

# LA CHIMICA

La Chimica è la scienza che studia le sostanze di cui sono fatti i corpi e le loro trasformazioni: gli oggetti attorno a noi, sia quelli naturali come i sassi o l'aria, sia quelli costruiti come i muri o i mobili, sono diversi nella loro composizione anche se le sostanze che li compongono spesso sfuggono alla nostra percezione.

Aristotele ipotizzava che tutte le cose fossero composte in varia misura da quattro sostanze elementari (Terra, Acqua, Aria, Fuoco). Altri dopo di lui proposero anche altri elementi puri come lo zolfo, il mercurio, ecc ... ma sempre per così dire "brancolando" con l'immaginazione in un campo misterioso e sfuggente.

Questo fa capire come la Chimica non sia una scienza facile: è come se dai rumori che vengono dall'interno di una scatola quando l'agitiamo dovessimo cercare di indovinare gli oggetti che essa contiene.

Per cominciare facciamo qualche precisazione sulla parola "trasformazioni".

## - LE TRASFORMAZIONI

Vi sono processi di trasformazione che non sono chimici perché modificano solo l'aspetto di un oggetto ma non lo cambiano nelle sue sostanze componenti.

Alcuni esempi:

- rompere un sasso a martellate fino a ottenerne polvere (i granelli sono fatti della medesima sostanza che componeva il sasso);

- sciogliere dello zucchero nel Tè (lo zucchero è ancora se stesso anche sciolto, infatti il Tè è dolce);

- evaporare l'acqua (gli antichi greci pensavano che l'acqua diventasse aria ma oggi sappiamo che le molecole dell'acqua si trovano sparse nell'aria come umidità);

- fusione dei cristalli di quarzo cioè della sabbia, a dare il vetro.

In Chimica invece parliamo di trasformazioni che fanno scomparire delle sostanze e ne producono altre del tutto diverse.

Vediamo alcuni esempi:

- un pezzetto di legno che brucia (il legno scompare inesorabilmente e al suo posto troviamo la cenere e il fumo);

- l'arrugginire di un pezzo di ferro esposto alle intemperie (il ferro lentamente scompare e al suo posto si forma una sostanza friabile e rossiccia, che non viene più attratta dalla calamita);



- scaldando dello zucchero in un pentolino si ottiene una sostanza di colore scuro e amara, il caramello. **Vedi video ZUCCHERO**



Si tratta di un fenomeno detto denaturazione per cui la sostanza si trasforma in modo irreversibile pur rimanendo in fondo ancora se stessa. Altri esempi di denaturazione sono la cottura della carne o dell'albume dell'uovo o l'effetto del limone nel Tè o nel latte.

- se invece lo zucchero viene finemente mischiato con la cenere di legna e gli si dà fuoco con un accendino si vede lo zucchero un po' alla volta bruciare completamente. **Vedi video ZUCCHERO E CENERE**



La cenere ha un effetto catalizzatore. Essa cioè rende possibile la combustione dello zucchero ma non è un reagente. Infatti al termine della reazione essa è immutata.

## a) I Metalli e l'alchimia

E' solo dalla fine del XVIII secolo che si può parlare di scienza Chimica.

Ma, pur senza comprenderne le leggi e il perché, da millenni l'uomo ha imparato a sfruttare le proprietà della chimica per ottenerne dei vantaggi (si pensi al fuoco, utilizzato già 800 mila anni fa in sud Africa).

### 1 – Le prime “industrie”

In tempi storici antichissimi l'uomo ha scoperto che certe rocce attraverso la fusione dei loro minerali permettevano di ottenere materiali plasmabili e utilizzabili: i metalli (ogni sostanza ha una sua temperatura di fusione: il rame a 1083°, lo stagno a 232°, il ferro a 1140°).

Si tratta di sostanze diverse, effettivamente costituite da elementi semplici (cioè omogeneamente puri) aventi alcune proprietà generali in comune:

lucentezza, malleabilità (sono riducibili in lamine), duttilità (sono riducibili in fili) e conducibilità calorica ed elettrica (prova a

mescolare la polenta con un cucchiaino di metallo anziché di legno).

### - IL RAME

E' un metallo rossiccio che arrugginando diventa azzurro-verde, facilmente plasmabile in lamine (per farne pentole per esempio) o in fili come quelli della corrente elettrica delle nostre case.



Sono rivestite di rame anche le nostre monetine da 1, 2 e 5 centesimi.

I resti archeologici ci testimoniano la produzione di Rame (simbolo chimico **Cu**) per degli orecchini nell'attuale regione del Kurdistan nel 9500 aC.

### - BRONZO

Più rigido del rame, utilizzato anticamente per farne elmi, corazze e spade (età del Bronzo), è un miscuglio di Rame e Stagno (**Sn**), è cioè una lega e risale al 2900 aC in Mesopotamia (l'attuale Iraq):

che non si tratti di una sostanza a sé è testimoniato dalla ruggine del rame che si manifesta in color verde. E' stato usato anche per farne cannoni e campane.



### - L'OTTONE

E' a sua volta una lega di Rame e **Zinco (Zn)**, risalente al 1300 aC in Palestina. L'ottone ha il pregio di assomigliare all'oro nel suo color

giallo (ma non è così plasmabile e non ha la sua proprietà di non arrugginire).

### - L'ORO

L'Oro (**Au**) è certamente il metallo più prezioso (anche per i popoli centro e sudamericani come Aztechi, Maya, Incas) per il colore caldo e la sua incorruttibilità. Fu facilmente associato alla divinità e alle sue rappresentazioni: si pensi ai mosaici delle antiche basiliche o a calice e patena per la transustanziazione del pane e del vino durante la Messa.



