

Le reazioni tra i gas e la legge di Avogadro

Volumi e particelle di gas nelle reazioni chimiche

All'inizio del diciannovesimo secolo, tutti i chimici erano convinti che i gas fossero costituiti da particelle ma avevano ancora le idee confuse sulla composizione di tali particelle. Vedremo ora come gli studi effettuati sulle reazioni tra i gas abbiano costituito una preziosa fonte di informazioni sulla loro struttura.

Nel 1808, Gay-Lussac eseguì numerosi e accurati esperimenti facendo reagire sostanze gassose e misurando il volume dei reagenti e dei prodotti. Egli comunicò i risultati dei suoi esperimenti sulle reazioni tra gas con queste parole: «L'interazione delle sostanze gassose ha luogo sempre nei rapporti più semplici, in modo che con un volume di una sostanza gassosa si combina sempre un volume uguale o doppio, o al massimo triplo, di un'altra sostanza gassosa».

Una delle reazioni più semplici da lui studiate riguarda la combinazione tra idrogeno e cloro con formazione di un altro gas, il cloruro di idrogeno. Gay-Lussac scoprì che un dato volume di idrogeno reagisce completamente con un ugual volume di cloro per formare un volume doppio di cloruro di idrogeno (figura 1):

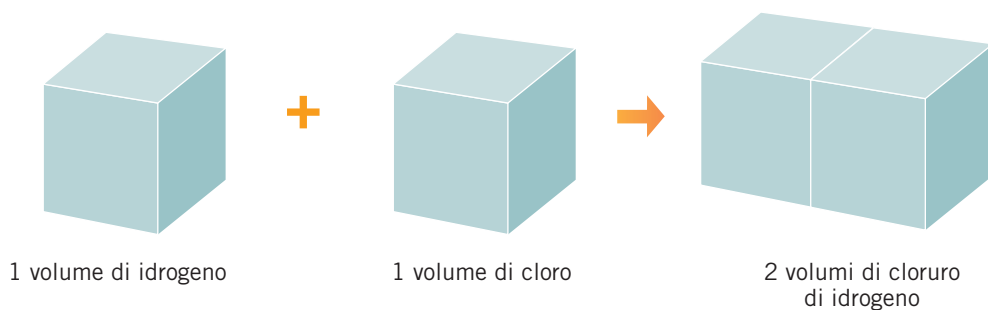


Figura 1

Le figure geometriche rappresentano i volumi dei gas reagenti e il volume del gas prodotto, misurati nelle stesse condizioni di pressione e temperatura.

L'interpretazione di questo risultato pose molti problemi ai chimici del tempo. Infatti, i presupposti da cui essi partivano erano i seguenti: i due reagenti, essendo elementi, devono essere formati da atomi; inoltre, dato che il volume dei due reagenti è misurato nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione, il numero degli atomi di idrogeno e di cloro è lo stesso. Di conseguenza, supponendo che gli atomi di idrogeno e cloro si uniscano in rapporto 1:1, si forma un numero uguale di molecole di gas cloruro di idrogeno e quindi il prodotto dovrebbe occupare un volume uguale a quello occupato da ciascun reagente (figura 2):

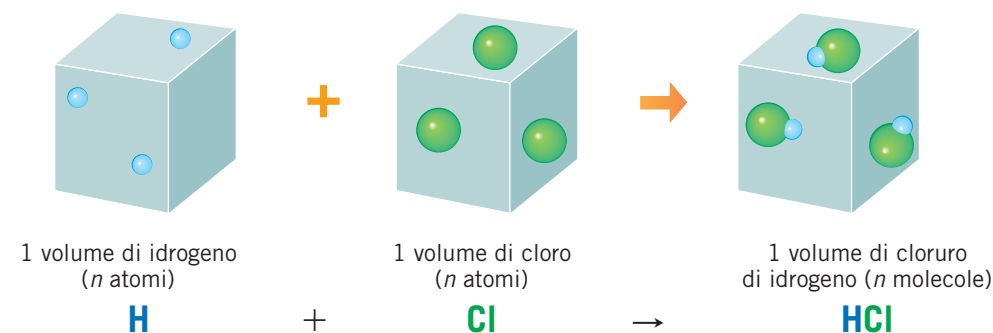


Figura 2

Rappresentazione dei risultati ipotetici relativi alla sintesi del cloruro di idrogeno se idrogeno e cloro fossero costituiti da singoli atomi.

Invece, come era stato determinato da Gay-Lussac, il prodotto di questa reazione occupa un volume doppio; pertanto, dato che il volume del prodotto viene misurato nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione, questo gas deve essere costituito da un numero doppio di molecole.

