

Velocità di reazione

I fattori che influenzano la velocità di reazione

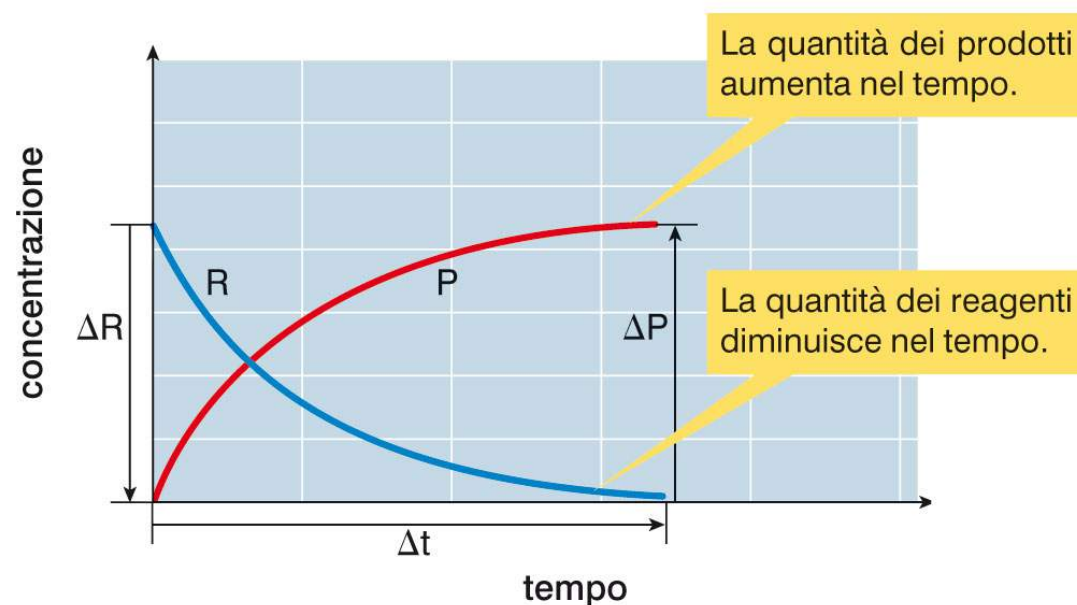
Dott. Rosanna Attioli – 18/4/2014

Sommario

- **1.** Che cos'è la velocità di reazione
- **2.** L'equazione cinetica
- **3.** La teoria degli urti
- **4.** L'energia di attivazione
- **5.** Il meccanismo di reazione
- **6.** Gli altri fattori che influiscono sulla velocità di reazione

1. Che cos'è la velocità di reazione

La **velocità di reazione** è la variazione della concentrazione dei reagenti $\Delta[R]$, o dei prodotti $[\Delta P]$, nell'intervallo di tempo Δt .



1. Che cos'è la velocità di reazione

La velocità di reazione è una grandezza intensiva e quindi non dipende dalla massa del sistema.

Sperimentalmente si è potuto stabilire che la velocità della maggior parte delle reazioni chimiche dipende dalla concentrazione dei reagenti.

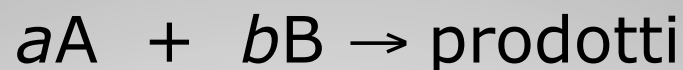
2. L'equazione cinetica

L'**equazione cinetica** è una relazione matematica che lega la velocità v di una data reazione alla concentrazione molare dei reagenti.

L'**ordine della reazione** è determinato dalla somma degli esponenti delle concentrazioni dei reagenti che compaiono nell'equazione cinetica.

2. L'equazione cinetica

Data la reazione



la velocità della reazione si calcola con la relazione

$$v = k \cdot [A]^n \cdot [B]^m$$

con $k =$ **costante specifica di velocità** (dipende dalla temperatura).

Gli esponenti n ed m sono numeri interi, sperimentali e **non** corrispondono ai coefficienti stechiometrici dei reagenti.