### - IL FERRO

Alla medesima epoca, il 1300 aC, risale l'uso del Ferro (**Fe**) in Persia (l'attuale Iran), e con esso si avvia l'Età del ferro.

Il ferro è molto più rigido e resistente del bronzo e con esso potevano essere realizzate armi e strumenti molto più efficaci (si pensi al martello o alla falce).



**NB:** Durante il Medioevo gli arabi impararono dagli Indiani a realizzare una forma particolarmente rigida e dura del ferro, fondendolo con una certa percentuale di carbone e con rapido raffreddamento in acqua: l'acciaio (le famose spade di Damasco). La tecnica venne poi perduta e riscoperta solo alla fine dell'800 in Inghilterra. A differenza del ferro puro l'acciaio mantiene il filo delle lame tagliente ed è più duro. L'acciaio inossidabile risale anch'esso all'800: esso è composto da una percentuale significativa di Cromo (Cr).

### - PIOMBO, ARGENTO, MERCURIO

Altri metalli da ricordare sono il Piombo (**Pb**), molto plasmabile e pesante, con cui si costruirono le tubature di scarico; l'Argento (**Ag**), metallo prezioso perché poco facilmente alterabile;



l'affascinante Mercurio (**Hg**), che si presenta come liquido lucente e molto pesante, dotato di forze di coesione notevoli per cui si sparge in palline (da non toccare e soprattutto da non bere perché velenoso). La sua temperatura di solidificazione è a  $-39^{\circ}$ .



**I campioni dei metalli studiati, sono stati forniti dalla ditta Copermont di Clusone la cui collaborazione ci ha permesso di conoscere le possibili applicazioni moderne di tali metalli e leghe.**

## 2 – L'alchimia

L'Alchimia è una disciplina antichissima, praticata da sacerdoti pagani e poi cristiani (fino alla fine del Medioevo, quando fu condannata dalla Chiesa), astrologi e studiosi della natura.

Il suo scopo era la conoscenza dei segreti misteri del Cosmo e di Dio, grazie ai quali si sarebbe potuta elevare l'anima fino alla perfezione ma anche dominare le leggi della natura.

Le pratiche alchimistiche più comuni erano volte alla creazione di medicinali miracolosi o addirittura dell'immortalità (l'elisir di lunga vita) oppure anche alla trasmutazione dei metalli vili in oro.

Per fare alchimia bisognava possedere libri antichi con la descrizione delle ricette sperimentali, condurre una vita virtuosa, operare in condizioni astrali propizie (certe posizioni dei pianeti, della luna, ecc ...) e recitare determinate frasi rituali o preghiere durante gli esperimenti.

Il tutto era poi mantenuto assolutamente segreto perché non cadesse in mano a menti ignoranti.

A partire dal XIV secolo l'Alchimia viene condannata dalla Chiesa, per le facili truffe praticate e per il diffondersi di invocazioni al Diavolo e altre pratiche pagane e comunque superstiziose. Nonostante ciò l'Alchimia nel corso del Rinascimento si diffuse ampiamente nelle corti e negli ambienti più colti d'Europa, almeno fino al XVIII secolo (Newton ne è un esempio eclatante).



Figura 1: Il danese Tycho Brahe, il più grande osservatore di stelle e pianeti prima dell'invenzione del cannocchiale; costruì al piano inferiore del suo osservatorio un grande laboratorio alchimistico; a causa di un duello era senza naso e se ne era fatto fare uno d'argento

## - ALCUNE SCOPERTE

Nel corso delle ricerche alchemiche poteva comunque succedere di arrivare alla scoperta di materiali di rilevante importanza pratica.

- Un esempio è il "fuoco greco", una miscela scoperta forse dai persiani o dai greci e certamente usata nel VII secolo dai bizantini per difendere Costantinopoli dall'assedio degli arabi. trattava di un getto infuocato che si diffondeva sull'acqua e anzi ne era alimentato.



La ricetta era conosciuta da pochissime persone oltre all'imperatore.

Oggi supponiamo fosse un composto di pece (un distillato della resina: bisogna far evaporare e poi ricondensare la resina), di zolfo, di nafta (che affiora nei giacimenti petroliferi in medioriente), di salnitro (cioè nitrato di potassio, ottenuto scrostando la patina bianca simile a muffa dei muri umidi, specialmente nelle stalle impregnate di urine animali) e di calce viva (oggi ossido di calcio, ottenuto scaldando la roccia calcarea fino a polverizzarla).

- Un'altra importante scoperta è quella della polvere da sparo, già prodotta dai cinesi (e usata successivamente per dei rudimentali cannoni dai mongoli).

Fu Roger Bacon nello stesso secolo (XIII) a descriverne con una certa precisione la formula: sette parti di nitrato di potassio, cinque di carbone e cinque di zolfo. Iniziò così la costruzione delle armi da fuoco che, con il perfezionarsi della metallurgia, rivoluzioneranno in breve le tecniche di battaglia e di difesa (diminuendo l'importanza dei cavalieri corazzati e costringendo a costruire mura difensive inclinate e angolate di grande spessore, i bastioni).

## - IL PH

**Esp 1: Abbiamo provato a mettere qualche goccia di limone nel the e in un altro bicchiere qualche goccia di ammoniaca. L'immagine mostra i risultati dell'esperimento.**



Tra le proprietà delle sostanze indagate dagli alchimisti era certamente quella che noi modernamente chiamiamo “misura del Ph”.

