

Laboratorio di Chimica dell'ITIS "E.Majorana"  
di Grugliasco

([www.itismajo.it/chimica](http://www.itismajo.it/chimica))

# **Corso competenze di base**

## **Ambito chimico**

**(Terza parte)**

La dispensa è stata realizzata dalla prof. A. Martini con la collaborazione, per la parte laboratoriale, del tecnico G. Rizzo

La dispensa è stata realizzata dalla prof. A. Martini con la collaborazione, per la parte laboratoriale, del tecnico G Rizzo

### **3. Trasformazioni fisiche e trasformazioni chimiche**

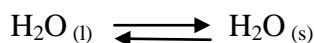
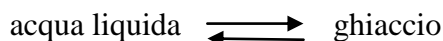
Le trasformazioni fisiche e chimiche possono avvenire a differenti velocità; alcune sono molto lente, come il frammentarsi di una roccia attraverso l'erosione del vento (fenomeno fisico) o la formazione della ruggine (fenomeno chimico), mentre altre avvengono ad alta velocità, come l'esplosione di un pneumatico (fenomeno fisico) o di un petardo (fenomeno chimico).

Nello studio dei fenomeni naturali e dei materiali che ne sono coinvolti, il pensiero deve mettere in relazione tre mondi:

1. il mondo macroscopico: tutto ciò che è visibile ed osservabile con i nostri sensi, ad esempio l'acqua contenuta in un bicchiere o il ghiaccio;
2. il mondo delle particelle: rappresentato dagli atomi e dalle molecole che costituiscono i materiali, ad esempio le molecole d'acqua o di metano;
3. il mondo simbolico: le formule e le equazioni chimiche con cui si scrivono sinteticamente i materiali e le interazioni, ad esempio  $H_2O$  e una qualsiasi delle reazioni che vedremo.

#### **3.1 – Le trasformazioni fisiche**

Nelle **trasformazioni fisiche** le proprietà delle sostanze cambiano, ma le sostanze sono sempre le stesse e le trasformazioni possono facilmente avvenire in senso inverso. Ad esempio le proprietà fisiche dell'acqua liquida cambiano quando solidifica e diventa ghiaccio. Naturalmente, il ghiaccio è ancora fatto da molecole di acqua e il cambiamento è reversibile cioè può facilmente avvenire in senso inverso (fusione del ghiaccio).



Il simbolo della doppia freccia “  $\rightleftharpoons$  ” indica che, in questo caso, la trasformazione può avvenire nelle due direzioni a seconda delle condizioni a cui si lavora.

Le lettere scritte tra parentesi dopo le formule specificano lo stato di aggregazione delle sostanze: (s) = solido; (l) = liquido e (g) = gassoso.

Tra le trasformazioni fisiche più comuni si possono ricordare i passaggi di stato e la formazione di miscele sia omogenee (o soluzioni) sia eterogenee.

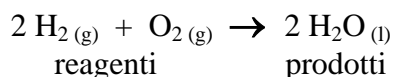
Molti gesti che compiamo quotidianamente sono trasformazioni fisiche come, per esempio, la dissoluzione dello zucchero nel caffè o l'accensione di una lampadina. In quest'ultimo caso, quando l'elettricità passa attraverso un filamento di tungsteno della lampadina, il filamento comincia ad emettere luce ma è ancora costituito da tungsteno. Quando la luce viene spenta, il filamento di tungsteno è lo stesso che avevamo in precedenza. Le particelle prima della trasformazione sono identiche alle particelle dopo l'interazione.

***In una trasformazione fisica NON si formano nuovi materiali e quindi le particelle presenti prima e dopo la trasformazione sono le stesse.***

### 3.2 – Le trasformazioni chimiche

Nelle **trasformazioni chimiche** una o più sostanze si trasformano in una o più sostanze nuove, cioè diverse dai materiali iniziali. Ad esempio, l'idrogeno si combina con l'ossigeno per formare acqua, il legno brucia formando cenere nera contenente carbonio, cenere bianca contenente sali minerali, diossido di carbonio e vapore acqueo.

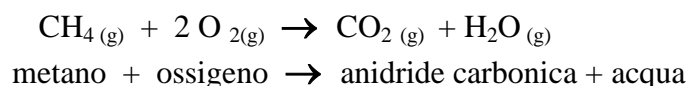
I materiali finali, detti **prodotti**, sono diversi e quindi hanno composizione chimica e proprietà diverse rispetto ai materiali di partenza, detti **reagenti**.



