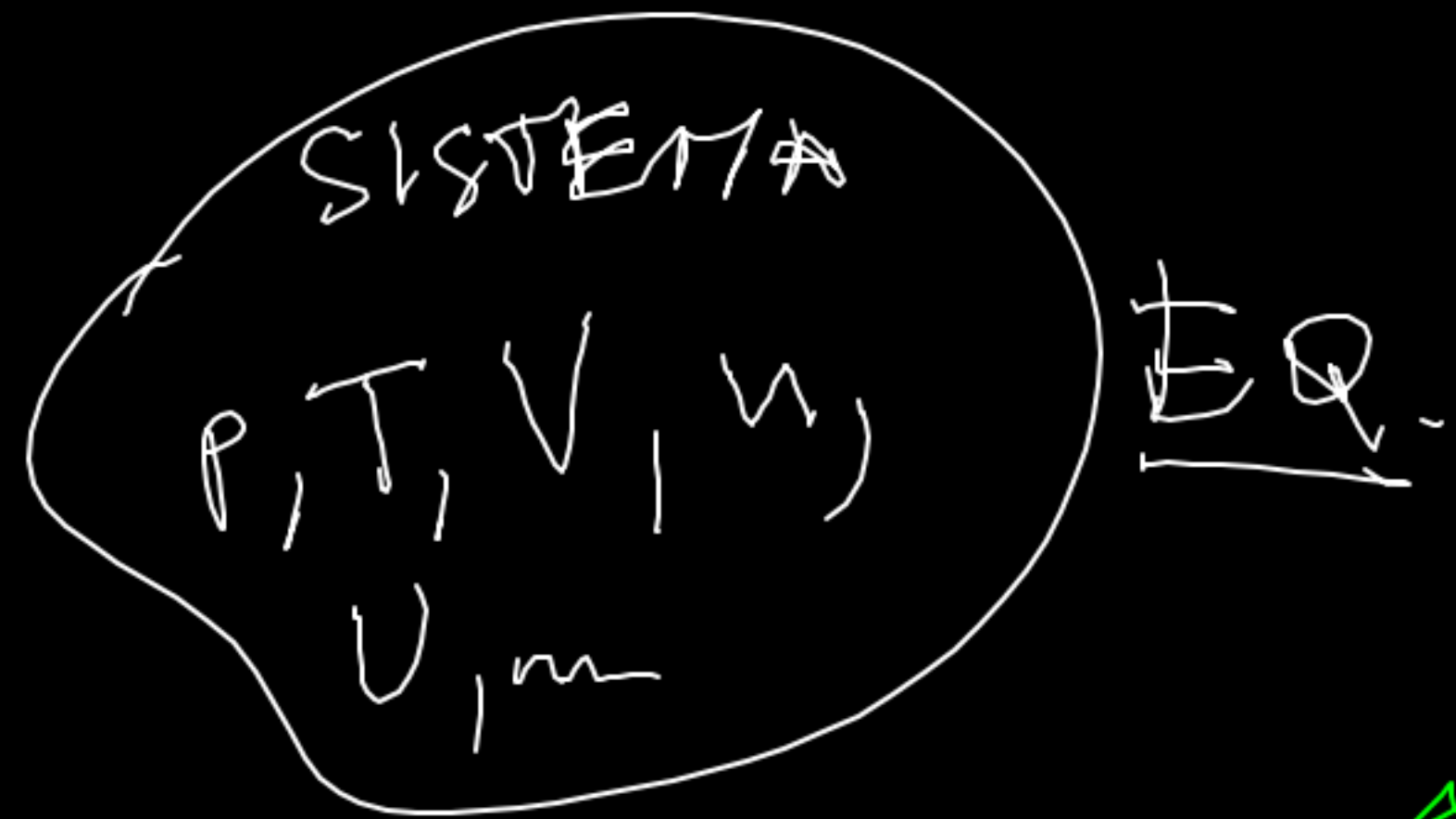


EQUAZIONI DI STATO



Sperimentalmente:

$$P = f(T, V, n, U, S, \dots)$$

oppure $T = g(P, V, n, U, S, \dots)$

EQ. DI STATO

(\rightarrow dipende dal sistema !!!)

Valle negli stati di equilibrio

GAS RAREFATTO (\Rightarrow GAS "PERFETTO")