Senza addentrarci in definizioni complicate possiamo semplicemente dire che le sostanze liquide o in soluzione (cioè in cui una sostanza, il soluto, è sciolta in un'altra, il solvente) possono manifestarsi come acidi (ph 0) o come basi (ph 14).

Tra questi due estremi vi è tutta una gradazione intermedia in cui vi sono acidi detti “deboli” o basi “deboli” e con l'intermedio esatto detto neutro (Ph 7).

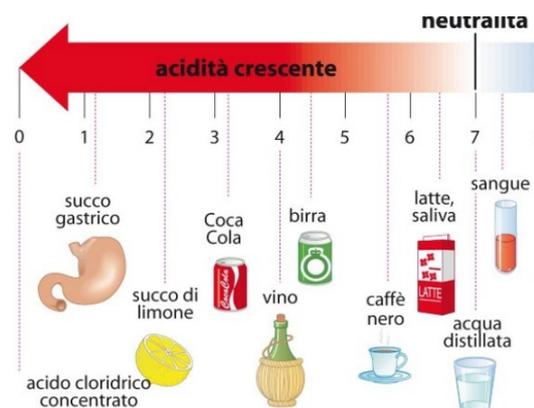


(ad ogni aumento di un grado diminuisce di dieci volte l'acidità e aumenta di dieci volte la basicità)

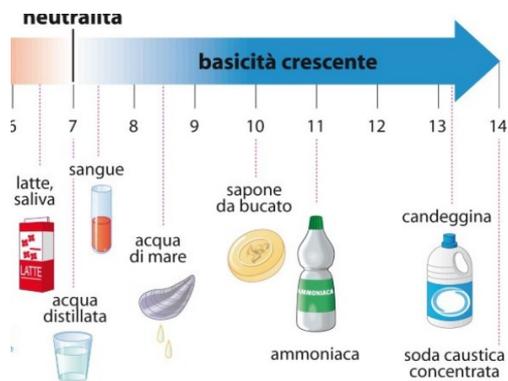
Per la misura del Ph esistono appositi apparecchi digitali oppure si possono usare delle strisce di carta imbevute di sostanze sensibili (estratte dai licheni) che mutano colore, le cosiddette cartine tornasole.



**Esp 2: Con una cartina tornasole (acquistabile nei negozi agrari o per acquari o in farmacia), puoi saggiare la reazione di varie sostanze presenti in casa: limone, aceto, saliva, coca cola e altre bevande, acqua potabile, detersivo, bicarbonato di sodio, ammoniaca, acido muriatico, candeggina, calce bagnata, ecc ... (gli ultimi quattro vanno maneggiati con attenzione perché corrosivi, eventualmente sciacquandosi subito se li si tocca). Ogni volta la cartina si colorerà in un certo modo e si potrà leggere la misura del Ph sull'apposita scala numerata.**



(l'acido cloridrico è presente nel nostro stomaco ma anche, in forma diluita, nell'acido muriatico; è un acido forte)



(la soda caustica, presente nei liquidi per sturare i lavandini, è una base forte)



- procedendo così (sciacquando la bacchetta e il contagocce ogni volta che cambiava reagente) con pazienza fino a quando il Ph non è risultato chiaramente neutro.

### Esp 3: UNA REAZIONE ALCHEMICA

Con l'aiuto dell'insegnante abbiamo prodotto un'interessante reazione tra la soda caustica (idrossido di sodio, NaOH) e l'acido cloridrico (cloruro d'idrogeno, HCl):



- abbiamo preparato in due becker le due sostanze alla stessa diluizione (20%);



- abbiamo versato un'ugual quantità dei due reagenti in uno stesso ampio becker (20 ml);
- dopo aver ben mescolato con una bacchetta di vetro abbiamo misurato il Ph.
- abbiamo aggiunto con un contagocce (pipetta Pasteur) poche gocce della sostanza opposta a quella registrata in eccesso, abbiamo mescolato e misurato di nuovo il Ph;

**A questo punto un alchimista si chiederebbe:**

- *Che cosa vi sia dentro il becker?*  
*Una quantità esattamente equivalente di due sostanze altamente pericolose o altro?*
- *Quali indizi abbiamo noi per capire che sostanza è?*  
*Toccando il fondo del becker esso si presenta caldo.*  
*Assaggiandone un po' sembra acqua di mare.*
- *Verifichiamo la nostra ipotesi lasciando la soluzione su una debole fonte di calore o al sole.*
- *Cosa abbiamo osservato?*  
*Il soluto si è cristallizzato in modo da riconoscerlo.*

### b) La nascita della Chimica

Nel corso del XVIII secolo, a seguito del modificarsi della mentalità che si andava affermando col metodo sperimentale di Galileo, anche gli studi sulle sostanze diventano più rigorosi.

E' in questo modo che un po' alla volta si scoprì che c'erano arie e arie cioè che l'aria non era un elemento omogeneo. Si iniziò così a parlare di gas.

#### 1- La scoperta dei gas

- Il primo ad usare la parola "gas" fu Jan Baptiste Van Helmont (1580-1644), un medico-alchimista che identificò anche il primo di essi, chiamato in seguito Aria Fissa e più tardi Anidride carbonica (ottenuto dalle combustioni di legno e carbone).



- Alla fine del secolo seguente raccogliendo le bolle di gas che si liberavano sulla superficie delle paludi Alessandro Volta scoprì un gas infiammabile, quello che oggi chiamiamo metano.

