

*Strumenti per l'insegnamento interdisciplinare della
termodinamica nelle scienze sperimentali*

Approfondimenti e aspetti
trasversali di un corso di
termodinamica chimica

Claudio Arrivoli

Liceo cantonale di Lugano 1

La sperimentazione

Classi coinvolte:

- Due classi nell'ambito del corso BIC

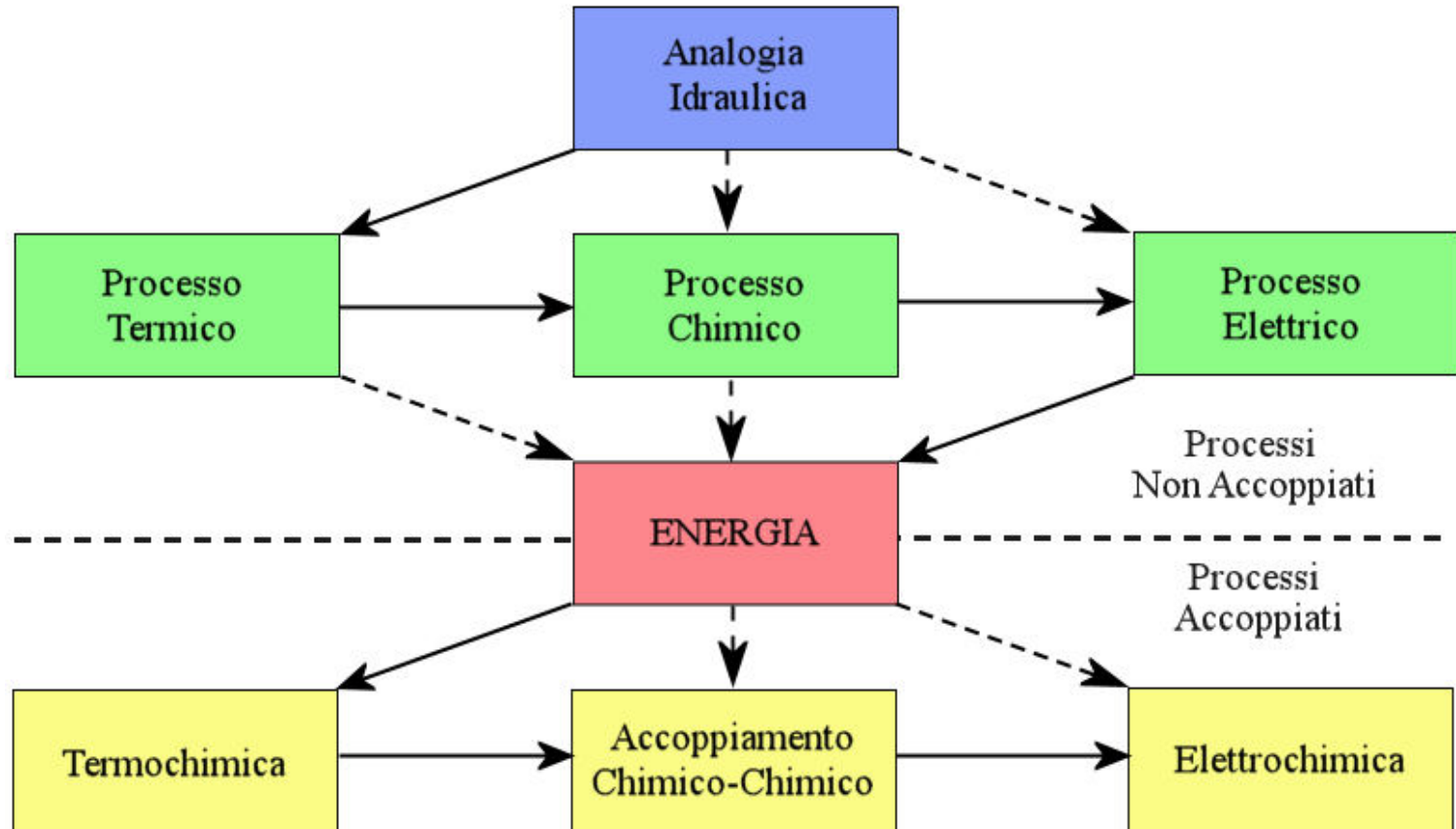
Durata della sperimentazione:

- AS 2009-10 (primo anno BIC) e 2 mesi dell' AS 2010-2011 (secondo anno BIC)

Obiettivo:

- Trattazione degli argomenti fondamentali della chimica di base utilizzando come filo conduttore il modello spinta-corrente-resistenza.

