

# SZÜCS ERVIN TECHNIKA ÉS ENERGIÁ

- Alapfogalmak  $\rightarrow$   $\rightarrow$  tény
- Szemrevételezett

1. Hőmérséklet	5. Hőmérséklet
2. Tény	6. Hőmérséklet
3. Idő	7. Tény
4. Elektromos áram	

## Alapfogalmak

### Teknológia

$\rightarrow$  Céltudatos tevékenység  
az az állapotváltoztatás

### Teknológiai

$\rightarrow$  Teknológiai folyamat a folyamatot  
és az az állapotváltoztatás

Állapot leírás  $\rightarrow$  néhány paraméter leírása

(Hőmérséklet (T) idő (t) térfogat (V) anyagmennyiség (M) sűrűség  $\rho$   $Q$   $E$   
de az paraméterek elhanyagolhatóak PL tábla min. felismerés  
vonnak

### Energiát fogalmának kialakítása:

- 1 - Hőenergia elmelet  $\rightarrow$  hőenergia (1837)
- 2 - az élet erő elve (visszatér)

$$\boxed{\text{Hőenergia}} \Rightarrow \boxed{\text{Hőenergia}}$$

- Összegzés Francia tudományos Akadémia  $\rightarrow$  nem létezik <sup>1775</sup>

$$\text{I. feltétel} \Rightarrow \Delta E = Q + W$$

nincs olyan gép ami nem  $\rightarrow$  hőenergia  $\Delta E = U \cdot \Delta X$   
szell energiát

$$\text{II. feltétel} \Rightarrow ds > 0$$

nincs olyan gép ami visszafelé  $\rightarrow$  entropia  
az az energiát  
hasznosítani lehet

$$\eta \leq 1$$

### Hőmérséklet mérése

azaz a hőmérséklet a hőmérséklet (antitétus) (mennyiség)  
azaz a hőmérséklet (mennyiség)

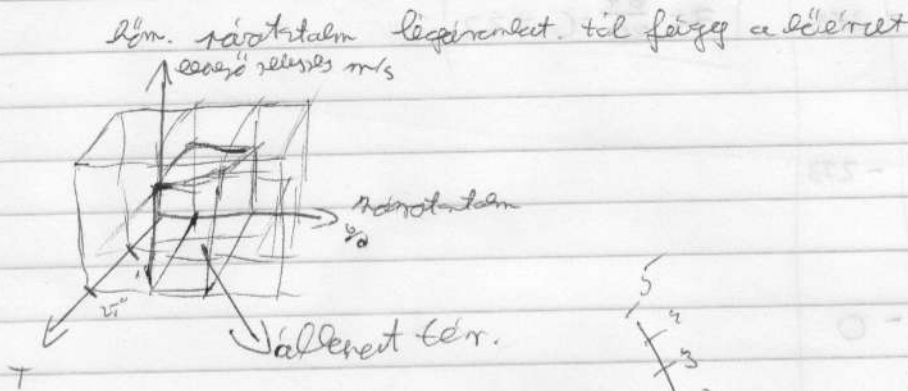
MAY 08 MÛTŐ 1930

2

3

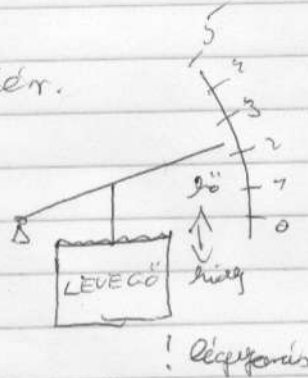
Hőmérséklet mérése:

JUNI 2 08:00



Hőmérséklet mérő eszközök:

- Galilei (1582)



101325 Pa

10<sup>5</sup> Pa a földi légnyomás

- Rey (1632) Francia figura

feljegyzés az életről és a munkáiról.

