

# Una didattica per la Complessità?



**T. Pera CEMEA**

# La COMPETENZA

**VERITA'**

**BUGIA**

**VERITA' PARZIALE  
DIFFERENZA**

**ORDINE**

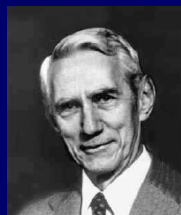
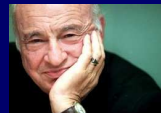
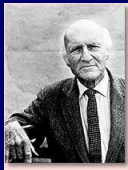
**DISORDINE**

**ORGANIZZAZIONE  
EMERGENZA**

**EMISSIONE**

**RICEZIONE**

**RIDONDANZA - RUMORE  
(estetica, etica, emozione)  
ERRORE - DIVERGENZA**

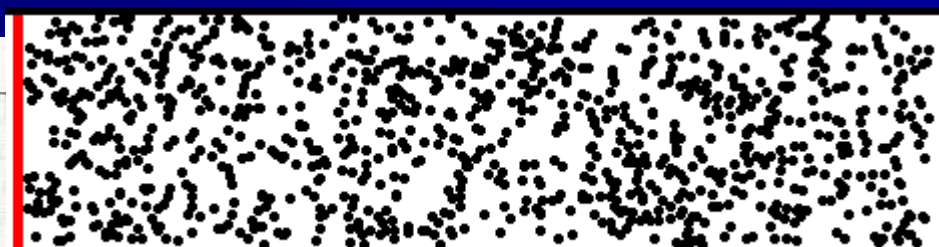
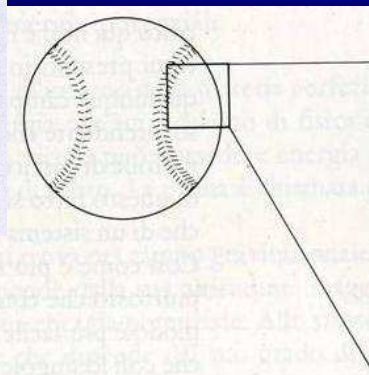
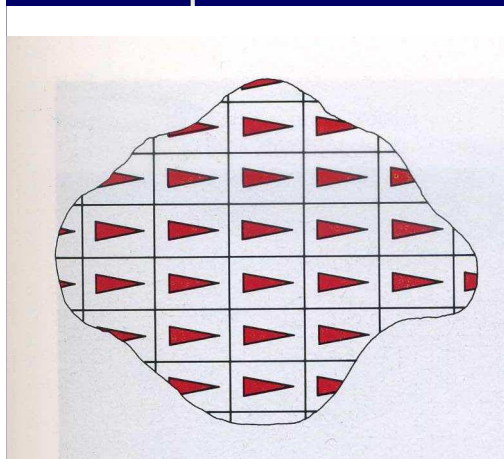


# La COMPETENZA

*rumore* – *suono* – *musica* – *parola* – *linguaggio*

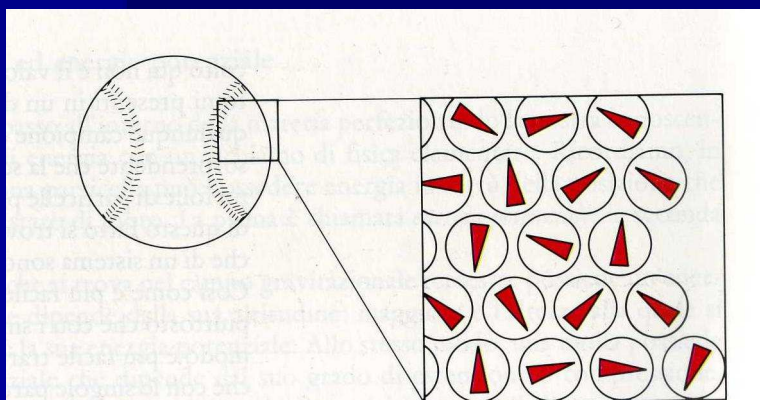
*Lavoro, calore, luce, materia, corpi e oggetti*

*del LAVORO* **W** (molecole in movimento)



