



L'IDROGENO

INTRODUZIONE

Allo stato elementare esiste sotto forma di molecola biatomica, H_2 , che a pressione atmosferica e a temperatura ambiente (298 K) è un gas incolore, inodore, altamente infiammabile.

STORIA



L'idrogeno biatomico gassoso (H_2) fu descritto formalmente per la prima volta da Paracelso (1493 – 1541), che lo ottenne artificialmente mescolando metalli con acidi forti.

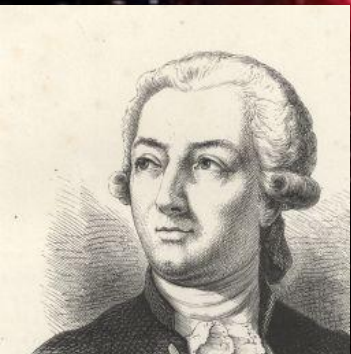


Nel 1671, Robert Boyle riscoprì e descrisse la reazione che avveniva quando si mescolavano limatura di ferro ed acidi diluiti, e che generava idrogeno gassoso.

Nel 1766, Henry Cavendish fu il primo a riconoscere l'idrogeno gassoso come una sostanza discreta, identificandolo come “aria infiammabile”. Lo ritenne liberato dal mercurio e non dall'acido, ma descrisse bene molte delle sue proprietà.



Nel 1783, Antoine Lavoisier assegnò all'elemento il nome di idrogeno quando provò che la combustione del gas generava acqua.



Dall'alto: a sinistra: Robert Boyle, a destra: Henry Cavendish, a sinistra: Antoine Lavoisier

CARATTERISTICHE

L'idrogeno è l'elemento chimico più leggero.

In condizioni normali di pressione e temperatura l'idrogeno forma un gas biatomico H_2 , con un punto di ebollizione di soli 20,27 K e un punto di fusione di 14,02 K.

Le caratteristiche di solubilità e adsorbimento dell'idrogeno con vari metalli sono molto importanti nella metallurgia (alcuni metalli possono essere indeboliti dall'idrogeno) e nello sviluppo di forme sicure di immagazzinamento per un utilizzo come combustibile.



← Gas compresso

Infiammabile →



COMBUSTIONE

Le miscele di idrogeno detonano molto facilmente a seguito di semplici scintille o, se in alta concentrazione di reagenti, anche solo per mezzo della luce solare in quanto il gas reagisce violentemente e spontaneamente con qualsiasi sostanza ossidante. Quando si mescola con l'ossigeno in un ampio intervallo di proporzioni, l'idrogeno esplose.

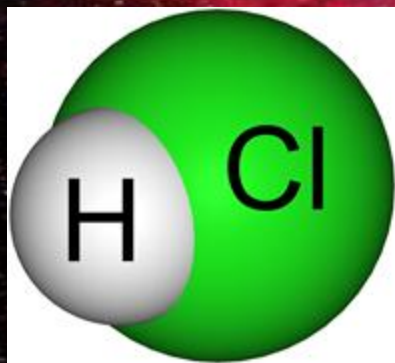
All'aria l'idrogeno arde violentemente.

Le fiamme di ossigeno ed idrogeno puro sono invisibili all'occhio umano. Per questo motivo, è difficile identificare visivamente se una fuga di idrogeno sta bruciando.

Altra caratteristica dei fuochi alimentati dall'idrogeno è che le fiamme tendono a salire rapidamente con il gas attraverso l'aria.

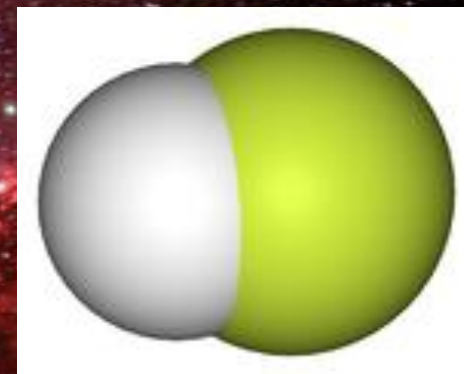
ALTRE REAZIONI

L' H_2 reagisce direttamente con altri elementi ossidanti. Può produrre una reazione spontanea e violenta a temperatura ambiente in presenza di cloro o fluoro, con la formazione dei corrispondenti alogenuri di idrogeno: cloruro di idrogeno e fluoruro di idrogeno.