Hőmérsékleti skálák:

Fahrenheit

Reaumur

Celsius

Kelvin

	Évszám	alappont 1	alappont 2	alappont 3
Fahrenheit	1724-1736	0° jég és víz keverékének fagyáspontja	32° tisztán víz fagyáspontja	96° az emberi test hőmérséklete
Reaumur	1683-1757	0° víz fagyáspontja		80° a víz forráspontja
Celsius	1701-1744	100° a víz fagyáspontja	Egységek a székelyi forrásból	0° a víz fagyáspontja
Kelvin	1860	0 K abszolút 0° -273,16°	víz fagyáspontja 273,16°	víz forráspontja 373,16 K

## Erőgyakorlatok

Közelítés

↳ minden közelítésnél engedélyezett közelítés

(3)



Egyszerűsített tápfeszültségű ábrák ment:

- két rendszer közötti "közelítés" lehetősége
- egyszerűsített mindig a belső feltételek alapján meg
- egyszerűsített hidrogén közelítésének értéke meg
- minden feltételt állandóvá tételek számításra
- állandóvá tételek értéke attól függ, milyen mértékben <sup>változik</sup> ~~változik~~
- állandóvá tételek értéke attól függ, milyen mértékben <sup>változik</sup> ~~változik~~ a terhelés

Eredőből meghatározható lehetőségei:

- állandó feltételre
- állandó feltételre nem változik (azt az)
- konvergenz (energi) és konvergenz (energi) feltételre
- feltételre konvergenz közelítés és állandóvá tételek

Állapot

- $\infty$  az állapota lehetősége meg
- az állapota leírás állapota, abból néhányat rögzít

Technikai rendszerek:

- Az ember céljai megvalósítása érdekében rendszer
- leírás fő ill. rész rendszer  $\rightarrow$  rendszer leírása

Állapot módosítás

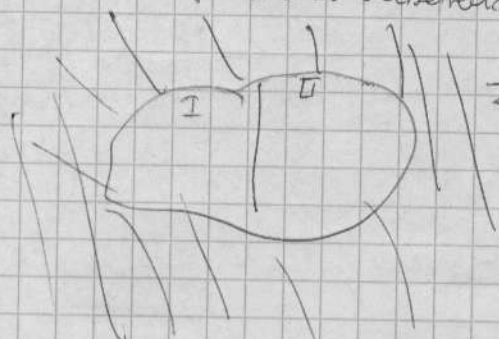
1. optikai
2. hirtelen
3. átmeneti
4. működés
5. töltés

## Állapotváltozás:

A kölcsönhatás mely energiaváltozással jár (tényleges a rendszer állapotának)

Energia változás számított feltétel.

Állapotváltozás.



Zárt rendszer (fizici)

$t_0$ : kezdeti  
 $t_1$ : végső } időnél

1. két tényleges: az ömz megfigyelt állapota (energiája megváltozik - szám m.)

$$E_0' + E_0'' = E_1' + E_1'' = \text{const.}$$

- ömz állapota (tényleges)

$$m_0' + m_0'' = m_1' + m_1'' = \text{const.}$$

- ömz tényleges

$$V_0' + V_0'' = V_1' + V_1'' = \text{const.}$$

## 1. lépés

nincs változás  $\rightarrow$  ténylegesen megfigyelt

$t_0 \rightarrow t_1$  "szór"

$\rightarrow$  megfigyelt van

## Tényleges lépések

$t_0$  előtt az  $I$ -s ténylegesen megfigyelt rendszer és utána megszűnik léte.

$t_0$ -ban: nincs megfigyelt de a kölcsönhatás miatt a fel nem észlelt

A kölcsönhatás tényleges fázisa a feladat

- nem felel meg a teljes rendszer energiájának

(Van megfigyelt a tényleges megfigyelt rendszerrel megfigyelt kölcsönhatás).