©2002, Dan Russell

*del CALORE* **Q**

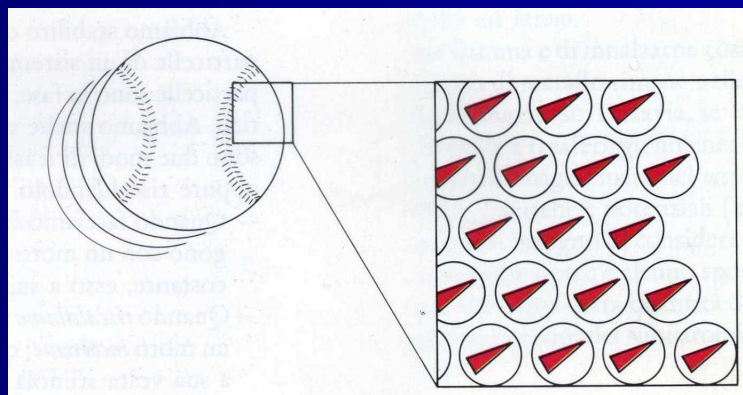


# *T. Pera* – Materia ed Energia – Lavoro e Calore

**$W = \text{lavoro}$**



**Ordine**

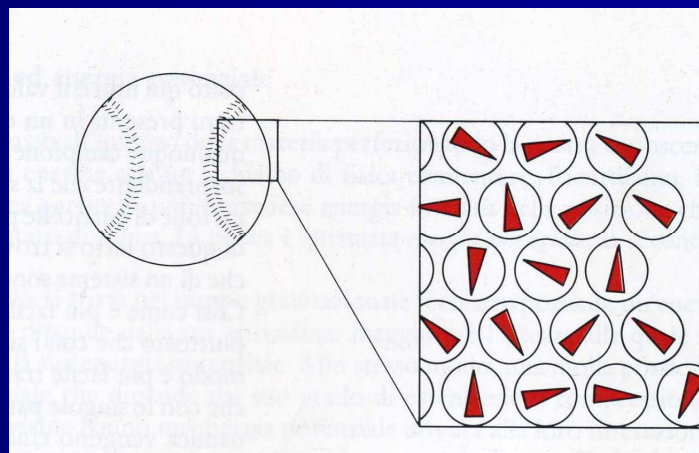


# *T. Pera – Materia ed Energia – Lavoro e Calore*

**$Q = \text{calore}$**

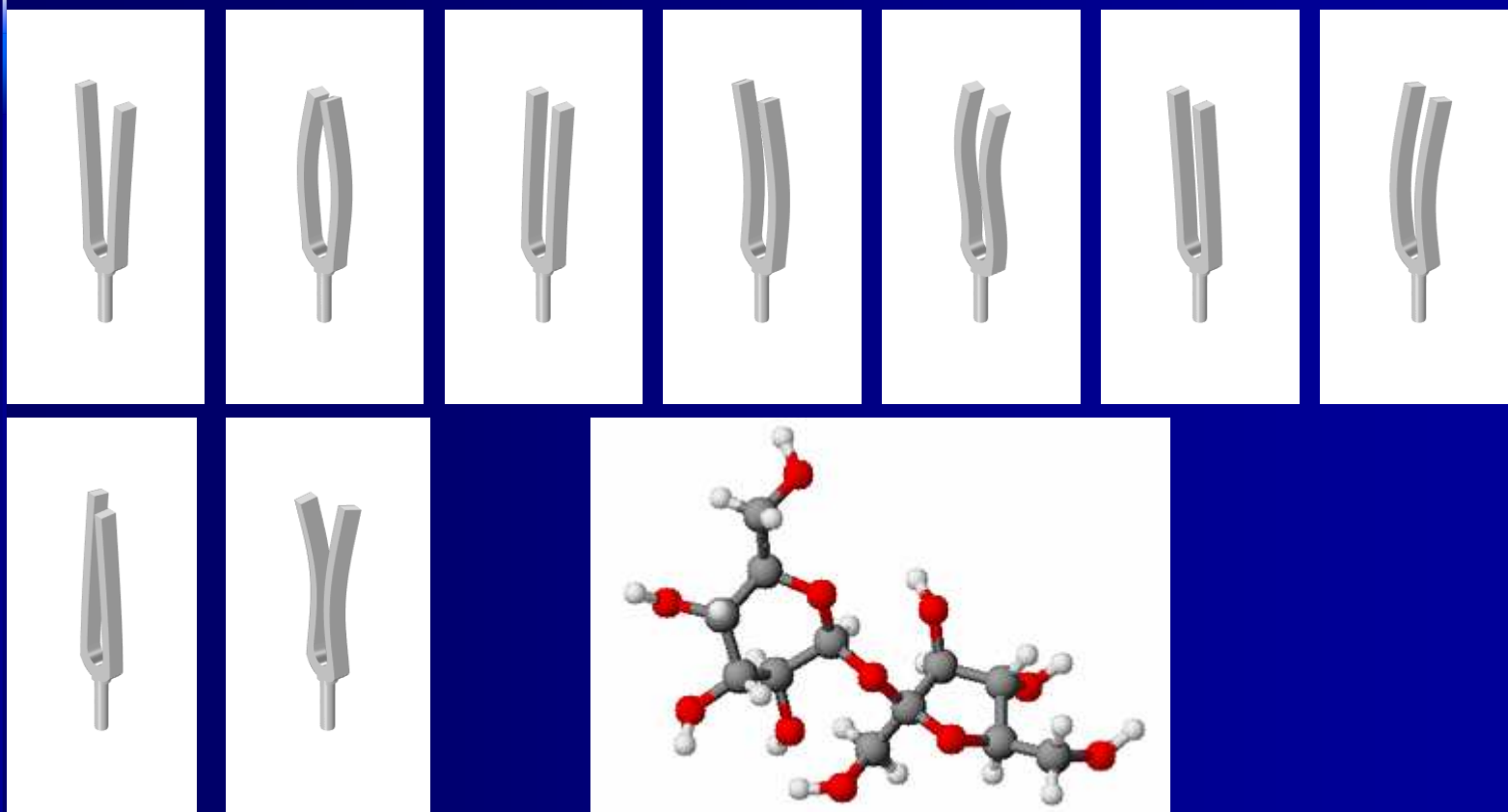


**disordine**



# Le vibrazioni molecolari

**Le molecole vibrano** attorno ai loro legami



# La COMPETENZA

$$\Delta G = \Delta H - T * \Delta S$$

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T * \Delta S^{\circ}$$

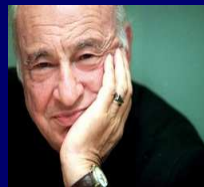
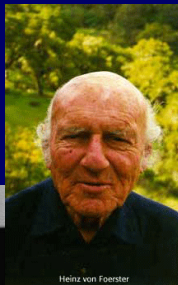
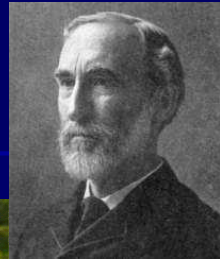
$$\Delta G^{\circ} = \sum G^{\circ}_{\text{reagenti}} - \sum G^{\circ}_{\text{prodotti}}$$

$$G = K * \ln P$$

$$S = K_B * \ln P$$

$$S_{\text{info}} = K * \ln P$$

$$K_{\text{Boltzman}} = 1,380594 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$



