

Le reazioni chimiche: alcuni esempi: azione dell'attività catalitica

Alcuni esempi di reazioni chimiche possono facilmente essere inseriti in diverse unità didattiche, perché si prestano per il raggiungimento di vari obiettivi.

Con una semplice reazione chimica di decomposizione dell'acqua ossigenata si possono raggiungere i seguenti **obiettivi**:

- comprendere il significato di trasformazione chimica;
- comprendere il ruolo dei catalizzatori e degli enzimi;
- saper valutare i fattori che influenzano la velocità di una reazione chimica;
- saper individuare analogie e differenze tra composti inorganici e organici, tra reazioni chimiche e biochimiche;
- individuare una delle funzioni delle cellule del fegato o di altre cellule per tentare di comprenderne la complessità;
- constatare la produzione di energia in una reazione chimica esoergonica;
- saper evidenziare la presenza dell'ossigeno attraverso la sua proprietà di mantenere la combustione;
- rendersi conto che le reazioni chimiche sono fenomeni molto comuni.

Materiale occorrente

Acqua ossigenata del commercio al 3%;

Biossido di manganese (MnO₂);

Fegato fresco;

Provette e provettiera;

Fuscellini di legno e fiammiferi;

Lampada ad alcool;

Sabbia fine.

Pinze

PROBLEMA: il perossido di idrogeno (l'acqua ossigenata) si può scindere in acqua e ossigeno? Come? Oltre che in commercio, dove si trova?

Esecuzione

In tre provette, contrassegnate con i numeri 1, 2, 3, versare 2 o 3 ml circa di perossido di idrogeno. Nella n. 1 versare una piccola quantità (0,1 gr) di sabbia fine, agitare e notare che non si verifica alcun cambiamento. Nella provetta n. 2 versare una uguale quantità di biossido di manganese e annotare i risultati. Inserire sul bordo di questa provetta un fustellino con la combustione appena innescata e verificare se si ravviva la fiamma. Se ciò avviene significa che si è sviluppato ossigeno. Verificare anche se la provetta si riscalda toccandola con le mani. Nella provetta n. 3 inserire con delle pinzette un pezzetto di fegato fresco (1 o 2 cm²). Osservare la reazione provocata dall'enzima catalasi e verificare se, inserendo come prima un fustellino con la combustione appena innescata, si ravviva la fiamma. Verificare anche se la provetta si è riscaldata. La reazione esoergonica realizzatasi nelle provette n. 2 e n. 3 è la seguente:



Si preparino poi altre due provette (n.4 e n.5) ciascuna con 2 o 3 ml di perossido di idrogeno. Si prendano altri due pezzetti di fegato, di cui uno verrà tritato con un pestello in una capsula di porcellana, dopo aver aggiunto un poco di sabbia (0,1 gr) - sabbia che abbiamo visto non avere provocato nessun cambiamento nella provetta n. 1 - l'altro si metterà in acqua bollente per 2 o 3 minuti. L'acqua si può riscaldare utilizzando la lampada ad alcool. Si pongano nella provetta n.4 il fegato tritato con sabbia e nella n. 5 il fegato bollito.

- Osservare quale effetto ha procurato l'aver triturato il fegato (aumento della produzione di ossigeno per effetto dell'azione di una maggiore quantità di catalasi) e quale effetto ha provocato sulla catalasi l'ebollizione (denaturazione).
- Dall'osservazione delle esperienze eseguite si può pensare di recuperare il biossido di manganese? E la catalasi?
- Il perossido di idrogeno si tiene in casa per disinfettare piccole ferite, ma si sa che, una volta aperta la boccetta, se passa molto tempo, il suo potere disinfettante diminuisce. È intuitivo pensare che la reazione chimica senza catalizzatori avvenga lentamente. Le esperienze indicate sono di tipo qualitativo, ma si può evidenziare la maggiore o minore velocità della reazione chimica e quali fattori la farebbero aumentare?
- Tutti gli organismi e tutte le cellule contengono la catalasi? Come si potrebbe evidenziare?

Discussione

La reazione chimica è stata catalizzata nella provetta n. 2 dal biossido di manganese (catalizzatore inorganico) e nella provetta n. 3 dalla catalasi (enzima contenuto nelle cellule del fegato). Gli enzimi sono considerati catalizzatori organici; essi favoriscono le reazioni chimiche negli organismi viventi e come tutti i catalizzatori non si consumano. Il perossido di idrogeno si forma nelle cellule dei viventi come sottoprodotto di diverse reazioni chimiche, ma deve essere immediatamente eliminato, perché è molto tossico. Se non fosse eliminato distruggerebbe le cellule stesse.

Nei composti chimici l'ossigeno ha numero di ossidazione -2 ad eccezione dei perossidi, come il perossido di idrogeno, nel quale l'ossigeno ha numero di ossidazione -1 e del fluoruro di ossigeno, nel quale ha numero di ossidazione $+2$.

Questa situazione fa sì che il perossido di idrogeno sia un composto instabile e tende a trasformarsi in acqua e ossigeno. Ciò è dovuto alla tendenza che ha l'ossigeno a passare dal numero di ossidazione -1 al numero di ossidazione -2 nell'acqua e 0 nelle molecole dell'ossigeno biatomico. Se il perossido di idrogeno è conservato al buio rimane inalterato per molti anni, se è alla luce e ancora di più se si lascia in una boccetta non chiusa bene o aperta, la reazione avviene lentamente. Se aumenta la temperatura e si aggiunge anche un catalizzatore la reazione avviene immediatamente.

L'effetto del catalizzatore è quello di mettere a disposizione un percorso alternativo di reazione caratterizzato da una energia di attivazione minore.

La catalasi o meglio le catalasi sono proteine il cui gruppo prostetico è costituito da una ferro-porfirina. Esse sono molto diffuse nelle cellule dei viventi dove servono per eliminare il perossido di idrogeno, ma possono anche intervenire per ossidare prodotti del metabolismo con una attività simile a quella delle perossidasi. La catalasi detta anche ossidasi è contenuta nei microbodies o perossisomi, vescicole membranose di forma sferoidale con diametro che varia da $0,1$ a $0,5$ micrometri. I perossisomi sono presenti sia nelle cellule animali che vegetali.