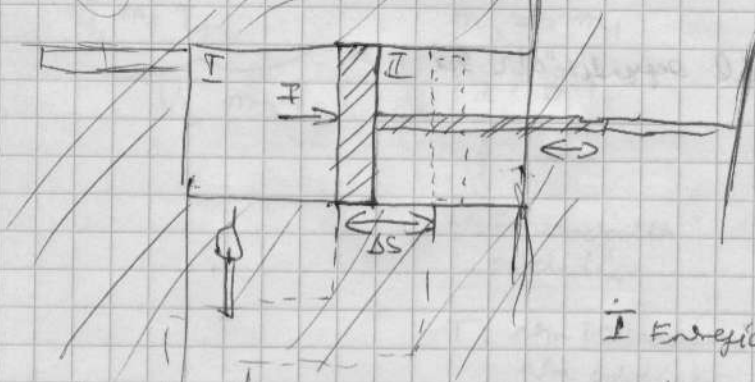


Feltekintve az adott rendszer állapotát

→ egyforma hőmérsékletű anyag meg (folyó állapot)

Négy részlet:

a) Szilárd anyagok leírása



I. Energia tárolás  $\Rightarrow \Delta E \rightarrow \Delta P \rightarrow \Delta V$   
 (másként nézve)  
 (térfeletváltozás)

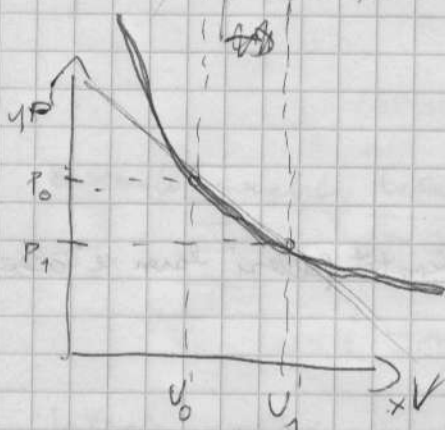
$$\Delta E = -W = -F \cdot \Delta s = -P \cdot \Delta V$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$V = \Delta s \cdot A$$

$$\Delta s = \frac{V}{A}$$

$$P = \frac{F}{A}$$



$$\Delta E = -P \cdot \Delta V$$

anyag, gáz, szilárd anyag

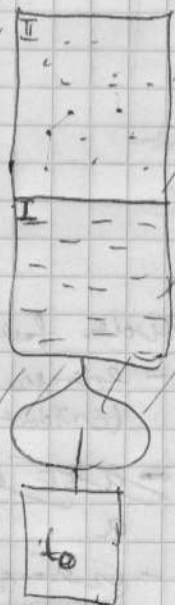
V: "térfelet"

$$P \cdot V = \text{áll.}$$

$$x \cdot y = \text{áll.}$$

$$f(x) = y = \frac{\text{áll.}}{x}$$

b)



hővezető közeg

hővezető közeg

hővezető

I. rész megfigyelés: az a hőmérséklet változás  
 hővezető közeg hővezető közegből → a gáz felületre (rétegre)

→ egyenlet: differenciális egyenlet

$$\Delta E = M \cdot \Delta n$$

$$\Delta E = \sum_{i=1}^n \Delta E_i = \sum_{i=1}^n M_i \cdot \Delta n_i$$

M: hőkapacitás

n: anyag mennyisége

# c) elektronok számolása

1. tényszerű:  $\pm \Delta E$

$1 \Rightarrow II$

q töltés áramlása

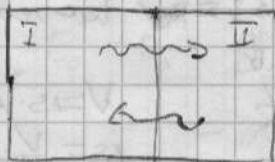


U el. potenciál egyenlítődjéről

$$\Delta E = U \Delta q$$

↓ ↓  
szoj. vált  
térp

# d) Termikus számolás



$T_I > T_{II}$

$\Delta E = Q$

↳ hő:

nem az állapotok közötti különbség hanem a hőszorlat

$$\Delta E = T \cdot \Delta S$$

↓  
entrópia

S "rendetlenség mértéke"

az állapot differenciális valószínűsége

Extensív és intenzív mennyiségek

A termodinamikai mennyiségek

extensív

intenzív

mechanikai

U (térpot)

P (nyomás)

- P · ΔV

kémi

n (részesrés)

μ (kémi potenciál) / M · ΔN

m (tömeg)

