

ALCUNE ESPERIENZE DI CHIMICA

G. Giacomo Guilizzoni

Rivista: «Didattica delle Scienze»

02/2004 10/2004

Sono qui riportati, senza un ordine preciso, suggerimenti per l'esecuzione di semplici esperienze - alcune curiose per destare l'interesse degli studenti - richiedenti poco materiale e reagenti chimici di uso comune.

01. Fisica e Chimica

Materiale. Lampada Bunsen; pinza; spezzone di filo di platino fissato ad una bacchettina di vetro.

Prodotti chimici.

Spezzone di nastro di magnesio.

Esperienza. Arroventare sulla fiamma il filo di platino e mostrare, dopo il raffreddamento, come il metallo non abbia subito modifiche. Arroventare sulla fiamma, usando la pinza, il nastro di magnesio. Gli studenti saranno colpiti dalla luce bianca vivissima. Mostrare il risultato: un residuo bianco polverizzabile sul palmo della mano.

Commento. Il platino non ha subito trasformazioni chimiche ma soltanto fisiche, platino era prima del riscaldamento e platino è rimasto. Il magnesio, diventando una sostanza chimica totalmente diversa, l'ossido di magnesio, per effetto del calore e della presenza di ossigeno nell'aria, ha subito una trasformazione chimica così rappresentabile: $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$.

Prevedibili domande. Che cosa è una sostanza chimica? Perché la polvere bianca si chiama ossido di magnesio e di cosa è «fatta»? Perché non ha scritto semplicemente $\text{Mg} + \text{O} \rightarrow \text{MgO}$?

Risposte suggerite. Chiamiamo *materia* tutto ciò che occupa uno spazio e può essere spostato, deformato o trasformato. Un oggetto solido, un liquido, un gas sono costituiti da una *sostanza* o da una miscela di sostanze. Così ad esempio, una zolletta di zucchero è un frammento di materia costituito da un' unica sostanza, il saccarosio; una goccia d'acqua di rubinetto è costituita prevalentemente dalla sostanza acqua ma in cui sono disciolte anche molte altre sostanze; l'aria è una miscela di varie sostanze gassose, in cui predominano l'azoto e l'ossigeno. Una definizione di

sostanza? Suggestirei quella, semplice e chiara, della legislazione italiana: «Una sostanza è un elemento chimico o un composto chimico riscontrabile in natura oppure ottenuto mediante lavorazioni industriali» (legge n. 236 del 29.5.74).

Le sostanze sono costituite da *atomi* o da *molecole* (unioni di più atomi). Si conoscono al momento 118 «tipi» atomi (di cui soltanto una novantina si trovano in natura) aventi un nome e rappresentati con un simbolo: Au, *oro*; O, *ossigeno*; Fe, *ferro*; ecc. Gli *elementi chimici* sono sostanze costituite da atomi della stessa specie. I *composti chimici* sono sostanze costituite dall'unione di due o più atomi di *elementi di specie diversa* e sono numerosissimi.

Ho scritto O₂ anziché O perché l'ossigeno dell'aria non è costituito da atomi O bensì da molecole biatomiche, ma attenzione, O₂ non rappresenta un composto chimico.

Della materia e delle sostanze si occupano la Fisica e la Chimica. La *Fisica classica* studia le trasformazioni della materia in cui la natura delle sostanze non viene modificata. «La *Chimica* è la scienza che studia le sostanze, le loro proprietà e le reazioni con cui una sostanza si trasforma in un'altra» (Linus Pauling, 1901-1994, chimico statunitense, due volte premio Nobel, per la Chimica nel 1954 e per la Pace nel 1962; notate la semplicità del suo linguaggio).

02. Sublimazione e brinamento

Materiale. Lampada Bunsen; tubo da saggio.

Prodotti chimici. Iodio.

Esperienza. Riscaldare nel tubo da saggio, su piccola fiamma, qualche cristallino di iodio; far notare lo sviluppo di bellissimi vapori violetti e la formazione di una sostanza bruna sulla parete fredda del tubo.

Prevedibili domande. I vapori violetti e la sostanza bruna sulle pareti del tubo sono nuove sostanze prodotte nel riscaldamento dello iodio?

