

## EDUCAZIONE SCIENTIFICA

### GLI ACIDI

#### PERCORSO DIDATTICO PER LA SCUOLA SECONDARIA DI II GRADO

a cura di  
*Carlo Fiorentini*

#### *Gli acidi*

1. Esplorate le conoscenze di senso comune degli studenti, chiedendo loro che cosa sono gli acidi, le sostanze basiche, ed i sali.

2. Preparate la soluzione di acido cloridrico, da utilizzare negli esperimenti, nel seguente modo:

In un becker da 50 cm<sup>3</sup> mettete 4-5 cm<sup>3</sup> di soluzione concentrata di acido cloridrico ed una quantità simile di acqua distillata; versate la soluzione così ottenuta in una provetta, che utilizzerete negli esperimenti successivi ( a meno che non vengano date indicazioni diverse).

Si inizia una serie di esperimenti che permetteranno di condividere una prima definizione della classe degli acidi.

3. Versate in una provetta<sup>1</sup> una punta di spatola di carbonato di calcio in polvere ed alcuni cm<sup>3</sup> di acqua distillata. Dopo aver agitato per alcuni secondi, che cosa osserviamo?

Questo esperimento dovrebbe essere già stato precedentemente effettuato, quindi gli studenti dovrebbero già sapere che il carbonato di calcio non è solubile in acqua.

Tuttavia è necessario, ripeterlo perché costituisce il termine di confronto percettivo per i successivi esperimenti

4. Dopo aver versato in un'altra provetta quantità di carbonato di calcio e di acqua distillata simili all'esperimento precedente, aggiungete alcuni cm<sup>3</sup> di soluzione acquosa di acido cloridrico, prelevandolo con un contagocce dalla provetta preparata precedentemente. Chiedete agli studenti di descrivere ciò che osservano.

Mentre nel primo esperimento non si verifica alcun fenomeno, in questo si osserva:

---

<sup>1</sup> E' opportuno apporre sulle provette di ogni esperimento un'etichetta autoadesiva che indichi le sostanze introdotte

1. la formazione di bollicine che può essere così abbondante da assumere l'aspetto di una schiuma bianca
2. un'agitazione violenta delle particelle di carbonato
3. la scomparsa della polvere in breve tempo<sup>2</sup>
4. la cessazione dell'effervescenza
5. il liquido nella provetta diventa di nuovo limpido

Si può, quindi affermare che il carbonato di calcio, che non è solubile in acqua distillata, si è sciolto in una soluzione di acqua ed acido cloridrico.

5. Ripetete l'esperimento precedente, sostituendo alla polvere il carbonato di calcio in pezzi (2-3 piccoli pezzi, o alcuni pezzetti di marmo).

Chiedete agli studenti di indicare somiglianze e differenze.

Dal confronto tra i due esperimenti dovrebbe essere per loro semplice individuare la differenza più significativa e cioè il tempo necessario per la completa dissoluzione del carbonato.

6. Effettuate esperimenti simili ai due precedenti, sostituendo la soluzione di acido cloridrico con l'aceto bianco da cucina.

Anche in questo caso si può osservare il fenomeno dell'effervescenza, della solubilizzazione del carbonato di calcio e della maggiore lentezza quando si utilizzano pezzetti di solido. Ma dal confronto tra il comportamento dei due acidi emerge un'altra significativa differenza: l'acido acetico scioglie la stessa quantità di carbonato in tempi molto più lunghi rispetto a quelli dell'acido cloridrico.

7. Negli esperimenti precedenti si è messo in evidenza che il tempo di solubilizzazione si allunga passando dal carbonato di calcio in polvere a quello in pezzi.

*Perché la dissoluzione del carbonato di calcio in pezzi richiede un tempo maggiore ?*

Chiedete agli studenti di fornire delle ipotesi esplicative.

Nel caso in cui gli studenti avessero difficoltà, vediamo come è possibile rendere più accessibile la spiegazione?

8. Ripetete l'esperimento del carbonato di calcio in pezzi con la soluzione di acido cloridrico, aggiungendo una maggiore quantità di acqua distillata (ossia utilizzando una soluzione acida più diluita). In tali condizioni si osserverà che l'effervescenza è più debole.

