

ILARIO AMBONI

La
Chimica
in laboratorio
I SAPERI DA APPLICARE

editrice san marco





I edizione: 2009

Con la collaborazione della Redazione, dei Consulenti della CESM e del curatore
Dott. Roberto Torchio.

Si ringrazia la Prof.ssa Nicoletta Giordano per la consulenza fornita.
Impaginazione e grafica: Biblon srl - Milano

Copertina: Studio Vavassori - Bonate Sotto (BG)

Disegni: Francesca Baseotto e Stefano Viganò

Stampa: Castelli Bolis, Cenate Sotto (BG)

Printed in Italy

Il presente volume è parte inscindibile dell'opera *La chimica, i saperi da sapere e da applicare* con ISBN 978-88-8488-080-2 e non è vendibile separatamente

ISBN 978-88-8488-080-2

TUTTI I DIRITTI RISERVATI

© 2009 Editrice San Marco S.r.l., Bergamo Ponteranica
www.editricesanmarco.it - info@editricesanmarco.it

INTRODUZIONE

Il metodo scientifico, noto anche come **metodo sperimentale**, è un procedimento, basato sull'esperienza, con cui si perviene all'enunciazione di leggi scientifiche mediante conferma sperimentale di ipotesi basate sulle osservazioni ripetute di determinati fenomeni.

Il procedimento, usato nell'indagine scientifica per studiare sperimentalmente in laboratorio e spiegare all'enunciazione di leggi sperimentali, comprende le seguenti fasi fondamentali:

- 1 osservazione preliminare dei fenomeni che avvengono nel sistema;
- 2 descrizione del fenomeno;
- 3 formulazione di ipotesi di lavoro: le ipotesi nascono dall'intuizione dello sperimentatore e quindi sono solo ipotesi, che potrebbero anche essere sbagliate;

UNITÀ DI MISURA, SISTEMA DI UNITÀ DI MISURA

Ogni misura viene effettuata per mezzo del confronto tra due grandezze omogenee, una delle quali rappresenta la grandezza di riferimento campione e viene chiamata **unità di misura**. Con **unità di misura** si intende una particolare quantità, definita e adottata per convenzione, con cui si confrontano altre grandezze della stessa natura per esprimerle quantitativamente come rapporto rispetto a questa grandezza. Alle unità di misura vengono assegnate, per convenzione dei nomi e dei simboli. Le unità di misura si dividono in **fondamentali e derivate**: caratteristica essenziale delle grandezze fondamentali è che per mezzo di esse si possono esprimere con semplicità operativa tutte le altre e sono **indipendentemente accettabili** le une dalle altre, mentre, in un certo sistema, i derivati e le derivate, definite in un dato sistema di grandezze e di unità di misura.

costituiscono le **grandezze fondamentali**. La **TABELLA 1** riporta le grandezze fondamentali e le corrispondenti unità di misura.

| Grandezza | Simbolo | Unità di misura | Simbolo |
|---------------------------------|----------------|-----------------|---------|
| lunghezza | l | metro | m |
| massa | m | chilogrammo | kg |
| intervallo di tempo | t | secondo | s |
| temperatura termodinamica | T | kelvin | K |
| intensità di corrente elettrica | I | ampere | A |
| quantità di sostanza | n | mole | mol |
| intensità luminosa | I _v | candela | cd |

| Multipli | | Sottomultipli | |
|----------|------------------|---------------|-------------------|
| Prefisso | Valore | Prefisso | Valore |
| deka | 10 ¹ | deci | 10 ⁻¹ |
| cento | 10 ² | centi | 10 ⁻² |
| chilo | 10 ³ | milli | 10 ⁻³ |
| mega | 10 ⁶ | micro | 10 ⁻⁶ |
| giga | 10 ⁹ | nano | 10 ⁻⁹ |
| tera | 10 ¹² | pico | 10 ⁻¹² |
| petta | 10 ¹⁵ | femto | 10 ⁻¹⁵ |
| exa | 10 ¹⁸ | atto | 10 ⁻¹⁸ |
| zetta | 10 ²¹ | zepto | 10 ⁻²¹ |
| otta | 10 ²⁴ | yocto | 10 ⁻²⁴ |

La **TABELLA 2** riporta alcune grandezze derivate e le corrispondenti unità di misura.

| Grandezza | Simbolo | Unità di misura | Equivalenze con le unità di misura fondamentali |
|--------------------------|---------|-----------------|---|
| frequenza | Hz | hertz | s ⁻¹ |
| forza | N | newton | kg · m · s ⁻² |
| pressione | Pa | Pascal | kg · m ⁻¹ · s ⁻² |
| energia, lavoro | J | joule | kg · m ² · s ⁻² |
| potenza, flusso radiante | W | watt | kg · m ² · s ⁻³ |
| potenziale elettrico | V | volt | kg · m ² · s ⁻³ · A ⁻¹ |
| resistenza elettrica | Ω | ohm | kg · m ² · s ⁻³ · A ⁻² |
| induzione magnetica | T | tesla | kg · s ⁻² · A ⁻¹ |
| flusso magnetico | Wb | weber | kg · m ² · s ⁻² · A ⁻¹ |
| induttanza | H | henry | kg · m ² · s ⁻² · A ⁻² |
| temperatura | °C | grado Celsius | |

Multipli e sottomultipli delle unità di misura

Il Sistema Internazionale è un sistema di tipo decimale: cioè i multipli, o i sottomultipli, delle unità di misura delle grandezze fondamentali si ottengono moltiplicando, o dividendo, per le potenze di 10 le corrispondenti unità di misura. Si possono avere prefissi per rendere più conciliamente utilizzabili grandi e piccole misurazioni. La **TABELLA 3** riporta i prefissi e i simboli associati ai multipli e sottomultipli.

SCHEDA 13 RIFERIMENTO UD 9

REAZIONI DI FORMAZIONE DI OSSIDI E IDROSSIDI

OBBIETTIVO

Sperimentare quanto studiato a proposito della formazione degli ossidi basici e dei relativi idrossidi, partendo da un elemento metallico e ricavando l'ossido e l'idrossido corrispondenti.

MATERIALI OCCORRENTI

- 1 capsula in porcellana
- 1 piastra metallica
- 1 carta da filtro
- 1 becher da 100 mL
- 1 bastoncino
- 1 bacchetta di vetro

SOSTANZE CHIMICHE

- 1 magnesio
- 1 acqua ossigenata
- 1 indicatore universale a cartina di tornasole

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

1. Prendete una striscia di magnesio lunga circa 5 cm e la tenetela con la punta metallica appesa alla mano sinistra. Immergete la striscia in un becher...

2. A questo punto, ponete la striscia infiammata nella capsula in porcellana (che avrete posto in prossimità del busen) e attendete che cessi la combustione, al termine della quale si sarà accumulata una polvere bianca, costituita da ossido di magnesio.
3. Dopo aver atteso il tempo necessario al raffreddamento della capsula, versate in essa una piccola quantità d'acqua distillata e mescolate con una bacchetta di vetro.
4. Filtrate, quindi, il miscuglio e raccogliete la soluzione in un becher da 100 mL.
5. Saggiare ora la soluzione con una cartina al tornasole, oppure aggiungete alcune gocce di indicatore universale; agitando dovreste osservare lo sviluppo di una colorazione blu.

VERIFICA DELLA COMPRESIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Scrivete e bilanciate la reazione, a secco, che si verifica all'interno della capsula.
2. Scrivete e bilanciate la reazione, che si verifica all'interno della capsula dopo l'aggiunta dell'acqua.
3. Il valore del pH al termine dell'esperimento è maggiore o minore di 7?

SCHEDA 17 RIFERIMENTO UD 9

TRASFORMAZIONI ESOTERMICHE ED ENDOTERMICHE

OBBIETTIVO

Verificare se nel corso delle trasformazioni realizzate durante l'esperienza si ha sviluppo o assorbimento di calore.

MATERIALI OCCORRENTI

- 1 becher da 250 mL
- 1 termometro con scala da 0,5 °C
- 1 bilancia
- 1 bacchetta di vetro
- 1 sostegno metallico con pila
- 1 cilindro graduato da 50 o 100 mL
- 1 vetrino da orologio
- 1 spatola metallica

SOSTANZE CHIMICHE

- 1 idrossido di sodio
- 1 acqua ossigenata
- 1 nitrito di sodio
- 1 bicarbonato di sodio

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

1. Ponete all'interno del becher da 250 mL, il termometro e fissatelo per mezzo della pila del sostegno metallico, in modo tale che il bulbo del termometro sia a 2 cm dal fondo del recipiente.
2. A questo punto misurate, servendovi del cilindro graduato, 50 mL di acqua distillata. Introdottela nel becher e rilevate la temperatura.
3. Successivamente pesate 1 g di idrossido di sodio ponendolo su un vetrino da orologio, trasferitelo nel becher contenente l'acqua e mescolate con una bacchetta di vetro, fino alla sua totale dissoluzione.

4. Nel corso dell'operazione di dissoluzione rilevate la temperatura che, come noterete, varierà gradualmente, fino al momento in cui si raggiungerà l'equilibrio termico; annotate il dato quando il valore della temperatura si sarà stabilizzato.
5. Ripetete, quindi, l'esperienza usando quantità diverse di idrossido di sodio e di acqua, secondo quanto indicato nella tabella 1, utilizzando un becher pulito per ogni prova.
6. Misurate la temperatura massima raggiunta in ciascuno esperimento.

È importante rilevare che, nonostante la seconda parte dell'esperienza sia molto simile alla precedente, in es. 4 e 5, (in alcune prove dovreste scegliere voi la quantità di sale e il volume d'acqua), preparate le diverse prove dell'esperienza, rilevate le temperature e annotate i valori letti mediante il termometro, ricordandovi di attendere che sia stato raggiunto l'equilibrio termico.

VERIFICA DELLA COMPRESIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Compilate la tabella sottostante, relativa alla prima parte dell'esperienza, e indicate nell'ultima colonna le vostre valutazioni in merito agli aspetti termodinamici (cioè se la reazione è esotermica o endotermica) delle trasformazioni verificatesi nel corso dell'esperimento.

| Quantità di idrossido di sodio (g) | Quantità di acqua (mL) | Temperatura iniziale (°C) | Temperatura finale (°C) | Temperatura massima (°C) | Temperatura di equilibrio (°C) | Esotermica o endotermica? |
|------------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | 50 | °C | °C | °C | °C | |
| 2 | 50 | °C | °C | °C | °C | |
| 3 | 50 | °C | °C | °C | °C | |
| 4 | 50 | °C | °C | °C | °C | |
| 5 | 50 | °C | °C | °C | °C | |
| 1 | 15 | °C | °C | °C | °C | |

Il quaderno è diviso in quattro parti: **una di carattere generale** con riferimenti introduttivi e riassuntivi della materia e dell'applicazione del metodo sperimentale. In questa parte vengono riassunti i concetti fondamentali relativi a:

- unità di misura;
- strumenti di misura;
- relazioni di laboratorio e cenni all'uso del software.

La seconda parte è dedicata al **rischio chimico** in riferimento al D. Lgs 81/2008. Oltre a descrivere i fondamentali meccanismi di comportamento, prevenzione e protezione all'interno e non solo di un laboratorio chimico, particolare attenzione viene dedicata all'etichettatura e alla segnaletica dei prodotti, aspetto fondamentale della citata regolamentazione.

La conoscenza di queste due parti è indispensabile per affrontare la terza parte composta da **22 schede di laboratorio**, relative ad esperienze semplici da realizzare, così che gli studenti possano metterle in pratica personalmente, strutturate in sequenza, in sintonia con il libro di testo e il programma di studio.

Una quarta parte con ulteriori schede viene estesa **sul web** all'interno del sito www.editricesanmarco.it (cfr libro pag. 8). Alla fine del quaderno operativo si trova la tavola periodica e un'appendice ricca di tabelle.

parte prima – IL METODO SCIENTIFICO

| | | |
|---|------|----|
| ■ Introduzione | pag. | 6 |
| ■ Unità di misura, sistema di unità di misura | " | 6 |
| ■ Notazione scientifica e ordine di grandezza | " | 7 |
| ■ Approssimazioni e arrotondamenti | " | 8 |
| ■ Strumenti di misura e loro specifiche | " | 8 |
| ■ La relazione scientifica di laboratorio | " | 9 |
| ■ Come si scrive una relazione | " | 9 |
| ■ La relazione di laboratorio al computer | " | 10 |

parte seconda – IL LABORATORIO DI CHIMICA

| | | |
|---|---|----|
| ■ Le sostanze chimiche pericolose e i prodotti tossici nocivi | " | 16 |
| ■ Operare a scuola in sicurezza | " | 17 |
| ■ Le attrezzature di laboratorio | " | 18 |

parte terza – LE SCHEDE DI LABORATORIO

| | | |
|-----------------------|---|----|
| ■ Indice delle schede | " | 20 |
|-----------------------|---|----|

appendice

| | | |
|------------------------|---|----|
| ■ Indice delle tabelle | " | 42 |
| ■ Tavola periodica | " | 47 |

PARTE PRIMA

Il metodo scientifico



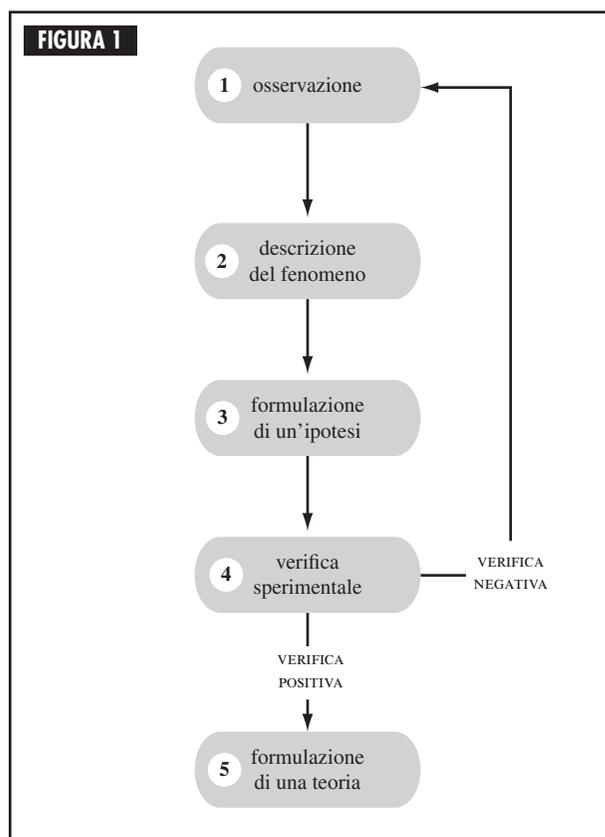
INTRODUZIONE

Il metodo scientifico, noto anche come *metodo sperimentale*, è un procedimento, basato sull'esperimento, con cui si perviene all'enunciazione di leggi scientifiche mediante conferma sperimentale di ipotesi basate sulle osservazioni ripetute di determinati fenomeni.

Il procedimento, usato nell'indagine scientifica per studiare sperimentalmente in laboratorio e giungere all'enunciazione di leggi sperimentali, comprende le seguenti cinque fasi fondamentali:

- 1 osservazione preliminare dei fenomeni che avvengono nel sistema;
- 2 descrizione del fenomeno;
- 3 formulazione di ipotesi di lavoro; le ipotesi nascono dall'intuizione dello sperimentatore e quindi sono solo ipotesi, che potrebbero anche essere sbagliate;
- 4 esperimenti ripetuti e cambiamento delle condizioni nelle quali si svolgono gli esperimenti;
- 5 tesi, cioè enunciazione della legge sperimentale che comprende i risultati degli esperimenti e delle altre informazioni a disposizione.

Nelle FIGURA 1 è rappresentato uno schema che racchiude tutte le fasi del metodo sperimentale.

**UNITÀ DI MISURA, SISTEMA DI UNITÀ DI MISURA**

Ogni misura viene effettuata per mezzo del confronto tra due grandezze omogenee, una delle quali rappresenta la grandezza di riferimento campione e viene chiamata *unità di misura*. Con *unità di misura* si intende una particolare quantità, definita e adottata per convenzione, con cui si confrontano altre grandezze della stessa natura per esprimerle quantitativamente come rapporto rispetto a questa grandezza. Alle unità di misura vengono assegnati per convenzione dei nomi e dei simboli. Le unità di misura si suddividono in *fondamentali* e *derivate*: caratteristica essenziale delle grandezze fondamentali è che per mezzo di esse si possono esprimere con semplicità operativa tutte le altre e sono convenzionalmente accettate come funzionalmente indipendenti le une dalle altre, mentre una grandezza derivata è definita, in un certo sistema, come funzione delle grandezze fondamentali. L'insieme delle unità di misura fondamentali e derivate, definite secondo delle regole stabilite per un dato sistema di grandezza, forma un *sistema di unità di misura*.

Sistema internazionale di unità di misura

Il *Sistema Internazionale di unità di misura*, abbreviato con il simbolo *SI*, è basato su sette unità fondamentali, con le quali vengono definite le unità derivate. Il Sistema Internazionale gode delle proprietà di essere omogeneo, coerente, assoluto, decimale e razionalizzato, viene usato in ogni nazione, e, in alcune di esse, il suo uso è obbligatorio.

Nel Sistema Internazionale si utilizzano le seguenti *convenzioni di scrittura*:

- i simboli sono scritti in minuscolo, a eccezione di quelli in cui l'unità di misura deriva dal nome di una persona. Per esempio l'unità di misura della pressione è il pascal (simbolo Pa), derivato dal nome dello scienziato francese Blaise Pascal. L'unica eccezione permessa è per il litro dove è accettabile sia la *l* che la *L*;
- uno spazio è previsto tra i numeri e i simboli, come per esempio $0,1 \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = 58,5 \text{ g}$;
- la virgola è usata come separatore tra i numeri interi e quelli decimali. Nel 1997 è stata concessa la possibilità di usare il punto, ma solo per i testi il cui linguaggio principale è l'inglese.