Risposte suggerite. Questa volta niente chimica: sono avvenute due trasformazioni fisiche: il passaggio dello iodio, per effetto del calore, da solido a vapore (*sublimazione*) e quello, per raffreddamento, da vapore a solido (*brinamento*). Iodio è la sostanza solida riscaldata, iodio è il vapore violetto, iodio è la sostanza bruna. Tutto ciò è dimostrabile in vari modi ma sarebbe troppo lungo parlarne. Fidatevi. Citare la neve che «fuma» al sole e la formazione di brina su un filo d'erba e nel frigorifero domestico.

03. Atomi e molecole

Materiale. Bilancia; cilindro graduato da 50 cm³.

Prodotti chimici. Zolfo in polvere.

Esperienza. Pesare sulla bilancia 32 g di zolfo. Introdurre nel cilindro 18 cm³ (\cong 18 g) di acqua. Scrivere sulla lavagna la costante di Avogadro ($6 \cdot 10^{23}$) per esteso

600 000 000 000 000 000 000 000

e affermare solennemente: nei 32 g di zolfo che vedete vi sono seicentomila trilioni di atomi di zolfo (S); nei 18 g di acqua che vedete vi sono seicentomila trilioni di molecole di acqua (H₂O)!

Prevedibile domanda. Quanto pesano un atomo di zolfo e una molecola di acqua se ve ne sono così tanti in pochi grammi di sostanza?

Risposta suggerita. Basta dividere 32 g per seicentomila trilioni e 18 g per seicentomila trilioni: otterremo numeri estremamente piccoli. Un atomo di zolfo pesa $5,3 \cdot 10^{-23}$ g ovvero

0,000 000 000 000 000 000 000 053 g.

Una molecola di acqua è ancora più leggera, pesando $3 \cdot 10^{-23}$ g ovvero 0,000 000 000 000 000 000 000 03 g.

04. Protoni e elettroni

Materiale e prodotti chimici. Nessuno.

Esperienza. Mentre l'acqua scorre in filo sottile da un rubinetto, avvicinare una biro strofinata più volte sulla manica della giacca: il filo d'acqua subisce una deviazione.

Prevedibile domanda: L'acqua è dunque elettrizzata?

Risposta suggerita. Gli atomi sono costituiti da un nucleo centrale (carico di elettricità positiva per la presenza di particelle dette *protoni*) intorno a cui sciamano, a grande distanza, particelle aventi carica elettrica negativa, gli *elettroni*. Un elemento chimico è costituito da atomi contenenti lo stesso numero di protoni.

Gli atomi sono per così dire «vuoti»; quasi tutta la massa di un atomo è concentrata nel nucleo. Così ad esempio, la massa di 1 cm³ di oro è 19,3 g; quella di 1 cm³ di nuclei di atomi di oro supererebbe i tre milioni di tonnellate.

Nelle molecole dell'acqua l'atomo di ossigeno tende ad attirare elettroni verso di sé e acquista una debole carica elettrica negativa; i due atomi di idrogeno, trovandosi con elettroni in meno, acquistano una debole

carica elettrica positiva, prevalendo quella dei protoni del loro nucleo. Ogni molecola di acqua possiede quindi due poli elettrici, è polarizzata.

Altra prevedibile domanda. Che cosa è una carica elettrica?

Risposta suggerita. Rispondono uno scrittore e un pittore: «Sappiamo come si comporta e come misurare le proprietà di una carica elettrica ma non sappiamo che cosa sia» (*Isaac Asimov*). «Sull'arte e l'elettricità grava lo stesso mistero: si ignora quello che sono» (*Wasilij Kandinskij*).

05. Neutroni

Strumento. Contatore di Geiger.

Prodotti chimici. Un sale di sodio; un sale di potassio.

Esperienza. Introdurre il sensore del Geiger prima nel flacone del sale di sodio e poi in quello del sale di potassio: nel secondo caso lo strumento emette il caratteristico ticchettio.

