

ambigua sfuggente

.....vitale

...la maggioranza della gente è talmente avvezza a giudicare delle cose sul fondamento dei suoi sensi, che, a causa della invisibilità dell'aria, ad essa non assegnano alcun attributo e la considerano come un niente.

(R. Boyle)



A partire dalla preistoria l'uomo ha accumulato notevoli conoscenze sui materiali solidi e sulle sostanze liquide. In tal modo le varie civiltà hanno sviluppato arti e mestieri per ottenere una molteplicità di prodotti: metalli, ceramiche, tessuti, coloranti, pigmenti, essenze, unguenti, bevande, infusi, alimenti ed altro ancora.

L'aria, invece, per la sua inafferrabilità è sempre stata percepita come un'entità mutevole e misteriosa: nel corso dei millenni sono state formulate numerose e controverse interpretazioni sulla sua natura, svelata soltanto alla fine del XVIII secolo.

Il tardivo riconoscimento è legato sia al fatto che le sostanze gassose sono tra loro miscibili sia alla difficoltà dei nostri sensi a percepire l'aria in modo diretto. Il loro studio ha

quindi richiesto la messa a punto di apparecchi e tecniche capaci di confinare, separare e riconoscere singole sostanze gassose.



Questo tipo di ricerca iniziò soltanto alla metà del XVII secolo e rivelò subito l'esistenza di sostanze aeriformi con proprietà diverse da quelle dell'aria atmosferica, ma i primi importanti risultati giunsero soltanto dopo il 1750, con l'avvio di studi rigorosamente quantitativi delle trasformazioni chimiche concernenti la materia aeriforme.

Lo sviluppo di queste ricerche fu impetuoso e può essere considerato una sorta di big-bang della Chimica, scienza centrale tra Fisica e Biologia, a cui si è subito affiancato lo sviluppo dell'industria chimica. In pochi decenni si giunse alla comprensione delle proprietà fisiche e chimiche dei gas e la giusta chiave per interpretare la struttura della materia nel suo complesso.

Tuttavia, nonostante il progresso delle conoscenze scientifiche, l'aria ed i gas ancora oggi continuano ad essere percepiti con difficoltà e siamo portati a sottovalutare la loro importanza per la nostra vita e per lo sviluppo della nostra società.

Questa mostra propone un viaggio attraverso le più importanti scoperte che hanno permesso di definire la natura della materia aeriforme, ed offre nello stesso tempo una panoramica delle principali sostanze gassose che regolano gli equilibri del nostro mondo e che ci accompagnano nelle nostre attività quotidiane.

*Laudato si', mi' Signore, per frate Vento
et per aere et nubilo et sereno et onne tempo,
per lo quale, a le Tue creature dài sustentamento.*

(San Francesco, Canto delle Creature)

R. Y.

The Honourable ROBERT BOYLE, Esq;

Printed by J. Cuswell for J. Crooke, and are to be
sold at the Ship in St. Paul's Church-Yard.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

l'aria nel mondo antico

...e della pelle di bue novenne appresentommi un otre, che imprigionava i tempestosi venti: poichè de' venti dispensier supremo fu da Giove nomato; ed a sua voglia stringer lor puote, o rallentare il freno. L'otre nel fondo del naviglio avvinse con funicella lucida d'argento, che non ne uscisse la più picciol'aura; e sol tenne di fuori un opportuno Zefiro, cui le navi e i naviganti diede a spinger su l'onda...

...Così prevalse il mal consiglio. L'otre fu preso e sciolto; e immantinente tutti con furia ne scoppiar gli agili venti. La subitana orribile procella li rapì dalla patria e li portava sospirosi nell'alto.

(Odissea, libro X)

Gli Egizi rappresentavano con un unico geroglifico l'aria, il vento e la vela.



Gli Assiri utilizzavano otri gonfiati con aria per costruire ponti galleggianti ed un antico bassorilievo mostra nuotatori che si appoggiano su otri gonfiati

Nell'antica Grecia predominava una concezione mitica della natura e, quindi, anche dell'aria. Secondo la mitologia greca i venti erano custoditi, per volere di Zeus, da un unico signore: Eolo. Nell'Odissea si narra che Ulisse ricevette in dono da Eolo i venti contrari racchiusi in un otre.

Il **mantice**, utilizzato ampiamente per ravvivare il fuoco o per far funzionare forni e fornaci presso numerose popolazioni, è forse la più evidente applicazione di tipo pneumatico in epoche remote. Ciò mostra chiaramente che nell'antichità l'uomo sapeva costruire otri sufficientemente ermetici per racchiudere l'aria e, quindi, comprimerla o lasciarla espandere.

...come quando una bambina, giocando con la "clessidra" di rame ripulente, sigilla con la bolla mano l'apertura del collo e immerge lo strumento nel corpo tenero dell'acqua argentea, e non una goccia penetra dentro il vaso, ma la respinge la massa d'aria che preme dall'interno sulle fessure fitte, finché la bimba non lasci fluire la corrente comparsa allora, poiché l'aria viene meno, si penetra una quantità uguale di acqua. Così anche quando l'acqua sta dentro le profondità del vaso di rame o il collo, e l'imboccatura sono chiusi da mano mortale, l'aria che viene da fuori, forzando per entrare, trattiene l'acqua intorno alla soglia dell'imbuto quegl'altro, dimostrandone la sommità, finché la mano non la lasci libera, e allora, nuovamente, se l'aria si assenta al contrario di prima, l'acqua, fatalmente, ne esce.
(Empedocle)

Presso le civiltà più evolute erano state certamente acquisite conoscenze empiriche sull'elasticità dell'aria e fenomeni correlati quali riscaldamento, raffreddamento e condensazione dell'umidità.

"ben sai come nell'aere si raccoglie quell'umido vapor che in acqua riede tosto che sale dove freddo lo coglie"

(Dante, Purgatorio, canto V)

Empedocle nel V secolo a.c. per primo affermò che l'aria è materia.

A sostegno di ciò utilizzò i semplici giochi che anche una bambina poteva fare con una clessidra ad acqua, strumento ampiamente utilizzato nell'antica Grecia.

Ma quale tipo di materia formava l'aria? Aveva un peso?

Molti, compreso Aristotele, cercarono di pesarla, ma gli esperimenti venivano fatti in modo errato, pesando un otre prima e dopo essere stato gonfiato con l'aria. Naturalmente osservavano sempre lo stesso peso. L'idea che l'aria fosse priva di peso divenne senso comune ed il termine "spirito" venne usato sempre più spesso per definire la materia aeriforme.



filosofi della natura e alchimisti



Lo sviluppo delle attività materiali dell'uomo ha prodotto numerosi manufatti ed una molteplicità di specialisti:

la filosofia della natura, che ebbe il suo massimo sviluppo nell'antica Civiltà greca tra il 600 ed il 300 a.C., rappresenta l'elemento fondante del pensiero razionale. Prescindendo da qualsiasi concezione religiosa, sulla base della semplice osservazione, i filosofi della natura formulavano teorie apparentemente capaci di spiegare tutto quanto era connesso agli eventi naturali ed alle varie attività degli uomini (che allora erano sarti, vasai, fabbri, vetrai, falegnami, agricoltori, guaritori, ingegneri, muratori, artisti, ...)

