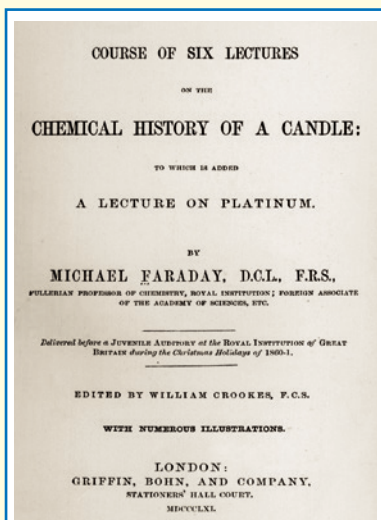


L'elettrolisi dell'acqua



Frontespizio della prima edizione (1861)

Vi ho anche già presentato questa apparecchiatura [la pila di Volta] che, come vi ho brevemente accennato, ci permetterà di riunire una certa quantità di potenza, o forza chimica, o energia, e di convogliarla alle estremità di questi fili metallici. Intendo utilizzare questa potenza per scomporre l'acqua nelle sue parti componenti e scoprire che cos'altro contiene oltre l'idrogeno.

(Michael Faraday, *La storia chimica di una candela*, 1861, trad. it. Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma, 1982)

Il fisico e chimico inglese Michael Faraday (1791-1867), considerato dagli inglesi una vera e propria gloria nazionale, nella sua lunga attività spaziò in diversi campi: le leggi che regolano l'elettrolisi, lo studio della liquefazione dei gas, le ricerche sugli idrocarburi, l'invenzione del trasformatore elettrico e della dinamo, la scoperta dell'induzione elettromagnetica, il concetto di linee di forza e la definizione di campo elettrico, la rotazione della luce polarizzata, la scoperta dei fenomeni diamagnetici. Se Faraday fosse vissuto al tempo dei premi Nobel, ne avrebbe sicuramente ricevuti più di uno, e tutti con indiscutibile merito.

Dotato di grande capacità comunicativa, egli pubblicò diverse opere, sia di carattere scientifico sia di carattere divulgativo. Fra queste ultime, è ancora molto attuale la sua *Chemical history of a candle* (*Storia chimica di una candela*): divisa in sei parti (sei lezioni) tutte centrate sui processi chimico-fisici legati alla combustione della candela. In questo suo scritto gli argomenti sono esposti in modo colloquiale, quasi fossero una trascrizione fedele del linguaggio parlato, chiaro, semplice e al tempo stesso rigoroso e didatticamente efficace.

Riportiamo di seguito un brano tratto dalla quarta lezione di *La storia chimica di una candela*.

«Abbiamo scoperto che, bruciando, la nostra candela produce acqua e che tale acqua è assolutamente uguale all'acqua che vediamo tutti i giorni attorno a noi. Esaminando attentamente l'acqua abbiamo scoperto che contiene una strana sostanza, l'idrogeno, un gas leggerissimo, che abbiamo raccolto qui in questo recipiente. Poi abbiamo scoperto il potere di combustione dell'idrogeno e che anch'esso produce acqua. Vi ho anche già presentato questa apparecchiatura [la pila di Volta] che, come vi ho brevemente accennato, ci permetterà di riunire una certa quantità di potenza, o forza chimica, o energia, e di convogliarla alle estremità di questi fili metallici. In-

tendo utilizzare questa potenza per scomporre l'acqua nelle sue parti componenti e scoprire che cos'altro contiene oltre l'idrogeno; perché, come forse ricordate, quando abbiamo fatto passare l'acqua attraverso il tubo di ferro, non abbiamo ottenuto affatto, alla fine, un peso dell'acqua uguale a quello che era stato introdotto sotto forma di vapore, benché si sia sviluppata una enorme quantità di gas. Indaghiamo quindi ora qual è l'altra sostanza presente nell'acqua. [...]

Prendiamo ora questa bottiglia che Mr. Anderson ci offre e vediamo cosa possiamo ricavarne. Contiene un liquido prodottosi dalla mistura di rame e acido nitrico mentre noi eravamo occupati con gli altri esperimenti. Sebbene io stia compiendo questo esperimento un po' in fretta, e possa quindi sbaglia-

re in qualche cosa, tuttavia preferisco agire così, invece che fare tutti i miei preparativi prima del vostro arrivo.