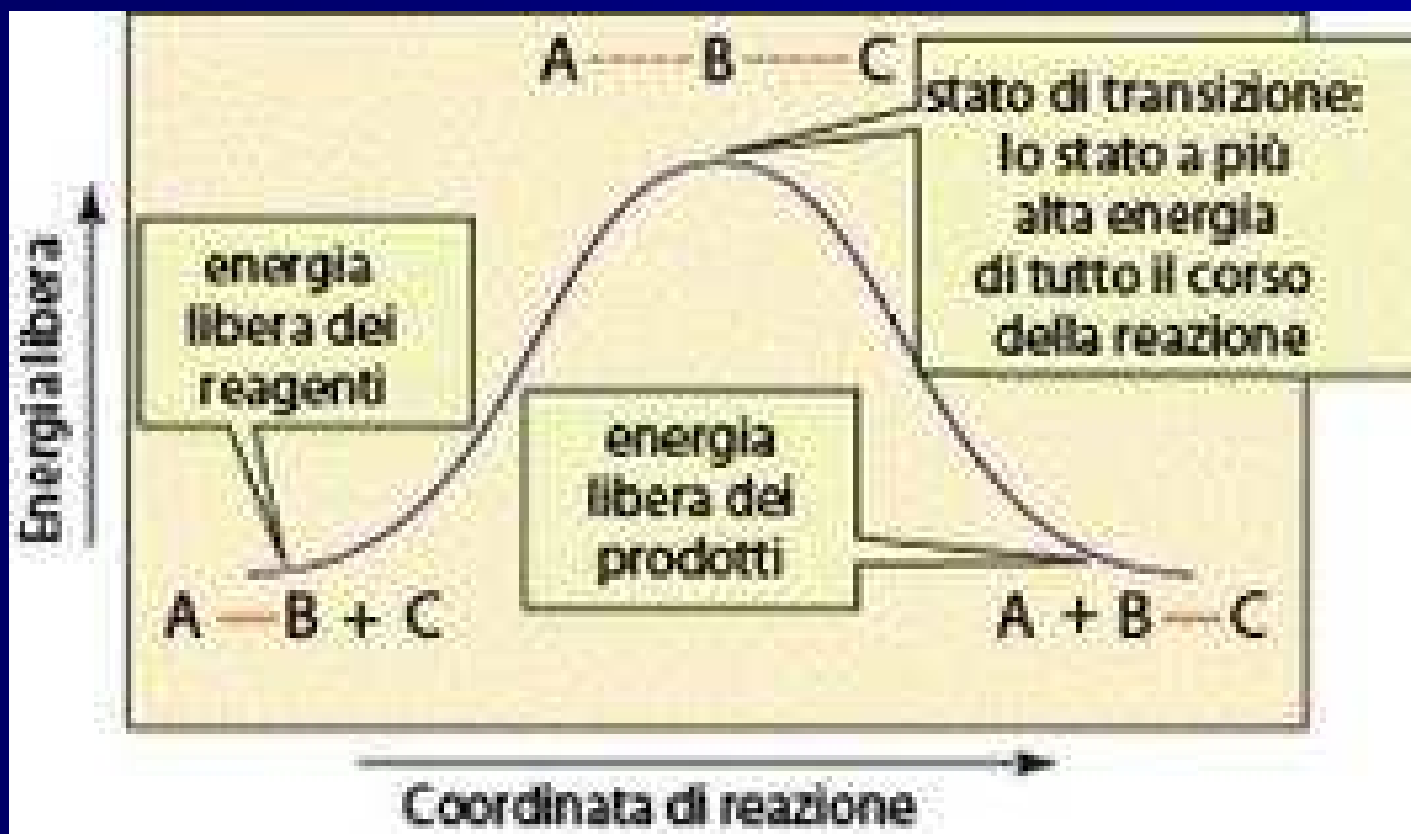


# La freccia dei... processi

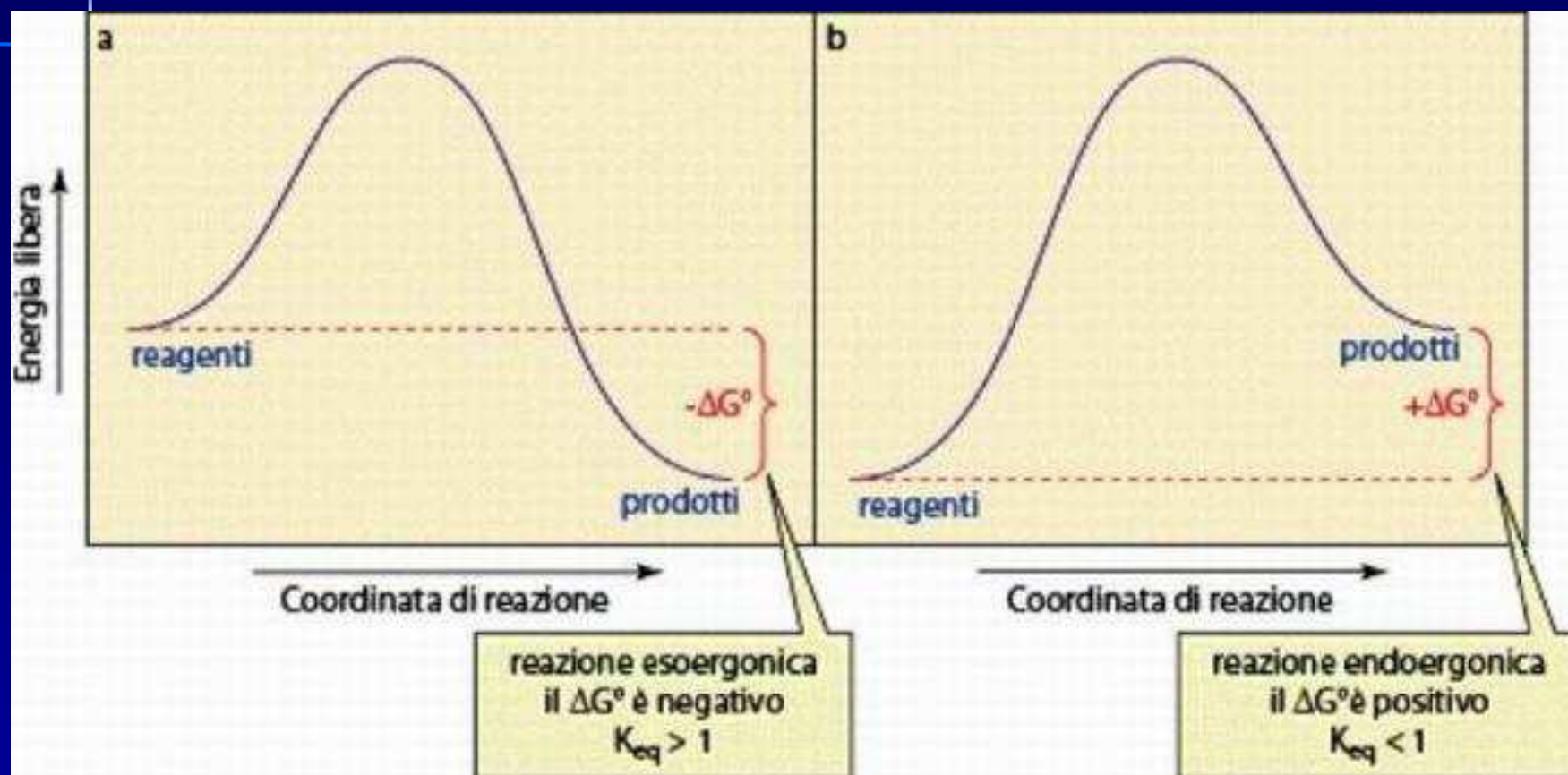
- $\Delta G = 0$ : la reazione è già avvenuta ed il sistema è all'equilibrio.
- $\Delta G < 0$ : la reazione avviene spontaneamente ed è irreversibile.
- $\Delta G > 0$ : la reazione avviene spontaneamente nel senso opposto.