Ogni materiale è formato da particelle e quindi in una trasformazione chimica le particelle dei reagenti (nel caso precedente:  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$ ) sono differenti da quelle dei prodotti ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

*In una trasformazione chimica si formano nuovi materiali e quindi le particelle presenti prima dell'interazione sono differenti da quelle presenti dopo la trasformazione.*

Per esempio, nell'importantissima reazione di combustione del metano:



si rompono i legami presenti tra gli atomi di carbonio (C) e quelli di idrogeno (H) nel metano ( $\text{CH}_4$ ) e i legami tra i due atomi di ossigeno ( $\text{O}_2$ ) che costituiscono i reagenti e si formano i nuovi legami tra gli atomi di carbonio (C) e di ossigeno (O) dell'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) e tra idrogeno e ossigeno dell'acqua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) che invece sono i prodotti della reazione.

*In una trasformazione chimica gli atomi, prima e dopo l'interazione, restano gli stessi. Infatti, le particelle dei reagenti si “rompono” e gli atomi che le compongono si “legano” tra di loro in maniera differente, dando origine alle particelle dei prodotti.*

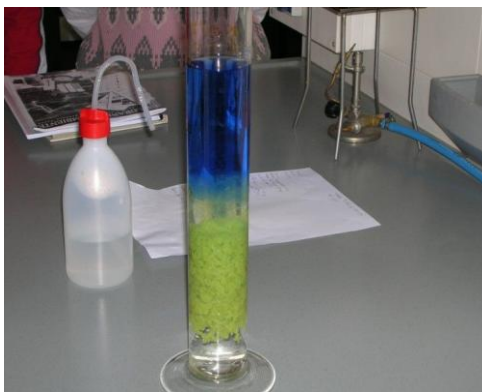
Il simbolo della freccia “  $\rightarrow$  ” rappresenta questo tipo di trasformazione e implica che la trasformazione può avvenire solo nel senso indicato. Normalmente le trasformazioni chimiche sono irreversibili, cioè non si può ritornare ai materiali di partenza.

È possibile riconoscere una trasformazione chimica grazie ad alcune evidenze sperimentali che si possono considerare indizi (e non una prova certa !) che si stanno formando nuovi materiali che hanno composizione, proprietà e caratteristiche diverse dei materiali inizialmente presenti.

Sono criteri di riconoscimento che sta avvenendo una trasformazione chimica le seguenti evidenze sperimentali:

- 1) il cambiamento di colore del sistema (formazione di un materiale colorato)
- 2) lo sviluppo di bollicine (formazione di un gas nei prodotti)
- 3) la formazione di un solido (precipitazione)
- 4) lo sviluppo o l'assorbimento di calore (energia termica), senza riscaldare o raffreddare
- 5) l'emissione di luce (energia luminosa)

N.B. – Durante una trasformazione chimica si possono verificare più di un'evidenza sperimentale.



1

In queste foto scattate durante le attività del “Portale di chimica dell’ITIS Majorana” ([www.itismajo.it/chimica](http://www.itismajo.it/chimica)) è possibile vedere alcuni degli indizi sperimentali citati.

In particolare:

- 1 – formazione di un solido (precipitato) verde che si sta depositando sul fondo del contenitore
- 2 e 3 – emissione di luce e/o di calore
- 4 – sviluppo di bollicine e cambio di colore da viola a marron



2



3



4

Nelle trasformazioni 2 e 3 si ha emissione di luce, ma quella di colore blu è “fredda”, simile a quella emessa dalle lucciole.

Le variazioni di colore sono dei fenomeni che coinvolgono la vita di tutti i giorni. Basta pensare alla cottura dei cibi, alle superfici di ferro esposte all’aria che si arrugginiscono, alle superfici di altri metalli che si ricoprono di strati di composti, alle superfici di una mela o una pera tagliate e lasciate all’aria; tutte queste interazioni sono trasformazioni CHIMICHE

## Parte sperimentale

### **Esperimento 1– Sistemi becher/candela/bicarbonato di sodio/acetato**

Prima parte: Osservate e descrivete i fenomeni (interazioni) che si verificano quando si accende la candela. Giustificando la risposta, indicate se e quali interazioni fisiche e/o chimiche avvengono. Quali materiali sono in gioco? Provate a scrivere le trasformazioni avvenute. Posizionata la candela accesa nel becher A, osservate se si verificano modifiche nelle interazioni

Seconda parte: Osservate e descrivete i fenomeni (interazioni) che si verificano quando, nel becher B, si aggiunge l’acetato al bicarbonato. Giustificando la risposta, indicate se e quali interazioni fisiche e/o chimiche avvengono. Quali materiali sono in gioco?

