

# Appunti di Chimica

## Preparazione dell'idrogeno

L'idrogeno.....	1
Cenni sul comportamento chimico dell'idrogeno .....	1
Richiami sul legame ad idrogeno .....	2
Preparazione dell'idrogeno .....	3
Il problema della riduzione dell'idrogeno.....	5

### L'idrogeno

L'idrogeno (che in greco significa **generatore di acqua**) si presenta, allo stato elementare e nelle normali condizioni di temperatura e pressione, come un gas incolore, inodore e insapore, costituito da molecole biatomiche. In natura, è possibile trovarlo allo stato elementare solo nelle emanazioni vulcaniche: tuttavia, la sua bassa densità e la piccola massa delle sue molecole (è l'elemento più leggero), la quale comporta una elevata velocità media anche a bassa temperatura, fanno sì che esso arrivi e spesso superi l'atmosfera terrestre, disperdendosi nell'universo.

L'idrogeno può assumere solo 2 numeri di ossidazione nei propri composti binari, cioè i cosiddetti **idruri**:

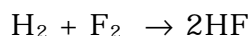
- quando l'elemento con cui si lega è un non-metallo e può avere quindi un numero di ossidazione negativo, l'atomo di H assume numero di ossidazione +1;
- viceversa, legandosi con un metallo, che può avere numero di ossidazione solo positivo, allora l'atomo di H assume numero di ossidazione -1.

### Cenni sul comportamento chimico dell'idrogeno

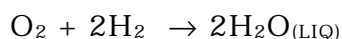
La molecola di idrogeno  $H_2$  presenta un elevato valore della energia di dissociazione (circa 434 kJ/mol): questo corrisponde ad un elevato valore della energia di attivazione dell'idrogeno molecolare, il quale quindi non reagisce

facilmente. Si tratta dunque di una molecola molto stabile, che necessita di elevate temperature per reagire (e comportarsi da riducente).

In condizioni ambiente, l'idrogeno reagisce spontaneamente (e in modo esplosivo) solo con il fluoro, dando l'acido fluoridrico secondo la reazione



Quando invece deve reagire con l'ossigeno, in condizioni ambiente, per formare acqua, è necessario innescare la reazione, ad esempio mediante una scintilla o usando dei catalizzatori: in tal modo, la reazione



procede, spontaneamente, in modo talmente veloce da provocare una esplosione (si raggiungono circa 2700°C).

### ***Richiami sul legame ad idrogeno***

Circa l'idrogeno ricordiamo anche che esso è in grado di formare un particolare legame, che si chiama appunto **legame ad idrogeno**: questo tipo di legame nasce quando l'atomo di idrogeno forma una molecola insieme ad un elemento molto più elettronegativo di lui; questa differenza di elettronegatività, infatti, rende la molecola in questione particolarmente polarizzata, il che facilita un legame essenzialmente elettrostatico tra l'atomo di idrogeno della molecola e quello dell'altro elemento nella molecola adiacente. Legami di questo tipo si riscontrano nei composti  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HF}$  e  $\text{NH}_3$  e sono i principali responsabili della loro liquidità, ovviamente nello stato fondamentale, o comunque dall'elevato valore del punto di ebollizione.

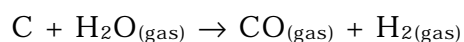
## Preparazione dell'idrogeno

E' possibile preparare l'idrogeno sia per via chimica sia per via elettrolitica. Per quanto riguarda la **via elettrolitica**, diciamo velocemente che ci sono diversi processi di elettrolisi (come per esempio quello, esaminato in precedenza, di preparazione della soda caustica NaOH) che prevedono la scarica al catodo dell'idrogeno, che quindi può essere opportunamente raccolto in quella sede. Si tratta, ovviamente, di situazioni in cui tutte le specie candidate a ridursi al catodo presentano un potenziale d'elettrodo inferiore a quello dell'idrogeno (come nel caso di molti metalli), che quindi si scarica per primo. Inoltre, perchè possa risultare conveniente questo metodo di preparazione dell'idrogeno, è necessario che l'elettrolisi porti la scarica all'anodo di qualche specie pregiata: l'elettrolisi dell'NaCl che dà Cl<sub>2</sub> all'anodo e NaOH e H<sub>2</sub> al catodo è un buon metodo, in quanto fornisce cloro.

