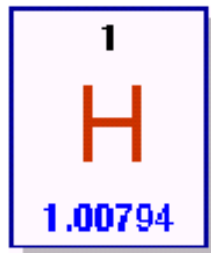




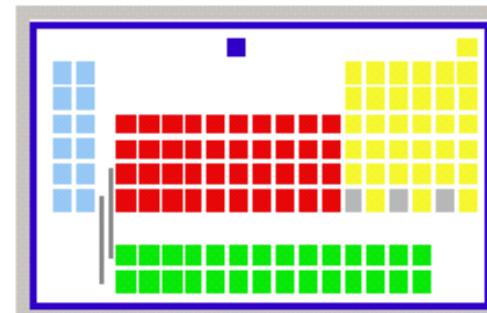
UNIDAD XI HIDRÓGENO

*Sólo hay un elemento en la tabla periódica que no pertenezca a ningún grupo en particular: **el hidrógeno**. Este elemento tiene una química singular. Además sus tres isótopos difieren tanto en sus masas moleculares que las propiedades físicas y químicas son sensiblemente diferentes.*

<http://www.webelements.com/webelements/elements/text/key/H.html>



Número atómico: 1
Peso atómico: 1.00794



CONSIDERACIONES GENERALES

- El hidrógeno es el elemento más abundante del Universo. Representa, en peso, el 92% de la materia conocida; del resto, un 7% es de He y solamente queda un 1% para los demás elementos.
- En nuestro planeta es el décimo elemento más abundante en la corteza terrestre. Lo encontramos combinado en forma de **agua** (su compuesto mas abundante; cubre el 80% de la superficie del planeta), **materia viva** (hidratos de carbono y proteínas; constituye el 70% del cuerpo humano), **compuestos orgánicos, combustibles fósiles** (petróleo y gas natural), etc.
- Curiosamente, es poco abundante en la atmósfera terrestre debido a que su reducida masa molecular hace difícil su retención gravitatoria.
- Excepto en la estratosfera, donde se puede detectar en forma atómica, el hidrógeno elemental se presenta siempre en forma molecular H_2 a la que denominaremos **dihidrógeno, hidrógeno molecular** o simplemente **hidrógeno**.

El dihidrógeno (H_2) es un gas incoloro e inodoro, menos denso que cualquier otro gas ($d=8.99 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) y muy poco soluble en agua.

Cuestiones:

- El hidrógeno que se obtendrá en el laboratorio es por desplazamiento de agua, y los tubos en los que se almacenan se conservan boca abajo. ¿Por qué?

Isótopos del hidrógeno

- El hidrógeno tiene dos isótopos estables y un tercero radioactivo:

✓ **Protio** ${}^1_1\text{H}$ abundancia natural: 99.04%.

✓ **Deuterio** ${}^2_1\text{H}$ abundancia natural 0.0115 %.

✓ **Tritio** ${}^3_1\text{H}$ abundancia natural $7 \cdot 10^{-16}$ %

La notable diferencia en cuanto a la abundancia relativa de los tres isótopos hace que las propiedades del hidrógeno sean básicamente las del isótopo hidrógeno-1

La posición del hidrógeno en la tabla periódica

La configuración electrónica del H es $1s^1$.

		Argumentos a favor	Argumentos en contra
Grupo (alcalinos)	IA	• Tiene un único electrón s • Puede perderlo con facilidad para formar el ion hidrógeno (más correctamente H_3O^+)	• Es un no metal • No reacciona con el agua
Grupo (halógenos)	VIIA	• Es un no metal • Se presenta como una molécula diatómica	• Raramente forma el ion hidruro • Es relativamente poco reactivo

