9. gyakorlat

F1

$T_b = 20°C$
$T_{k1} = 0°C$
$P_1 = 2000 W$
$T_{k2} = -10°C$

Ha a ház belső hőmérséklete állandó, akkor fűtőtest által leadott hőteljesítmény megegyezik a falakon keresztül kiáramló hőteljesítménnyel.

A falakon kiáramló hőteljesítmény arányos a hőmérséklet-különbséggel.

Tehát: $P = A \cdot (T_b - T_k)$ (A egy arányossági tényező)

Vagyis a két esetre alkalmazva:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_b - T_{k2}}{T_b - T_{k1}} \rightarrow \underline{\underline{P_2 = 3000 W}}$$

F2

$d_1 = 38 cm$
$K_1 = 0{,}52 \frac{W}{Km}$
$d_2 = 30 cm$
$K_2 = 0{,}18 \frac{W}{Km}$
$\left.\begin{array}{l} T = 23°C \\ T_0 = 5°C \end{array}\right\} \Delta T = T - T_0$

A hővezetés egyenlete, ha a hőmérséklet-eloszlás nem változik (stacionárius állapot):

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = K \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Ismét a ki- és beáramló hőteljesítmény azonos:

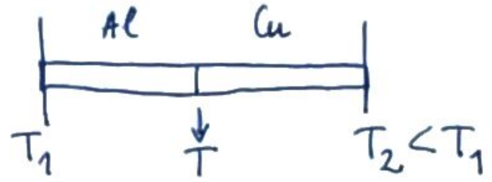
$$P = K \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{d}$$

A két esetet összehasonlítva:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{K_1}{K_2} \cdot \frac{d_2}{d_1} = 2{,}28 \rightarrow \underline{\underline{P_2 = 0{,}44 P_1}} \rightarrow \sim 56\%\text{-kal kevesebb teljesítmény}$$

F3

$L = 50\,cm$
$A = 10\,cm^2$
$T_1 = 100°C$
$T_2 = 0°C$
$k_{Al} = 240\,\frac{W}{K\cdot m}$
$k_{Cu} = 400\,\frac{W}{K\cdot m}$



Az állandósult hőáram (T_1-től T_2 felé):

$$P_{Al} = k_{Al} \cdot A \cdot \frac{T_1 - T}{L} \Rightarrow \text{alumíniumban}$$

$$P_{Cu} = k_{Cu} \cdot A \cdot \frac{T - T_2}{L} \Rightarrow \text{rézben}$$

A hőáram a szerkezet bármelyik pontjában ugyanakkora, ezért:

$$k_{Al} \cdot A \cdot \frac{T_1 - T}{L} = k_{Cu} \cdot A \cdot \frac{T - T_2}{L}$$

$$k_{Al} T_1 - k_{Al} T = k_{Cu} T - k_{Cu} T_2$$

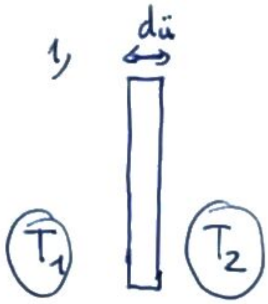
$$k_{Al} T_1 + k_{Cu} T_2 = (k_{Al} + k_{Cu}) T$$

$$\underline{\underline{T}} = \frac{k_{Al} T_1 + k_{Cu} T_2}{k_{Al} + k_{Cu}} = \underline{\underline{37{,}5°C}}$$

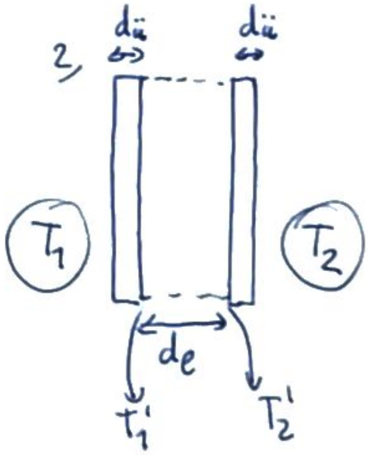
F4

$d_ü = 2\,mm$
$d_e = 1\,cm$
$k_ü = 1{,}2\,\frac{W}{Km}$
$k_e = 0{,}025\,\frac{W}{K\cdot m}$

