t} \quad \text{Samme varmetransport gjennom hver del}$$

$$\frac{A(T_1 - T_g)}{R_1} = \frac{A(T_g - T_2)}{R_2} \quad \text{Løse den for } T_g:$$

$$T_g = \frac{R_2 T_1 + R_1 T_2}{R_1 + R_2}$$

$$T_g = \frac{10^\circ\text{C} \cdot 7.8 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{Cm}^2/\text{W} + 100^\circ\text{C} \cdot 7.3 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{Cm}^2/\text{W}}{(7.8 + 7.3) \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{Cm}^2/\text{W}}$$

$$T_g = 53.5^\circ\text{C}$$

Oppgaver om varmestråling og konveksjon:

4. Det renner varmt vann i et kobberrør med diameter på 20mm. Overflatetemperaturen til kobberrøret er $T_r = 80^\circ\text{C}$. Kobberrør avgir varmen til omgivelsene ved begge stråling og ved konveksjon til luft i rommet. For konveksjon er varmeovergangskoeffisienten fra kobber til luft: $h = 6 \text{ W/m}^2\text{C}$
 For stråling emissivity for kobber rør $e = 0.78$
 Luft temperatur er $T_l = 20^\circ\text{C}$,

- a) Hvor stor er varmetap per meter av røret på grunn av konveksjon

Fasit: $Q/t = 22.7 \text{ W}$

Heat loss due to convection:

$$Q/t = h A (T_R - T_L)$$

$$Q/t = 6 \text{ W/m}^2\text{C} \cdot 0.063 \text{ m}^2 (80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 22.7 \text{ W}$$

- b) Hvor stor er varmetap per meter av røret på grunn av stråling?

Heat loss due to radiaton:

$$Q/t = \sigma e A (T_R^4 - T_L^4)$$

Here the temperature is in Kelvin!

Pipe temperature is : $T_R = 80^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$

Air temperature is: $T_L = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$

The heat loss from radiation is:

$$Q/t = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0.78 \cdot 0.063 \text{ m}^2 ((354\text{K})^4 - (293\text{K})^4)$$

$$Q/t = 22.6 \text{ W}$$

About the same!