- Ma di gas infiammabili ve n'erano anche di più leggeri ed esplosivi come l'idrogeno (Henry Cavendish).

- Mentre un gas dell'aria era del tutto inadatto alla respirazione, l'azoto (a-zoto cioè privo di vita; Daniel Rutherford).

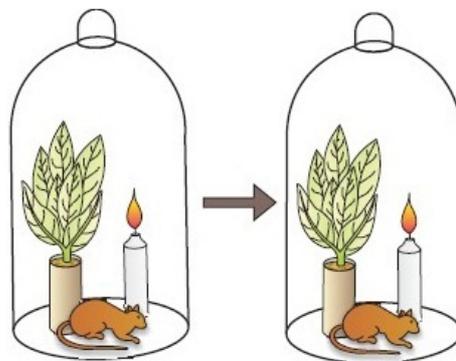
- Il Pastore inglese Joseph Priestley (1733-1804)



comprese che l'Anidride carbonica era un gas più pesante dell'Azoto, smorzava la fiamma e uccideva un topolino sotto una campana di vetro; e scoprì l'esistenza dell'Aria vitale cioè dell'ossigeno un gas prodotto dalle piantine di menta poste sotto una campana di vetro.



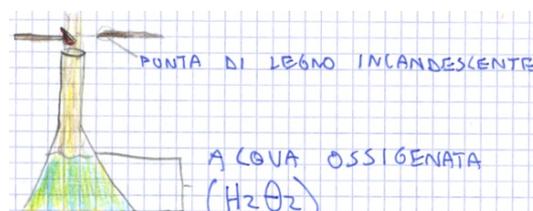
Esso rinvigorisce la fiamma e prolunga la sopravvivenza del topolino.



#### **Esp 4: PRODUZIONE DI OSSIGENO (O<sub>2</sub>)** **Vedi i video sulla produzione di ossigeno.**

Ponendo in una Beuta di media grandezza dell'acqua ossigenata o perossido d'idrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e aggiungendo un pezzetto di lievito di birra sbriciolato abbiamo visto il prodursi nella Beuta di bolle di gas in gran quantità mentre essa si è riscaldata.

Per sapere di che gas abbiamo acceso uno stuzzicadenti per qualche secondo e poi l'abbiamo spento in modo che avesse la punta incandescente: ponendo lo stuzzicadenti incandescente sull'apertura della Beuta si è riacceso.



Evidentemente si tratta di ossigeno, il gas che alimenta la fiamma nelle combustioni e che è stato prodotto dal lievito a partire dall'acqua ossigenata.

#### **Esp 5: PRODUZIONE DI IDROGENO (H<sub>2</sub>)** **Vedi video sulla produzione di idrogeno**

In una beuta codata di media grandezza abbiamo inserito una certa quantità di acido cloridrico concentrato. Abbiamo collegato il sifone laterale della beuta con un tubo di gomma ad una bacinella d'acqua nella quale abbiamo sciolto del detersivo per i piatti.

Quindi abbiamo buttato nella beuta una manciata di pezzetti di Zinco (**Zn**) e tappato la beuta.

Abbiamo visto reagire con energia lo Zinco e, mentre la beuta si surriscalda, si sono formate delle bolle nella bacinella: evidentemente la reazione tra acido cloridrico e Zinco libera un gas.

A questo punto avvicinando un fiammifero o uno stuzzicadenti acceso alle bolle si è visto esplodere le bolle con una fiammata improvvisa. Si tratta infatti di Idrogeno.

Siccome vi è stata liberazione di energia termica sia nella reazione nella beuta sia nella combustione dell'idrogeno possiamo dire che entrambe queste reazioni sono esotermiche, anche se la seconda lo è con molta maggiore intensità (l'idrogeno è il combustibile dei razzi spaziali, in quanto estremamente leggero e molto energetico).

### **Esp 6: L'ANIDRIDE CARBONICA**

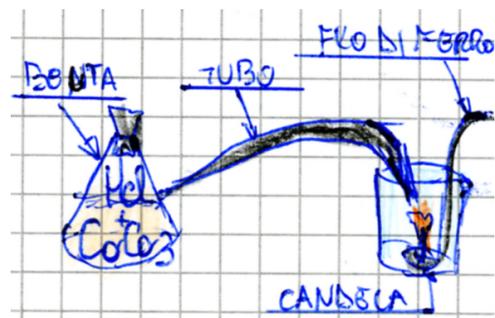
**Vedi video sulla produzione di anidride carbonica.**

Abbiamo costruito col filo di ferro un supporto circolare per una piccolissima candela in modo da poterla infilare accesa in un becker lungo.

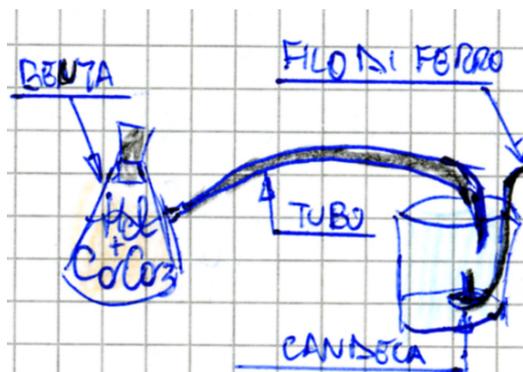
Abbiamo fatto arrivare un tubo di gomma proveniente da una Beuta codata nella quale è stato messo dell'acido cloridrico (20%) nel becker.

