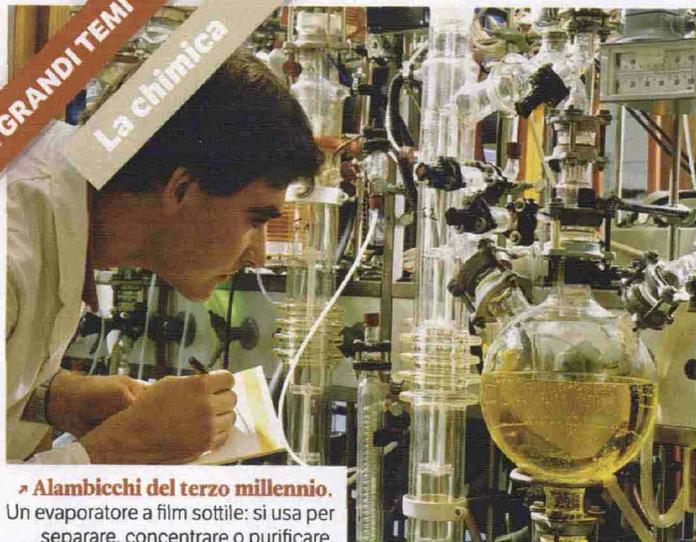


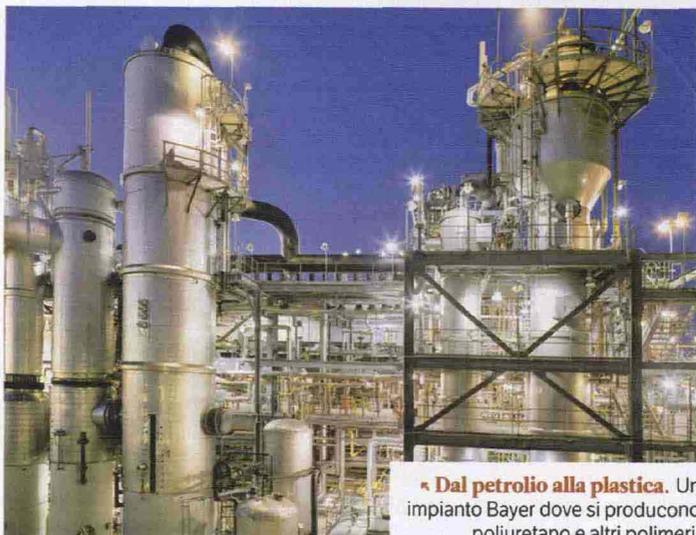
I GRANDI TEMI

La chimica

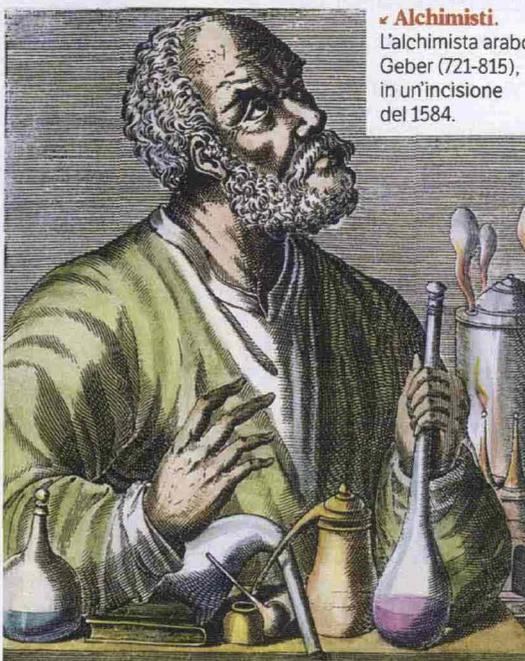


► **Alambicchi del terzo millennio.** Un evaporatore a film sottile: si usa per separare, concentrare o purificare.

► **Metallo artificiale.** Fabbrica di finiture in ottone, una delle prime leghe create dall'uomo.



► **Dal petrolio alla plastica.** Un impianto Bayer dove si producono poliuretano e altri polimeri.



► **Alchimisti.** L'alchimista arabo Geber (721-815), in un'incisione del 1584.