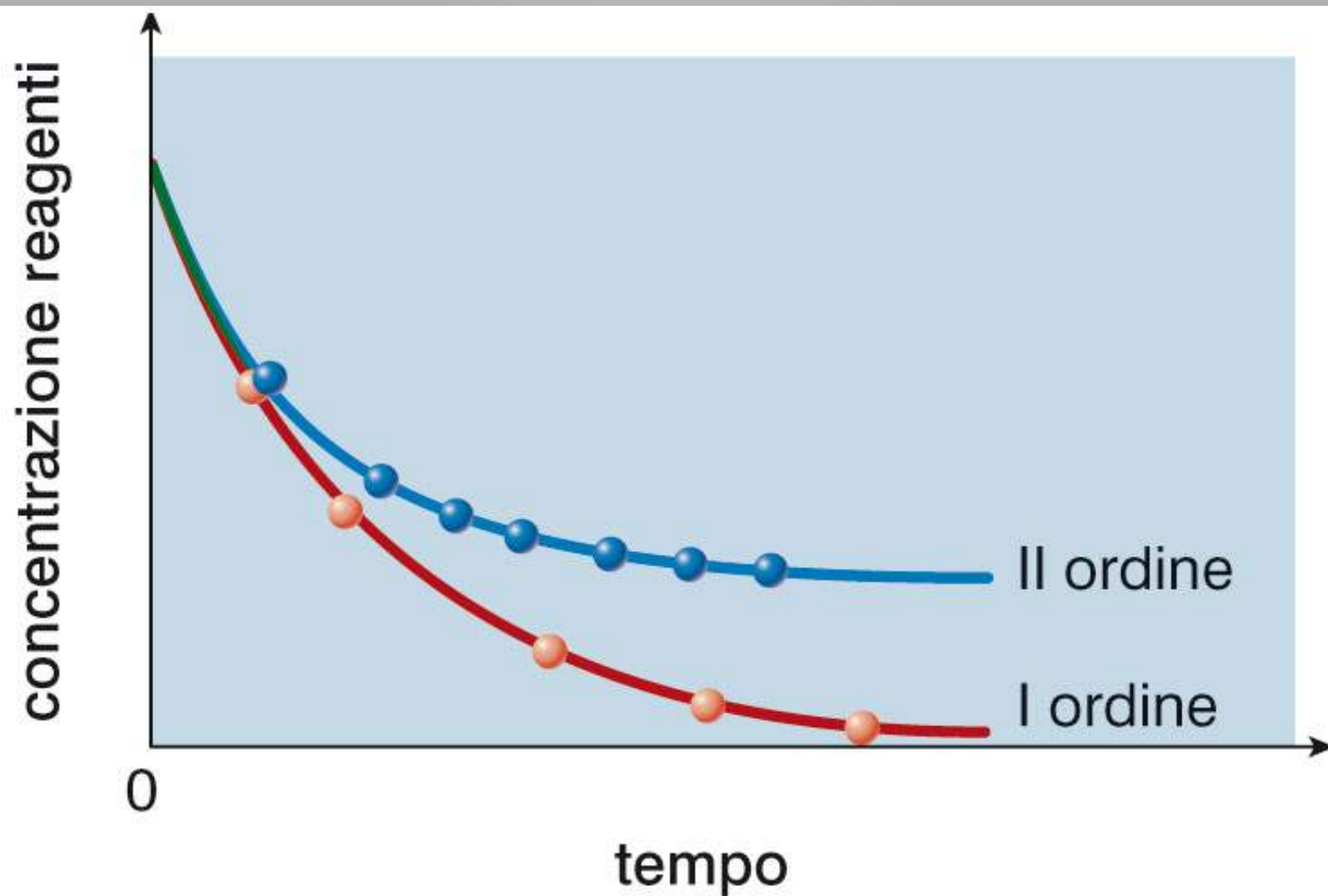
2. L'equazione cinetica

In generale, le reazioni di ordine superiore al secondo sono rare, mentre esistono reazioni di **ordine zero** in cui la velocità è indipendente dalla concentrazione del reagente e l'equazione cinetica è: $v = k$

Nelle reazioni di **primo ordine** la velocità è direttamente proporzionale alla concentrazione del reagente.