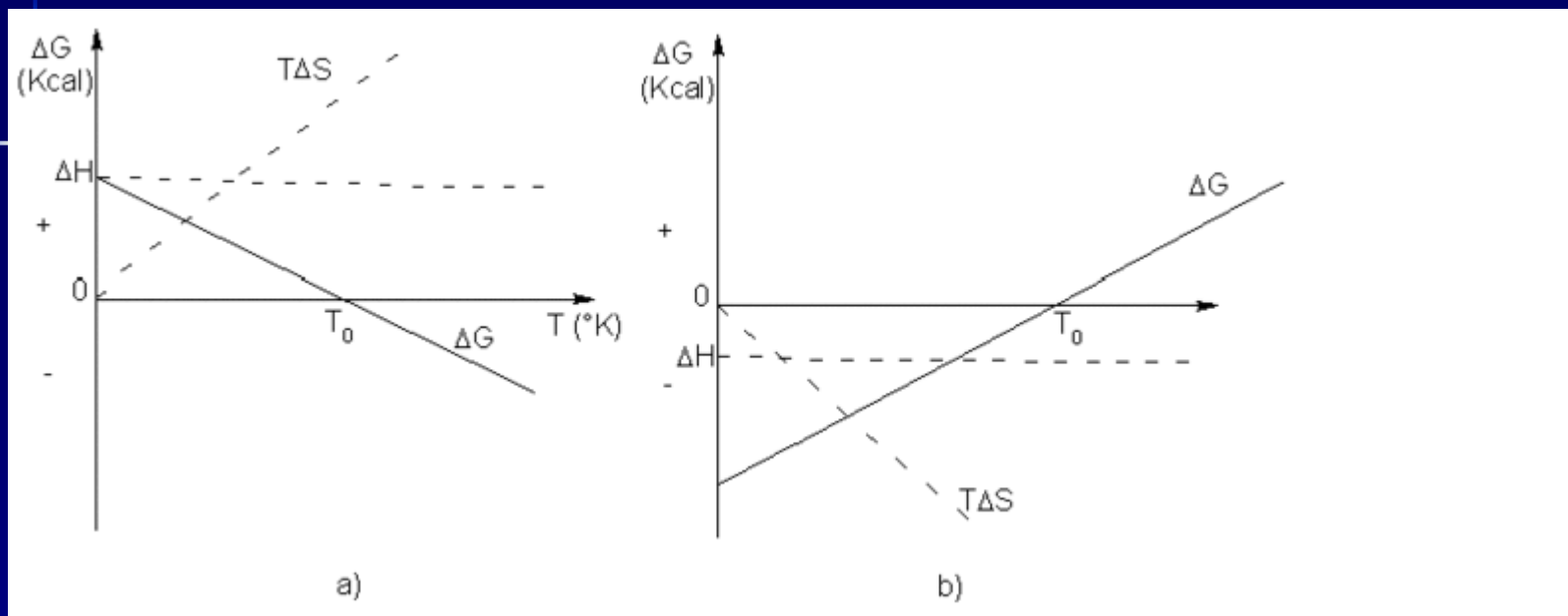
# La freccia dei... processi



# La freccia dei... processi



# La freccia del... tempo



I grafici che mostrano qualitativamente la variazione di energia libera e la spontaneità di una reazione.

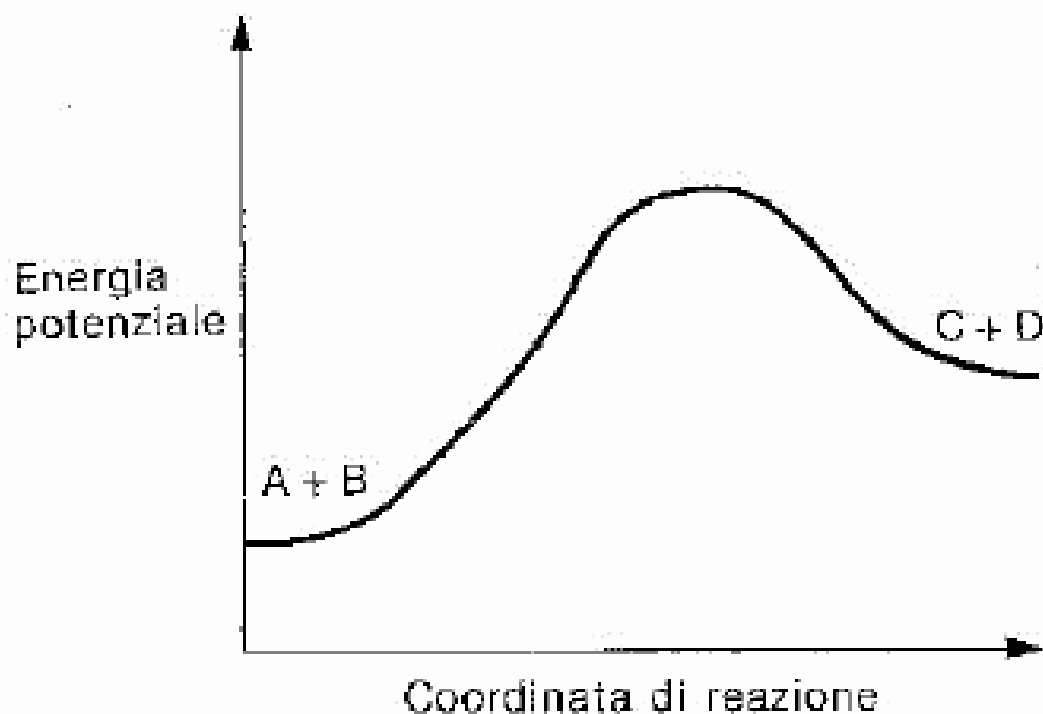
Nel caso a) siamo in presenza di una reazione esotermica disordinante ( $\Delta S > 0$ )

Nel caso b) la reazione endotermica ordinante ( $\Delta S < 0$ ).

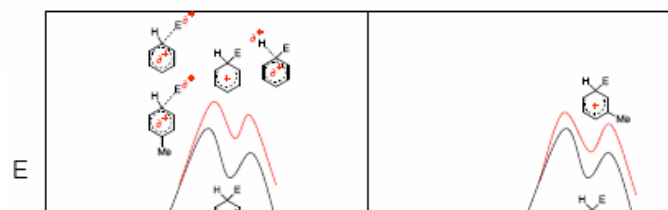
La variazione di entalpia e la variazione di entropia sono state considerate indipendenti dalla temperatura. Nel punto  $T_0$  la reazione è in equilibrio  $\Delta G = 0$

# La freccia dei... processi

$$k = A e^{(-E_a / RT)}$$

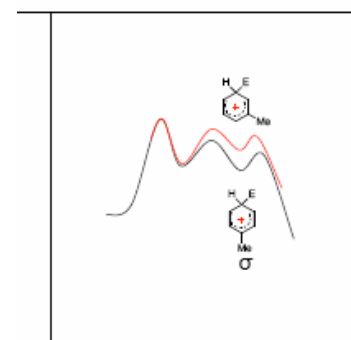


## INFLUENZA DEL COMPLESSO $\pi$ SULLA SELETTIVITÀ



*selettività inter-  
e intramolecolare  
regolata dalla formazione  
del complesso  $\sigma$*