Diventa così possibile osservare, in modo più evidente, che la formazione delle bollicine avviene sulla superficie del solido. Poiché, quando il carbonato è in presenza di acqua distillata non succede nulla, è facile ipotizzare che le bollicine e la successiva solubilizzazione siano dovute al contatto, allo scontro (all'interazione) tra le particelle di acido e le particelle del solido che sono sulla superficie. Utilizzando la polvere la solubilizzazione diventa più veloce perché la superficie di contatto tra solido e acido è molto più grande<sup>3</sup>.

9. *Chiedete agli studenti se la dipendenza del tempo di solubilizzazione dalla dimensione dei granelli di solido, osservata per il carbonato di calcio, sia generalizzabile, cioè se sia valida anche per gli altri solidi.*

Le loro ipotesi potranno essere eventualmente confermate con altre esperimenti.

10. *C'è una relazione tra la quantità di acido presente nella provetta e la quantità di solido che si "discioglie"?*

L'esperimento precedente può essere utilizzato per più scopi.

Se la quantità di acido cloridrico non fosse sufficiente a trasformare tutto il carbonato di calcio presente nella provetta, l'effervescenza potrebbe in poco tempo cessare.

11. *Chiedete agli studenti di spiegare perché l'effervescenza sia cessata, nonostante sia ancora presente del carbonato di calcio in pezzi.*

Avendo osservato che l'effervescenza e la "solubilizzazione" sono dovute al contatto (all'interazione) tra il solido e l'acido, dovrebbe essere facile per loro ipotizzare che la cessazione dell'effervescenza nonostante la presenza di una quantità residua di solido debba essere attribuita al fatto che l'acido non è più presente nella provetta ossia si è consumato. Questa ipotesi è confermabile con facilità. E' sufficiente, infatti, aggiungere qualche goccia di soluzione di acido cloridrico per osservare di nuovo l'effervescenza e l'ulteriore "dissoluzione" del carbonato.

---

<sup>2</sup> è necessario che la quantità di soluzione acida sia sufficiente

<sup>3</sup> E' noto, da considerazioni geometriche, che suddividendo un volume V in volumi più piccoli  $V_i$  tali che  $\sum V_i = V$  la superficie complessiva del sistema aumenta.

In conclusione: l'acido cloridrico "scioglie" il carbonato di calcio se viene aggiunto in una quantità precisa e che dipende dalla quantità presente di solido.

E' facile constatare con altri esperimenti il carattere generale di questa correlazione; esiste sempre una precisa relazione quantitativa tra la quantità di sostanza che si "scioglie" e la quantità di acido presente nel sistema.

Si è chiesto agli studenti di fornire una descrizione dettagliata dei primi cinque esperimenti. Può essere ora utile costruire con loro una tabella che riassume schematicamente gli aspetti osservati più rilevanti e che permetta di registrare e confrontare più velocemente i successivi esperimenti

Nella tabella sottostante sono indicate le caratteristiche più importanti rilevate sulla base delle precedenti esperienze. Questa tabella può essere completata aggiungendo le caratteristiche che emergeranno dalle esperienze successive..

<i>Effervescenza</i>	<i>Solubilizzazione</i>	<i>Liquido incolore</i>	<i>Aspetto del liquido</i>	<i>Velocità veloce / lenta / lentissima</i>
----------------------	-------------------------	-------------------------	----------------------------	---

- 1) carbonato di calcio in polvere + acqua
- 2) carbonato di calcio in polvere + acqua + acido cloridrico
- 3) carbonato di calcio in pezzi + acqua + acido cloridrico
- 4) carbonato di calcio in polvere + aceto
- 5) carbonato di calcio in pezzi + aceto

12. Effettuate poi gli altri esperimenti con le sostanze sotto riportate, tabulandone i risultati. Utilizzate sempre piccole quantità di sostanze, come nei primi cinque esperimenti.

