ELTE I.BSC Fizikus
2012/2013 II.félév

TERMODINAMIKA GYAKORLAT 10.

Fundamentális egyenlet, Euler egyenlet, kémiai potenciál (μ), termodinamikai potenciálok.

Az infitezimális Gay-Lussac folyamat és entrópiája. Vátozó részecske szám, entalpia. Szabad energia (F), szabad entalpia (G). Maxwell relációk.

1. ***Fundamentális egyenlet:***

$$dU = TdS - pdV\,;\ dU = \delta Q + \delta W$$

$$TdS \neq \delta Q_{irrev}\,;\ -pdV \neq \delta W_{irrev}$$

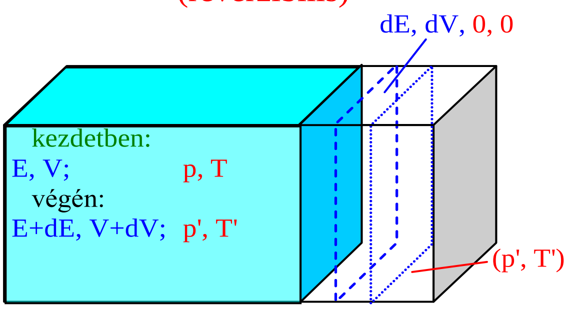
Az irreverzibilis ***folyamatokra*** nem igaz a tagonkénti megfeleltetés!
DE van más értelme!

Az ***extenzív állapothatározók*** megváltozásai (**dU, dS, dV**) összefüggenek.
Az összefüggést az ***intenzív állapothatározók*** (***p, T***) teremtik meg (ha léteznek)!

$$dU = TdS - pdV$$

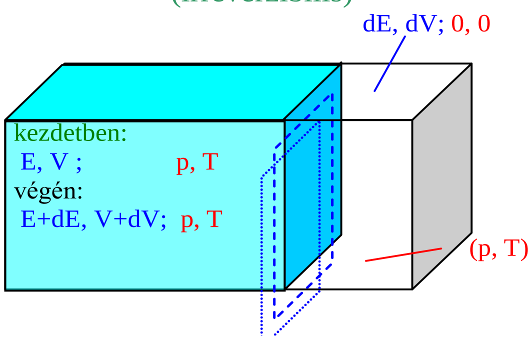
(Az ***U*** belső energia kiemelt, **nincs** intenzív állapothatározó szorzója!
Összegzi, akkumulálja a többi energiaáramlási tagot.)

Infitezimális adiabatikus tágítás
(reverzibilis)



$\delta W = -p\,dV$! ; $\delta W < 0$: $\delta Q = 0$,
Adiabatikus folyamat. ($dU<0$)
Makroszkópikusan az id. gáz:
lehűl.
Kvázisztatikus folyamat
Reverzibilis folyamat.
$dS_{rev.} = 0$
$TdS_{rev.} = \delta Q$

Infitezimális tágítás
Gay-Lussac
(irreverzibilis)



$\delta W \neq -p\,dV$! ; $\delta W = 0$: $\delta Q = 0$,
Izoenergikus folyamat. ($dU=0$)
Makroszkópikusan az id. gáz:
nem hűl le.
Nem kvázisztatikus folyamat
Irreverzibilis folyamat.
$dS_{irrev.} > 0$
$TdS_{irrev.} > \delta Q$!

$$dU = TdS - pdV + \mu dn$$

Entalpia: $H = U + pV$; $\quad dH = TdS + Vdp + \mu dn$
Szabad energia: $F = U - TS$; $\quad dF = -SdT - pdV + \mu dn$
Szabad entalpia: $G = U + pV - TS = H - TS$; $\quad dG = -SdT + Vdp + \mu dn$

Kémiai potenciál: μ = $\left(\partial G / \partial n\right)_{T,p}$

2. ***Euler egyenlet:***

$$U = TS - pV + \mu n$$

$$G = \mu n$$

Definició: ***Kémiai potenciál: μ*** = G / n

3. a) Az állapothatározók származtatása a potenciálokból (első deriváltjaik):

$$T = \left(\partial U / \partial S\right)_{V,n}; \; -p = \left(\partial U / \partial V\right)_{S,n}$$

$$-S = \left(\partial F / \partial T\right)_{V,n}; \; -p = \left(\partial F / \partial V\right)_{T,n}$$

$$-S = \left(\partial G / \partial T\right)_{p,n}; \; V = \left(\partial G / \partial p\right)_{T,n}$$

A potenciálok második vegyes deriváltjai, Maxwell relációk (n =áll.):

$$-\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\partial^2 F / \partial T \partial V\right) = \left(\partial^2 F / \partial V \partial T\right) = -\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V;$$

$$-\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = \left(\partial^2 G / \partial T \partial p\right) = \left(\partial^2 G / \partial p \partial T\right) = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$

3. b)

$$dU = TdS - pdV$$

$$\frac{dU}{dV} = T\frac{dS}{dV} - p\frac{dV}{dV} \quad \textbf{;} \quad \mathbf{(}T = \textit{állandó}\,\mathbf{)}$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T - p = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$$