← Acido Cloridrico

Acido Fluoridrico →

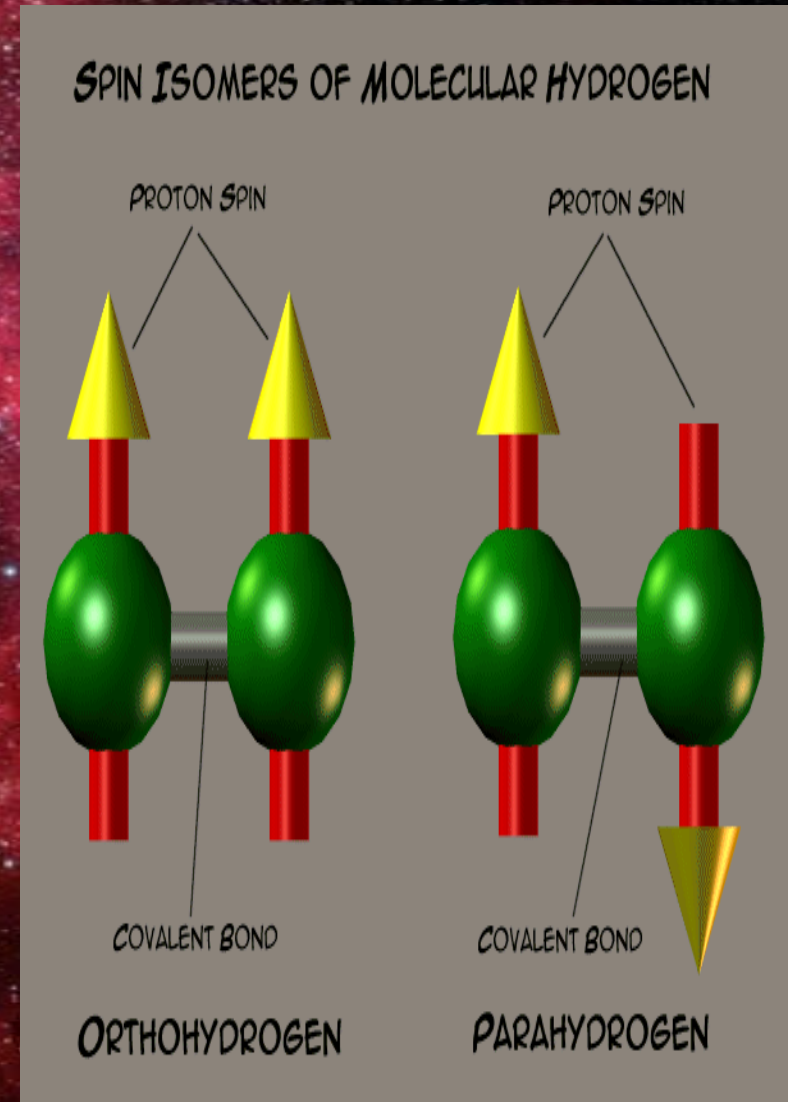


ORTOIDROGENO E PARAIDROGENO

In condizioni normali il gas di idrogeno è una miscela di due diversi tipi di molecole. Queste due forme sono rispettivamente conosciute come *orto-idrogeno* e *para-idrogeno*. In condizioni standard, il rapporto tra *orto* e *para* è di circa 3 a 1.

L'esistenza di queste due forme pone un inconveniente nella produzione industriale di idrogeno liquido: quando viene liquefatto e lasciato a sé, nell'arco di un mese la miscela si arricchisce della forma *para*; questa conversione libera calore che fa evaporare gran parte dell'idrogeno.

Per ovviare a ciò, la liquefazione dell'idrogeno viene condotta in presenza di un catalizzatore a base di ossido di ferro; in questo modo l'idrogeno liquido ottenuto è composto per oltre il 99% dalla forma *para*.