Il percorso didattico



Temi del contributo

Il modello idraulico di riferimento per l'analogia

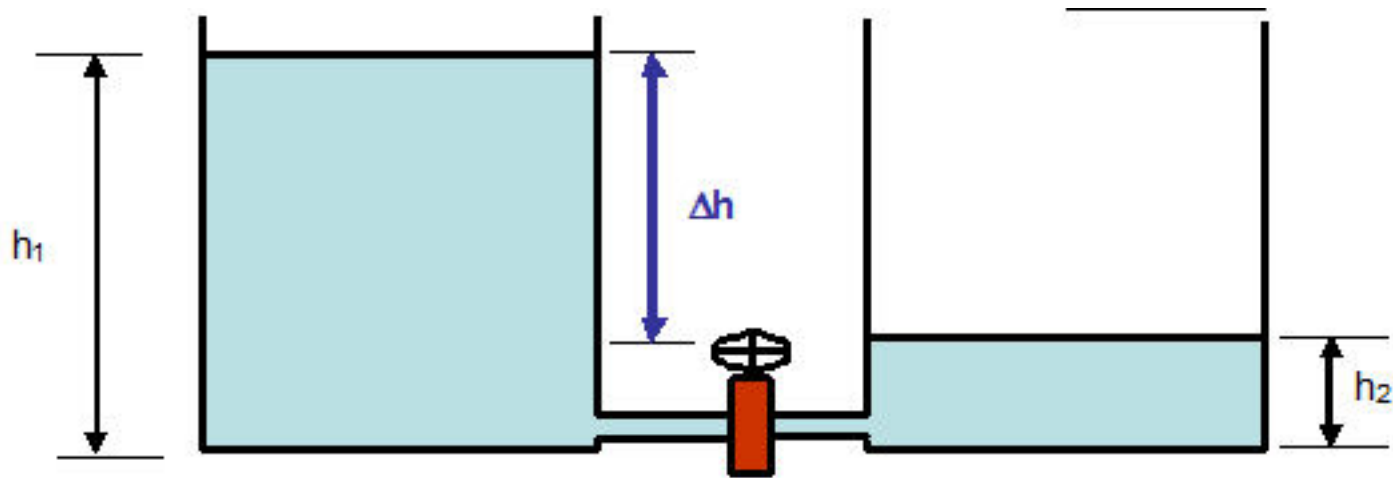
Le analogie tra il modello idraulico e fenomeni di ambiti diversi

- Il ruolo delle grandezze fisiche
- Il raggiungimento dell'equilibrio
- Esempio – Il principio di Le Châtelier

Evoluzione del concetto di capacità

ANALOGIA IDRAULICA

La situazione problema



Perché i due livelli sono diversi?
Se apro il rubinetto cosa succede?

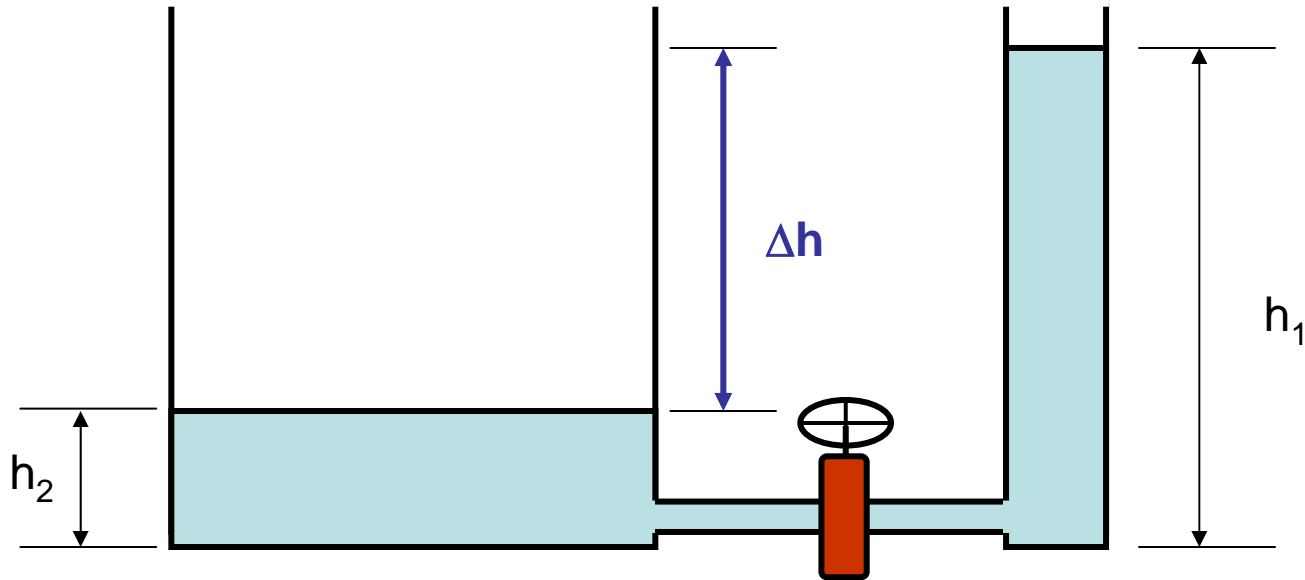
ANALOGIA IDRAULICA

Le grandezze primarie

- Il **livello**, se confrontato tra due sistemi, ci indica la direzione del trasferimento. È una **grandezza intensiva** e viene chiamata **potenziale**. Nei fenomeni idraulici, il livello (h) sarà quindi il nostro potenziale idraulico.
- La **quantità** di volume ci indica quanto viene trasferito. È una **grandezza estensiva** ed ha il ruolo di **portatore** di energia. Nei fenomeni idraulici, il volume d'acqua fluisce da un sottosistema all'altro.