Nelle reazioni di **secondo ordine** la velocità è direttamente proporzionale al quadrato della concentrazione del reagente, cosicché decresce nel tempo meno rapidamente.

2. L'equazione cinetica



4. La teoria degli urti

Per spiegare i fattori che influenzano la velocità di reazione è necessario esaminare in modo approfondito il **meccanismo** attraverso cui si svolge una reazione.

Le condizioni necessarie affinché avvenga una reazione è che le molecole dei reagenti, dotate di energia cinetica a causa dei moti di agitazione termica, vengano a contatto tra loro **urtandosi**.

4. La teoria degli urti

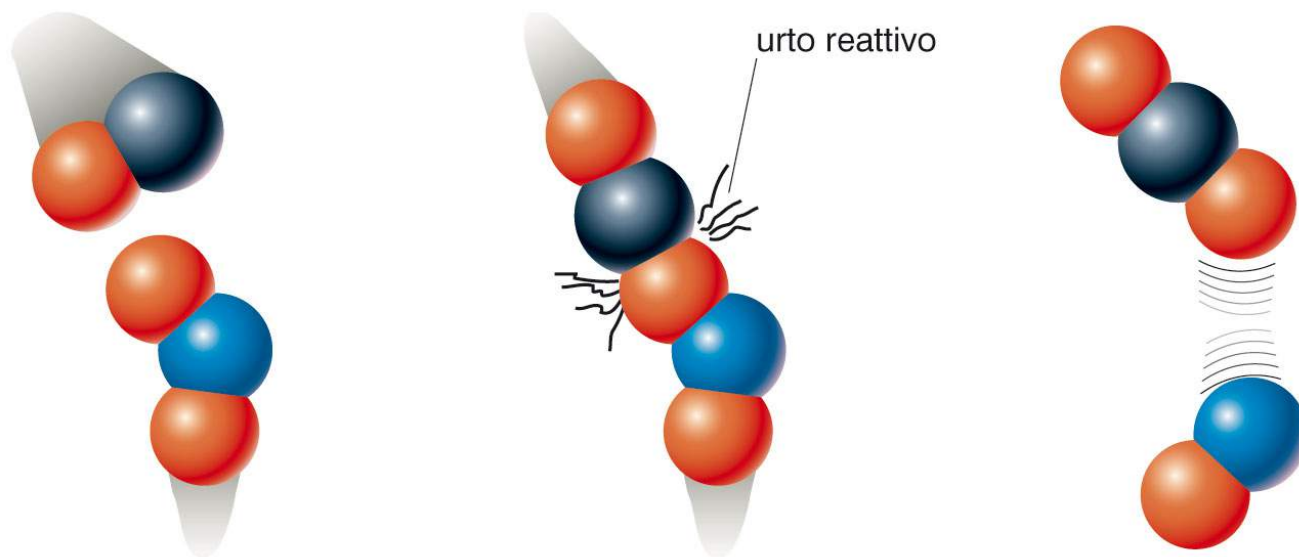
Per spiegare i fattori che influenzano la velocità di reazione è necessario esaminare in modo approfondito il **meccanismo** attraverso cui si svolge una reazione.

Le condizioni necessarie affinché avvenga una reazione è che le molecole dei reagenti, dotate di energia cinetica a causa dei moti di agitazione termica, vengano a contatto tra loro **urtandosi**.