ISOTOPI

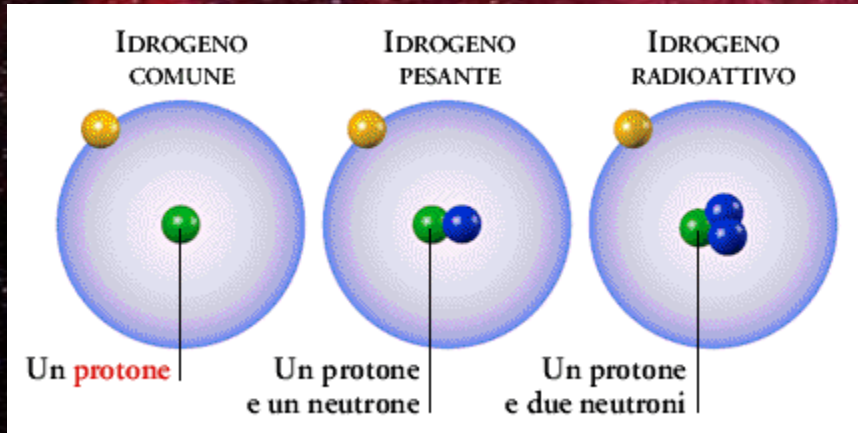
- L'idrogeno è l'unico elemento i cui isotopi hanno nomi differenti. I più comuni sono:

-Prozio (1 protone, 1 neutrone, 1 elettrone)

-Deuterio (1 protone, 1 neutrone, 1 elettrone)

-Trizio (1 protone, 2 neutroni, 1 elettrone)

Sono stati osservati anche gli isotopi ^4H , ^5H e ^6H , ma sono tanto instabili che, al momento, non si è neppure riusciti a stimare l'ordine di grandezza dei loro tempi di dimezzamento.



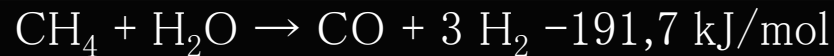
← *Prozio, Deuterio, Trizio*

PRODUZIONE

La produzione di idrogeno è comunemente attuata dagli idrocarburi e dai combustibili fossili attraverso un processo chimico. L'idrogeno può anche essere estratto dall'acqua attraverso produzione biologica nelle alghe bioreattori, o utilizzando l'elettricità (elettrolisi) o calore (termolisi); questi metodi sono, però, meno efficienti. La scoperta e lo sviluppo di metodi meno costosi per la produzione su vasta scala di idrogeno accelererebbe lo sviluppo di un'economia a idrogeno.

STEAM REFORMING

Tale processo consiste nel far reagire metano (CH_4) e vapore acqueo (H_2O) ad una temperatura intorno a $700\text{-}1100^\circ\text{C}$, per produrre syngas, secondo la reazione:

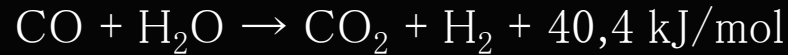


Il calore richiesto per attivare la reazione è generalmente fornito bruciando parte del metano.

La reazione è favorita a basse pressioni, tuttavia si fa avvenire a pressioni elevate (20 atm) visto che l' H_2 così ottenuto è il prodotto più commercializzabile.

UTILIZZANDO CO

Ulteriore idrogeno può essere recuperato dal monossido di carbonio (CO) attraverso la water gas shift reaction, che si ottiene a circa 130 ° C:

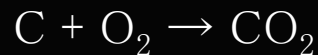


GASSIFICAZIONE DEL CARBONE

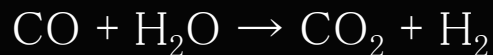
Il carbone viene trasformato in una miscela di syngas e metano. Tale processo prevede il trattamento del carbone con vapore acqueo:



La reazione è endotermica ed il calore viene fornito miscelando al vapore acqueo una frazione di ossigeno in modo che avvenga contestualmente anche la reazione esotermica



L'ossido di carbonio prodotto nel primo stadio viene successivamente trattato con altro vapore acqueo a 400–500 ° C su catalizzatore a base di ossidi di ferro e di cobalto:



La miscela gassosa ottenuta viene quindi purificata per distillazione frazionata.