Terza parte: Osservate e descrivete i fenomeni (interazioni) che si verificano quando si avvicina il becher B, contenente il sistema acetato/bicarbonato, al becher A, contenente la candela accesa. Giustificando la risposta, indicate se e quali interazioni fisiche e/o chimiche avvengono. Quali materiali sono in gioco?



### 3.3 Proprietà delle trasformazioni chimiche

Deve essere ben chiaro che una trasformazione chimica è ben diversa da una trasformazione fisica, come ad esempio la formazione di una miscela, in cui le identità delle sostanze permangono e le particelle non subiscono cambiamenti.

*In una trasformazione chimica si parte da certe sostanze (reagenti) e si giunge alla formazione di nuove sostanze (prodotti) con proprietà chimiche e fisiche diverse.*

A livello microscopico tale trasformazione è un processo di rottura di legami chimici tra gli atomi che costituiscono le sostanze reagenti e formazione di nuovi legami chimici tra gli stessi atomi che, legati in modo diverso, vengono a costituire le sostanze prodotte dalla reazione. Di conseguenza, gli atomi presenti sono gli stessi (e anche il loro numero non cambia), ma legati tra di loro in modo diverso.

Per le trasformazioni chimiche vale quindi la **legge di conservazione della massa**, enunciata nel 1789 dal chimico francese Antoine Lavoisier (1743 – 1794) che afferma:

*In un sistema chiuso, la massa totale dei reagenti è uguale alla massa totale dei prodotti*

Prima di Lavoisier, gli scienziati credevano che, in alcune trasformazioni chimiche, si creasse materia (scaldando all'aria del mercurio e lasciandolo raffreddare si forma una polvere rossa che pesa di più), mentre, in altre, la materia si distruggeva (la cenere pesa molto meno della legna iniziale). Si giustificava questa apparente contraddizione con la teoria del flogisto, una oscura proprietà intrinseca dei “corpi combustibili” che, a seconda delle condizioni, interveniva nelle combustioni, in un senso o nell'altro.

mercurio + **flogisto** → polvere rossa                      legno → **flogisto** + cenere

Lavoisier, uno dei padri fondatori della chimica moderna, mostrò la falsità di questa teoria, controllando quantitativamente l'andamento delle reazioni e pesando anche i gas utilizzati o che si formavano. In altre parole, le reazioni realmente avvenute erano:

mercurio + **ossigeno** → ossido di mercurio                      legno + **ossigeno** → **anidride carbonica** + cenere

Utilizzando un sistema aperto, non si tiene conto delle masse dei materiali gassosi (in rosso) e quindi la massa finale risulta diversa da quella iniziale, ma la causa di questa variazione è dovuta alle errate condizioni con cui abbiamo eseguito operativamente l'esperimento.

La spiegazione data da Lavoisier per giustificare il diverso comportamento dei due esempi precedenti, era quindi semplice:

- 1) nel primo caso la materia non si era creata, ma l'aumento di massa era semplicemente dovuto all'utilizzo, nella trasformazione, del reagente ossigeno la cui presenza nell'aria non poteva essere segnalata dalla bilancia;
  - 2) nel secondo caso la materia non era scomparsa, ma si era allontanata sotto forma gassosa.
- Da qui la prima formulazione della legge di conservazione della massa come:

*Nulla si crea e nulla si distrugge ma tutto si trasforma*

## Parte sperimentale

### **Esperimento 1 – Studio del sistema beuta/aceto/bicarbonato**

Su una bilancia pesare due beute, una contenente bicarbonato di sodio solido e l'altra alcuni mL di aceto. Versare l'aceto nella beuta contenente il bicarbonato e osservare che cosa succede al sistema e alla sua massa. [N.B. – La beuta vuota deve restare sulla bilancia]

Che cosa succede al sistema e alla sua massa ? C'è interazione ? È verificata la legge di conservazione della massa ? Perché ? Come si potrebbero modificare le condizioni sperimentali perché questo avvenga ?