La scuola di Mileto, che fu la prima a svilupparsi, sosteneva che tutto aveva avuto origine da una sostanza primordiale (primo principio): Talete sostenne invece che fosse l'acqua. Eraclito ritenne che fosse il fuoco, mentre Anassimene individuò tale primo principio nell'aria. L'esistenza di un elemento primordiale fu invece negata da Anassagora e, poi, da Empedocle che considerava la materia costituita non da uno ma dai quattro elementi acqua, terra, aria e fuoco.

Democrito sosteneva che la materia fosse costituita da atomi separati dal vuoto: "niente esiste tranne gli atomi ed il vuoto; tutto il resto è opinione". Questa teoria atomistica basata su una visione microscopica, impossibile da percepire, fu presto dimenticata.

Semplicemente guardando un pezzo di legno verde che arde nella stufa, potrai senza fatica distinguere nelle sue parti digiunte quattro elementi...

Il fuoco si manifesta nella fiamma con il suo colore; il fumo si innalza nel tubo e sparisce trasformandosi in aria, dimostrando in misura sufficiente la sua appartenenza a questo elemento; l'acqua, nell'aspetto che la è proprio, rigola e ribolle all'estremità del seppo... e la cenere, col suo peso, saputo inghiottito e seccato, dimostra la sua appartenenza all'elemento terra.

Parole dell'anticochimico Thémistius in "The Sceptical Chémist" pubblicato da Boyle nel 1661

Aristotele, al contrario, negò decisamente l'esistenza del vuoto riprendendo la teoria dei quattro elementi di Empedocle.

Nella teoria aristotelica il Fuoco è considerato elemento affine all'Aria. Entrambi, contrariamente all'Acqua ed alla Terra, non sono direttamente percepiti come materia dall'uomo, ma l'osservazione di un pezzo di legno fresco che arde è stata considerata l'argomento più convincente a favore della teoria dei 4 elementi.

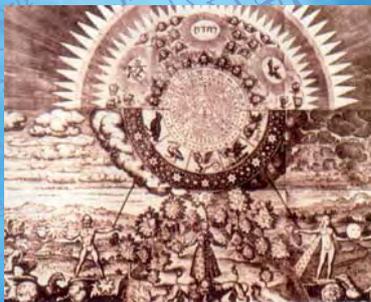
Questa visione, facilmente accettabile sulla base del senso comune, dominò i due millenni successivi, bloccando lo sviluppo della speculazione conoscitiva. Inoltre, l'avvento dell'impero romano segnò un netto spostamento dell'attenzione verso le attività tecnologiche.

La teoria aristotelica generò due convinzioni:

- la natura rifugge il vuoto (principio dell' "horror vacui");
- è possibile trasmutare la materia.

Questa seconda convinzione ebbe come conseguenza la nascita dell'Alchimia. Per anni lo studio della materia, si volse alla trasmutazione dei solidi in oro o dei liquidi nell'elisir della vita e la pratica sperimentale si ritirò nel chiuso delle botteghe, protetta dal segreto. I risultati vennero tramandati oralmente o mediante testi ermetici, con conseguente frazionamento e dispersione delle conoscenze.

In vero già nel medioevo gli alchimisti arabi capirono che quattro elementi non bastavano per spiegare le trasformazioni della materia e ne introdussero altri, ma la prima vera rottura con la teoria aristotelica avvenne soltanto nel 1600, quando Torricelli dimostrò che il vuoto si poteva fare abbastanza facilmente e Boyle pubblicò "The Sceptical Chemist" (1661), ponendo il metodo sperimentale a fondamento della ricerca scientifica.



affermazione del metodo sperimentale

“lo spirito silvestre che non può essere raccolto in alcun recipiente ed è impossibile renderlo un corpo visibile”

[definizione data da Van Helmont attorno al 1620 al “gas silvestre” (la nostra anidride carbonica)]



Materia è tutto ciò che possiamo percepire, direttamente od indirettamente, con i sensi. L'aria pura essendo incolore, inodore e molto leggera, diversamente dai solidi e dai liquidi, non è generalmente percepibile dai nostri sensi. Per poterla studiare è stato necessario costruire apparecchiature che, come vere e proprie protesi, consentissero di apprezzare indirettamente ciò che i sensi non sono in grado di rilevare in modo diretto.

Il termine “gas” fu utilizzato la prima volta da Johann Baptista van Helmont all'inizio del XVII secolo per descrivere

diversi tipi di sostanze aeriformi. Tuttavia egli riteneva che non fosse possibile studiarli e meglio distinguerli.

Per fortuna questa convinzione fu smentita ben presto dalle esperienze sul vuoto di Torricelli e dall'opera di Boyle, che hanno consentito di mettere a punto tutte le tecniche necessarie per produrre, confinare, manipolare, pesare e caratterizzare le sostanze gassose.

L'ideazione di specifiche stru-

Gas descritti da Johann Baptista van Helmont (1579 - 1644)

- gas che si sviluppa da “Spa Water” (tipo di acqua minerale naturale) [CO₂]
- gas prodotto dalla combustione del carbone [CO₂ + CO]
- gas fermentato nella fermentazione vinosa [CO₂]
- gas sviluppato da eruzioni [CO₂]
- gas velenoso delle miniere [CO₂]
- gas velenoso rosso [NO₂] formatosi dall'acqua forte (HNO₃) sull'argento
- gas sviluppati da acqua forte (HNO₃) e sale ammonico (NH₄Cl) [HCl]
- gas solforoso che sale dalla zolla che brucia [SO₂]
- gas che si ottiene bruciando la polvere da sparo in recipienti chiusi [CO₂ + H₂O + SO₂]
- gas infiammabile intestinale [H₂ + CH₄ + H₂S + impurezze]
- gas sviluppato dalla putrefazione [H₂ + CH₄ + H₂S + ammine e molti altri composti organici]

In parentesi quadra la formula chimica delle sostanze gassose descritte

mentazioni ed il perfezionamento delle apparecchiature si susseguirono nei decenni successivi e portarono a numerose nuove scoperte.

Gli esperimenti indicarono che un dato volume d'aria aveva un peso variabile con la pressione e la bilancia diventò strumento primario per studiare la variazione del peso dei corpi con la combustione. Furono però necessari più di cento anni per definire la composizione dell'aria ed individuare con certezza le prime sostanze aeriformi. Infatti, ancora nella prima metà del 1700, l'idea aristotelica che l'aria fosse un singolo elemento era dominante e Gorge Ernest Stahl, per spiegare processi quali la combustione, la respirazione e l'ossidazione dei metalli, postulò nel 1723 l'esistenza di un nuovo elemento: il **flogisto**.

La teoria del flogisto fu generalmente accettata e per molti decenni, a sua volta, ostacolò la corretta interpretazione delle evidenze sperimentali.



chimici pneumatici

“presto mi sono convinto che non è possibile farsi un'opinione sul fenomeno del fuoco fintanto che non si comprende cosa sia l'aria”

(Scheele, 1775)

“esistono diversi tipi di aria? Le diverse arie che la natura ci offre o che noi riusciamo a produrre sono sostanze individuali o semplicemente modificazioni dell'aria atmosferica?”