U (potenciál)

U · Δq

elektromos

q (el. töltés)

T (hőmérséklet)

T · ΔS

termikus

S (entrópia)



EXTENZÍV

additív összeadás

MAXWELL



INTENZÍV

szorzás

Minden folyamatban

- energia változás tartent

$\Delta E$  átlag

az energia átlag  
változás az átlag  
mennyiség változás  
értéke

az átlag  
térp a terjedelm  
és mennyiség

konstans m, de  
súlypontja átlag  
mennyiség

## Vízszintes átérfezet



$V_1, m_1, T_1$

$V_2, m_2, T_2$

$$V_3 = 3 \cdot V_1$$

$$m_3 = 3 \cdot m_1$$

$$T_3 \neq 3 \cdot T_1$$



$V$ : összeadható  
additív

$T$ : nem összeadható  
nem additív

## Externus mennyiség tulajdonságai:

- additív (összeadható) (térfogat létező)
- áramló
- megváltozását energiaváltozással mérni

## Internus mennyiség tulajdonságai: ?

$m: \text{ext}$

$v: \text{ext}$

$$\frac{m}{v} = \rho \text{ sűrűség}$$

$\rho_{\text{ext}} \rightarrow \text{internus}$

→ "lelő" internus mennyiség: nem additív "áramló" és "lelő" (interferencia)   
 "lelő" mennyiség: nem additív, "áramló" mennyiség. (interferencia)   
 → általában "lelő" mennyiség: ↑

- nem additív

- független a mértékegységtől



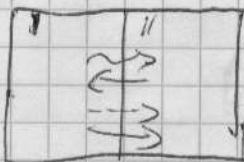
# Termodinamika feltételei

Externál cserék (x)  
Internál cserék (y)

## I. feltétel

Nincs tényleg hőcserélés (nincs olyan anyag, melyet hőcserélőnek lehetne használni)

$$\Delta E = Q + W = T \cdot \Delta S - P \cdot \Delta V$$



termodinamika

$$\Delta E = T \cdot \Delta S - P \cdot \Delta V + \mu \cdot \Delta n + U \Delta q + \dots$$

$\Delta E = (\text{internál}) + (\text{externál cserék változása})$

$$\Delta E = \sum_{i=1}^n y_i \cdot \Delta x_i \quad \text{I. feltétel}$$

Felvezérrel mi az össz energiák értéket (E)

egyszer a  $\Delta E$  az össz energiák  $\lambda$ -al része

$$E = \lambda \cdot \Delta E \Rightarrow \begin{cases} S = \lambda \cdot \Delta S \\ V = \lambda \cdot \Delta V \end{cases}$$

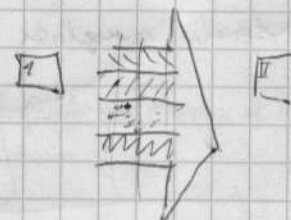
$$\Delta E = T \cdot \Delta S - P \cdot \Delta V$$

$$E = T \cdot S - P \cdot V$$

$$E = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i$$

~~AAA~~

termodinamika ferdemutatói, egyenlete



## Gibbs-Duhem reláció

Adott egy rendszer ami a hőmérséklet  $n$  foka hővezetésben állhat

A rendszer energiája a  $t_0$  és a  $t_1$  pillanatban

$$E_{t_1} = E = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i$$

$$E_{t_0} = \bar{E} = \sum_{i=1}^n \bar{y}_i \cdot \bar{x}_i$$

$$\Delta E = E - \bar{E} = \sum (y_i \cdot x_i - \bar{y}_i \cdot \bar{x}_i)$$

E megállhat

$\bar{E}$  kezdeti állapot

$\Delta E$  energia változása

$\Delta y$  internál változása

$\Delta x$  externál változása

$$\begin{cases} \Delta y = y_i - \bar{y}_i \\ \Delta x = x_i - \bar{x}_i \end{cases}$$