Nel Sistema Internazionale i campioni di unità di misura sono definiti solo per le sette grandezze fisiche che

costituiscono le **grandezze fondamentali**. La TABELLA 1 riporta le grandezze fondamentali e le corrispondenti unità di misura.

| Grandezza | Simbolo | Unità di misura | Simbolo |
|---------------------------------|----------------------|-----------------|---------|
| lunghezza | <i>l</i> | metro | m |
| massa | <i>m</i> | chilogrammo | kg |
| intervallo di tempo | <i>t</i> | secondo | s |
| temperatura termodinamica | <i>T</i> | kelvin | K |
| intensità di corrente elettrica | <i>I</i> | ampere | A |
| quantità di sostanza | <i>n</i> | mole | mol |
| intensità luminosa | <i>I_v</i> | candela | cd |

La TABELLA 2 riporta alcune grandezze derivate e le corrispondenti unità di misura.

| Grandezza | Simbolo | Unità di misura | Equivalenza con le unità di misura fondamentali |
|--------------------------|---------|-----------------|---|
| frequenza | Hz | hertz | s ⁻¹ |
| forza | N | newton | kg · m · s ⁻² |
| pressione | Pa | pascal | kg · m ⁻¹ · s ⁻² |
| energia, lavoro | J | joule | kg · m ² · s ⁻² |
| potenza, flusso radiante | W | watt | kg · m ² · s ⁻³ |
| potenziale elettrico | V | volt | m ² · kg · s ⁻³ · A ⁻¹ |
| resistenza elettrica | Ω | ohm | m ² · kg · s ⁻³ · A ⁻² |
| induzione magnetica | T | tesla | kg · s ⁻² · A ⁻¹ |
| flusso magnetico | Wb | weber | m ² · kg · s ⁻² · A ⁻¹ |
| induttanza | H | henry | m ² · kg · s ⁻² · A ⁻² |
| temperatura | °C | grado Celsius | |

Multipli e sottomultipli delle unità di misura

Il Sistema Internazionale è un sistema di tipo decimale cioè i multipli, o i sottomultipli, delle unità di misura delle grandezze fondamentali si ottengono moltiplicando, o dividendo, per le potenze di 10 la corrispondente unità di misura. Si possono avere prefissi per rendere più comodamente utilizzabili grandi e piccole misurazioni. La TABELLA 3 riporta i prefissi e i simboli associati ai multipli e sottomultipli.

| Multipli | | | Sottomultipli | | |
|----------|------------------|---------|---------------|-------------------|---------|
| Prefisso | Valore | Simbolo | Prefisso | Valore | Simbolo |
| deca | 10 ¹ | da | deci | 10 ⁻¹ | d |
| etto | 10 ² | h | centi | 10 ⁻² | c |
| chilo | 10 ³ | k | milli | 10 ⁻³ | m |
| mega | 10 ⁶ | M | micro | 10 ⁻⁶ | μ |
| giga | 10 ⁹ | G | nano | 10 ⁻⁹ | n |
| tera | 10 ¹² | T | pico | 10 ⁻¹² | p |
| peta | 10 ¹⁵ | P | femto | 10 ⁻¹⁵ | f |
| exa | 10 ¹⁸ | E | atto | 10 ⁻¹⁸ | a |
| zetta | 10 ²¹ | Z | zepto | 10 ⁻²¹ | z |
| yotta | 10 ²⁴ | Y | yocto | 10 ⁻²⁴ | y |

NOTAZIONE SCIENTIFICA E ORDINE DI GRANDEZZA

Nello studio della chimica spesso si incontrano grandezze le cui misure sono espresse da numeri molto piccoli, come si può vedere dal seguente esempio:

- carica dell'elettrone:
0,00000000000000000000000016 C

Come si può facilmente intuire risulta piuttosto scomodo sia scrivere questo numero sia effettuare operazioni di calcolo. Tale ostacolo viene superato utilizzando la notazione scientifica, un particolare tipo di notazione che sfrutta le proprietà delle potenze di 10 per semplificare la scrittura e le operazioni tra i numeri. Richiamiamo in questo punto della trattazione alcune proprietà delle potenze, che ci serviranno nell'elaborazione dei dati.

- **Potenze con esponente intero positivo**
 $a^n = a \cdot a \cdot a \cdot \dots$ per *n* volte
dove i numeri *a* e *n* sono detti, rispettivamente, **base** ed **esponente** della potenza.
Per esempio: $10^4 = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 10000$
- **Potenze con esponente intero negativo**
 $a^{-n} = 1/a^n$
Per esempio: $10^{-3} = 1/10^3 = 1/1000 = 0,001$

Prodotto e rapporto tra potenze

Il prodotto di due potenze di uguale base ed esponente diverso è uguale a una potenza avente stessa base ed

esponente pari alla somma degli esponenti. Si ha cioè:

$$a^n \cdot a^m = a^{n+m}$$

Per esempio: $10^2 \cdot 10^3 = 10^{2+3} = 10^5$

Il rapporto di due potenze di uguale base ed esponente diverso è uguale a una potenza avente stessa base ed esponente pari alla differenza degli esponenti. Si ha cioè:

$$a^n/a^m = a^{n-m}$$

Per esempio: $10^2/10^3 = 10^2 \cdot 1/10^3 = 10^2 \cdot 10^{-3} = 10^{-1} = 0,1$
Utilizzando queste proprietà delle potenze, un numero N si dice espresso in **notazione scientifica**, o **esponenziale**, se viene scritto nella seguente forma:

$$N = a \cdot 10^n$$

dove a è un numero con una sola cifra diversa da zero prima del punto decimale, mentre n è un numero intero. L'esponente n è positivo se si tratta di numeri grandi, è negativo se si tratta di numeri piccoli.

Esempio:

- carica dell'elettrone in notazione scientifica:

$$Q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Spesso non interessa conoscere il valore esatto della misura di una grandezza ma quanto è piccolo o grande il numero che la rappresenta e cioè il suo **ordine di grandezza**, ovvero l'esponente della potenza di 10 più vicina al numero.

■ APPROSSIMAZIONI E ARROTONDAMENTI

Nella rappresentazione decimale dei numeri non sempre si scrivono tutte le cifre decimali; per approssimare un numero X alla cifra di posto n si può procedere in uno dei seguenti modi:

- per **troncamento**, dove si eliminano, o si sostituiscono con zero, tutte le cifre successive a quella di posto n ;
- per **arrotondamento**, dove si effettua una approssimazione per **difetto** o per **eccesso** a seconda che il numero venga sostituito con uno maggiore o minore in modo, però, che lo scarto fra il valore vero e quello approssimato sia il minimo possibile.

Vale la seguente regola: prendendo in considerazione solamente la prima cifra oltre l'ultima significativa, se tale cifra è minore o uguale a 4, il valore dell'ultima cifra significativa rimane inalterato, se è maggiore di 5, il valore dell'ultima cifra significativa deve essere incrementato di una unità, se è 5 si opera come uno dei due casi precedenti in modo

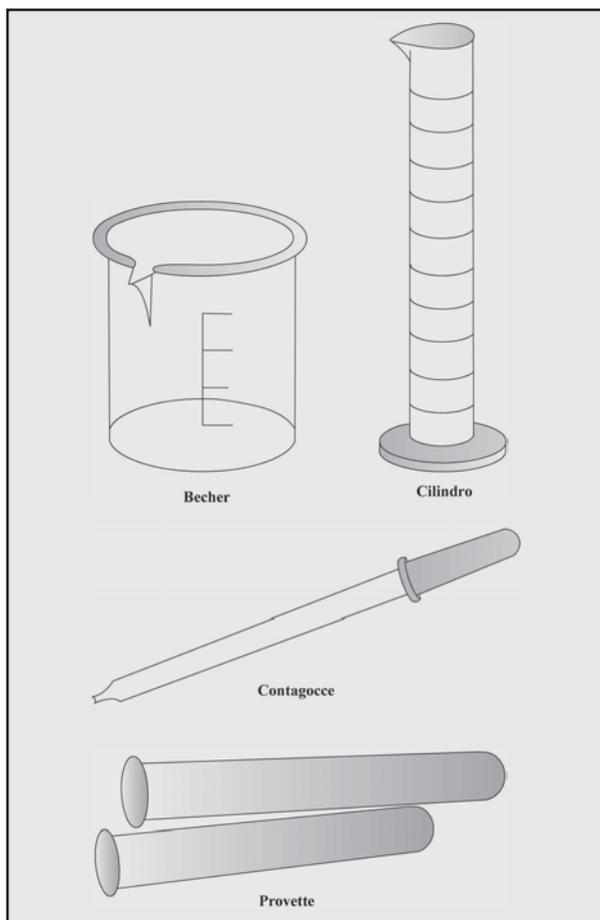
che il numero approssimato sia pari.

Per esempio:

- dovendo arrotondare 12,5364 a 3 cifre significative, il risultato dell'arrotondamento è 12,5;
- dovendo arrotondare 12,5776 a 3 cifre significative, il risultato dell'arrotondamento è 12,6;
- dovendo arrotondare 1,5556 a 3 cifre significative, il risultato dell'arrotondamento è 1,56;
- dovendo arrotondare 1,5456 a 3 cifre significative, il risultato dell'arrotondamento è 1,54.

■ STRUMENTI DI MISURA E LORO SPECIFICHE

Spesso le grandezze chimiche sono determinate per mezzo di apparecchi tarati come per esempio becher, burette, termometri, ecc. Questi apparecchi tarati sono gli **strumenti di misura**, cioè oggetti, o insieme di oggetti, che consentono di operare il confronto fra la grandezza fisica e la sua unità di misura, cioè eseguono una misurazione.



■ LA RELAZIONE SCIENTIFICA DI LABORATORIO

In tutte le discipline è necessario mettere per iscritto le proprie idee e i risultati ottenuti. È evidente che, nel contesto scientifico, oltre ovviamente alla consistenza di quanto si relaziona, il lavoro deve essere presentato in forma chiara e organizzata al fine di agevolarne la lettura da parte di altre persone.

Nel mondo scientifico la relazione in senso lato è la chiave per comunicare i risultati delle proprie ricerche ed è il veicolo con cui progredisce il sapere scientifico grazie al contributo di tantissimi soggetti.

Una relazione scientifica non ha nulla a che fare con un tema, una cronaca; in essa solitamente si dimostra qualcosa o dal punto di vista puramente matematico, o sulla base di uno o più esperimenti realizzati *ad hoc*, oppure si relazionano i risultati, con un adeguato commento, di una prova di laboratorio.

In una relazione dunque ci sono richiami teorici, descrizioni di procedure, tabelle di risultati, misurazioni, elaborazioni, formule matematiche, grafici.

Tutto questo materiale è organizzato in modo tale che il lettore possa capire esattamente, in tutti gli aspetti, l'esperimento eseguito e le elaborazioni effettuate sui risultati, anche se egli non vi ha partecipato fisicamente. Un'esperienza scientifica si compone di numerose fasi: per prima cosa si osserva un determinato fenomeno,

di cui si decide di indagare la natura e comprenderne le cause; poi si formula un'ipotesi per spiegarlo e collegarlo ad altri fenomeni; quindi si effettua un esperimento atto a verificare tale ipotesi e a identificare una relazione quantitativa, cioè trovare una "legge", che colleghi tra loro i dati rilevati nell'esperimento.

Affinché ciò accada, bisogna allestire particolari apparecchiature e compiere accurate rilevazioni dei dati. Successivamente occorre elaborare i dati che si sono rilevati, inserendoli in appositi grafici e tabelle. Tutte queste operazioni vanno eseguite con grande accuratezza e attenzione.

Effettuare un'esperienza scientifica è quindi una operazione complessa e articolata che richiede numerosi controlli ed è caratterizzata dalla scansione in passaggi precisi svolti con rigore ed attenzione. Solo in questo modo i risultati ottenuti sono credibili e possono essere utilizzati per spiegare i fenomeni chimici.

■ COME SI SCRIVE UNA RELAZIONE

La relazione scientifica di laboratorio costituisce un particolare genere di testo che va steso:

- in modo essenziale ma nello stesso tempo completo, precisando tutti i passaggi effettuati e le motivazioni che hanno determinato l'esecuzione di tali operazioni;
- avendo ben chiari gli obiettivi dell'esperienza, la metodica da impiegare e gli aspetti teorici che la riguardano;
- facendo uso di un linguaggio chiaro e preciso nei particolari, in modo tale da consentire ad altri di ripetere l'esperienza.

La relazione scientifica di laboratorio deve illustrare tutte le fasi essenziali dell'esperienza. Lo schema generale è il seguente:

- **titolo**: è un elemento essenziale di ogni relazione scientifica, deve contenere poche parole e deve esprimere sinteticamente il contenuto della relazione cioè l'argomento generale trattato nell'esperienza. Nella vita reale spesso è l'unica informazione che viene letta dagli altri. Quindi bisogna dire tutto in poche parole;
- **obiettivo**: fornisce una precisa indicazione dello scopo dell'esperienza cioè dichiara con chiarezza ciò che si vuole dimostrare; è importante collegare il fenomeno da studiare a conoscenze già stabilite ed acquisite come vere che chiariscono quindi i presupposti dell'indagine;



- **materiale e strumenti occorrenti:** forniscono una descrizione particolareggiata delle sostanze chimiche e degli strumenti utilizzati nell'esperienza;
- **descrizione dell'esperienza:** fornisce una descrizione particolareggiata dell'esecuzione dell'esperienza, scandita nei suoi diversi passaggi;
- **raccolta ed elaborazione dei dati:** si espongono i dati raccolti, se necessario presentandoli sotto forma di tabelle e grafici;
- **conclusione e comprensione dell'esperienza:** si traggono le considerazioni finali, aiutati anche dalle risposte dei quesiti ai quali l'esperienza conduce e che, oltre a essere una verifica per la comprensione, possono essere una premessa per ulteriori indagini.

■ LA RELAZIONE DI LABORATORIO AL COMPUTER

Per redigere una relazione di laboratorio al computer, è necessario aver una minima dimestichezza con un software di trattamento testi (per esempio, Word) e un foglio elettronico (per esempio, Excel). Entrambi questi programmi fanno parte del pacchetto di Office della Microsoft.

Primi passi con Word

Una volta aperto il programma Word, ci troveremo di fronte la schermata della **FIGURA 2**.

Una delle principali novità dell'ultima versione di Word 2007 riguarda l'inserimento di un **pulsante Microsoft Office** e di una **barra di accesso rapido**, entrambe situate nella parte superiore della finestra di Word e visualizzate nella **FIGURA 3**. Il primo consente di aprire un utile menu dal quale eseguire i principali comandi (**CREA NUOVO DOCUMENTO, APRI, SALVA, ANTEPRIMA DI STAMPA, STAMPA, INVIA, CHIUDI, ecc.**), mentre la seconda consente di accedere rapidamente agli strumenti utilizzati più di frequente (**SALVA, APRI, NUOVO DOCUMENTO, ANNULLA COMANDO, ecc.**) ed è facilmente personalizzabile aggiungendo ulteriori comandi.

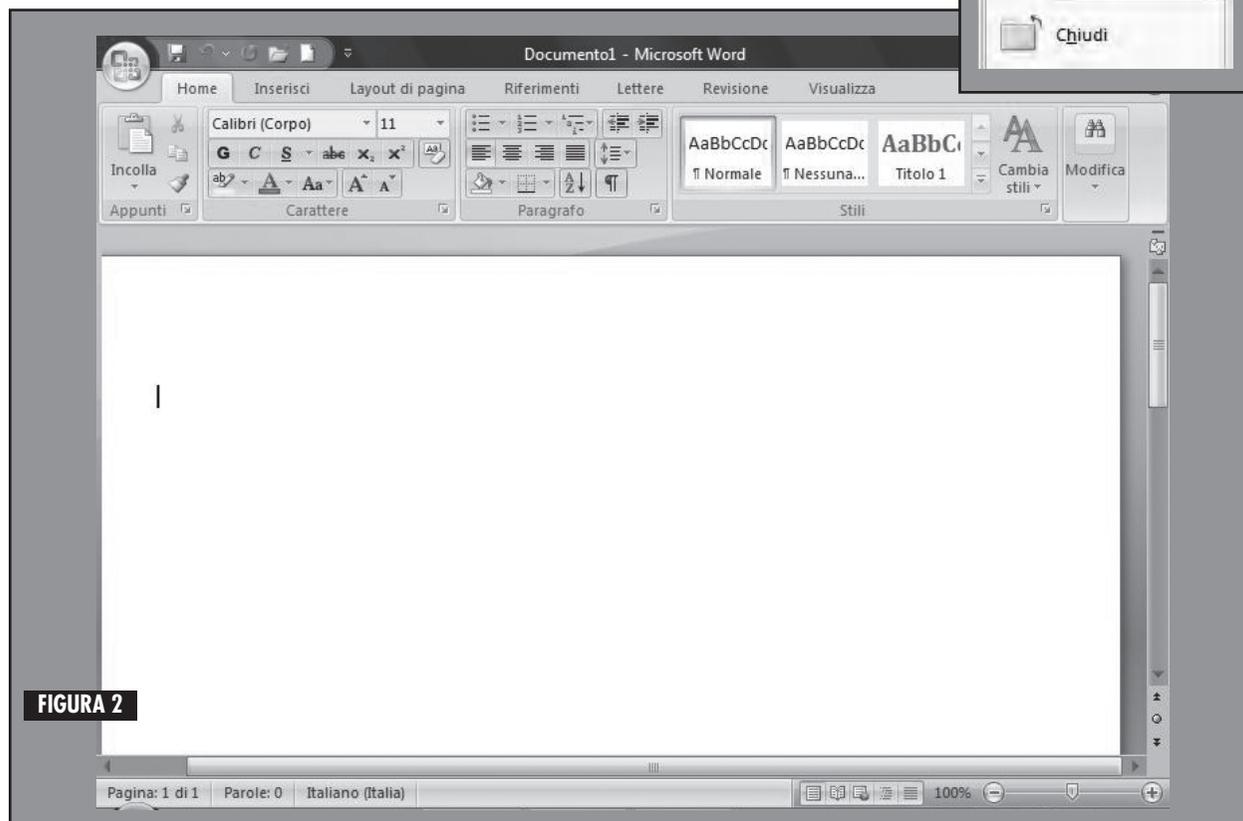
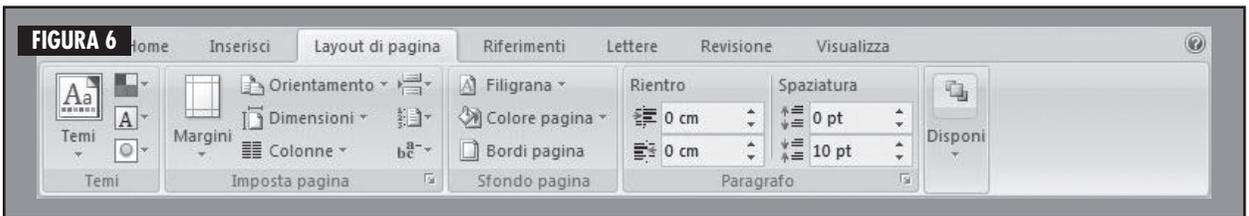
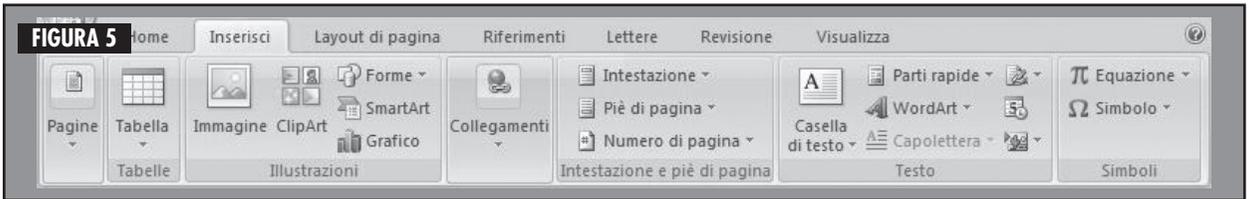
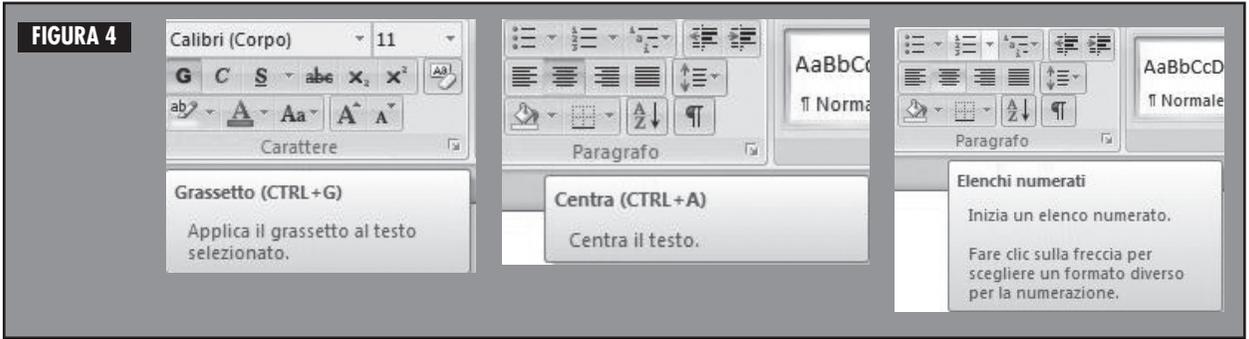