Dagli atomi alle molecole: la legge di Avogadro

La spiegazione dei risultati sperimentali sui volumi dei gas nelle reazioni chimiche fu data in modo semplice e geniale dal chimico italiano A. Avogadro. Alla base della sua opera, eccezionalmente feconda per lo sviluppo della chimica nel diciannovesimo secolo, c'è un nuovo concetto di molecola. Secondo l'intuizione di Avogadro, non solo i composti sono costituiti da molecole, ma anche la maggior parte delle sostanze elementari allo stato gassoso, le cui molecole di solito sono biatomiche.

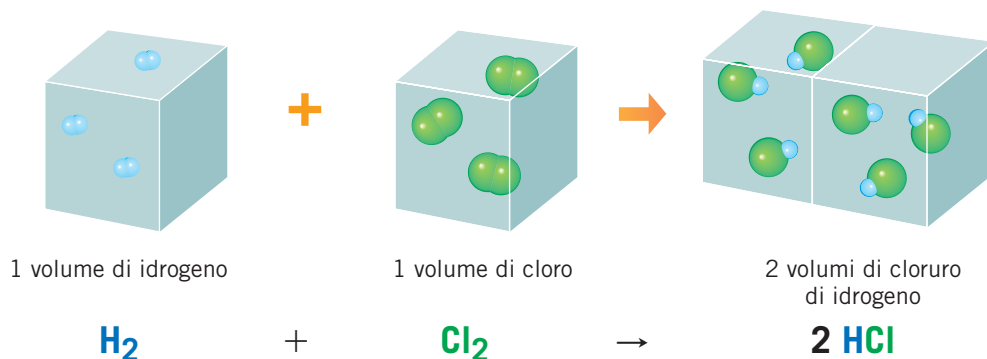
L'ipotesi formulata da Avogadro era davvero rivoluzionaria; infatti i chimici più importanti e famosi del suo tempo erano convinti che atomi uguali (cioè dello stesso elemento) non potessero legarsi tra loro.

Nel 1811, in un articolo pubblicato nel *Journal de Physique*, Avogadro riassume le sue idee nel seguente modo: «Bisogna dunque ammettere che vi sono rapporti molto semplici tra i volumi delle sostanze gassose e il numero di molecole semplici o composte che le formano. L'ipotesi che si presenta per prima al riguardo e che pare sia la sola ammissibile è di supporre che il numero delle molecole in qualunque gas sia sempre lo stesso a volume costante, o sia proporzionale ai volumi».

Questa ipotesi è alla base della legge di Avogadro.

Volumi uguali di gas diversi contengono lo stesso numero di molecole, se misurati nelle stesse condizioni di pressione e di temperatura.

In base alla legge di Avogadro, la reazione tra idrogeno e cloro può essere così interpretata (figura 3):



Come mostra la figura, i volumi di idrogeno e di cloro sono uguali e quindi contengono lo stesso numero di molecole. Il volume del cloruro di idrogeno è doppio perché contiene un numero doppio di molecole. Ciò si spiega considerando che le molecole biatomiche dei reagenti si spezzano e gli atomi si ricombinano per formare le molecole del prodotto. Un'altra reazione tra gas che può essere interpretata soltanto alla luce della legge di Avogadro è la reazione di sintesi dell'acqua (figura 4).

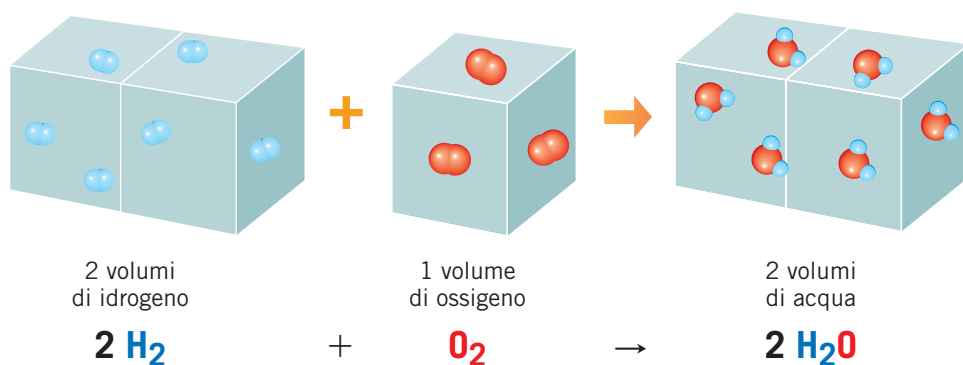


Figura 3

Volumi e molecole dei gas nella reazione di sintesi di HCl.

Figura 4

Volumi e molecole dei gas nella reazione di sintesi di H₂O allo stato gassoso.