

EGOERA - EKVAZIOA

2.1 * SISTEMA TERMODINAMIKO BAKUNA (SISTEMA HIDROSTATIKOA)

2.2 * OREKA TERMODINAMIKOA (SISTEMA HIDROSTATIKOA)

1.5 C

2.3

2.4

- EGOERA-ALDAKETA $\leftrightarrow$ OREKA-EGOERA ; DESOREKATURIKO INDARRA
- OREKA-MOTA DESBERDINAK

- OREKA MEKANIKOA

- OREKA KIMIKOA

- OREKA TERMIKOA

- OREKA ELEKTRIKOA, MAGNETIKOA...

} OREKA TERMODINAMIKOA
(DENBORA)

- CALLEN LIBURUA : I POSTULATUA

2.5 * EGOERA-EKVAZIOA

2.6

(2.7)

- EGOERA EKVAZIOAREN ADIERAZPIDE GRAFIKOAK
- EGOERA EKVAZIOAREN ADIERAZPEN MATEMATIKOA (3 ADIBIDE)
 - EGOERA-EKVAZIOAREN ADIERAZPEN DIFERENTZIALA
 - EGOERA-ALDAKETA DIFERENTZIALAK
 - PROZESU KUASIESTATIKOAK
- KOEFIZIENTE ESPERIMENTALAK : (α, K_T)

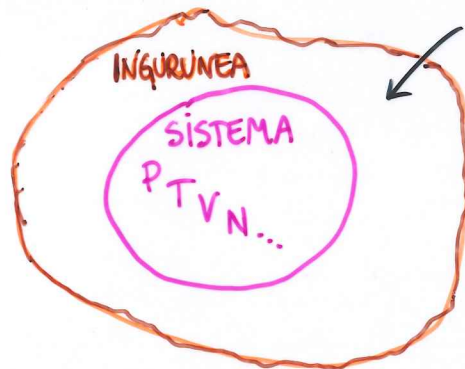
4.2 C

2.8 - 2.12

+

2.13 (SISTEMA KONPOSATUAK)

SISTEMA BAKUNA / SISTEMA HIDROSTATIKOA



TERMODINAMIKAREN IKUSPUNTUTIK
SISTEMA TERMODINAMIKOA DA

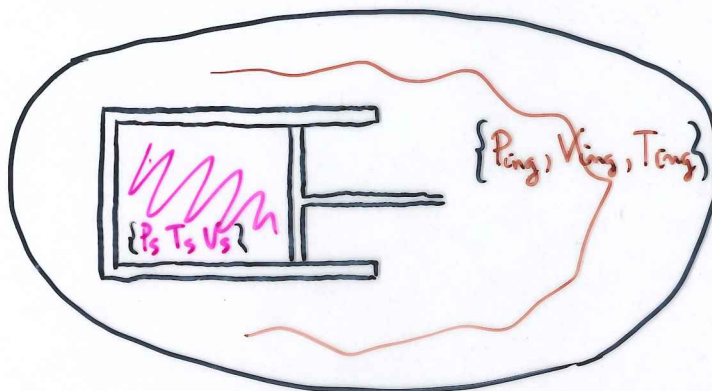
$$\{P, T, V, N\}$$

ALDAGAI TERMODINAMIKOEN SORTA

$$\{P, T, V; N\} \quad N \text{ KONSTANTEA DELA ONARTU}$$

$$\{P, T, V\}$$

SISTEMA HIDROSTATIKO ITXIA



ADIERAZPIDE GRAFIKO ARRUNTAK
EZ DA OROKORTASUNIK GALDUKO

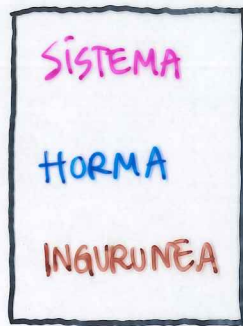
SISTEMAREN / INGURUNEAREN IZAERA / EZAUGARRIAK