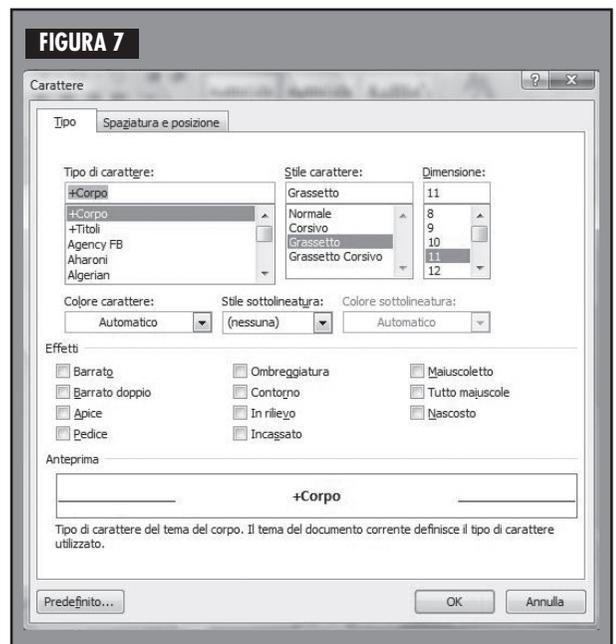
FIGURA 2



Quelli che una volta erano i menu e le barre degli strumenti, nell'ultima versione sono stati in gran parte sostituiti dalla **barra multifunzione**. Progettata per una facile esplorazione, la barra multifunzione è composta da schede organizzate secondo scenari od oggetti specifici suddivisi per attività (**HOME**, **INSERISCI**, **LAYOUT DI PAGINA**, **RIFERIMENTI**, **LETTERE**, **REVISIONE** e **VISUALIZZA**). I controlli di ogni scheda sono a loro volta organizzati in gruppi (per esempio, nella scheda **HOME** troviamo **APUNTI**, **CARATTERE**, **PARAGRAFO**, **STILI** e **MODIFICA**). La barra multifunzione è in grado di offrire un contenuto più ricco rispetto ai menu e alle barre degli strumenti, inclusi i pulsanti, le raccolte e le finestre di dialogo. Dopo aver digitato il testo della nostra relazione di laboratorio, sarà quindi facilmente formattabile. Una volta selezionato il testo, si potrà inserire il grassetto dove necessario, centrare il testo o creare un elenco numerato. La **FIGURA 4** mostra esempi di formattazione del testo dalla barra multifunzione: *Grassetto*, *centrato*, *elenco numerato*.

Tutti i comandi sono diventati facilmente accessibili e intuitivi e, come nelle precedenti versioni di Word, sono attivabili anche con una combinazione di tasti; per esempio, premendo i tasti **CONTROL + G**, applicheremo il *Grassetto* alla parte di testo selezionata. Per inserire un'immagine, una tabella o un foglio di Excel, occorre attivare la scheda **INSERISCI** (vedi **FIGURA**

5). Per impostare i margini, invece, è necessario attivare la scheda **LAYOUT DI PAGINA** (vedi **FIGURA 6**). Alcuni gruppi presentano anche la possibilità di visualizzare la **FINESTRA DI DIALOGO**, da dove è possibile attivare ulteriori comandi inerenti a quel gruppo (nella **FIGURA 7** è rappresentata la **FINESTRA DI DIALOGO CARATTERE**).



Dopo aver visto per sommi capi le principali caratteristiche di Word, mettiamo in pratica quanto visto per redigere la nostra relazione.

Inseriamo dapprima i nostri dati: nome dell'istituto, la data, il nostro nome e la classe di appartenenza. Quindi il titolo dell'esperienza (cui daremo un corpo maggiore rispetto al resto della relazione).

Quindi, nell'ordine, indicheremo gli obiettivi, il materiale utilizzato, le operazioni eseguite (vedi **FIGURA 8**). Infine tabelle e grafici. Da ultimo, le nostre conclusioni ed eventuali osservazioni e difficoltà riscontrate. Per realizzare tabelle e grafici è necessario usare un foglio elettronico. Excel fa al caso nostro.

Primi passi con Excel

Una volta aperto il programma Excel, ci troveremo di fronte alla schermata della **FIGURA 9**.

La grande utilità di Excel è quella di poter inserire numeri nelle celle per poter fare dei calcoli.

Nelle celle del foglio di lavoro è possibile inserire delle **formule** per effettuare calcoli sui valori numerici.

Per ottenere questo risultato bisogna dare delle istruzioni precise ad Excel. In particolare bisogna:

a) informare Excel che ciò che si sta inserendo in una cella non è un numero, una data o un testo;

b) specificare quale operazione si intende eseguire;
c) indicare gli operandi dell'operazione.

Ora, supponendo di aver inserito nella cella **A1** il valore **234** e nella cella **B1** il valore **110**, si stabilisce di inserire nella cella **C1** la differenza tra questi due valori, cioè si vuole che in **C1** compaia il valore **124** ($=234-110$).

Per informare Excel che il contenuto della cella **C1** deve essere il risultato di un calcolo che Excel stesso deve fare, si deve, come prima cosa digitare il simbolo "=". È estremamente importante ricordare di far precedere ogni formula dal simbolo "=", altrimenti Excel non sarà in grado di interpretare la formula successiva.

Il secondo passo è quello di dare istruzioni a Excel sul tipo di conteggio da effettuare.

Scritto in modo semplificato, questo problema consiste nel fare in modo che la cella **C1** contenga la differenza tra **234** e **110**, cioè $=A1-B1$. Nelle formule possono comparire tutti gli operatori aritmetici in qualunque successione:

- + indica la somma;
- - indica la differenza;
- * indica la moltiplicazione;
- / indica la divisione;
- ^ indica l'elevamento a potenza.

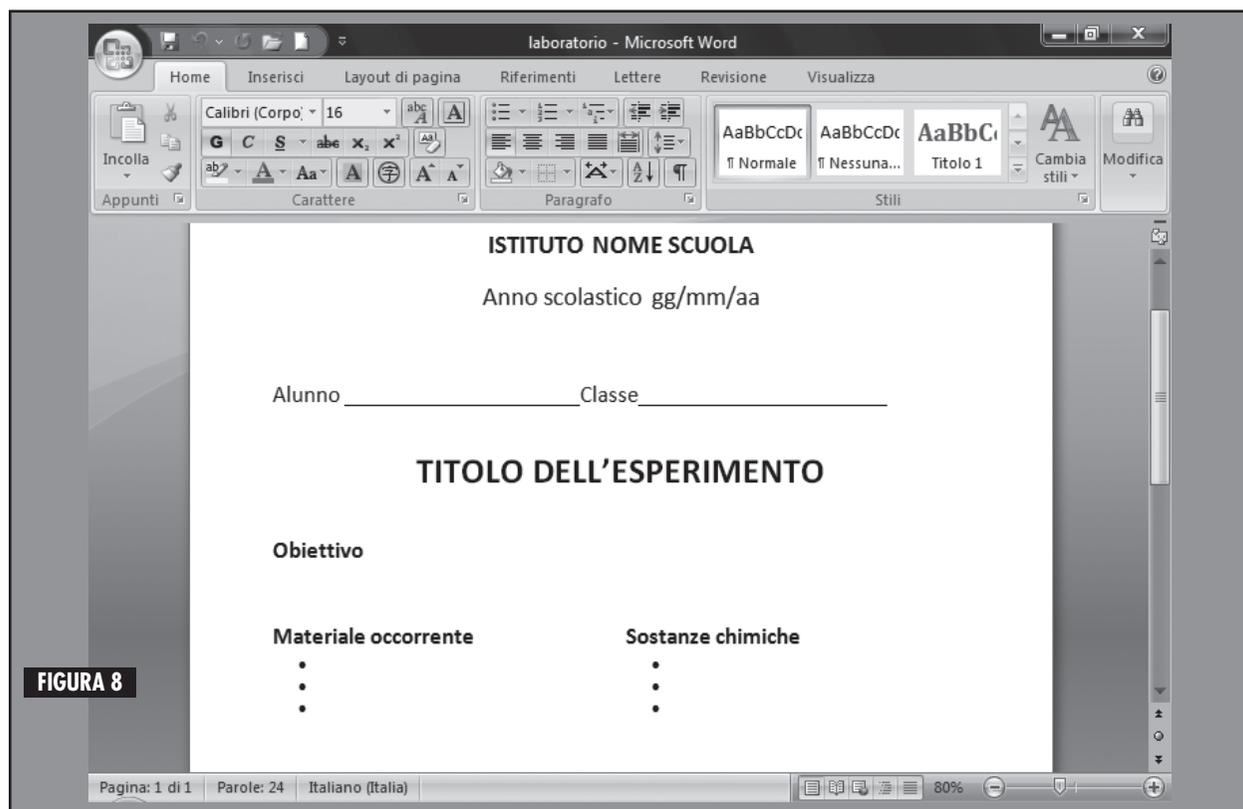


FIGURA 8

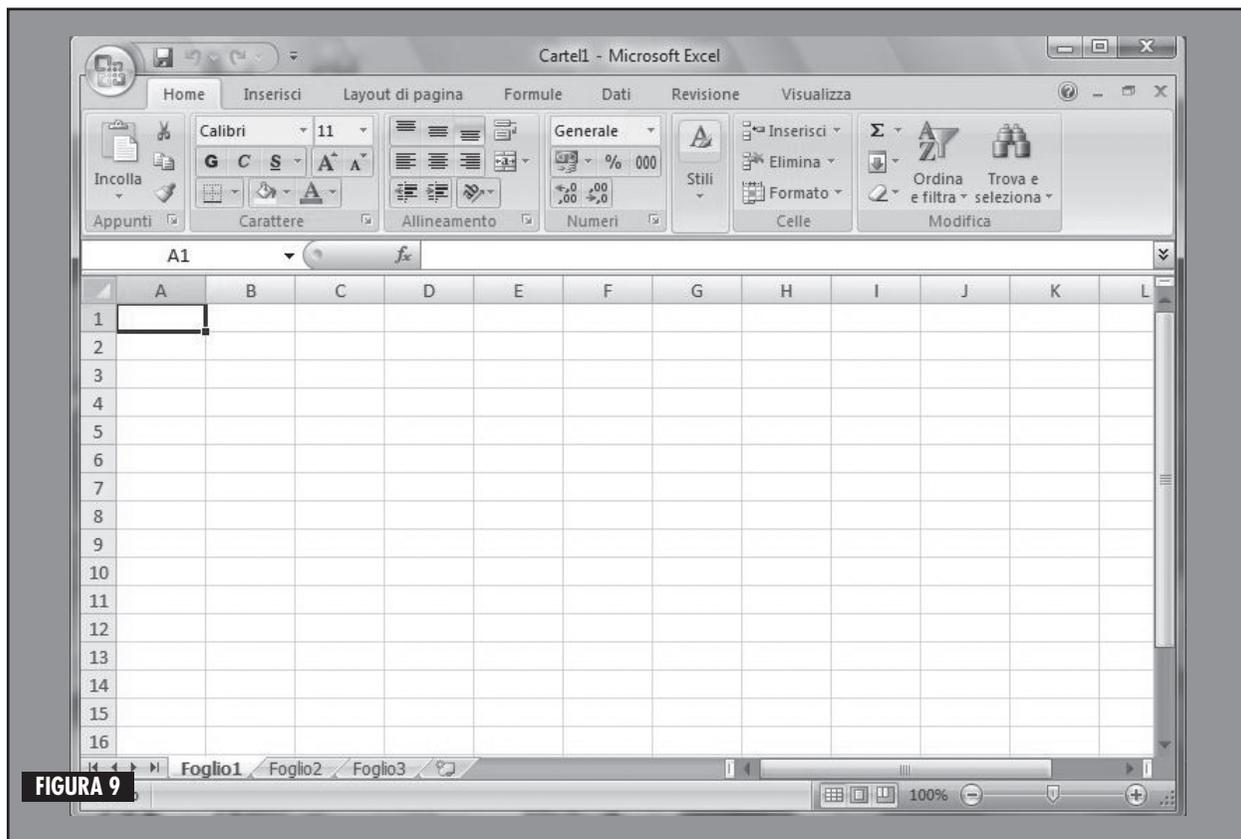


FIGURA 9

Un aspetto molto importante da tenere presente è quello della **precedenza** degli operatori aritmetici. In una formula infatti, gli operatori vengono applicati, procedendo da sinistra verso destra, con le seguenti priorità:

- 1 operatore di elevamento a potenza (^);
- 2 operatori di moltiplicazione (*) e divisione (/);
- 3 operatori di somma (+) e sottrazione (-).

Supponendo di avere nelle celle da **A1** ad **A12** le nostre spese mensili e di voler inserire nella cella **A13** la media mensile delle spese, si deve, ovviamente, sommare le spese mensili e dividere il valore per 12.

Se, però, si scrive in **A13** la formula:

$$=A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9+A10+A11+A12/12$$

il risultato che si ottiene non è quello desiderato. Infatti, a causa delle precedenze tra gli operatori, l'operatore di divisione viene applicato prima di quelli di somma. Nella formula scritta come sopra, quindi, viene prima eseguita la divisione **A12/12** e poi vengono effettuate le somme. È chiaro che il risultato ottenuto non corrisponde alla media mensile delle spese.

Per modificare la precedenza di calcolo è allora neces-

sario utilizzare le parentesi tonde (), ricordando che, tutti i calcoli all'interno di parentesi tonde, sono eseguiti prima di quelli all'esterno.

La nostra formula per il calcolo della media mensile, quindi, deve essere modificata in questo modo:

$$=(A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9+A10+A11+A12)/12$$

L'uso delle parentesi fa in modo che le operazioni di somma, interne alle parentesi, vengano eseguite prima della divisione, esterna alle parentesi e ci consente di ottenere il risultato corretto.

Calcoli tra parentesi possono essere a loro volta contenuti all'interno di altre parentesi come nel seguente esempio:

$$=((A1+A2)*3 - ((B1/B2)*2-7))$$

Non c'è limite al numero di parentesi che si possono usare.

Bisogna solo tenere presente che:

- è possibile usare esclusivamente parentesi tonde (quindi non parentesi quadre o graffe);
- ad ogni parentesi aperta deve corrispondere la relativa parentesi chiusa.

Con Excel, inoltre, è possibile creare un **grafico** a partire da un gruppo di celle, con la possibilità di scegliere tra un numero elevato di diagrammi predefiniti personalizzabili sulla base di diverse opzioni.

I grafici di Excel risultano composti da un certo numero di oggetti indipendenti che possono essere individualmente selezionati e modificati. Per esempio, in un diagramma a barre è possibile selezionare e modificare singolarmente ogni barra oltre che l'intero grafico. Altri oggetti indipendenti possono essere gli assi, la legenda, il titolo, i titoli degli assi, il bordo, l'ombreggiatura, lo sfondo.

Un grafico può essere creato all'interno di una propria finestra oppure direttamente sullo stesso foglio di lavoro in cui si trovano i dati che lo generano. Il comando **INSERISCI GRAFICO** consente di scegliere tra la creazione di un istogramma, di un grafico a linee, a torta, a barre, ad area, a dispersione e ad altri tipi (azionario, a bolle, ad anello, ecc.) (FIGURA 10). Il grafico può essere creato nello stesso foglio di lavoro che contiene i dati, oppure in un nuovo foglio. Per selezionare l'intero grafico bisogna fare clic sul grafico stesso. Per sele-

zionare un elemento del grafico utilizzando il mouse, basta fare clic sull'elemento che si vuole selezionare. Dopo aver creato un grafico, è possibile modificarlo utilizzando la scheda di layout (FIGURA 11). Per esempio, è possibile modificare la visualizzazione degli assi, aggiungere un titolo, spostare o nascondere la legenda oppure visualizzare elementi aggiuntivi del grafico. Aniché aggiungere o modificare elementi del grafico o formattare il grafico manualmente, è possibile applicare facilmente a un grafico un layout e uno stile predefiniti. Con la nuova versione di Office 2007, se si ha installato Excel, l'inserimento dei grafici può avvenire direttamente da Word.