(Lavoisier, 1775)



Madame de Pompadour legge l'Encyclopédie

“oggi i filosofi saggi riconoscono che si ignora assolutamente in che cosa consistano gli elementi dei corpi”

(voce “elemento” - Encyclopédie di Diderot e D'Alambert)

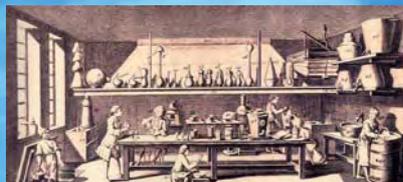
In apparenza, centoventi anni dopo la rivoluzione di Boyle, ben poco era stato fatto per superare la teoria aristotelica. L'impresa era ardua: dovevano essere scalzate convinzioni ormai radicate da millenni ed i pochi ricercatori impegnati nelle sperimentazioni erano diletanti, molto spesso dediti ad altre occupazioni. Le risorse a disposizione erano limitate e non era facile reperire i materiali per costruire strumentazioni adeguate allo studio quantitativo delle reazioni chimiche.



La curiosità, l'ingegno e l'impegno portarono un pugno di pionieri a scoprire nuove ed inaspettate proprietà della materia. Essi impararono a produrre il vuoto, a manipolare aria e gas ed a fare precise misure della temperatura; costruirono bilance sempre più precise e trovarono metodi adeguati per fare avvenire reazioni chimiche all'interno di recipienti chiusi. Con i loro esperimenti scoprirono nuove sostanze gassose e, non riconoscendone ancora l'esatta natura, le definirono “arie” con proprietà diverse rispetto all'aria atmosferica. Per questo motivo vengono comunemente detti **Chimici Pneumatici**.

La Chimica Pneumatica ebbe un decisivo impulso dopo il 1727 quando **Stephen Hales** pubblicò i primi risultati di ricerche su sostanze gassose ottenute grazie all'uso del **bagno pneumatico**, ma il primo studio rigorosamente quantitativo di una reazione chimica fu condotto da **Joseph Black** attorno al 1754 per preparare “l'aria fissa” (CO_2) dalla *magnesia alba* (carbonato basico di magnesio).

Egli dimostrò che il gas, sviluppato dai carbonati per riscaldamento, è identico a quello che si sviluppa nei processi ben noti della combustione della legna, della respirazione animale e dalla fermentazione vinosa o da alcune particolari acque minerali naturali.



chimici pneumatici



Questo risultato rivoluzionò la concezione del mondo materiale dell'epoca: una stessa sostanza poteva essere ottenuta da corpi appartenenti indifferentemente al regno animale o a quello minerale inanimato.

Il lavoro di Black fu molto importante per due aspetti: sul piano scientifico insegnò ai chimici la rigorosa metodologia su cui si basa il loro lavoro; sul piano pratico-applicativo, fornì le basi per capire i meccanismi di presa della calce e per ottimizzare i processi utilizzati per produrla dalla cottura del calcare.

Un allievo di Black, **Daniel Rutherford**, descrisse per primo le reazioni chimiche che permettono di ottenere dall'aria il gas che noi oggi chiamiamo azoto. Secondo il linguaggio del tempo dovremmo però dire: egli mostrò che l'aria, in seguito alla combustione, forma una "aria mefitica", vale a dire non adatta alla respirazione, che, dopo la rimozione

dell'"aria fissa", lascia un residuo di "aria flogisticata". L'azoto, infatti, non era ancora riconosciuto come un elemento ma era considerato aria trasformata. In verità la scoperta di questo nuovo gas era già stata fatta indipendentemente, ma non ancora divulgata, da altri chimici (Priestley, Cavendish e Scheele).

La Bolla di Cavendish
La precisione delle misure fatte da Cavendish con strumenti molto semplici è strabiliante e deriva da un'eccezionale abilità sperimentale. Ne è prova il suo ultimo lavoro di chimica pneumatica (1789) con i risultati di esperimenti, piuttosto laboriosi e complessi, ideati per verificare se l'aria era effettivamente costituita da due soli componenti.
Il lavoro consisteva nella completa rimozione da un dato volume d'aria sia dell'ossigeno sia dell'azoto. Dopo numerose prove osservò la costante presenza di un residuo pari a circa 1/120 del volume dell'aria inizialmente contenuta nell'eudiometro. Questa esigua quantità di materia (bolla di Cavendish) rimase un mistero per 110 anni finché Rayleigh e Ramsay scoprirono che nell'aria, propria nel rapporto 1/120, erano presenti l'argon e tracce di altri gas rari.
(A Rayleigh e Ramsay per questa scoperta fu assegnato il premio Nobel nel 1904).

Henry Cavendish per primo mise a punto le tecniche per la determinazione della densità di una sostanza aeriforme, proprietà importantissima per la sua identificazione.

Nel 1766 presentò alla Royal Society una memoria sulle "arie artificiali" nella quale dimostrava che, dalla reazione di vari metalli con acidi, si otteneva una "aria infiammabile", molto più leggera dell'aria atmosferica, che ipotizzò poter essere il flogisto stesso. Pertanto Cavendish è ritenuto lo scopritore dell'idrogeno in quanto gli altri scienziati (Boyle, Lemary, Hales e Lomonossov) che in precedenza lo avevano

osservato non lo avevano riconosciuto come singola sostanza.

Cavendish costruì un particolare eudiometro per stabilire la composizione dell'aria (1783) e, sulla base di migliaia di misure dedusse che essa era costante e valeva, in volume 20,83% di "aria pura" (ossigeno) e 79,17% di "aria flogisticata" (azoto), valori ben poco diversi da quelli ottenuti in seguito con le più sofisticate apparecchiature. Dopo due anni, facendo scoccare la scintilla nell'eudiometro contenente soltanto aria, mostrò che questi due componenti reagiscono e formano una nuova sostanza gassosa da lui definita "acido azotico", gas che oggi chiamiamo biossido di azoto (NO₂). Cavendish lavorò intensamente per tutta la sua lunga vita in vari campi della scienza, ma pubblicò pochissimo. Soltanto dopo la sua morte si scoprì dai suoi appunti che nel 1772 aveva identificato l'azoto e nel 1781 aveva osservato la formazione di acqua secondo una proporzione fissa dalla reazione tra idrogeno ed aria.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

chimici pneumatici



Joseph Priestley iniziò ad occuparsi di scienza all'età di trent'anni e, da chimico dilettante, studiò l'"aria fissa" (CO_2) prodotta in grandi quantità dalla birreria di Leeds, adiacente alla sua abitazione. Scopri che essa poteva essere disciolta in apprezzabile quantità nell'acqua, conferendole un gusto piacevole. Mise quindi

a punto un metodo industriale per la preparazione di acqua gasata, che gli valse uno dei premi scientifici più prestigiosi dell'epoca (Copley Medal).

Priestley diede un fondamentale contributo allo sviluppo delle conoscenze chimiche utilizzando il mercurio nel bagno idropneumatico per poter manipolare i gas solubili nell'acqua.

Con quest'accorgimento egli isolò in breve tempo diverse nuove arie corrispondenti, in termini attuali, ad ossido d'azoto (NO), ammoniaca (NH_3), acido cloridrico (HCl) e biossido di zolfo (SO_2).

Nel 1774 Priestley scoprì l'ossigeno, ma, in conformità alla teoria del flogisto di cui era sostenitore, chiamò questo nuovo gas "aria deflogisticata". La scoperta avvenne quasi per caso: durante un esperimento di riscaldamento dell'ossido di mercurio noto che si sviluppava un gas che rendeva più vivace la fiamma della candela usata per illuminare l'esperimento.

In verità, la scoperta di ossigeno e azoto era già stata fatta negli anni 1771-2 da **Karl Wilhelm Scheele** un giovane e brillante chimico svedese ma, per dimenticanza dell'editore, fu pubblicata soltanto nel 1777.



