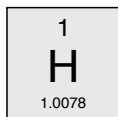


ELEMENTO 1

Idrogeno



*13,8 miliardi di anni, così timido da licenziare la cameriera,
le sopracciglia di Pilâtre de Rozier*

“Sono le stelle, le stelle sopra di noi, che governano la nostra condizione”, scriveva William Shakespeare in *Re Lear*. E questa frase, citata anche dall’astronoma Margaret Burbidge, potrebbe avere un fondo di verità, ma non come la intendono gli amanti degli oroscopi.

Tutti gli atomi di idrogeno che fanno parte delle molecole del nostro corpo hanno circa 13,8 miliardi di anni, su per giù, ovvero il tempo stimato essere l’età del nostro universo. A seguito del Big Bang, si sono formati simultaneamente i nuclei di tutti gli atomi di idrogeno, i quali hanno poi contribuito a formare altri elementi più leggeri. Si tratta dell’elemento più abbondante nell’universo, per lo meno nella porzione osservabile, è il costituente principale delle stelle e compone circa il 10% del peso degli organismi viventi, essendo presente in acqua, proteine e grassi. Tutti gli atomi di idrogeno che compongono il nostro corpo, quello del nostro cane o l’acqua che abbiamo bevuto, sono tanto vecchi quanto l’universo stesso e arrivano direttamente dalle stelle.

Praticamente tutti gli elementi chimici che compongono ciò che esiste sono stati creati nel corso della fusione nucleare all’interno delle stelle. L’idrogeno, l’elio e il litio sono stati generati nei primi momenti che hanno seguito il Big Bang, diventando il materiale di partenza per tutti gli altri elementi naturali: eccetto il berillio e il boro, gli elementi chimici sono stati sintetizzati all’interno delle stelle e incorporati nella generazione di nuovi astri. Pertanto, le prime stelle erano essenzialmente composte solo da idrogeno ed elio: non si erano ancora formati elementi pesanti. Le reazioni di fusione nucleare, come quella che parte dall’idrogeno e ci permette di ottenere l’elio, hanno permesso di sintetizzare di volta in volta nuovi elementi, fino ad arrivare al ferro. Gli elementi più pesanti sono stati, invece, generati alla fine della vita delle stelle, come risultato di reazioni di cattura di neutroni, e questo ha portato alla formazione di elementi come l’oro o il platino.

L'idrogeno è l'atomo più piccolo che possiamo trovare: è composto da un solo protone, nel nucleo, e un elettrone. I protoni sono proprio le particelle che fanno sì che un elemento chimico sia tale, il loro numero permette di distinguere un elemento dall'altro e corrisponde al numero atomico. Se abbiamo un elemento con tre protoni (e quindi numero atomico 3) è il litio, se ne ha cinque è il boro, e così via. Tutti gli ossigeni dell'universo hanno 8 protoni e tutti gli idrogeni ne hanno uno. Quindi l'idrogeno, avendo un solo protone nel nucleo, ha numero atomico 1 e può essere chiamato elemento 1.

Generalmente, il numero di protoni (carichi positivamente) ed elettroni (carichi negativamente) si eguaglia, e l'atomo risulta complessivamente neutro, ovvero privo di carica elettrica. In caso contrario, siamo di fronte a uno ione, ovvero un atomo con un eccesso di cariche negative o positive, come nel caso dello ione cloruro (Cl^-), che ha una carica negativa in più rispetto a quelle positive.

I neutroni, scoperti solo nel 1932 da James Chadwick, si trovano sempre nel nucleo ma sono privi di carica elettrica (sono neutri). Gli isotopi sono atomi con lo stesso numero di protoni, ma diverso numero di neutroni. Questo comporta che hanno una massa atomica differente, nonché stabilità diverse.

Gli elettroni, infine, occupano lo spazio attorno al nucleo e si può dire che lo "circondano": dobbiamo immaginarli muoversi molto velocemente, tanto da formare una sorta di nube, termine che infatti viene utilizzato da molti per schematizzare l'atomo.

Dopo aver visto grossomodo come è strutturato un atomo, dobbiamo affrontare un'altra domanda: come si fa a stabilire chi ha scoperto un elemento chimico? Questo onore spetta alla prima persona che l'ha visto? Che lo ha isolato? Che ha scritto di averlo fatto?

Per molti elementi, come oro, ferro, rame o piombo, non abbiamo uno scopritore: sono noti fin dall'antichità, ed è difficile individuare la persona che per prima li ha identificati. In altri casi, invece, c'è anche da chiedersi se chi ha scoperto il nuovo elemento sapeva che cosa stesse facendo: era consapevole di avere tra le mani un elemento nuovo o lo riteneva una qualche tipologia di sostanza non nota? L'idrogeno, dal canto suo, pur essendo presente praticamente ovunque da sempre, è stato scoperto piuttosto tardi e, tradizionalmente, se ne dà il merito a Henry Cavendish, nonostante lui abbia parlato più genericamente di "un particolare tipo di aria".