4. La teoria degli urti

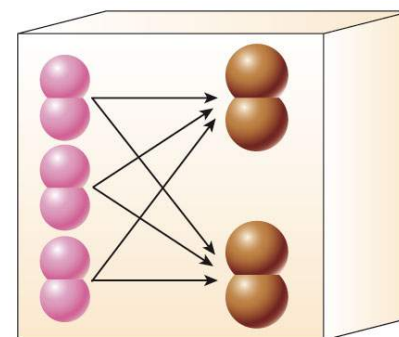
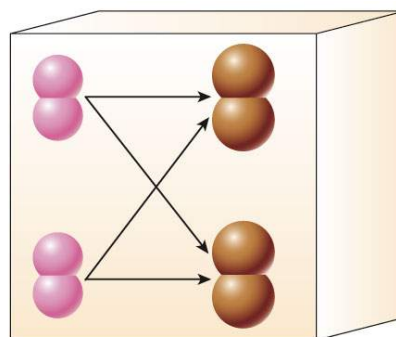
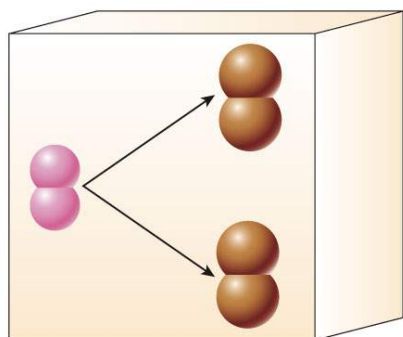
La modalità principale per cui avvengono le trasformazioni chimiche viene spiegata attraverso la **teoria degli urti**.

Le molecole dei reagenti possono scambiarsi gli atomi e dare luogo ai prodotti solo se, urtandosi, vengono in reciproco contatto.



4. La teoria degli urti

La teoria degli urti spiega quindi l'effetto della concentrazione sulla velocità di reazione: maggiore è la concentrazione, più possibilità hanno le molecole di urtarsi e quindi maggiori sono le probabilità che la reazione avvenga.

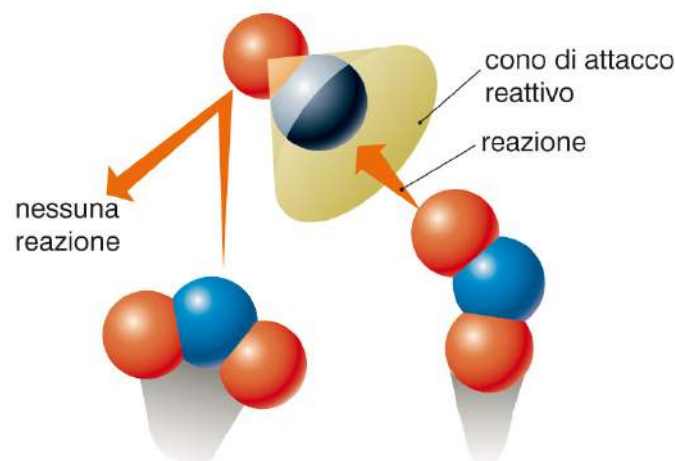


4. La teoria degli urti

Gli **urti efficaci** hanno:

- un'orientazione appropriata;
- energia sufficiente per dare luogo alla trasformazione.

Gli urti efficaci rappresentano una piccola quantità rispetto agli urti totali.



4. La teoria degli urti

Una reazione chimica può avvenire se il numero di urti è abbastanza elevato, se questi avvengono con l'orientamento corretto e se l'energia è abbastanza forte da provocare la rottura dei legami preesistenti ed il superamento delle barriere repulsive tra le molecole.