Risultati sperimentali

i) n, T
fissi

$$pV = \text{cost} \quad (\text{Boyle})$$

ii) n, V
fissi

$$\frac{p}{T} = \text{cost}$$

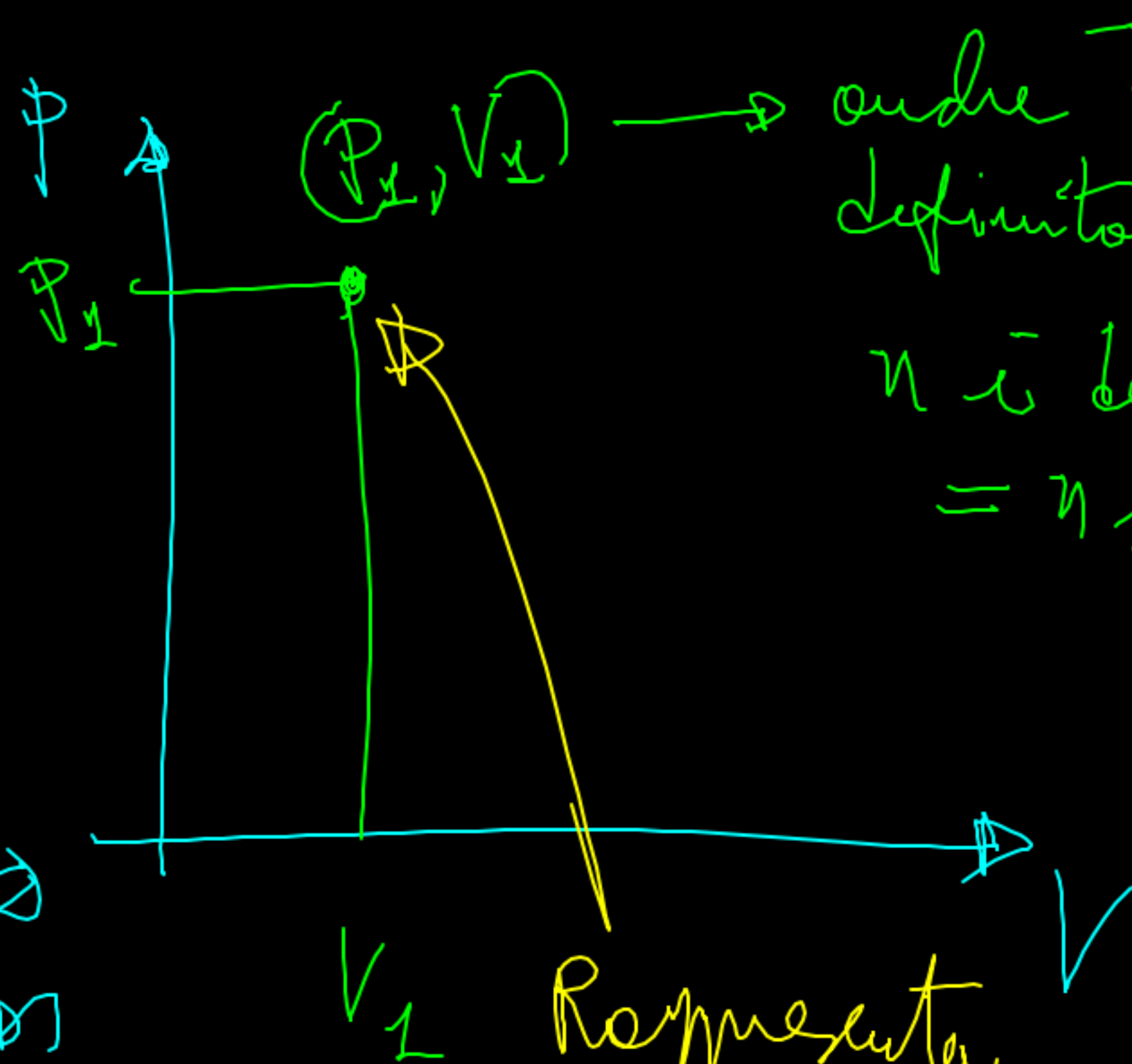
iii) n, p
fissi

$$\frac{V}{T} = \text{cost}$$

iv) V, T

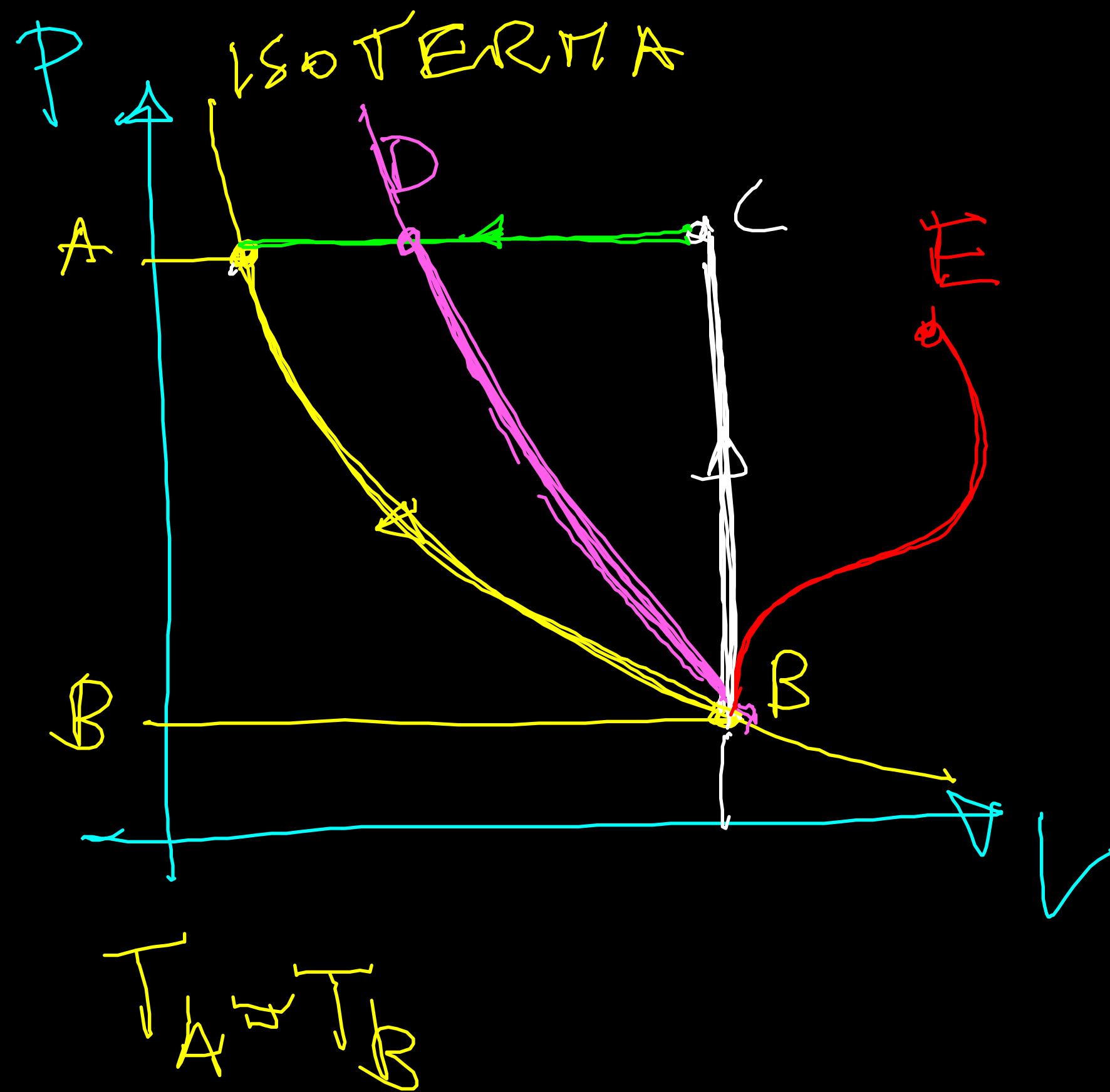
$$\frac{p}{n} = \text{cost}$$

PIANO DI
CLAPEYRON



Rappresenta