Commento. Nel nucleo degli atomi vi sono, insieme ai protoni, particelle elettricamente neutre dette *neutroni*. Ogni elemento chimico è costituito da atomi contenenti lo stesso numero di protoni. Di molti elementi chimici che si trovano in natura esistono due o più *isotopi*, costituiti da atomi contenenti lo stesso numero di protoni ma *diverso numero di neutroni*. Alcuni di questi isotopi sono instabili e di disintegrano spontaneamente trasformandosi in altri elementi ed emettendo radiazioni: sono detti *isotopi radioattivi*. Il sodio è costituito da un unico tipo di atomo stabile. Del potassio esistono tre isotopi; i minerali di potassio, e quindi tutti i composti del potassio che da essi si producono, contengono lo 0,01 % di un isotopo radioattivo, quello segnalato dal contatore Geiger.

06. Colorazioni della fiamma

Materiale. Lampada Bunsen; filo di platino (o di nichelcromo) montato su bacchettina di vetro; 5 vetri da orologio o altri piccoli contenitori di vetro o di polietene.

Prodotti chimici. Sodio cloruro o altro sale di sodio; potassio cloruro o altro sale di potassio; stronzio cloruro o altro sale di stronzio (solfato escluso); bario cloruro o altro sale di bario (solfato escluso); acido cloridrico concentrato (soluzione acquosa del commercio).

Esperienza. In quattro vetri da orologio porre qualche cristallino di ciascun sale, senza alcun contrassegno, e nel quinto qualche goccia di acido cloridrico concentrato. Bagnare il filo di platino con acido cloridrico, toccare successivamente i quattro sali e riscaldare il filo sulla fiamma: colorazione gialla: *sodio*; violetta: *potassio*; rossa: *stronzio*; verde: *bario*.

Prevedibile domanda. Quando, durante la cottura, un cibo trabocca dalla pentola e la fiamma del gas diventa gialla, significa che in quel cibo è presente sodio?

Commento. Proprio così. Quando a certi elementi viene fornita energia termica, alcuni elettroni dei loro atomi passano da uno stato «fondamentale» ad uno stato «eccitato»; dopo brevissimo tempo ritornano nello stato fondamentale emettendo radiazioni luminose, il cui colore dipende dalla natura dell'elemento chimico.

07. Miscela e composto chimico

Materiale. Lampada Bunsen; mortaio; tubo da saggio da sacrificare, piccolo bicchiere; calamita.

Prodotti chimici. Limatura di ferro, polvere di zolfo.

Esperienza 1. Mescolare nel mortaio limatura di ferro e polvere di zolfo in rapporto 2: 1 circa.

Prevedibile domanda. Ha eseguito una reazione chimica?

Risposta suggerita. No, ho mescolato due elementi chimici, ferro (Fe) e zolfo (S); il risultato non è un composto chimico tra ferro e zolfo ma una semplice miscela in cui ferro e zolfo conservano la loro identità. Infatti, se avviciniamo una calamita alla miscela, viene attirato il ferro e non lo zolfo. Ma, attenzione, ora.

Esperienza 2. Riscaldare la miscela di ferro e zolfo in un tubo da saggio. Si nota emissione di luce e formazione di una sostanza nera che non viene più attirata dalla calamita.

Prevedibili domande. Adesso è avvenuta una reazione chimica? Perché ha dovuto riscaldare la miscela?

Risposta suggerita. E' avvenuta una reazione chimica, trasformazione, ripetiamolo, che implica un cambiamento della composizione di una o più sostanze. Il prodotto della reazione è un composto chimico nero tra ferro e zolfo (solfuro di ferro, FeS) avente proprietà diverse dal ferro e dallo zolfo di partenza. Il calore fornito alla miscela ha dato per così dire una «spintarella» affinché la reazione potesse iniziare. Come certi personaggi dei film di animazione: cadono in un burrone sfiorati con un dito. In linguaggio scientifico si dice che la reazione, per iniziare, richiede una piccola quantità di energia, detta *energia di attivazione*.

Esperienza 3. Tutti sanno che, aprendo il rubinetto del gas, il metano si diffonde nell'aria e si accende soltanto usando un fiammifero, un accendigas a scintilla o comunque un oggetto caldo. Chiediamoci: perché, una volta acceso, il metano continua a bruciare per un tempo indefinito?