La prima descrizione che abbiamo dell'idrogeno, in forma biatomica come H_2 , è quella di Theophrastus Von Hohenheim, che da ora in poi chiameremo Paracelso, a inizio 1500. Lo scienziato, che veniva descritto come "un medico commediante e ubriacone" da Thomas Fuller, storico britannico del '600, è stato un personaggio mol-

to controverso e contestato, nonché colui che per primo ha indagato l'utilizzo dei metalli per curare le persone. È visto da molti come un pioniere della cosiddetta *medicina chimica*, ovvero quella scienza che non faceva uso solo di composti derivati dalle piante, come si usava all'epoca, ma che impiegava anche minerali e composti chimici per la cura dei malanni e che ebbe il suo culmine nel XVIII secolo. Mercurio, zolfo, antimonio e solfato di rame andarono a sostituire, nel cassetto dei medicinali, erbe, muschio e sterco.

Ritenendo che ogni corpo fosse composto da zolfo, mercurio e sale, sosteneva che le malattie erano causate da uno squilibrio tra queste tre sostanze e per questo motivo prescriveva cure a base di composti chimici. La sua fama come medico si diffuse rapidamente: girava di città in città, proponendo i suoi rimedi e dando scandali, come quella volta che bruciò pubblicamente il *Canone della medicina di Avicenna* sulla porta dell'Università di Basilea. Tra splendidi onori e feroci contestazioni, arrivò anche a curare il famosissimo stampatore Johannes Froben, fatto che gli assicurò un posto di rilievo nella città svizzera, prima di essere costretto a fuggire di nascosto durante la notte, dopo la morte improvvisa dello stesso.

I suoi detrattori lo definivano “il più grande e pernicioso fanfarone, maestro nell'uccidere la gente con la chimica”, mentre altri sostenevano che il suo rifiuto della medicina tradizionale avrebbe salvato moltissime vite. La sua morte misteriosa, considerata da molti un omicidio a opera di assassini mandati da alcuni medici rivali, sembra essere stata causata in realtà da una malattia, dal momento che sappiamo che qualche giorno prima di passare a miglior vita donò alcuni dei suoi beni ai poveri della città.

Paracelso descrisse l'idrogeno per la prima volta parlando di alcuni esperimenti in cui combinava metalli e acidi forti. In particolare, riporta come combinando acido solforico e ferro si potesse osservare il gorgogliare dell'idrogeno. Si dice che abbia esclamato: “l'aria si alza e si espande come un vento”. Tuttavia, non scoprì nessuna proprietà di questo elemento. Nel 1671 il chimico Robert Boyle venne a conoscenza dell'esperimento e lo riprodusse utilizzando limatura di ferro e acido cloridrico diluito, notando a sua volta la formazione di idrogeno gassoso, che poteva essere raccolto. Si conosceva l'infiammabilità e l'esplosività di questo gas, che veniva chiamato aria infiammabile. Dobbiamo aspettare tuttavia quasi un secolo affinché Henry Cavendish nel 1766 si accorga di avere a che fare con un nuovo elemento.

Cavendish era un chimico e fisico inglese di famiglia aristocratica. Quello per cui era famoso erano la grande precisione e accuratezza. Ha compiuto diversi studi e ricerche: sulla composizione dell'aria, sull'attrazione e la repulsione elettrica, sulla teoria meccanica del ca-

lore e sulla densità della Terra. Non ha pubblicato molto, nonostante le sue ricerche fossero vastissime e di successo. La sua prima pubblicazione, nel 1766, riguardava le “arie fittizie”, ovvero i gas che potevano essere ottenuti in laboratorio. Produsse la cosiddetta aria infiammabile dissolvendo alcuni metalli in acido, e l’aria fissa, cioè anidride carbonica, mescolando un acido e una base. Analizzò poi più nel dettaglio questi gas, raccolti grazie a bottiglie capovolte sopra acqua e mercurio, misurandone la solubilità in acqua, il peso specifico, e studiando l’infiammabilità dell’idrogeno. La chimica dei gas ha assunto un ruolo di rilievo soprattutto nella seconda metà del XVIII secolo ed è stata cruciale per la riforma della chimica attuata dal francese Antoine-Laurent de Lavoisier.

Cavendish ha interpretato l’infiammabilità dell’idrogeno secondo la teoria prevalente ai suoi tempi, ovvero la teoria del flogisto, dal termine greco *φλόξ*, *flox*, ovvero fiamma. I chimici all’epoca ritenevano che qualsiasi sostanza venisse bruciata fosse in grado di rilasciare il flogisto nell’aria. Più flogisto un oggetto conteneva, più era combustibile. Si riteneva che i metalli fossero ricchi di flogisto mentre alcuni composti, come gli ossidi, ne fossero privi. Questa teoria permetteva di spiegare determinati fenomeni naturali, quindi prese piede piuttosto in fretta tra gli studiosi e rimase in voga fino agli studi di Lavoisier e all’enunciazione della sua legge di conservazione della massa, che contraddiceva la teoria del flogisto, dal momento che “in una reazione chimica, che avviene in un sistema chiuso, la somma delle masse dei reagenti è uguale alla somma delle masse dei prodotti”. Il flogisto avrebbe dovuto avere un peso negativo perché questa teoria non cozzasse con le evidenze scientifiche e ci fu perfino chi arrivò a ipotizzarlo pur di difendere una tesi tanto cara a molti.