ANALOGIA IDRAULICA

Spinte, correnti e resistenze



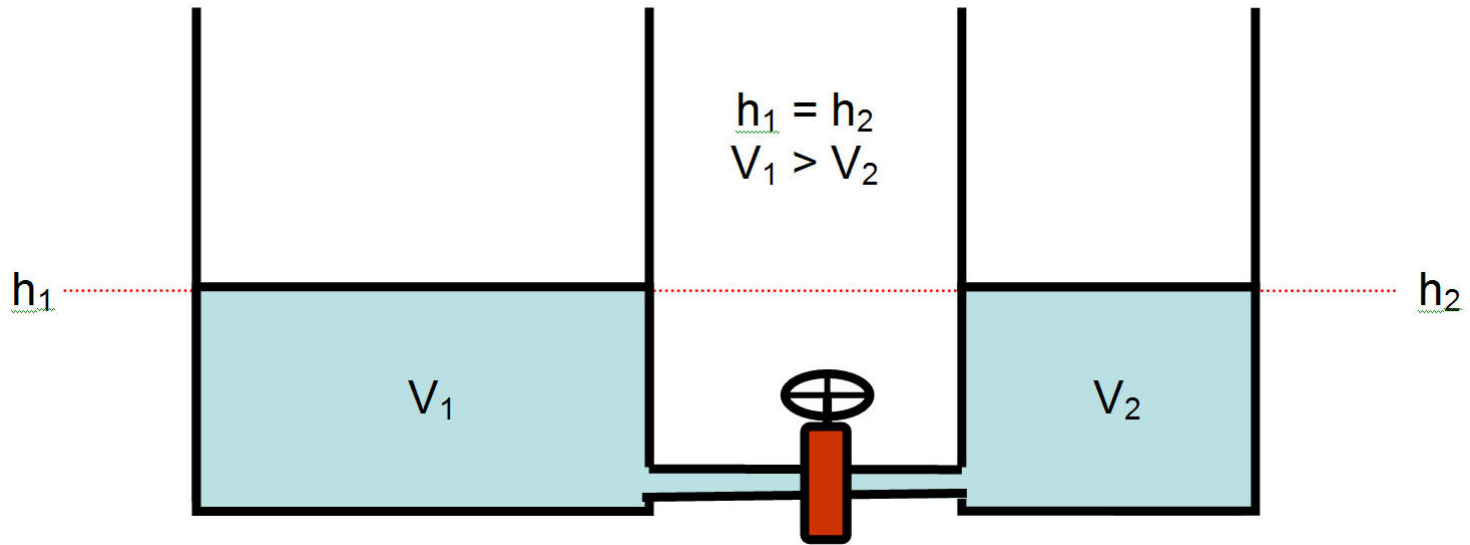
Corrente $\longrightarrow I_V \Leftrightarrow \frac{\Delta h}{R_{idraulica}}$

