

## Hol vagyunk most? Definiáltuk az alapvető fogalmakat!

- TD-i rendszer, fajtái
- Környezet, fal
- TD-i rendszer jellemzői
- TD-i rendszer leírásához szükséges változók, állapotjelzők, azok csoportosítása
- TD-i rendszer belső energiája (mikroszkópikus kép makroszkópikussal szemben)

## Kezdjük el végre a TD-t!

Axiomatikus felépítés – az axiómák megalapozottságát a felépített elmélet teljesítőképessége igazolja majd!

Különböző axióma-rendszerek is használhatók ugyanannál az elméletnél.

Mi a klasszikus (történeti) utat követjük.

- 0. főtétele: egyensúly fogalma,  $T$  definíciója  
Alkalmazások: állapotegyenletek (ideális gáz, reális gáz, ...).
- I. főtétele: belső energia (belső energia függvény) bevezetése  
Alkalmazások: entalpia, hőkapacitás.
- II. főtétele: entrópia (entrópia függvény) bevezetése  
Alkalmazások: potenciálfüggvények.
- III. főtétele
- Statisztikus TD. alapjai
- Fázisegyensúlyok

## A TD 0. FŐTÉTELE: EGYENSÚLY, HŐMÉRSÉKLET FOGALMA

### Mi az egyensúly?

Azok az állapotok, amelyekben minden mérhető (makroszkópikus) mennyiség változása megszűnt. Az egyensúlyi állapotok függetlenek a rendszer előéletétől.

Miért kell óvatosan bánni az egyensúly fogalmával?

1. Műszereink „időfelbontása” nem elégséges
  - lassú folyamatok (gleccser)
  - gyors folyamatok (molekuláris mozgás)
2. Műszereink „térfelbontása” nem elégséges:  
makroszkópikus mérőeszközünk nem érzékeli a molekuláris szintű szerkezetből, mozgásból eredő kicsiny változásokat, fluktuációkat.

Kvalitatív mikroszkópikus kép:

Ha a TD-i rendszer gyorsan, akadály nélkül végigjárja a hozzáférhető reprezentatív mikroszkópikus állapotokat a makroszkópikus mérés alatt, akkor a rendszer egyensúlyi. Az egyensúly dinamikus.

Később látjuk a pontosabb fogalmazás értelmét: egyensúlyban a makroszkópikus változók, állapotjelzők várható értéke független az időtől.

**Akár definíciószerűen is: létezzenek egyensúlyi állapotok!**

Megjegyzés:

Egyensúlyi állapotokra alapozzuk a TD-t. Ha nem lesz ellentmondás az elméletben, akkor az egyensúlyi feltételezés korrekt volt.

**Tapasztalat:** ha két egyensúlyban lévő testet kontaktusba hozunk (közvetlenül vagy nem-adiabatikus falon keresztül), általában változások indulnak meg (energiaáramlás!), s előbb-utóbb egyensúly áll be.

Ha A és B testek egyensúlyban vannak

és

A és C testek is egyensúlyban vannak

akkor

B és C testek is egyensúlyban vannak.

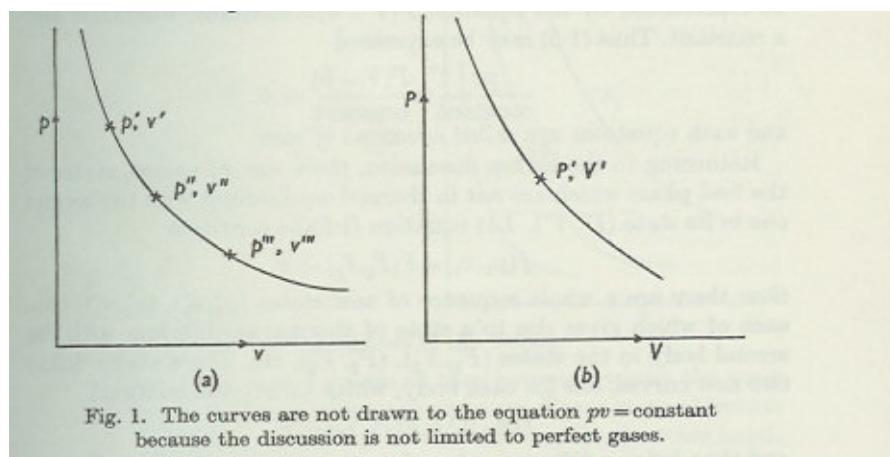
*Ez a TD. 0. főtétele.*

Száma: történeti fejlődés miatt lett 0.