Versate in una provetta:

- 6) una punta di spatola di polvere di ferro e 5cm<sup>3</sup> di soluzione di acido cloridrico
- 7) un truciolo di rame e 5cm<sup>3</sup> di soluzione di acido cloridrico
- 8) una punta di spatola di ossido di rame (di colore nero) e 5cm<sup>3</sup> di soluzione di acido cloridrico
- 9) un piccolo pezzo di carta di alluminio (quella utilizzata in cucina per avvolgere i cibi), ridotta in forma di pallina e 5cm<sup>3</sup> di soluzione di acido cloridrico

10) un pezzo di carta di alluminio, simile al precedente, tagliato in pezzi piccolissimi e 5cm<sup>3</sup> di soluzione di acido cloridrico

11) un pezzo di carta di alluminio, ridotto in forma di pallina, 5cm<sup>3</sup> di soluzione di acido cloridrico concentrato; dopo la dissoluzione aggiungi dell'acqua distillata.

12) una punta di spatola di calcare in polvere ed 15 cm<sup>3</sup> di una soluzione acquosa di acido tartarico. (L'acido tartarico è un solido; va quindi prima sciolto in acqua distillata)

Per una prima concettualizzazione degli acidi sono sufficienti questi esperimenti. Tuttavia, chi ritenesse opportuna la sperimentazione di una fenomenologia più ampia, potrebbe effettuare qualche altro esperimento, con altri acidi e con altri metalli, quali ad esempio, i seguenti:

13) un truciolo di rame e 5cm<sup>3</sup> di una soluzione diluita di acido nitrico

14) una punta di spatola di calcare in polvere e 5cm<sup>3</sup> di una soluzione diluita di acido nitrico

15) una punta di spatola di ferro in polvere e 5cm<sup>3</sup> di una soluzione diluita di acido solforico

16) una punta di spatola di zinco in polvere e 5cm<sup>3</sup> di una soluzione diluita di acido cloridrico

Negli esperimenti precedenti è facile per gli studenti cogliere somiglianze e differenze.

L'effervescenza e la solubilizzazione delle sostanze solide sono probabilmente le somiglianze più evidenti tra la maggior parte degli esperimenti precedenti. Esse permettono una prima individuazione della classe degli acidi. Vi sono, inoltre, molte differenze che permettono, oltre che cogliere differenze tra i vari acidi, di iniziare a familiarizzarsi con alcune caratteristiche importanti delle trasformazioni chimiche.

### 13. *In quale modo gli acidi sciolgono?*

In molti degli esperimenti precedenti si verifica la solubilizzazione del solido: solidi insolubili in acqua vengono solubilizzati da soluzione acquose di acidi.

Il concetto di soluzione è già stato precedentemente affrontato: gli studenti dovrebbero, quindi, già essere pienamente consapevoli che quando si ottengono delle soluzioni (ad esempio, acqua e sale, acqua e solfato di rame, ecc.) si realizza una mescolanza tra le particelle di solido e quelle del solvente (dell'acqua negli esempi precedenti. Si verifica, cioè, **una trasformazione fisica, in quanto le sostanze iniziali sono presenti**, nonostante l'apparenza, anche dopo la trasformazione (la solubilizzazione).

14. *Chiedete agli studenti se il modo in cui gli acidi sciolgono è simile o diverso da quello dell'acqua.*

Ci troviamo qui indubbiamente di fronte ad un ostacolo epistemologico: le ipotesi degli studenti saranno le più varie e ci sarà chi riterrà la solubilizzazione realizzata dagli acidi simile a quella dell'acqua. Vi sono, tuttavia, molti elementi percettivi che possono permettere di risolvere efficacemente il problema.

Riconsideriamo l'esempio della solubilizzazione del carbonato di calcio in acido cloridrico.

Si è precedentemente osservato che sia l'acido che il solido si consumano completamente, se sono presenti in un rapporto quantitativo adeguato e si è ipotizzato che l'effervescenza e la solubilizzazione siano dovute al contatto, allo scontro, all'interazione (questo ultimo è il termine che si utilizza in ambito scientifico) tra le particelle di acido e quelle del solido.

15. *Ma che cosa è successo alle due sostanze?*

*Sono svanite nel nulla? Sono passate nell'aria?*

Si è constatato precedentemente **che l'acido cloridrico non è più presente nella soluzione**, ma il carbonato di calcio, che non è più visibile, potrebbe essere presente nell'acqua? Oppure potrebbe essere stato trasformato dall'interazione con l'acido cloridrico in un'altra sostanza? In quale modo si possono mettere alla prova queste ipotesi? Chiedetelo agli studenti.