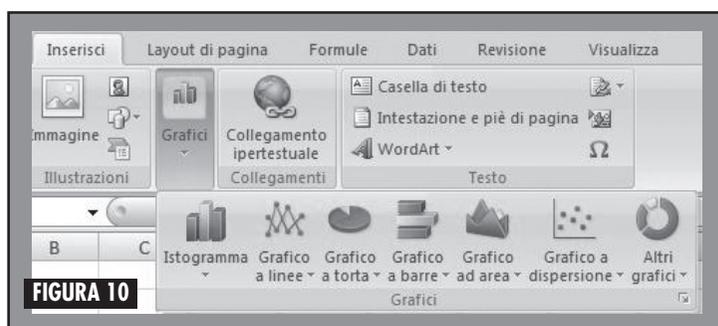
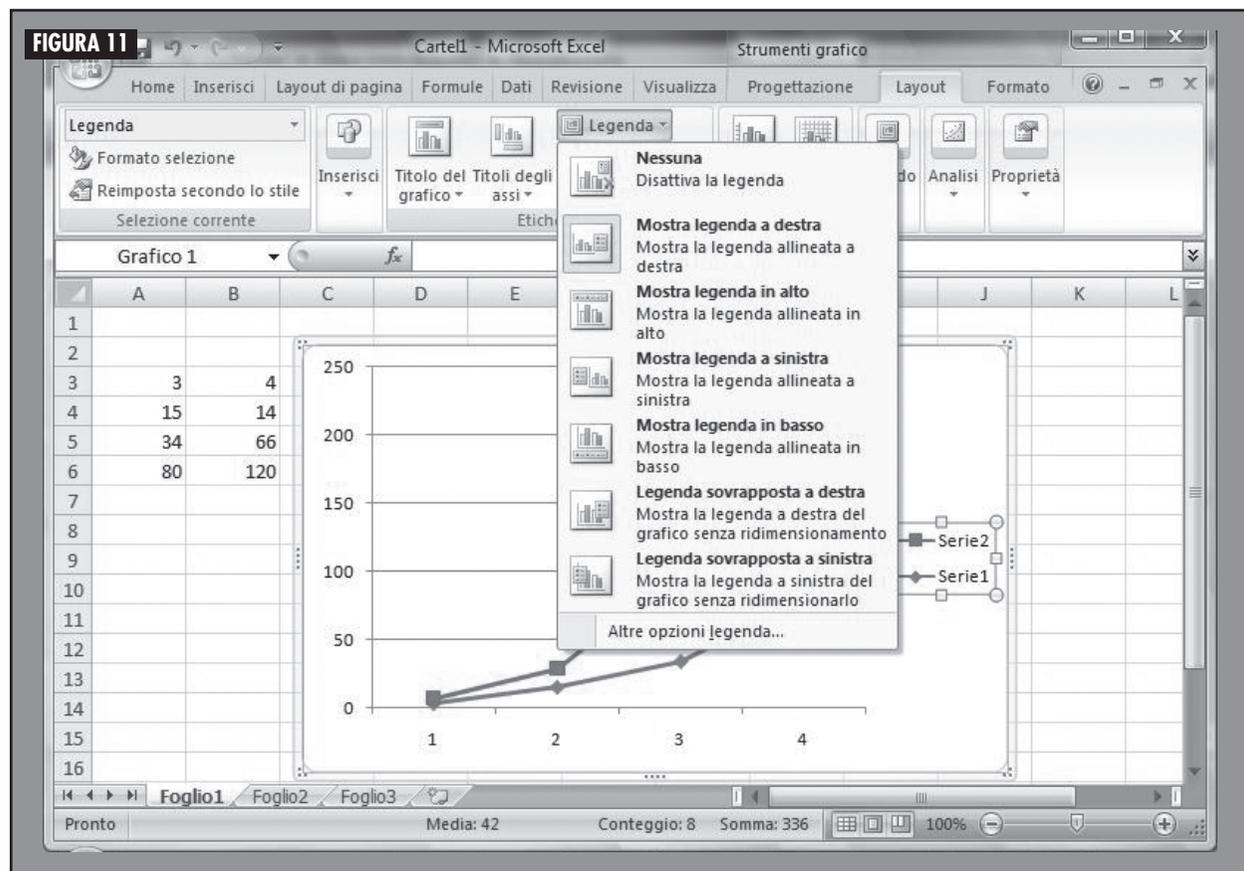
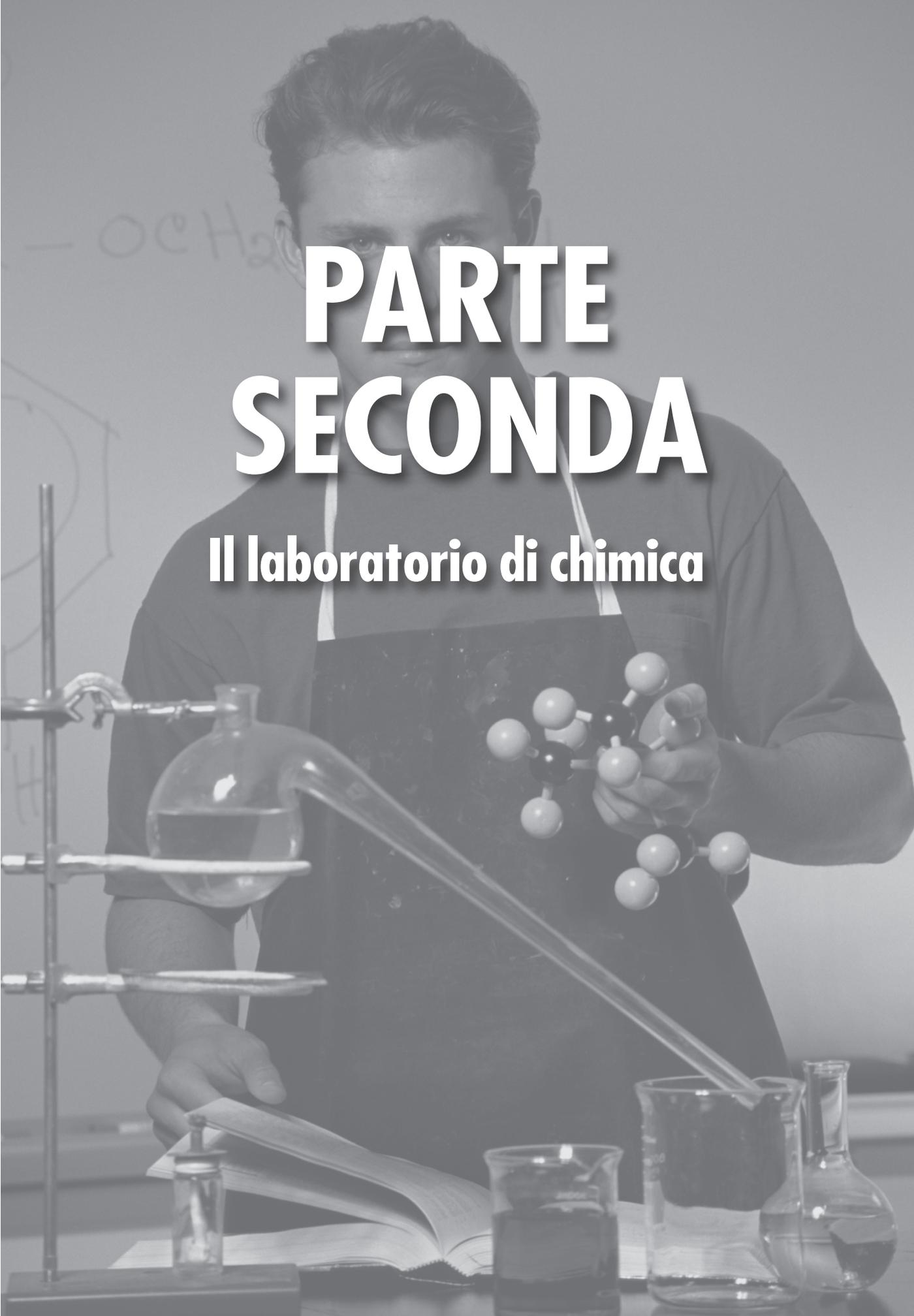


FIGURA 10





PARTE SECONDA

Il laboratorio di chimica

LE SOSTANZE CHIMICHE PERICOLOSE E I PRODOTTI TOSSICI E NOCIVI

Con riferimento al D. Lgs. 81/2008, si definiscono sostanze gli elementi e i composti allo stato naturale ottenuti mediante reazioni, si definiscono preparati le miscele o le soluzioni costituite da due o più sostanze. Le sostanze chimiche pericolose (così come i preparati) sono catalogate dalle norme sulla classificazione, etichettatura e imballaggio dei prodotti a rischio. Ci sono poi materiali organici degradati, scarichi, rifiuti che possono contenere particelle con elevato grado di tossicità. Le sostanze vengono definite pericolose se caratterizzate da:

- proprietà chimico-fisiche quali esplosività, infiammabilità, proprietà comburenti;
- proprietà tossicologiche causanti: effetti letali, irreversibili non letali (dopo una sola esposizione), gravi (dopo una esposizione ripetuta o prolungata), corrosivi, irritanti, sensibilizzanti, cancerogeni, mutageni, teratogeni.

Per identificare in modo chiaro e immediato la pericolosità di sostanze e prodotti, questi (come detto precedentemente) sono classificati ed etichettati secondo standard riconosciuti a livello europeo.

L'etichettatura è l'insieme delle indicazioni riportate sull'imballaggio o sulla confezione. L'etichetta riporta sinteticamente l'insieme dei rischi chimici e tossicologici; sulle etichette si trovano i simboli di pericolo, raffigurati su sfondo arancione, le frasi di rischio (dette frasi R), le frasi che contengono consigli sulle modalità per operare in sicurezza (dette frasi S), il nome commerciale del prodotto (nel caso di un preparato) o la sua denominazione chimica (nel caso di una sostanza pura). I **prodotti nocivi** possono essere letali o produrre lesioni acute o croniche, quelli tossici possono produrre effetti analoghi anche se il contatto è limitato a piccole quantità.

Alcuni prodotti sono ritenuti tossici (mercurio, metanolo, cromato di zinco, fenolo), altri nocivi (tricloroetilene, toluene ecc.). I prodotti tossici o nocivi vengono individuati da specifici simboli.

Un prodotto nocivo, pur avendo un grado di tossicità inferiore, può risultare addirittura mortale, se assorbito in forti concentrazioni.

I **prodotti sensibilizzanti** sono prodotti che provocano reazioni cutanee o respiratorie di tipo allergico, in individui predisposti. Un esempio sono gli isocianati presenti in alcune vernici, le resine epossidiche, alcuni

prodotti di trattamento dei metalli, che possono provocare crisi di asma, eczemi.

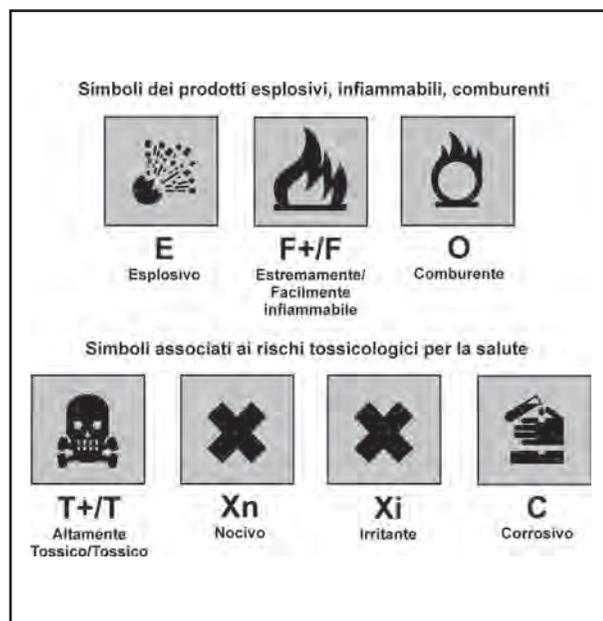
I **prodotti corrosivi** sono sostanze acide (solforico, cloridrico), basiche (soda, potassa), ossidanti (perossidi, candeggina); esercitano un'azione distruttrice sui tessuti viventi: distruggono le cellule epiteliali, provocano ustioni su pelle e mucose, dando luogo a lesioni e infezioni gravissime.

I **prodotti irritanti** sono costituiti da soluzioni diluite di ammoniaca, soda, potassa, acidi, solventi organici. Vengono individuati da una croce di S. Andrea, sopra la quale è riportata la dicitura "Xi"; provocano irritazioni ed arrossamenti locali, infiammazione delle vie aeree e respiratorie, congiuntiviti. Ci sono poi i prodotti infiammabili, comburenti, esplosivi.

Quando una sostanza infiammabile (combustibile), un comburente ed una fonte di innesco (calore, scintilla, fiamma) si trovano contemporaneamente presenti si ha un elevato rischio di incendio o esplosione.

I prodotti infiammabili sono individuati sull'etichetta dal simbolo della fiamma, accompagnato dalla lettera "F" (facilmente infiammabile) o "F+" (estremamente infiammabile). Sono sostanze o prodotti liquidi, solidi o gassosi che possono incendiarsi nell'atmosfera e continuare a bruciare.

I prodotti comburenti vengono individuati dal simbolo del fuoco, riportato sull'etichetta insieme alla lettera "O"; sono i prodotti o le sostanze che favoriscono la combustione di una sostanza infiammabile.



Simboli prodotti esplosivi, infiammabili e comburenti e simboli associati ai rischi tossicologici per la salute.

Il comburente per eccellenza è l'ossigeno atmosferico, ma possono esserlo anche prodotti contenenti ossigeno: clorati, nitrati, perossidi.

I prodotti esplosivi sono identificati dal simbolo della bomba che esplode riportata sull'etichetta accompagnata dalla lettera "E". Sono prodotti che possono reagire violentemente a causa di urti, attriti, calore o per effetto di una fiamma libera: possono così generare infortuni, ustioni gravi e ingenti danni materiali.

Frasi rischio e consigli di prudenza

I simboli di pericolosità, che compaiono nelle etichette, evidenziano il tipo di rischio caratteristico del prodotto.

Le etichette riportano inoltre le indicazioni specifiche previste a livello CEE.

Le frasi di rischio (R) ed i consigli di prudenza (S) indicano:

R = natura dei rischi attribuiti alle sostanze chimiche pericolose;

S = consigli di prudenza riguardanti le sostanze chimiche pericolose.

Esempi

R5: pericolo di esplosione per riscaldamento.

R7: può provocare un incendio.

R10: infiammabile.

R20: nocivo per inalazione.

R21: nocivo a contatto con la pelle.

R22: nocivo per ingestione.

R23: tossico per inalazione.

R24: tossico a contatto con la pelle.

R25: tossico per ingestione.

R26: molto tossico per inalazione.

R27: molto tossico a contatto con la pelle.

R28: molto tossico per ingestione.

R34: provoca ustioni.

R36: irritante per gli occhi.

R37: irritante per le vie respiratorie.

R38: irritante per la pelle.

R45: può provocare il cancro.

R68: possibilità di effetti irreversibili.

S2: conservare fuori dalla portata dei bambini.

S3: conservare in luogo fresco.

S8: conservare al riparo dall'umidità.

S30: non versare acqua sul prodotto.

S36: usare indumenti protettivi adatti.

S37: usare guanti adatti.

S45: in caso di incidente o di malessere consultare immediatamente il medico

S61: non disperdere nell'ambiente.

■ OPERARE A SCUOLA IN SICUREZZA

Ogni laboratorio scolastico è dotato di un proprio regolamento d'uso, nel quale sono specificati le norme di sicurezza necessarie per l'utilizzo corretto dei locali, degli strumenti e materiali presenti in esso.

La normativa a cui si deve fare riferimento è sempre il D. Lgs 81/2008 la Legge 626, che disciplina le norme di sicurezza da seguire quando si accede a un laboratorio chimico, in quanto esso rappresenta un luogo potenzialmente pericoloso per la propria e l'altrui incolumità.

Per questo motivo, nelle righe che seguono si è pensato fosse utile riportare alcune raccomandazioni rivolte allo studente che si prepara a svolgere l'attività di laboratorio, ricordando, prima di tutto, che ogni operazione deve essere effettuata con grande senso di responsabilità.

Utilizzo di mezzi di protezione individuale:

- indossare il camice e i guanti;
- munirsi sempre di occhiali di sicurezza, ricordando che l'obbligo è riferito anche a coloro che utilizzano lenti a contatto;
- localizzare la posizione degli estintori, delle uscite di sicurezza, degli armadietti porta medicinali e dei dispositivi per i bagni oculari;
- leggere attentamente le norme di pronto intervento in modo tale da ricordarle in caso di incidente (sono sempre disponibili e messe in evidenza nel laboratorio).

Informazione sui mezzi di protezione collettivi:

- conoscere le vie di fuga dal laboratorio e tutte le procedure di evacuazione stabilite dal piano di sicurezza dell'Istituto.

Informazione sul processo chimico oggetto dell'esperienza:

- prima di eseguire qualsiasi esperimento è necessario conoscere i fenomeni chimici a esso correlati, in modo tale da poter valutare le potenziali fonti di pericolo presenti in ogni passaggio dell'esercitazione;
- in ogni caso, non si deve aggiungere mai l'acqua a basi o acidi concentrati; per ottenere le loro soluzioni diluite, invece, si devono aggiungere, con molta cautela, le basi o gli acidi concentrati all'acqua, agitando continuamente la soluzione stessa;
- per quanto riguarda i liquidi infiammabili (come alcoli, solventi organici e tutte le sostanze che portano sulla confezione la segnalazione di infiamma-

bilità) non bisogna mai scaldarli ponendoli sulla fiamma libera;

- non si devono mai scaldare i recipienti graduati e la vetreria che abbiano pareti spesse esponendoli direttamente alla fiamma; al termine dell'operazione, comunque, si deve maneggiare la vetreria impiegando sempre i guanti appositi;
- quando si riscaldano sostanze o materiali di varia natura in una provetta, non bisogna mai rivolgerne l'apertura verso la persona che si trova vicina a chi effettua l'operazione;
- prima di dare inizio all'esperimento, è necessario leggere attentamente le schede di sicurezza relative ai composti che si useranno durante l'esercitazione;
- identificare qualsiasi recipiente contenente sostanze chimiche, riportando con chiarezza su un'etichetta il nome di ogni composto e la sua formula;
- per effettuare il prelievo di liquidi mediante le apposite pipette non aspirarli in nessun caso direttamente con la bocca, ma impiegare sempre i cosiddetti "porcellini";
- ricordarsi che la manipolazione di sostanze corrosive e/o tossiche deve essere compiuta sotto cappa aspirante;
- avvertire immediatamente il docente o il tecnico di laboratorio nel caso in cui avvenisse la dispersione nell'ambiente di sostanze chimiche di qualsiasi natura;
- non prendere in alcun modo iniziative personali in alternativa a quanto è previsto dalla normale metodica riguardante l'esperimento.