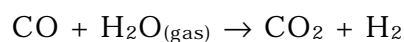
Per **via chimica**, ossia attraverso normali reazioni di ossido-riduzione, i metodi sono molteplici. Diciamo intanto che, in quasi tutti i composti, l'idrogeno è presente con stato di ossidazione +1, per cui per ottenerlo nella forma H<sub>2</sub> è necessario ridurlo. Di riducenti per l'idrogeno ce ne sono tantissimi (precisamente tutti quelli che si trovano sotto di esso, cioè a potenziale minore, nella serie voltaica degli elementi, cioè quasi tutti i metalli).

Vediamo allora i metodi di preparazione dell'idrogeno:

- un primo modo per preparare idrogeno è quello di convogliare vapore d'acqua sul carbone rovente:

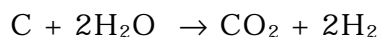


Questa reazione è endotermica verso destra, il che significa che la sua resa aumenta quando è alta la temperatura: ecco perchè si lavora a circa 1000°C. La miscela gassosa di CO e H<sub>2</sub> che si ottiene con questa reazione è nota come **gas d'acqua** o anche "gas di città" e da essa è evidentemente necessario separare il CO: questa operazione (non facile) si effettua facendo reagire la miscela con altra acqua (in presenza di catalizzatori come ossidi di Fe o Cr) a circa 400-500°C: si ottiene in tal caso la reazione

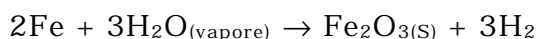


che prende il nome di "reazione di conversione del gas d'acqua". L'anidride carbonica che viene fuori si può eliminare mediante un ulteriore assorbimento con H<sub>2</sub>O in condizioni di forte pressione oppure con soluzioni basiche, visto che, come vedremo, CO<sub>2</sub> è un ossido a carattere acido.

In definitiva, quindi, la reazione complessiva (somma delle due appena citate) è

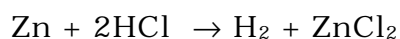


- un metodo ancora più rapido per la produzione di idrogeno consiste nel convogliare il vapore d'acqua anziché su carbone rovente, su ferro rovente: la reazione generica è



Il vantaggio sta nel fatto che l'ossido ferrico è solido e può essere perciò subito separato;

- in laboratorio, l'idrogeno si può anche preparare per azione dell'acido cloridrico sullo zinco, in base alla reazione

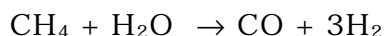


Questa reazione si fa avvenire nel cosiddetto **apparecchio di Kipp**;

- nella produzione industriale, invece, i metodi usati sono altri: uno, che prende il nome di **cracking**, consiste nel prendere un idrocarburo, come ad esempio il metano CH<sub>4</sub>, e nel portarlo ad alta temperatura ed in presenza di opportuni catalizzatori; il risultato è la formazione di idrocarburi a catena più lunga, in questo caso il C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, e la liberazione dell'idrogeno. La reazione è dunque



- prende invece il nome di **reforming** il processo in cui l'idrocarburo viene fatto reagire, ad elevata temperatura ed in presenza di catalizzatori, con acqua: si ottiene



Questo metodo è il più usato in quanto produce idrogeno evidentemente in grande quantità.

### **Il problema della riduzione dell'idrogeno**

Come si è visto, il problema per la preparazione dell'idrogeno è quello della sua riduzione dal numero di ossidazione +1 al numero di ossidazione 0. Allora, possiamo elencare quali sono i metalli che sono in grado di operare questa riduzione: è ovvio che si deve trattare di tutti quei metalli che presentano un potenziale elettrodico minore di quello dell'idrogeno, in modo che possano comportarsi da riducenti. E' necessario allora considerare che esistono due possibili semireazioni di riduzione dell'idrogeno:



E' allora evidente che gli agenti riducenti per la prima reazione potrebbero non esserlo per la seconda. Allora, tali agenti riducenti sono (in ordine di potenziale standard decrescente)



per la entrambe le reazioni, mentre per la prima si aggiungono



Questo elenco è utile quando, in un dato problema, c'è da capire quali specie chimiche si comportino da riducenti per l'idrogeno e quali invece no.

Un modo rapido per ricordarsi quali metalli siano riducenti per l'idrogeno è quello di ricordare che gli unici metalli che NON lo riducono sono i metalli nobili (oro, argento, platino e mercurio), il rame ed il tallio.

Autore: **Sandro Petrizzelli**

e-mail: [sandry@iol.it](mailto:sandry@iol.it)

sito personale: <http://users.iol.it/sandry>

succursale: <http://digilander.iol.it/sandry1>