← Spinta

← Resistenza

ANALOGIA IDRAULICA

L'equilibrio



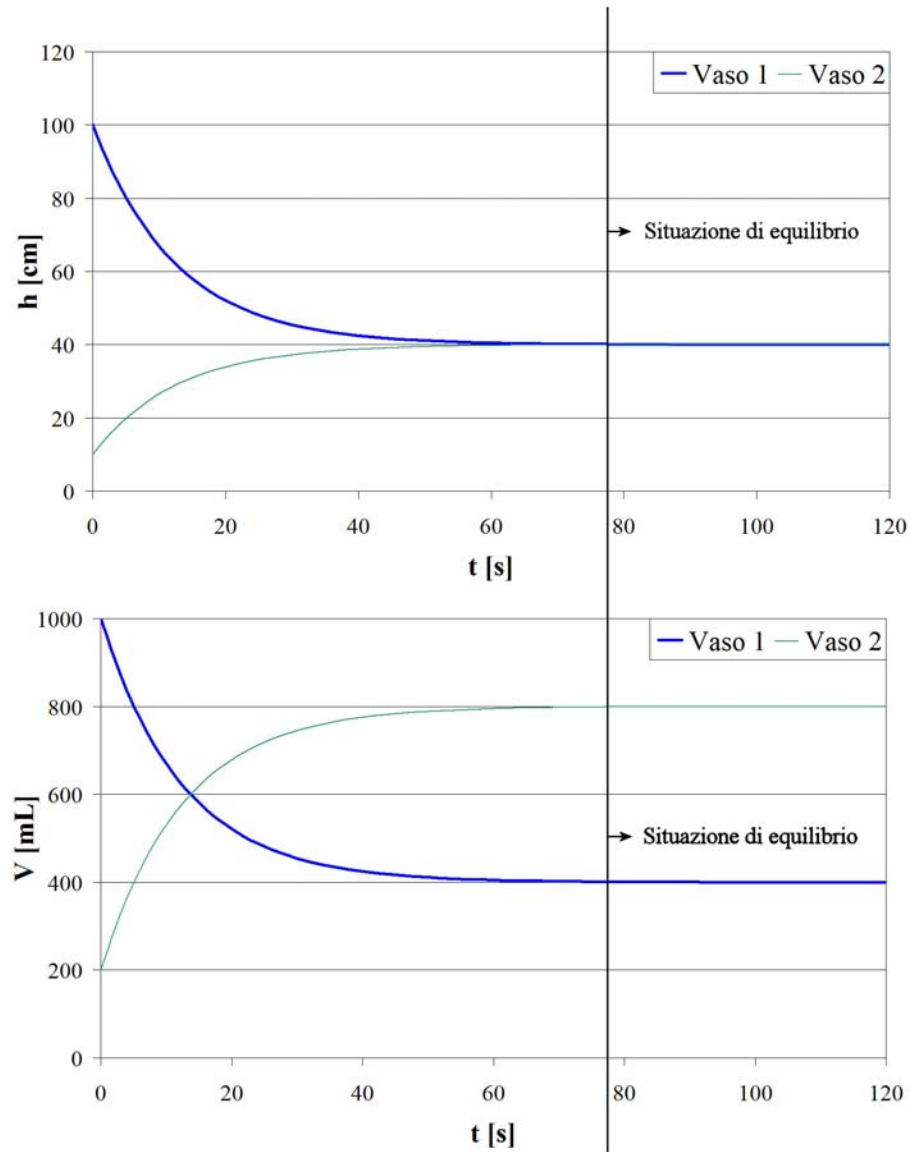
$$\Delta h = 0$$

$$I_V = 0$$

$$\dot{V} = 0$$

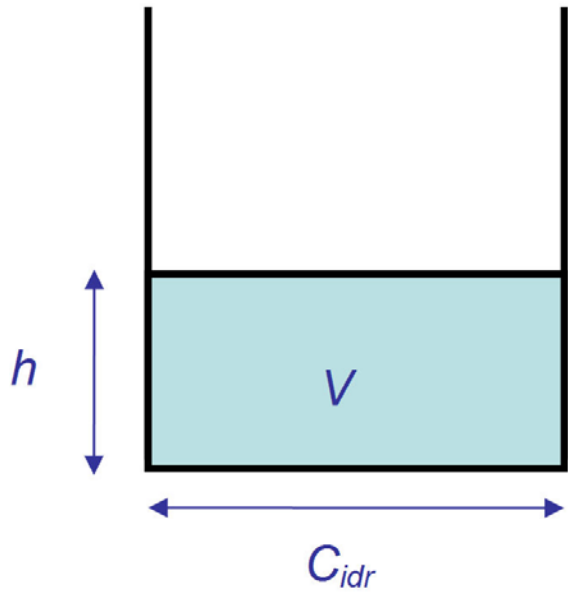
ANALOGIA IDRAULICA

L'equilibrio – evoluzione temporale

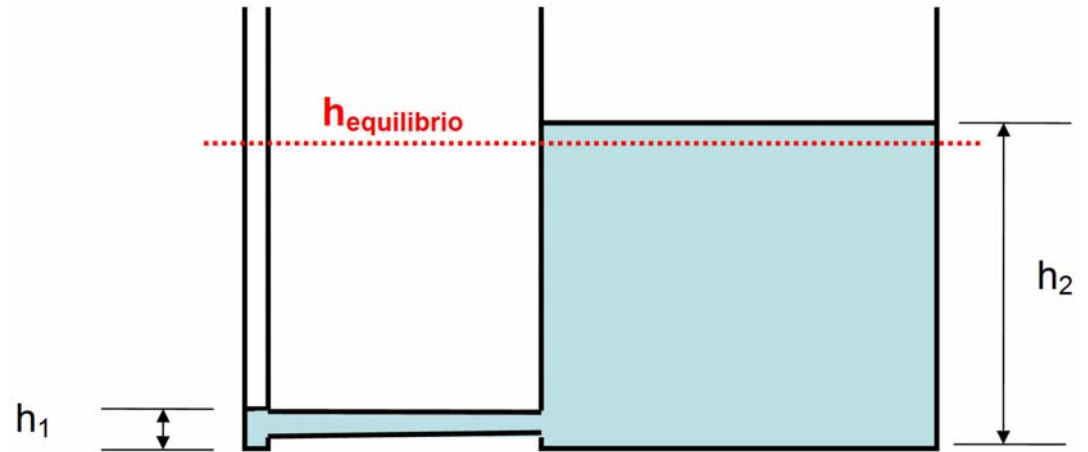


ANALOGIA IDRAULICA

La capacità



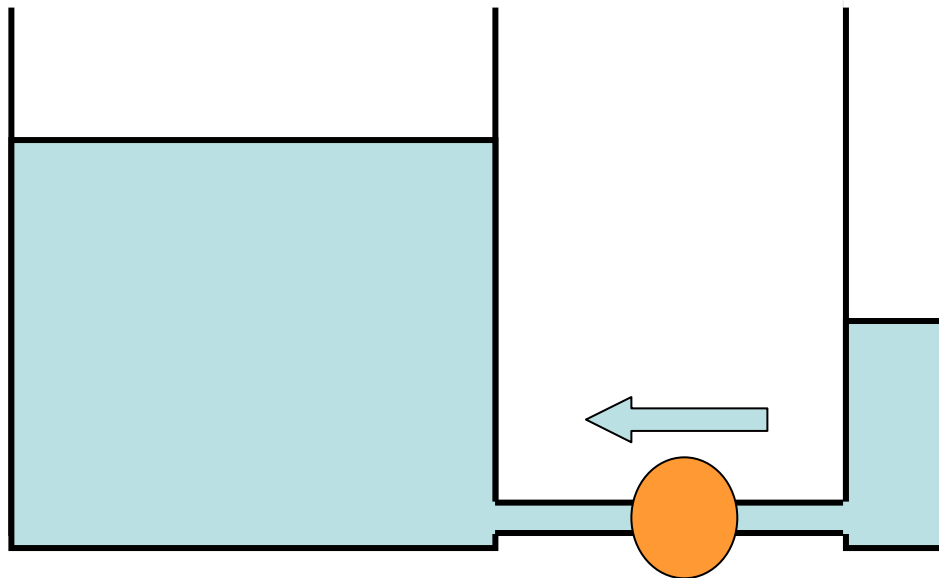
$$C_{idr} = \frac{dV}{dh}$$



ANALOGIA IDRAULICA

Processi spontanei e non spontanei

La pompa idraulica



Pompa

L'UTILIZZO DELL'ANALOGIA

Il ruolo delle grandezze fisiche

Campo di studio	Grandezza estensiva	Conservata / non conservata	Corrente associata	Grandezza intensiva	“Spinta” al trasferimento
Idraulica	Volume d'acqua V	conservata	Corrente d'acqua I_V	Pressione p	Δp
Elettricità	Carica elettrica Q	conservata	Corrente elettrica I_Q	Potenziale elettrico φ	$\Delta\varphi$
Meccanica (traslazioni)	Quantità di moto p_x	conservata	Corrente meccanica (traslazioni) I_{p_x} (o forza F_x)	Velocità v_x	Δv_x
Meccanica (rotazioni)	Quantità di moto angolare L_a	conservata	Corrente meccanica (rotazioni) I_{L_a} (o momento della forza M_a)	Velocità angolare ω_a	$\Delta\omega_a$
Termologia	Entropia S	non conservata	Corrente d'entropia I_S	Temperatura assoluta T	ΔT
Chimica	Quantità chimica n	non conservata	Corrente chimica I_n resp. tasso di trasformazione π_n	Potenziale chimico μ	$\Delta\mu$