Risposta. Come per il solfuro di ferro, il calore fornisce l'energia di attivazione necessaria per iniziare la reazione di combustione tra il metano e l'ossigeno dell'aria, i cui prodotti sono vapore d'acqua e biossido di carbonio, o anidride carbonica (CO₂). La reazione è $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Prevedibile domanda. La morte per avvelenamento causata da impianti a gas difettosi è dovuta alla formazione del biossido di carbonio?

Risposta suggerita. No. Il *biossido* di carbonio non è tossico (lo troviamo in tutte le bevande gassate); è tossico il *monossido* di carbonio (CO), che si forma quando il metano, per un cattivo funzionamento dell'impianto, brucia in difetto di aria ($\text{CH}_4 + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$).

Esperienza 4. Osserviamo questa lampada Bunsen. Se chiudiamo i due fori alla base, da cui è aspirata l'aria necessaria per la combustione del metano, noteremo che la fiamma assomiglia a quella di una candela: ciò indica che il metano brucia in difetto di ossigeno e si forma monossido di carbonio. Se invece apriamo opportunamente i fori, la fiamma diventa oscura e ciò segnala che l'aria aspirata è più che sufficiente per la combustione. Si forma in questo caso biossido di carbonio, innocuo.

Prevedibile domanda. Perché la legge impone di aprire un foro di aerazione nel muro dei locali in cui si trovano fornelli e caldaie a gas non sigillate?

Risposta suggerita. La combustione del metano consuma ossigeno e, anche se il biossido di carbonio prodotto nella combustione non è tossico, è necessario venga allontanato potendo, al limite, provocare fenomeni di asfissia. La fiamma deve sempre apparire blu e non luminosa; nelle moderne caldaie per uso domestico vi è uno strumento che segnala la presenza di ossido di carbonio e blocca automaticamente, in questo caso, l'afflusso del gas.

08. Ancora sulla combustione

Materiale. Cannuccia per bibite; tubo di gomma con spezzone di tubo di vetro; bicchiere da 2 l sul fondo del quale sono fissate una candela, mezza candela, 1/4 di candela.

Prodotti chimici. Idrossido di bario (soluzione acquosa al 5 %; se non è limpida occorre filtrarla prima dell'uso); bomboletta di biossido di carbonio.

Esperienza 1. Soffiare, mediante una cannuccia, nella soluzione limpida di idrossido di bario: si forma una sostanza bianca. Questa esperienza dimostra che nell'aria espirata dai nostri polmoni è presente biossido di carbonio (anidride carbonica) il quale reagisce con l'idrossido di bario

formando bario carbonato, la sostanza bianca ($\text{Ba(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$).

Esperienza 2. Collegare la bomboletta di CO_2 con il bicchiere in modo che lo spezzone di tubo di vetro tocchi il fondo del bicchiere stesso. Accendere le candele e introdurre lentamente il gas: si noterà che prima si spegne la candela corta, poi la media e poi quella più lunga.

Commento. Le candele si spengono in questo ordine perché il biossido di carbonio, che non mantiene la combustione, è pesante e tende a riempire il bicchiere, scacciando l'aria, partendo dal fondo. Il biossido di carbonio è invisibile ma lo spegnimento delle candele segnala a quale altezza è presente nel recipiente.

Prevedibile domanda. Ho sentito in TV che due persone sono morte per essersi calate in un silo in cui vi era biossido di carbonio; non ci ha appena detto che non è tossico?

Risposta suggerita. Sono morte non per avvelenamento ma per asfissia, cioè per mancanza di ossigeno, come fossero annegati. Il biossido di carbonio ha sostituito l'aria nel silo e, essendo pesante, si è concentrato nella parte bassa del serbatoio stesso.

09. Ancora sulla combustione

Materiale: Flacone di vetro a collo largo con turacciolo di sughero, da sacrificare; tubo di gomma con spezzone di tubo di vetro.

Prodotti chimici: Bomboletta di ossigeno, lungo truciolo di acciaio.

Esperienza. Fissare una estremità del truciolo sul tappo di sughero, o su una tavoletta di compensato; inserire sull'estremità libera del truciolo la capocchia di uno zolfanello. Riempire il flacone di ossigeno, accendere lo zolfanello e inserire rapidamente il truciolo nel flacone: il metallo brucia con fiamma viva.

Prevedibili domande. Quindi anche i metalli bruciano? Qual è la funzione dello zolfanello?