$$\Delta E = \sum [y_i \cdot x_i - (y_i - \Delta y_i) \cdot (x_i - \Delta x_i)]$$

$$(y_i \cdot x_i - y_i \cdot \Delta x_i - \Delta y_i \cdot x_i + \Delta y_i \cdot \Delta x_i)$$

charakterisztika  
 $\Delta y \cdot \Delta x$  különbség  
↑  
a változás



$$\Delta E = \sum_{i=1}^n (y_i \cdot x_i - y_i \cdot x_i + y_i \cdot \Delta x_i + \Delta y_i \cdot x_i)$$

$$\Delta E = \sum_{i=1}^n (y_i \cdot \Delta x_i + \Delta y_i \cdot x_i)$$

↳ hasonlítanak össze az 1 főtételével.

$$\Delta E = \sum_{i=1}^n (y_i \cdot \Delta x_i) \rightarrow \text{Ez biztosan igaz 1 főtételre.}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i \cdot \Delta y_i = 0$$

↳ ez a teljes differenciál az exponens.

Gibbs-Duhem reláció reaktánsai

1, Típus reaktánsai?

$$n=1$$

$$x \cdot \Delta y = 0$$

$x \neq 0$  mert "molekula"

$$\Delta y = 0 \Rightarrow \text{molekulák}$$

Nincs olyan lény, tiszta reaktáns.

2, "Hőenergia"?

$$E = T \cdot S - P \cdot V + \mu \cdot n + \phi \cdot q$$

$$\Delta E = T \cdot \Delta S - P \cdot \Delta V + \mu \cdot \Delta n + \phi \cdot \Delta q$$

A hő nem energia formája hanem az energia ~~átvitel~~ <sup>szállítás</sup> formája

A hő nem a rendszerből kifelé hanem a reaktánsokból

Nulladik feltétel

// Int. - energiák nem változnak a folyamat során  
- szimmetrikus  $\rightarrow$  egyenlőség

Az egyensúlyi rendszer és elemeinek feltétele az  
összes fellelhető rendszer közötti maximális hőmérséklet

(Oneigenheim)

Az egyensúly (eleme)

- szimmetrikus (ha  $A \sim B$  akkor  $B \sim A$ )

- Transitív (ha  $A \sim B$  és  $B \sim C$  akkor  $A \sim C$ )

## II. Feltétel

Örömmé / hőmérséklet mobil /

első lépés: az befektetés nélkül (1x befektetés)

második lépés: a befektetett összeg teljes egészében azonos mértékű befektetés

Célok:

I. feltétel: a befektetés az előzetes

II. feltétel: a befektetés a másodikat

$$\eta (\text{elvárt}) \neq 100\%$$

$$\eta < 1!$$

A II. feltétel: a befektetés, amely a második lépésben

- irányított (szükség esetén)

- megvalósítható (nem megvalósítható)

~~Számítás~~  $S$  az utolsó lépésben állap megvalósíthatósága megvalósítható  
munka elvégzése

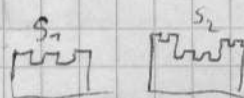
Állapot megvalósítása:  $S$  (entropia) / Boltzmann

Két rendszer entropiája  $S_1$  és  $S_2$

- II - állapotok megvalósítása  $W_1$  -  $W_2$

- II - entropia entropia:  $S = S_1 + S_2$  (ext)

- II - entropia entropia:  $W = W_1 \cdot W_2$



$$S = f(W)$$

$$S = S_1 + S_2$$

$$f(W) = f(W_1) + f(W_2)$$

$$W = W_1 \cdot W_2$$

$$f(W) = f(W_1 \cdot W_2)$$

log

$$S = k \cdot \log W_1 \cdot W_2 = k \cdot \log W_1 + k \cdot \log W_2 = S_1 + S_2$$

Az Entropia aránya a rendszer állapot megvalósíthatóságához

$$F = T \cdot S + \sum_{i=1}^n \mu_i \cdot X_i$$

$$S = \frac{F}{T} - \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{T} \cdot X_i$$