Scheele, nella sua breve vita (1742-1786), diede un notevole contributo allo sviluppo della scienza chimica. Scopri il fluoro ed un ragguardevole numero di nuovi composti della famiglia degli acidi, tra i quali i tre acidi aeriformi fluoridrico, solfidrico e cianidrico.

Oggi sappiamo che queste sostanze sono molto tossiche e sappiamo come usarle, ma, in passato, tra i chimici erano pratiche comuni sia il riconoscimento organolettico delle sostanze, sia l'inalazione dei gas per saggiarne le proprietà. Molti ritengono che le sostanze scoperte da Scheele possano averne causato il progressivo avvelenamento fino alla morte a soli 44 anni.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



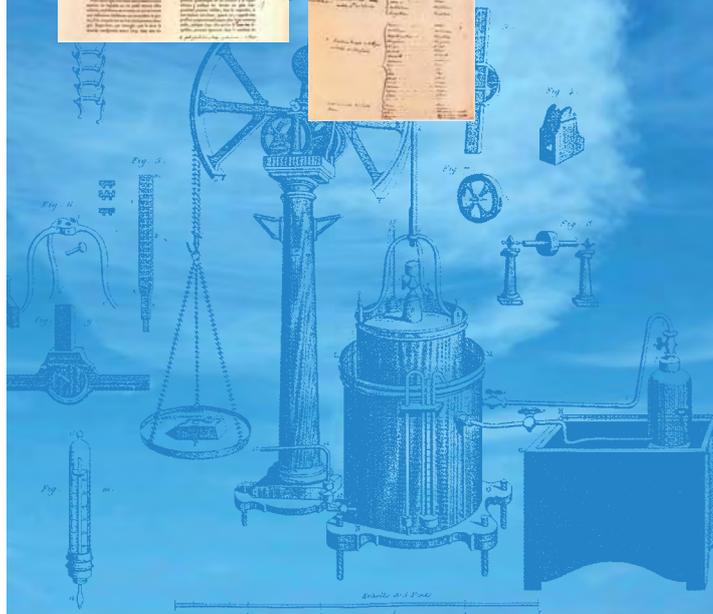
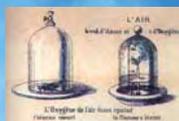
...ma la rivoluzione è nell'aria...

I risultati delle ricerche dei chimici pneumatici furono decisivi ed in pochi decenni suggerirono a Lavoisier gli argomenti fondamentali per pubblicare, nel 1789, il suo Trattato di Chimica, vero e proprio atto di fondazione della Chimica moderna. Infatti, nei cento anni successivi l'indagine sperimentale si sviluppò a ritmi vertiginosi consentendo la definizione di un solido impianto teorico capace di spiegare l'enorme mole di dati sperimentali raccolti sulla materia aeriforme e di aprire la strada che, in breve tempo, avrebbe portato alla definizione della moderna teoria atomica.

Antoine Lavoisier, un giovane membro dell'Accademie Royale des Sciences, seguendo gli insegnamenti di Black condusse rigorosi esperimenti quantitativi in recipienti sigillati e dimostrò definitivamente che durante le reazioni chimiche si ha conservazione della massa.

Realizzò uno dei primi grandi laboratori chimici che, con dotazioni ragguardevoli per l'epoca, richiamò un numero significativo di validi collaboratori. Il loro lavoro tra il 1770 ed il 1789 produsse una vera e propria rivoluzione scientifica.

Lavoisier dimostrò un fatto per il tempo incredibile: l'acqua non è un elemento ma un composto che si può scindere in due distinti corpi aeriformi semplici, l'ossigeno e l'idrogeno, che possono essere ricombinati con formazione di sola acqua.



ossigeno e azoto

“La bilancia è un fedele mezzo di prova che non inganna i chimici..... La definizione del peso dei prodotti di partenza e di quello dei prodotti ottenuti dopo l'esperimento è il fondamento di tutto ciò che di sicuro e preciso può essere fatto in chimica.”

(Lavoisier, 1766)

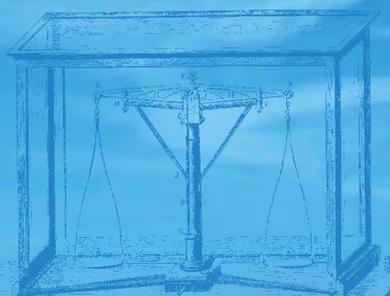
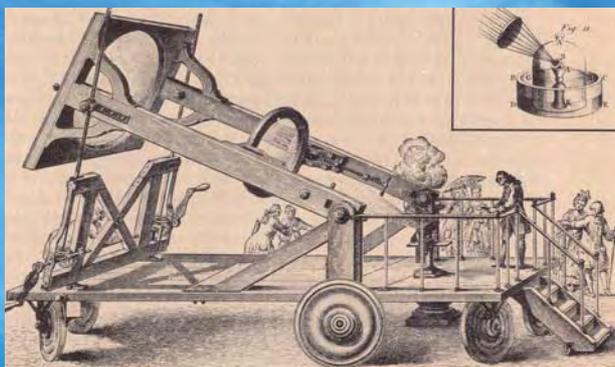


Antoine Lavoisier, dimostrò che l'aria non è costituita da arie modificate per perdita od acquisto di flogisto, bensì da due sostanze elementari, nel rapporto 1 a 4, che battezzò ossigeno ed azoto.

Con una gigantesca lente ustoria bruciò un diamante in una campana ermetica dimostrando, tra la meraviglia generale, che si era prodotto lo stesso gas che si ottiene bruciando il carbone. Questo gas era costituito dai due elementi: carbonio ed ossigeno, con peso percentuale 28 e 72 rispettivamente.

Mostrò che la respirazione animale è un processo di combustione, ossia una reazione tra l'ossigeno e sostanze contenenti carbonio, ed insieme a Laplace mise a punto le tecniche di misura del calore sviluppato dalle reazioni stesse.

Nel 1789, cinque anni prima di essere ghigliottinato, pubblicò il *Traité élémentaire de Chimie*, vero e proprio testo fondante della Chimica moderna, con un nuovo linguaggio chimico che sostanzialmente ancora oggi utilizziamo. Ciò permise non solo di etichettare in modo razionale le migliaia di sostanze note ma anche di assicurare una chiara collocazione a tutte quelle che dovevano ancora essere sintetizzate.



atomi e gas legge dei volumi

...mi sono spesso meravigliato del come una atmosfera complessa...costituisce una massa manifestamente omogenea...

(John Dalton)



All'inizio dell'800 era ormai risaputo che l'aria era un miscuglio di gas di diversa natura ed un pioniere della meteorologia, **John Dalton**, cercò di capire perché l'aria fosse, nonostante ciò, un corpo omogeneo. Con i suoi esperimenti scoprì che, in assenza di reattività chimica, un gas diffonde in un altro come nel vuoto e nel 1801 formulò la legge delle pressioni parziali. Sulla base della fisica Newtoniana fornì una spiegazione fondata su un modello atomico: ogni gas è costituito da particelle di dimensione e peso ben definiti.



In conformità a questo modello, tra il 1803 e il 1807, compilò un elenco dei pesi atomici stimati per alcuni degli elementi conosciuti, utilizzando i valori analitici di Lavoisier e prendendo come unitario il peso dell'idrogeno. La portata di questo lavoro non fu subito compresa dalla comunità scientifica come meritava.