Guardiamo ciò che sta avvenendo. Queste due piastre di platino formano (o formeranno tra breve) le due estremità di questa apparecchiatura. Ora le metto a contatto con questa soluzione [...]. Se vi immergo le due piastre isolatamente, potrò poi ritirarle bianche e pulite come quando le ho immerse; ma se vi applico l'energia elettrica, una di esse, come vedete [Faraday mostra una delle due piastre], accenna ben presto a trasformarsi in rame, o meglio prende l'aspetto di una piastra di rame, l'altra invece [Faraday mostra la seconda piastra di platino] esce dalla soluzione perfettamente pulita. [...] vedete quindi che è possibile estrarre il rame che avevamo

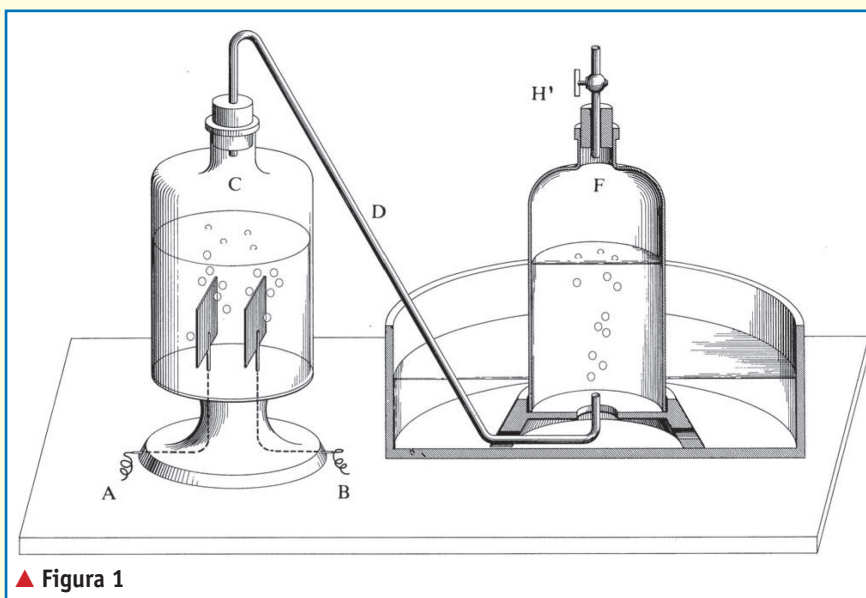
Pagine di scienza

disciolto* nella soluzione per mezzo di questo strumento.

Mettiamo ora da parte la soluzione che abbiamo adoperato fin qui e vediamo che effetto questo strumento produrrà invece sull'acqua (figura ►1). Abbiamo qui due piccole piastre di platino con cui intendo formare le due estremità della batteria ed ecco inoltre un contenitore non troppo grande (C), costruito in modo tale che posso smontarlo per farvi vedere come è fatto. [...].

Nel contenitore C verso dell'acqua in cui è stata diluita una piccola quantità di acido (accorgimento che serve solo a rendere più pronta l'azione e non apporta alcuna modificazione al processo); alla sommità del contenitore ho fissato un tubo ricurvo (D), che certamente vi ricorda la pipa collegata alla canna di fucile nel nostro esperimento con la fornace; questa volta l'estremità inferiore del tubo passa sotto il fiasco (F).

L'apparecchio è ora pronto e noi cercheremo in qualche modo di agire sull'acqua contenutavi. Nel primo esempio che vi ho fatto, mandavo l'acqua attraverso un tubo che veniva riscaldato finché non si arroventava, ora farò passare la corrente elettrica attraverso il liquido che ho versato in questo contenitore. Se faccio bollire l'acqua otterrò del vapore; voi sapete bene che il vapore ritorna allo stato liquido quando si raffredda, potrete dunque giudicare facilmente se l'acqua bolle o no. Può anche darsi che l'acqua non bolla affatto e che invece si presenti qualche altro effetto. Facciamo subito l'esperimento e vediamo. Colloco da questa parte (A) uno dei fili conduttori e sistemo l'altro dall'al-