# HŐMÉRSÉKLET DEFINÍCIÓJA

Fenomenologikus út:

- TD-i rendszer (homogén, ..., 1 fázis)
- Állapotát általában 2 intenzív állapotjelző határozza meg – legyenek ezek a nyomás ( $p, P$ ) és a specifikus térfogat ( $v, V$ , térfogat per egységnyi tömeg)
- Válasszunk két testet  $(p_1, v_1)$  és  $(P_1, V_1)$  tulajdonságokkal!  
↓
- Két test között (termikus) kontaktus létrehozása  
↓
- Egyensúlyban:  $(p_1', v_1')$  és  $(P_1', V_1')$   
↓
- Testek szétválasztása, majd az első test  $(p_1', v_1')$  változtatása úgy, hogy továbbra is egyensúlyban legyen a második testtel  $(P_1', V_1')$ -vel:  $(p_2', v_2')$ ,  $(p_3', v_3')$ , ... állapotok létrehozása.  
↓
- $(p_2', v_2')$ ,  $(p_3', v_3')$ , ... állapotok egyensúlyban vannak  $(p_1', v_1')$ -vel (TD. 0. főtétele)  
↓
- Ábrázolható: egyensúlyi pontok az 1. testre, de ugyanez az eljárás megtehető a 2. testre is.

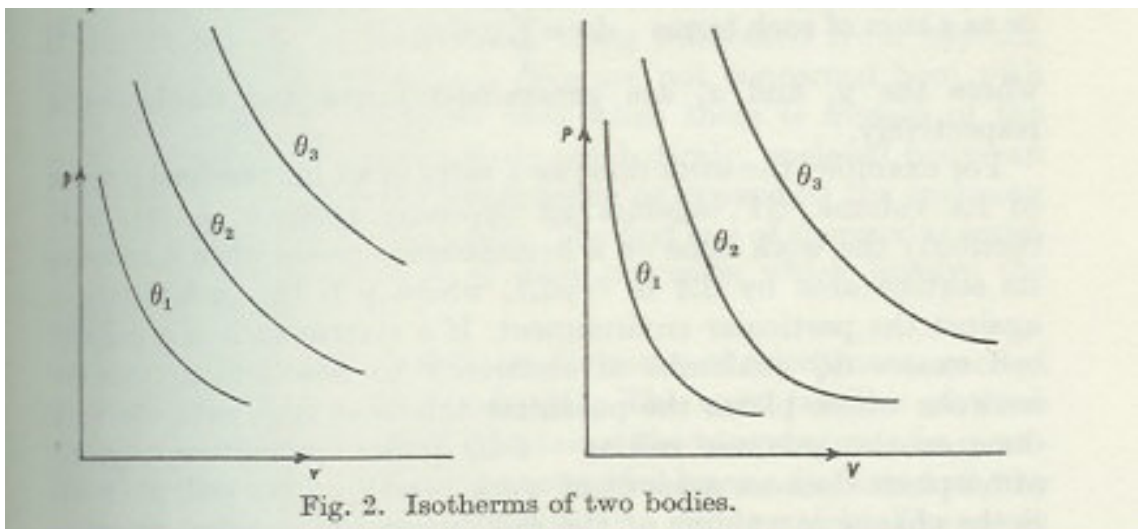


- Van a két görbének egy közös tulajdonsága: a hőmérséklet!

- Matematikailag:  $f_1(p,v)=\Theta_1$  és  $f_2(P,V)=\Theta_2$

$\Theta_1$  és  $\Theta_2$  állandók, egy konstans hozzáadásával azonossá válnak

- Tehát van egy-egy olyan függvény mindkét rendszerre, melyek értéke a két görbe mentén megegyezik.
- A kísérletsort más  $(p,v)$  párokból indítva más görbét kapunk!  
↓
- Egy görbesereg előállítható, melyek mindegyikére más és más  $\Theta$  értéke. Ezek a görbék az izotermák!



- Végtelen számú izoterma
- Ha választunk egy referenciaanyagot, ismerve annak izotermáit, és elfogadva valamilyen konvenciót a görbék számozására, egy empirikus hőmérsékleti skálát tudunk előállítani → °C skála is ilyen!
- Konvenció a referencia fázis  $\Theta$  függvényére: növekvő hőérzet növekvő  $\Theta$ -nak feleljen meg. Ugyanez: energiaáramlás irányával is egybeesik (ld. később).
- Lesz TD-i hőmérsékleti skála: a II. főtétellel kapcsolatban vezetjük be és megmutatjuk az empirikus és a TD-i skálák összefüggéseit is.
- A hőmérséklet mérése legtöbb esetben referenciaanyaggal szemben történik. A mérőeszköz neve: hőmérő (hőmérséklet mérő).

Definiáltuk az összes állapotjelzőt! Állapítsuk meg a kapcsolatot közöttük GÁZ, FOLYADÉK és SZILÁRD halmazállapotú rendszerekre, azaz írjuk le ezen rendszerek TD-i állapotát!

Két módszer (újra!): fenomenologikus és mikroszkopikus (korpuszkuláris).