Chimica

Mille anni fa era indistinguibile dalla magia, oggi è alla base di ogni progresso industriale.

a cura di LUIGI BIGNAMI e RICCARDO DI TOTTO

I fisici studiano il mondo quasi in ogni suo aspetto. Indagano sull'infinitamente piccolo, studiando i quark contenuti negli atomi e le invisibili radiazioni che percorrono lo spazio in ogni direzione. E indagano sull'infinitamente grande, sulle forze che fanno girare i pianeti, analizzano il modo in cui si muove una ruota e perché un paio d'ali può farci volare. Esiste però una regione, anzi, una dimensione, nella quale i fisici

devono cedere il passo a un altro tipo di scienziati: i chimici.

Gli stessi mattoni. Parliamo della dimensione molecolare, dove si svolge gran parte dei processi della vita, dove le particelle microscopiche si uniscono, assorbendo o cedendo energia, formando tutti i materiali che conosciamo. E questo a partire da una piccola quantità di sostanze base, gli elementi, che - pur essendo fatti tutti con protoni,

neutroni ed elettroni - spesso sono diversissimi tra loro.

Nuove sostanze. La chimica studia da secoli questa strana magia della natura, ed è riuscita a scoprire come creare nuovi elementi oltre ai 92 di partenza, ma soprattutto come ottenere dagli elementi già esistenti un... lavoro di gruppo, creando così un'infinità di nuove sostanze, dall'ottone alla plastica, dagli zuccheri ai semiconduttori. ■

SOMMARIO

I mattoni della materia **pag. 102**

La tavola periodica degli elementi **pag. 103**

Novità dai laboratori **pag. 106**

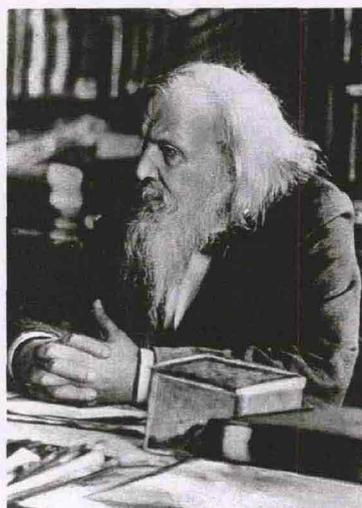
I GRANDI TEMI

Chimica

I mattoni della materia

Contengono tutti le stesse 3 particelle, ma possono essere liquidi, solidi, metallici, gassosi...

Come dice **Theodore Gray** nel suo ultimo libro, gli elementi sono i mattoni fondamentali con cui sono costruite tutte le cose che ci circondano, compresi noi stessi. La tavola periodica li dispone e li classifica in modo sistematico, in un ordine che non è immediato, ma che tutto sommato è semplice: in generale, gli elementi che si trovano nella stessa colonna, uno sopra l'altro, hanno proprietà chimiche simili. Inoltre, tutti gli elementi dopo il bismuto (l'83esimo della tavola) sono radioattivi: ogni loro atomo ha una certa probabilità di "decadere", trasformandosi in elementi più leggeri ed emettendo pericolose radiazioni. Quelli precedenti sono invece stabili, con l'eccezione del tecnezio (il 43) e del promezio (il 61).



Ha già 142 anni, ma non li dimostra

Parliamo della tavola periodica degli elementi, che il russo Dmitrij Mendeleev (foto) ideò nel 1869, quando erano noti solo 63 elementi. L'ordine fu stabilito in base al peso atomico, e la diversa lunghezza delle righe fu decisa per avere, in ogni colonna, elementi con comportamenti chimici simili.

Buchi. La tavola aveva però 3 "buchi"... che negli anni successivi furono tappati con la scoperta di 3 elementi che s'infilavano esattamente in quei buchi: scandio, gallio e germanio.

Gli elementi possono presentarsi allo stato puro, ma si trovano più spesso uniti ad altri elementi, sotto forma di composti (non si tratta di semplici miscugli, in quanto ogni singola molecola del composto contiene atomi dell'uno e dell'altro elemento, in proporzioni precise e sempre uguali).

Un semplice esempio: l'idrogeno e l'ossigeno, a temperatura ambiente, sono due gas incolori. Ma combinati insieme formano l'acqua (v.

riquadro nella terza parte), un liquido fondamentale per la vita. Oppure il cloro: allo stato puro è un gas che, inalato, uccide all'istante. Ma insieme al sodio forma il comune sale da cucina.