Modalità di esecuzione degli esperimenti:

- sul banco di lavoro deve trovarsi soltanto l'attrezzatura necessaria per lo svolgimento dell'esperienza;
- ogni studente deve tenere pulito e in ordine il proprio posto di lavoro;
- non si deve mai abbandonare la propria postazione quando si sta realizzando un esperimento, soprattutto nel caso in cui si stia riscaldando qualcosa;
- non toccare o assaggiare mai i prodotti chimici e nemmeno odorarli direttamente, ma, se proprio fosse necessario, bisogna convogliarne con la mano i vapori verso il naso;
- non appoggiare recipienti, bottiglie o apparecchi vicino al bordo del banco, per evitare che, cadendo, disperdano sostanze pericolose o rendano scivoloso il pavimento;
- non gettare nei lavandini o nei rifiuti comuni i residui dei prodotti chimici; per la loro eliminazione si devono sempre consultare il docente o il tecnico;

- quando ci si trova in laboratorio non bisogna mangiare e non si devono tenere i capelli sciolti, evitando anche di portare anelli, bracciali, ecc.

■ **LE ATTREZZATURE DI LABORATORIO**

Nel corso del lavoro che si effettua in laboratorio è indispensabile prelevare, travasare e misurare liquidi o altre sostanze, ponendoli anche in contenitori per la loro conservazione temporanea o prolungata.

Per questi motivi è necessario usare vari strumenti di vetro pyrex o di porcellana che consentano un facile controllo visivo dei materiali prelevati o contenuti, che si puliscano facilmente e che non siano soggetti ad alterazioni nel corso del loro impiego.

Nelle righe che seguono proponiamo un breve elenco riguardante alcune fra le attrezzature di uso comune nei laboratori, ricordando che molti fra gli strumenti di vetro, come abbiamo precedentemente detto, sono graduati per permettere di conoscere il volume delle sostanze utilizzate.

BACCHETTE: in vetro, sono impiegate per mescolare e agitare i liquidi, nonché per versarli accuratamente da un contenitore all'altro.

BECCO BUNSEN: bruciatore a gas, la cui fiamma è divisa in zone a diversa temperatura che può raggiungere i 1400°C.

BECHER: bicchiere in vetro di varie dimensioni, spesso graduato, dotato di un beccuccio per facilitare i travasi delle sostanze.

BEUTE E MATRACCI: recipienti in vetro di forme particolari, che vanno dal conico, nel primo caso, al globoso, nel secondo; consentono di agitare i liquidi contenuti così da mescolarli senza correre il pericolo che fuoriescano; inoltre, il loro collo, lungo e stretto, limita l'evaporazione dei materiali contenuti.

CAPSULE PETRI: di solito sono in vetro, talvolta in materiale plastico; si usano soprattutto in microbiologia e non vanno mai poste sulla fiamma.

CAPSULE: realizzate in porcellana, sono impiegate come contenitori; grazie al materiale che le costituisce sono resistenti alla fiamma e alla muffola.)

CARTA DA FILTRO: carta assorbente che, una volta ripiegata in modo opportuno, serve a filtrare sostanze fluide. (**inserire disegno**)

CILINDRI: in vetro e talvolta in plastica, servono per misurare i liquidi grazie alla presenza di una scala graduata.

CONTAGOCCE E PIPETTE: di solito in vetro, servono per prelevare liquidi e versarne quantità note

(quando sono graduati) in altri recipienti.

IMBUTI: generalmente in vetro e di varie dimensioni, servono per travasare sostanze o come supporti per la carta da filtro.

PINZE IN LEGNO O METALLO: sono utili per sostenere provette messe a riscaldare sulla fiamma, senza scottarsi. **(inserire disegno)**

PORTAPROVETTE: di solito in materiale plastico, consentono di sorreggere e sostenere le provette.

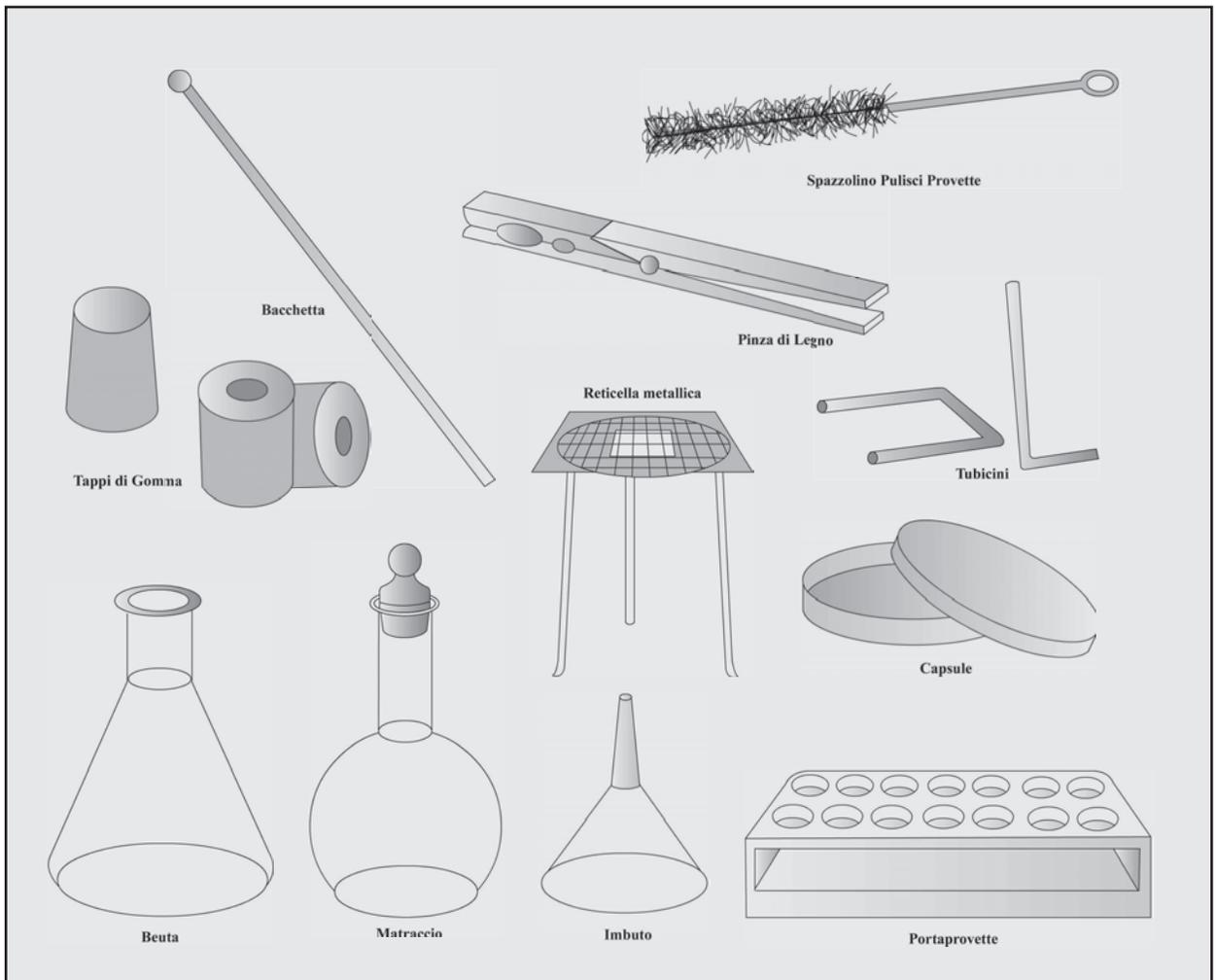
PROVETTE: in vetro o in pirex, talvolta graduate, sono usate per contenere piccole quantità di sostanze.

SCOVOLINO: serve per effettuare la pulizia accurata dei recipienti, soprattutto quelli lunghi e con diametro modesto (come provette, tubi, ecc.).

TAPPI IN GOMMA: sono di varie dimensioni e servono per chiudere i recipienti; alcuni sono forati e possono essere impiegati per connettere tubi di vetro o plastici.

TREPIEDE E RETICELLA METALLICA: sono strumenti che servono a non far venire a contatto diretto la vetreria con la fiamma di un bunsen; infatti, sul treppiede si appoggia la reticella, sulla quale viene posto il contenitore da riscaldare.

TUBI: in vetro (di solito) e con diametro variabile, servono per collegare due o più recipienti; vengono inseriti nel foro dei tappi in gomma dei recipienti stessi.



LE SCHEDE DI LABORATORIO

| | | |
|-------------|---|---------|
| ■ scheda 1 | Fenomeni fisici e chimici | pag. 22 |
| ■ scheda 2 | La legge di conservazione di massa (Lavoisier) | pag. 22 |
| ■ scheda 3 | Tecniche di separazione: la filtrazione | pag. 23 |
| ■ scheda 4 | Estrazione con solvente | pag. 24 |
| ■ scheda 5 | Determinazione delle curve di riscaldamento e di raffreddamento di una sostanza pura | pag. 25 |
| ■ scheda 6 | Differenza fra miscuglio e composto: ferro e zolfo che si trasformano in solfuro di ferro | pag. 26 |
| ■ scheda 7 | Formazione di sali insolubili | pag. 27 |
| ■ scheda 8 | I conduttori | pag. 28 |
| ■ scheda 9 | L'inchiostro invisibile | pag. 29 |
| ■ scheda 10 | Miscibilità in diversi solventi | pag. 29 |
| ■ scheda 11 | Gli indicatori | pag. 30 |
| ■ scheda 12 | Preparazione di una soluzione di permanganato di potassio 0,1 M e successiva diluizione | pag. 31 |
| ■ scheda 13 | Reazioni di formazione di ossidi e idrossidi | pag. 32 |
| ■ scheda 14 | Saggi alla fiamma | pag. 33 |
| ■ scheda 15 | Titolazione di un acido forte con una base forte | pag. 34 |
| ■ scheda 16 | Cinetica di reazione | pag. 35 |
| ■ scheda 17 | Trasformazioni esotermiche ed endotermiche | pag. 36 |
| ■ scheda 18 | Ossidazione di alcoli ad acidi | pag. 37 |
| ■ scheda 19 | Corrosione chimica | pag. 38 |
| ■ scheda 20 | Preparazione del sapone | pag. 39 |
| ■ scheda 21 | Riconoscimento delle proteine | pag. 40 |
| ■ scheda 22 | Riconoscimento degli amidi | pag. 41 |

PARTE TERZA



Le schede di laboratorio

SCHEDA 1

RIFERIMENTO
UD 1

FENOMENI FISICI E CHIMICI

OBBIETTIVO

Riuscire a distinguere un fenomeno fisico da una reazione chimica.

MATERIALE OCCORRENTE

- Provette
- Becco bunsen
- Pinza di legno o metallo
- Becher
- Spatola metallica

SOSTANZE CHIMICHE

- Sale da cucina (cloruro di sodio)
- Zucchero (saccarosio)
- Acqua distillata

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA:

- 1 Con la spatola metallica prelevate una piccola quantità di cloruro di sodio (una spatola), quindi introducetela nella provetta ed aggiungete una quantità d'acqua distillata sufficiente a solubilizzare il sale.
- 2 In una seconda provetta inserite 2-3 spatole di zucchero.
- 3 Dopo aver preparato le due provette esponetele, con l'ausilio di una pinza, al calore del becco bunsen.
- 4 Nella prima provetta si osserverà l'evaporazione dell'acqua e, quando questa sarà completamente passata allo stato aeriforme, nella provetta resterà solo il residuo solido di cloruro di sodio.
- 5 Nella seconda, invece, si osserverà la fusione dello zucchero e, in un secondo tempo, si assisterà alla carbonizzazione dello stesso.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE:

QUESITI PER LO STUDENTE

1. Descrivete fenomeni che hanno avuto luogo nelle provette e indicate in quale si è verificata una trasformazione fisica e in quale una di tipo chimico.
2. Facendo riferimento alla provetta in cui, secondo voi, è avvenuta la trasformazione chimica, quali sono le osservazioni che vi portano a formulare questa ipotesi?
3. È corretto affermare che anche nella provetta in cui ha luogo la trasformazione chimica si verifica una trasformazione fisica? Perché?

SCHEDA 2

RIFERIMENTO
UD 8

LA LEGGE DI CONSERVAZIONE DI MASSA (LAVOISIER)

OBBIETTIVO

Dimostrare sperimentalmente la legge di conservazione di massa realizzando una reazione e verificando che la somma delle masse dei reagenti uguaglia la somma delle masse dei prodotti.

MATERIALE OCCORRENTE

- Bilancia al centesimo di grammo
- Beuta da 100 mL con tappo
- Cilindro graduato
- Carta per pesare

SOSTANZE CHIMICHE

- Acido cloridrico
- Ossido di rame

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA:

- 1 Dopo aver misurato con il cilindro 20 mL di acido cloridrico, versateli nella beuta, tappatela e pesate il tutto, annotando il valore rilevato.
- 2 Successivamente, pesate 0,50 grammi di ossido di rame utilizzando una cartina e trasferiteli accuratamente nella beuta; tappatela e agitatela fino a reazione completa (quando la soluzione diventerà limpida).
- 3 Al termine della reazione, pesate la beuta con il tappo e annotate la lettura.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE:

QUESITI PER LO STUDENTE

1. Quando l'acido cloridrico e l'ossido di rame vengono a contatto, all'interno della beuta, reagiscono e si trasformano in cloruro di rame e acqua: secondo quale reazione?
2. Quali calcoli dovete effettuare per dimostrare la legge di Lavoisier?
3. Il fatto che venga pesata anche la beuta può, in qualche modo influenzare i risultati dell'esperimento?

.....
.....

**TECNICHE DI SEPARAZIONE:
LA FILTRAZIONE**

OBIETTIVO

Separare i diversi componenti di un miscuglio costituito da una fase liquida e da una fase solida.

MATERIALE OCCORRENTE

- Beuta da 250 mL
- Becher da 250 mL
- Imbuto a gambo corto
- Carta da filtro
- Agitatore in vetro
- Sostegno metallico ad anello

SOSTANZE CHIMICHE

- Talco
- Alcol etilico
- Sabbia
- Acqua

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA:

- 1 Dopo aver ritagliato un disco di carta da filtro delle dimensioni opportune per rivestire le pareti interne dell'imbutto, ripiegatelo su se stesso due volte, fino ad ottenere un cono che si adatti all'imbutto. Di solito si strappa un angolo del filtro, in modo tale da impedire l'ingresso dell'aria nelle pieghe del

filtro stesso. In alternativa il filtro può essere piegato ripetutamente, realizzando un filtro a pieghe, rispetto a quello precedentemente descritto. È anche utile bagnare il filtro con acqua distillata per far sì che aderisca meglio all'imbutto di vetro.

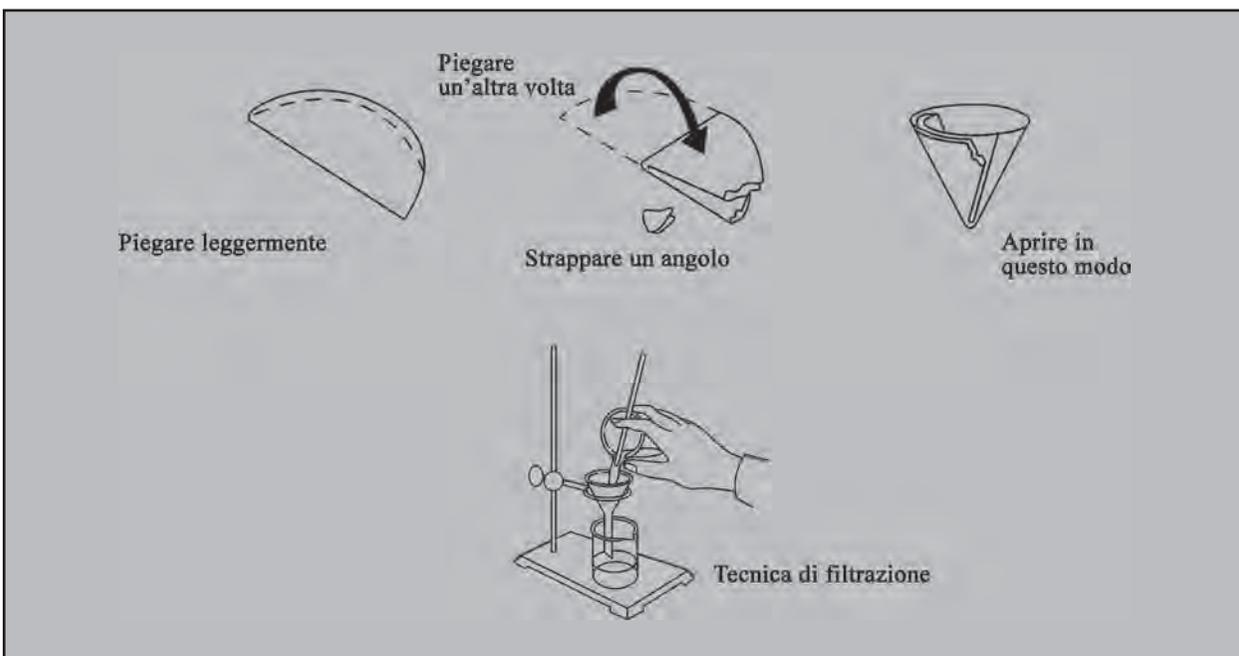
- 2 A questo punto, dopo aver posizionato il filtro nell'imbutto, collocate quest'ultimo sul sostegno ad anello, e al di sotto ponete la beuta di raccolta della fase liquida.
- 3 Nel becher preventivamente sarà stato preparato il miscuglio di talco e alcol, o di sabbia e sale, che verserete lentamente nell'imbutto, aiutandovi con la bacchetta di vetro per dirigere il flusso di liquido. In tal modo, nel filtro verrà raccolto il residuo solido, mentre nella beuta il liquido.
- 4 Nel caso del miscuglio talco/alcol la separazione potrà risultare un po' difficoltosa, in quanto le particelle di solido, molto fini, potrebbero impaccarsi e intasare l'imboccatura dell'imbutto.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE:

QUESITI PER LO STUDENTE

1. Che vantaggi ci sono nell'utilizzare un filtro a pieghe rispetto ad uno a cono? Perché?
2. Il miscuglio oggetto dell'esperienza è di tipo eterogeneo od omogeneo?
3. Vi sembra che sia più semplice separare le fasi di un miscuglio omogeneo o di uno eterogeneo? perché?

