

Termodinamika (III)

Bigarren Printzipioa eta Entropia

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Bero-transferentziaren noranzkoa eta motorrak

- **Berez, beroa tenperatura altuena duen gorputzetik baxuena duenera transferitzen da...**
- ...baina badago noranzko hori alderantzikatzea: **motorren (hozkaileen)** bitartez.

Motorra

Sistema termiko bat egoera batetik hasiz eta edozein motatako zikloa osatzen duen gailua da, hasierako egoera berdinerara itzultzen delarik eta tartean lan mekaniko bat burutzen duelarik.

- Ikusiko dugunez, ezinezkoa da sistema batetik energia termiko osoa xurgatu eta berau oso-osorik lan mekanikotan bihurtzea lortuko lukeen era ziklikoan funtzionatzen duen motor bat eraikitzea.
- Hori da **Termodinamikaren Bigarren Printzipioaren** funtsa.
- Hala ere, halako motor bat ez litzateke joango **Termodinamikaren Lehenengo Printzipioaren** aurka.



ZTF-FCT

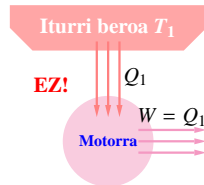
Motorren funtzionamendua

Iturri termikoa

Sistema oso zabala beste edozeinekin alderatuta, tenperatura konkretu batean dagoena. Beste sistema batekin duen edozein bero-trukerik ez du iturri termiko honen tenperatura aldatuko.

- Hauxe da **motorraren** ohiko funtzionamendua:

- Iturri berotik Q_1 bero-kantitatea xurgatu...
- ... iturri hotzera $Q_2 < Q_1$ bero-kantitatea bota...
- ... aldeberean W lan bat burutzen duelarik...
- ... edo alderantziz (**hozkailua**).



- **Termodinamikaren Bigarren Printzipioaren arabera, ezinezkoa da goian erakusten den bezalako motorrik eraikitzea, iturri batetik beroa xurgatu eta oso-osorik lan mekaniko bihurtzen duena.**
- Honela adierazten dira motorraren **lana** eta **errendimendua**:

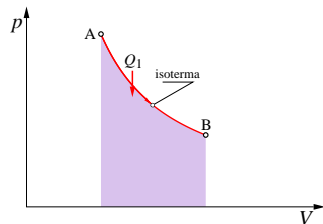
$$W = Q_1 - Q_2$$

$$\eta = W/Q_1$$

Carnot-en zikloa eta motorra

Iturri berdinen artean zikloa lan egiten dutenen artean, eraiki daitekeen errendimendurik handiena duen motorra da. Bi isoterma eta bi adiabatikaz dago osatuta, eta Q_1 beroa xurgatzen du T_1 tenperatura altueneko iturritik eta Q_2 beroa botatzen du T_2 tenperatura baxuenekora, W lana burutzen duen bitartean.

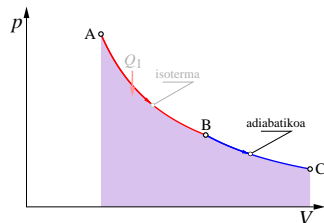
- Zikloa A puntuan hasten da.
- $A \rightarrow B$: Espantsio isoterma, $[Q_1(+), T_1]$.



Carnot-en zikloa eta motorra

Iturri berdinen artean zikloa lan egiten dutenen artean, eraiki daitekeen errendimendurik handiena duen motorra da. Bi isothermaz eta bi adiabatikaz dago osatuta, eta Q_1 beroa xurgatzen du T_1 temperatura altueneko iturritik eta Q_2 beroa botatzen du T_2 temperatura baxuenekora, W lana burutzen duen bitartean.

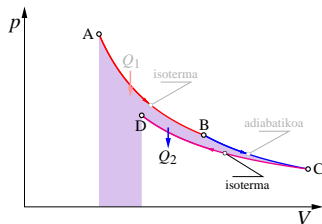
- Zikloa A puntuan hasten da.
- $A \rightarrow B$: Espantsio isoterma, $[Q_1(+), T_1]$.
- $B \rightarrow C$: Espantsio adiabatikoa, $[Q = 0, T \downarrow]$.



Carnot-en zikloa eta motorra

Iturri berdinen artean zikloa lan egiten dutenen artean, eraiki daitekeen errendimendurik handiena duen motorra da. Bi isothermaz eta bi adiabatikaz dago osatuta, eta Q_1 beroa xurgatzen du T_1 temperatura altueneko iturritik eta Q_2 beroa botatzen du T_2 temperatura baxuenekora, W lana burutzen duen bitartean.

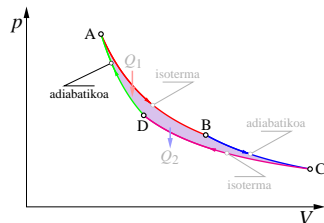
- Zikloa A puntuan hasten da.
- $A \rightarrow B$: Espantsio isoterma, $[Q_1(+), T_1]$.
- $B \rightarrow C$: Espantsio adiabatikoa, $[Q = 0, T \downarrow]$.
- $C \rightarrow D$: Konpresio isoterma, $[Q_2(-), T_2]$.