Uno dei pochi sostenitori dell'importanza di questa teoria fu **Jons Berzelius**, che la perfezionò e tra il 1818 ed il 1826 compilò tabelle con valori sempre più precisi dei pesi atomici di oltre 40 elementi. Berzelius, infatti, fu un rigorosissimo sperimentatore chimico che con i suoi colleghi di Stoccolma scoprì numerosi nuovi elementi e fu tra i primi chimici ad intuire la possibilità di raggruppare gli elementi in famiglie con proprietà chimiche affini. Ad esempio introdusse il termine alogeni, tuttora utilizzato, per definire il gruppo degli elementi cloro, bromo e iodio.

In quale rapporto esatto si combinano idrogeno e ossigeno formando l'acqua?

Per rispondere a questa domanda furono misurati i volumi dei gas reagenti e del prodotto utilizzando l'eudiometro di Volta.

Questo tipo di analisi fu utilizzata da molti chimici per lo studio di numerose reazioni ma i risultati rimasero nei cassetti in attesa di spiegazione fino al 1808, quando **Joseph-Louis Gay-Lussac** scoprì la "legge dei volumi di combinazione".



Nelle reazioni tra gas il rapporto tra i volumi reagenti e quelli dei prodotti, misurati nelle stesse condizioni di pressione e temperatura, è dato da piccoli numeri interi (1, 2 o 3)

□ ossigeno □ idrogeno
 □ acqua □ azoto
 □ ammoniaca □ anidride carbonica
 □ monossido carbonio

Risultò molto difficile per gli scienziati conciliare questi risultati e le formule chimiche che da essi si potevano dedurre con la teoria atomica.

Ad esempio due volumi di idrogeno reagiscono con un volume di ossigeno e danno due volumi di acqua, mentre nel modello atomico due diverse particelle

dovrebbero unirsi per formarne una di altro tipo ($H + O \rightarrow HO$).

Ma all'epoca i concetti di particella semplice e particella complessa non erano chiari ed i termini atomo e molecola erano usati indifferentemente.

ELEMENTS.

Simple

Plate 5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



atomi e molecole Cannizzaro



Amedeo Avogadro già nel 1811 aveva risolto il conflitto apparente tra la teoria atomica e la regola dei volumi. Però la sua legge, pubblicata solo nel 1814, fu pressoché ignorata dalla maggior parte dei chimici che continuarono a disputare per decenni sull'argomento.

In quegli anni, i chimici erano completamente assorbiti dal lavoro di laboratorio ed avevano poche energie da dedicare all'approfondimento degli aspetti teorici. Cercavano incessantemente nuovi elementi e dovevano definire le proprietà delle numerose nuove sostanze sintetizzate. In particolare le nuove tecniche elettrochimiche, rese possibili dall'uso della pila di Volta, dettero un potente impulso alla chimica inorganica mentre, parallelamente, un nuovo e prolifico filone si apriva con il poderoso sviluppo della chimica organica.

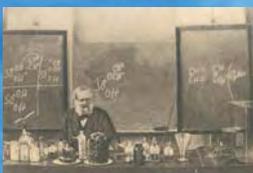
Il grande sviluppo che ha interessato la chimica negli anni recenti e le differenze emerse nelle interpretazioni teoriche rendono un Congresso, il cui scopo sia la discussione di alcune fondamentali questioni per il futuro progresso della scienza, opportuno ed utile.

I sottoscritti invitano a questo convegno tutti i chimici che per il loro lavoro o posizione hanno titolo ad esprimere opinioni in una discussione scientifica.

(dalla convocazione per il 3 settembre 1860 a Karlsruhe del primo Congresso dei chimici sottoscritta da 45 scienziati)

Nella seconda metà del XIX secolo alcuni scienziati cominciarono a avvertire concretamente la necessità di usare i due concetti distinti di atomo e molecola per poter spiegare le reazioni chimiche, ma persistevano opinioni molto diverse e definizioni confuse.

La proposta che mise ordine nel caos dei chimici provenne da un professore dell'Università di Genova: Stanislao Cannizzaro, che, nel 1858 dimostrò come si potessero determinare in modo sicuro i pesi atomici e molecolari partendo dalla teoria di Avogadro.



Il metodo di Cannizzaro polarizzò il primo congresso mondiale di scienze chimiche (Karlsruhe, 1860) convocato proprio per chiarire il problema dei pesi atomici e delle differenze dei valori dei pesi atomici forniti dai diversi laboratori. Al congresso parteciparono i rappresentanti delle scuole più prestigiose che, pur non raggiungendo alcun accordo generale, approvarono alla fine la mozione dettata da Cannizzaro:

"Si propone di adottare concetti diversi per molecola e atomo, considerando molecola la quantità più piccola di sostanza che entra in reazione e che ne conserva le caratteristiche fisiche, e intendendo per atomo la più piccola quantità di un corpo che entra nella molecola dei suoi composti".

Partecipanti al primo Congresso Internazionale di Chimica svoltosi a Karlsruhe nel 1860

BELGIUM. Brussels: Stas; Genti: Donny, Kekulé.
GERMANY. Berlin: Ad. Baeyer, G. Quinke; Bonn: Landolt; Breslau: Lothar Meyer; Kassel: Guckelberger; Klausthal: Streng; Darmstadt: E. Winkler; Erlangen: v. Gorup-Besanez; Freiburg i.B.: v. Babo, Schneyder; Giessen: Boeckmann, H. Kopp, H. Wilt, Göttingen: B. Bestlein; Halle a.S.: W. Heintz; Hanover: Heeren; Heidelberg: Becker, O. Braun, R. Bunsen, L. Carus, E. Erlenmeyer, O. Wallach; Jena: Lehmann, H. Ludwig; Karlsruhe: A. Klemm, R. Müller, J. Messler, Petersen, K. Seubert, Weltzien; Leipzig: O. L. Erdmann, H. Hirtzel, Knop, Kuhn; Mannheim: Gundelach, Schroeder; Marburg a.L.: R. Schmidt, Zwenger; Munich: Geiger, Nuremberg: v. Bilgus; Offenbach: Grimm; Rappenauf: Finck; Schönberg: R. Hoffmann; Speyer: Keller, Mühlhäuser; Stuttgart: v. Fehling, W. Hallwachs; Tübingen: Finckh, A. Naumann, A. Strecker; Wiesbaden: Kasselmann, R. Fresenius, C. Neubauer; Würzburg: Scherer, A. Schwarzenbach.
ENGLAND. Dublin: Apjohn; Edinburgh: Al. Crum Brown, Wanklyn, F. Guthrie; Glasgow: Anderson; London: B. J. Duppa, A. W. Foster, Gladstone, Müller, Noad, A. Normandy, Odling; Manchester: Roscoe; Oxford: Daubeny, G. Griffith, F. Schickendanz; Walsworth: Abel.
FRANCE. Montpellier: A. Béchamp, A. Gautier, C. G. Reichauer; Mulhausen i.E.: Th. Schneider; Nancy: J. Niékle; Paris: Bousignault, Dumas, E. Friedel, L. Grandjean, Le Canu, Péroz, Aif. Riche, P. Thénard, Verriest; Würz: Straubing i.E.: Jacquemin; Dippersdorf: Schlagdenhaussen, Schützenberger; Tann: Ch. Kestner, Scheurer-Kestner.
ITALY. Genoa: Cannizzaro; Pavia: Pavesi.
NETHERLANDS. Pössel.
AUSTRIA. Innsbruck: Hlasiwetz; Lemberg: Pebal; Pesth: Th. Wertheim; Vienna: V. v. Lang, A. Lieben, Folwaczny, F. Schneider.
PORTUGAL. Coimbra: Mide Carvalho.
RUSSIA. Kharkov: Sawitsch; St. Petersburg: Borodin, Mendeleev, L. Schischkoff, Zinin; Warsaw: T. Lesinski, J. Natanson.
SWEDEN. Hurgunden: J. H. Gilbert; Lund: Berlin, C. W. Blomstrand; Stockholm: Bahr.
SWITZERLAND. Bern: C. Brunner, H. Schiff; Geneva: C. Marignac; Lausanne: Bischoff; Reichenau bei Chur: A. v. Planta; Zurich: J. Willems.
SPAIN. Madrid: R. de Sosa.



