

TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

Lotura: Prozesu termodinamikoak energia trukeekin lotzea.

Helburua: Termodinamikaren 1. Printzipioa sistema itxi eta irekietan.

- Sistemak norekin trukutzen du energia?

Sistema eta ingurua kontutan hartzen baditugu, energia kontserbapenaren printzipioa betetzen dela frogatzen da. Sistemak prozesuan galdutako energia inguruak jasotzen duelako edo sistemak prozesuan jasotzen duen energia inguruak galtzen duelako. Beraz, energia kontserbatu da, eskuz aldatu dela esan dezakegu.

Sistema eta inguruaren artean energia trukea eman dadin beharrezkoa izango da energiak sistemaren mugak zeharkatzea. Ezaguna den bezela energia hainbat motatan sailkatzen da.

- Zein energia motak dauka sistemaren mugak zeharkatzeko gaitasuna?

Beroa eta lana bezela ezagutzen diren energia motak soilik.

Energia mota	Sinboloa	Unitatea	Aldagai mota
Beroa	Q	J	Bidekoa
Beroa unitate espezifikotan edo masa unitateko	q	J/kg	
Lana	W	J	Bidekoa
Lana unitate espezifikotan edo masa unitateko	w	J/kg	

Beroa, sistema eta ingunearen artean T ezberdintasunak daudenean ematen den energia tranferentzia.

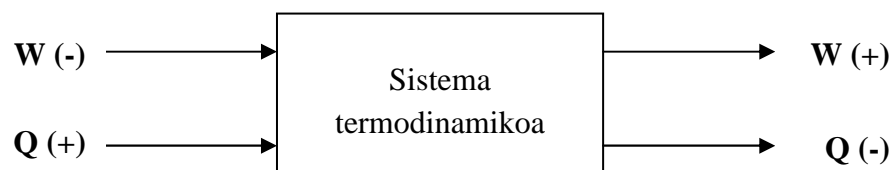
Lana, energia mekanikoa, sistemaren mugimenduarekin erlazionatutako energia tranferentzia. Sistema definitzen duen mugaren mugimendua edo sistemaren atal baten mugimendua, esaterako ardatz bat.

TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

1. printzipioak, energia balantze bat planteatzen du energia kontserbapenaren printzipioan oinarrituta. Sistema zeharkatzeko gaitasuna duten energia mota (Q eta W) eta sistemak berak duen energiaren artekoa.

Aplikatzeko, beharrezko da beroa eta lanaren norantzak zeinu batekin, positiboa edo negatiboa, definitzea. Termodinamikaren garapenean ezinbestekoak izan diren lurrin makinetan oinarritutako zeinuen konbenioa erabiliko dugu. Lurrin makinek, bero sarrera bat dute, erregai baten erreketaekin lortzen dena eta lana bueltatzen dute, hau da mugimendua. Horrela:

- **Sistematik irtetzen** den lana W : zeinu positiboa +.
- **Sistematik irtetzen** den beroa Q : zeinu negatiboa -.
- **Sistemara sartzen** den lana W : zeinu negatiboa -.
- **Sistemara sartzen** den beroa Q : zeinu positiboa +.



Kontrako konbenioa ere erabiltzen da eta guztiz zuzena da bere aplikazioa.

TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

- Sistema itxi baten energia (U+Ek+Ep):

Energia mota	Sinboloa	Unitatea	Aldagai mota
Barne energia	U	J	Egoera
Barne energia unitate espezifikotan edo masa unitateko	u	J/kg	
Energia zinetikoa	Ek	J	
Energia zinetikoa unitate espezifikotan edo masa unitateko	ek	J/kg	
Energia potentziala	Ep	J	
Energia potentziala unitate espezifikotan edo masa unitateko	ep	J/kg	

Energiaren kontserbapenaren printzipioan oinarritutako balantzea:

$$E_1 = U_1 + E_{p1} + E_{k1} + Q$$

$$E_2 = U_2 + E_{p2} + E_{k2} + W$$

$$E_1 = E_2$$

$$U_1 + E_{p1} + E_{k1} + Q = U_2 + E_{p2} + E_{k2} + W$$

Beraz 1. printzipioaren adierazpen matematikoa, sistema simple konprimagarri bati aplikatuta ondokoa da:

$$Q - W = \Delta U + \Delta E_k + \Delta E_p$$

TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

Sistema osatzen duen materiaren masagatik zatitzen badugu, 1. Printzipioa unitate espezifikotan edo masa unitateko adierazi dezakegu:

$$q - w = \Delta u + \Delta ek + \Delta ep$$

***Oharra:** Guk landuko ditugun adibideetan ez da sistemaren energia potentzial eta zinetikoaren aldaketarik emango.

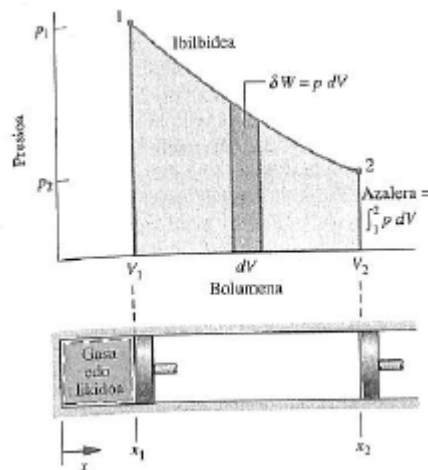
Energia balantzea betetzen da.

