

A bevezetett vízgőz tömegét jelöljük m -mel! A megoldáshoz szükséges hőtani adatok: a víz forráshője, a jég olvadáshője, a víz fajhője és a jég fajhője:

$$L_f = 2256 \text{ J/g}, \quad L_o = 334 \text{ J/g}, \quad c_v = 4,183 \text{ J/(g } ^\circ\text{C)}, \quad c_j = 2,094 \text{ J/(g } ^\circ\text{C)}.$$

A kaloriméterben levő jég a bevezetett vízgőz hatására először folyamatosan melegszik, majd 0°C -on megolvad. Ezután a víz melegszik, végül 100°C -os vizet és vízgőzt kapunk. A hőmérséklet-kiegyenlítődést a gőz lassú bevezetése biztosítja. A folyamat során a bevezetett vízgőz által leadott hő és a kaloriméterben levő jég által felvett hő mindig megegyezik. 4 esetet különböztethetünk meg, ennek megfelelően a grafikon is 4 szakaszból fog állni:

1. $-36^\circ\text{C} < t < 0^\circ\text{C}$; a kaloriméterben jég van. Ez akkor következik be, ha $m < m_1$.
2. $t = 0^\circ\text{C}$; a kaloriméterben jég és víz van. Ez akkor következik be, ha $m_1 < m < m_2$.
3. $0^\circ\text{C} < t < 100^\circ\text{C}$; a kaloriméterben víz van. Ez akkor következik be, ha $m_2 < m < m_3$.
4. $t = 100^\circ\text{C}$; a kaloriméterben víz és vízgőz van. Ez akkor következik be, ha $m_3 < m$.

1986-05-225-1.eps

Határozzuk meg a határesetekhez tartozó m_1 , m_2 és m_3 értékeket a leadott és felvett hő egyenlősége alapján!

$$(1000 \text{ g}) \cdot 36^\circ\text{C} \cdot c_f = m_1 \cdot L_f + m_1 \cdot (100^\circ\text{C}) \cdot c_v + m_1 \cdot L_o,$$

innen

$$m_1 = \frac{(1000 \text{ g}) \cdot (36^\circ\text{C}) \cdot c_f}{L_f + (100^\circ\text{C}) \cdot c_v + L_o} \approx 24 \text{ g};$$

$$(1000 \text{ g}) \cdot 36^\circ\text{C} \cdot c_j + (1000 \text{ g}) \cdot L_o = m_2 \cdot L_f + m_2 \cdot (100^\circ\text{C}) \cdot c_v,$$

innen

$$m_2 = \frac{(1000 \text{ g}) \cdot [(36^\circ\text{C}) \cdot c_j + L_o]}{L_f + (100^\circ\text{C}) \cdot c_v} \approx 152 \text{ g};$$

$$(1000 \text{ g}) \cdot (36^\circ\text{C}) \cdot c_j + (1000 \text{ g}) \cdot L_o + (1000 \text{ g}) \cdot (100^\circ\text{C}) \cdot c_v = m_3 \cdot L_f,$$

így

$$m_3 = \frac{(1000 \text{ g}) \cdot [(36^\circ\text{C}) \cdot c_j + L_o + (100^\circ\text{C}) \cdot c_v]}{L_f} \approx 365 \text{ g}.$$

A 2. és 4. esetben a hőmérséklet állandó. Az 1. és 3. esetben a kialakult hőmérséklet a bevezetett vízgőz tömegének függvényében a következő módon változik:

Az 1. esetben:

$$(1000 \text{ g}) \cdot [t - (-36^\circ\text{C})] c_j = m[L_f + (100^\circ\text{C}) \cdot c_v + L_o] + m \cdot [(0^\circ\text{C}) - t] \cdot c_j, \text{ ebből}$$

$$(1) \quad t = \frac{m \cdot [L_f + (100^\circ\text{C}) \cdot c_v + L_o] - (1000 \text{ g}) \cdot (36^\circ\text{C}) \cdot c_j}{[(1000 \text{ g}) + m] \cdot c_j}.$$

A 3. esetben:

$$(1000 \text{ g}) \cdot [(36^\circ\text{C}) \cdot c_j + L_o] + (1000 \text{ g}) \cdot t \cdot c_v = m \cdot L_f + m \cdot [(100^\circ\text{C}) - t] \cdot c_v,$$

ebből

$$(2) \quad t = \frac{m \cdot [(100^\circ\text{C}) \cdot c_v + L_f] - (1000 \text{ g}) \cdot [(36^\circ\text{C}) \cdot c_j + L_o]}{[(1000 \text{ g}) + m] \cdot c_v}.$$

Az (1) és (2) összefüggések hiperbola darabokat határoznak meg.

Összefoglalva tehát: ha $m < m_1 \approx 24 \text{ g}$, a hőmérséklet (1) szerint változik. Ha $m_1 < m < m_2 \approx 152 \text{ g}$, $t = 0^\circ\text{C}$. Ha $m_2 < m < m_3 \approx 365 \text{ g}$ a hőmérséklet (2) szerint változik. Ha $m_3 < m$, $t = 100^\circ\text{C}$.