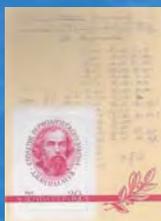
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

tavola degli elementi



Il metodo di Cannizzaro, infatti, funzionava egregiamente per descrivere le reazioni delle sostanze sia inorganiche che organiche e mostrò che gli elementi gassosi noti erano costituiti da molecole biatomiche (H_2 , N_2 , O_2 , Cl_2). Nel nostro esempio precedente la reazione corretta è quindi: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

Alcuni dei più autorevoli scienziati Lothar-Meyer, Kekulé, Mendeleev adottarono ben presto con entusiasmo le idee di Cannizzaro che furono fondamentali anche per definire un nuovo concetto che stava affermandosi: la periodicità.



Dimitrij Ivanovic Mendeleev è considerato il padre della tabella periodica degli elementi, pubblicata nel 1871, anche se l'esistenza di alcune periodicità, ossia il ripetersi con il peso atomico di alcune proprietà chimiche (valenza, affinità, volumi atomici), fosse già stata segnalata da diversi chimici. Infatti il suo vero merito fu quello di collocare nella tabella i 63 elementi fino ad allora conosciuti lasciando vuote alcune caselle per inserirvi elementi non

ancora scoperti dei quali seppe predire le proprietà chimiche.

Ben presto questi nuovi elementi furono scoperti e caratterizzati ed il sistema periodico, dopo il 1890, fu accreditato come uno dei pilastri della scienza moderna. Le modifiche apportate in seguito non potevano essere imputate allo scopritore: gli isotopi non erano ancora stati scoperti e nessuno poteva sapere che la periodicità dipende dal numero atomico anziché dal peso atomico. Né era ipotizzabile che nella tabella mancasse una colonna intera di elementi incapaci di reagire.



Ma Mendeleev ha dato un contributo anche per la soluzione di quest'ultimo problema con i suoi studi sulle trasformazioni liquido-vapore nei quali aveva mostrato che anche i cosiddetti "gas incombustibili" potevano essere liquefatti purché portati ad una temperatura sufficientemente bassa.

Oxygen with Azote



Oxygen with Carbone and Sulphur



Oxygen with phosph.



Hydrogen with Azote & Carbone



Hyd. with Sulph. & phosph.



Sulphur with phosph.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



i gas nobili

Ci sono, nell'aria che respiriamo, i cosiddetti gas inerti. Portano curiosi nomi greci di derivazione dotta, che significano «il Nuovo», «il Nascosto», «l'Inoperoso», «lo Straniero». Sono, appunto, talmente inerti, talmente paghi della loro condizione, che non interferiscono in alcuna reazione chimica, non si combinano con alcun altro elemento, e proprio per questo motivo sono passati inosservati per secoli: solo nel 1962 un chimico di buona volontà, dopo lunghi ed ingegnosi sforzi, è riuscito a costringere lo Straniero (lo xenon) a combinarsi fuggacemente con l'avidissimo, vivacissimo fluoro, e l'impresa è apparsa talmente straordinaria che gli è stato conferito il Premio Nobel.

(Primo Levi, Il sistema Periodico)



Per la loro inerzia chimica i gas nobili non potevano essere scoperti mediante trasformazioni chimiche. Il loro riconoscimento fu possibile con una nuova tecnica, la spettroscopia, già nota dal 1802, ma messa a punto come metodo di analisi nel 1860 da Gustav Robert Kirchoff e Robert von Bunsen che registra lo spettro della particolare radiazione elettromagnetica emessa od assorbita da atomi e molecole. Pertanto gli scienziati iniziarono a raccogliere e schedare gli spettri delle sostanze note e quelli della radiazione proveniente dall'universo.

La scoperta più strabiliante fu fatta nel 1868 da Pierre Jansen e Norman Lockier con l'osservazione dello spettro

della luce solare durante l'eclisse: esso conteneva righe diverse da quelle presenti negli spettri osservati sulla terra.

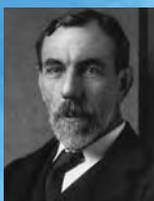
La soluzione del mistero arrivò dopo quasi vent'anni quando William Ramsay scoprì che le stesse righe erano presenti nello spettro di un gas che si sviluppa durante la dissoluzione dei minerali dell'uranio. Per questo motivo questo gas fu battezzato Elio.

Ma l'Elio non era il solo membro della nuova famiglia di elementi e nello stesso anno, 1895, Lord Rayleigh individuò un altro gas nobile.



Il nuovo gas mi aveva condizionato la vita. Ne possedevo sì e no un quarto di ditale. Ora ne possiedo una quantità più decente ma costa circa mille volte il suo peso in oro.

(Lord Rayleigh sull'argon)



Nel 1894 Lord Rayleigh notò una discordanza tra la densità dell'azoto ottenuto grazie alle nuove tecniche della liquefazione dell'aria rispetto a quello ottenuto per via chimica.

Ricordandosi della "bolla di Cavendish" ripeté gli esperimenti di Cavendish e, dopo un anno di lavoro, accertò che, effettivamente, un centovesimo dell'aria era costituito quasi esclusivamente da una sostanza gassosa il cui spettro non era mai stato osservato in precedenza. Questo nuovo elemento fu chiamato Argon, che in greco significa "inerte".

Ramsay, tra lo scetticismo degli altri scienziati e dello stesso Mendeleev, intuì che altri gas nobili dovevano esistere e costituire un'intera famiglia da collocare nella tabella periodica. Aveva ragione e nel giro di quattro anni, insieme a Morris Travers, riuscì ad ottenere con un liquefattore del suo laboratorio una quantità di gas sufficiente per isolare e caratterizzare Krypton, Neon e Xenon, nomi greci corrispondenti rispettivamente a nascosto, nuovo e straniero.

Ramsay previde anche il peso atomico dell'ultimo gas nobile che fu scoperto molti anni dopo da Friedrich Ernst Dorn come prodotto della dissociazione radioattiva del Radio.



scoperte e costume

La scoperta dei gas indusse la ricerca di possibili applicazioni in campo industriale e medico ed in ogni campo ritenuto di interesse sociale.



Humphry Davy, prima di diventare famoso per i suoi lavori pionieristici in elettrochimica, lavorò presso l'Istituto Pneumatico di medicina a Bristol dove si studiavano gli effetti dei gas sul corpo umano e, all'inizio del 1800, preparò il protossido di azoto scoprendone le proprietà esilaranti ed anestetiche. Questa scoperta destò notevole interesse nei salotti inglesi e l'inalazione del gas esilarante, decenni prima di essere impiegata come anestetico dai dentisti, divenne un fatto di moda. Davy, abile conferenziere ed uomo affascinante, ebbe molto successo e divenne anche oggetto di satira di costume.