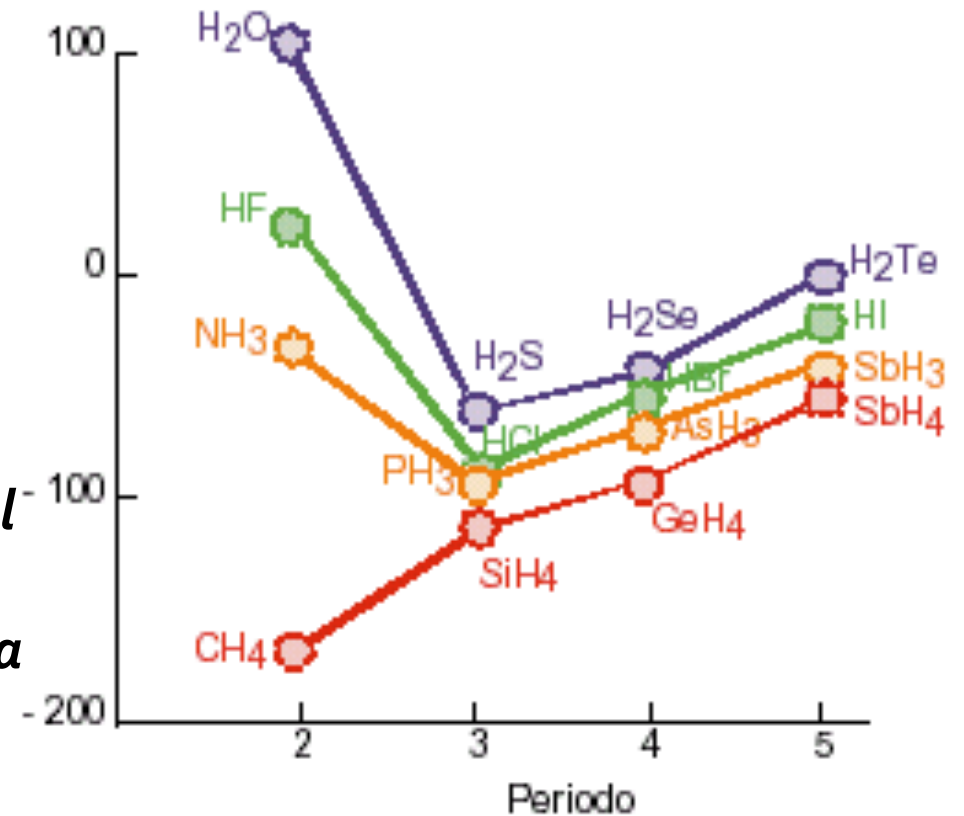
Comportamiento químico del hidrógeno

La capacidad de combinación del hidrógeno con otros elementos está marcada por la disponibilidad de un electrón en su única capa lo que permite:

- 1.- la pérdida de su único electrón (originando la especie H_3O^+) ión hidronio
- 2.- la ganancia de otro electrón, completando así su única capa (originando el anión hidruro, H^-), o
- 3.- la *compartición* de dicho electrón con otro átomo al que se uniría mediante un enlace covalente más o menos polar.
- 4.- participar en enlaces formados por dos electrones, es la situación típica de los hidruros de B, Al y Be, y normalmente se asocia a compuestos denominados genéricamente *deficientes en electrones*.
- 5.- formar hidruros intersticiales con metales de transición en los que el enlace con los átomos metálicos no está en modo alguno claro.
- 6.- cuando se enlaza con los átomos más electronegativos (F, O y N), exhibe una inusual fuerza atractiva: *el enlace por puente de H*.
- Todos estos aspectos enriquecen enormemente la química de un elemento tan sencillo como el Hidrógeno tal como se va a poner de manifiesto a lo largo de este tema.

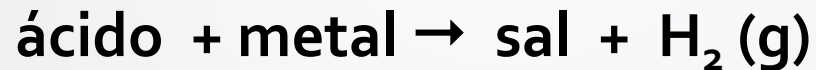
EL ENLACE DE HIDRÓGENO

- Cuando se representan los puntos de ebullición (o fusión) de los hidruros, se observa una llamativa irregularidad. Los hidruros formados por los elementos cabeza de los grupos 15, 16 y 17 presentan unos puntos de ebullición muy por encima de lo esperable.
- Este comportamiento indica que las fuerzas de interacción entre las moléculas de estos compuestos son mayores que las atracciones de van de Waals y dipolo-dipolo esperables en moléculas apolares. Esta fuerza adicional se atribuye a la existencia del denominado **enlace de hidrógeno**.
- ***El enlace de hidrógeno es una interacción entre el hidrógeno unido a un átomo electronegativo que posea al menos un par de electrones solitarios. La misma es máxima cuando son los átomos de F, O o N los implicados en el mismo.***



EL DIHIDRÓGENO. Métodos de obtención

1. Reducción del ión $\text{H}^+(\text{ac})$ mediante la reacción de ácidos oxidantes diluidos, HCl o H_2SO_4 diluido con metales *electropositivos* como Zn , Al , Fe .