← *Impianto per la produzione di idrogeno mediante gassificazione del carbone*

PRODUZIONE BIOLOGICA

- Il bioidrogeno può essere prodotto mediante alghe (bioreattori). Se le alghe vengono private dello zolfo cessano di produrre ossigeno attraverso la normale fotosintesi per produrre idrogeno.
- Il bioidrogeno può essere prodotto in bioreattori che utilizzano materia differente dalle alghe, soprattutto materiali di scarto. Il processo coinvolge batteri che si alimentano di idrocarburi e che producono idrogeno e CO_2 .

SINTESI BIOLOGICA

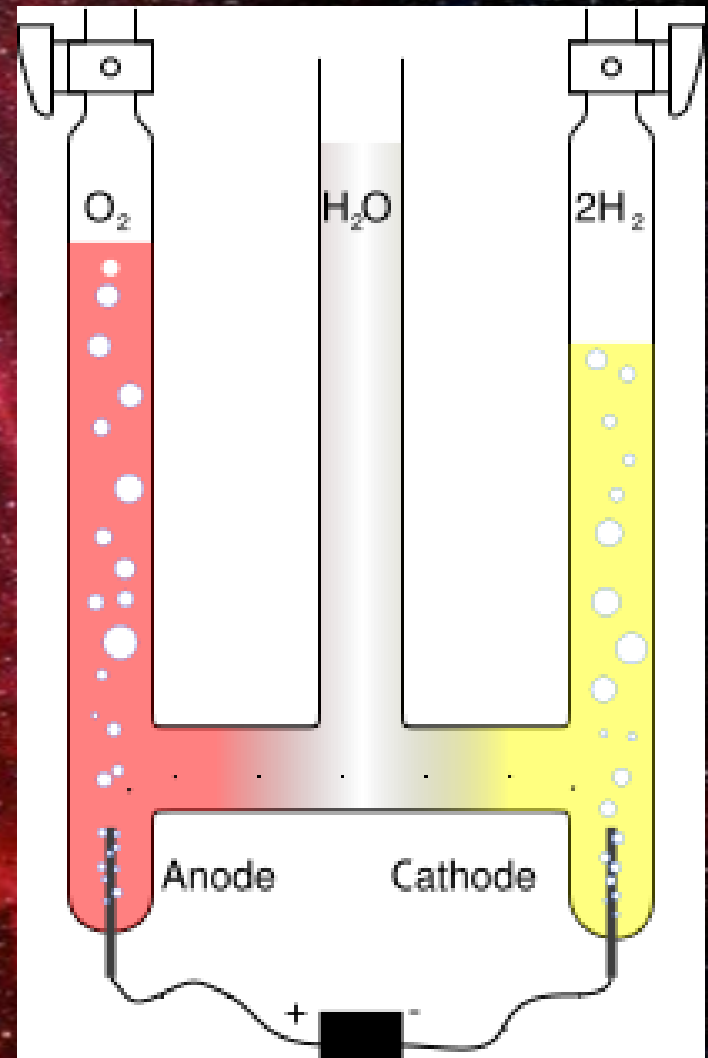
- Una via alternativa è la produzione biologica di idrogeno che sfrutta processi legati a microrganismi come batteri rossi, cianobatteri e microalghe. Questi microrganismi sono capaci di sfruttare una via metabolica anaerobica che porta alla produzione di idrogeno grazie all'azione catalizzatrice di enzimi chiamati idrogenasi. Questi enzimi catalizzano la reazione redox reversibile del H_2 che viene scisso nei suoi due protoni e due elettroni. Le microalghe producono idrogeno utilizzando come substrato principale acqua e luce (biofotolisi). L'acqua viene utilizzata come fonte di elettroni(e^-) e protoni (H^+), mentre la luce fornisce l'energia necessaria per far avvenire il processo, secondo la reazione:



← *Chlamydomonas reinhardtii*, una microalga che produce idrogeno

ELETTROLISI

- Al contrario degli altri metodi di estrazione (che impiegano idrocarburi), l'elettrolisi non inquina. Solitamente, però, l'elettricità consumata ha più valore dell'idrogeno che viene prodotto, di conseguenza questo metodo non è stato utilizzato molto in passato. Una corrente a basso voltaggio che attraversa l'acqua forma ossigeno gassoso all'anodo ed idrogeno gassoso al catodo. Generalmente si impiega un catodo di platino o di un altro metallo inerte.