L'UTILIZZO DELL'ANALOGIA

Il raggiungimento dell'equilibrio

Materiale scaricabile da:

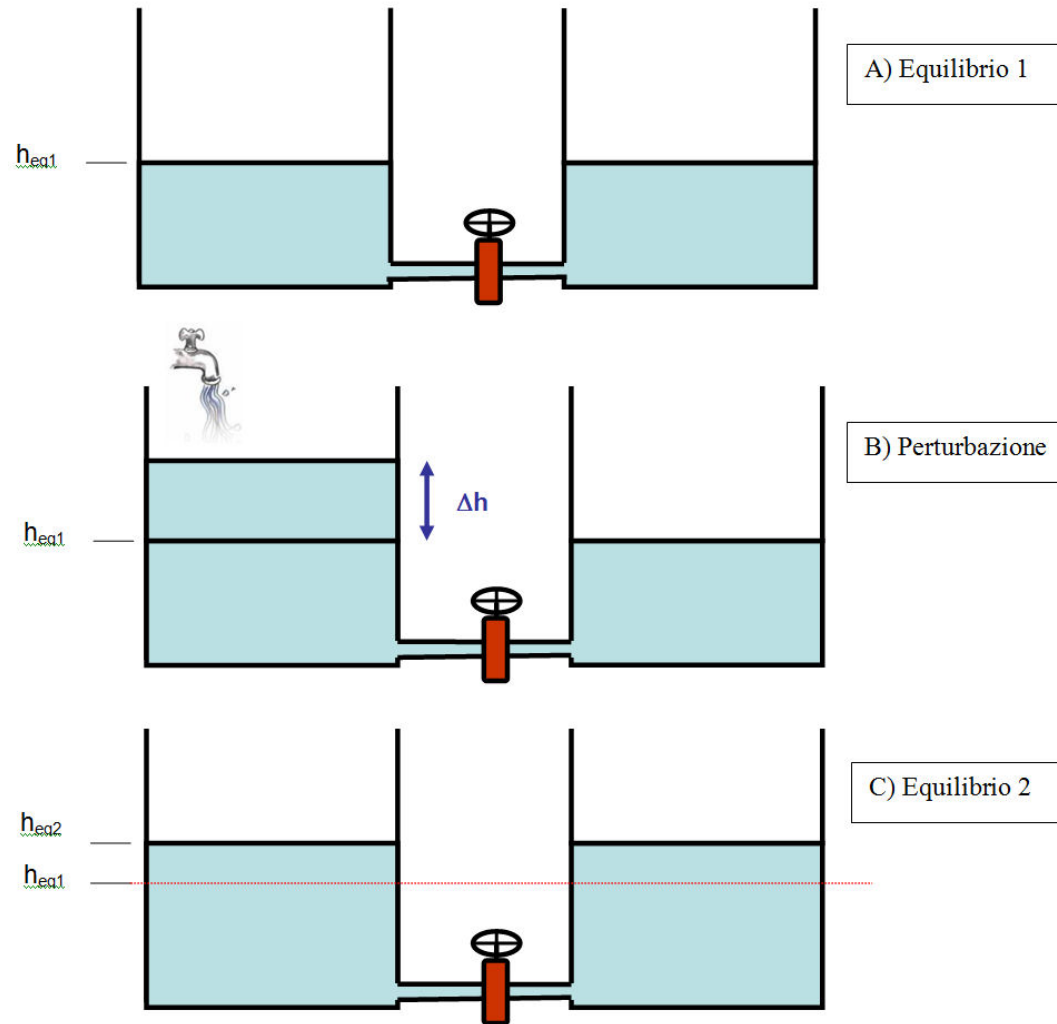
http://www.scuoladecs.ti.ch/StrIIT2011/scarica/Claudio_Arrivoli-Percorso_Didattico-agosto2011-Allegati.zip