Comuni e rarissimi. Ci sono elementi molto conosciuti (per esempio, il platino, l'ossigeno o il ferro) e altri che poche persone hanno anche solo sentito nominare, come il rubidio, il tulio o l'afnio. Alcuni hanno applicazioni immediate (chi non vorrebbe un braccialetto d'oro? Chi non sa che i fili elettrici sono fatti di rame?) mentre altri sembra non servano a nulla. Ma non è così. Praticamente ogni elemento è perfetto per almeno un'applicazione.

Per esempio, lo scandio forma delle leghe con l'alluminio che

Theodore Gray

È autore della versione da noi pubblicata della tavola periodica, e del libro *Gli Elementi* (Rizzoli), in libreria dal prossimo ottobre.

A ciascuno il suo impiego.

La moderna tecnologia è capace di sfruttare le caratteristiche di tutti gli elementi esistenti: rodio e palladio, per esempio, sono usati nelle marmitte catalitiche.



Un poster per il 2011 "Anno della Chimica"

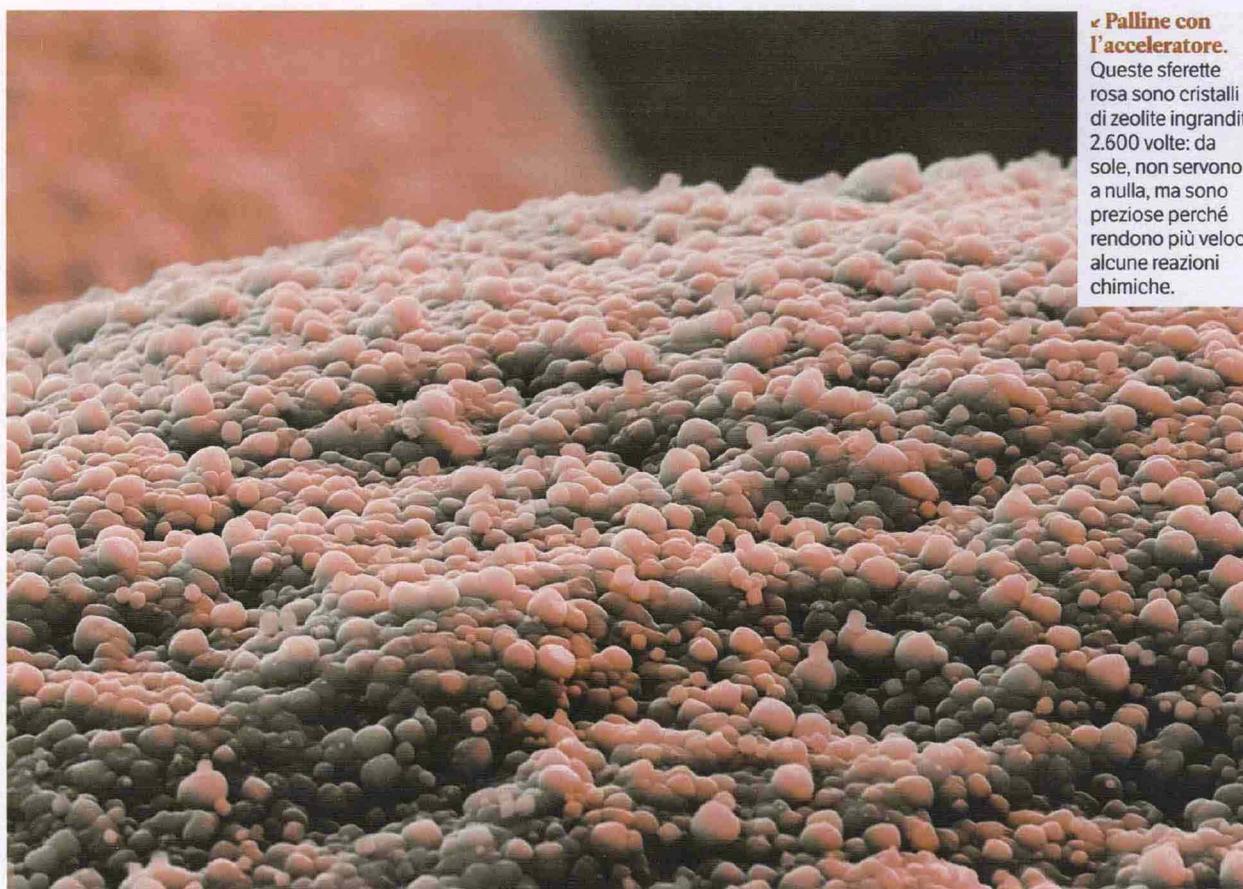
Anche Focus celebra il "2011 - Anno della Chimica" pubblicando nelle pagine successive una nuova versione della tavola periodica degli elementi. Questa iniziativa è stata possibile anche grazie al contributo di Basf, l'azienda chimica più grande del mondo con i suoi 109 mila collaboratori, attiva nei più diversi settori, dalle materie plastiche all'agro-

chimica, dai materiali per l'edilizia alle nanotecnologie, dal petrolio al gas.