Carnot-en zikloa eta motorra

Iturri berdinen artean zikloa lan egiten dutenen artean, eraiki daitekeen errendimendurik handiena duen motorra da. Bi isothermaz eta bi adiabatikaz dago osatuta, eta Q_1 beroa xurgatzen du T_1 temperatura altueneko iturritik eta Q_2 beroa botatzen du T_2 temperatura baxuenekora, W lana burutzen duen bitartean.

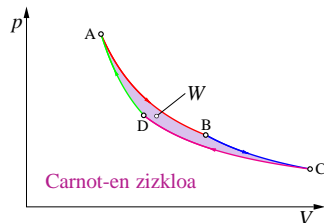
- Zikloa A puntuan hasten da.
- $A \rightarrow B$: Espantsio isoterma, $[Q_1(+), T_1]$.
- $B \rightarrow C$: Espantsio adiabatikoa, $[Q = 0, T \downarrow]$.
- $C \rightarrow D$: Konpresio isoterma, $[Q_2(-), T_2]$.
- $D \rightarrow A$: Konpresio adiabatikoa, $[Q = 0, T \uparrow]$.



Carnot-en zikloa eta motorra

Iturri berdinen artean zikloa lan egiten dutenen artean, eraiki daitekeen errendimendurik handiena duen motorra da. Bi isothermaz eta bi adiabatikaz dago osatuta, eta Q_1 beroa xurgatzen du T_1 temperatura altueneko iturritik eta Q_2 beroa botatzen du T_2 temperatura baxuenekora, W lana burutzen duen bitartean.

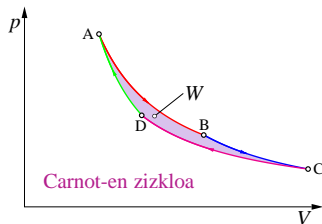
- Zikloa A puntuan hasten da.
- $A \rightarrow B$: Espantsio isoterma, $[Q_1(+), T_1]$.
- $B \rightarrow C$: Espantsio adiabatikoa, $[Q = 0, T \downarrow]$.
- $C \rightarrow D$: Konpresio isoterma, $[Q_2(-), T_2]$.
- $D \rightarrow A$: Konpresio adiabatikoa, $[Q = 0, T \uparrow]$.
- Zikloan egindako lana, W itzaleztaturako azalera da.



Carnot-en zikloa eta motorra

Iturri berdinen artean zikloka lan egiten dutenen artean, eraiki daitekeen errendimendurik handiena duen motorra da. Bi isothermaz eta bi adiabatikaz dago osatuta, eta Q_1 beroa xurgatzen du T_1 temperatura altueneko iturritik eta Q_2 beroa botatzen du T_2 temperatura baxuenekora, W lana burutzen duen bitartean.

- Zikloa A puntuan hasten da.
- $A \rightarrow B$: Espantsio isoterma, $[Q_1(+), T_1]$.
- $B \rightarrow C$: Espantsio adiabatikoa, $[Q = 0, T \downarrow]$.
- $C \rightarrow D$: Konpresio isoterma, $[Q_2(-), T_2]$.
- $D \rightarrow A$: Konpresio adiabatikoa, $[Q = 0, T \uparrow]$.
- Zikloan egindako lana, W itzaleztatutako azalera da.



Carnot-en motorraren errendimendua:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

\rightarrow

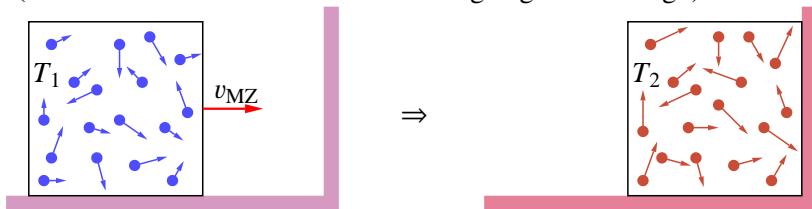
$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} < 1$$

Prozesu itzulezinak eta entropia

- Prozesu itzulezinetan, ez dago etengabeko orekarik sistemaren eta ingurunearen artean.
- Naturan, prozesuak, berez, itzulezinak dira.
- Prozesu itzulezinetan, sistema eta ingurua egoera desordenatuago batera abiatzen dira.
- Sistemen energiaren ordena (edo bere erabilgarritasuna lan mekaniko bat egiteko), **entropia** funtzioarekin neurtzen da.

Entropia egoera-funtzioa da, barne-energia eta temperatura bezala.

- Prozesu itzulezinetan, unibertsoaren entropia handiagotu egiten da beti (edo bukaeran unibertsoa desordenatuagoa geratuko zaigu).



ZTF-FCT