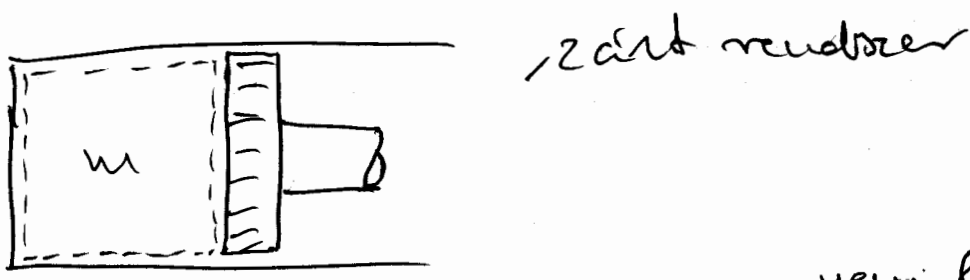
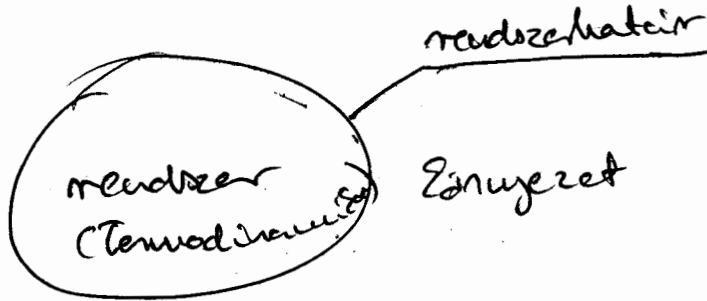


Áramlás - és hőtechnikai Gépel Tanterv

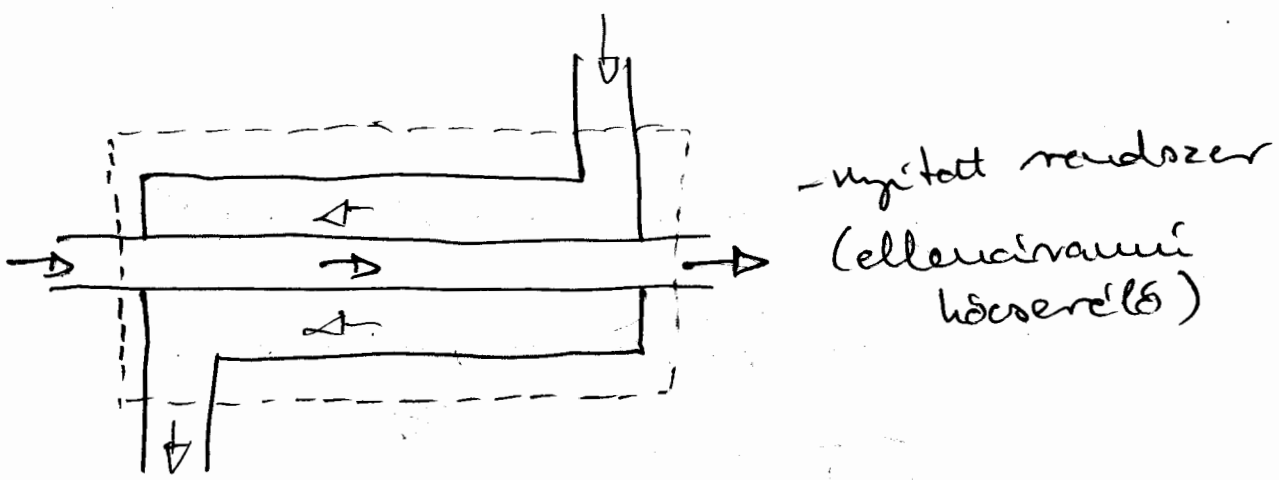
~~Áramlás~~

Alapfogalmak:



rendszerhatáron anyag

- nem lép át → zárt
- át lép → nyitott

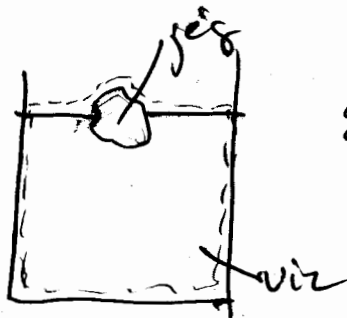


A rendszer határain energiát mint hő / nem lép át → adiabátikus
 ↓
 át lép → diaterikus

A rendszer belseje

fázis
 komponensek

homogén
 heterogén (ugrateremtű vált.)
 inhomogén (folyamatos vált.)



2 fázisú 1 komponensű heterogén rendszer

A rendszer állapotjelzői

állapot: a rendszer pillanatnyi anyag és energia tartalma.