Cartella: Allegati/Esercizi/equilibrio

- Equilibrio idraulico
- Equilibrio termico
- Equilibrio chimico

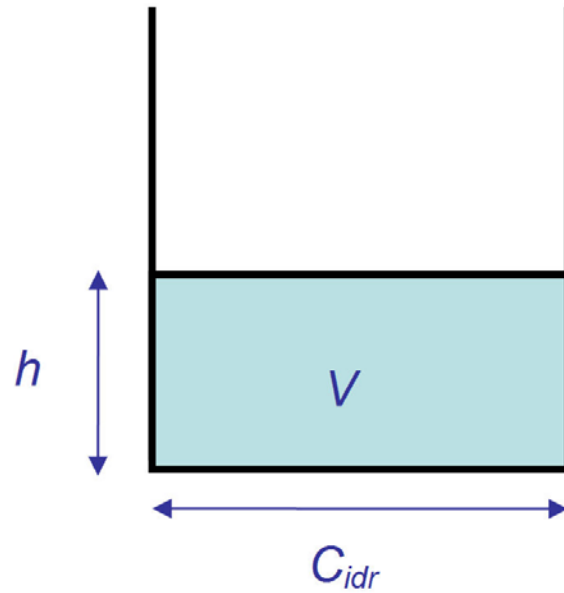
L'UTILIZZO DELL'ANALOGIA

Il principio di Le Châtelier



LA CAPACITÀ

Idraulica – Recipiente cilindrico

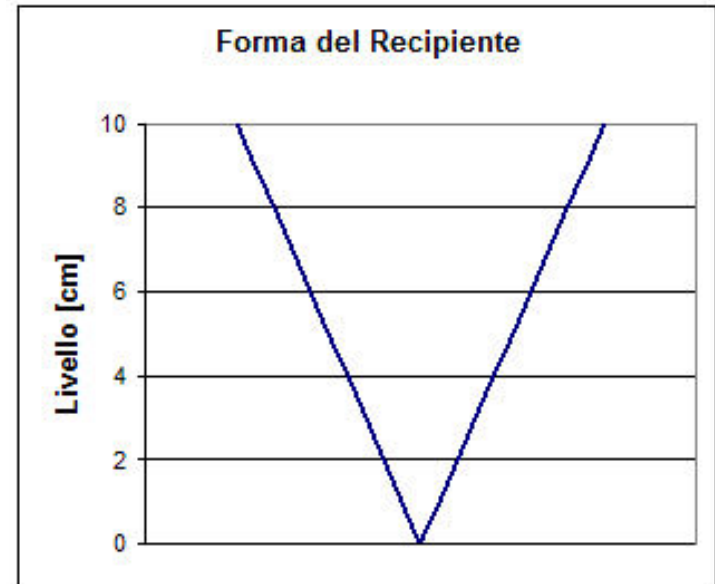
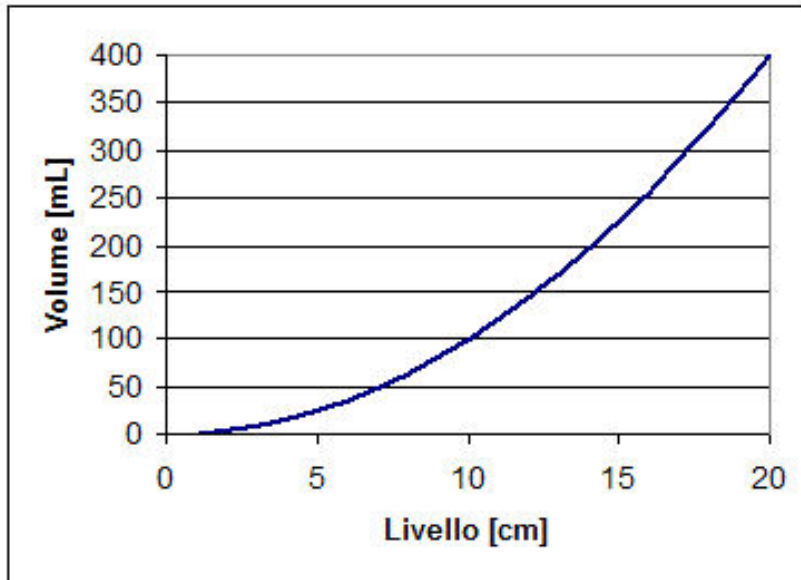