***Se in una trasformazione chimica c'è la formazione di una sostanza gassosa, per verificare la legge di conservazione della massa, il sistema deve essere CHIUSO***

### **Esperimento 2 – Studio del sistema becher/acqua/solfato di rame**

Su una bilancia pesare due becher, uno contenente solfato di rame e l'altro alcuni mL di acqua. Versare l'acqua nel solfato di rame e mescolare. [N.B. – Il becher vuoto deve restare sulla bilancia]

Che cosa succede al sistema e alla sua massa ? C'è interazione ? La trasformazione è chimica o fisica ? È verificata la legge di conservazione della massa ?

***La legge di conservazione della massa vale anche per le trasformazioni fisiche perché, in questo caso, le particelle presenti restano le stesse prima e dopo l'interazione***

### **Esperimento 3 – Studio del sistema matraccio/acqua/alcool etilico**

Nel matraccio da 100 mL sono stati stratificati, fino a raggiungere la tacca di livello, acqua e alcool. Senza agitare tappare e pesare il matraccio.

- a) Osservazioni iniziali – Il sistema costituito dal matraccio, l'acqua e l'alcool è omogeneo o eterogeneo ? Prevedete come potrebbero variare le sue proprietà (in particolare: l'aspetto, la massa e il volume), agitando il sistema.
- b) Osservazioni dopo l'agitazione del sistema – Il sistema è omogeneo o eterogeneo ? C'è stata interazione ? La trasformazione è stata chimica o fisica ? Che cosa è accaduto alla massa del sistema ? E al volume ? È verificata la legge di conservazione della massa ? I volumi sono additivi ?

***La legge di conservazione della massa vale sia per le trasformazioni fisiche che chimiche mentre tra liquidi diversi NON c'è additività dei volumi.***

### 3.4 La combustione

Le reazioni di combustioni sono certamente tra le più comuni trasformazioni chimiche che le persone hanno di fronte fin da bambini. Le combustioni sono, infatti, di grande importanza per la cottura dei cibi, per il riscaldamento domestico, per la produzione di energia elettrica, per la produzione di energia meccanica (autoveicoli, navi, aerei).

*La combustione è una reazione tra un combustibile e un comburente durante la quale si libera una grande quantità di energia.*

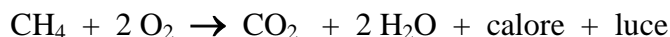
Nella tabella sotto elencati alcuni importanti combustibili e comburenti (il più comune e diffuso è l'ossigeno). I prodotti della combustione sono sostanze stabili, cioè poco reattive.

COMBUSTIBILI	COMBURENTI
Idrogeno (H <sub>2</sub> )	Ossigeno (O <sub>2</sub> ), fluoro (F <sub>2</sub> ), cloro (Cl <sub>2</sub> )
Materiali costituiti principalmente da carbonio (legna, torba, carbone)	
Idrocarburi (metano CH <sub>4</sub> , acetilene C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , benzina, gasolio, cherosene, ecc.)	
Alcoli (metilico CH <sub>3</sub> OH, etilico C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, ecc.)	
Carboidrati (amido, farina, cellulosa, zucchero)	
Grassi, oli (di semi, di oliva)	
Metalli (Be, Al, Mg, ecc.)	

Normalmente le reazioni di combustioni per avvenire hanno bisogno di un innesco, per esempio una scintilla o una fiamma libera. I prodotti sono diversi a seconda del combustibile utilizzato. Con l'ossigeno come comburente, se:

- 1) il combustibile è una sostanza organica, cioè un materiale che contiene carbonio ed idrogeno (ad esempio il metano, gli idrocarburi della benzina, il gasolio, il legno, l'alcool ecc.), i prodotti sono CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, oltre ad energia luminosa e termica (il calore, in realtà, è il prodotto più importante nonché l'unico che interessi !!)

Un esempio è la combustione del metano:



- 2) il combustibile è un metallo non si formano gas ma solo l'ossido corrispondente e una notevole quantità di energia luminosa e termica.



Le reazioni di combustione sono **trasformazioni esotermiche**, cioè liberano energia termica o calore. Le reazioni endotermiche sono invece quelle che assorbono calore dall'esterno.

La combustione è collegata anche a fenomeni biologici come la respirazione, che è una lenta combustione senza fiamma che produce, in modo graduale e diffuso, l'energia indispensabile ai processi degli organismi viventi.

Il **fuoco**, che per secoli è stato considerato, con acqua, terra ed aria, uno dei quattro elementi dalla cui combinazione si formavano tutti gli altri materiali, non è nient'altro che la manifestazione visibile, o meglio l'evidenza sperimentale, di un processo di combustione.