állapotjelzők:

fenomenológikus mérhető makroszkopikus jellemzők

→ extenzív m [kg]; V [m³]; u [J/kg]

↓
intenzív p [Pa]; T [K]; t ; ϑ [°C]

↓
fajlagos $v = \frac{V}{m}$; $\rho = \frac{1}{v}$
 fajtérfogat

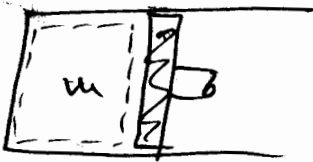


molaris $\frac{V}{n} = V_m$

Állapotegyenlet

Állapotfűtlet - az állapotegyenlet ábrázolása

Ideális gázok



$$\frac{p \cdot V}{m \cdot T} = R$$

R - gázállandó (a gázról nem ismert mérték)

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

$(p \cdot V = R \cdot T)$ - az ideális gáz állapotegyenlete

$m = n \cdot M$ - moláris tömeg

$$p \cdot V = n \cdot \underbrace{M \cdot R}_{R_m} \cdot T$$

R_m - általános gázállandó

$$p \cdot V_m = R_m \cdot T$$

$$R_m = M \cdot R$$

$$V = m \cdot R \cdot \frac{T}{p}$$

T_n, p_n

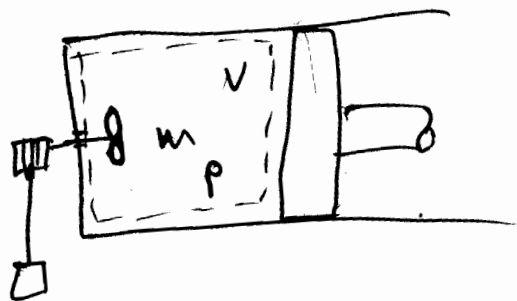
$$V_n = m \cdot R \cdot \frac{T_n}{p_n}$$





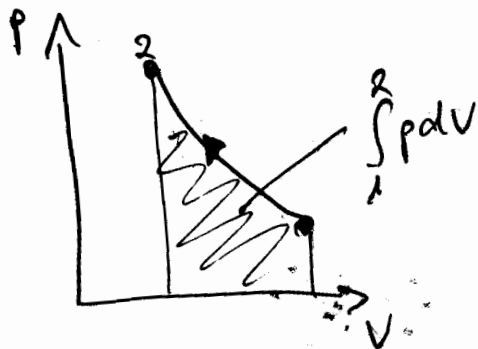
$\begin{matrix} \text{kezdo} & \xrightarrow{\text{folyamat}} & \text{veg} \\ & & \swarrow \text{reverzibilis} \\ & & \searrow \text{irreverzibilis} \end{matrix}$

Az I. főtétel zárt rendszerre



térfogatváltozási munka $w_{12} = \int_1^2 p dV$

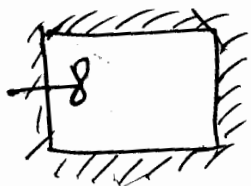
energia bevezetés +
elvezetés -



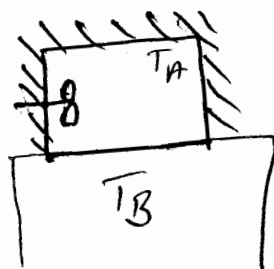
U - ~~átalakított~~
 belső energia
 a rendszer energiája
 tartaléka

$$w_{12} = \int_1^2 p dV + w_{12\text{ainl}}$$

$$U_2 - U_1$$



$$w_{12} = U_2 - U_1$$



$$T_B > T_A$$

$$U_2 - U_1 = Q_{12}$$

A munka és a hő átvétele megemlíti a belső energia változásait

zárta rendszerre:

$$w_{12} + Q_{12} = U_2 - U_1$$

$$-\int_1^2 p dV + w_{12\text{ainl}} + Q_{12} = U_2 - U_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_{12} + w_{12\text{ainl}} = U_2 - U_1 + \int_1^2 p dV$$