Fu anche molto fortunato quando, tra i vari gas provati, inalò il gas d'acqua (miscela di idrogeno ed ossido di carbonio) e perse i sensi rischiando l'avvelenamento. In seguito, divenuto professore di chimica alla Royal Institution, Davy isolò il cloro, uno dei pochi gas colorati (verde pallido), dimostrando anche che era un elemento.



La navicella sembrava l'arca di Noè. Assomigliava ad un laboratorio di fisica, dove regnavano bussole, barometri, termometri, pile di Volta ed igrometri, ed una quantità di piccoli animali, piccioni, rondini, rane, rettili diversi, api ed insetti vari.

(descrizione della navicella utilizzata nell'ascensione del 20 agosto 1804 da Biot e Gay-Lussac)

Nell'agosto 1804 Joseph Gay-Lussac insieme a Jean Biot utilizzò un pallone aerostatico per studiare l'atmosfera ma caricarono troppo la navicella e non riuscirono a superare i 4000 metri. Gay-Lussac tentò di ripartire da solo, ma dovette rinunciare per i danni subiti dalla navicella nell'atterraggio.



L'ascensione solitaria fu finalmente effettuata il 16 settembre 1804: Gay-Lussac partì alle 9 e 40' dal Conservatorio di Parigi ed effettuò vari esperimenti alle diverse quote prelevando anche campioni d'aria fino a 6600 metri. Alle 15 e 11' disponeva ancora di 15 kg di zavorra ma rinunciò a salire ulteriormente per gravi difficoltà respiratorie e principi di assideramento.

Aveva raggiunto 7016 metri, un record per ascensione con pallone che durò cinquant'anni e lo rese famoso e popolare più degli esperimenti effettuati, nonostante essi costituissero una assoluta novità.

In particolare le misure effettuate mostrarono che la composizione dell'aria alle diverse quote è sempre la stessa, nonostante la sensibile differenza tra le densità di azoto ed ossigeno.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



il contesto

La scienza progredisce per accumulazione, edificando su ciò che è stato scoperto e servendosi della tecnologia del tempo, cosicché è in gran parte questione di fortuna quale persona raggiunge per prima una certa scoperta

(J. Gribbin)

La sperimentazione scientifica inizialmente venne praticata da appassionati diletanti, generalmente nobili o benestanti, che operavano a proprie spese o con il contributo di qualche mecenate e si scambiavano le informazioni sui loro esperimenti in circoli ristretti.



Le prime piccole Accademie scientifiche nacquero a Firenze nel '600 (Accademie dei Lincei e del Cimento), furono attive solo per alcuni decenni, ma vennero ricostituite in tempi successivi. Società più grandi sorsero a Parigi, Londra, Berlino e continuarono ad espandersi in seguito. Nel secolo seguente

furono fondate sia Accademie nazionali in vari paesi, come quelle di San Pietroburgo e di Svezia, sia società particolari quali la Lunar Society inglese. Il numero complessivo stimato degli scienziati nel 1775 non si discostava di molto da 300 individui.

Caro amico, non sempre chi stana la lepre riesce a prenderla

(risposta di Lavoisier ad un collega che riportava le lamentele di Priestley circa la primogenitura della scoperta dell'ossigeno)

Verso la fine del secolo sorgono i primi veri e propri laboratori con dimensioni e dotazioni consistenti e gli scienziati diventano dei professionisti della ricerca, retribuiti per il loro lavoro da istituzioni pubbliche o private, aumenta la concorrenza tra le diverse scuole e la corsa alla scoperta diventa sempre più pressante.

Il fenomeno è strettamente connesso allo sviluppo economico (agricoltura ed industria) e demografico delle nazioni europee a partire dal XVIII secolo. Infatti, il numero degli scienziati si aggira attorno a 1000 nel 1800, decuplica nei 44 anni successivi e si attesta a circa

100.000 individui alla fine del secolo.



La ricerca scientifica da puro diletto diventa mestiere ed i circoli culturali diventano associazioni di ricercatori operanti nei diversi laboratori ed Accademie.

Emergono le prime figure di grandi scienziati provenienti da classi sociali modeste o povere il cui talento eccezionale fu recepito tempestivamente dalla società, quali Davy, Gay-Lussac, Faraday, Lomonosov.

La diffusione dei risultati tra laboratori diventa sempre più importante e cruciale e la necessità di utilizzare un linguaggio comune è sempre più avvertita. Per facilitare la soluzione di questi problemi nel mese di settembre del 1860 viene convocato a Karlsruhe in Germania il primo Congresso Internazionale dei chimici.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



bontà dell'aria

...Ho scoperto un'aria cinque o sei volte migliore dell'aria comune

(J.Priestley, 1774)

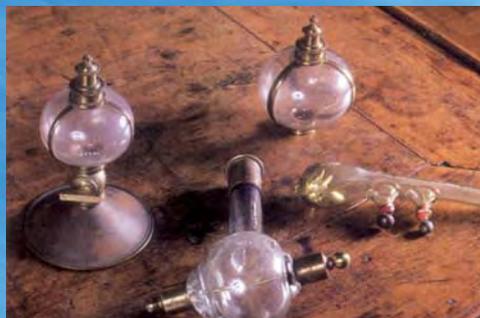
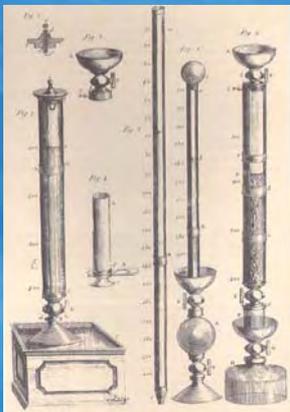


Priestley aveva isolato l'ossigeno, ma non lo aveva riconosciuto come un elemento. Inoltre, il concetto di bontà dell'aria era alquanto arbitrario ed impreciso, essendo basato sul tempo di sopravvivenza di cavie.

Per risolvere questo problema Marsilio Landriani nel 1775 inventò l'eudiometro, uno strumento per misurare la bontà dell'aria, ossia il tenore dell'ossigeno contenuto, basato sulla sua reazione con l'aria nitrosa (NO), scoperta dallo stesso Priestley nel 1772.

L'eudiometro elettrico, inventato nel 1790 da Alessandro Volta, funzionava ad idrogeno e la reazione con l'ossigeno, analogamente a quanto avviene nel cilindro di un motore a scoppio, era innescata facendo scoccare una scintilla tra due elettrodi ad alta tensione.