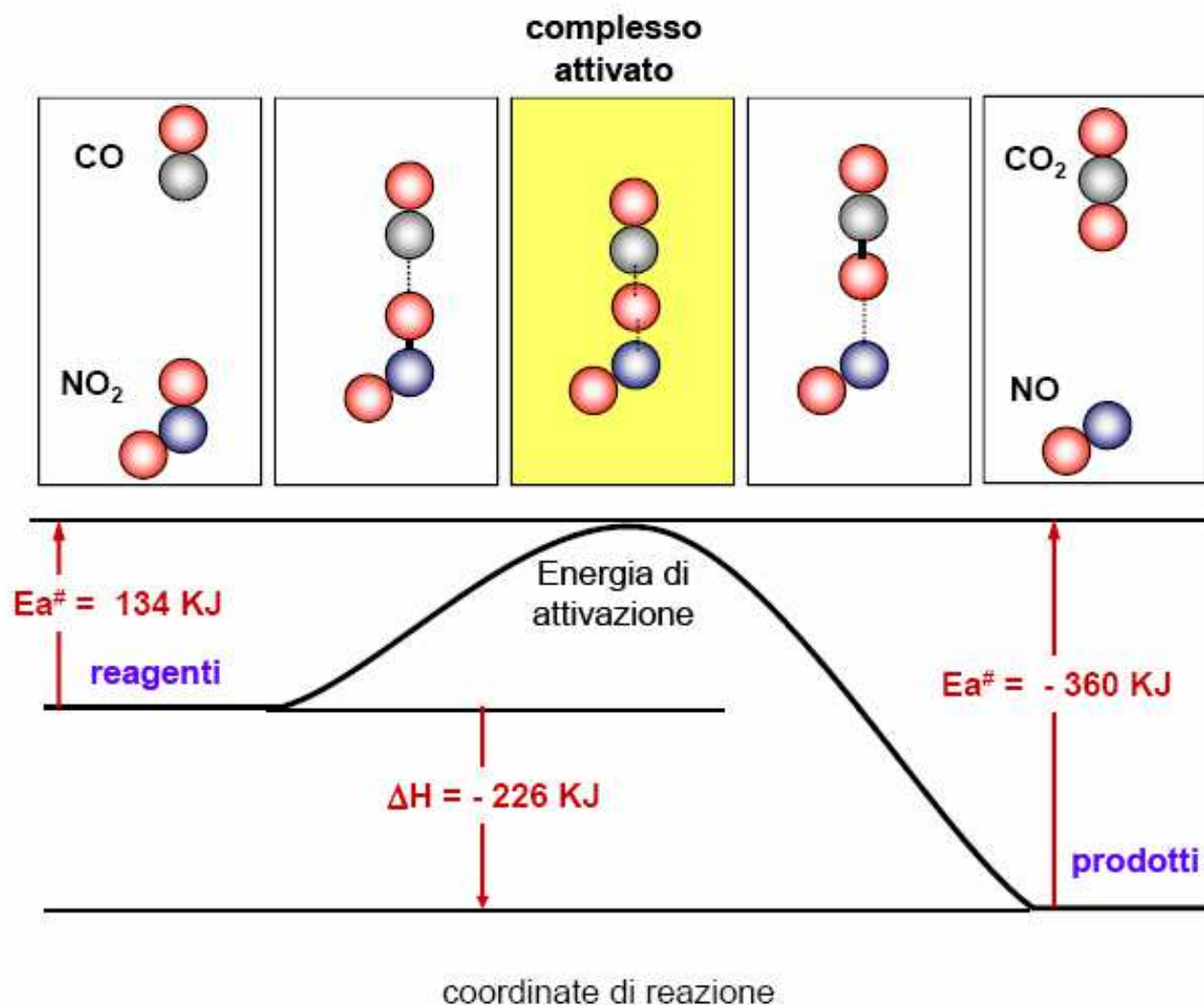
C.T.



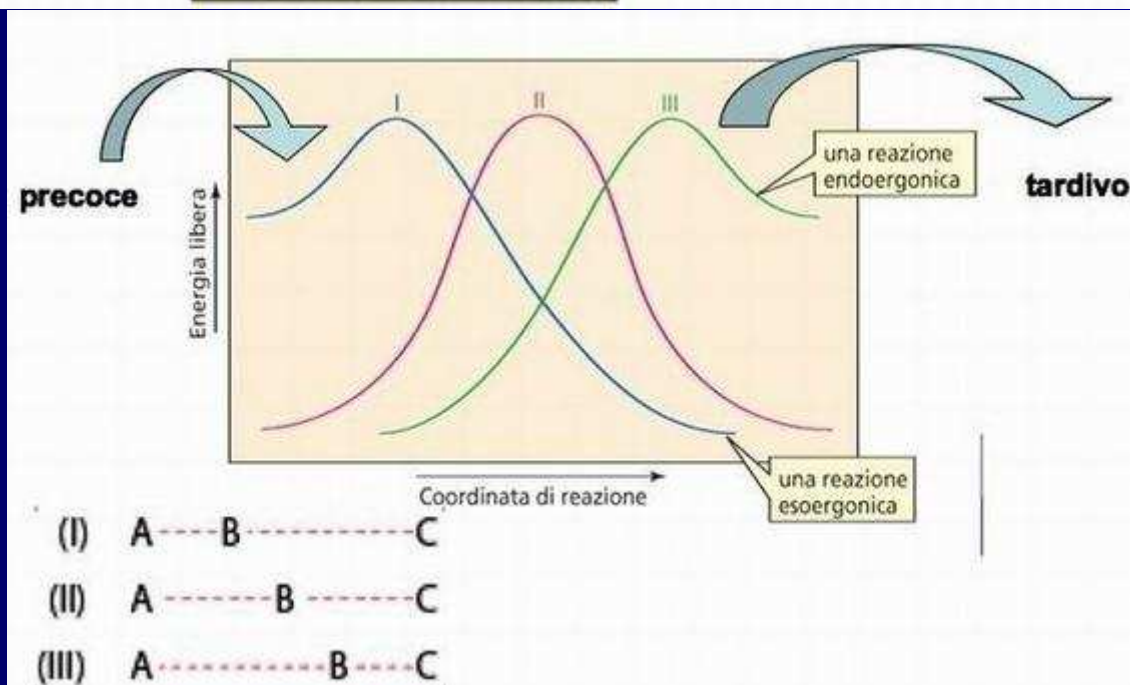
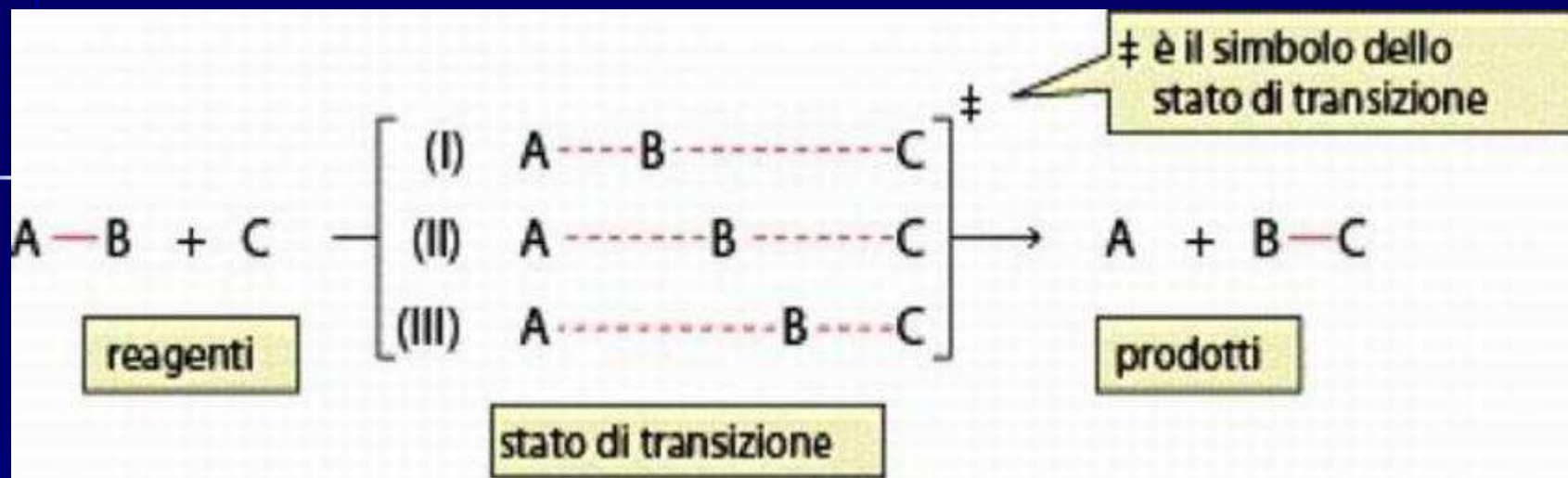
*selettività intermolecolare  
regolata dalla formazione  
del complesso  $\pi$   
selettività intramolecolare  
regolata dalla formazione  
del complesso  $\sigma$*