Innovazioni. Sarebbe impossibile elencare tutte le innovazioni realizzate da Basf nei suoi oltre 385 siti produttivi, ma tra gli obiettivi dichiarati del gruppo c'è lo sviluppo di soluzioni e prodotti che migliorino la vita delle generazioni future in modo sostenibile e senza danneggiare l'ambiente. Come alcuni dei materiali descritti e mostrati nelle foto del poster: i pigmenti Ultradesence, l'isolante Neopor e l'additivo RheoMatrix.

La tavola periodica degli elementi interattiva, con un video (e non solo) per ogni elemento, su:

www.focus.it/chimica



✓ Palline con l'acceleratore.

Queste sferette rosa sono cristalli di zeolite ingranditi 2.600 volte: da sole, non servono a nulla, ma sono preziose perché rendono più veloci alcune reazioni chimiche.

sono utilizzate per le mazze da baseball e per i telai delle biciclette di alto livello. Anche il titanio ha molte applicazioni (dalle protesi per l'anca alle lamette dei rasoi) ma pochi probabilmente sanno che il biossido di titanio è il pigmento bianco di tutte le vernici. Il titanio è utilizzato anche per i piercing, ma il materiale ideale per questa applicazione è il niobio, perché resiste benissimo alla corrosione e gli si può fare assumere colori meravigliosi. A proposito di colori, il verde degli smeraldi è dovuto a impurità di vanadio e di cromo.

Il rame, invece, oltre a essere un eccellente conduttore di elettricità, ha anche proprietà disinfettanti. Per questo motivo lo si trova comunemente nelle maniglie delle porte degli ospedali, dove il rischio di infezioni è elevato. Senza selenio, invece, non ci sarebbero fotocopiatrici né stampanti laser. Mentre senza tellurio non avremmo i dvd riscrivibili: è il tellurio infatti che, sotto forma di lega, si trova nello strato superficiale e riscrivibile di questi supporti.

Parole chiave per archiviare

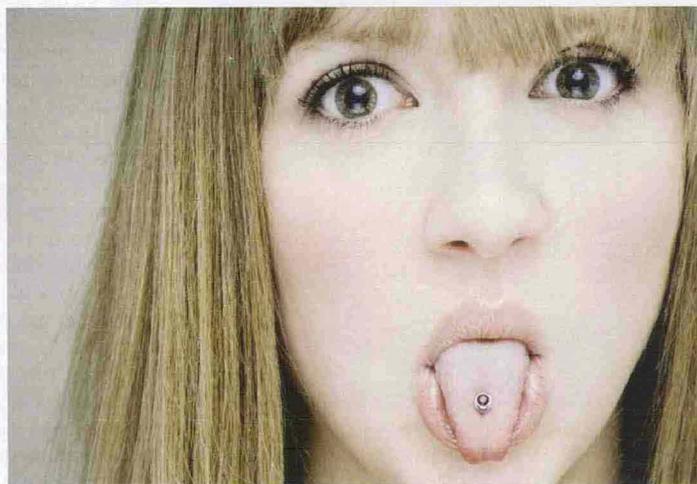
- Elementi
- Tavola periodica
- Chimica
- Theodore Gray
- Radioattività
- Metalli •Titanio
- Niobio •Selenio
- Iridio •Palladio
- Idrogeno •Cloro
- Praseodimio
- Radiodocinator

→ Metalli per uso "biologico".

Che serva per gli orecchini o per il piercing, il metallo che entra a contatto con il corpo umano può essere fastidioso. Ma il metallo ideale non è l'oro, come spesso si crede, bensì il più insolito niobio.

Giradischi e gioielli. Passando a tecnologie più datate, è probabile che in casa vi ritroviate anche un pochino di osmio. Questo elemento, in lega con l'iridio (la lega si chiama osmiridio), era utilizzato per la punta dei pennini delle penne stilografiche e delle puntine dei giradischi. Infatti, è straordinariamente resistente all'usura, e quindi adatto per queste applicazioni.