Risposta suggerita. All'aria, l'ossidazione dei metalli comuni è lenta ma diventa rapida in ossigeno puro; la combustione dello zolfanello fornisce l'energia di attivazione della reazione tra ferro e ossigeno; i prodotti sono ossidi di ferro.

10. In medio stat virtus

Materiale. Tubo da saggio; contagocce.

Prodotti chimici. Potassio ioduro (soluzione acquosa all' 8 % circa, incolore); mercurio(II) cloruro (soluzione acquosa al 6 % circa, incolore).

Esperienza. Versare del potassio ioduro, goccia a goccia, in circa 1 cm³ di mercurio(II) cloruro. Si forma dapprima una sostanza rossa ma, continuando ad aggiungere potassio ioduro, la sostanza rossa scompare e la soluzione torna incolore.

Prevedibile domanda. E' un gioco di prestigio?

Risposta suggerita. No, è una cosa seria. In uno spot televisivo avrete ascoltato un motorista parlare di *rapporto stechiometrico* benzina-aria. Nelle reazioni chimiche le sostanze devono reagire tra loro secondo un rapporto ben definito, detto appunto rapporto stechiometrico, termine che deriva dal greco e significa «misura di un elemento». Nella nostra esperienza si forma la sostanza rossa (mercurio ioduro) quando esiste il rapporto stechiometrico 1:2 tra lo ione mercurio(II) e lo ione ioduro. Si forma invece una sostanza incolore [lo ione complesso tetraiodomercurato(II)] quando il rapporto suddetto diventa 1:4. Le reazioni sono: a) $\text{Hg}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{HgI}_2$; b) $\text{HgI}_2 + 2\text{I}^- \rightarrow \text{HgI}_4^{2-}$.

11. Reazioni chimiche curiose

Materiale. Lampada Bunsen; tubi da saggio; piccolo bicchiere; bacchettina di vetro; contagocce.

Prodotti chimici. Rame(II) solfato (soluzione acquosa al 12 % circa); sodio silicato («vetro solubile» del commercio); piombo nitrato (soluzione acquosa all' 8 % circa); mercurio(II) cloruro (soluzione acquosa al 6 % circa); ferro(III) cloruro (soluzione acquosa al 5 % circa); potassio esacianoferrato(II) (soluzione acquosa al 15 % circa); sodio idrossido (soluzione acquosa all' 8 % circa); potassio tiocianato (soluzione acquosa all' 1 % circa); stagno(II) cloruro (soluzione acquosa al 10 % circa); ammoniaca concentrata (soluzione acquosa del commercio); acido cloridrico concentrato (soluzione acquosa del commercio).

Esperienza 1. Ad soluzione colorata si aggiunge una soluzione incolore: il colore, anziché impallidire, si intensifica, oppure compare un nuovo colore. a) Ad un poco di rame(II) solfato (colore azzurro) aggiungere poche gocce di ammoniaca (incolore): si forma una sostanza complessa di colore azzurro molto più intenso. b) Ad un poco di ferro(III) cloruro (giallo pallido) aggiungere qualche goccia di potassio tiocianato (incolore): compare una colorazione rossa.

Esperienza 2. Ad una soluzione incolore si aggiunge un'altra soluzione incolore: si forma una sostanza colorata. a) Ad un poco di mercurio(II) cloruro aggiungere poche gocce di sodio idrossido: si forma una sostanza gialla.

Esperienza 3. Ad una soluzione colorata si aggiunge un'altra soluzione colorata: si forma una sostanza di colore diverso. Ad un poco di ferro(III)

cloruro (giallo pallido) aggiungere poche gocce di potassio esacianoferrato(II) (pure giallo pallido): si forma una sostanza blu.

Esperienza 4. Due gas incolori possono formare, reagendo, una sostanza solida. Accostare i colli delle bottiglie dell' ammoniaca conc. e dell' acido cloridrico conc. e soffiare: si forma una nuvoletta di polvere bianca.

Domanda prevedibile. Quali reazioni sono avvenute?