Bortos hely egy napra lefűtött szobában az entrópia értéke mindig növekszik  
 ezért rendszerben bármikor  $dS > 0$  2. főtétel

Stacionárius állapot

3. főtétel: „Nemst“

nem lehetséges végső állapot létezését egy, termodinamikai rendszer hőmérsékletét  
 az abszolút 0 fokra redukálni

Sonst nem lehet ~~ez~~ elérteni  $-273^\circ\text{C}$ -ra

Állapotjelölők neve:

a) Szakértés során milyen sorrendet ~~figyel~~ <sup>figyel?</sup>

- extenzív
- intenzív
- vektéri térfogat

b) geometriai tértranszformációja során h. észlelhet.

(eltolás, tükrözés, forgatás)

- skalar
- vektor
- tenzor

c) dimenzió or állományok felírása legyen legyen az alapmennyiségtől.

$$[B] = [A_1]^{n_1} \cdot [A_2]^{n_2} \cdot \dots \cdot [A_n]^{n_n}$$

~~alapmennyiség~~

~~massza~~  
~~tömeg~~  
~~idő~~  
~~elmozdulás~~

~~hőmérséklet~~  
~~anyagmennyiség~~  
~~fényerő~~

számszerűsített mennyiség

Alapmennyiség

Név

jel

dimenzió

egység

Massza

$m$

$M$

kg

Tömeg

$m$

$M$

g

idő

$t$

$T$

s

elmozdulás

$l$

$L$

m

Hőmérséklet

$T$

$\Theta$

$^\circ\text{K}$

anyagmennyiség

$n$

$\Xi$

mol

Fényerő

$I_v$

$N$

cd

(candela)



Számított mennyiségek

Térfelet	✓
Felület	A
Sűrűség	$\rho$
gyorsulás	a
góc	F
Mű	Q
Hő	W
Teljesítmény	P

$$\begin{aligned} L^3 \\ L^2 \\ N \cdot L^{-3} \\ L \cdot T^{-2} \\ M \cdot L \cdot T^{-2} \end{aligned}$$

Mértékegységek

$$\begin{aligned} m^3 \\ m^2 \\ \frac{m^2}{s^2} \\ m/s^2 \\ N = \text{kg} \cdot \frac{m}{s^2} \\ N \cdot m = J = \text{kg} \cdot \frac{m^2}{s^2} \\ N \cdot m = J = \text{kg} \cdot \frac{m^2}{s^2} \\ W = \frac{J}{s} \end{aligned}$$

Alkalmazások

(Számítások feltételei)

Miért kell ez?

$$t = 245$$

$$h = 3,6m$$

1. feladat

- Számítások

számítások

Kis mennyiségű számítások

- teljesítmény számítások

$$a < b \\ a = b$$

- algebrai test

$$A \subset B \subset C \Rightarrow (A \cap B) \subset C$$

$$A \cup B \subset C$$

- topológiai tér (számítások)

számítások

Egyenlet

Por egyenlet

számítások

számítások

számítások

számítások

2. feladat

általában a számítások

számítások: számítások - számítások

számítások: számítások, számítások

$$\square + \square = \square$$

számítások: számítások, számítások

$$\begin{aligned} & \square \xrightarrow{\Delta E} \square \\ & 100Pa \quad 1Pa \end{aligned}$$

számítások: számítások, számítások

3. feladat

4. feladat

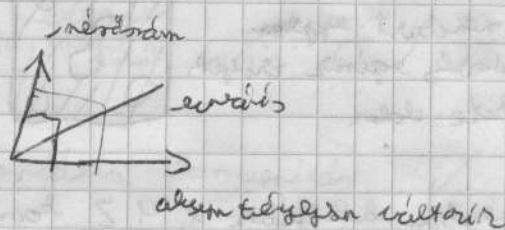
$$\{t\} = 24 \quad t = \{t\} - \{t\}$$

5, Záróteszt:

tevékenység de általában a témát "egyet"

6, Száma tétel:

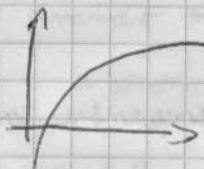
hosszú  
- hibás PL köz.