Se invece andate in un negozio di bigiotteria e state per acquistare un gioiello di presunto argento che luccica "troppo", è probabile che vi stiano vendendo qualcosa che è placcato con un sottile strato di rodio, uno dei metalli più splendidi. Sempre il rodio è usato anche per simulare il platino; quindi, occhio ai prezzi troppo bassi. Ma la sua applicazione principale (come »

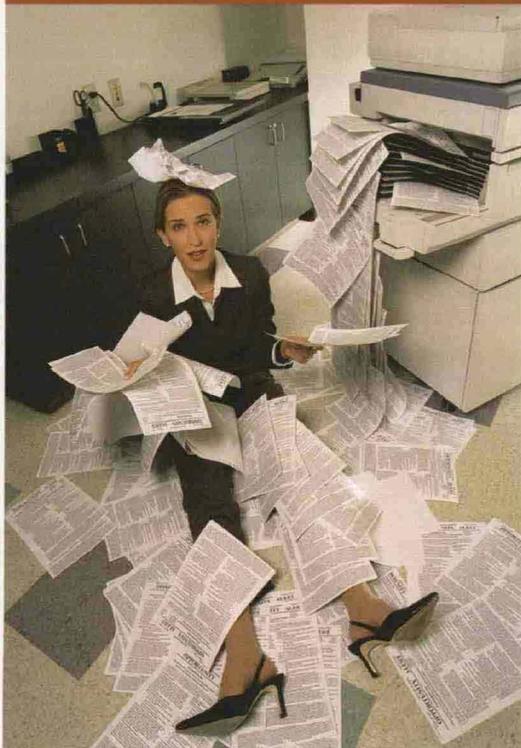


I GRANDI TEMI
Chimica



« Assorbe la luce gialla. Gli occhiali dei soffiatori di vetro non devono essere spessi: basta arricchire le lenti con praseodimio.

Oltre un secolo fa si utilizzavano gli elementi radioattivi per dentifrici e supposte



» **Fotocopie al selenio.** Il selenio è in grado di tramutare la luce in elettricità. Viene quindi usato nelle fotocopiatrici, nelle fotocellule, nei pannelli fotovoltaici...

» accade anche al palladio) è nelle marmitte catalitiche delle auto. Alcuni elementi trovano invece applicazione grazie alle loro proprietà fisiche, anziché per il modo con cui reagiscono: per esempio, i metalli che nella tavola periodica vanno dal tungsteno all'oro sono molto densi e quindi molto pesanti. L'osmio e l'iridio sono i più densi in assoluto, e si usano quindi dove serve molto peso in poco spazio. Soprattutto il tungsteno, che costa molto meno degli altri: freccette, piombini da pesca, contrappesi e perfino la palla che si usa in atletica per il lancio del peso sono fatti in genere con questo metallo.

Pigiama antincendio. Anche un elemento quasi sconosciuto e dal nome impronunciabile come il praseodimio ha trovato un'applicazione: si usa per gli occhiali dei soffiatori di vetro. Mescolato al neodimio, filtra in modo straordinariamente efficace l'intensa luce gialla emessa dal vetro incandescente e permette a questi artigiani di lavorare senza correre pericoli

per la vista. Un'altra applicazione curiosa è quella di un composto del bromo, il tetrabromobisfenolo, che viene aggiunto ai filati in fibra sintetica dei pigiami dei bambini perché è un ritardante per il fuoco.

Radiendocrinator. Un discorso a parte meriterebbero gli elementi radioattivi, che oggi utilizziamo solo con grande prudenza (per esempio come traccianti). Un tempo non era così. Subito dopo la scoperta della radioattività, alla fine del XIX secolo, si pensava anzi che gli elementi radioattivi fossero benefici per la salute, perché si era notato che molte sorgenti termali ne contenevano una certa quantità. Per questo si realizzarono diversi prodotti contenenti elementi radioattivi (per esempio il dentifricio e perfino le supposte al radio) e addirittura un bizzarro apparecchio, chiamato Radiendocrinator, pensato perché fosse indossato dagli uomini, "puntato" sui genitali, con l'idea che ciò favorisse la virilità. Inutile dire che i risultati furono a dir poco disastrosi... ■

I GRANDI TEMI

Chimica

✓ Destinazione sartoria.

In questi enormi barili vengono immagazzinate fibre artificiali, realizzate a partire da sostanze chimiche spesso derivate dal petrolio. Le fibre vengono colorate prima di subire ulteriori lavorazioni.