ELETTROLISI AD ALTA TEMPERATURA

- Quando la fonte di energia è nella forma di calore, il processo per ottenere l'idrogeno si dice *elettrolisi ad alta temperatura*.
- I processi di questo genere sono inoltre attualmente considerati solo in combinazione con una fonte di calore dal nucleare, dal momento che la forma non chimica di calore ad alta temperatura non è sufficientemente conveniente per abbattere i costi delle apparecchiature necessarie.

PHOTOELECTROCHEMICAL WATER SPLITTING

L'uso di elettricità prodotta da impianti fotovoltaici offre il modo più pulito di produrre idrogeno. L'acqua è scissa in idrogeno e ossigeno per elettrolisi in un processo fotoelettrochimico.



IMPIEGHI

FONTE DI ENERGIA PER L' AUTOTRAZIONE

VANTAGGI: brucia all'aria quando la sua concentrazione è compresa tra il 4 ed il 75% del suo volume, mentre il gas naturale brucia a concentrazioni comprese tra il 5,4 ed il 15%. La temperatura di combustione spontanea è di 585 C, mentre quella del gas naturale è di 540 ° C.

Il gas naturale esplose a concentrazioni comprese tra il 6.3 ed il 14%, mentre l'idrogeno richiede concentrazioni dal 13 al 64%. L'unico residuo della combustione sarebbe l'acqua.

SVANTAGGI: L'unico svantaggio sarebbe nella densità di energia dell'idrogeno liquido o gassoso (a pressione utilizzabile) che è significativamente inferiore rispetto ai tradizionali combustibili e quindi necessita di essere compresso a pressioni più elevate in fase di stoccaggio.



FONTI DI ENERGIA

- Le **pila a combustibile** sono un modo alternativo per ottenere energia sotto forma di elettricità dall'ossidazione dell'idrogeno senza passare dalla combustione diretta ottenendo una maggiore efficienza.
Secondo i sostenitori della cosiddetta *economia all'idrogeno* queste due tecnologie ad idrogeno, oltre a risolvere il problema energetico, sarebbero quindi anche in grado di offrire un'alternativa pulita agli attuali motori a combustione interna alimentati da fonti fossili.
- Un altro modo in cui l'idrogeno potrebbe venire utilizzato efficacemente come fonte di energia è quello della **fusione nucleare** ovvero in un impianto term nucleare con un ipotetico reattore nucleare a fusione alimentato da deuterio o trizio.



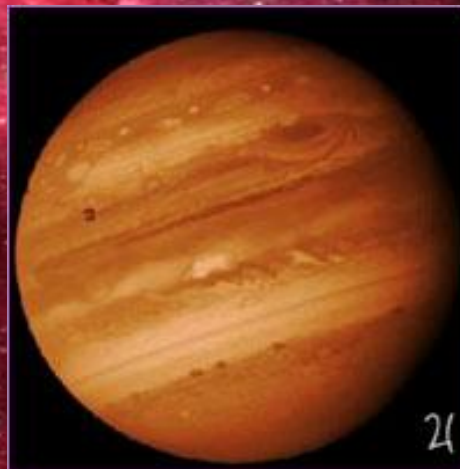
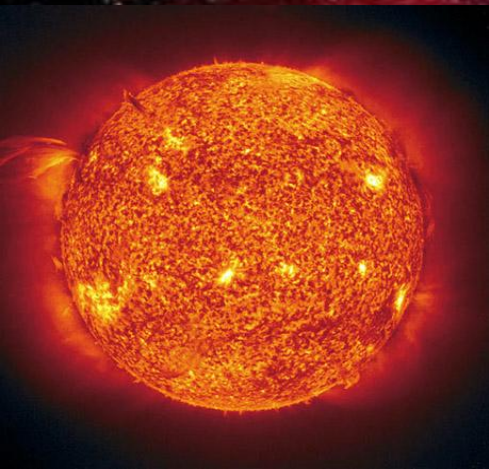
ALTRE APPLICAZIONI