{ MEKANIKOAK P, V
TERMIKOAK T

HORMAREN IZAERA / EZAUGARRIAK KONTUAN HARTU

{ HIGIKORRAK / EZ-HIGIKORRAK
DIATERMIAK / ADIABATIKOAK

OREKA TERMODINAMIKOA



DESOREKATURIKO INDARRA



DESOREKATURIKO INDARRA

⇒ EGOERA-ALDAKETA

SISTEMA HIDROSTATIKOAN (BAKUNEAN) OREKA-MOTA DESBERDINAK

MEKANIKOA (P, V)

TERMIKOA (T)

KIMIKOA (N)

INDEPENDENTEAK, ALDIBEREKOAK



OREKA TERMODINAMIKOA

SISTEMAREN DESKRIPTZIOA: OREKA TERMODINAMIKOKO EKOERETAN BAIKO EZIN DA EGON

MAGNITUDE TERMODINAMIKOEN BAIKOAK FINKOAK BAITIRA

BAIKOEN SISTEMA OSORAKO BAIKO BAITUTE

DENBORAK EZ DU GARRANTZIRIK; ESPAZIO TERMODINAMIKOKO PUNTUAK

I. POSTULATUA CALLEN LIBURUKO IKUSPEGIA

EGOERA-EKUAZIOA

EGOERA-EKUAZIOA

ALDAGAI TERMODINAMIKOEN ARTEKO LOTURA $f(X, Y, Z, \dots) = 0$

OREKA-EGUERAK DEFINITU DITUENA

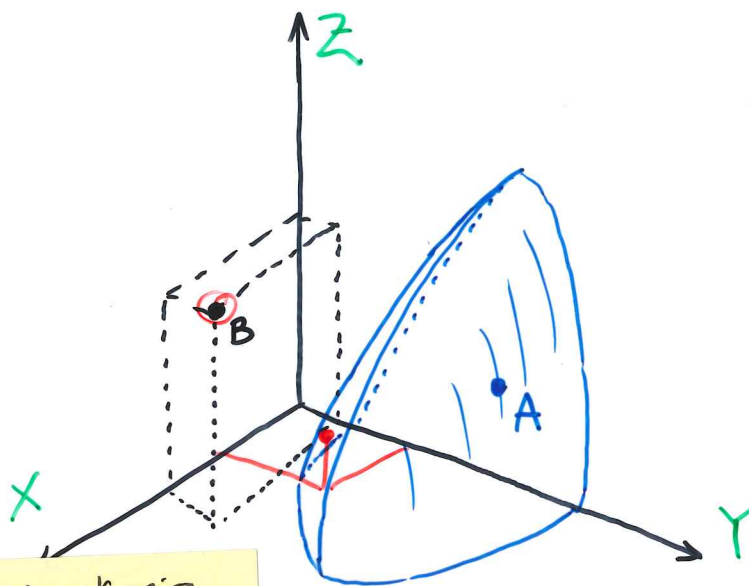
SISTEMAREN DESKRIPZIOAN PARTE HAR DEZAKETEN GUZTIAK

EZ DIRA INDEPENDENTEAK

$$\{X, Y, Z, \dots\} \Rightarrow \begin{aligned} X &= X(Y, Z, \dots) \\ Y &= Y(X, Z, \dots) \\ Z &= Z(X, Y, \dots) \\ &\vdots \end{aligned}$$

SISTEMAREN EGOEREN ESPAZIOA EGOEREN ESPAZIOKO "ZATIAK"