Risposte. 1a) $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2-}$ (ione tetraamminorame(II), azzurro). 1b) $\text{Fe}^{3+} + 6\text{SCN}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_6^{2-}$, ione esatiocianoferrato(III), rosso. 2) $\text{Hg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Hg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HgO}$ (ossido di mercurio(II), giallo). 3) $4\text{Fe}^{3+} + 3\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ (blu di Prussia). 4) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ (ammonio cloruro, bianco).

12. Solubilità di un sale in acqua

Per solubilità in acqua di una sostanza si intende la massima quantità di sostanza che può disciogliersi in una certa quantità di acqua, ad una determinata temperatura. Per la maggioranza delle sostanze solide, la solubilità in acqua aumenta con l' aumentare della temperatura.

Materiale. Lampada Bunsen; tubo da saggio.

Prodotti chimici. Piombo nitrato (soluzione acquosa all' 8 % circa); acido cloridrico diluito (9 cm³ di acido cloridrico conc. del commercio si diluiscono con acqua fino al volume di 100 cm³).

Esperienza. A 1 cm³ circa di piombo nitrato aggiungere qualche goccia di acido cloridrico diluito: si forma una sostanza bianca cristallina, il piombo cloruro. Riscaldare: la sostanza si scioglie. Raffreddare il tubo da saggio sotto acqua corrente: ricompare la sostanza cristallina.

Prevedibile intervento. Ecco perché mia madre sala l'acqua per cuocere la pasta quando è bollente!

Risposta suggerita. Errato. Il sale da cucina (sodio cloruro), guarda un po', è uno dei pochi sali la cui solubilità aumenta pochissimo con l'aumentare della temperatura. In acqua calda la solubilità del sale da cucina non è maggiore che in acqua fredda: la dissoluzione è soltanto più rapida, tutto qui.

Prevedibile secondo intervento. Ho appreso dalla TV che una nota imbonitrice truffava i gonzi inviando loro un bicchiere «magico» contenente acqua e, sul fondo, un misterioso sale bianco: avrebbe dovuto disciogliersi con il trascorrere del tempo. Perché il sale non si è mai disciolto?

Risposta suggerita. Il sale non avrebbe mai potuto disciogliersi perché la soluzione sovrastante era *satura*, contenendo disciolta, alla temperatura

ambiente, la *massima quantità possibile* di sale. Risulta che le vittime, sprovviste ma avidi, erano disposte a sborsare milioni, in un primo tempo per vincerne molti di più al lotto e poi per farsi togliere il «malocchio» rivelato dalla mancata dissoluzione del sale. Tutto sommato, ben gli sta. Potrebbe essere l'occasione per parlare della combriccola poco raccomandabile di astrologi, cartomanti, chiromanti, psicofonici e ciarlatani vari dai nomi buffi i quali, facendo leva sull'ignoranza e la superstizione dei clienti, chiedono e ottengono, per la loro «consulenza», forti somme di denaro.

13. Acidi e basi

Gli *acidi* e le *basi* sono due categorie di sostanze chimiche. Un acido è una sostanza che dona protoni ad una base: una base è una sostanza che accetta protoni da un acido. Quando un acido reagisce con una base si ha un trasferimento di protoni dall'acido alla base e la reazione si chiama *protolisi*.

Materiale. Tubi da saggio; due burette da 50 cm³; bevuta da 250 cm³ (oppure bicchiere da 250 cm³ con bacchettina di vetro come agitatore).

Prodotti chimici. Acido cloridrico concentrato (soluzione acquosa del commercio); ammoniaca concentrata (soluzione acquosa del commercio); acido cloridrico diluito (9 cm³ circa di acido cloridrico conc. del commercio si diluiscono con acqua fino al volume di 100 cm³); sodio idrossido (soluzione acquosa al 4 % circa); metilarancio (soluzione acquosa allo 0,1 %); cartine al tornasole.

Esperienza 1. Esporre un pezzetto di cartina al tornasole prima ai vapori di ammoniaca concentrata (diventa blu) e poi ai vapori di acido cloridrico concentrato (diventa rossa).

Prevedibili domande. Che cosa è il tornasole? A che cosa è dovuto il cambiamento di colore?

Risposte suggerite. Il tornasole è un colorante ricavato da licheni.