- Nelle saldature e come agente riducente dei minerali metallici.
- Nella propulsione aeronautica e spaziale come combustibile per razzi e vettori spaziali
- Come refrigerante nei generatori delle centrali elettriche, visto che è il gas che ha la maggiore conduttività termica.
- L'idrogeno liquido è usato nella ricerca criogenica, che comprende gli studi sulla superconduttività.
- La temperatura di equilibrio del punto triplo dell'idrogeno è un punto fisso definito nella scala delle temperature ITS-90.
- Risonanza magnetica nucleare.
- Il deuterio è usato nelle applicazioni nucleari come moderatore per rallentare i neutroni; i composti di deuterio sono usati in chimica e biologia, soprattutto nelle ricerche nel campo degli effetti isotopici.
- Il trizio (^3H) viene prodotto nei reattori nucleari ed è impiegato nella produzione delle bombe a idrogeno, come radiomarcatore nelle scienze biologiche e in cinetica chimica, e come fonte di radiazioni nelle vernici luminescenti.
- Azione infragilizzante sui metalli.
- Essendo quasi quindici volte più leggero dell'aria, venne impiegato come agente per sollevare palloni aerostatici e dirigibili.

L'IDROGENO NELL'UNIVERSO

- L'idrogeno è l'elemento più abbondante dell'universo, forma fino al 75% della materia, in base alla massa, e più del 90%, in base al numero di atomi.
Sottoposte a pressioni eccezionalmente alte, come quelle che si trovano al centro dei giganti gassosi (Giove ad esempio), le molecole perdono la loro identità e l'idrogeno diventa un metallo liquido (idrogeno metallico).
Nubi di H_2 si formano e sono associate con la nascita delle stelle.
- Questo elemento gioca un ruolo vitale nel fornire energia all'universo, attraverso processi di fusione nucleare. Enormi quantità di energia vengono rilasciate sotto forma di radiazioni elettromagnetiche nel momento in cui avviene la combinazione di due nuclei di idrogeno (deuterio oppure protio e trizio) in uno di elio.
È inoltre presente nelle nebulose (agglomerati di polveri, idrogeno e plasma).

L'idrogeno è l'elemento più abbondante dell'universo, forma fino al 75% della materia, in base alla massa, e più del 90%, in base al numero di atomi.



Il 90% del Sole è composto da idrogeno, come anche l'80% di Giove e Saturno

L'IDROGENO NELLA REALTÀ MANTOVANA

La produzione di idrogeno nella realtà mantovana è legata al Gruppo Sapio.

Lo stabilimento di Mantova è stato inaugurato nel 1958 ed ha per scopo quello della produzione e la vendita di gas tecnici e industriali.

Il sito ha sempre avuto una doppia vocazione: soddisfare in contemporanea sia le esigenze del sito produttivo chimico sia la domanda di gas tecnici e medicinali, liquefatti e compressi, del mercato della Lombardia meridionale e del Veneto occidentale.

Nel 1993 è stato realizzato il più grande impianto di produzione di idrogeno per il mercato nazionale, basato sul processo di Steam Reforming del gas naturale.

Nel 2004 è stato completato ed avviato un secondo impianto di produzione di idrogeno, in risposta ed in previsione alla crescente domanda del prodotto nel comparto industriale limitrofo, specificatamente per la produzione di carburanti a basso contenuto di zolfo.

L'investimento ha più che decuplicato la capacità produttiva complessiva del sito: esso rappresenta l'attenzione e testimonia l'importanza che il Gruppo SAPIO riserva alla quanto mai attuale tematica dell'idrogeno quale vettore energetico, nonché il costante impegno per lo sviluppo e il miglioramento delle tecnologie connesse agli scenari che essa propone.

La forte vocazione ai principi di qualità e di rispetto ambientale ha portato lo stabilimento a ricevere, nel 1996, la certificazione UNI EN ISO 9001:2000.

SITOGRAFIA

- www.wikipedia.it
- www.sapio.it
- www.allaguida.it
- www.magazine.greenplanner.it
- www.italianaservizigroup.it
- www.aif.it
- www.scipe.it
- www.fisica.cattolica.info
- www.filosofico.net
- www.browsebiography.com