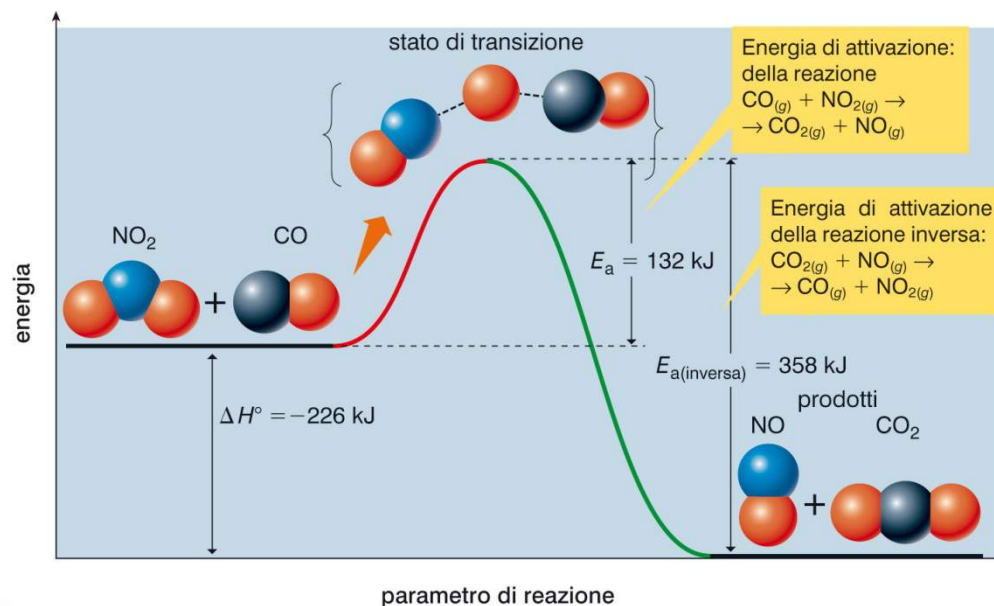
5. L'energia di attivazione

Le molecole possono reagire in seguito a uno specifico aumento della loro energia potenziale che prende il nome di **energia di attivazione**.

L'energia di attivazione è l'energia minima che occorre ai reagenti per rompere alcuni dei loro legami e per iniziare una reazione.

5. L'energia di attivazione

Lo **stato di transizione** è la fase della reazione in cui si stanno rompendo i legami dei reagenti e sono in via di formazione i legami tra le molecole dei prodotti, con la formazione di un composto intermedio detto **complesso attivato**.



5. L'energia di attivazione

Il dislivello energetico tra i reagenti e i prodotti corrisponde alla variazione di entalpia ΔH .

L'esistenza dell'energia di attivazione spiega l'influenza della temperatura sulla velocità di reazione.

All'aumentare della temperatura, aumenta il contenuto energetico delle molecole, ovvero aumenta il numero degli urti efficaci rendendo più veloce la trasformazione.

5. L'energia di attivazione

L'**equazione di Arrhenius** è la relazione matematica che mette in relazione velocità di reazione e temperatura:

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

k = costante cinetica specifica

T = temperatura assoluta

E_a = energia di attivazione

A = costante caratteristica di reazione

R = costante universale dei gas

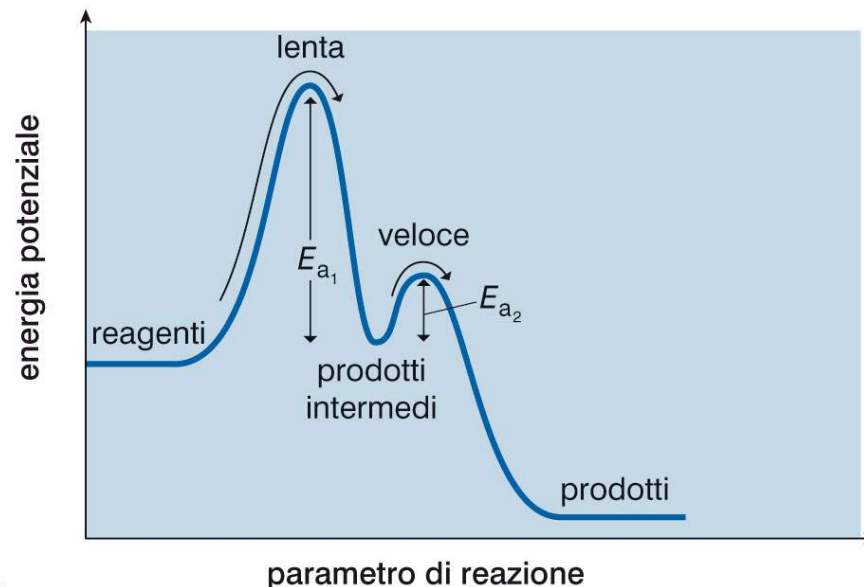
5. L'energia di attivazione

Dall'**equazione di Arrhenius** risulta che la costante di velocità –e quindi anche la velocità di reazione- cresce esponenzialmente al crescere della temperatura ed al diminuire dell'energia di attivazione.