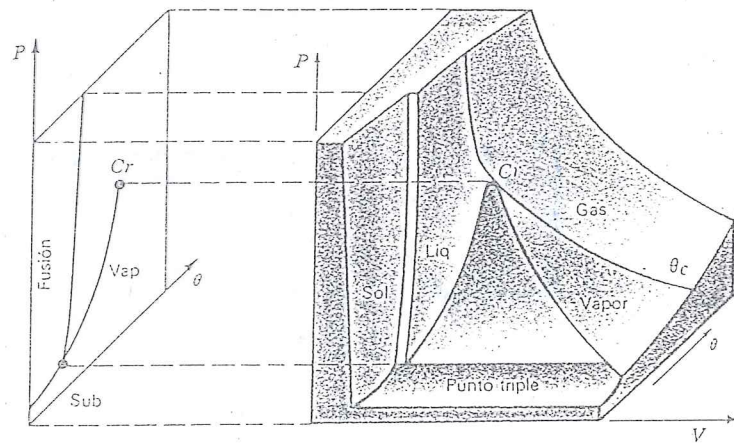
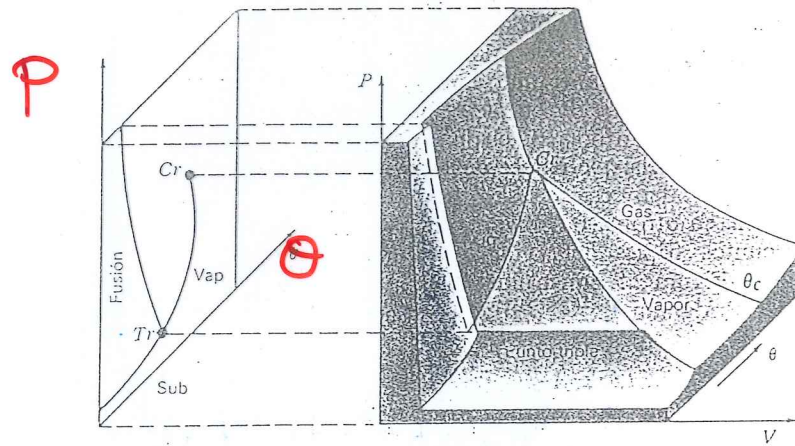
BERAUEN GAINEAN BAINO EZIN DA EGON SISTEMA



- $f(X, Y, Z, \dots) = 0$ egoera-ekuaioa
- $X = X(Y, Z, \dots)$ prozesu bati dagokien adierazpena

Kontuz!! diferentzialak

1-7



--

- EGOERA-EKUAZIOAREN ADIERAZPEN DIFERENTIALA: (OREKA-) EGOERAREN ALDAKETA

$$V = V(P, \theta)$$

OREKA-EGOERA

$$(P_0, \theta_0) \quad V_0$$



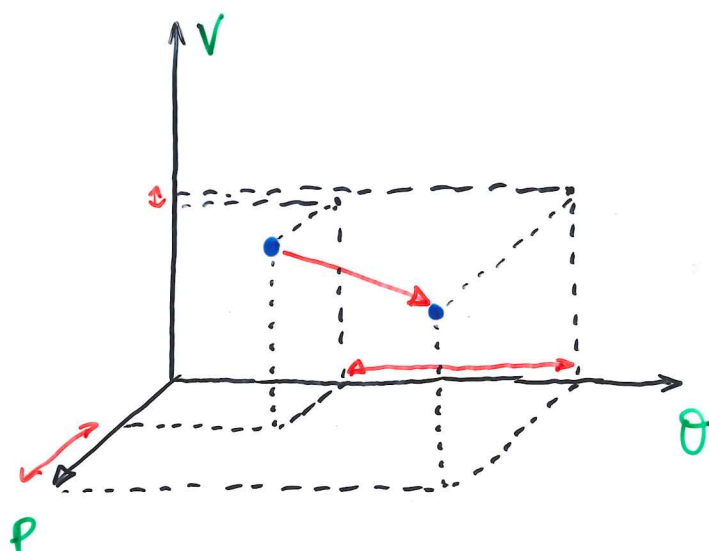
OREKA-EGOERA

$$(P_1, \theta_1) \quad V_1$$

$$V_1 \rightarrow V_0 + (dV) \rightarrow \text{ERAGARRIAK} \begin{cases} \text{"TXIKIA"} \\ \text{"HANDIA"} \end{cases}$$

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_{\theta} dP + \left(\frac{\partial V}{\partial \theta} \right)_P d\theta$$