Novità dai laboratori

Nuove molecole vengono inventate ogni giorno con gli scopi più diversi. Eccone alcuni.

La plastica è un prodotto chimico? Certo che lo è, così come lo sono i "cervelli" dei computer, gran parte dei nostri vestiti, molti prodotti di bellezza, medicinali, colori, detersivi e perfino materiali da costruzione. Dalla continua evoluzione della chimica dipende la nostra società, e oggi ne siamo ben consapevoli. Ciò che molti non immaginano, invece, è che nuovi prodotti chimici continuano a essere inventati e brevettati ogni giorno, nel tentativo di risolvere piccoli e grandi problemi della nostra vita quotidiana.

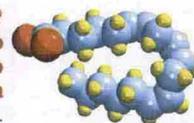
Forza interna. Qualche anno fa, per esempio, è arrivata sul mercato una colla così tenace da potersi vantare di essere in grado di sostituire,

in alcuni casi, i chiodi o le viti. Di colle tenacissime ce n'erano già, ma questa aveva una caratteristica unica: pur essendo così tenace da reggere una mensola, la si poteva rimuovere usando semplicemente una spatola. «Abbiamo agito sulla forza interna della colla, che è stata pensata in modo tale da poter essere "tagliata" meccanicamente» spiega Stefano Honisch della Henckel, che la produce. Recentemente, poi, la formula chimica è stata migliorata al punto da risultare resistente all'acqua, ai raggi ultravioletti, alle variazioni di temperatura e perfino al passare del tempo.

Bianco abbagliante. Un altro esempio sono i detersivi. La guerra allo sporco avviene soprattutto nell'elaborazione dei tensioattivi,

ovvero le sostanze chimiche che servono a rimuoverlo, "agganciandosi" da una parte all'acqua e dall'altra ai grassi. Ma poiché i tensioattivi tendono a perdere efficacia durante il lavaggio, sono state create altre sostanze per mantenerli attivi più a lungo: i "builders", che aiutano l'opera dei detersivi eliminando dall'acqua l'eccesso di sali. Il detersivo da solo, tuttavia, non basta a rendere candido il bucato, per cui sono stati creati gli sbiancanti, come il perborato di sodio. Queste sostanze, a caldo (60-70 °C), liberano >>

→ Un verme? No, il modello computerizzato della molecola di un acido.



Le tappe della chimica



In principio
Circa 6.000 anni fa nascono le prime tecniche che richiedono reazioni chimiche: lavorazione dei metalli, estrazione di pigmenti e produzione del vetro.

L'alchimia
Nel V secolo nasce l'alchimia. Lo scopo era la ricerca della pietra filosofale, una sostanza in grado di trasformare la materia in oro.

Robert Boyle
(1627-1691)



fissa lo 0 come temperatura di fusione del ghiaccio e definisce i termini "composto" ed "elemento".

Jan Baptist van Helmont
(1579-1644), fiammingo, scopre che dalla combustione del legno si forma CO₂, e per primo usa il termine gas (dal greco "chaos").



➤ **Adesione assoluta.** Questa enorme sega può tagliare anche il granito. Ma ancor più sorprendente è la colla che fa aderire i tasselli abrasivi ai denti della sega (sopra).

I GRANDI TEMI
Chimica



» **Lavaggi rischiosi.** Sono gli sbiancanti a danneggiare i tessuti, se la temperatura è troppo alta.



» **Buon appetito, batteri.** Un granulo di plastica biodegradabile ingrandito 4 mila volte. Quando assorbe acqua si espande e si sbriciola in frammenti minutissimi, digeribili dai batteri.

Antoine Laurent de Lavoisier
(1743-1794)



enuncia la legge di conservazione della massa: in una reazione la massa totale dei reagenti è uguale alla massa dei prodotti.

John Dalton
(1766-1844)



formula la teoria atomica: la materia è costituita da particelle piccolissime e indivisibili dette atomi.

Jöns Berzelius
(1779-1848) dà un ordine agli elementi chimici noti e ne scopre vari altri, tra cui il selenio, il torio, il calcio, il bario.

Joseph Louis Gay-Lussac
(1778-1850) capisce che volumi uguali di gas diversi contengono lo stesso numero di molecole.