$$C_{idr} = \frac{V}{h}$$

LA CAPACITÀ

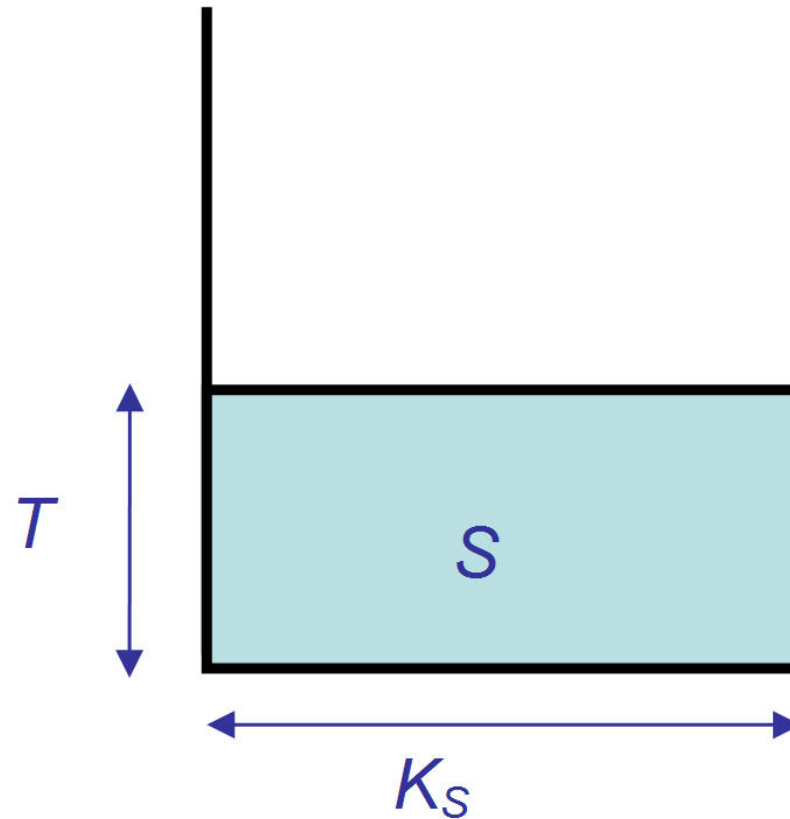
Idraulica – Recipiente irregolare

Esercizi



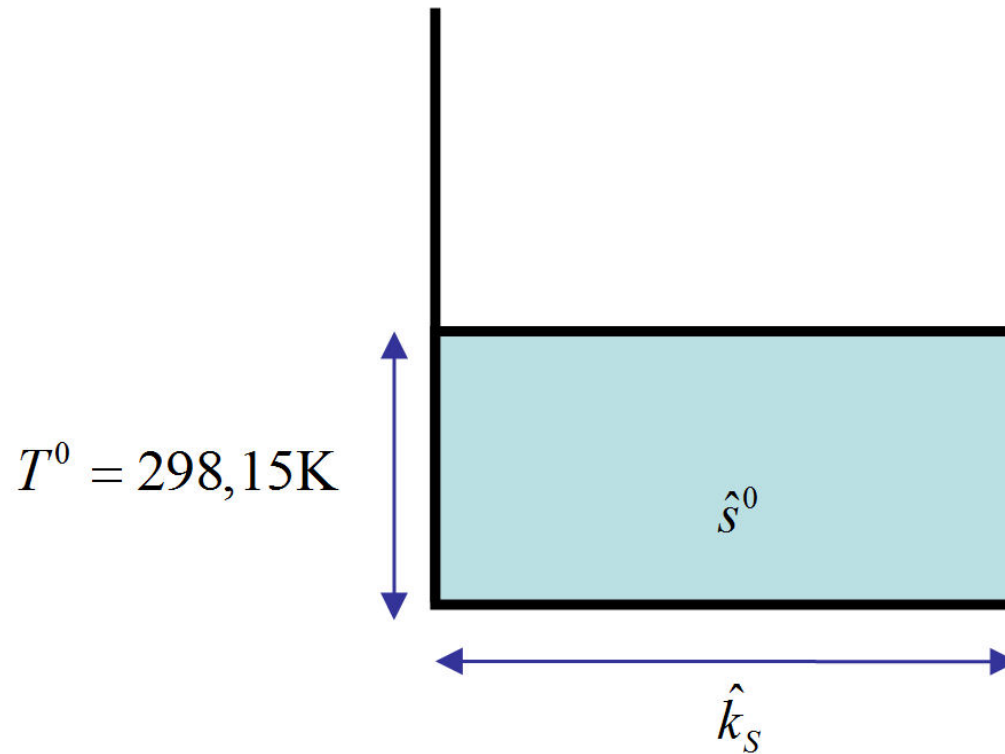
LA CAPACITÀ

Termologia – La capacità entropica



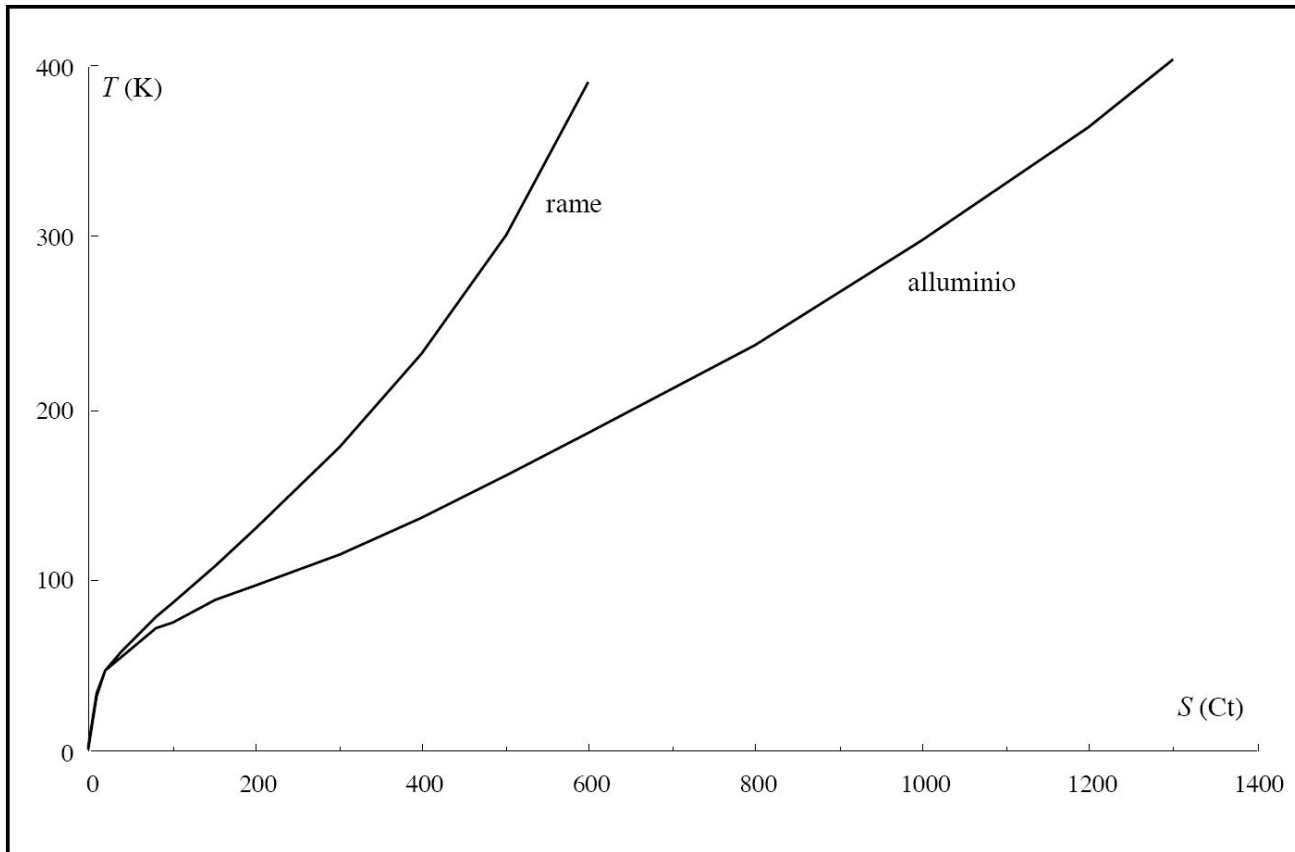
LA CAPACITÀ

Termologia – L'entropia molare in condizioni normali



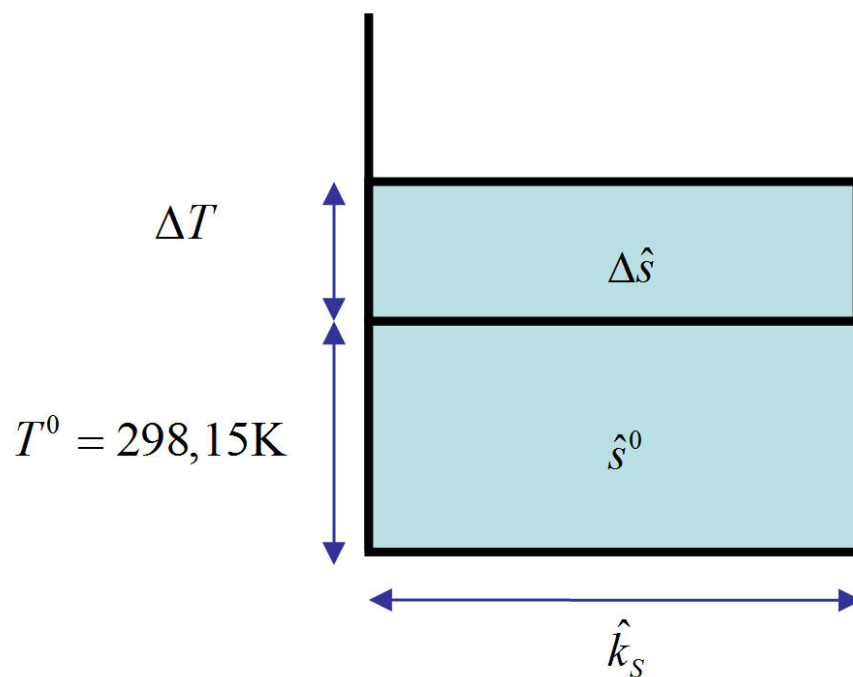
LA CAPACITÀ

Termologia – Il recipiente dell'entropia



LA CAPACITÀ

Termologia – Il calcolo dell'entropia



Materiale scaricabile da:

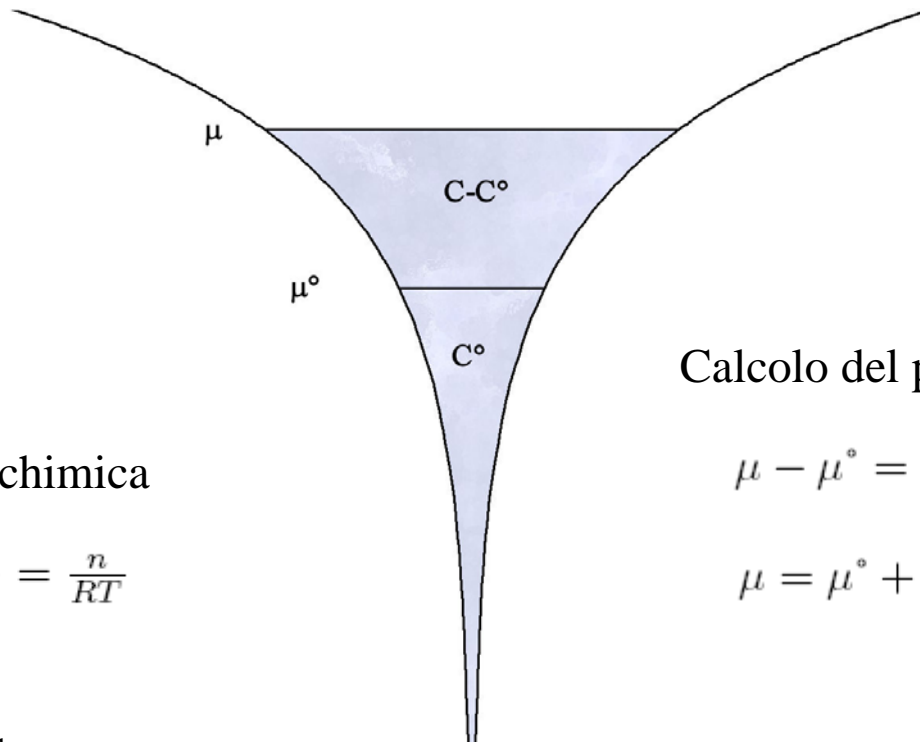
http://www.scuoladecs.ti.ch/StrIIT2011/scarica/Claudio_Arrivoli-Percorso_Didattico-agosto2011-Allegati.zip

Cartella: Allegati/Esercizi/Capacità

[Esercizio - Capacità Entropica](#)

LA CAPACITÀ

Chimica – il potenziale chimico



Capacità chimica

$$B = \frac{dn}{d\mu} = \frac{n}{RT}$$

Calcolo del potenziale chimico

$$\mu - \mu^\circ = RT \cdot \ln\left(\frac{c}{c^\circ}\right)$$

$$\mu = \mu^\circ + RT \cdot \ln[X]$$

Materiale scaricabile da:

http://www.scuoladecs.ti.ch/StrIIT2011/scarica/Claudio_Arrivoli-Percorso_Didattico-agosto2011-Allegati.zip

Cartella: Allegati/Esercizi/Capacità

[Esercizio - Capacità Chimica](#)

LA CAPACITÀ

Chimica – Equilibrio e capacità

$\Delta\mu^\circ > 0$ Reazione completa $P \rightarrow R$

$\Delta\mu > 0$ Spontanea da $P \rightarrow R$

$\Delta\mu^\circ = 0$ Equilibrio chimico

$\Delta\mu = 0$ Stato di equilibrio chimico

$\Delta\mu^\circ < 0$ Reazione completa $R \rightarrow P$

$\Delta\mu < 0$ Spontanea da $R \rightarrow P$

Conclusione

- Un unico modello interpretativo per fenomeni di ambiti diversi
- Terminologia comune
- Possibilità di sviluppare un concetto in ambiti fenomenologici diversi

- Possibilità di studiare sistemi dinamici (sonde Pasco e software per modellizzazione di sistemi dinamici)
- Interdisciplinarietà