

Dinamikus egyensúlyi állapot akkor alakul ki, ha a folyadék, illetve a folyadék és jég keverék felett a gőz telítve van. A térfogat növelésekor ahhoz, hogy a vízgőz telítetté váljék, víznek kell elpárolognia. A párolgás a rendszer zárttsága miatt csak a víztől vonhat el hőt.

Minden változás – a víz-jég fázisátalakulás – 0°C -os hőmérsékleten történik.

Ha az m_v kezdeti tömegű vízből m_g mennyiség párolog el, a párolgás által elvont hő $Q_p = L_p m_g$. A folyamat végére a maradék vízmennyiség megfagy, ez $Q_f = L_0(m_v - m_g)$ hő leadásával jár. A hőszigetelés miatt a felvett és a leadott hő megegyezik:

$$(1) \quad Q_f = Q_p, \quad \text{amiből} \quad m_g = \frac{L_0}{L_0 + L_p} m_v \approx 117 \text{ g.}$$

A keletkező jég tömege tehát

$$(2) \quad m_f = m_v - m_g = \frac{L_p}{L_0 + L_p} m_v \approx 883 \text{ g.}$$

Az m_g tömegű vízgőz térfogatát az ideális gázok állapotegyenletéből határozzuk meg:

$$p_0 V = (m_g/M) R T_0,$$

ahol $M = 18 \text{ g}$, a mólnyi mennyiségű vízgőz tömege.

Az (1) és (2) egyenletekből

$$(3) \quad V = \frac{L_0}{L_0 + L_p} \frac{m_v}{M} \frac{R T_0}{p_0} \approx 24 \text{ m}^3.$$

A térfogatot tehát 24 m^3 -rel kell megnövelni.

Nagyobb pontossággal számolni nem érdemes, hiszen a megoldás során a vízgőzt az ideális gázok állapotegyenletével írtuk le, ami – az alacsony hőmérséklet és a nagy nyomás miatt – erősen közelítő jellegű.

Sparing László (Szombathely, Nagy Lajos Gimn., III. o. t.)

Megjegyzés. A fenti megfontolás akkor jogos, ha a térfogatnövelést egy elválasztólap kivételével hajtjuk végre. Elképzelhető olyan megoldás is, hogy a gőzt egy dugattyú lassú mozgásával tágítjuk.

Alkalmazva az első főtételt

$$(4) \quad \Delta Q_k = \Delta U - \int p \, dV = 0$$

(ΔQ_k , a környezettel való hőcsere, adiabatikus folyamatnál nulla.)

A $\Delta U = Q_f - Q_p$ belső energiaváltozás most nem nulla, hanem a rendszer által végzett munkával egyenlő. A kvázisztatikus folyamat során a telített gőz nyomása állandó, így a végzett munka:

$$W = \int p_0 \, dV = p_0 V'.$$

Az (1) és (2) egyenletek helyett ekkor az

$$(5) \quad L_0(m_v - m_g) - L_p m_g = p_0 V',$$

$$(6) \quad p_0 V' = (m_g/M) R T_0$$

egyenleteket kell megoldanunk. Végeredményül valamivel kisebb térfogatot kapunk:

$$V' \approx 23 \text{ m}^3.$$

Kormos Tamás (Eger, Gárdonyi G. Gimn., IV. o. t.)