Buttando nella Beuta una manciata di granelli di calcare (**CaCO<sub>3</sub>**) abbiamo visto svilupparsi ancora una volta un gas con la Beuta in riscaldamento.

A questo punto abbiamo calato lentamente la nostra candelina nel becker e abbiamo visto che essa ad un certo punto si spegneva.



Ciò accade a causa dell'anidride carbonica che si è sostituita all'aria in quanto più pesante di essa.



## **2 - Antoine-Laurent de Lavoisier**



Con Lavoisier (1743-1794) si può dire che abbia inizio la Chimica come vera e propria scienza.

Lavoisier fu un aristocratico che assunse ruoli importanti nel governo del regno di Francia sotto Luigi XVI e che venne ghigliottinato dal tribunale della rivoluzione francese nel 1794.

Vediamo tre motivi per cui Lavoisier è considerato il fondatore della Chimica.

- Innanzitutto egli scopre il ruolo fondamentale dell'Ossigeno in numerose reazioni chimiche e in natura:

- + la combustione delle sostanze infiammabili (per la combustione dell'idrogeno nello spazio i razzi devono portarsi in appositi serbatoi anche l'ossigeno)
- + l'ossidazione che forma le ruggini dei metalli
- + la calcinazione per cui bruciando il calcare si ottiene la cosiddetta calce viva e cioè l'Ossido di Calcio (**CaO**)
- + la respirazione degli esseri viventi

- Egli inoltre mette a punto un apparato strumentale che gli permette di sperimentare misurando con precisione le quantità di sostanze consumate o prodotte (pesi o volumi).  
 - Infine a Lavoisier dobbiamo la scoperta della legge di conservazione della materia: nelle trasformazioni chimiche nulla scompare distruggendosi e allo stesso modo quel che si genera non viene dal nulla.  
 Infatti il peso totale dei reagenti equivale perfettamente a quello totale dei prodotti.

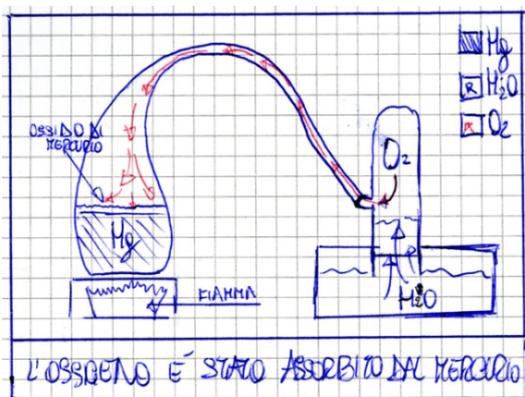


(il fumo e la cenere messi insieme pesano quanto il pezzo di carta o di legno prima di bruciare)

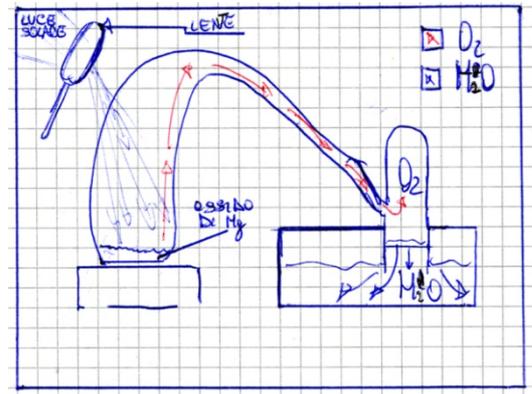
Fece questa dimostrazione utilizzando uno strumento messo a punto da Priestley: una Storta la cui bocca ripiegata nell'acqua si apriva verso l'alto in una campana di vetro contenente aria.

Mise nella Storta una certa quantità di mercurio e lo fece scaldare: col procedere del tempo la superficie del mercurio si copriva di una sostanza rossastra mentre nel contempo l'acqua saliva nella campana di vetro.

Misurando alla fine il contenuto complessivo della Storta esso era aumentato di peso: evidentemente l'ossigeno della campana di vetro si è andato combinando col mercurio formando la ruggine cioè l'ossido di mercurio.



questa si dissocia di nuovo in mercurio e ossigeno, col risultato di far abbassare il livello dell'acqua nella campana di vetro.



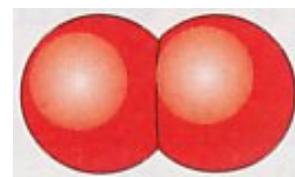
### c) Capire la Chimica

Nel secolo successivo la Chimica fece dei passi decisivi nel divenire una vera e propria scienza cioè nel comprendere la logica delle trasformazioni chimiche, al punto di poter fare delle ipotesi ragionate sull'esito delle reazioni.

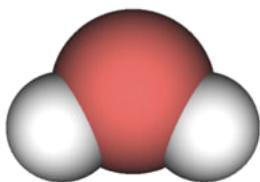
#### 1 – Atomi e molecole

La svolta iniziò con l'idea di John Dalton (1766-1844): Per Dalton le sostanze chimiche andavano pensate come particelle invisibili di forma sferica aventi proprietà e peso diverso tra loro, gli Atomi (a-tomo vuol dire in greco non divisibile). Un passo ancora più importante lo dobbiamo al torinese Amedeo Avogadro (1776-1856) il quale comprese che le sostanze chimiche erano sì da pensarsi come fatte di particelle ma esse dovevano trovarsi riunite in particelle più grandi composte perciò da atomi, le molecole.