L'eudiometro fu ampiamente utilizzato dalla gran parte degli scienziati per studiare la reattività di miscele gassose di vario tipo ed è stato uno strumento fondamentale della ricerca chimica e dell'analisi volumetrica dei gas.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Strumentazioni chiave per lo studio di aria e gas

- Torricelli inventa il **barometro** (1643)
- Boyle impiegando una **macchina pneumatica** messa a punto in collaborazione con Hooke scopre che l'aria è un fluido elastico enuncia la famosa legge che lega pressione e volume di una massa d'aria (1660)
- Von Guericke inventa la **pompa pneumatica** (1672)
- Nel corso del 1700 vengono realizzate **bilance analitiche** di elevata precisione. Altri strumenti già noti vennero perfezionati ed adattati alle nuove necessità (crogiuoli, forni e fornelli, vetreria di laboratorio), palloni e campane vennero resi stagni mentre lenti e specchi furono ampiamente utilizzati per concentrare la radiazione solare ed ottenere elevate temperature. Si svilupparono inoltre macchine elettrostatiche in grado di generare elevate tensioni.
- Fahrenheit inventa il **termometro a mercurio** e la prima scala di temperatura consentendo lo sviluppo dello studio della dipendenza del volume dalla temperatura, proseguito per tutto il secolo (1714).
- Hales inventa il **bagno idropneumatico** realizzando per primo la preparazione e la raccolta dei gas in due recipienti separati (1724).
- Fontana inventa l'**eudiometro** (1774) che, perfezionato da Volta (1777), diventa uno strumento fondamentale per studiare le reazioni tra gas ed aria.
- Volta costruisce la prima **pila a dischi** (1799) permettendo lo sviluppo delle tecniche elettrolitiche
- Nel 1800 vengono via via perfezionati spettroscopi fino a realizzazione dello **spettrometro di Bunsen** (1859) che permise la normalizzazione dell'analisi spettroscopica dei gas.

“La bilancia è un fedele mezzo di prova che non inganna i chimici... La definizione del peso dei prodotti di partenza e di quello dei prodotti ottenuti dopo l'esperimento è il fondamento di tutto ciò che di sicuro e preciso può essere fatto in chimica.”

(Lavoisier, 1766)



percezione della materia aeriforme

VISTA - L'aria è incolore e solamente pochissimi gas sono colorati. Essi non possono essere tinti e quindi l'occhio può vedere soltanto sospensioni di microparticelle solide o liquide in essi sospese.

UDITO - La materia aeriforme costituisce il mezzo elastico attraverso il quale si propagano i suoni, pertanto l'aria è indispensabile per il funzionamento dell'udito.

TATTO - Il tatto percepisce soltanto gli effetti meccanici dell'aria in movimento.

Inoltre vari meccanismi fisiologici ci consentono di avvertire gli effetti termici legati alla differenza della temperatura dell'aria rispetto a quella del nostro corpo o al grado di umidità.

La pelle e le mucose, specialmente quelle dell'occhio e delle prime vie respiratorie, sono invece particolarmente sensibili all'azione irritante di molti gas o vapori dispersi nell'aria.

olfatto

Non è infallibile ma rappresenta lo strumento principe di cui disponiamo per il riconoscimento di gas e vapori. Infatti, pur essendo l'aria e molti gas inodori, la nostra sensibilità olfattiva ci permette di riconoscere un numero grandissimo di molecole disperse nell'aria, spesso in concentrazioni molto basse ed inferiori al limite di sensibilità delle strumentazioni più sofisticate. Grazie all'olfatto possiamo apprezzare sia le raffinate fragranze dei profumi più esclusivi che il fetore caratteristico di molte sostanze per noi dannose.

Purtroppo, alcuni gas tossici sono inodori e non sono avvertiti prima che si manifestino i sintomi dell'avvelenamento, spesso in modo irreversibile. L'esempio più noto è il monossido di carbonio, che si può sviluppare dagli apparecchi domestici a fiamma per combustione incompleta.

La complessa sinergia tra i diversi tipi di percezione genera particolari sensazioni che noi generalmente comunichiamo assimilandole ad un tipo di aria: aria mattutina, di montagna, di mare, pulita, inquinata, limpida, di campagna, di bosco, umida, secca, tersa.

L'olfatto: un senso "chimico"

L'olfatto viene definito assieme al gusto un senso "chimico" in quanto è finalizzato alla percezione di sostanze chimiche. La percezione olfattiva ha funzioni estremamente importanti per la sopravvivenza di un organismo: infatti è legato alla possibilità di trovare il cibo, a distinguere tra cibo buono e cibo cattivo. Inoltre gli odori sono anche responsabili di tutta una serie di comportamenti sociali legati principalmente all'aggressività con il riconoscimento di amici e nemici ed ai processi riproduttivi e neonatali.

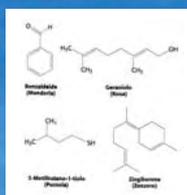
Il meccanismo attraverso cui viene percepito un odore non è più un mistero: nel 2004 il premio Nobel per la Fisiologia e Medicina è stato assegnato a due ricercatori Richard Axel e Linda Buck che con le loro ricerche hanno chiarito le basi molecolari attraverso cui sentiamo e distinguiamo gli odori.

Struttura neuroni olfattivi

Gli odori vengono percepiti a livello delle cellule olfattive posizionate nel naso a formare un epitelio olfattivo. Nella cavità nasale dell'uomo ci sono circa un milione di cellule olfattive.

Queste cellule sono in realtà dei neuroni specializzati con una struttura costituita da proteine recettoriali, enzimi

Cosa sono gli odori



Gli odori sono prodotti da molecole volatili che vengono in contatto attraverso l'aria a particolari cellule presenti nel naso.

Facciamo alcuni esempi:

l'odore di mandorla è principalmente dovuto alla benzaldeide; un odore sgradevole di uovo marcio è principalmente dovuto a H_2S e ad altri composti carat-

terizzati dalla presenza di un gruppo SH;

l'odore di rosa deriva dal geraniolo;

l'odore di zenzero deriva dal zingiberene.



di membrana adibiti alla produzione di molecole di segnale, canali ionici sensibili alle molecole di segnale e canali ionici sensibili alla

variazione di voltaggio, vescicole sinaptiche e sinapsi.



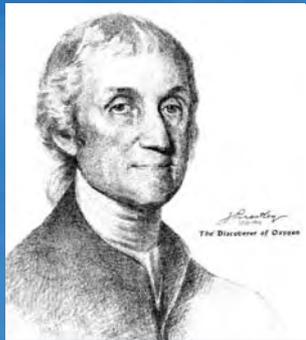
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA



Serendipity: capacità di fare felici ed inaspettate scoperte pressoché per caso.

Ciò che mi sorprese enormemente fu che una candela bruciava in questa aria con una fiamma incredibilmente vivace...

(Priestley, a proposito del gas ottenuto per riscaldamento dell'ossido di mercurio)



Priestley era un prete calvinista anticonformista che diventò uno scienziato dilettante all'età di trent'anni, dopo aver incontrato Benjamin Franklin e conosciuto i suoi pionieristici esperimenti sull'elettricità.

Priestley, nonostante le modeste conoscenze teoriche, ottenne risultati rilevanti nella chimica dei gas grazie ad una notevole capacità di iniziativa e ad uno spirito di osservazione non comune. Egli introdusse l'uso del bagno pneumatico a mercurio che gli permise di isolare una decina di sostanze aeriformi non ancora conosciute, ma è famoso soprattutto per la scoperta dell'ossigeno che fece in modo quasi casuale, calcinando l'ossido di mercurio* con una lente ustoria regalatagli da un amico. Questo esperimento era già stato eseguito da altri sperimentatori, ma soltanto Priestley riconobbe le particolari proprietà del gas sviluppato: notò, infatti, che l'intensità della fiamma di una candela, presente nelle vicinanze, aumentava notevolmente.

(*) L'ossido di mercurio è una polvere rossa che si forma sulla superficie del mercurio quando viene riscaldato all'aria e che, ad alta temperatura, si scinde restituendo mercurio ed ossigeno. ($2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$)