uno stato
di equilibrio
del gas

TRASFORMAZIONI DI UN GAS PERFETTO NEL PIANO DI CLAUDEYRON



$A \rightarrow B$ $PV = \text{cost}$ \Rightarrow $T = \text{cost}$
ISOTERMA

$B \rightarrow C$ $V = \text{cost}$ \rightarrow ISOCORA

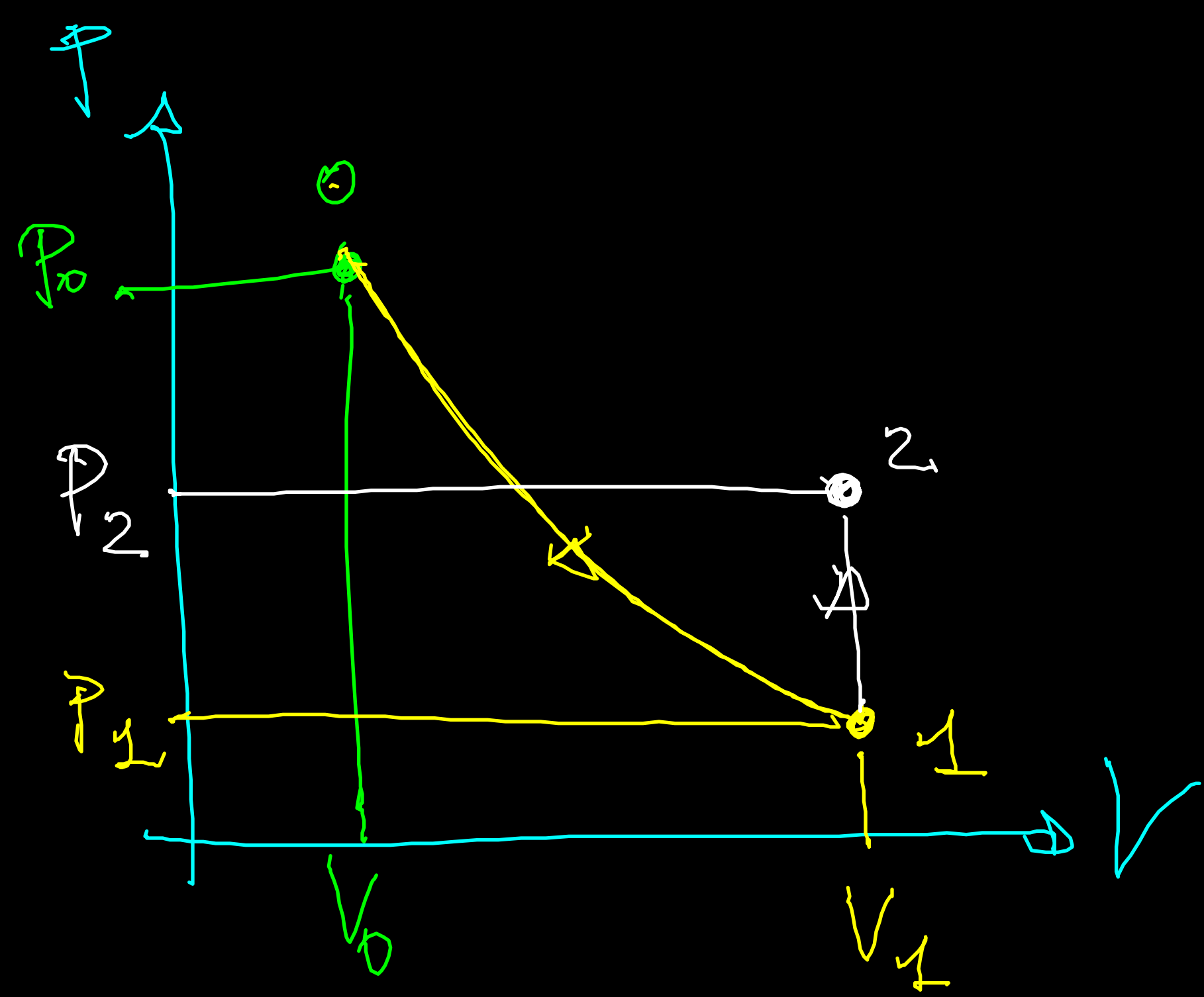
$C \rightarrow A$ $P = \text{cost}$ \rightarrow ISOBARA