6. Il meccanismo di reazione

Il **meccanismo di una reazione** è la successione degli stadi, o reazioni elementari, attraverso cui i reagenti si trasformano in prodotti.

Lo stadio più lento (**stadio limitante**) determina la velocità dell'intero processo e la sua equazione cinetica.



6. Il meccanismo di reazione

La **molecolarità di una reazione elementare** indica il numero di molecole reagenti che vi partecipano.

Sono più frequenti le reazioni monomolecolari e dimolecolari rispetto alle trimolecolari, che risultano rare per la scarsa probabilità che tre molecole si urtino contemporaneamente e in modo efficace.

3. Gli altri fattori che influiscono sulla velocità di reazione

La velocità di una reazione dipende da:

- la natura dei reagenti;
- la temperatura di reazione;
- la concentrazione dei reagenti;
- la superficie di contatto fra i reagenti;
- la presenza di catalizzatori.

3. Gli altri fattori che influiscono sulla velocità di reazione

La cinetica chimica prende in considerazione quali fattori influenzano la velocità delle reazioni chimiche e spiega ciascuno di essi.

La **natura dei reagenti** influisce sulla velocità di reazione nella misura in cui ogni sostanza ha una peculiare attitudine a trasformarsi in virtù delle proprietà chimiche e fisiche.

3. Gli altri fattori che influiscono sulla velocità di reazione

Un aumento di **temperatura** aumenta la velocità di una trasformazione chimica. L'influenza della temperatura si spiega con la teoria delle collisioni. Con l'aumentare della temperatura cresce il numero di molecole che possiedono un valore di energia cinetica superiore a quella di attivazione e che possono dare quindi collisioni efficaci.

Per tale motivo i cibi vengono conservati al freddo. Lasciati a temperatura ambiente si deteriorano rapidamente.

3. Gli altri fattori che influiscono sulla velocità di reazione

Ad un aumento della **concentrazione delle sostanze reagenti** corrisponde sempre un aumento della velocità di reazione, perché cresce il numero delle collisioni.

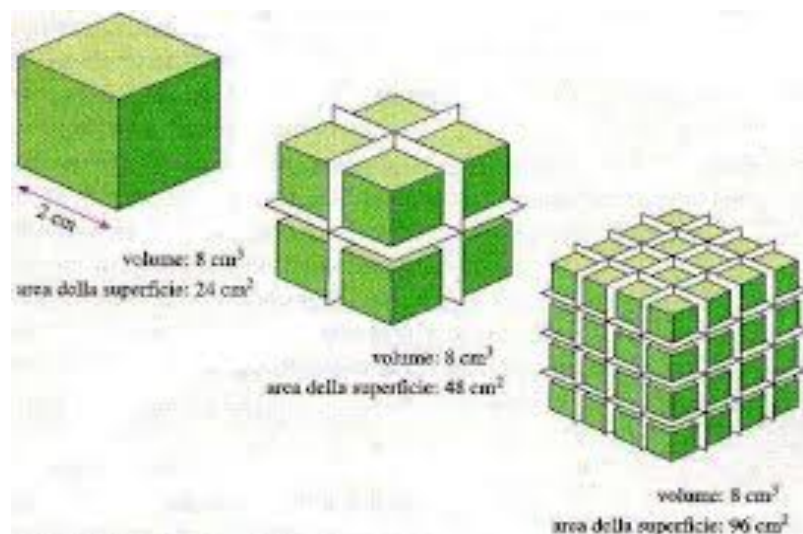
La combustione avviene più rapidamente con l'ossigeno puro che con l'ossigeno atmosferico.