C.T.

# La freccia dei... processi



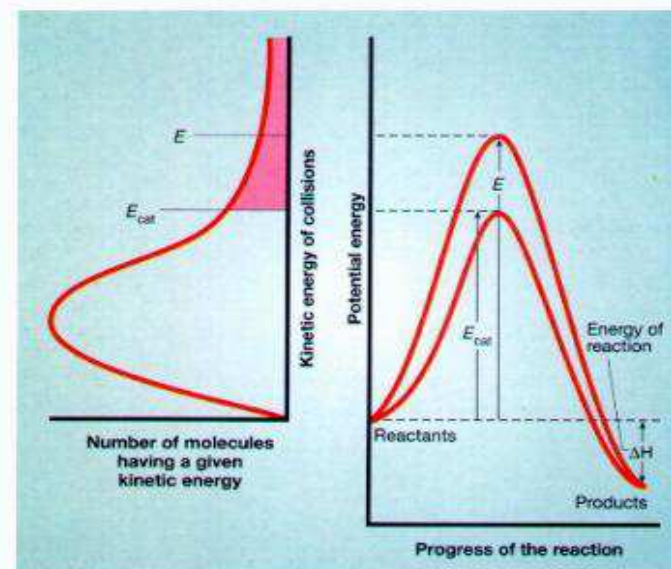
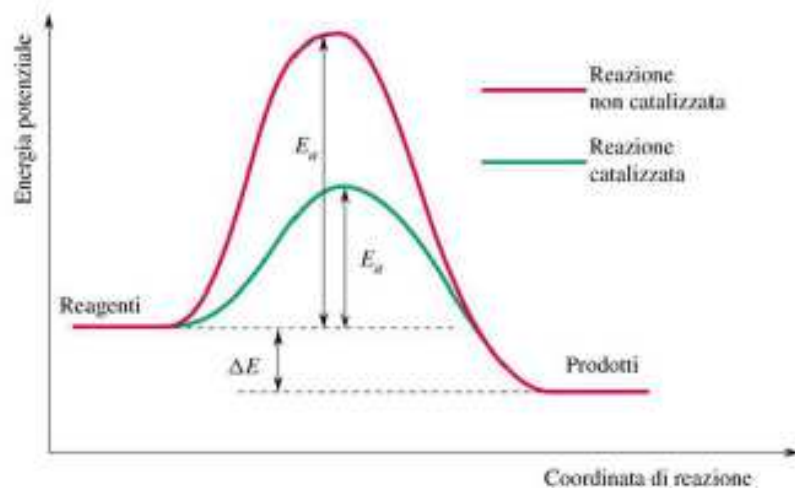
# Postulato di Hammond





# La freccia delle... *catalisi*

Sostanze in grado di determinare un **AUMENTO DELLA VELOCITA' DI REAZIONE**, senza modificarne la termodinamica (la costante di equilibrio non cambia). Pur partecipando alla reazione (legano reagenti e prodotti) non vengono consumati nel corso della reazione.



Un catalizzatore **ABBASSA L'ENERGIA DI ATTIVAZIONE** della reazione permette di reclutare, alla stessa temperatura, un maggior numero di molecole dotate di energia sufficiente a raggiungere lo stato di transizione.



# Forma e... velocità

## VELOCITA' DI UNA REAZIONE CHIMICA

La velocità della reazione (e quindi la frequenza delle collisioni) è definita dalla relazione:

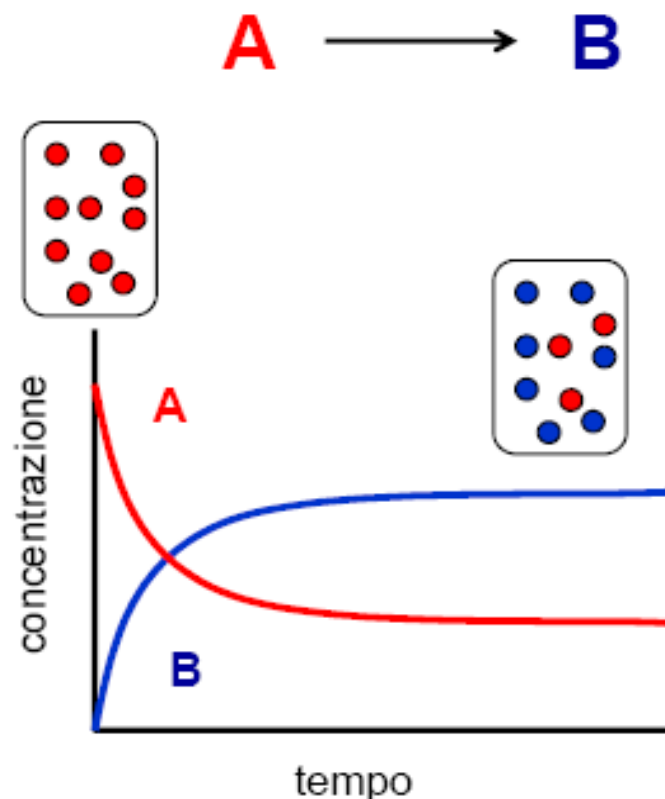
$$V = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = k[A]^m$$