MATEMATIKOKI



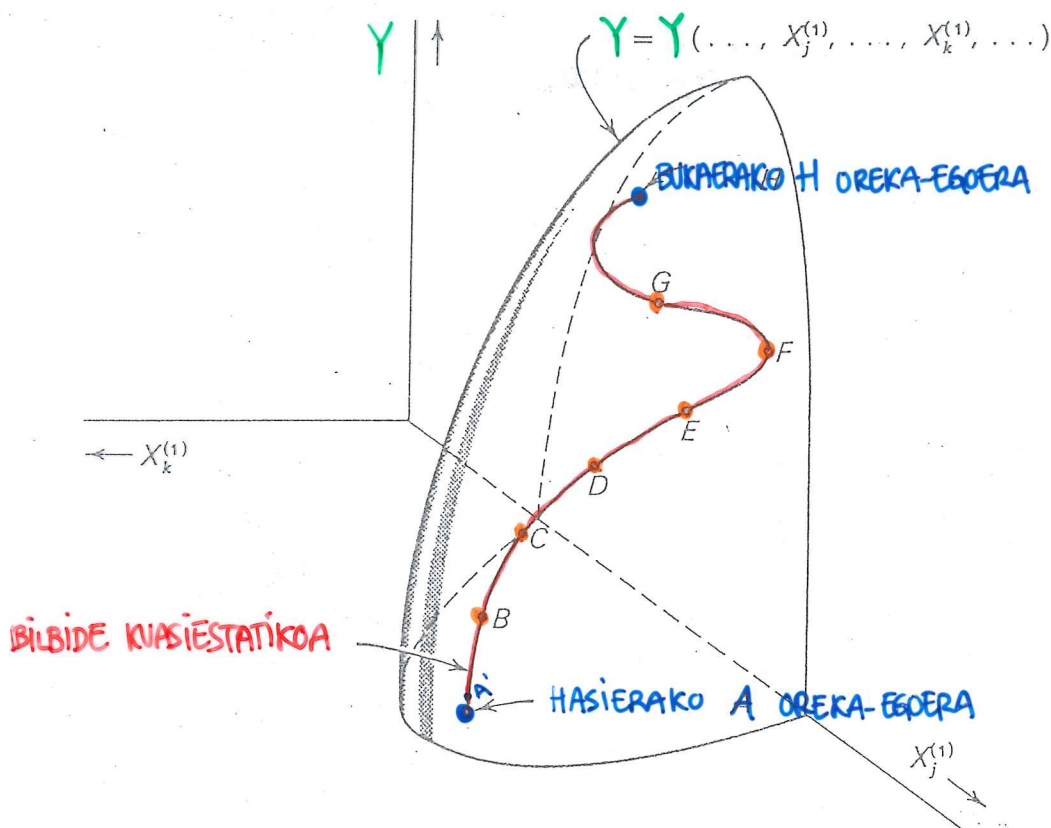
"FISIKOKI"?

(TERMIDINAMIKAREN ARABERA?)

FISIKOKI ; HOBETO ESATEKO, TERMODINAMIKAREN ARABERA !!

PROZESU KUASIESTATIKOAK

BENETAKO EXISTENTZIA FISIKORIK GABEKO PROZESUA
SISTEMARI DAGOZKION OREKA-EGPEREN, ESPAZIOKO PUNTUEN SEGIDAZ OSATURIKO LERRO JA.
HASIERAKO ETA BUKAERAKO OREKA-EGOERAK LOTUKO DITUEHA



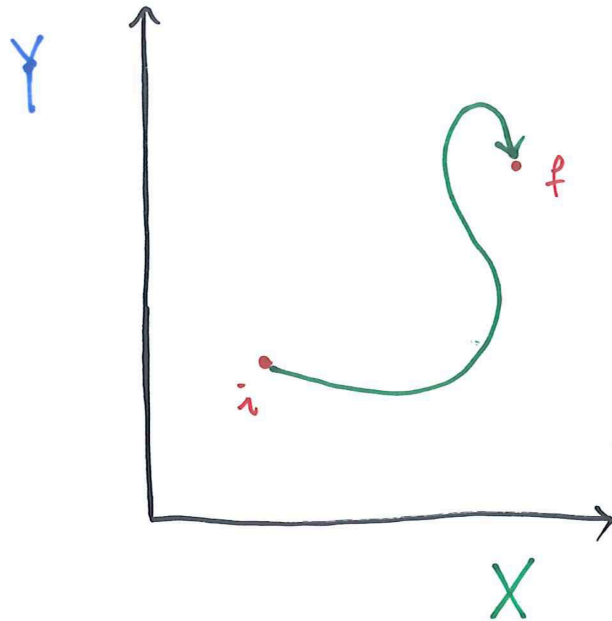
$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_\theta dP + \left(\frac{\partial V}{\partial \theta} \right)_P d\theta$$