$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow$ CICLICA

$B \rightarrow D$ ADIABATICA $PV^\gamma = \text{cost}$

$B \rightarrow D$ "POLITROPICA" $\gamma > 1$

(m)



$$P_0 V_0 = P_1 V_1$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_1 = T_1 \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_0 V_0 = T_1 \frac{P_2}{T_2} V_1 = T_0 \frac{P_2}{T_2} V_1$$

$$P_0 V_0 = T_0 \frac{P_2}{T_2} V_2$$

0 → P₀, V₀, T₀

0 → 1 ISOTHERMA

1 → 2 ISOCORA

$$\begin{matrix} T_0 = T_1 \\ V_1 = V_2 \end{matrix}$$

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$\frac{pV}{T} = \text{costante}$, likewise anche n è costante

→ $\frac{pV}{nT} = (\text{cost}) \xrightarrow{\text{GAS}} \text{RAREFATTO}$

costante univ.
dei gas perfetti

$\frac{pV}{nT} = R$
EQ. DI STATO DEI
GAS PERFETTI

$= 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mole}}$

la medesima
per tutti i gas rarefatti

EQ. DI STATO DEL GAS REALI O DI

VAN DER WAALS

$$\left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = nRT$$

↑
"pressione"
dovuta alle interazioni tra molecole

↑
volume proprio delle
molecole

a e b dipendono dal tipo di gas

$$PV = nRT$$

Regole del fon di GIBBS

$$N = S + 2 - F$$

n° di
gradi di
libertà

n° di specie
chimiche

n° di
fasi

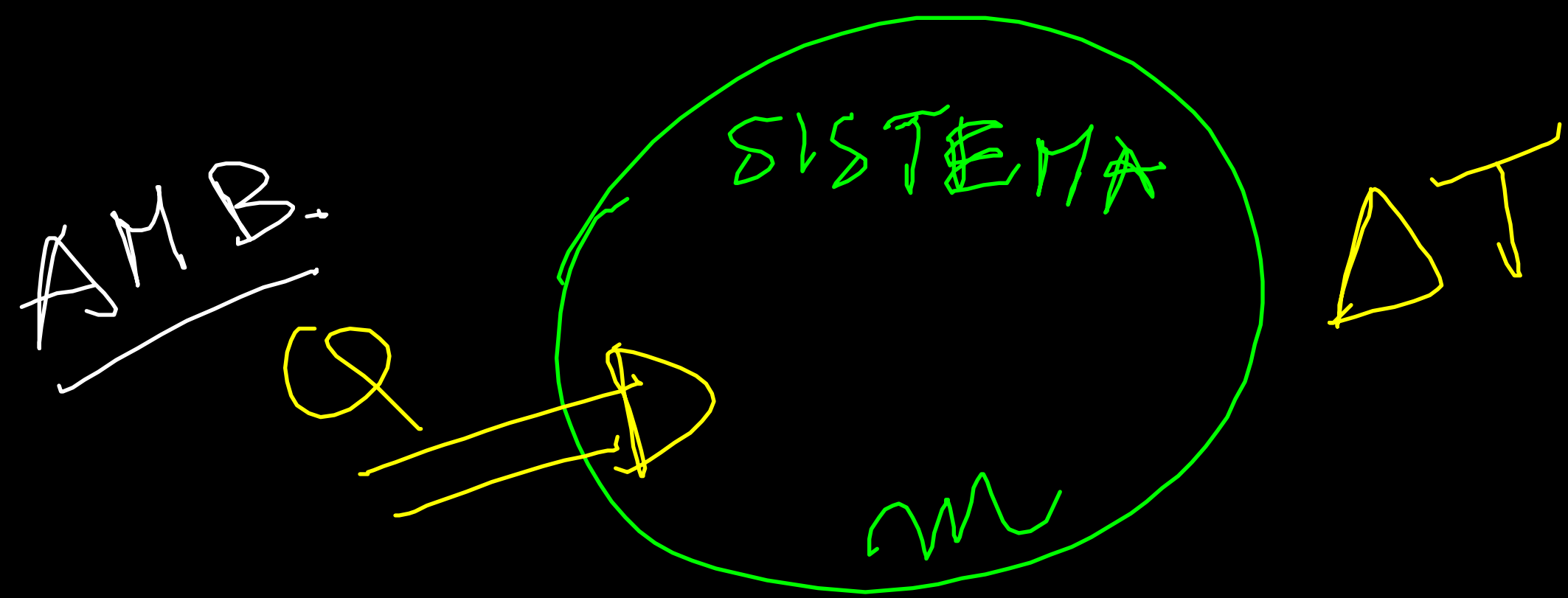
quantità fissate di gas
(n costante) puro