Rispondere alla seconda domanda richiede un lungo discorso; accontentatevi di apprendere che il tornasole è uno dei tanti *indicatori acido-base*, sostanze che a contatto con un acido assumono un colore e con una base ne assumono un altro.

Esperienza 2. In due tubi da saggio senza contrassegno introdurre qualche centimetro cubo rispettivamente di acido cloridrico diluito e di sodio idrossido. Aggiungendo due gocce di metilarancio, la soluzione acida diventa rossa e la soluzione basica diventa gialla. Anche il metilarancio è un indicatore acido-base.

Esperienza 3. Riempire una buretta con acido cloridrico diluito e l'altra con sodio idrossido. Fingere di scordare in quale delle due burette si trova

l'acido e in quale la base, entrambi incolori. (*Intervento prevedibile*. Provi con una cartina al tornasole o con il metilarancio!).

Introdurre 25 cm³ di sodio idrossido nella bevuta o nel bicchiere, diluire con un poco di acqua, aggiungere due gocce di metilarancio: la soluzione si colora in giallo. Nella soluzione basica far scorrere, sotto agitazione, poco più di 20 cm³ di acido cloridrico diluito. A questo punto, sempre sotto agitazione, far gocciolare lentamente l'acido nella base fino a che la soluzione diventa arancione, colore intermedio tra il rosso e il giallo.

Prevedibile domanda. A che cosa è dovuta la comparsa del colore arancione?

Risposta suggerita. Al fatto che la base ha reagito completamente con l'acido ($\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$). Basta una goccia in più di acido cloridrico per rendere la soluzione acida e lo si vede dalla colorazione rossa che assume. Mostrare come, aggiungendo alternativamente una goccia di acido e una goccia di base, si verificano i cambiamenti di colore.

14. pH di una soluzione acquosa

Gli acidi (e le basi) si distinguono in forti e deboli, secondo la tendenza da loro posseduta a cedere (o ad acquistare) protoni. Questa «forza» viene espressa con un numero, detto pH, compreso tra 0 (*massima acidità*) e 14 (*massima basicità*). L'acqua e le soluzioni *neutre*, cioè né acide né basiche, alla temperatura di 25 °C, hanno pH = 7. Le soluzioni acide hanno pH < 7; le soluzioni basiche hanno pH > 7. Il sangue arterioso, per esempio, è debolmente basico avendo, a 37 °C, un pH compreso tra 7,35 e 7,45.

pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	← aumenta l'acidità						soluzione neutra		aumenta la basicità →						

Prodotti chimici. Acido cloridrico diluito (9 cm³ di acido cloridrico conc. del commercio si diluiscono con acqua fino al volume di 100 cm³); acido acetico diluito (17 cm³ di acido acetico glaciale del commercio si diluiscono con acqua fino al volume di 100 cm³); sodio idrogenocarbonato (soluzione acquosa allo 0,8 % circa); sodio carbonato (soluzione acquosa all' 1 % circa); sodio idrossido (soluzione acquosa al 4 % circa); cartine indicatrici del pH.

Esperienza. Misurare il pH delle soluzioni sopraindicate deponendone una goccia su un pezzettino di cartina indicatrice e confrontare il colore assunto con la scala cromatica. Come si vede, con il tornasole si può stabilire soltanto se una soluzione è acida o basica; con le cartine indicatrici del pH si può anche stabilire, almeno approssimativamente, *quanto* è acida e *quanto* è basica.

L'esperienza potrà essere ripetuta in seguito, operando su campioni di prodotti della vita quotidiana portati a scuola dai ragazzi: aceto, succo d'arancia, succo di limone, latte, vino, birra, Coca-Cola (acida per la presenza di acido fosforico), sapone, detersivi per lana e per bucato, ecc. *Prevedibile domanda.* Nella pubblicità televisiva di un cosmetico, si parla di *pH 5 punto 5*; significa pH 5,5 oppure ha un altro significato? *Risposta suggerita.* Sostituire la virgola con il punto è un'abitudine americana che si va diffondendo anche in Italia e contribuirà a complicarci la vita. Ma c'è di peggio. Negli USA, la virgola è talvolta usata, invece del punto, per la separazione delle cifre di tre in tre. Così ad esempio, se in Europa il numero 45,263 significa quarantacinque unità, due decimi, sei centesimi e tre millesimi, negli Stati Uniti potrebbe significare quarantacinquemiladuecentosessantatre unità.