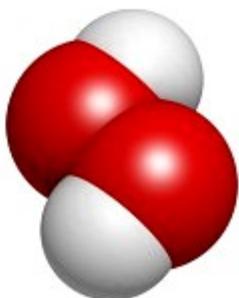
Per esempio l'ossigeno non esiste nell'aria come singolo atomo ma come Molecola fatta da due atomi ( $O_2$ )



e così anche l'idrogeno ( $H_2$ ); l'acqua è da immaginare come molecola fatta da un atomo di ossigeno e da due di idrogeno ( $H_2O$ )



mentre l'acqua ossigenata da due ossigeni e due idrogeni ( $H_2O_2$ ).

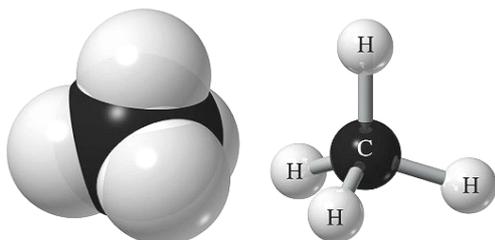


**NB:** quando le molecole sono fatte da atomi di diversa specie si parla di molecole composte o composti.

L'acido cloridrico è da pensarsi come molecola fatta da due atomi diversi, uno di idrogeno e uno di Cloro ( $HCl$ );

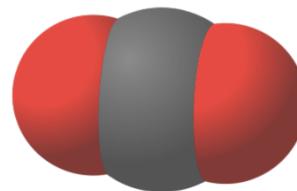


il metano è fatto da un carbonio e quattro idrogeni ( $CH_4$ );



(il modello evidenzia la direzione tetraedrica dei legami tra gli atomi)

l'anidride carbonica da un carbonio e due ossigeni ( $CO_2$ );



la calce viva da un Calcio e un ossigeno ( $CaO$ ), il vetro da un Silicio e due ossigeni ( $SiO_2$ ).

## 2 – La tabella degli Elementi

Nel corso del secolo crebbe la coscienza che **gli elementi semplici cioè gli atomi di tipo diverso** fossero diverse decine e che fossero essi a formare svariati tipi di molecole. Noi abbiamo avuto modo fin qui di conoscerne diversi.

Infine venne il passo decisivo del russo **Dmitrij Ivanovič Mendeleev** (pronuncia Mendelejef, 1834-1907)



che, provando a confrontare gli elementi conosciuti, si rese conto che essi potevano essere messi in fila in ordine di peso e nel contempo essere raggruppati per somiglianza di caratteristiche di comportamento chimico.

Compilò così una tabella dove gli elementi erano messi in orizzontale in progressione di peso ma facendo in modo che si allineassero in verticale per somiglianza di reazione.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
H 1.01									
Li 6.94	Be 9.01	B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0			
Na 23.0	Mg 24.3	Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5			
K 39.1	Ca 40.1		Ti 47.9	V 50.9	Cr 52.0	Mn 54.9	Fe 55.9	Co 58.9	Ni 58.7
Cu 63.5	Zn 65.4			As 74.9	Se 79.0	Br 79.9			
Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9		Ru 101	Rh 103	Pd 106
Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127			
Ce 133	Ba 137	La 139		Ta 181	W 184		Os 194	Ir 192	Pt 195
Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209					
			Th 232		U 238				

(uno degli abbozzi di tabella di Mendeleev; gli spazi vuoti corrispondono ad elementi non ancora conosciuti ma che sarebbero dovuti esistere)

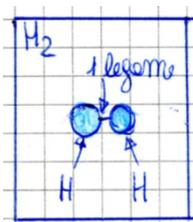
L'idea di Mendeleev nonostante le precisazioni si è rivelata giusta e si è arrivati alla moderna tabella.

### 3 – La logica delle molecole

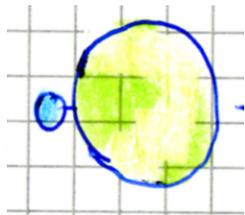
La tabella di Mendeleev ci offre una chiave di lettura per comprendere la logica delle formule molecolari.

#### - VALENZA UNO

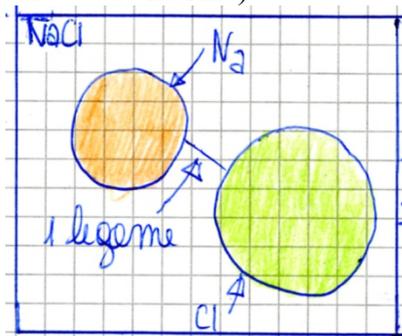
Consideriamo gli elementi che si trovano sulla prima colonna a sinistra, per esempio l'idrogeno e il sodio: gli atomi di questa fila formano un solo legame molecolare con se stessi (per esempio H-H cioè  $H_2$ )



o con altri atomi (per esempio col cloro, che pesa 35, H-Cl o  $HCl$  cioè acido cloridrico;



o col sodio, che pesa 23, Na-Cl cioè  $NaCl$ , il cloruro di sodio o sale marino)

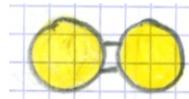


(nei disegni la dimensione degli atomi cerca di tenere presente il peso relativo cioè il numero di massa delle particelle)

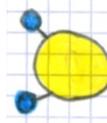
Se ora consideriamo la prima colonna da destra saltando quella dei gas nobili troviamo il Cloro: anch'esso forma un solo legame molecolare e ciò preferenzialmente con gli elementi delle prime colonne dell'estrema sinistra formando per esempio il cloruro di sodio e l'acido cloridrico. Diremo perciò che gli elementi di queste due opposte colonne hanno valenza uno.