↳ solo 2 variabili
indipendenti

↳ 2 GRADI DI
LIBERTÀ

$$S = 1, F = 1$$

$$\Rightarrow N = 2$$



del sistema?

① PRESS. COSTANTE

$$dQ_p = m c_p dT$$

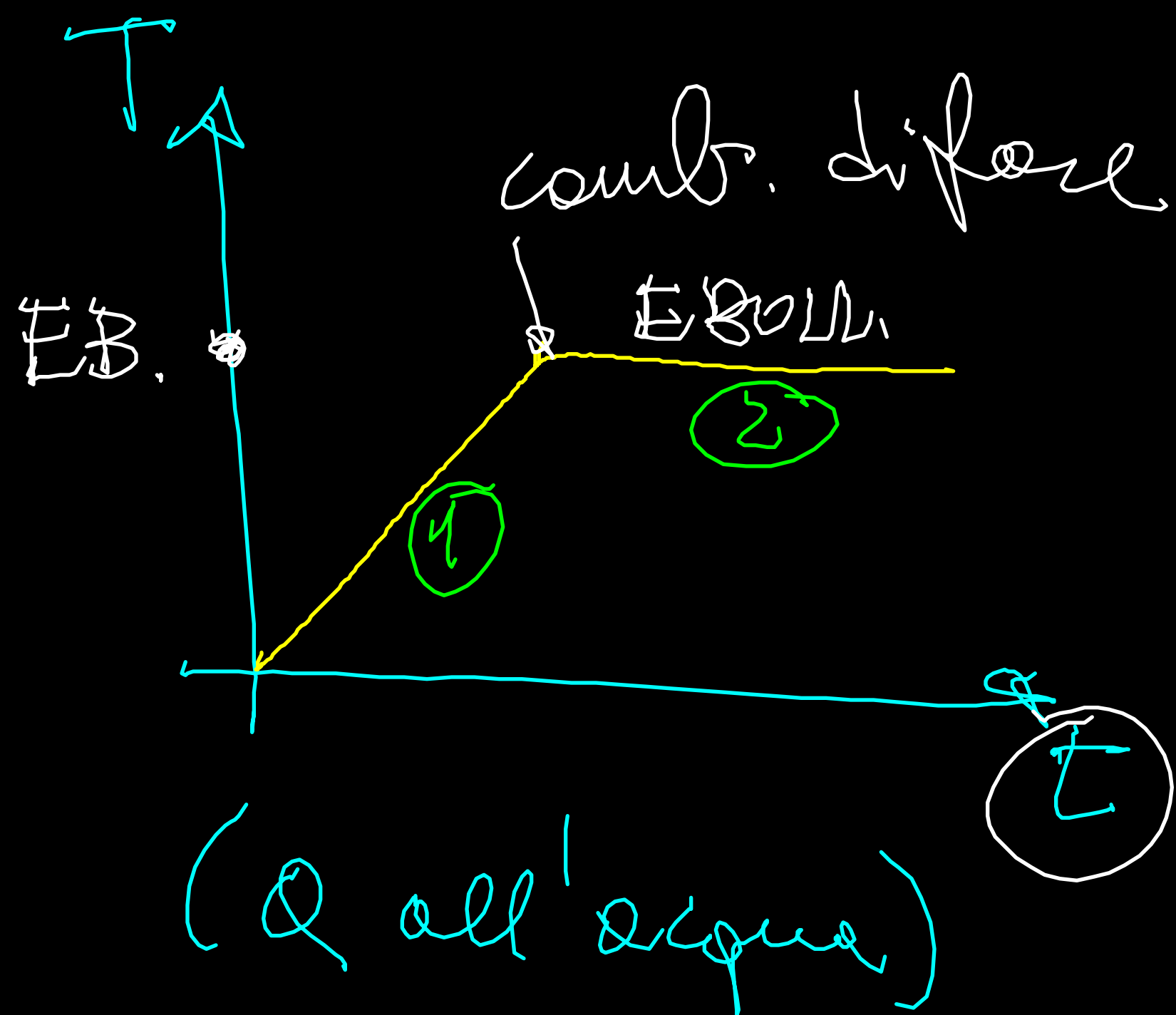
dipende
dalla sostanza
e in fun. di T

↑
CALORE
SPECIFICO
A PRESS.
COSTANTE

Se c_p NON DIP. DA T

$$\Rightarrow Q = m c_p \Delta T$$

SPERIM. PER L'ACQUA



①

VOLUME
COSTANTE

$$dQ_V = m c_V dT$$

↑ calore specifico
a Vol. COSTANTE

In generale $c_p \neq c_v$

[J]