15. Ossidanti e riducenti

Gli *ossidanti* e i *riducenti* sono due categorie di sostanze chimiche. Un riducente è una sostanza che dona elettroni ad un ossidante: un ossidante è una sostanza che accetta elettroni da un riducente. Quando un riducente reagisce con un ossidante, si ha trasferimento di elettroni dal riducente all'ossidante e la reazione prende il nome di *ossidazione*.

Materiale. Lampada Bunsen; due burette da 50 cm³; bevuta da 250 cm³ (oppure bicchiere da 250 cm³ con bacchettina di vetro come agitatore); tubo da saggio.

Prodotti chimici. Potassio permanganato (soluzione acquosa allo 0,3 % circa, ossidante, di colore violetto); acido ossalico (soluzione acquosa allo 0,6 % circa, riducente, a cui viene aggiunto un poco di acido solforico diluito); manganese solfato (soluzione acquosa al 10 % circa); sodio idrossido (soluzione acquosa al 4 % circa).

Esperienza 1. Riempire una buretta con il potassio permanganato (ossidante) e l'altra con l'acido ossalico (riducente). Introdurre 25 cm³ di acido ossalico nella bevuta o nel bicchiere, diluire con un poco di acqua e riscaldare a 60-70 °C. Nella soluzione riducente far scorrere, sotto agitazione, poco più di 20 cm³ di potassio permanganato. Notare che il colore violetto scompare. Ciò significa che i due composti hanno reagito ma vi è ancora presente dell'acido ossalico. A questo punto, sempre sotto agitazione, far gocciolare lentamente l'ossidante nel riducente fino a che la soluzione si colora in rosa persistente. A questo punto l'ossidante ha reagito completamente con il riducente. Mostrare come, aggiungendo alternativamente qualche goccia di potassio permanganato e qualche goccia di acido ossalico, la soluzione si colora e si decolora.

Esperienza 2. In un tubo da saggio, a circa 1 cm³ di manganese solfato aggiungere qualche goccia di sodio idrossido. Si forma una sostanza

bianca. Se ora si agita, questa sostanza bianca (un riducente) lentamente imbrunisce per azione dell'ossigeno dell'aria (un ossidante).

Prevedibile domanda. E' l'ossigeno dell'aria a provocare il l' imbrunimento di alcuni funghi quando vengono spezzati?

Risposta suggerita. Sì. L'ossigeno dell'aria agisce da ossidante su alcune sostanze presenti nei funghi; sul ferro, formando la ruggine; sulle carni esposte all'aria, imbrunendole. Per impedire l'ossidazione, alcuni macellai trattano la superficie dei tagli di carne con sostanze riducenti, presenti anche nei salumi per lo stesso motivo.

16. Indicatore di umidità

Materiale. Foglio di carta da filtro.

Prodotti chimici. Cobalto(II) cloruro (soluzione acquosa al 10 % circa).

Preparazione. Prima della lezione, passare la carta da filtro nella soluzione del sale di cobalto, lasciarla asciugare all'aria e tagliarla in strisce. Donare una striscia ad ogni scolaro spiegando che si tratta di una carta segnatempo: appare azzurra nelle giornate calde e secche e rosa quando l'aria è umida. Consigliare di appenderla all'aperto, al riparo dalla pioggia.

Esperienza. Quando le cartine sono rosse, l'aria è umida. In questo caso esporre una cartina all'aria secca sovrastante una qualsiasi sorgente di calore: la cartina diventa azzurra. Quando le cartine sono azzurre, l'aria è secca. Esporre una cartina al vapore prodotto da acqua in ebollizione, tenendola lontana dalla superficie dell'acqua: la cartina diventa rosa.

Prevedibile intervento. In un mercatino ho visto statue che cambiano colore annunciando il cattivo tempo.

Risposta suggerita. Le statue kitsch sono imbevute, come le nostre cartine, di un sale di cobalto; il colore azzurro è dovuto all'anione complesso tetraclorocobaltato(II), CoCl_4^{2-} ; il colore rosa è dovuto ad un altro complesso, il catione esaquocobalto(II), $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$.