▲ Figura 1

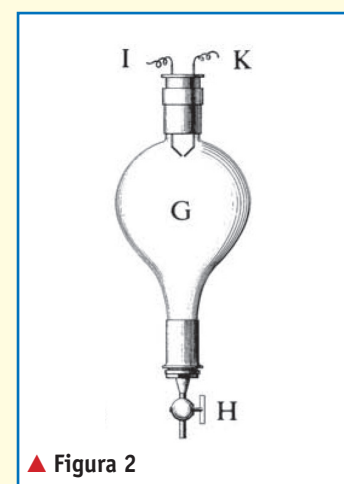
tra parte (B); presto osserverete se si verifica qualche novità. Sembra che l'acqua stia bollendo molto bene. Ma sta veramente bollendo? Osserviamo se quello che esce è veramente vapore acqueo oppure no. In breve tempo vi accorgete che il fiasco (F) si è riempito di un vapore, sempre che sia vapore quello che sale dall'acqua. Ma è possibile che sia vapore acqueo? Certamente no, perché non si trasforma. Rimane al di sopra dell'acqua senza condensarsi, quindi non può essere un vapore ma deve essere un gas permanente di qualche altro tipo. Che cos'è? È idrogeno? È qualche altra cosa? [...].

Per capirlo ho scelto questo altro tipo di apparecchio, per mostrarvi meglio quali sono le condizioni particolari di questo esperimento. Invece di un contenitore aperto, ne ho preso uno chiuso. [...].

Ciò che voglio mostrarvi è che questo gas, qualunque esso sia, può bruciare anche senza aria e che, sotto questo aspetto, differisce dalla candela che invece non può assolu-

tamente bruciare senza aria (figura ►2).

Il nostro modo di procedere sarà questo: ho qui un recipiente di vetro (G) a cui sono stati fissati due fili di platino (I e K), attraverso i quali passerà la corrente elettrica; prendiamo il recipiente e lo collochiamo sopra una pompa pneumatica per estrarre tutta l'aria. Dopo averlo fatto, portiamo il recipiente qui e lo fissiamo a questo fiasco (F), lasciamo quindi nel recipiente di vetro un po' di quel gas prodotto



▲ Figura 2

* Oggi diremmo, con maggior precisione di linguaggio, che il rame aveva reagito con l'acido nitrico formando ioni rameici, in base alla seguente equazione: $3 \text{Cu}(s) + 8 \text{HNO}_3(aq) \rightarrow 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + 2 \text{NO}(g) + 4 \text{H}_2\text{O}(l)$

Pagine di scienza

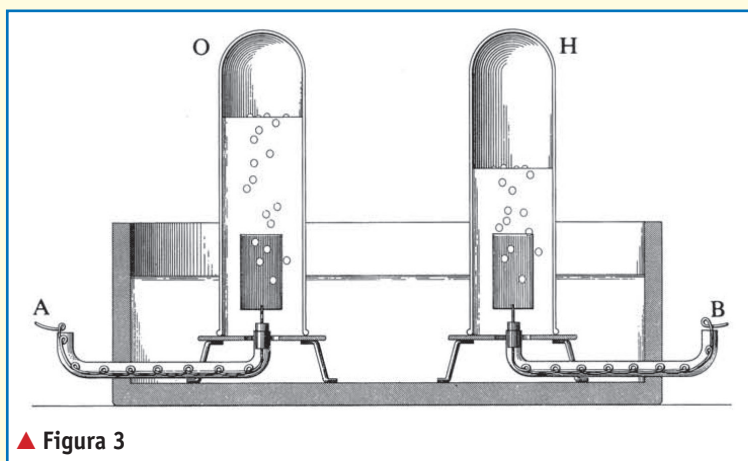
dall'azione della corrente elettrica sull'acqua, che cioè è il prodotto della conversione dell'acqua in un gas. Posso quindi permettermi di dire che, tramite questo esperimento, abbiamo veramente trasformato l'acqua in un gas. Non solo è cambiato il suo stato, ma si è completamente e realmente trasformata in una sostanza gassosa, e inoltre tutta l'acqua che era qui è stata scomposta da questo esperimento. Dopo aver avvitato il recipiente di vetro (G) su questa parte dell'apparecchio (H) e aver messo bene in comunicazione i tubi, apro i rubinetti (H e H') e, se guardate bene il livello dell'acqua (in F) vedrete che il gas sale. Giro ora i rubinetti per chiudere il recipiente, perché ho raccolto tanto gas quanto il recipiente ne può contenere e, dopo aver ben sistemato il gas in questo contenitore, faccio passare una scintilla elettrica proveniente da una bottiglia di Leida: vedrete allora che il recipiente, che adesso è chiaro e brillante, comincerà ad appannarsi. Non ci sarà alcun rumore perché il recipiente è abbastanza forte da reggere all'esplosione [una scintilla passa nel recipiente e la mistura esplosiva prende fuoco]. Vedete questa luce brillante? [...] Questi gas [gas raccolti per primi nel recipiente dove è scoccata la scintilla elettrica] sono scomparsi, il loro posto è vuoto e un nuovo gas si affretta a riempire il vuoto. L'acqua era composta proprio di questi gas e se ripetiamo l'operazione si farà un nuovo vuoto, come proverà l'acqua che sale. Dopo l'esplosione il recipiente rimane vuoto perché il gas in cui è stata trasformata l'acqua per opera della batteria esplose per intervento della scintilla elettrica e si trasforma in acqua; poco a poco vedrete alcune gocce colare lungo le pareti del recipiente supe-