Per H_2O $c_p \approx c_v$

[K] [K_g]

$\Delta T = 1^\circ C = 1 K$, $m = 1 kg$ di acqua

$Q = 10^3 \text{ calorie} = 4186$

\Rightarrow H_2O
 $c_p \approx c_v = 10^3 \text{ cal/K} \cdot \text{kg}$
 $= 4186 \frac{J}{K \cdot \text{kg}}$

CALORI SPECIFICI MOLARI

$$dQ_p = n C_p dT$$

$$dQ_v = n C_v dT$$

CALORE LATENTE

$$Q = m L$$

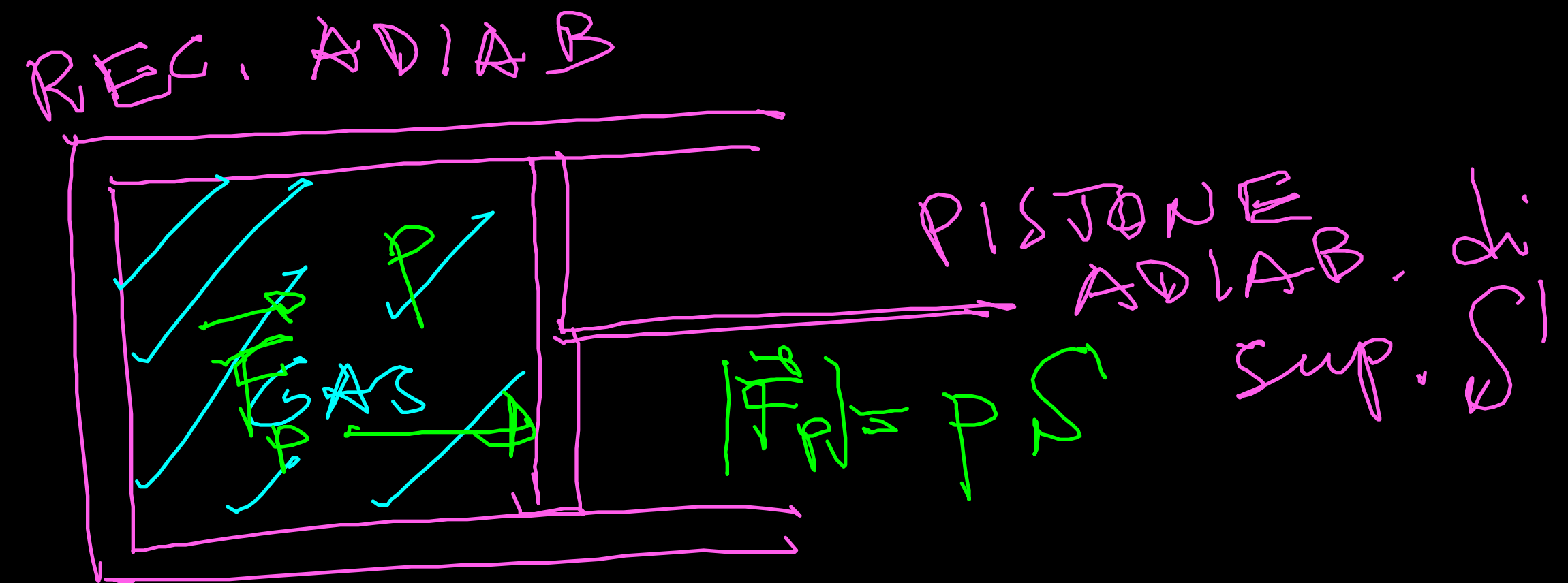
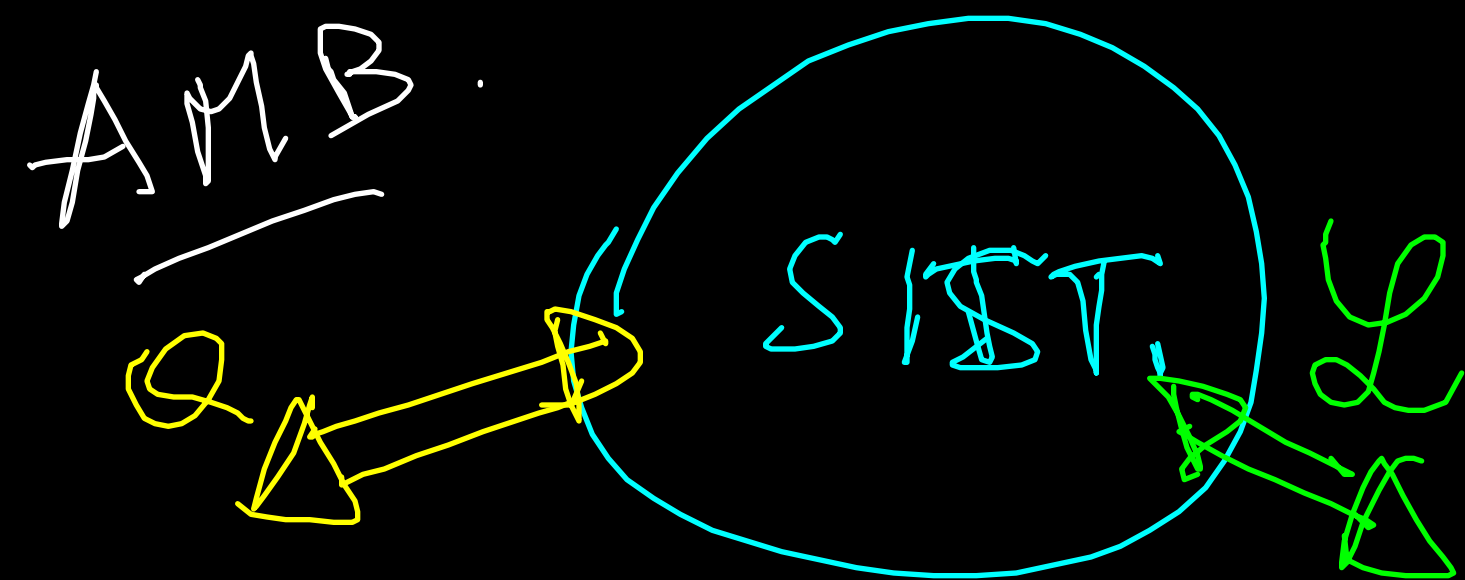
- L dipende dalla sostanza