.....



DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI RISCALDAMENTO E DI RAFFREDDAMENTO DI UNA SOSTANZA PURA

OBBIETTIVO

Osservazione del comportamento di una sostanza pura sotto l'effetto del riscaldamento e del raffreddamento nonché dei conseguenti passaggi di stato; determinazione della temperatura di fusione e di solidificazione e costruzione delle curve di analisi termica per descrivere graficamente i fenomeni osservati.

MATERIALE OCCORRENTE

- Becco bunsen
- Treppiede metallico
- Reticella
- Asta di sostegno con pinza
- Provettone di vetro
- Termometro con scala 0-100 °C e suddivisioni nell'ordine di 0,1 °C
- Due becher da 500 mL
- Orologio con contasecondi

SOSTANZE CHIMICHE

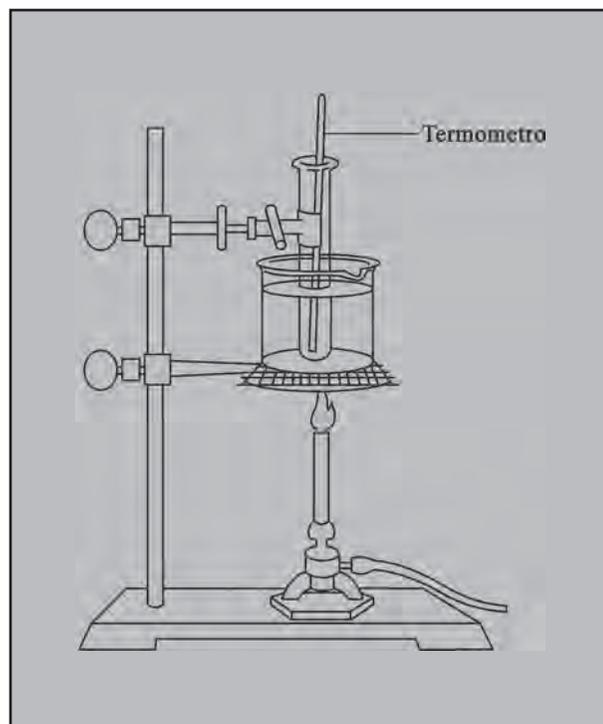
- Tiosolfato di sodio pentaidrato ($T_f = 45\text{ °C}$) o vanilina ($T_f = 82,5\text{ °C}$)
- Acqua

- 5 Quando il solido sarà completamente fuso, attendete un paio di minuti, quindi spegnete il bunsen e sostituite il becher dell'acqua calda con uno contenente acqua fredda.
- 6 Da questo momento rilevate la temperatura, con la stessa frequenza adottata in fase di riscaldamento, ed annotate i valori, fino a qualche minuto oltre la completa solidificazione della sostanza, ricordandovi di agitare con il termometro.
- 7 Riportate, infine, i dati registrati nel corso dei due esperimenti su un diagramma temperatura in funzione del tempo.

■ VERIFICA DELLA COMPrensIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Osservando i diagrammi costruiti, quali analogie notate fra loro? Sapreste spiegare il motivo della sosta termica nei due grafici?
2. Se aveste utilizzato una maggior quantità di sostanza, la temperatura di fusione e quella di solidificazione sarebbero cambiate? E la lunghezza del tratto orizzontale?
3. I fenomeni a cui avete assistito sono di tipo fisico o chimico?

.....
.....



■ DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA:

- 1 Dopo aver riempito il becher con acqua per tre quarti del suo volume, disponetelo sulla reticella e sul treppiede, al di sotto del quale sarà stato posizionato il bunsen.
- 2 Nel provettone inserite una quantità di tiosolfato tale da raggiungere i 3 cm di altezza. A questo punto fissate la provetta al sostegno, tramite la pinza, e introducetela nel becher.
- 3 Posizionate il termometro all'interno del provettone e iniziate il riscaldamento accendendo il bunsen.
- 4 Rilevate la temperatura (ogni 20-30 secondi) e annotate i valori; agitate la sostanza con il termometro stesso, prestando attenzione poiché l'oggetto è fragile.

I CONDUTTORI

OBBIETTIVO

Individuare fra i materiali esaminati quelli che sono conduttori elettrici, verificando se permettono il passaggio agevole della corrente elettrica.

MATERIALE OCCORRENTE

- 1 pila
- 1 piccola lampadina con portalampade
- 3 cavetti con morsetti a cocodrillo
- 1 biro di plastica
- 1 mina da disegno di grafite
- 1 gomma
- 1 vetrino
- 1 tondino di ferro o di rame

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

Per realizzare l'esperienza è necessario costruire un circuito simile a quello rappresentato nella figura.

1. Collegate ai due poli di una pila altrettanti cavi, il primo dei quali lo unirete da un lato al polo positivo della pila stessa e dall'altro a una lampadina; il secondo cavo avrà una sola delle due estremità collegata al polo negativo, mentre l'altra la lascerete libera.
2. Collegate un lato del terzo cavo alla lampadina, mentre lascerete libero l'altro.
3. Se unirete le due estremità libere, il circuito si chiuderà; quindi, passando la corrente, si accenderà la lampadina.

L'esperienza vera e propria consiste nel chiudere il circuito utilizzando come ponte fra le due estremità libere i materiali di cui si vuole testare la conduttività. Potrete osservare che:

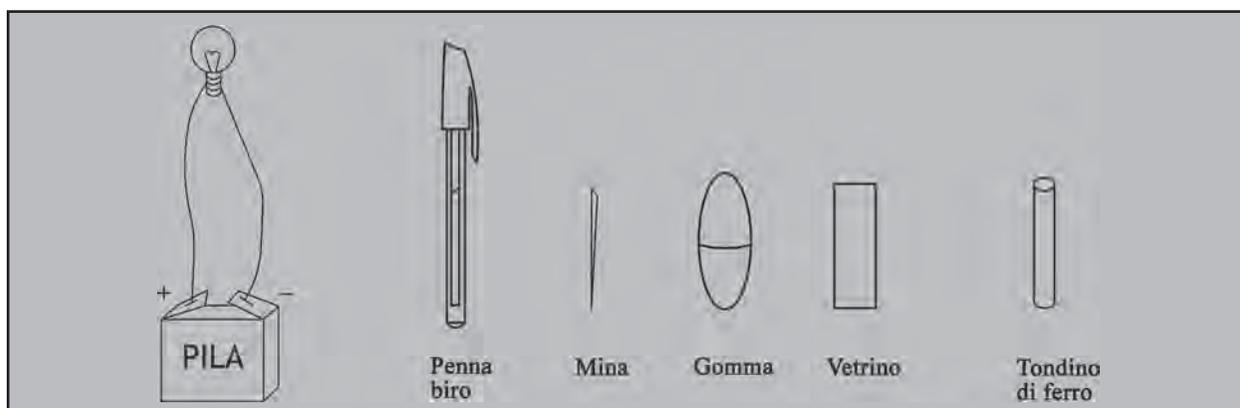
- utilizzando un tondino di ferro o di altro metallo (Cu, Al, ...), la lampadina si accenderà, poiché i metalli sono ottimi conduttori di elettricità;
- chiudendo, invece, il circuito con un vetrino, un pezzo di plastica, una biro di plastica, ecc., la lampadina non si illuminerà, poiché questi materiali non sono conduttori di elettricità.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Completa la seguente tabella utilizzando gli aggettivi *alta, media, bassa, nulla* per definire l'intensità luminosa.

| MATERIALE USATO PER CHIUDERE IL CIRCUITO | INTENSITÀ LUMINOSA DELLA LAMPADINA |
|--|------------------------------------|
| Filo di ferro | |
| Filo di rame | |
| Pezzo di plastica | |
| Mina lunga per matite | |
| Mina corta per matite | |

2. Sapresti spiegare, sulla base della struttura del materiale, la differenza fra l'intensità luminosa della lampadina quando l'esperienza viene condotta con la mina della matita (carbonio grafítico, vedi unità 16) e il filo di rame?
3. Se per chiudere il circuito utilizzassimo un diamante, di forma adeguata, la lampadina si accenderebbe? Giustifica la risposta.



SCHEDA 9

RIFERIMENTO
UD 15

L'INCHIOSTRO INVISIBILE

OBBIETTIVO

Verificare gli effetti generati da un fenomeno di ossidoriduzione.

MATERIALE OCCORRENTE

- 1 pennello o 1 penna con pennino da inchiostro
- 1 spruzzatore
- 1 foglio di carta

SOSTANZE CHIMICHE

- Ioduro di potassio
- Soluzione di ipoclorito di sodio al 5% in massa/volume (è la comune candeggina)
- Acqua distillata
- Acido acetico

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

1. Preparare una soluzione sciogliendo 7,5 g di ioduro di potassio in 50 mL di acqua distillata e utilizzatela per scrivere sul foglio di carta con un pennello sottile o una penna con pennino.
2. Poiché la soluzione acquosa di ioduro di potassio è del tutto incolore, la scritta risulterà invisibile. Per poterla vedere, sarà sufficiente inumidire la carta con lo spruzzino, nel quale in precedenza avrete versato una soluzione di ipoclorito di sodio al 5% in volume, alla quale avrete aggiunto poche gocce di acido acetico (allo scopo di acidificare l'ambiente, altrimenti la reazione non avviene).
3. In tal modo la scritta assumerà una colorazione bruna e diventerà leggibile.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE:

QUESITI PER LO STUDENTE

1. La scritta diventa leggibile grazie alla reazione di ossidoriduzione (in ambiente acido) fra ipoclorito e ioduro di potassio:
$$\text{ClO}^- + \text{H}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$$
Bilanciate l'equazione proposta
2. Sapreste dire quante moli di ipoclorito di sodio (NaClO) sono contenute in 100 mL della soluzione al 5%?
3. Qual è la concentrazione in g/L della soluzione di ioduro di potassio preparata?

SCHEDA 10

RIFERIMENTO
UD 7 E 11

MISCIBILITÀ IN DIVERSI SOLVENTI

OBBIETTIVO

Verificare la regola "il simile scioglie il simile", mediante il confronto della solubilità di una stessa sostanza in vari solventi con proprietà chimico-fisiche differenti.

MATERIALE OCCORRENTE

- 1 porta provette
- 3 provette
- 1 spatola
- 1 pipetta con tettarella

SOSTANZE CHIMICHE

- Cloruro di sodio
- Iodio in scaglie
- Acqua distillata
- Alcol etilico
- Esano

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

1. Dopo aver introdotto un'identica porzione di cloruro di sodio (1-2 punte di spatola) nelle tre provette, aggiungete a ognuna di esse uno dei tre solventi in esame (pochi millimetri);
2. Agitate energicamente le soluzioni ottenute (anche con l'aiuto di una bacchetta di vetro pulita) e osservate che cosa accade.
3. Dopo aver annotato i risultati, risciacquate le tre provette e ripetete l'operazione precedente, utilizzando lo iodio in scaglie in alternativa al cloruro di sodio.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE:

QUESITI PER LO STUDENTE

1. Con l'aiuto della tavola periodica, grazie alla quale potrete risalire ai valori di elettronegatività degli elementi, stabilite che tipo di legami chimici (primari e secondari) sono presenti nelle sostanze in esame (iodio e cloruro di sodio).
2. In base a quanto stabilito al punto 1, spiegate i risultati dell'esperimento.
3. Indicate qual è la scala di polarità corretta, fra quelle proposte di seguito, per i tre solventi utilizzati:
 - a. esano>acqua>alcol
 - b. esano<alcol<acqua
 - c. esano<acqua<alcol
 - d. esano>alcol>acqua

GLI INDICATORI

OBBIETTIVO

Preparare un indicatore acido-base naturale (estratto di cavolo rosso) e utilizzarlo per distinguere le sostanze acide da quelle basiche, in seguito alla variazione di colore.

MATERIALE OCCORRENTE

- 1 coltello
- 1 frullatore da cucina
- 2 becher da 250 mL
- 1 imbuto
- carta da filtro
- 1 bacchetta di vetro
- 1 beuta da 500 mL
- 1 pipetta con tettarella
- 10 provette

SOSTANZE CHIMICHE

- Cavolo rosso
- Aceto bianco (ca. 100 mL)
- Ammoniaca per uso casalingo (ca. 100 mL)
- Acqua
- Succo di limone
- Soluzione di bicarbonato di sodio
- Acqua gassata
- Latte
- Vino
- Soluzione di sale da cucina
- Soluzione di zucchero
- Aspirina effervescente sciolta in acqua

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

La prima operazione che dovete svolgere consiste nel preparare l'indicatore.

1. Mettete in un frullatore da cucina circa 0,5 g di cavolo rosso, tagliato finemente, e aggiungete 200-250 mL di acqua, frullando poi il tutto.
2. Filtrate il miscuglio preparato (secondo la procedura illustrata nell'esperienza relativa alla filtrazione), per ottenere una soluzione limpida di colore rosso, che raccoglierete in una beuta da 500 mL; avete così ottenuto l'indicatore naturale.

A questo punto, potrete procedere a saggiare il comportamento dell'indicatore nei diversi tipi di ambiente.

- **Acido:** in un becher da 250 mL introducete 100 mL di aceto bianco; aggiungete, quindi, 3 mL di indicatore e, dopo aver agitato la soluzione, osserverete che assumerà una colorazione rossa.
- **Basico:** in un becher da 250 mL introducete 100 mL di ammoniaca, aggiungete, quindi, 3 mL di indica-

tore e, anche in questo caso, dopo aver agitato la soluzione, osserverete che assumerà una colorazione verde.

Infatti, noterete che a seconda del grado di acidità o di basicità della sostanza saggiata, la soluzione con l'indicatore assumerà colori diversi, come abbiamo riportato nella scala approssimata di pH, messa in relazione ai colori assunti di volta in volta dall'estratto di cavolo.

| COLORE | ROSSO | VIOLA | VIOLETTO | BLU | BLU-VERDE | VERDE |
|--------|-------|-------|----------|-----|-----------|-------|
| pH | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |

A questo punto, in una serie di provette ponete pochi mL dei campioni dei quali desiderate saggiare il valore di pH e, dopo aver addizionato alcune gocce di indicatore, potrete osservare la colorazione assunta dalle varie soluzioni.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Utilizzando la scala appena citata, stabilite il pH dei campioni esaminati e riportate i dati nella tabella seguente.

| SOSTANZA | COLORE | pH |
|-----------------------------------|--------|----|
| Succo di limone | | |
| Acqua gassata | | |
| Latte | | |
| Vino bianco | | |
| Bicarbonato di sodio in soluzione | | |
| Soluzione di sale da cucina | | |
| Soluzione di zucchero | | |
| Aspirina effervescente sciolta | | |

2. Se anziché pochi mL di campione di latte aveste analizzato un volume maggiore, il pH sarebbe cambiato?
3. Se misuraste il pH di una soluzione di bicarbonato di sodio, preparata utilizzando lo stesso volume d'acqua, ma una quantità di sale doppia rispetto a quella disciolta nel campione che abbiamo già analizzato, il pH sarebbe uguale, maggiore o minore di quello riportato nella tabella riferita alla domanda 1?

PREPARAZIONE DI UNA SOLUZIONE DI PERMANGANATO DI POTASSIO 0,1 M E SUCCESSIVA DILUIZIONE

OBBIETTIVO

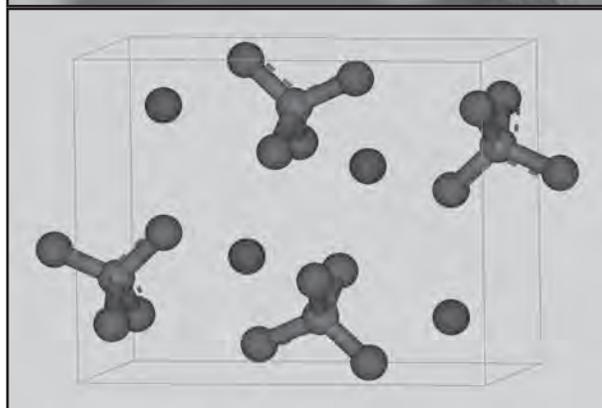
Calcolare quanti grammi di sale si devono sciogliere in acqua per preparare una soluzione 0,1 M di permanganato di potassio; quindi, dopo aver diluito la soluzione, rilevare, attraverso la variazione di colore, la diminuzione di concentrazione.

MATERIALE OCCORRENTE

- 1 matraccio da 1 litro
- 1 matraccio da 100 mL
- 1 pipetta graduata da 10 mL
- 1 bilancia tecnica
- 1 spruzzetta
- 1 imbuto
- 1 vetrino da orologio
- 1 spatola metallica

SOSTANZE CHIMICHE

- Permanganato di potassio (KMnO_4)
- Acqua distillata



Permanganato di potassio e sua struttura molecolare

6. Per ottenere la diluizione successiva prelevate, servendovi di una pipetta graduata, dieci millilitri della soluzione 0,1 M appena preparata, trasferiteli in un matraccio da 100 mL e aggiungete acqua fino alla tacca graduata. Tappate e agitate.