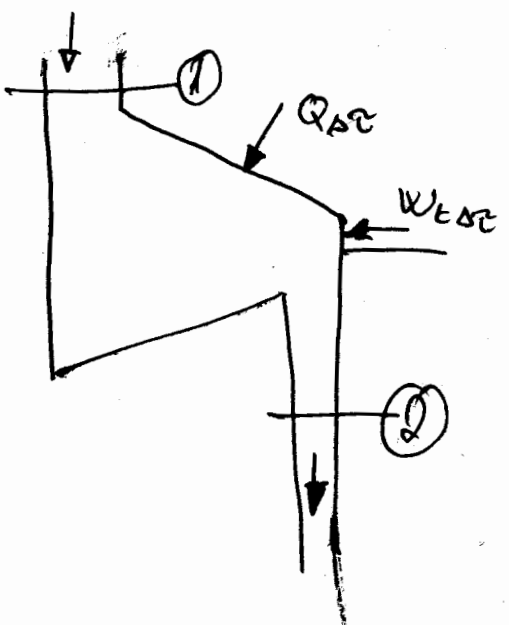
$$\int \delta W + \int \delta Q = dU$$



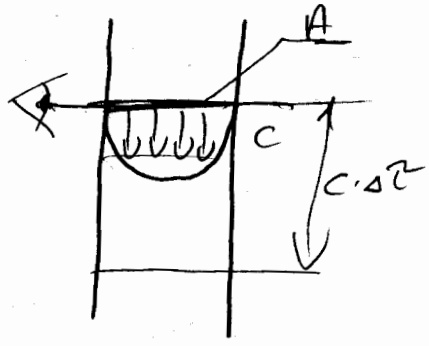
$$Q_{12} + W_{12\text{össz}} = U_2 - U_1 + \int_1^2 p dV \quad | \quad /: m$$

$$q_{12} + w_{12\text{össz}} = u_2 - u_1 + \int_1^2 p dv \quad \text{--- fajlagos mennyiségek}$$

A I. feltétel nyitott rendszerre



A vizsgálat időben állandó, stacionárius esetben van tervezve



$$\dot{m} = \rho \cdot c \cdot A \left[\frac{\delta z}{\delta t} \right]$$

↓
tömegáram

$$\frac{c \cdot \delta t \cdot A}{\delta t} = c \cdot A = \dot{V} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

↑
térfogatáram

$$\dot{m} = \rho_1 \cdot c_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot c_2 \cdot A_2$$

Éntinuitási egyenlet

$$Q_{\delta t} + W_{\delta t} = \Delta h \left[\underbrace{(u_2 + p_2 v_2)}_{h_2} - \underbrace{(u_1 + p_1 v_1)}_{h_1} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + g \cdot (z_2 - z_1) \right]$$

$H = u + p \cdot v$
↑
entalpia

$h = u + p \cdot v$
↑
fajlagos entalpia



a rendszer határain jelölése alatt átlépi hő:

$$\frac{Q_{sz}}{\Delta t} = \dot{Q}$$

|
hőáram

$$\frac{W_{toz}}{\Delta t} = P$$

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \dot{m}$$

$$\dot{Q} + P = \dot{m} \left[h_2 - h_1 + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) \right]$$

első feltétel nyitott rendszerrel

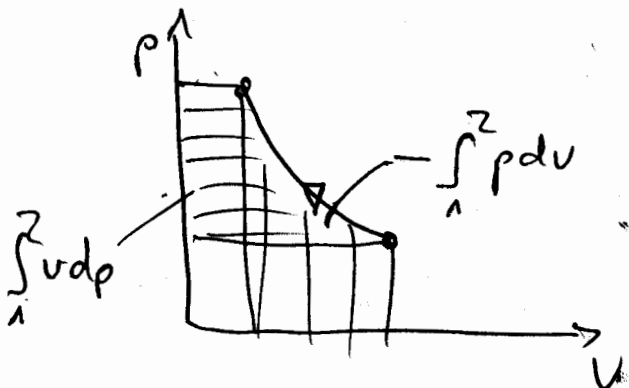
$$\dot{Q} = \dot{m} (h_2 - h_1)$$

$$q_{12} + w_{t12} = h_2 - h_1 + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + g(z_2 - z_1)$$

az I. feltétel univerzális alakja

w_{t12} - technikai munka

$$w_{t12} = \int_1^2 v dp + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) + w_{t12 \text{ szerk.}}$$



A Záródús állapotegyenlet alkalmazása

Záródús állapotjelző: Z, u

termikus $- () - : T, p, V$

ideális $u_2 - u_1 = c_{v0} \cdot (T_2 - T_1)$

↑
állandó térfogatú vett fajlós

$h_2 - h_1 = c_{p0} \cdot (T_2 - T_1)$

↑
állandó nyomású vett fajlós

$c_{p0} - c_{v0} = R$

$\frac{c_{p0}}{c_{v0}} = \kappa$ - adiabatikus kitevő

$\dot{Q} = \dot{m}(h_2 - h_1) = \dot{m} c (T_2 - T_1) = \dot{m} c (t_2 - t_1)$

$\rho_{v12} = 1,19 \frac{27}{29 K}$

A II. főtétel alkalmazása

Energia = exergia + anergia

entropia: S, s

$dS_a = \frac{dQ}{T}$

záró rendszer entropiacija
 két módon változhat
 1. a rendszer határain át lépő
 hővel $dS = dS_Q + dS_{irr}$