- L funzione SOLIDO \leftrightarrow LIQ.

- L evaporazione LIQ. \leftrightarrow VAP.

quantità di calore
necessaria per far
cambiare di fase
una massa m
di sostanza

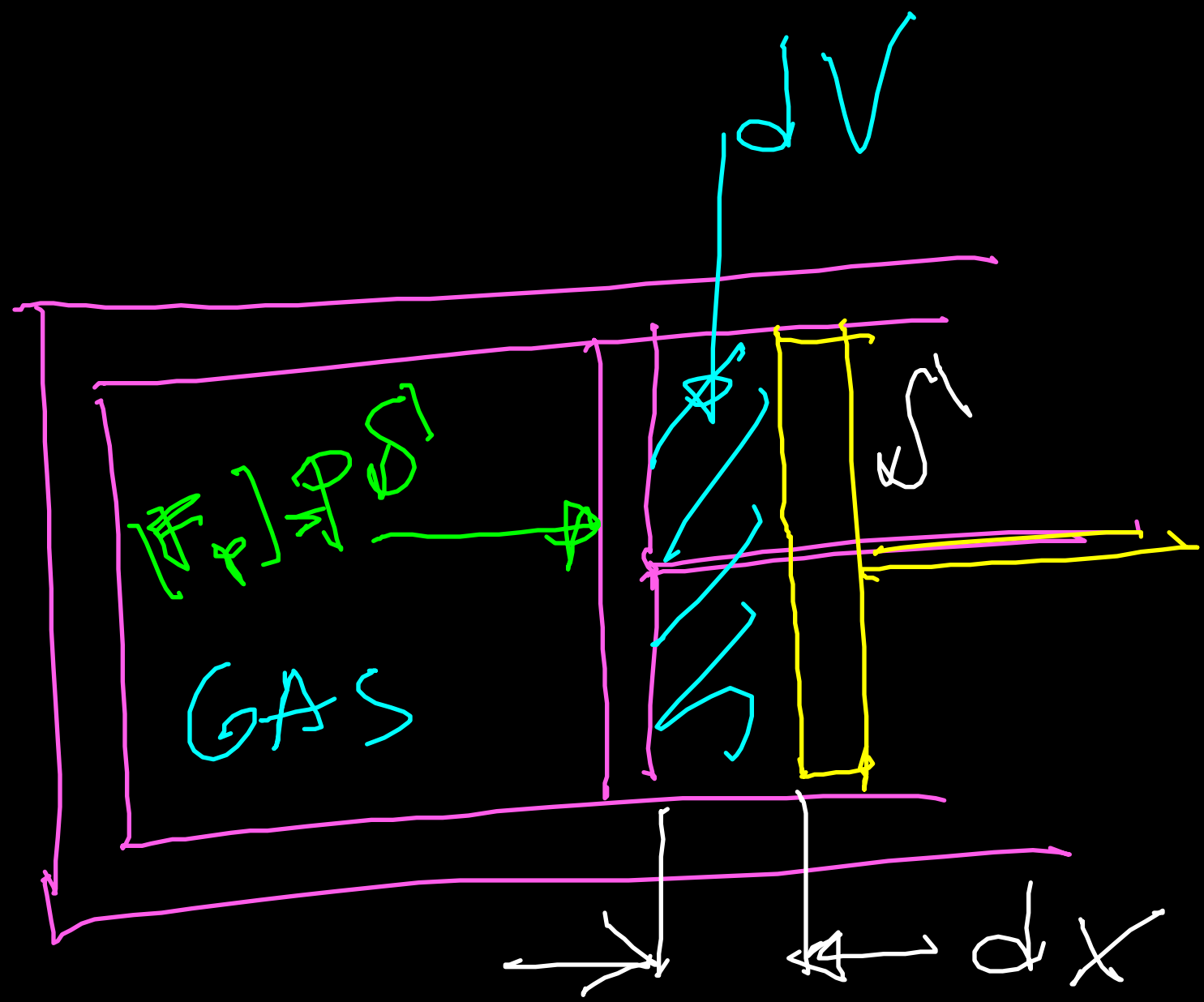
LAVORO IN TERMODINAMICA



CALORE - Energia scambiata
per ΔT

GAS \equiv SISTEMA
TUTTO IL RESTO \equiv AMBIENTE

LAVORO - Energia scambiata
solo attraverso
2 spostamenti meccanici



$$\int dx = dV$$

Variazione di volume del gas

$$d\mathcal{L} = p dV$$

LAVORO TERMOD.