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

1. Dopo aver eseguito i calcoli, pesate la quantità di soluto opportuna raccogliendola in un vetrino da orologio.
2. Facendo attenzione a non perdere la polvere (occorre essere molto precisi) trasferitela, mediante l'imbuto, in un matraccio da 1 litro, facendovi sciogliere il sale all'interno tramite un leggero flusso d'acqua distillata, che doserete con la spruzzetta.
3. Dopo aver introdotto il permanganato, aggiungete qualche altro millilitro d'acqua e impugnando il matraccio per il collo agitatelo un poco, in modo tale da favorire la solubilizzazione del soluto nel solvente.
4. In seguito, usando la spruzzetta, aggiungete acqua fino alla tacca di graduazione.
5. Tappate, quindi, il matraccio e agitatelo fino a ottenere una colorazione omogenea: a questo punto, la vostra soluzione di permanganato di potassio 0,1 M è pronta.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Riportate i calcoli eseguiti per valutare la massa di soluto da pesare.
2. Quale sarà la concentrazione molare della soluzione di permanganato di potassio preparata per diluizione di quella 0,1 M?
3. Se anziché KMnO_4 aveste usato NaCl , avreste dovuto pesare la stessa massa di sale per preparare una soluzione 0,1 M di cloruro di sodio?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

SAGGI ALLA FIAMMA

OBBIETTIVO

Identificare alcuni elementi per mezzo della colorazione assunta dalla fiamma del bunsen, quando viene a contatto con essi.

MATERIALE OCCORRENTE

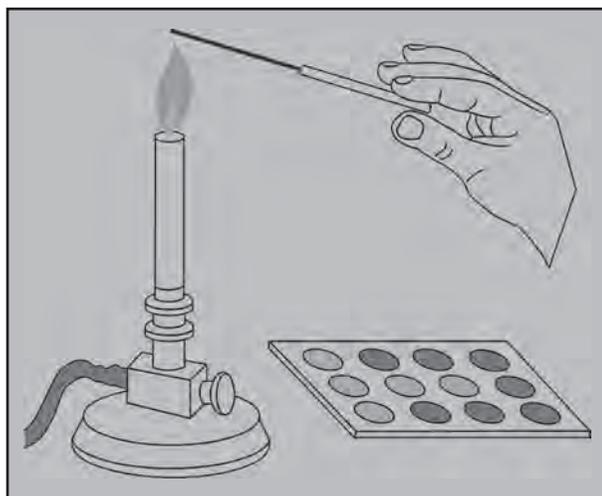
- 1 bacchetta di vetro con filo al Ni-Cr o Pt
- 1 piastra in porcellana
- 1 provetta
- 1 becco bunsen

SOSTANZE CHIMICHE

- Acido Cloridrico
- Sali di diversi metalli (sodio, litio, potassio, bario, calcio, stronzio, rame)

Come abbiamo avuto modo di vedere nell'unità didattica 3, se una sostanza chimica viene riscaldata, gli elettroni presenti negli atomi dei vari elementi che la compongono assorbono energia termica (in questo caso, dalla fiamma del bunsen) e subiscono una promozione elettronica, elevandosi energeticamente. Quando però cessa il riscaldamento, l'atomo torna dallo stato eccitato a quello fondamentale, emettendo sotto forma di energia luminosa l'energia termica assorbita in precedenza. Questo fenomeno determina la comparsa di una colorazione nella fiamma, che è caratteristica per ogni elemento, così che si può risalire alla sua eventuale presenza nel campione analizzato.

5. Dopodiché immergere ancora il filo nell'acido, ripetete l'operazione di pulizia e passate all'analisi di un altro campione. Ricordate che è importante che il filo sia pulito, altrimenti possono generarsi interferenze fra le colorazioni sviluppate dai diversi campioni; per questo motivo, l'acido cloridrico va cambiato dopo aver analizzato un po' di campioni.
6. Si consiglia di lasciare in coda all'esperienza il sale a base di sodio, poiché la colorazione sviluppata da quest'ultimo è estremamente coprente nei confronti di quelle degli altri metalli, ed è anche difficile eliminare i sali di sodio dal filo.



VERIFICA DELLA COMPrensIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Sulla base dei risultati dell'esperienza, completa la seguente tabella esprimendo la corrispondenza fra colore ed elemento chimico.

| COLORE DELLA FIAMMA | SOSTANZA | COLORE DELLA FIAMMA | SOSTANZA |
|---------------------|----------|---------------------|--------------------------|
| Rosso carminio | Litio | | Rame |
| | Stronzio | | Ioduro di rame |
| | Calcio | | Potassio |
| | Sodio | | Stagno, piombo, arsenico |
| | Bario | | |

2. Sapreste spiegare perché si utilizza l'acido cloridrico in questa esperienza?
3. Sapreste spiegare perché ogni elemento produce un colore diverso?

TITOLAZIONE DI UN ACIDO FORTE CON UNA BASE FORTE

OBIETTIVO

Determinare la concentrazione incognita di una soluzione di acido cloridrico, utilizzando una reazione di neutralizzazione con idrossido di sodio a concentrazione nota, in presenza di indicatori; la misura del volume di idrossido utilizzata per neutralizzare l'acido, attraverso calcoli opportuni, permetterà di risalire alla concentrazione della soluzione di acido cloridrico.

MATERIALE OCCORRENTE

- 1 buretta da 50 mL
- 1 piccolo imbuto
- 1 becher da 250 mL
- 1 becher da 100 mL
- 1 bacchetta di vetro

SOSTANZE CHIMICHE

- 20 mL di acido cloridrico a concentrazione incognita (che sarà nota, però, all'insegnante).
- Soluzione idroalcolica di fenolftaleina all'1%.
- Idrossido di sodio 1 M.

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

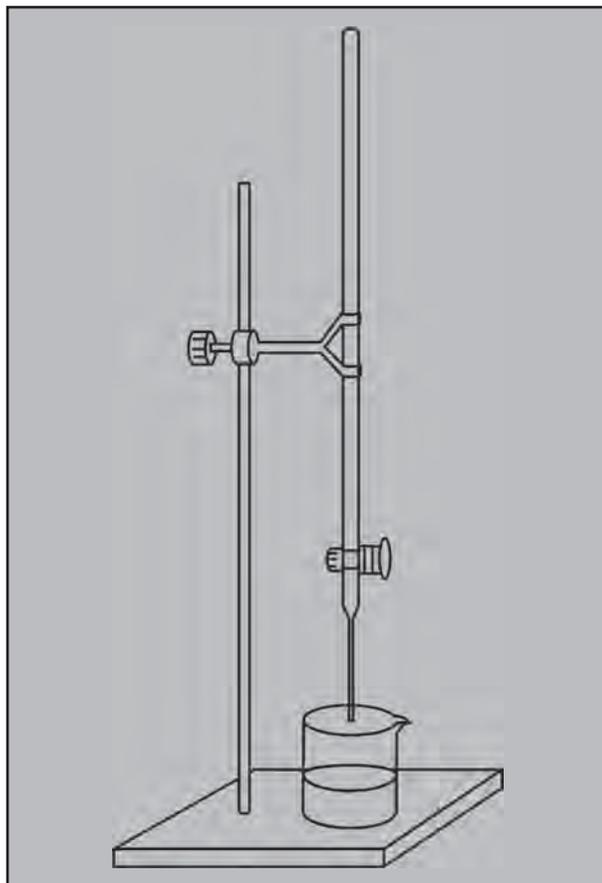
1. Aggiungete al campione di acido cloridrico a concentrazione incognita circa 1 mL (una ventina di gocce) di fenolftaleina.
2. Agitate la soluzione con la bacchetta di vetro; fate attenzione a risciacquarla ogni volta che vorrete estrarla dal becher, in modo tale da non perdere neppure una goccia della soluzione campione. Noterete che la soluzione resterà incolore anche dopo l'aggiunta dell'indicatore, indicando così che il pH è minore di 7.
3. Chiudete il rubinetto della buretta e riempitela, aiutandovi con l'imbuto, con 50 mL di idrossido di sodio.
4. Posizionate la buretta sopra al becher contenente il campione dell'acido e iniziate a far scendere l'idrossido di sodio goccia a goccia (aprendo lentamente il rubinetto). Appena la base viene a contatto con

l'acido si origina, localmente, una colorazione fucsia, che sparisce con una debole agitazione.

5. Continuate ad aggiungere l'idrossido e ad agitare, fino a quando non osserverete il permanere della colorazione fucsia, che indica l'avvenuta neutralizzazione dell'acido.
6. A questo punto chiudete tempestivamente il rubinetto, leggete il volume di NaOH che avete utilizzato e annotatelo, poiché vi servirà per i calcoli successivi.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Che cosa si forma dalla reazione di neutralizzazione fra acido cloridrico e idrossido di sodio, oltre all'acqua? Scrivete la reazione.
2. Eseguite i calcoli necessari per risalire alla concentrazione molare della soluzione di acido cloridrico.
3. Se ai 20 mL di campione dell'acido aveste aggiunto 10 mL di acqua, il volume di NaOH necessario per la titolazione sarebbe cambiato? Giustificate la risposta.



TRASFORMAZIONI ESOTERMICHE ED ENDOTERMICHE

OBBIETTIVO

Verificare se nel corso delle trasformazioni realizzate durante l'esperienza si ha sviluppo o assorbimento di calore.

MATERIALE OCCORRENTE

- 1 becher da 250 mL
- 1 termometro con sensibilità 0,5 °C
- 1 bilancia
- 1 bacchetta di vetro
- 1 sostegno metallico con pinza
- 1 cilindro graduato da 50 o 100 mL
- 1 vetrino da orologio
- 1 spatola metallica

SOSTANZE CHIMICHE

- Idrossido di sodio
- Acqua distillata
- Nitrato di ammonio
- Bicarbonato di ammonio

4. Nel corso dell'operazione di dissoluzione rilevate la temperatura che, come noterete, varierà gradualmente, fino al momento in cui si raggiungerà l'equilibrio termico; annotate il dato quando il valore della temperatura si sarà stabilizzato.
5. Ripetete, quindi, l'esperienza usando quantità diverse di idrossido di sodio e di acqua, secondo quanto indicato nella tabella 1, utilizzando un becher pulito per ogni prova.
6. Misurate la temperatura massima raggiunta in ciascun esperimento.

È importante rilevare che, nonostante la seconda parte dell'esperienza sia molto simile alla precedente, in essa variano le quantità e il tipo di sale addizionato all'acqua. Attenendovi alle indicazioni fornite dalla tabella 2 (in alcune prove dovrete scegliere voi la quantità di sale e il volume d'acqua), preparate le diverse soluzioni (analogamente a quanto svolto nella prima parte dell'esperienza), rilevate le temperature e annotate i valori letti mediante il termometro, ricordandovi di attendere che sia stato raggiunto l'equilibrio termico.

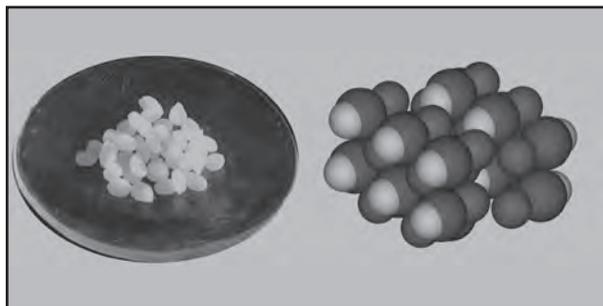
■ VERIFICA DELLA COMPrensIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Compilate la tabella sottostante, relativa alla prima parte dell'esperienza, e indicate nell'ultima colonna le vostre valutazioni in merito agli aspetti termodinamici (cioè se la reazione è esotermica o endotermica) delle trasformazioni verificatesi nel corso dell'esperimento.

| TABELLA 1 | | | | | |
|---------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|---|
| Quantità di NaOH(g) | Quantità di acqua (mL) | Temperatura iniziale dell'acqua (Ti) | Massima temperatura raggiunta (Tf) | Variazione di temperatura $\Delta T = T_f - T_i$ | Tipologia di trasformazione: ESOTERMICA o ENDOTERMICA |
| 1 | 50 | °C | °C | °C | |
| 2 | 50 | °C | °C | °C | |
| 3 | 50 | °C | °C | °C | |
| 4 | 50 | °C | °C | °C | |
| 5 | 50 | °C | °C | °C | |
| 1 | 10 | °C | °C | °C | |
| 1 | 15 | °C | °C | °C | |

■ DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

1. Ponete all'interno del becher da 250 mL il termometro e fissatelo per mezzo della pinza del sostegno metallico, in modo tale che il bulbo disti un paio di cm dal fondo del recipiente.
2. A questo punto misurate, servendovi del cilindro graduato, 50 mL di acqua distillata, introduceteli nel becher e rilevate la temperatura.
3. Successivamente pesate 1 g di idrossido di sodio ponendolo su un vetrino da orologio, trasferitelo nel becher contenente l'acqua e mescolate con una bacchetta di vetro, fino alla sua totale dissoluzione.



Idrossido di sodio e sua struttura molecolare

RICONOSCIMENTO DELLE PROTEINE

OBBIETTIVO

L'esperienza consente di individuare in modo qualitativo la presenza di proteine in vari tipi di alimenti.

MATERIALE OCCORRENTE

- Piccole quantità di alimenti: brodo di carne, brodo vegetale, carne di pollo, fagioli, formaggio, latte, lenticchie, pera, piselli, tonno, wurstel
- 1 mortaio
- 1 pestello
- Provette e porta provette

SOSTANZE CHIMICHE

- Solfato di rame
- Idrossido di sodio
- Acqua distillata

VERIFICA DELLA COMPrensIONE: QUESITI PER LO STUDENTE

1. Ritenete vi sia una relazione fra l'intensità della colorazione e il tipo di alimento, se di origine animale o vegetale?
2. Quali alimenti sono più ricchi di proteine? Perché?
3. Negli alimenti di origine vegetale, oltre alle proteine, quali altri componenti biochimici sono presenti in modo rilevante?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

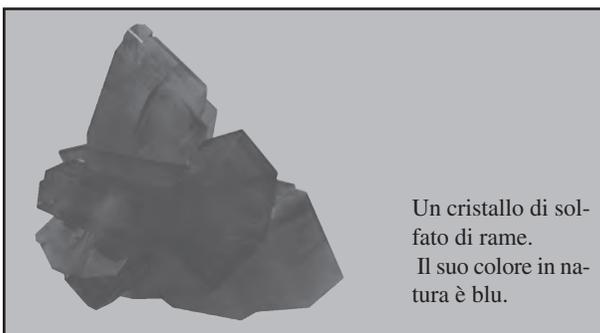
.....

.....

.....

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

1. Introdurrete in una provetta un alimento in piccola quantità; nel caso in cui sia solido, è necessario però pestarlo nel mortaio prima di metterlo nella provetta, in modo tale da facilitare la reazione.
2. Aggiungete, quindi, l'acqua e alcune gocce di solfato di rame.
3. Unite poi l'idrossido di sodio diluito in acqua (una pastiglia in 3 mL di acqua).
4. Osserverete che, se nel campione sono presenti proteine, si verifica un cambiamento di colore della soluzione: il colore blu tipico del solfato di rame, infatti, diventerà rosso-violetto, con un'intensità che varierà in relazione alla presenza minore o maggiore delle proteine in un certo alimento.
5. Riportate, quindi, i risultati nella tabella a fianco.



Un cristallo di solfato di rame. Il suo colore in natura è blu.

TABELLA DEI DATI RACCOLTI

| Alimento | Colorazione ottenuta | Presenza di proteine (P = presenti PP = poco presenti NP = non presenti) |
|----------------|----------------------|---|
| Brodo di carne | | |
| Brodo vegetale | | |
| Carne di pollo | | |
| Fagioli | | |
| Formaggio | | |
| Latte | | |
| Lenticchie | | |
| Pera | | |
| Piselli | | |
| Tonno | | |
| Wurstel | | |

RICONOSCIMENTO DEGLI AMIDI

OBBIETTIVO

Riconoscere qualitativamente la presenza di amidi in alcuni prodotti di origine vegetale, fra i più comuni e utilizzati anche nell'alimentazione.

MATERIALE OCCORRENTE:

- Piccoli quantitativi di farine di varia origine (vedi tabella), banana, sedano, mela, cipolla, patata, insalata, pane, riso, pasta, zucchero (saccarosio)
- Vetri da orologio con diametro di 5 cm, uno per ogni materiale alimentare da saggiare
- Provette e porta provette

SOSTANZE CHIMICHE

- Tintura di iodio (diluita 1:5 con acqua)
- Acqua distillata

DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA

1. Mettete in ognuno dei vetri da orologio piccole quantità dei singoli alimenti da saggiare.
2. Ponete nelle provette, diluendo il tutto con l'acqua, le singole farine e lo zucchero.
3. Versate, quindi, su ciascun campione e nelle provette alcune gocce di tintura di iodio diluita.
4. Osservate, ora, se il colore dato dalla tintura di iodio cambia, passando da rosso scuro a blu-viola; in tal caso, la sostanza saggiata contiene amido.
5. Disponete nella tabella a fianco i risultati ottenuti.

VERIFICA DELLA COMPrensIONE:

QUESITI PER LO STUDENTE

1. Provate a effettuare la stessa prova con altre sostanze, per esempio una soluzione di dado di carne per brodo.
Che cosa rilevate e perché?
2. Con la cellulosa (per esempio quella di un foglio di carta) otterremmo gli stessi risultati?
Quale potrebbe essere la ragione di quanto osserverete?