Non dovrebbe essere per loro difficile la riproposizione dell'esperimento dell'evaporazione di una soluzione.

16. *Facendo evaporare la soluzione rimane una polvere bianca: potrebbe essere carbonato di calcio o un'altra sostanza. Quali esperienze possiamo proporre per capirlo?*

Se proviamo a discioglierla in acqua distillata se fosse carbonato non dovrebbe disciogliersi, *invece **la polvere bianca si scioglie***

Non può, quindi, essere carbonato di calcio. Sarà una nuova sostanza che si è prodotta dalla interazione tra carbonato di calcio e acido cloridrico (essa prende il nome di cloruro di calcio).

Ci troviamo di fronte ad un'interazione molto diversa da quella tra acqua e sale: tra acido cloridrico e carbonato di calcio è avvenuta una trasformazione chimica (o reazione).

Considerazioni del tutto simili possono essere effettuate con le altre sostanze utilizzate precedentemente (quando la reazione è avvenuta).

A differenza delle trasformazioni fisiche, in questo caso le sostanze iniziali si trasformano in altre sostanze.

*17. Come possono essere spiegati i casi in cui la solubilizzazione non si verifica?*

Si è compreso che il carbonato di calcio sparisce in una soluzione di acido cloridrico, perché si trasforma in una nuova sostanza che è solubile in acqua (essa prende il nome di cloruro di calcio).

Considerazioni del tutto simili possono essere ripetute per tutti gli esperimenti in cui un acido scioglie un solido che è insolubile in acqua.

Si può quindi affermare che un acido è in grado di "sciogliere" solidi insolubili in acqua, perché li trasforma in nuove sostanze solubili in acqua, ossia avviene una trasformazione chimica

Tuttavia è da notare che negli esperimenti effettuati, in alcuni casi, l'acido non era in grado di sciogliere, o perché non reagiva con il solido come nel caso del acido cloridrico e rame, oppure perché ciò che formava dalla reazione (il prodotto di reazione) non era solubile in acqua come nel caso del carbonato di calcio ed acido tartarico.

*18. La solubilizzazione di una sostanza solida da parte di un acido si verifica solo se si manifesta un'effervescenza?*

*L'esperimento tra ossido di rame nero e acido cloridrico come va considerato? Una trasformazione fisica o chimica?*

Dal punto di vista fenomenologico potrebbe essere interpretato o l'una o l'altra.

Il modo in cui si verifica la solubilizzazione è simile a quello del sale nell'acqua. Non vi è, infatti effervescenza. Tuttavia è presente un aspetto percettivo che potrebbe far pensare ad una trasformazione chimica: mentre il colore del solido è nero, la soluzione che si forma è verde (anche nel caso del solfato di rame la sua soluzione acquosa è colorata, ma ha lo stesso colore del solido).

In che modo è possibile risolvere il problema? Evidentemente ancora una volta facendo evaporare l'acqua: la polvere che si ottiene non è nera, ed è solubile in acqua.

Anche in questo caso è, quindi, avvenuta tra acido cloridrico e ossido di rame una trasformazione chimica, che ha portato alla creazione di una nuova sostanza solubile in acqua (cloruro di rame).

Quindi è avvenuta una reazione chimica benché non sia stata osservata effervescenza, e nonostante all'apparenza potesse sembrare un semplice mescolamento.

Si può, quindi, concludere che la manifestazione dell'effervescenza non è una condizione necessaria perché avvenga una trasformazione chimica.

### 19. *Che cos'è l'effervescenza?*

In quasi tutti gli esperimenti precedenti si è osservato il fenomeno dell'effervescenza che si è compreso non essere una condizione necessaria (non è indispensabile) perché si possa affermare che sia avvenuta una trasformazione chimica. Può essere avvenuta una trasformazione chimica anche se ciò che si osserva è molto simile a un semplice mescolamento.

Ci siamo finora occupati dell'aspetto fenomenico (come appare il fenomeno) e strumentale (fenomeno che segnala una trasformazione chimica) dell'effervescenza, ma che cos'è l'effervescenza?