Friedrich Wöhler (1800-1882) Nel 1828 sintetizza

» acqua ossigenata che ha effetto sbiancante. Purtroppo, sopra gli 80 °C il perborato si decompone velocemente e finisce per danneggiare i tessuti, mentre sotto i 60 °C non agisce a sufficienza. Il passo successivo è stato quindi quello di introdurre particolari enzimi (poco costosi, non inquinanti ed efficaci) che rendessero attivo il composto sotto i 60 °C.

Ancora più recenti sono gli "azzurranti ottici", che rendono i tessuti più luminosi, anche se non necessariamente più puliti. Si tratta di composti chimici che rendono "visibili" le radiazioni ultraviolette: in tal modo, la luce riflessa dal

bucato è più intensa, e a noi sembra di vederlo più bianco.

Robustezza record. Non sempre, tuttavia, gli scienziati lavorano a un nuovo materiale avendo chiaro in che modo sarà impiegato. «Ci sono voluti ben 109 tentativi per arrivare al successo, ma ora abbiamo una sostanza che per forza e resistenza non ha confronti» dice Marios Demetriou del California Institute of Technology. Composta da palladio (90%), argento (3%) e per il resto da germanio, silicio e fosforo, questa lega è molto resistente (cioè resiste alla rottura) pur essendo anche molto robusta (cioè

in grado di reggere grandi pesi senza modificare la propria forma). Potrà servire per le placche usate per le ossa fratturate. «Ma prima dovremo ottenere risultati analoghi con materiali meno costosi del palladio» precisa Demetriou.

Bioplastica. A proposito di resistenza... ci siamo accorti tutti che i nuovi sacchetti per la spesa sono assai meno robusti dei precedenti. Ben presto, però dall'Università di Tel Aviv arriverà una plastica prodotta con amido di mais e zucchero che non solo è biodegradabile, ma è anche più resistente di quella che si produceva con il petro- »

Una reazione in musica

Come diceva De André nella canzone *Un chimico* (a destra), ossigeno e idrogeno mescolati tra loro si uniscono formando acqua. Ma la reazione non è indolore: sulle prime non accade nulla, finché in presenza di una fiammella (energia d'innescò) inizia il "matrimonio"...

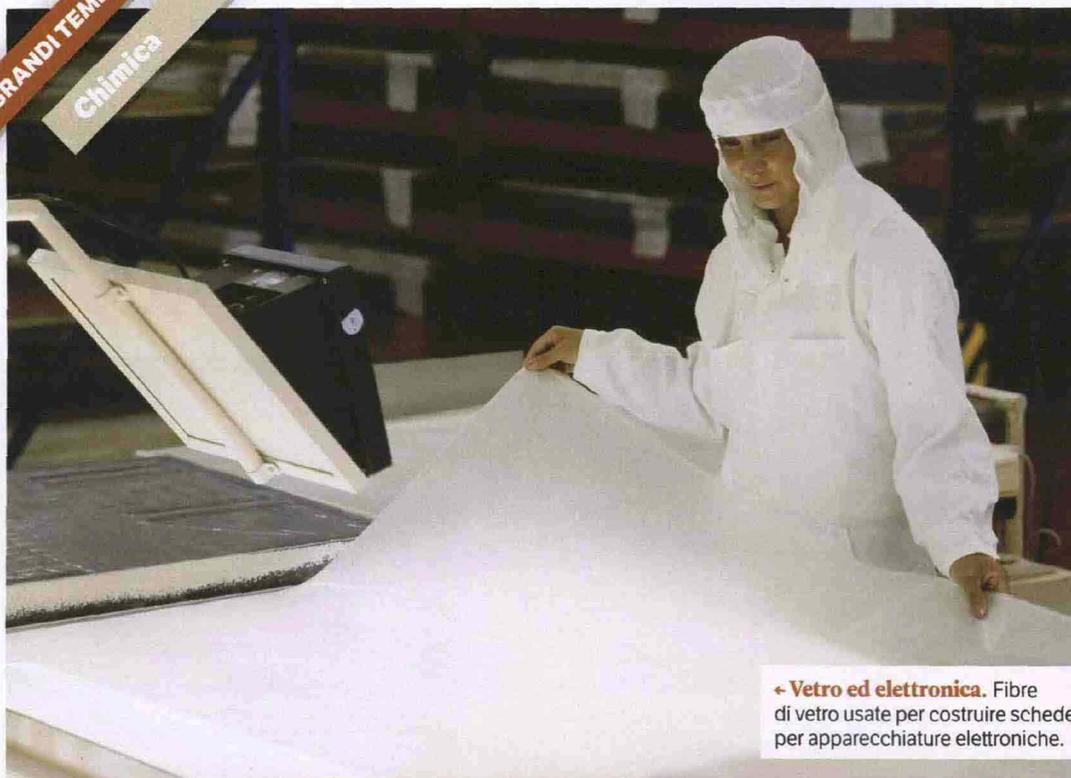
una reazione così rapida che appare come un'esplosione. **Non si torna indietro.** Tutta questa energia sprigionata, tra l'altro, spiega anche come mai sia così difficile separare nuovamente ossigeno e idrogeno: si può farlo, infatti, solo fornendo altrettanta energia.