TABELLA DEI DATI RACCOLTI

| Alimento | Colorazione ottenuta | Presenza di amido | Osservazioni |
|------------------|----------------------|-------------------|--------------|
| Farina di grano | | | |
| Farina di mais | | | |
| Farina di semola | | | |
| Fecola di patate | | | |
| Farina di riso | | | |
| Pane | | | |
| Pasta | | | |
| Banana | | | |
| Cipolla | | | |
| insalata | | | |
| Mela | | | |
| Riso | | | |
| Sedano | | | |

TABELLE

| | |
|--|---------|
| ■ Unità di misura fondamentali | pag. 43 |
| ■ Unità di misura derivate | " 43 |
| ■ Principali costanti | " 43 |
| ■ Soluzioni molari e normali | " 44 |
| ■ Equivalenti termometrici | " 44 |
| ■ Potenziali elettrodi standard di riduzione a 25 °C | " 45 |



TABELLE

UNITÀ DI MISURA FONDAMENTALI

| Unità | Simbolo | Grandezza |
|-------------|---------|--------------------------|
| ampere | A | Intensità della corrente |
| candela | cd | Intensità luminosa |
| chilogrammo | kg | Massa |
| kelvin | K | Temperatura |
| metro | m | Lunghezza |
| mole | mol | Quantità di materia |
| secondo | s | Tempo |

UNITÀ DI MISURA DERIVATE

| Unità | Simboli | Grandezze | Valore in unità del SI |
|-------------------|---------|----------------------|-------------------------------------|
| coulomb | C | Carica elettrica | s · A |
| farad | F | Capacità elettrica | C/V |
| grado centigrado | °C | Temperatura | t(°C) = T(K) - 273,15 |
| hertz | Hz | Frequenza | 1/s |
| joule | J | Energia | Kg · m ² /s ² |
| kg/m ³ | ρ | Densità | |
| m/s | v | Velocità | |
| m/s ² | a | Accelerazione | |
| m ² | A | Area | |
| m ³ | V | Volume | |
| N/m ³ | | Peso specifico | |
| newton | N | Forza | kg · m/s ² |
| ohm | Ω | Resistenza elettrica | V/A |
| pascal | Pa | Pressione | Kg/m · s ² |
| volt | V | Potenziale elettrico | W/A |
| watt | W | Potenza | Kg · m ² /s ³ |

PRINCIPALI COSTANTI

| Costante | Simbolo | Valore |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Numero di Avogadro | <i>N</i> | 6,022 · 10 ²³ |
| Costante dei gas | <i>R</i> | 0,082 |
| Carica dell'elettrone | <i>e</i> ⁻ | -1,602 · 10 ⁻¹⁹ coulomb |
| Massa del protone | <i>m</i> _p | +1,673 · 10 ⁻²⁷ kg |
| Massa del neutrone | <i>m</i> _n | +1,675 · 10 ⁻²⁷ kg |
| Massa dell'elettrone | <i>m</i> _e | +9,11 · 10 ⁻³¹ kg |

SOLUZIONI MOLARI E NORMALI

| Sostanze | Molarità M | Normalità N | Volume richiesto per 1 litro | |
|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------------------------|---------------|
| | | | Soluzione 1 M | Soluzione 1 N |
| | (delle soluzioni concentrate) | | | |
| Acido acetico 99,5% | 17,4 | 17,4 | 57,5 ml | 57,5 ml |
| Acido cloridrico 36% | 11,65 | 11,65 | 85,8 ml | 85,8 ml |
| Acido cloridrico 32% | 10,2 | 10,2 | 98,0 ml | 98,0 ml |
| Acido fluoridrico 40% | 22,6 | 22,6 | 44,2 ml | 44,2 ml |
| Acido fosforico 85% | 14,75 | 44,24 | 67,8 ml | 22,6 ml |
| Acido solforico 98% | 18,4 | 36,8 | 54,3 ml | 27,2 ml |
| Ammoniacca 25% | 13,4 | 13,4 | 74,6 ml | 74,6 ml |
| Ammoniacca 30% | 15,71 | 15,71 | 63,7 ml | 63,7 ml |
| Acido nitrico 70% | 15,66 | 15,66 | 63,3 ml | 63,3 ml |

EQUIVALENTI TERMOMETRICI

SCALE DI TEMPERATURA

| Simboli | Descrizione | Punto Zero | Punto di congelamento dell'acqua | Punto di ebollizione dell'acqua ad una pressione atmosferica standard |
|---------|---|----------------------------------|----------------------------------|---|
| °C | Gradi Celsius o centigradi | Punto di congelamento dell'acqua | 0 °C | 100 °C |
| K | Gradi kelvin o temperatura assoluta in gradi centigradi | Zero assoluto | 273,15 K | 373,15 K |
| °F | Gradi Fahrenheit | -17,8 °C | +32 °F | 212 °F |
| °Rank | Gradi Rankin o temperatura assoluta in gradi Fahrenheit | Zero assoluto | 491,4 °Rank | 671,4 °Rank |

| TEMPERATURA RICHIESTA IN | °C | K | °F | °RANK |
|--------------------------|---------------------|------------------|---------------|----------------|
| °C | °C | °C + 273,15 | 1,8 °C + 32 | 1,8 °C + 491,4 |
| K | K - 273,15 | K | 1,8 K + 459,4 | 1,8 K |
| °F | 0,556 °F - 17,8 | 0,556 °F + 255,3 | °F | °F + 459,4 |
| °Rank | 0,556 °Rank - 273,1 | 0,556 °Rank | °Rank - 459,4 | °Rank |

POTENZIALI ELETTRODICI STANDARD DI RIDUZIONE A 25 °C

| <i>Soluzione acida</i> | <i>E° (volt)</i> | <i>Soluzione acida</i> | <i>E° (volt)</i> |
|---|------------------|--|------------------|
| $F_{2(g)} + 2 e^- \rightarrow 2 F^-_{(aq)}$ | +2,87 | $Cu^{2+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Cu^+_{(aq)}$ | +0,153 |
| $CO^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow CO^{2+}_{(aq)}$ | +1,82 | $Sn^{4+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Sn^{2+}_{(aq)}$ | +0,15 |
| $Pb^{4+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Pb^{2+}_{(aq)}$ | +1,8 | $S_{(s)} + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow H_2S_{(aq)}$ | +0,14 |
| $H_2O_{2(aq)} + 2 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow 2 H_2O$ | +1,77 | $AgBr_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Br^-_{(aq)}$ | +0,0713 |
| $NiO_{2(s)} + 4 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2 H_2O$ | +1,7 | $2 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow H_{2(g)}$ (elettrodo di riferimento) | 0,0000 |
| $PbO_{2(s)} + SO_4^{2-}_{(aq)} + 4 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2 H_2O$ | +1,685 | $N_2O_{(g)} + 6 H^+_{(aq)} + H_2O + 4 e^- \rightarrow 2 NH_3OH^+_{(aq)}$ | -0,05 |
| $Au^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Au_{(s)}$ | +1,68 | $Pb^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Pb_{(s)}$ | -0,126 |
| $2 HClO_{(aq)} + 2 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2 H_2O$ | +1,63 | $Sn^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Sn_{(s)}$ | -0,14 |
| $MnO_4^-_{(aq)} + 8 H^+_{(aq)} + 5 e^- \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 4 H_2O$ | +1,51 | $AgI_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + I^-_{(aq)}$ | -0,15 |
| $Au^{3+}_{(aq)} + 3 e^- \rightarrow Au_{(s)}$ | +1,50 | $Ni^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Ni_{(s)}$ | -0,25 |
| $ClO_3^-_{(aq)} + 6 H^+_{(aq)} + 5 e^- \rightarrow \frac{1}{2} Cl_{2(g)} + 3 H_2O$ | +1,47 | $CO^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow CO_{(s)}$ | -0,28 |
| $BrO_3^-_{(aq)} + 6 H^+_{(aq)} + 6 e^- \rightarrow Br^-_{(aq)} + 3 H_2O$ | +1,44 | $Tl^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Tl_{(s)}$ | -0,34 |
| $Cl_{2(g)} + 2 e^- \rightarrow 2 Cl^-_{(aq)}$ | +1,36 | $PbSO_{4(s)} + 2 e^- \rightarrow Pb_{(s)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ | -0,356 |
| $Cr_2O_7^{2-}_{(aq)} + 14 H^+_{(aq)} + 6 e^- \rightarrow 2 Cr^{3+}_{(aq)} + 7 H_2O$ | +1,33 | $Se_{(s)} + 2 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow H_2Se_{(aq)}$ | -0,40 |
| $MnO_{2(s)} + 4 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 2 H_2O$ | +1,23 | $Cd^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Cd_{(s)}$ | -0,403 |
| $O_{2(g)} + 4 H^+_{(aq)} + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$ | +1,229 | $Cr^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Cr^{2+}_{(aq)}$ | -0,41 |
| $IO_3^-_{(aq)} + 6 H^+_{(aq)} + 5 e^- \rightarrow \frac{1}{2} I_{2(aq)} + 3 H_2O$ | +1,195 | $Fe^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Fe_{(s)}$ | -0,44 |
| $ClO_4^-_{(aq)} + 2 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow ClO_3^-_{(aq)} + H_2O$ | +1,19 | $2 CO_{2(g)} + 2 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow H_2C_2O_{4(aq)}$ | -0,49 |
| $Br_{2(liq)} + 2 e^- \rightarrow 2 Br^-_{(aq)}$ | +1,08 | $HgS_{(s)} + 2 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Hg_{(liq)} + H_2S_{(g)}$ | -0,72 |
| $AuCl_4^-_{(aq)} + 3 e^- \rightarrow Au_{(s)} + 4 Cl^-_{(aq)}$ | +1,00 | $Cr^{3+}_{(aq)} + 3 e^- \rightarrow Cr_{(s)}$ | -0,74 |
| $Pd^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Pd_{(s)}$ | +0,987 | $Zn^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Zn_{(s)}$ | -0,763 |
| $NO_3^-_{(aq)} + 4 H^+_{(aq)} + 3 e^- \rightarrow NO_{(g)} + 2 H_2O$ | +0,96 | $Cr^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Cr_{(s)}$ | -0,91 |
| $NO_3^-_{(aq)} + 3 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow HNO_{2(aq)} + H_2O$ | +0,94 | $FeS_{(s)} + 2 e^- \rightarrow Fe_{(s)} + S^{2-}_{(aq)}$ | -1,01 |
| $2 Hg^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Hg_2^{2+}_{(aq)}$ | +0,92 | $Mn^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Mn_{(s)}$ | -1,18 |
| $Hg^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Hg_{(liq)}$ | +0,855 | $V^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow V_{(s)}$ | -1,18 |
| $Ag^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$ | +0,7994 | $CdS_{(s)} + 2 e^- \rightarrow Cd_{(s)} + S^{2-}_{(aq)}$ | -1,21 |
| $Hg_2^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow 2 Hg_{(liq)}$ | +0,789 | $ZnS_{(s)} + 2 e^- \rightarrow Zn_{(s)} + S^{2-}_{(aq)}$ | -1,44 |
| $Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$ | +0,771 | $Al^{3+}_{(aq)} + 3 e^- \rightarrow Al_{(s)}$ | -1,66 |
| $O_{2(g)} + 2 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow H_2O_{2(aq)}$ | +0,682 | $Mg^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Mg_{(s)}$ | -2,37 |
| $I_{2(s)} + 2 e^- \rightarrow 2 I^-_{(aq)}$ | +0,535 | $Na^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Na_{(s)}$ | -2,714 |
| $Cu^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ | +0,521 | $Ca^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Ca_{(s)}$ | -2,87 |
| $Cu^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ | +0,337 | $Sr^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Sr_{(s)}$ | -2,89 |
| $Hg_2Cl_{2(s)} + 2 e^- \rightarrow 2 Hg_{(liq)} + 2 Cl^-_{(aq)}$ | +0,27 | $Ba^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow Ba_{(s)}$ | -2,90 |
| $AgCl_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Cl^-_{(aq)}$ | +0,222 | $Rb^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Rb_{(s)}$ | -2,925 |
| $SO_4^{2-}_{(aq)} + 4 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow SO_{2(g)} + 2 H_2O$ | +0,20 | $K^+_{(aq)} + e^- \rightarrow K_{(s)}$ | -2,925 |
| $SO_4^{2-}_{(aq)} + 4 H^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow H_2SO_{3(aq)} + H_2O$ | +0,17 | $Li^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Li_{(s)}$ | -3,045 |

POTENZIALI ELETTRODICI STANDARD DI RIDUZIONE A 25 °C

| <i>Soluzione basica</i> | <i>E° (volt)</i> | <i>Soluzione basica</i> | <i>E° (volt)</i> |
|---|------------------|--|------------------|
| $\text{ClO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-_{(\text{aq})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,89 | $\text{MnO}_{2(\text{s})} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn(OH)}_{2(\text{s})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -0,05 |
| $\text{OOH}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,88 | $\text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})} + 4 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr(OH)}_{3(\text{s})} + 5 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -0,12 |
| $\text{ClO}_3^-_{(\text{aq})} + 3 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-_{(\text{aq})} + 6 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,62 | $\text{Cu(OH)}_{2(\text{s})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -0,36 |
| $\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})} + 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_{2(\text{s})} + 4 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,588 | $\text{S}_{(\text{s})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$ | -0,48 |
| $\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ | +0,564 | $\text{Fe(OH)}_{3(\text{s})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe(OH)}_{2(\text{s})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -0,56 |
| $\text{NiO}_{2(\text{s})} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni(OH)}_{2(\text{s})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,49 | $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -0,8277 |
| $\text{Ag}_2\text{CrO}_{4(\text{s})} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Ag}_{(\text{s})} + \text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ | +0,446 | $2 \text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}_{4(\text{g})} + 4 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -0,85 |
| $\text{O}_{2(\text{g})} + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,40 | $\text{Fe(OH)}_{2(\text{s})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}_{(\text{s})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -0,877 |
| $\text{ClO}_4^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^-_{(\text{aq})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,36 | $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{SO}_3^{2-}_{(\text{aq})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -0,93 |
| $\text{Ag}_2\text{O}_{(\text{s})} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Ag}_{(\text{s})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,34 | $\text{N}_{2(\text{g})} + 4 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow \text{N}_2\text{H}_{4(\text{aq})} + 4 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -1,15 |
| $2 \text{NO}_2^-_{(\text{aq})} + 3 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}_{(\text{g})} + 6 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,15 | $[\text{Zn(OH)}_4]^{2-}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})} + 4 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -1,22 |
| $\text{N}_2\text{H}_{4(\text{aq})} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{NH}_{3(\text{aq})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,10 | $\text{Zn(OH)}_{2(\text{s})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -1,245 |
| $\text{HgO}_{(\text{s})} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Hg}_{(\text{liq})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,0984 | $\text{Cr(OH)}_{3(\text{s})} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}_{(\text{s})} + 3 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -1,30 |
| $\text{O}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{OOH}^-_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,076 | $\text{SiO}_3^{2-}_{(\text{aq})} + 3 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow \text{Si}_{(\text{s})} + 6 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | -1,70 |
| $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2^-_{(\text{aq})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ | +0,01 | | |

TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

GAS NOBILI
VIII A
18

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Gruppo | IA* | IIA | ELEMENTI DI TRANSIZIONE | | | | | | | | | | IIIA | IVA | VA | VIA | VIIA | VIIIA | | | | | | | | | | | |
| Periodo | 1° | 2° | 3° | 4° | 5° | 6° | 7° | 8° | 9° | 10° | 11° | 12° | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | |
| | 1 1,008 H Idrogeno | 2 6,941 Li Litio | 3 22,99 Na Sodio | 4 9,012 Be Berillio | 5 40,08 Ca Calcio | 6 54,94 Mn Manganese | 7 55,85 Fe Ferro | 8 58,93 Co Cobalto | 9 58,93 Ni Nichel | 10 58,69 Cu Rame | 11 63,55 Zn Zinco | 12 65,39 Ga Gallio | 13 26,98 B Boro | 14 12,01 C Carbonio | 15 14,01 N Azoto | 16 16,00 O Ossigeno | 17 19,00 F Fluoro | 18 4,003 He Elio | | | | | | | | | | | |
| | 19 39,10 K Potassio | 20 40,08 Ca Calcio | 21 44,96 Sc Scandio | 22 47,88 Ti Titanio | 23 50,94 V Vanadio | 24 52,00 Cr Cromo | 25 54,94 Mn Manganese | 26 55,85 Fe Ferro | 27 58,93 Co Cobalto | 28 58,69 Ni Nichel | 29 63,55 Cu Rame | 30 65,39 Zn Zinco | 31 69,72 Ga Gallio | 32 72,59 Ge Germanio | 33 74,92 As Arsenico | 34 78,96 Se Selenio | 35 79,90 Br Bromo | 36 83,80 Kr Krypton | | | | | | | | | | | |
| | 37 85,47 Rb Rubidio | 38 87,62 Sr Stronzio | 39 88,91 Y Itrio | 40 91,22 Zr Zirconio | 41 92,91 Nb Niobio | 42 95,94 Mo Molibdeno | 43 99 Tc Tecnecio | 44 101,1 Ru Rutenio | 45 102,9 Rh Rodio | 46 106,4 Pd Palladio | 47 107,9 Ag Argento | 48 112,4 Cd Cadmio | 49 114,8 In Indio | 50 118,7 Sn Stagno | 51 121,8 Sb Antimonio | 52 127,6 Te Tellurio | 53 126,9 I Iodio | 54 131,3 Xe Xenon | | | | | | | | | | | |
| | 55 132,9 Cs Cesio | 56 137,3 Ba Bario | 57 L Lantanio | 72 178,5 Hf Hafnio | 73 180,9 Ta Tantalio | 74 183,9 W Tungsteno | 75 186,2 Re Renio | 76 190,2 Os Osmio | 77 192,2 Ir Iridio | 78 195,1 Pt Platino | 79 197,0 Au Oro | 80 200,6 Hg Mercurio | 81 204,4 Tl Tallio | 82 207,2 Pb Piombo | 83 209,0 Bi Bismuto | 84 210 Po Polonio | 85 210 At Astato | 86 222 Rn Radon | | | | | | | | | | | |
| | 87 223 Fr Francio | 88 226 Ra Radio | 89 A Attinio | 104 Rf Rutherfordio | 105 Db Dubnio | 106 Sg Seaborgio | 107 Bh Bohrio | 108 Hs Hassio | 109 Mt Meitnerio | 110 Ds Darmstadtio | 111 Rg Roentgenio | 112 Uub Ununbio | 113 Uut Ununtrio | 114 Uuq Ununquadio | 115 Uup Ununpentio | 116 Uuh Ununhexio | 117 Uus Ununseptio | 118 Uuo Ununoctio | | | | | | | | | | | |
| | 58 140,1 Ce Cerio | 59 140,9 Pr Praseodimio | 60 144,2 Nd Neodimio | 61 145 Pm Promezio | 62 150,4 Sm Samario | 63 152,0 Eu Europio | 64 157,3 Gd Gadolino | 65 158,9 Tb Terbio | 66 162,5 Dy Disprosio | 67 164,9 Ho Olmio | 68 167,3 Er Erbio | 69 168,9 Tm Tullio | 70 173,0 Yb Iterbio | 71 174,96 Lu Lutezio | 89 227 Ac Attinio | 90 232,0 Th Torio | 91 231 Pa Protattinio | 92 238,0 U Uranio | 93 237 Np Nettunio | 94 239 Pu Plutonio | 95 243 Am Americio | 96 247 Cm Curio | 97 247 Bk Berkelio | 98 252 Cf Californio | 99 252 Es Einstenio | 100 257 Fm Fermio | 101 256 Md Mendelevio | 102 259 No Nobelio | 103 260 Lr Laurenzio |

metalli
semimetalli
non metalli

Lantanidi
Attinidi

* Classificazione comunemente usata
** Classificazione secondo la IUPAC