[A] = concentrazione molare del reagente A

k = costante di velocità (o cinetica) della reazione

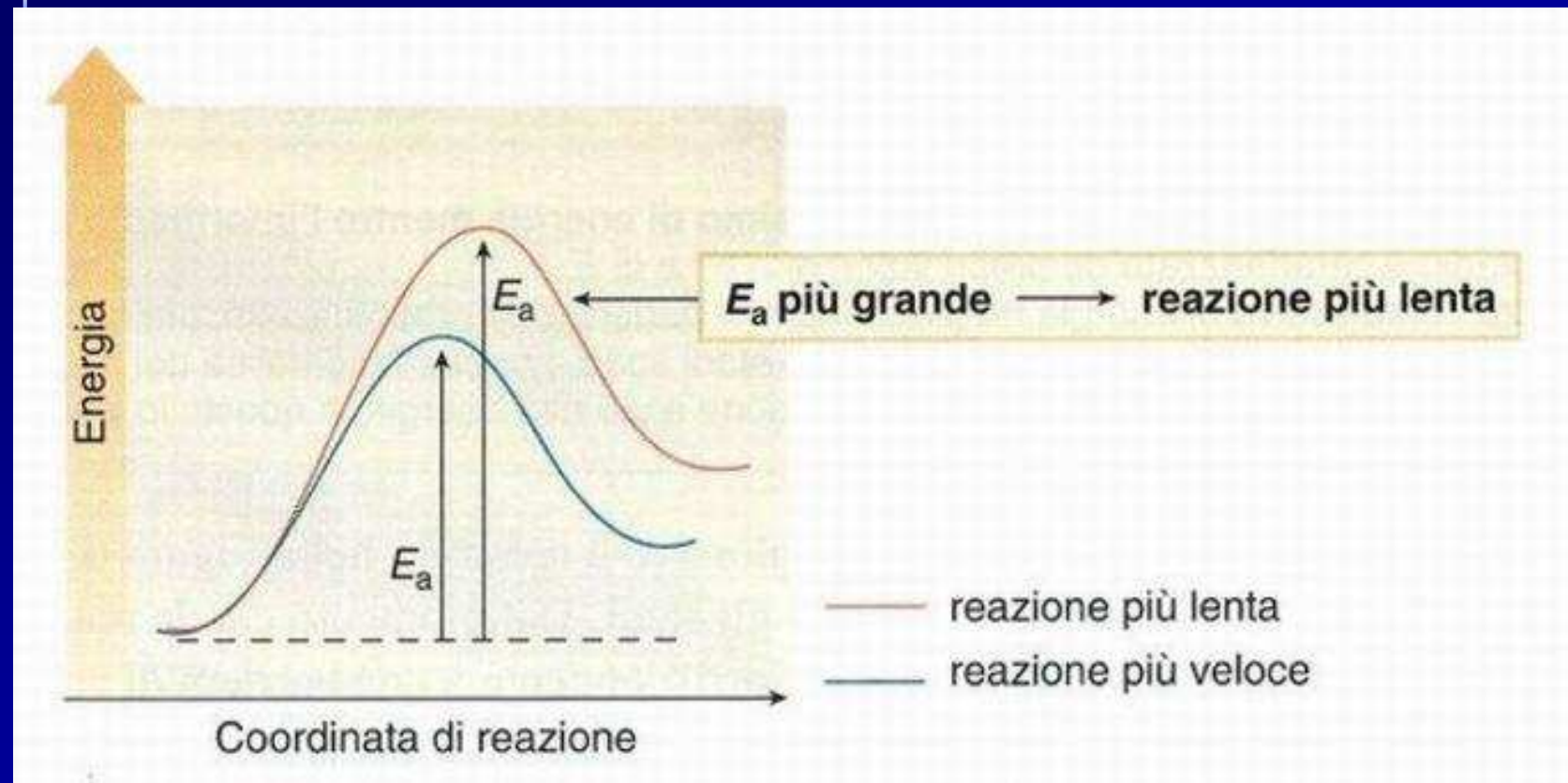
t = tempo

m = ordine della reazione

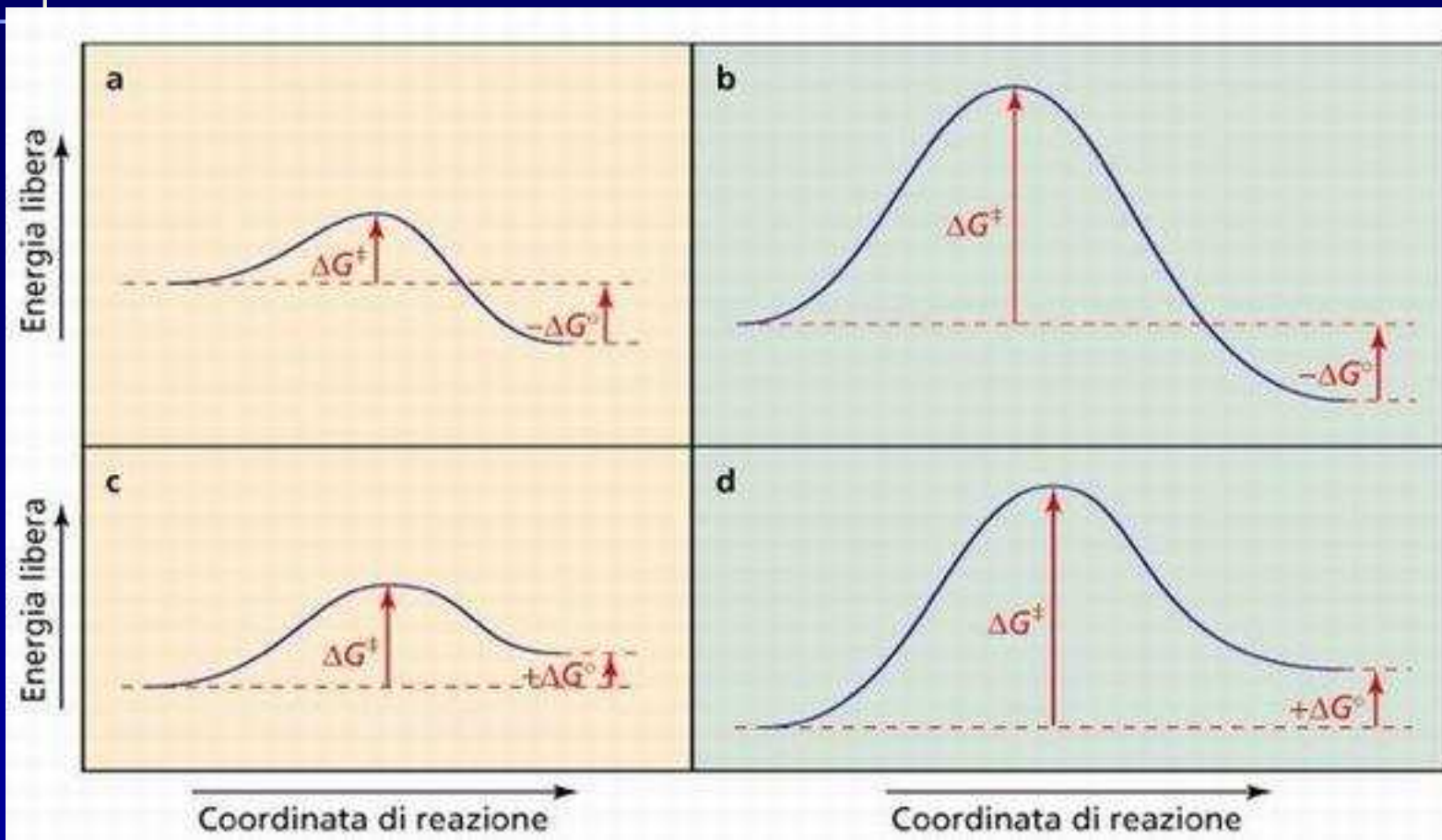


VELOCITA' DI COMPARSA DEL PRODOTTO

# Forma e... velocità

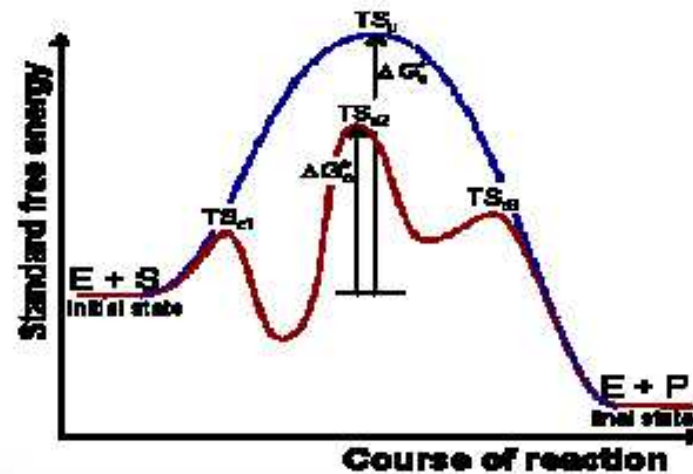


# Forma e... velocità



# La freccia dei... processi

Gli enzimi sono catalizzatori biologici estremamente efficienti



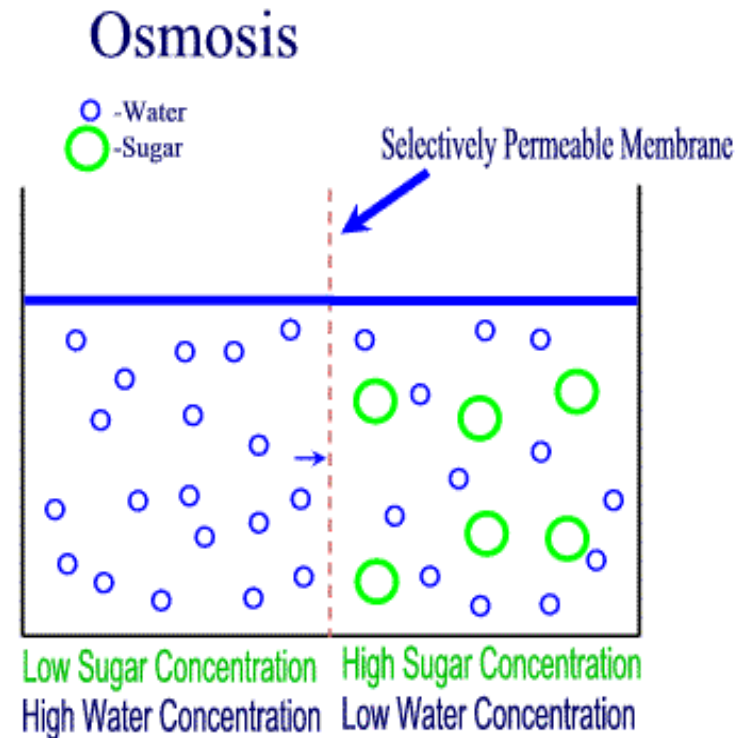
# La freccia delle... diffusioni

## ■ Equilibrio Gibbs-Donnan

è l'**equilibrio passivo** (in cui la diffusione di ioni avviene senza utilizzo di energia) a cui arriva un gradiente di specie ioniche separate da una membrana dove una specie non è diffusibile attraverso essa.

- Le **proteine** delle membrane cellulari rappresentano la specie non diffusibile: l'equilibrio di GD crea un **gradiente proteico tra le due facce della membrana**, il cui lato a più alta concentrazione **richiama acqua con un aumento della P osmotica**.

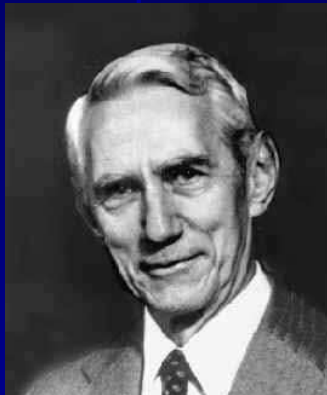