#### - VALENZA DUE

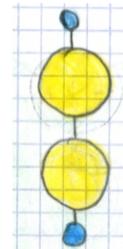
Passando alla colonna successiva sempre da destra troviamo l'ossigeno (peso 16), che forma due legami molecolari con se stesso ( $O_2$ )



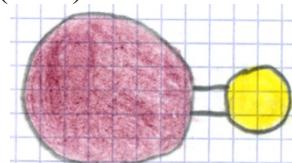
o con l'idrogeno che si trova all'estrema sinistra creando un legame con ciascun atomo di idrogeno e formando così l'acqua ( $H_2O$ ).



Ma con l'idrogeno è anche possibile, sempre rispettando le proprie valenze, la molecola dell'acqua ossigenata:



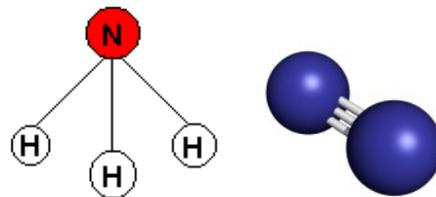
O si può legare col Calcio che si trova nella seconda colonna da sinistra e che perciò, avendo due Valenze avrà a sua volta un doppio legame con l'ossigeno formando la calce viva ( $CaO$ )



Col sodio e l'idrogeno l'ossigeno può formare anche la molecola della soda caustica o idrossido d'idrogeno  $NaOH$ :

#### - VALENZA TRE

Citiamo solo l'esempio dell'azoto (N), di peso 14. La sua posizione indica che normalmente forma tre legami come nel caso dell'ammoniaca ( $NH_3$ ) o con se stesso (l'azoto dell'aria,  $N_2$ ).

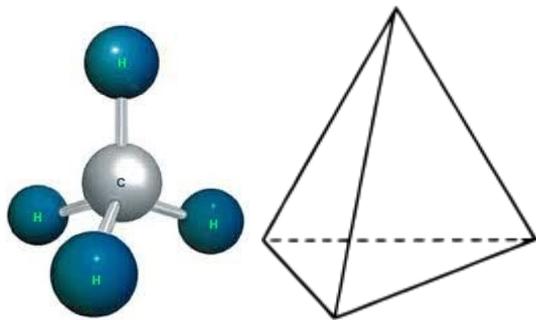


(l'ammoniaca, come l'acqua ha un solo asse di simmetria)

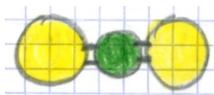
#### - VALENZA QUATTRO

Passando ora al Carbonio (peso 12), l'elemento principale di tutti gli esseri viventi, possiamo vedere alcune delle sue molecole tenendo

presente che, essendo in quarta posizione da destra, tolti i gas nobili, possiede 4 valenze. Il Metano,  $\text{CH}_4$ , ha i quattro legami disposti ai quattro vertici di un tetraedro.



L'anidride carbonica può quindi essere rappresentata in questo modo:

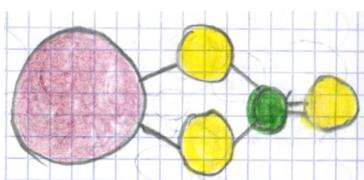


(anidride carbonica o diossido di carbonio,  $\text{CO}_2$ )

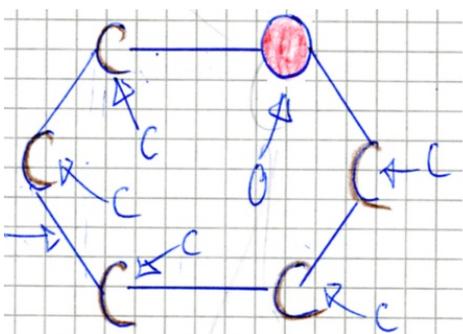
Sempre in quarta colonna troviamo il Silicio (Quarzo o vetro, cioè diossido di Silicio,  $\text{SiO}_2$ ; peso 29), l'elemento principale della rosta terrestre, anch'esso con quattro valenze.

#### - TRE MOLECOLE PIU' COMPLESSE

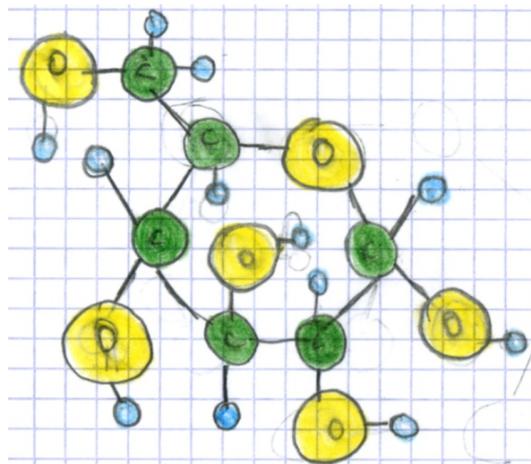
Consideriamo ora la molecola del calcare,  $\text{CaCO}_3$ : date le valenze sono immaginabili tre possibilità di combinazione, di cui quella reale è quella a maggior simmetria e che lega tra loro preferenzialmente gli elementi delle due estremità della tabella di Mendeleev:



Da ultimo vediamo la molecola del **Glucosio** ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), rappresentativa delle molecole organiche che sono ben più complesse. Essa è strutturata su una base esagonale



sulla quale si innestano poi i diversi atomi mancanti all'appello.