$$\text{Sistemak trukutzen duen energia} = \text{Sistema batek jasaten duen energia aldaketa}$$

- Lan bolumetrikoa (Sistema itxia):

Lan bolumetrikoa. Sistemaren bolumen aldaketarekin erlazionatutakoa.

$$W = Fdx \text{ (J)}; P = \frac{F}{A} \text{ (Pa)}; W = \int P dV \text{ (J)}$$



Beraz P- v diagrama batean irudikatuta dagoen prozesuaren azpian geratzen den azalera lanaren balioa izango da.

Marruskadura lana. Marruskadura mugimendurekin erlazionatuta dago eta energia galera suposatzen du. Marruskadura lana:

$$W = |F_{marrus.}|dx \text{ (J)}$$

TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

- Sistema ireki baten energia ($H+E_k+E_p$):

Aldagaia	Sinboloa	Unitatea	Aldagai mota
Entalpia	H	J	Egoera
Entalpia unitate espezifikotan edo masa unitateko	h	J/kg	
Fluxua edo masa fluxua	\dot{m}	kg/s	
Bero fluxua	\dot{Q}	J/s =W (Vatio)	Bidekoa
Potentzia	\dot{W}	J/s =W (Vatio)	

Sistema irekiak aztertzeko bolumen kontrolaren metodoa hautatuko dugu:

Espazioan finko dagoen bolumen bat hartu eta bertatik pasatzen den masa aztertuko dugu kontrol bolumenaren sarrera eta irteeran. Egoera egonkorretan, hau da, denborarekiko aldaketarik jasaten ez duten egoerak aztertuko ditugu.

TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

- Masa eta energia balantzeak:

$$\dot{m}_s - \dot{m}_i = \dot{m}_p; \text{Gure kasuetan } \dot{m}_s = \dot{m}_i; \text{Hemendik aurrera } \dot{m}$$

$$\dot{E}_s - \dot{E}_i = \dot{E}_p; \text{Gure kasuetan } \dot{E}_s = \dot{E}_i$$

- Fluxuzko lana eta lan teknikoa

- o Fluxuzko lana:

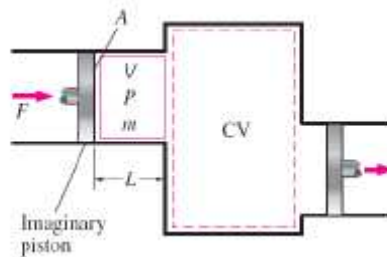
Sistema ireki batean, masak sistema zeharkatu dezan, desplazamentu bat eragiten duen indar bat (sarrera eta irteerako presioa) dago. Lan honi, fluxuzko lana deitzen zaio.

$$\dot{W}_f =$$

$$PVA \text{ (W)}; V \text{ fluxuaren abiadura izanik } \left(\frac{m}{s}\right) \text{ eta } A \text{ fluxuak zeharkatzen duen sekzioa (m}^2\text{)};$$

Beste modu batean adierazita:

$$\dot{W}_f = \dot{m}Pv \text{ (W)}; \dot{m} \text{ masa fluxua izanik } \left(\frac{kg}{s}\right) \text{ eta } v \text{ bolumen espezifikoa } \left(\frac{m^3}{kg}\right);$$



TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

○ Lan teknikoa

Sistemarengan eragina duten beste indar guztiek, kontrol bolumenaren forma aldaketa edo mugimendua eragiten badute, lan tekniko bezela sailkatzen ditugu. Hau da modu teknikoan aprobetxatuko dugun lana.

Mugimenduan dagoen jariakin baten enegia totala: $\dot{E} = \dot{m}(Pv + u + e_k + e_p)$;

$$\dot{E}_s - \dot{E}_i = 0;$$

$$\dot{E}_s = \dot{U}_s + \dot{Q} + \dot{m}(Pv)_s + (\dot{E}_k + \dot{E}_p)_s; \dot{Q} (+)$$

$$\dot{E}_i = \dot{U}_i + \dot{W}_t + \dot{m}(Pv)_i + (\dot{E}_k + \dot{E}_p)_i; \dot{W} (+)$$

$$\dot{U}_s + \dot{Q} + \dot{m}(Pv)_s + (\dot{E}_k + \dot{E}_p)_s - (\dot{U}_i + \dot{W}_t + \dot{m}(PV)_i + (\dot{E}_k + \dot{E}_p)_i) = 0;$$

$$\dot{H} = \dot{m} (u + (Pv)); Entalpia$$

Beraz 1. printzipioaren adierazpen matematikoa, sistema ireki bati aplikatuta ondokoa da, sistemaren muga zeharkatzen duen fluxua edo masa fluxuagatik biderkatzen badugu:

$$\dot{Q} - \dot{W} = \Delta \dot{H} + \Delta \dot{E}_k + \Delta \dot{E}_p$$

Sistema osatzen duen materiaren masagatik zatitzen badugu, 1. Printzipioa unitate espezifikotan edo masa unitateko adierazi dezakegu:

$$q - w = \Delta h + \Delta ek + \Delta ep$$

***Oharra:** Guk landuko ditugun adibideetan ez da sistemaren energia potentzial eta zinetikoaren aldaketarik emango.

Energia balantzea betetzen da.

$$\text{Sistemak trukutzen duen energia} = \text{Sistema batek jasaten duen energia aldaketa}$$

Sistema itxira bueltatuz, P= kte.- peko prozesua ematen denean:

$$W = \int P dV = P \Delta V (J)$$

Eta 1.Printzipioa aplikatuz:

$$Q - W = \Delta U; Q - P \Delta V = \Delta U; Q = \Delta H$$

TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

Helburua: 1. Printzipioa osatzen duten aldagaien kalkulua. Hurrengo ordena jarraituz:

- Lana sistema itxi eta irekietarako
- Barne energia eta entalpia

Barne energia eta entalpia: Egoerako aldagaiak izanik, **benetako sustantziatarako taulek** zuzenean balioa ematen digute. Nola kalkulatu **gas idealen kasuan?**

- Bero espezifikoa:

Sustantzia batek masa unitateko jaso behar duen energia bere T gradu 1 (°C edo K) igotzeko. Sustantziaren izaeraren arabera, balio bat edo beste edukiko du.

$$c = \frac{\delta q}{dT} \left(\frac{J}{Kg K} \right) \text{ edo } \left(\frac{J}{Kg ^\circ C} \right)$$

q, bideko aldagai bat denez, propietate honen balioa prozesuaren arabera izango da.

Solido-likidoak (sustantzia konprimaezina). T- ren menpekoea soilik	Gasak (sustantzia konprimagarriak). Prozesuaren arabera.
$\bar{c} = \frac{q}{(T_2 - T_1)}$	P=kte;
	$c_p = \left(\frac{\delta q}{dT} \right)_p$
	V=kte;
	$c_v = \left(\frac{\delta q}{dT} \right)_v$

$c_p > c_v$ beti, P= kte- peko prozesu batean, sistemari ematen diogun energia, T aldatzeko eta sistema hedatzeko erabiltzen da. V=ktepeko prozesu batean, ez dago hedapenik.

TERMODINAMIKA. 5_ASTEA_TEORIA

Gas ideal baten kasurako, barne energiaren balioa, tenperaturaren menpekkoa da soilik. Horrela:

$$u = f(T)$$

Sistema itxietarako, lehenengo printzipioa modu infinitesimalean horrela adierazi dezakegu:

$$\delta q - \delta w = du$$

Prozesu bat v=kte.-pean garatzen bada, lan bolumetrikorik ez da egongo, beraz:

$$\delta q = du; \frac{\delta q}{dT} = \frac{du}{dT}; c_v = \frac{du}{dT}$$

$$\Delta u = c_v \Delta T \left(\frac{J}{Kg} \right); u = \frac{U}{m}; \Delta U = mc_v \Delta T (J)$$

Gas ideal baten kasurako, entalpiaren balioa, tenperaturaren menpekkoa da soilik. Horrela:

$$h = f(T)$$

Prozesu bat P=kte.- pean garatzen bada:

$$\delta q - \delta w = du; \delta q - Pdv = du; \delta q = du + Pdv; \delta q = dh$$

$$\frac{\delta q}{dT} = \frac{dh}{dT}; c_p = \frac{dh}{dT}$$

$$\Delta h = c_p \Delta T \left(\frac{J}{Kg} \right); h = \frac{H}{m}; \Delta H = mc_p \Delta T (J)$$

Beraz, gas ideal baten kasurako, T aldaketarik ez badago, ez dago barne energia eta entalpia aldaketarik. Ez da berdina gertatzen benetazko sustantziatarako (ikusi taulak). Horrela beteko da: Q=W