Cavendish pubblicò anche un articolo sulla produzione di acqua bruciando aria infiammabile (cioè idrogeno) in aria. Vide piccole goccioline d’acqua condensare sulle pareti del contenitore dove era avvenuta la reazione. Oggi sappiamo che l’idrogeno si combina con l’ossigeno dell’aria, ma all’epoca non si conoscevano ancora i due elementi, i cui nomi vennero conati da Lavoisier. Idrogeno significa appunto “generatore di acqua”, con l’implicazione, per noi oggi scontata ma che all’epoca fece scalpore, che l’acqua non era un elemento, ma un composto.

Perché abbiamo dovuto aspettare quasi un secolo tra gli esperimenti di Boyle e le scoperte di Cavendish? Il secondo era uno sperimentatore molto più accurato del primo, che prese molto sul serio la questione dei gas e la loro indagine precisa. Cavendish aveva anche una personalità più strana ed eccentrica: come nipote miliardario di un duca aveva a disposizione molto denaro e un fornito laboratorio

privato dove condurre le proprie ricerche, a Clapham, nel sud di Londra. Figura schiva e timida “ai limiti della patologia”, come lo definiva qualche contemporaneo, passò tutta la sua vita a studiare e sperimentare. Vestendo abiti sciatti e rifiutando ogni rapporto col genere femminile o semplicemente qualsiasi attività di gruppo in generale, continuò i suoi studi, sotto gli sguardi sbigottiti dei suoi contemporanei. Si racconta che quando un giorno una cameriera entrò per errore nella sua stanza, rimase così sconvolto da licenziarla su due piedi. Pare inoltre che abbia fatto costruire dei soppalchi per andare da una stanza all'altra senza essere visto da nessuno.

Un altro scienziato che si interessò all'idrogeno, soprattutto alla sua infiammabilità, fu il francese Jean-François Pilâtre de Rozier, fisico, chimico e pioniere dell'aviazione. Nel giugno 1783 assistette al volo dei fratelli Montgolfier, gli inventori del pallone aerostatico che prende il loro nome. Dopo svariati test con animali da cortile, si rese protagonista del primo volo umano della storia, il 21 novembre 1783, e fu uno dei sei passeggeri con Joseph Montgolfier l'anno successivo. Costruì un suo pallone, che univa le due tecnologie dell'epoca: l'utilizzo dell'idrogeno in quanto gas più leggero dell'aria e la semplice aria calda per la spinta ascensionale. Sfruttava la riduzione di densità che caratterizza l'aria riscaldata, che la rende più leggera dell'aria più fredda circostante.

Per investigare l'infiammabilità dell'idrogeno ne prese una boccata e la soffiò su una fiamma libera, dimostrando in un colpo solo che l'idrogeno è effettivamente combustibile in modo esplosivo e che le sopracciglia non sono necessariamente una caratteristica permanente sul nostro viso.

Perse la vita nel primo incidente aereo documentato: durante un tentativo di attraversare il Canale della Manica, il suo pallone precipitò. Sembra ci sia stato un guasto, quindi non si tratta di un incidente imputabile all'idrogeno, come lo è invece quello che ha coinvolto lo zeppelin tedesco Hindenburg. A differenza delle mongolfiere, che devono essere gonfiate, questi dirigibili hanno un corpo rigido. Questo li rendeva più robusti e resistenti ai venti e, dopo l'impiego come armi aeree per un breve periodo durante la Prima guerra mondiale, furono utilizzati negli anni '20 e '30 per il trasporto passeggeri.

Lo zeppelin Hindenburg, che i produttori si rifiutarono di chiamare Adolf Hitler come suggerito da Joseph Goebbels, a oggi rimane il più grande oggetto volante mai realizzato nella storia dell'umanità. Parte della sua stazza era dovuta alla necessità di immagazzinare grandi quantità di elio, il gas che utilizzava per volare, che è meno leggero, e quindi più ingombrante, dell'idrogeno. Nel 1936, tuttavia, l'embargo militare statunitense sull'elio costrinse i tedeschi a utilizzare il più

pericoloso idrogeno. Nonostante tutti i protocolli di sicurezza messi in atto per evitare che qualche scintilla facesse partire un'esplosione, e nonostante i 56 voli (con diverse traversate atlantiche) senza incidenti, bastò probabilmente una perdita di gas e una piccola scintilla di elettricità statica per dare il via al tutto. Il dirigibile si schiantò al suolo in fiamme, con tutti e 97 i passeggeri e membri dell'equipaggio a bordo. Incredibilmente, 62 persone sopravvissero allo schianto, ma la produzione di questi dirigibili terminò quel giorno.

L'idrogeno, con i suoi pro e i suoi contro, viene utilizzato anche oggi come combustibile in diversi ambiti, come quello automobilistico, ma anche come propellente per razzi, proprio per andare a esplorare le stelle da cui tutto ha avuto origine 13,8 miliardi di anni fa.