## 4. La densità

La **densità** è un concetto scientifico ben preciso, da non confondersi con quanto spesso si intende nel linguaggio comune. È la proprietà fisica di un dato oggetto che si ottiene dividendo la massa dell'oggetto per il suo volume. L'unità di massa (simbolo **m**) è il grammo (**g**), l'unità di volume (simbolo **V**) è il millilitro (**mL**) per i liquidi e il centimetro cubo (**cm<sup>3</sup>**) per i solidi. La densità dei gas si misura in grammi/litro (**g/L**).

$$\text{Densità} = d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} = \frac{m}{V}$$

La densità dipende dal materiale. Ad esempio, acqua ed alcool, a parità di volume, hanno diverse masse. Siccome tutti i materiali sono fatti di particelle (atomi o molecole), la densità dipenderà:

- dalla distanza tra le sue particelle: all'aumentare della distanza tra le particelle, a parità di altri fattori, la densità diminuisce;
- dalla massa di ciascuna particella: all'aumentare della massa delle particelle, a parità di altri fattori, la densità aumenta.

In prima approssimazione, la densità può essere utilizzata come parametro per il galleggiamento/non galleggiamento di un materiale (solido o liquido) introdotto in un liquido. In particolare, si ha:

- galleggiamento se  $d_{\text{materiale}} < d_{\text{liquido}}$
- affondamento se  $d_{\text{materiale}} > d_{\text{liquido}}$

### Parte sperimentale

#### **Esperimento 1** – Confronto dei sistemi acqua/ghiaccio e alcool/ghiaccio

Dopo aver osservato il video, traete delle deduzioni sulla densità dei due liquidi. Ricordando alcuni degli esperimenti visti nelle lezioni precedenti, provate a spiegare:

- perché il ghiaccio galleggia sull'acqua ? Che cosa si può dedurre sulle particelle dei due materiali ?
- perché l'alcool galleggia sull'acqua ? Che cosa si può dedurre sulle particelle dei due materiali ?

#### **Esperimento 2** – Sistemi becher/candela/bicarbonato di sodio/aceto

- Prima parte: Osservate e descrivete i fenomeni (interazioni) che si verificano quando si accende la candela. Giustificando la risposta, indicate se e quali interazioni fisiche e/o chimiche avvengono. Quali materiali sono in gioco ? Provate a scrivere le trasformazioni avvenute. Posizionata la candela accesa nel becher A, osservate se si verificano modifiche nelle interazioni

- b) Seconda parte: Osservate e descrivete i fenomeni (interazioni) che si verificano quando, nel becher B, si aggiunge l'aceto al bicarbonato. Giustificando la risposta, indicate se e quali interazioni fisiche e/o chimiche avvengono. Quali materiali sono in gioco ?
- c) Terza parte: Osservate e descrivete i fenomeni (interazioni) che si verificano quando si avvicina il becher B, contenente il sistema aceto/bicarbonato, al becher A, contenente la candela accesa. Giustificando la risposta, indicate se e quali interazioni fisiche e/o chimiche avvengono. Quali materiali sono in gioco ?
- d) Quarta parte: Il concetto di densità è coinvolto nelle interazioni avvenute ? Se sì, in quali ? Come ?

### Esercizi di ripasso

- a) Il diamante ( $d = 3,5 \text{ g/cm}^3$ ) e la grafite ( $d = 2,3 \text{ g/cm}^3$ ) sono fatti entrambi dagli stessi atomi di carbonio. Spiegate, sulla base di quanto studiato poco fa, perché è diversa la densità dei due materiali. Eseguite poi una rappresentazione particellare delle due situazioni.
- b) Classificazione di comuni esempi di trasformazioni: distinguate i fenomeni fisici da quelli chimici:
- Accensione di un fiammifero .....
  - Girare l'interruttore e accendere la luce della stanza .....
  - Masticazione del cibo (cambiamento fisico nella triturazione e trasformazione chimica nella reazione dell'amido con l'amilasi della saliva).
  - Fermentazione del mosto d'uva .....
  - Apertura di una lattina di acqua gasata .....
  - Inacidimento del latte .....
  - Fusione di oro e argento .....
  - Estrazione del profumo delle rose .....
  - Solubilizzazione del sale in acqua .....
  - Esplosione della dinamite .....