Fate le domande che seguono agli studenti:

1. *Che cosa sono le bollicine che si osservano?*
2. *Avete osservato fenomeni simili all'effervescenza che abbiamo osservato?*
3. *La somiglianza con il fenomeno dell'ebollizione dell'acqua vi sembra significativa?*

La domanda n°3 nasce dal fatto che perfino il grande scienziato Isaac Newton riteneva che l'effervescenza che si verifica durante la il processo di "solubilizzazione" dei metalli con gli acidi fosse dovuta, come nel caso dell'ebollizione dell'acqua, alla formazione di vapore acqueo.

*In quale modo I. Newton pensava che si formasse il vapore acqueo durante tale processo?*

Newton riteneva che un acido fosse capace di sciogliere una sostanza solida insolubile in acqua in quanto ipotizzò che tra le particelle dell'acido e quelle del solido esistesse una forza attrattiva sufficiente per vincere la forza attrattiva esistente tra le particelle del solido (la forza di coesione). L'effervescenza si verificerebbe perché la forza attrattiva tra le particelle dell'acido e quelle del solido è talmente elevata che le particelle dell'acido si getterebbero con grande velocità su quelle del solido urtando di conseguenza con una grande violenza anche le particelle di acqua che incontrano nel loro cammino. Ciò metterebbe in agitazione tutta la soluzione acquosa tanto da farne uscire una parte sotto forma di vapore acqueo.

La spiegazione fornita da Newton dell'effervescenza è da molto tempo considerata sbagliata.

Ci siamo, tuttavia, soffermati su essa perché crediamo che l'analogia tra l'effervescenza nelle reazioni di solubilizzazione con acidi e l'ebollizione dell'acqua sia particolarmente resistente sul piano cognitivo. (Anche durante la trasformazione del mosto in vino si ha il fenomeno dell'effervescenza che anche in questo caso il senso comune assimila all'ebollizione

In una sua poesia Pascoli parla di "ribollir dei tini"). Pensiamo, cioè, che molte persone, nonostante abbiano studiato la spiegazione corretta, continuano in realtà a ragionare in modo analogo a Isaac Newton.

Se le ipotesi degli studenti sono state in parte simili a quelle di Newton e cioè, se anche loro hanno pensato che durante la solubilizzazione con acidi, l'effervescenza sia dovuta alla



fuoriuscita di vapore acqueo, questo è un indice positivo: sulla base dell'osservazione e delle conoscenze finora acquisite, questa è una delle ipotesi più sensate. Tra l'altro, del vapore acqueo si forma effettivamente come è possibile constatare dalle goccioline di acqua che condensano nella parte superiore della provetta.

L'ipotesi che l'effervescenza sia dovuta all'emissione di gas particolari (anidride carbonica, idrogeno, ecc.) che si formano durante la reazione tra acido e solido è tutt'altro che intuitiva, Tale ipotesi venne formulata soltanto intorno alla metà del Settecento.

Nonostante gli acidi forti fossero conosciuti da secoli e fossero noti gli acidi nitrico, solforico e cloridrico e le loro reazioni con metalli e calcare, nessuno aveva pensato che l'effervescenza fosse dovuta a un gas diverso dal vapor d'acqua.

I gas sono anche presenti in alcuni fenomeni quotidiani, quali la combustione e la respirazione; tuttavia, l'umanità non è stata in grado per millenni di elaborare il concetto di gas.

## **20. Alcuni fattori che influenzano la velocità di reazione**

E' già stato osservato che una stessa quantità di solido impiega un tempo minore per trasformarsi se è ridotto in pezzi più piccoli, quindi il tempo di reazione dipende dalla pezzatura del solido.

Introduciamo ora il termine velocità di reazione. Evidentemente quanto più il tempo di reazione è lungo, tanto più la velocità con cui avviene è bassa e viceversa.

*Chiedete agli studenti, confrontando le trasformazioni effettuate, di individuare altri aspetti (fattori) che influenzano la velocità di reazione.*

Sarà per loro semplice riconoscere che la velocità di reazione dipende dai seguenti fattori:

- dal tipo di acido
- dalla concentrazione dell'acido
- dal tipo di solido
- dall'agitazione
- dalla pezzatura del solido
- ecc.