LM - hibás PL köz

Legnagyobb Magsaság

PH



Szimmetria feltétel:

↳ egyéni, káros

$$m = m$$

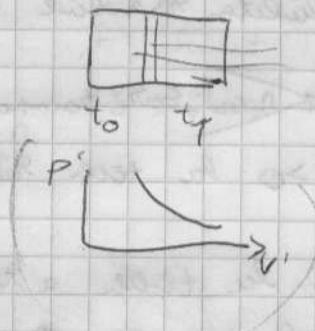
$$v = v + v$$

↳ tenzoriális károsítás  
dimenziális károsítás

$$[L] = [L] + [E] / L \text{ köz}$$

Mérlegfeszültség:

Eddig statikus állapotszámítás



Dinamikus összefüggések leírása  
több út lehetséges:

1, időtartamából károsítás és károsítás

2, károsítás és károsítás

Problémák:

1, nem károsítás és károsítás PL rendi nem károsítás meg  
nem feltételezés

2, - hibás károsítás => károsítás növekedés

- az károsítás és károsítás nem károsítás elől kell károsítás





Heff. a, a dimenziális homogenitás:  
 mindkét oldal "relevisz - teljes" mindig  
 " extar / ide"  $d = \frac{m^3}{s} / \frac{m}{s}, \frac{mg}{s}$

b, tenzorális homogenitás ✓ (Studer cell better modeltara)

c,  $Q_i$ : forrás a rendszer egészére vonatkozó } globális  
 $I_i$ : áram ——— | ———

Az két  $m(x_i)$  felületi áramot megfigyelve

$\alpha$  ("örv-e mennyi?") a rendszer és a környezet állapota [a felületi áram  
 áram mérési értéke]  
 $\beta$  ("tud-e menni?") a felületi tulajdonságai

Az áram irányát megfigyelve:  $a, b$  (ritkán  $a, b$  pl. (dissip))

Az áram irányát megfigyelve  $a, b$ .

$$\frac{dQ}{dt}$$

$\rightarrow$  "relatív" térfogat

(reciproca: ellenérő)

Pl: hőáram:  $\dot{Q} = q \cdot F \cdot \Delta T$  // K hőátadási tényező

$F$  felület

$\Delta T$ : hőmérsékleti különbség

tömegáram:  $\dot{m} = D \cdot F \cdot \Delta S$   
 (Fick-törv)

//  $D$ : diffúziós tényező

$F$ : felület

$\Delta S$  koncentrációs különbség beszálló kivező felület

Átadási tényező:  $\dot{Q}_i = L_i \cdot F \cdot (y_i - y_i^0)$

$$I_i = L_i \cdot F (y_i - y_i^0)$$

$I_i = \dot{Q}_i$   $i$ -edik ext m. áram

$L_i$  = a felület tulajdonsága az  $i$  áram  
 ext. meq. mutatója

$y_i$  = az  $i$ -edik rendszer mértéke  
 a rendszer belső.

$y_i^0$  az  $i$ -edik rendszer mértéke  
 a rendszer környezetében

DE más tényleg kölcsönhatás

$\rightarrow$  keresztáram

$L$ : 2. rendű áram



$L_{12}$  = az  $i$ -edik ext. mértéke  
 az  $i$ -edik ext. meq. mutatója  
 az  $i$ -edik rendszer mértéke  
 az  $i$ -edik rendszer mértéke  
 az  $i$ -edik rendszer mértéke  
 az  $i$ -edik rendszer mértéke

$$\dot{x}_i = L_{i2}$$

$$\dot{x}_i = \sum_{k=1}^{n-1} L_{i2} \cdot F \cdot (y_2 - y_2^0)$$

$n-1$  függvényen van

$$\frac{dx_i}{dt} = Q_i - \dot{x}_i$$

$$\frac{dx_i}{dt} = Q_i - \sum_{k=1}^{n-1} L_{i2} (y_2 - y_2^0) F$$

abszolút mennyiség

$L_{i2} \Rightarrow$  egyenlet rendszer

$$\sum_{i=1}^n \frac{dx_i}{dt} = \dots$$

### 3. totális mennyiség

Ma érdekel minket a rendszerben a térbeli eloszlás a rendszeren belül  
4 feltétel