Vari esperimenti sulla velocità di reazione sono mostrati in questo video:

<http://www.scuola.rai.it/articoli/i-tempi-delle-reazioni-chimiche-metodi-e-osservazioni/9230/default.aspx>

3. Gli altri fattori che influiscono sulla velocità di reazione

Quando i reagenti non sono nello stesso stato di aggregazione, reagiscono tanto più velocemente quanto più è estesa la loro **superficie di contatto**. Un foglio di carta brucia più in fretta di un pezzo di legno perché la superficie esposta all'aria è maggiore.



3. Gli altri fattori che influiscono sulla velocità di reazione

I **catalizzatori** sono sostanze che accelerano una reazione chimica senza entrarne a far parte e quindi senza consumarsi durante la reazione. Un catalizzatore si limita a variare la velocità di una reazione, mentre non influenza la posizione dell'equilibrio chimico.

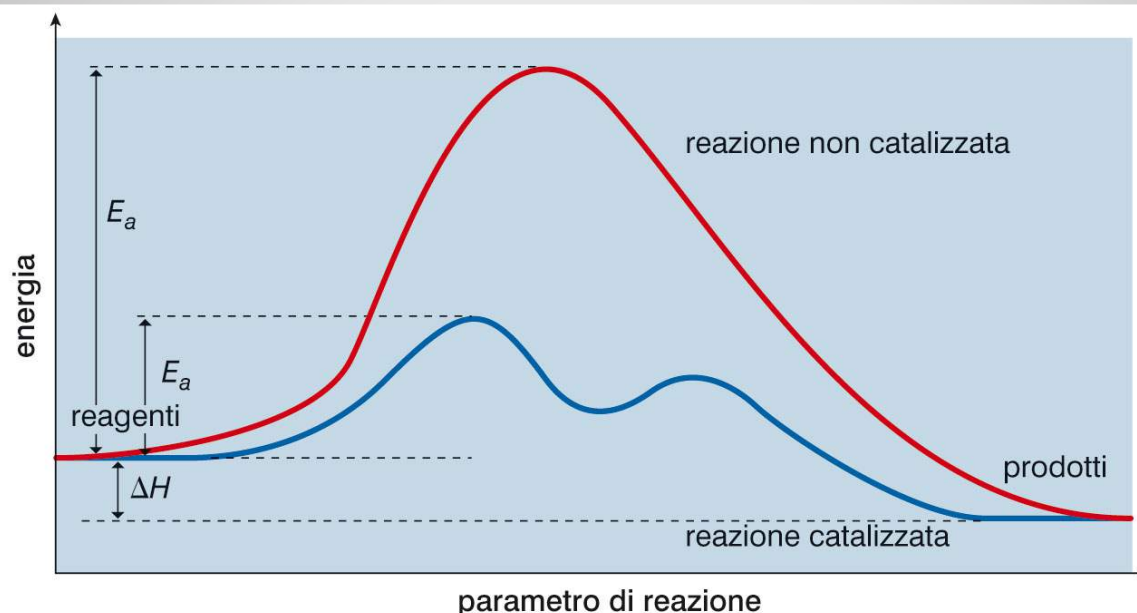
Il catalizzatore agisce in quantità comunque piccole.

Per capirne meglio il funzionamento:

<http://www.scuola.rai.it/articoli/i-catalizzatori-funzioni-e-impiego/9226/default.aspx>

6. Il meccanismo di reazione

Un catalizzatore accelera una reazione perché ne abbassa il contenuto di energia di attivazione rispetto al percorso non catalizzato.



3. Gli altri fattori che influiscono sulla velocità di reazione

I catalizzatori biologici sono gli **enzimi**, sostanze di natura proteica, caratterizzati da elevata specificità nella loro azione catalitica.

Anche alcune radiazioni, come quella solare, presentano proprietà catalitiche.

6. Il meccanismo di reazione

I catalizzatori possono essere:

- **omogenei** se nella stessa fase dei reagenti e dei prodotti;
- **eterogenei** se in una fase diversa dei reagenti e dei prodotti.