## **La diversa aggressività degli acidi: acidi deboli e forti**

La forza aggressiva degli acidi risulta essere molta diversa.

Infatti, è particolarmente evidente la maggior aggressività dell'acido cloridrico, nitrico e solforico rispetto all'aceto ed all'acido tartarico.

Ad esempio, a parità di carbonato di calcio utilizzato nei diversi esperimenti, l'acido cloridrico e nitrico lo sciolgono in minor tempo, con un'azione più violenta. Il tempo necessario (o la velocità di reazione) per sciogliere è una variabile utile per farsi un'idea dell'aggressività dell'acido.

Abbiamo introdotto il termine "aggressività" in riferimento agli acidi, per ancorarli ad un concetto di vita quotidiana, per conferire loro una concretezza comportamentale. I termini scientifici che si utilizzano oggi per indicare i due gruppi di acidi sono "debole" e "forte".

Acidi deboli	Acidi forti
acido acetico	acido cloridrico
acido tartarico	acido solforico
acido citrico	acido nitrico

### **La scoperta degli acidi minerali**

La proprietà operativa dell'aggressività (della capacità di sciogliere) permette di riconoscere e quindi di definire un nuovo gruppo di sostanze (una nuova classe), gli acidi.

La prima definizione di acido può quindi essere questa: gli acidi sono sostanze capaci di sciogliere (di formare soluzioni acquose) determinate sostanze solide insolubili in acqua.

Alcuni di questi acidi, come il succo di limone e l'aceto, che erano già conosciuti nell'antichità, venivano ricavati dal mondo vegetale. Tuttavia, la scoperta decisiva avvenne nel Medioevo, quando vennero ricavati da determinati minerali (da cui il nome di acidi minerali) degli acidi molto più aggressivi, l'acido solforico, l'acido nitrico e l'acido cloridrico.

Si constatò che, pur essendo tutti e tre sostanze molto aggressive, avevano un comportamento diverso con alcuni metalli (abbiamo già osservato che l'acido cloridrico è in grado di sciogliere alcuni metalli, quali il ferro, lo stagno, l'alluminio, ma non è in grado di sciogliere il rame). Si constatò che, mentre l'acido cloridrico non scioglieva né il rame, né l'argento, né l'oro, l'acido nitrico era in grado di sciogliere il rame e l'argento e non l'oro; si scoprì, infine, che l'oro veniva sciolto da una miscela di acido cloridrico e di acido nitrico che, al contrario, non era capace di sciogliere l'argento.

Questa miscela venne chiamata acqua regia, proprio perché era capace di sciogliere l'oro, il re dei metalli, il metallo solare.

La diversità di comportamento dell'acido nitrico e dell'acqua regia nei confronti dell'oro e dell'argento rimase un enigma per molti secoli, benché avesse stimolato, nella ricerca di una spiegazione, la fantasia di molti scienziati.

La scoperta di questi tre acidi minerali può essere confrontata per importanza alla scoperta del fuoco e dei metalli: dalla fine del Medioevo con questi tre acidi e grazie proprio alla loro grande aggressività, è stato possibile ricavare un grande numero di sostanze utili all'uomo. Mentre fino ad allora il fuoco era stato l'agente principale delle trasformazioni chimiche, successivamente venne sostituito, in questo ruolo, dagli acidi minerali.

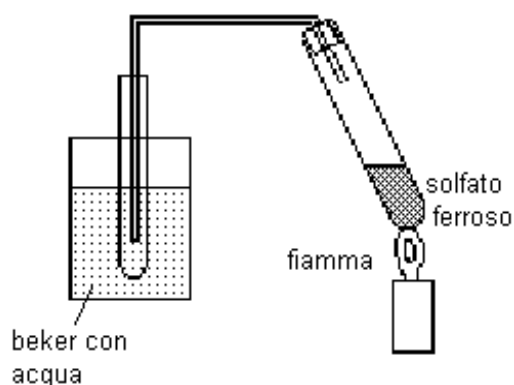
La scoperta degli acidi minerali è stata di fondamentale importanza contemporaneamente sia da un punto di vista pratico che teorico. Infatti la capacità degli acidi di sciogliere i metalli e molti minerali rese possibile la realizzazione di un grande numero di trasformazioni chimiche; vennero così prodotte nuove sostanze utili all'uomo, e contemporaneamente vennero accumulate quelle conoscenze empiriche, che avrebbero reso poi possibile, nella seconda metà del Settecento, la scoperta dei principi basilari della scienza chimica, quali il concetto moderno di elemento chimico.

Oggi la quantità di questi acidi prodotta a livello mondiale assomma a centinaia di milioni di tonnellate. L'acido solforico viene utilizzato per circa i 2/3 nell'agricoltura, per produrre concimi (perfosfati e il solfato ammonico), e il solfato di rame, impiegato come anticrittogamico. Le maggiori quantità di acido nitrico vengono impiegate per ottenere fertilizzanti, coloranti ed esplosivi. L'acido cloridrico viene usato in grandi quantità per ottenere coloranti.

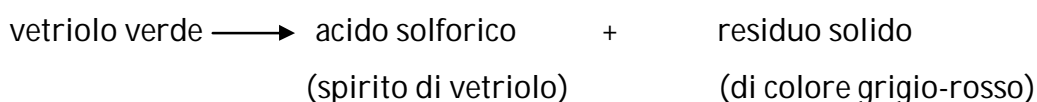
### **La produzione degli acidi minerali**

L'acido solforico veniva preparato riscaldando ad alte temperature il vetriolo verde (un minerale contenente solfato ferroso). Per questo motivo l'acido solforico veniva chiamato anche spirito di vetriolo.

*Produzione dell'acido solforico per riscaldamento del solfato ferroso.*



Versate in una provetta una spatola abbondante di solfato ferroso, e dopo aver disposto la provetta e il tubicino di raccordo come è indicato nella figura, riscaldate per alcuni minuti la provetta. Si osserva: 1) la formazione di vapori che vengono in gran parte condensati e raccolti nella provetta immersa nel becker pieno di acqua. E' possibile constatare; 1) che il liquido così ottenuto è aggressivo, versandolo in una provetta contenente del carbonato di calcio; 2) la trasformazione del colore del solido da verde a grigio-rosso.



(in realtà, si ottiene una miscelanza di acido solforico e solforoso)

21. *Che cosa è successo? Che tipo di trasformazione si è verificata?*

Raccogliete le ipotesi degli studenti.

Il dispositivo sperimentale assomiglia a quello della distillazione dell'acqua: anche in questo caso si ottengono per riscaldamento dei vapori che vengono condensati.

Si può quindi affermare che l'acido solforico è stato prodotto per semplice distillazione?

Evidentemente no, la distillazione si verifica dopo che il vetriolo ha subito a causa del calore la decomposizione. La principale trasformazione che si verifica è una reazione, in quanto da un solido verde si ottengono due nuove sostanze, un solido di colore grigio-rosso ed un liquido aggressivo.

### **Produzione dell'acido solforico per combustione dello zolfo**

All'inizio del XVII secolo Angelus Sala osservò la formazione dell'acido solforico anche per combustione dello zolfo in vasi umidi. Lo zolfo è una sostanza di colore giallo, conosciuta dai tempi più remoti. E' uno dei componenti dei fiammiferi: l'odore che si sente, quando si accende un fiammifero, è dovuto proprio alla combustione dello zolfo.

Disponete al centro di una bacinella contenente dell'acqua un sostegno; questo, per esempio, potrebbe essere costituito da un becker da 100 cm<sup>3</sup> contenente del piombo per mantenerlo fermo. Versate nell'acqua una decina di gocce di indicatore universale (questo verrà successivamente trattato in modo più approfondito).

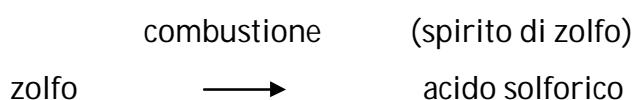
Fate prendere fuoco a due cucchiaini di zolfo collocati in una capsula, riscaldandola per qualche minuto con il bunsen. Prendete, infine, con le pinze di acciaio la capsula, appoggiatela sopra il sostegno, e mettetela sopra un becker stretto da 1000 cm<sup>3</sup>, in modo tale che risulti immerso nell'acqua.

22. *Che cosa è successo? Quale trasformazione si è verificata?*

Chiedetelo agli studenti.

Si può osservare:

- la formazione di un abbondante fumo bianco
- la cessazione dopo poco tempo della combustione
- la salita del livello dell'acqua dentro il becker capovolto
- la segnalazione da parte dell'indicatore della solubilizzazione nell'acqua di una sostanza acida



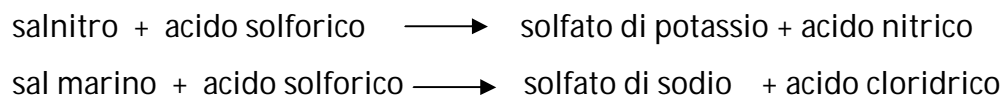
23. *Chiedete agli studenti se sia possibile ricavare l'acido solforico con questo secondo procedimento, cioè, per combustione dello zolfo, impiegando il dispositivo utilizzato con il vetriolo?*

Evidentemente non è possibile, perché la combustione dello zolfo, come tutte le combustioni, può verificarsi soltanto in presenza di aria. È possibile, quindi, prevedere che la combustione possa durare più a lungo e sia possibile ricavare un acido più concentrato, utilizzando dei recipienti capovolti di volume maggiore.

Come è testimoniato dai due nomi, spirito di vetriolo e spirito di zolfo, per molto tempo non fu chiaro che si otteneva la stessa sostanza dal vetriolo e dallo zolfo. La produzione dell'acido solforico per decomposizione del vetriolo o per combustione dello zolfo costituisce un ulteriore esempio della creatività (della magia) connessa alle trasformazioni chimiche.

### **La preparazione dell'acido cloridrico e dell'acido nitrico**

Per molto tempo l'acido nitrico e l'acido cloridrico vennero ricavati dal salnitro e dal sal marino per mezzo delle seguenti due reazioni di scambio:



Per preparare questi due acidi, il dispositivo sperimentale è del tutto simile a quello impiegato per ottenere l'acido solforico dal vetriolo verde. Anche in questi due casi, si verifica, dopo la reazione, la distillazione dei due acidi, mentre nella provetta iniziale rimangono i residui solidi.

Il salnitro è uno dei componenti della polvere nera. La polvere nera sembra fosse già usata dai cinesi nel 1° secolo d.C. per i fuochi di artificio; venne riscoperta dagli arabi nel XII secolo e successivamente introdotta in Europa; da allora è rimasta fino alla metà del secolo passato l'unico esplosivo. La polvere nera è una miscela di carbone, zolfo e salnitro. Nel Medioevo il salnitro veniva importato dall'India o veniva estratto da terreni costituiti da antichi cumuli di stallatico o dalle incrostazioni formatesi in ambienti umidi, quali cantine.

### Gli acidi organici

Negli organismi vegetali ed animali sono presenti molti acidi (da cui deriva il nome di acidi organici). Questi acidi sono generalmente, come si è già constatato, meno aggressivi di quelli ottenuti dai minerali.

Nel Settecento vennero isolati molti acidi organici; fra questi l'acido citrico (presente nei limoni e nelle arance) e l'acido tartarico (presente nell'uva) che veniva ricavato dal tartaro delle botti, quell'incrostazione solida che si forma all'interno delle botti durante la trasformazione dell'uva in vino.

L'acido più importante utilizzato nell'antichità fu l'aceto. Esso non è una sostanza pura, ma una soluzione acquosa contenente il 6-8 % di un acido. Questo acido, che venne ricavato per distillazione soltanto nel Settecento, venne chiamato acido acetico.

Si è già parlato della distillazione a proposito dell'acqua distillata, cioè, in riferimento alla separazione dell'acqua dalle sostanze solide in essa disciolte. Anche nel caso dell'aceto la tecnica della distillazione può essere impiegata per separare i due liquidi costituenti, ma in questo caso l'operazione è più complessa, poiché i due liquidi hanno un punto di ebollizione molto vicino: P.E. (acqua) = 100°C; P.E. (acido acetico) = 118 °C.

*Quando si riscalda l'aceto, ambedue i componenti tendono a trasformarsi in vapore, ma uno dei due più facilmente. Quale?*

Chiedetelo agli studenti