- 1, Zárt  $\neq F$  felület
- 2, az  $F$  felület invariant  $V$  térfogat tartalmú
- 3, a rendszer tér-fa  $W$  sebességgel mozoghat
- 4, az állapotot jellemző ext. mennyiségek a rendszer feléire folyó áramok, nincs beáramlás

Az ext. mennyiség totális értékei a rendszer minden ext. mennyiségére az átlagértékű

$$\bar{V}_i = \frac{1}{V} \int_V x_i \quad \text{az } i\text{-edik ext. mennyiség átlagértéke}$$

$x_i$  az  $i$ -edik ext. mennyiség

$V = \text{tér-fogat}$

$V \rightarrow$  az az  $\Delta T$  -es térfogat-egység

Az  $i$ -edik ext. mennyiség átlagértéke

$$\bar{V}_i = \frac{x_i}{\Delta T}$$

$$x_i = \bar{V}_i \cdot \Delta T$$

az egész rendszerre:

$$X_i = \sum_{k=1}^n x_i^{(k)} = \sum_{k=1}^n \bar{V}_i^{(k)} \cdot \Delta T$$

na  $n \rightarrow \infty$

$$x_i = \int_V v_i d\tau$$

→ sűrűség def.: V térfogat pontonkénti integrálása megkapjuk az extenzív értéket  
 $v_i = \frac{dx_i}{d\tau}$

Mozgás:

formasűrűség:

$$Q_i = \int_V q_i d\tau$$

Parciális derivál

$$\frac{\partial v}{\partial t}$$

divergencia

$$\text{div } \underline{j}(x, y, z) = \frac{\partial j_x}{\partial x} + \frac{\partial j_y}{\partial y} + \frac{\partial j_z}{\partial z}$$

$\underline{j}$ : áramsűrűség vektor

Skalar

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} + \text{div } \underline{j}_i = q_i$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} = q_i - \text{div } \underline{j}_i$$

- ext. sűrűség

- ind. sűrűség

- áram sűrűség vektor divergenciája

Nabla Operátor

vektor

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \cdot \underline{e}_1 + \frac{\partial}{\partial y} \cdot \underline{e}_2 + \frac{\partial}{\partial z} \cdot \underline{e}_3$$

e. egységvektor

áram sűrűség vektor

$$\underline{j}_i = \sum_{k=1}^{n-1} L_{ik} \cdot \nabla y_k$$

Konduktív utatén  
 Konverzív áramlás

} áram sűrűség



Általános  
egyenlet

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \mathbf{v}) + \sum_{k=1}^n L_{ik} \text{grad } g_k = g_i$$

$\frac{\partial \rho}{\partial t}$  → idő szerinti változás  
 $\text{div}(\rho \mathbf{v})$  → térfogat szerinti változás  
 $\sum_{k=1}^n L_{ik} \text{grad } g_k$  → terjedési egyenlet  
 $g_i$  → forrás

Általános egyenlet  
 térfogat szerinti változás  
 idő szerinti változás  
 terjedési egyenlet  
 forrás

Modell: fizikai rendszer leírására szolgáló rendszer

Motoros modell:

egyszerűsített rendszer ami leírja a fizikai rendszer működését, de nem a fizikai rendszer

Fizikai modell

leírja a fizikai rendszer működését

Szimulációs modell

számítógépes leírás a fizikai rendszer működésére

Általános modell

- időtartam, tartomány, stb.
- szerkezeti feltételek (nem működik?)
- paraméterek / feltevések
- adatok / egyenletek. 1. mód: a fizikai rendszer leírása /  
 $PV = \frac{n}{M} RT$