### d) Bilanciare le reazioni

Da ultimo abbiamo provato a riguardare le reazioni chimiche incontrate nel nostro percorso interpretandole alla luce della teoria molecolare.

#### - LA CREAZIONE DEL SALE

Sappiamo che si ottiene dalla reazione della soda caustica con l'acido cloridrico:



Abbiamo provato a disegnare le due molecole reagenti e ci siamo accorti che mancavano alcuni atomi (un ossigeno e due idrogeni).

Abbiamo facilmente risolto l'enigma supponendo che nella reazione si sia creata anche una molecola di acqua, la cui aggiunta non era ovviamente osservabile essendo i reagenti diluiti in acqua.



#### - LA PRODUZIONE DELL'IDROGENO

Sapendo che lo Zinco metallico (**Zn**), di peso 65, ha reagito con l'acido cloridrico così da produrre idrogeno gassoso:



Abbiamo notato che tra i prodotti mancano cloro e zinco; pertanto abbiamo immaginato

che i due si sono combinati tra loro formando il cloruro di zinco, un sale rimasto disciolto nella beuta:

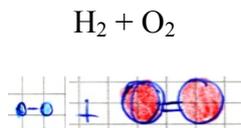


Nei prodotti però risultano esserci due atomi di cloro e due di idrogeno mentre nei reagenti ne vediamo solo uno per tipo. Pertanto abbiamo ipotizzato che per ogni atomo di zinco reagiscano due molecole di acido cloridrico.

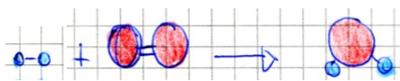


### - LA COMBUSTIONE DELL'IDROGENO

Sappiamo che perché avvenga una combustione è necessario che vi sia reazione con l'ossigeno. Quindi la reazione tra i due reagenti è:

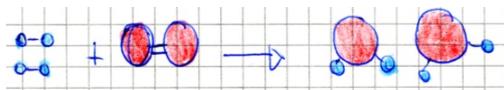


Ci siamo chiesti allora quale fosse il prodotto. Per la legge di conservazione della materia di Lavoisier essi non possono essere spariti, perciò abbiamo ipotizzato che venisse prodotta dell'acqua (sotto forma di vapore):



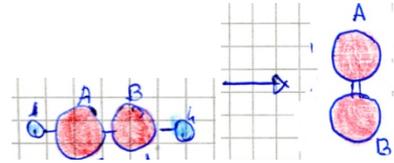
Osservando attentamente la reazione si nota che manca un atomo di ossigeno tra i prodotti. Ciò significa che per ogni molecola di ossigeno reagiscono due molecole di idrogeno.

In questo modo si possono produrre due molecole d'acqua e si ha il pareggio tra reagenti e prodotti:



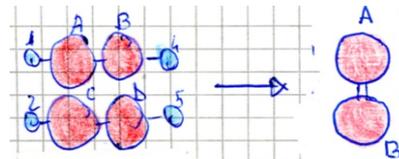
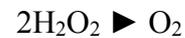
### - LA PRODUZIONE DELL'OSSIGENO

Abbiamo visto che l'ossigeno si produce a partire dall'acqua ossigenata (sotto l'azione catalitica del lievito di birra).

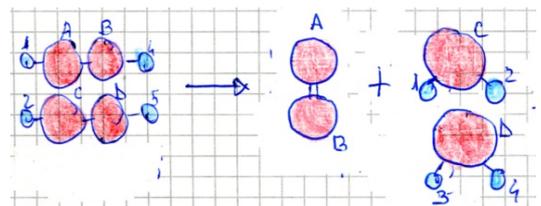


Mancano due atomi di idrogeno ma possiamo escludere che si liberi come H<sub>2</sub> perché sappiamo che è esplosivo.

La spiegazione può essere che nella reazione entrino in gioco due molecole di acqua ossigenata per volta.

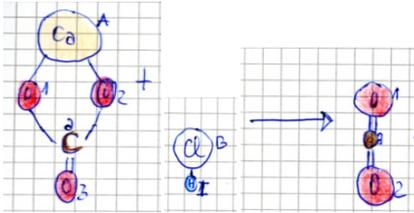


In questo caso è chiaro che gli atomi che avanzano sono 4 di idrogeno e due di ossigeno, vale a dire gli atomi necessari per formare due molecole d'acqua.

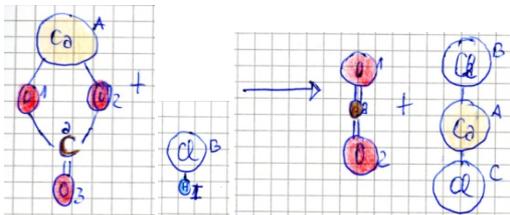


- LA PRODUZIONE DELL'ANIDRIDE CARBONICA

Nella reazione tra calcare e acido cloridrico sappiamo che si libera anidride carbonica, la quale va a depositarsi invisibilmente sul fondo del becker spegnendo la fiamma:



E' subito evidente che numerosi elementi qui non compaiono nei prodotti ma possiamo supporre che Cloro e Calcio si combinino tra loro essendo agli estremi della tabella di Mendeleev (Calcio con due valenze e Cloro con una):



Nella reazione mancano tra i prodotti l'Idrogeno e l'Ossigeno, mentre tra i reagenti vi è un atomo di Cloro in più. Il bilanciamento potrebbe essere ottenuto supponendo che per ogni molecola di calcare reagiscano due molecole di acido cloridrico e tra i prodotti vi sia anche l'acqua:

