

### 3. Állapot, állapotjellemezés. Állapotváltozás, állapotváltoztatás

A vizsgált rendszerek mindig valamilyen *állapotban* vannak. Az állapotok egyértelmű leírásához *állapotjelzőket* használhatunk, melyek az egész rendszerre vonatkozó fizikai mennyiségek<sup>1</sup>. Ezek a fizikai mennyiségek lehetnek *extenzív* (összeadódó) mennyiségek. Ilyen például a tömeg ( $m$ ), a térfogat ( $V$ ) vagy a belső energia ( $U$ ). Lehetnek *intenzív* (kiegyenlítő) mennyiségek is. Ilyen például a nyomás ( $p$ ), a sűrűség ( $\rho$ ) vagy a termodinamikai hőmérséklet ( $T$ ).

Az állapot jellemezése mindig adott szempont alapján történik. Ha például a rendszeren elektromos áram folyik keresztül, akkor figyelembe kell venni a rendszer elektromos ellenállását, mint állapotjelzőt, egyébként pedig nem is kell tudomást venni róla.

A rendszer állapotának teljes leírásához mindig annyi állapotjelzőt kell felhasználnunk, amennyi az adott vizsgálati szempont alapján még éppen szükséges az állapot egyértelmű meghatározásához.

A rendszerek állapota lehet időben változatlan (statikus) vagy időben változó (dinamikus). Az időben változatlan állapotot *egyensúlyi állapotnak* nevezzük. Az energodinamika törvényszerűségei az egyensúlyi állapotokra érvényesek. Egyensúlyi állapotra tudjuk felírni az állapotjelzők közötti összefüggéseket megadó *állapotegyenleteket* is. Emiatt sok esetben a változásokat is úgy képzeljük el, hogy kismértékben különböző egyensúlyi állapotok sorozatán keresztül valósulnak meg (kvázisztatikus leírás).

Az időben változó rendszerek viselkedése során *folyamatok* figyelhetők meg. A folyamatok különféle áramlások. Lehetnek tisztán anyagáramlások vagy tisztán energiaáramlások, de leggyakrabban anyag- és energiaáramlások együtt. A könnyebb leírás érdekében a folyamatot részfolyamatokra bonthatjuk, azonban a valóságban a részfolyamatok önmagukban nem játszódnak le, szorosan összefonódnak a többi részfolyamattal, azoktól nem elkülöníthetők.

Egyensúlyi állapot esetében meg lehet különböztetni *statikus* és *dinamikus* egyensúlyi állapotot. A statikus egyensúlyi állapot olyan rendszerre jellemző,

---

<sup>1</sup> Litz József: Fizika II., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2005, pp. 100-101

melyre nem hat a környezete, és az egyensúly magától beállt. Dinamikus egyensúly esetén a rendszerre időben állandó külső hatás időben állandó kimenetet eredményez. A rendszer egyensúlyban van, hiszen a rendszer állapotjelzői nem változnak, de ez az egyensúly csak addig tart, amíg a külső hatás fennáll. Sztatikus egyensúlyban lévő rendszerben nem játszódnak le folyamatok, míg dinamikus egyensúlyban lévő rendszerben több folyamat is lejátszódhat. Ilyenkor ezek a folyamatok (áramlások) időben állandóak.

A folyamatok hajtóereje az intenzív mennyiségek inhomogenitása. Ez rendszerint valamilyen (akár több) extenzív mennyiség változását is eredményezi. A környezetével kapcsolatban nem lévő (zárt) rendszerben a folyamatok addig tartanak, amíg a rendszeren belül minden intenzív mennyiség térben homogénné nem válik: beáll a sztatikus egyensúly. Dinamikus egyensúlyban lévő rendszerben egy vagy több intenzív mennyiség térben inhomogén marad.

Az állapotjelzők között vannak *konjugált* állapotjelzők. A konjugált állapotjelzők párosával definiálhatók: egy extenzív és egy intenzív mennyiség alkot konjugált állapotjelző párt. Az intenzív mennyiség tekinthető egy „általánosított erő”-nek, az extenzív mennyiség pedig egy „általánosított elmozdulás”-nak. Az „általánosított erő” okozza az „általánosított elmozdulás” változását, és a kettő szorzata energia dimenziójú. Ilyen konjugált állapotjelző pár például a nyomás – térfogat ( $p - V$ ), vagy termodinamikai hőmérséklet – entrópia ( $T - S$ ). Inhomogenitás a nyomásban ( $p$ ) térfogatváltozást okozhat ( $dV$ ); inhomogenitás a hőmérsékletben ( $T$ ) entrópiaváltozást okozhat ( $dS$ ). A fundamentális egyenletben (2.18 egyenlet) konjugált állapotjelzők szorzatai szerepelnek.

**Kérdéstár:**

1. Az \_\_\_\_\_ az egész rendszerre vonatkozó fizikai mennyiségek.
2. A részfolyamatok
  - a. anyagáramlások
  - b. energiaáramlások
  - c. anyag- és energiaáramlások
  - d. önmagukban lejátszódhatnak
  - e. önmagukban nem játszódhatnak le
  - f. részekből állnak
3. Extenzív mennyiség
  - a. inhomogén
  - b. összeadódik
  - c. kiegyenlítődik
  - d. dinamikus
  - e. statikus
4. Intenzív mennyiség
  - a. inhomogén
  - b. összeadódik
  - c. kiegyenlítődik
  - d. dinamikus
  - e. statikus
5. Konjugált állapotjelzők
  - a. szorzata mindig állandó
  - b. szorzata mindig munka jellegű
  - c. szorzata mindig hő jellegű
  - d. szorzata mindig energia dimenziójú
  - e. szorzata mindig változik