(Vale in generale)

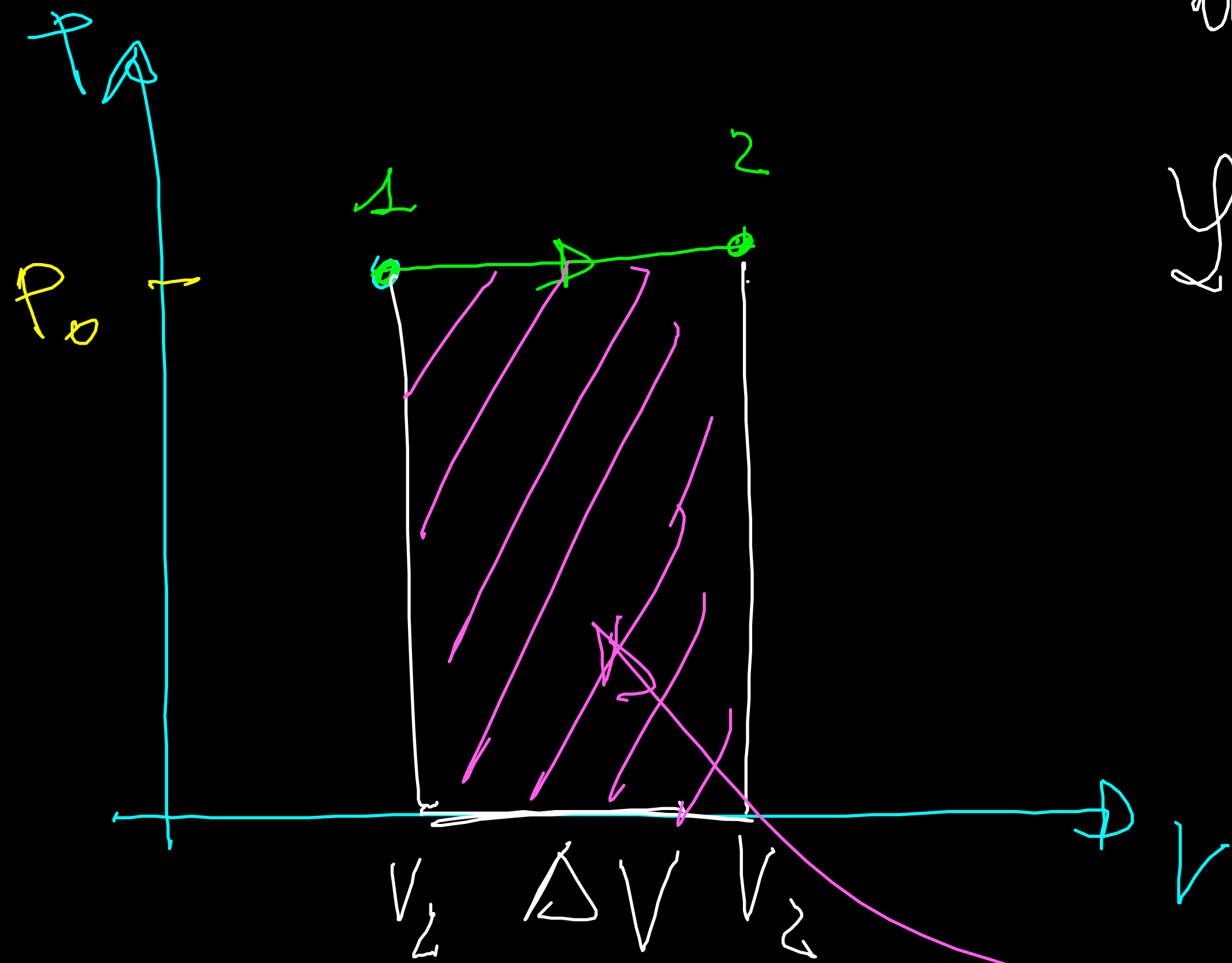
dx è lo spostamento del pistone

$\vec{F}_p \parallel dx$

$$d\mathcal{L} = |\vec{F}_p| dx = p dV$$

$dV > 0 \Rightarrow d\mathcal{L} > 0$
il sistema fa lavoro sull'ambiente

$dV < 0 \Rightarrow d\mathcal{L} < 0$
il sistema "riceve" lavoro dall'amb.



$$dW = P dV$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = \int_1^2 P dV$$

$$W_{1 \rightarrow 2} \text{ (isob.)} = P_0 \int_1^2 dV = P_0 \Delta V$$

$$= P_0 (V_2 - V_1)$$

$$W_{1 \rightarrow 2}$$