"Ma guardate l'idrogeno tacere nel mare / guardate l'ossigeno al suo fianco dormire: / soltanto una legge che io riesco a capire / ha potuto sposarli senza farli scoppiare." Da *Un chimico* di Fabrizio De André.

I futuri sacchetti "bio" saranno più resistenti della vecchia plastica

I GRANDI TEMI
Chimica



← **Vetro ed elettronica.** Fibre di vetro usate per costruire schede per apparecchiature elettroniche.

Nuove energie: una molecola potrebbe rilasciare calore a comando



» **In continua trasformazione.** La chimica potrà forse impedire l'annerimento di questo Van Gogh.

» Ilo. «Questa bioplastica è derivata dall'acido polilattico, che è una molecola ottenuta da prodotti vegetali come il mais, la canna da zucchero o il frumento» racconta il suo creatore, Moshe Kol della Scuola di Chimica dell'Università di Tel Aviv «proprio come quella attualmente in commercio, ma con una differenza fondamentale. La struttura di un materiale, infatti, dipende da molti fattori,

ma soprattutto dal modo in cui le molecole degli elementi costitutivi vengono assemblate tra loro, come accade con i mattoncini del Lego. Grazie a uno speciale catalizzatore (cioè una sostanza in grado di accelerare una reazione oppure di indirizzarla in una direzione anziché in un'altra) siamo riusciti a ottenere una struttura particolarmente resistente».

Calore a comando. La chimica scende in campo anche per produrre energia. Oggi le fonti primarie (carbone, petrolio e gas) producono energia combinandosi con l'ossigeno in una reazione che origina come elemento di scarto la famigerata anidride carbonica. Ben presto, però, grazie a un approccio termochimico si potrà catturare l'energia solare attraverso una speciale configurazione di molecole, in grado di liberare poi il calore nel momento in cui sarà necessario. La scoperta è stata realizzata nei laboratori del Mit, dove si è messa a punto una molecola che permetterebbe di costruire batterie ricaricabili con il calore anziché con l'elettricità. La *fulvalene diruthe-*

nium, così si chiama la molecola in questione, immagazzina il calore e lo rilascia a richiesta. Spiega Jeffrey Grossman, autore della ricerca: «Quando la molecola assorbe la luce solare, passa a uno stato energetico più elevato, che resta stabile fino a che non interviene un catalizzatore. Solo allora il calore assorbito viene rilasciato».

In soccorso all'arte. Alla chimica è stata recentemente affidata anche la soluzione di un mistero: la degradazione del "giallo cromo", che minaccia i più celebri capolavori di Vincent van Gogh. «Sono a rischio molte sfumature del giallo, tipiche della pittura di Vincent van Gogh e di altri impressionisti come Seraut, Pissarro, Manet e Renoir» spiega Costanza Miliani, ricercatrice dell'Istt-Cnr. L'analisi chimica ha permesso di capire che l'annerimento è legato alla trasformazione del cromato di piombo in ossido di cromo, in un sottile strato di spessore pari a 1-2 micron. Ora i ricercatori puntano a comprendere quali condizioni favoriscano il processo e quali invece possano contribuire a rallentarlo. ■

l'urea partendo da sostanze inorganiche. Nasce la chimica organica.

Dmitrij Mendeleev (1834-1907) nel 1869 pubblica la tavola periodica degli elementi.

Joseph Thomson (1856-1940)



Alla fine del XIX secolo mette in luce la prima particella subatomica, l'elettrone. Nel 1911 Robert Andrews Millikan ricava il valore esatto della sua carica.

Gilbert Newton Lewis (1875-1946) mette a punto la teoria sul legame chimico covalente, che spiega in maniera semplice il legame chimico.

Il libro



Maria Chiara Montani
Sposare gli elementi, Sironi