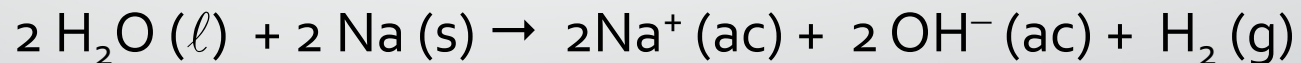
Ejemplo:



2. Reducción del ión $\text{H}^+(\text{ac})$ mediante la reacción reducción con metales



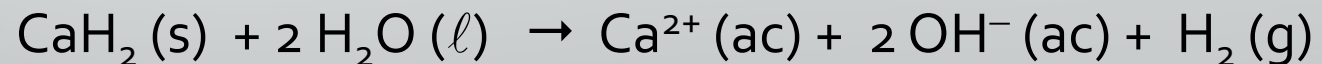
Ejemplo:



3. Oxidación del ión H^- de hidruros salinos

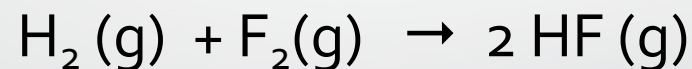


Ejemplo

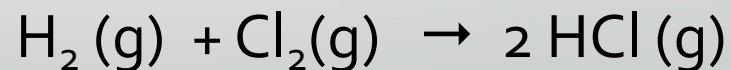


Reactividad

- **Reactividad con otros halógenos**
- El dihidrógeno reacciona violentamente, incluso a bajas temperaturas, con el flúor disminuyendo la reactividad conforme se desciende en el grupo.

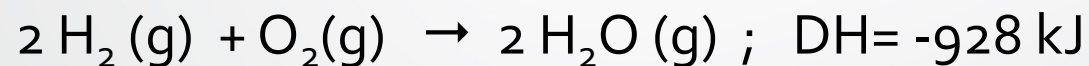


- La reacción con el cloro es lenta en la oscuridad pero es catalizada por la luz (reacción en cadena):



Reactividad

- El dihidrógeno reacciona con el oxígeno molecular en un proceso muy exotérmico en el que el H_2 se oxida a agua:



Esta reacción está entrópicamente desfavorecida, pero entálpicamente favorecida. La gran energía de enlace $\text{O} - \text{H}$ ($464 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) compensa la ruptura del enlace $\text{H} - \text{H}$, haciendo que esta reacción sea termodinámicamente posible.

Si en la reacción interviene una gran cantidad de hidrógeno, la reacción es **explosiva**.

Hidruros. Clasificación

Son compuestos binarios formados por hidrógeno y un metal o por hidrógeno y un no metal.

Se clasifican

o alcalino

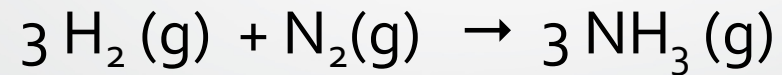
Hidruros

- a) **Iónicos** : cuando se combina el H_2 con un metal alcalino térreo. Ej: NaH , CaH_2
- b) **Covalentes**
- c) **Complejos**
- d) **Intersticiales**

Usos comerciales mas relevantes del hidrógeno

- **FIJACIÓN INDUSTRIAL DEL NITRÓGENO**

un conjunto de procesos por el cual, el N_2 se capta de la atmósfera y se transforma en amoníaco, que a su vez es el reactivo de partida para la síntesis de otros compuestos de interés comercial.



Usos comerciales mas relevantes del hidrógeno

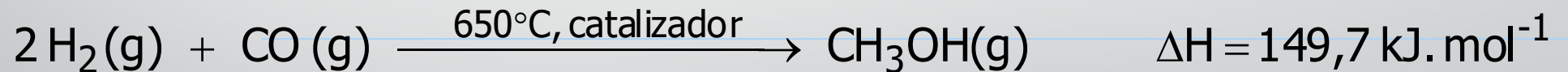
- **PRODUCCIÓN DE METANOL**

El metanol es uno de los compuestos que se obtienen en mayor cantidad a escala planetaria.

USOS:

- como aditivo en gasolinas sin plomo
- precursor de otros compuestos orgánicos como el metanal o el ácido acético
- la síntesis de plásticos y fibras.

La reacción entre el H₂ y el CO tiene lugar a altas presiones (~25300 kPa) y temperaturas (~600 K) con la presencia de catalizadores como el Al₂O₃. Modificando el catalizador se pueden conseguir condiciones de reacción más suaves (300 °C, con un catalizador de Cu/Zn).



Usos comerciales mas relevantes del hidrógeno

- **HIDROGENACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS INSATURADOS**

El H_2 se utiliza como un *agente reductor* de los enlaces $C=C$ formando aceites saturados y grasas. Los ácidos grasos insaturados son hidrogenados con H_2 utilizando metales finamente divididos como Ni, Pd o Pt como catalizadores.

La adición de H_2 a los dobles enlaces posibilita que aceites, que son líquidos a temperatura ambiente, se conviertan en grasas sólidas lo que aumenta su valor comercial.

Usos comerciales mas relevantes del hidrógeno

- **PRODUCCIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO** (se verá en el tema de halógenos)
 - **COMO GAS LICUADO** es importante en criogenia y en el estudio de la superconductividad dado que su punto de fusión está muy poco por encima del cero
-