riore e riunirsi sul fondo. Tutto ciò l'abbiamo ottenuto utilizzando solo l'acqua: l'aria non è minimamente entrata in questa esperienza. L'acqua proveniente dalla candela era stata prodotta con l'aiuto dell'aria, mentre invece con quest'ultimo sistema adottato può essere prodotta indipendentemente dall'aria. L'acqua quindi dovrebbe contenere quella sostanza che la candela estrae dall'aria e che, combinata con l'idrogeno, dà l'acqua.

Poco fa abbiamo visto che una delle estremità di questa batteria si è impadronita del rame estraendolo dal vaso che conteneva la soluzione blu, e ciò è stato effettuato da questo filo elettrico. Possiamo perciò dire che, se la forza elettrica della batteria ha un tale effetto sulla soluzione di metallo che noi stessi abbiamo composto e che possiamo scomporre nei suoi elementi, non potremmo allora scoprire che è possibile separare anche gli elementi di cui è composta l'acqua e metterli uno qui e l'altro là?

Ora prendo i poli – le estremità metalliche di questa batteria – e guardate cosa succede mettendoli a contatto con l'acqua contenuta in questo apparecchio dove abbiamo applicato i due poli tenendoli a una certa distanza l'uno dall'altro (figura ►3).

Ne metto uno qui (in A) e l'altro lì (in B). [...]. Ecco un cilindro di vetro (O), lo riempio di acqua e lo sistemo su una delle estremità (A) della pila, ne prendo un altro (H) e lo colloco sull'altra estremità (B) della pila. Così abbiamo formato un doppio apparecchio, ciascuna parte del quale produce gas. Entrambi questi cilindri si riempiranno di gas. Ora inizia l'operazione: il cilindro a destra (H) si sta riempiendo molto in fretta, quello a sinistra (O) non altrettanto; [...] vedete adesso che ho raccolto in questo cilindro (H) una quantità due volte superiore che nell'altro (O). Entrambi questi gas sono privi di colore e si mantengono sopra l'acqua senza condensarsi, sono simili l'uno all'altro in tutto, o almeno così sembra; ma ora abbiamo la possibilità di sottoporre i due gas a delle prove per accertare bene che cosa sono. Ne abbiamo a disposizione una certa quantità e non ci riuscirà difficile fare degli esperimenti. Prenderò per primo questo cilindro (H): preparatevi a riconoscere l'idrogeno. Riflettete bene sulle varie caratteristiche dell'idrogeno: è un gas molto leggero che abbiamo visto mantenersi in un recipiente capovolto e bruciare con una fiamma assai debole all'imboccatura del suo contenitore; considerate ora se il gas qui



Pagine di scienza

raccolto soddisfa o meno tutte queste condizioni. Se si tratta di idrogeno, resterà qui anche quando avrò capovolto il cilindro [avvicinando poi un fiammifero l'idrogeno brucia]. Ma che cosa c'è nell'altro cilindro? [...]. Introdurrò in questo

gas un bastoncino di legno acceso. Il gas in sé non arde, ma farà ardere il legno [si dà fuoco a un'estremità e lo si introduce nel cilindro]. Potete constatare che ravviva la combustione del legno e che il legno brucia molto più vivacemente

che all'aria. Che nome darle: A, B o C? Chiamiamola O, chiamiamola "ossigeno": è un nome che suona molto bene; questo gas qui raccolto è quindi, in conclusione, l'ossigeno presente nell'acqua, che ha tanta parte nella sua composizione».