- Il prodotto delle **concentrazioni delle specie ioniche diffusibili resta comunque uguale**: le concentrazioni dei singoli ioni invece non saranno uguali, poiché compenseranno la carica che la proteina presenta.



# La freccia della... comunicazione

**Shanon (1948)** estende la definizione di *entropia* ad una sorgente di informazione.

**L'entropia cresce se la ridondanza del messaggio è bassa** (insufficiente soglia di dettaglio e messaggio poco prevedibile).



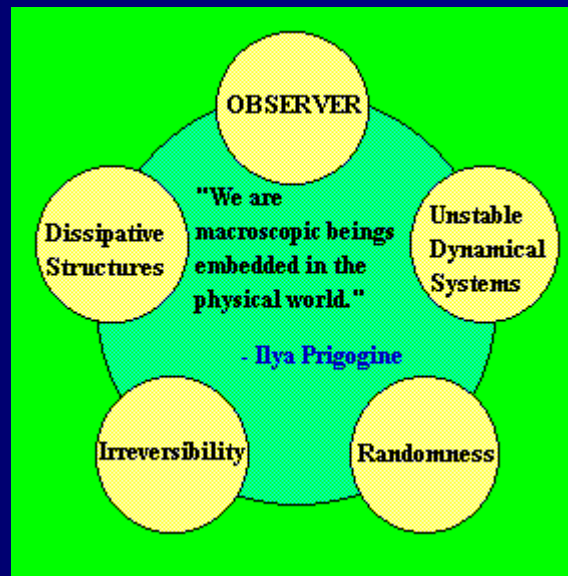
Il suo **teorema dei canali senza rumore** dice che se  $C$  è la capacità del canale ed  $S$  è l'entropia (confusione) della sorgente, si può trasmettere in media un numero di stimoli strettamente inferiore a  $C/S$ .

Nel **teorema sui canali con rumore** Shannon dimostra che se  $S$  è minore di  $C$ , il segnale può essere codificato in modo tale da *rendere piccola a piacere la probabilità di errori nella trasmissione!*

# Informazione e termodinamica

nessuno è ancora riuscito a unificare  
**la teoria dell'informazione di Shannon e la termodinamica**  
in una nuova teoria più generale della complessità  
fondata sui concetti di energia e informazione:

**ORDINE**



**DISORDINE**

**ORGANIZZAZIONE**