1,



2,



Hőáram az 1, esetben: $P_1 = A k_ü \frac{T_2 - T_1}{d_ü}$

Hőáram a 2, esetben (minden rétegen azonos):

$$P_2 = k_ü A \frac{T_1' - T_1}{d_ü} = k_e \cdot A \cdot \frac{T_2' - T_1'}{d_e} = k_ü A \cdot \frac{T_2 - T_2'}{d_ü}$$

$$\rightarrow T_1' - T_1 = T_2 - T_2' \rightarrow T_1' = T_1 + T_2 - T_2'$$

Ezt beírva az utolsó egyenlőségbe:

$$\frac{k_e}{d_e}\left(2T_2' - T_1 - T_2\right) = \frac{k_ü}{d_ü}(T_2 - T_2')$$

Behelyettesítve k és d értékeit: (d-t m-be átváltva)

$$\frac{5}{2}\left(2T_2' - T_1 - T_2\right) = 600(T_2 - T_2')$$

$$10T_2' - 5T_1 - 5T_2 = 1200T_2 - 1200T_2'$$

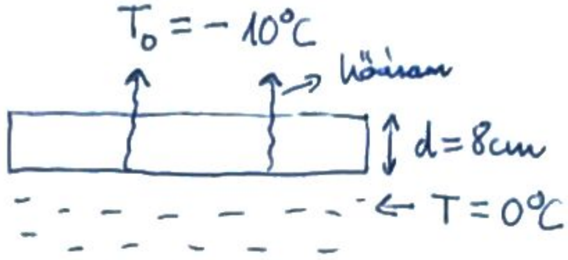
$$1210\,T_2' = 1205T_2 + 5T_1$$

$$T_2' = \frac{241T_2 + T_1}{242}$$

Tehát:

$$\underline{\underline{P_2}} = k_ü A \cdot \frac{T_2 - T_2'}{d_ü} = \frac{k_ü A}{d_ü} \cdot \frac{T_2 - T_1}{242} \overset{P_1 \text{ kifejezésével}}{=} \underline{\underline{\frac{P_1}{242}}}$$

F5



$(h = 1mm)$

$\kappa = 2{,}3 \ \frac{W}{K \cdot m}$

$L = 334 \ \frac{kJ}{kg}$

$\rho = 920 \ \frac{kg}{m^3}$

Kezdetben a hőáram nagysága:

$$P = \kappa \cdot A \cdot \frac{T - T_0}{d}.$$

Ha 1mm-rel megnövekszik a jég vastagsága, akkor a hőáram gyakorlatilag változatlan, mert 8cm >> 1mm.

A folyamatban megfagyott vízmennyiség:

$$m = \rho \cdot A \cdot h$$

A fagyáshoz szükséges, elvonandó hő nagysága:

$$Q = L \cdot m = \rho A h L$$

A P hőáram hatására ez a hőmennyiség t idő alatt vonódik el:

$$Q = P \cdot t \Rightarrow \rho A h L = \kappa \cdot A \cdot \frac{T - T_0}{d} \cdot t$$

Innen:

$$\underline{\underline{t}} = \frac{\rho h L d}{\kappa (T - T_0)} \approx 1070 \, s \approx \underline{\underline{20 \text{ perc}}}$$

(P6)

$R_N = 7{,}0 \cdot 10^8\,m$
$T_N = 6000\,K$
$r = 1{,}5 \cdot 10^{11}\,m$

a, A Nap által másodpercenként kisugárzott energia (Stefan-Boltzmann-törvény):

$$P_N = \sigma \cdot 4 R_N^2 \pi \cdot T_N^4$$

Ugyanennyi energia érkezik másodpercenként a Nap köré képzelt, r sugarú gömbfelületre:

Tehát a Hold $1 m^2$ nagyságú, sugárzásra merőleges felületre jutó energia másodpercenként (intenzitás):

$$\underline{\underline{I_H}} = \frac{P_N}{4 r^2 \pi} = \frac{\sigma R_N^2 T_N^4}{r^2} \simeq \underline{\underline{1600\,\frac{W}{m^2}}}$$

b, A Hold felületére merőlegesen beérkező energia azonos az ugyanitt kisugárzott energiával, hiszen a Hold felszíni hőmérséklete állandó.

$1 m^2$-re 1s alatt érkező energia: $I_H = \dfrac{\sigma R_N^2 T_N^4}{r^2}$

$1 m^2$-en 1s alatt kisugárzott energia: $I_{ki} = \sigma T_H^4$

$$I_H = I_{ki}$$

$$\underline{\underline{T_H}} = T_N \cdot \sqrt{\frac{R_N}{r}} \simeq \underline{\underline{410\,K}}$$