EGOERA-EKUAZIOA ERABIL DAITEKE

- SISTEMAREN DESKRIPZIOAN PARTE HARTU DITEN ALDAGAIAK ERABIL DAITEZKE,
- SISTEMA OSOAN BAIAGARRIAK DIREN BALIOAK DITZETE

BENETAN GERTATZEN DIREN PROZESUAK HONEN MODUKOAK DIRELA ONARTUKO DUGU !!!

2 atkaršimų-gradų sistema



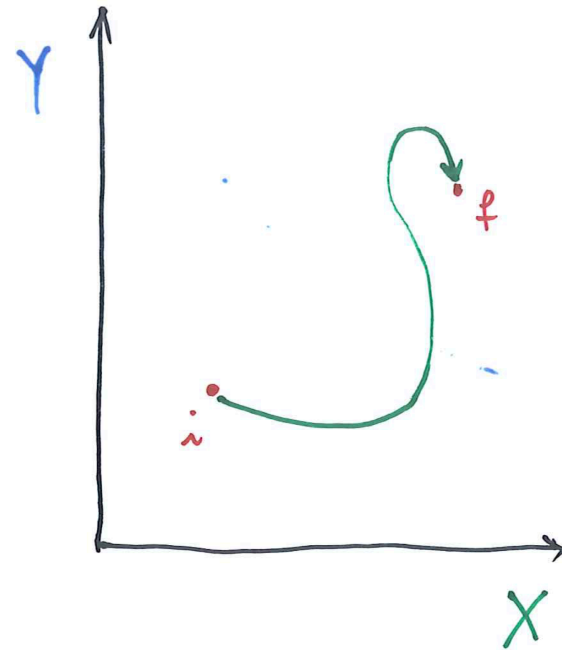
$\{Y, X\}$ AIDAĞAI TERMODINAMIKS INDEPENDENTE

planoko edoziūn pūts: OREKA-EGERA

Kurba: PROJEK KVASISTATIKS

Sistemoi būnko informaciz
planoko pūtsūtan!

1 atkaršimų-gradų sistema



$\{Y, X\}$ AIDAĞAI TERMODINAMIKS DESKRIABATIKS

planoko edoziūn pūts: E2 oreka-egera

Kurba: EGERA-EKVAZIOA

Sistemoi būnko informaciz
sėlik Kurba pūtsūtan

pūtsūtan Kvasistatikos de Kurba edoziūn 2 pūtsūtan atėksa



KOEFIZIENTE ESPERIMENTALAK $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \\ \kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \end{array} \right.$ *

* $V = V(P, T) \quad dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T dP$

$$dV = \alpha V dT - \kappa_T V dP$$

* $P = P(V, T) \quad dP = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T dV$

$$dP = \frac{\alpha}{\kappa_T} dT + \frac{1}{V(-\kappa_T)} dV$$

* $T = T(P, V) \quad dT = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_V dP + \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_P dV$

$$dT = \frac{\kappa_T}{\alpha} dP + \frac{1}{V\alpha} dV$$

→ EDOZEIN SISTEMAREN KASUAN ANBEKO KOEFIZIENTEAK DEFINI DAITEZKE

* $\theta \rightarrow T$

ADIBIDEAK

$$(1) - PV = nRT$$

$$(2) - P(V-b) = nRT$$

$$(3) - PV = nRT \left(1 + \frac{B}{V}\right) \quad B = B(T)$$