

غاز الهيدروجين

مقدمة

الهيدروجين (الاسم مشتق من اليونانية حيث أن هيدرو تعني ماء وجين تعني تكون. يسمى في الترجمات الحديثة المَوْهَن، على وزن فعلن من المَاه، أي الماء، رمزه الكيميائي العربي هـ) هو عنصر كيميائي في الجدول الدوري ويرمز له بالرمز هـ - H وله الرقم الذري 1. وفي ظروف الضغط والحرارة القياسية فإنه غاز عديم اللون والرائحة، لا فلزي، وحيد التكافؤ، سريع الاشتعال، ثنائي الذرة. الهيدروجين أخف الغازات وأكثرها تواجدا في الكون. يوجد في الماء وكل المركبات العضوية والكائنات الحية.

والكيميائيون لم يتوصلوا حتى الآن إلى قرار حول المكان الذي يجب أن يشغله الهيدروجين في جدول مندلييف الدوري، فهم يضعونه في آن واحد في فصيلتين: في الفصيلة السابعة حيث ينسب إلى الهالوجينات كالفلور والكلور والبروم، وفي الفصيلة الأولى لتشابهه مع الفلزات القلوية كالليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم. وقد اكتشف البحاثة السوفييت أن الهيدروجين يكتسب فجأة لدى تعريضه إلى ضغط يبلغ ثلاثة ملايين ضغط جوي خاصة غريبة وهي أنه يصبح ناقلا للكهرباء كأي فلز من الفلزات المعروفة. فالهيدروجين على ما يبدو هو فلز

كيفية تكوينه

تكوّن الهيدروجين بعد فترة وجيزة جداً بعد الانفجار العظيم و لم تملأ درجة الحرارة بشكل كاف في أي مكان منذ ذلك الحين، أي أن كلّ الهيدروجين تشكّل فور تشكّل الفضاء الكوني قبل ١٣ مليار سنة.

تحضيره في المعمل

يتم تحضير الهيدروجين في المعمل عن طريق تفاعل الأحماض مع الفلزات مثل الزنك. أما لتحضير الهيدروجين بكميات كبيرة للاستخدامات الصناعية فيتم ذلك عن طريق تعديل البخار بالغاز الطبيعي. كما أن التحليل الكهربائي للماء يعتبر من الطرق البسيطة، ولكن تكاليفه عالية لدرجة عدم استخدامه تجارياً. ويحاول العلماء هذه الأيام الوصول لطرق جديدة لإنتاج الهيدروجين، وأحد هذه الطرق يتضمن استخدام الطحالب. كما أنه توجد طريقة أخرى تتضمن استخدام الجلوكوز والسوربيتول، والذي يتم في درجة حرارة منخفضة، واستخدام عامل حفاز جديد

الخواص

الهيدروجين أخف العناصر الكيميائية على الإطلاق، ويتكون هو ونظائره من إلكترون مفرد وبروتون. وفي درجة الحرارة والضغط القياسيين يقوم الهيدروجين بتكوين غاز ثنائي الذرة، H_2 ، ودرجة غليانه $K 20.27$ ودرجة ذوبانه $K 14.02$. وتحت ظروف الضغط العالية، كالتي توجد في مركز كوكب المارد الغازي يفقد الهيدروجين خواصه ويصبح فلزا سائلا. وتحت ظروف الضغط المنخفض كالتي توجد في الفضاء، يميل الهيدروجين لأن يتواجد في شكل ذرات مفردة، نظرا لعدم وجود ظروف مناسبة لها لأن تتحد، تتكون سحب من الهيدروجين H_2 عند تكون النجوم.

ويلعب الهيدروجين دورا حيويا في الكون عن طريق تفاعل بروتون-بروتون ودورة كربون-نيتروجين. (وهذه عمليات انصهار نووي تطلق كميات هائلة من الطاقة خلال اتحاد ذرات الهيدروجين لتكوين الهيليوم).

استخداماته

يتم استخدام كميات كبيرة من الهيدروجين في الصناعة، وخاصة في إنتاج الأمونيا بطريقة هابر وكذلك في درجة الزيوت والدهون وإنتاج الميثانول. كما يستخدم الهيدروجين في الأكلية

الهيدروجينية، السلفة الهيدروجينية، التكسير الهيدروجيني.
وتوجد استخدامات أخرى:

- تصنيع حمض الهيدروكلوريك واللحام وتقليل ركاز الفلزات.
- يستخدم في **وقود الصواريخ**.
- له قدرة على التوصيل الحراري أعلى من أي غاز آخر، ولذا فإنه يستخدم لإبريد المواتير في المولدات الكهربائية في محطات الطاقة.
- يساعد الهيدروجين السائل في أبحاث **الحراريات المنخفضة**، متضمنة دراسات **الموصلات الكهربائية الفائقة**.
- نظرا لأنه **أخف من الهواء** بأربعة عشر مرة، فقد تم استخدامه بتوسع كعامل رفع في **البالونات** والمنطاد. وقد كان ذلك حتى وقوع **كارثة هايدنبيرج** والتي أفتت العامة بخطورة استخدام الهيدروجين لهذا الغرض.
- يستخدم نظير الهيدروجين الديتريوم (هيدروجين-2) في **تطبيقات الانشطار النووي كمهدئ للنيوترونات لتقليل سرعتها**، وأيضا يستخدم في الاندماجات النووية. وتستخدم مركبات الديتريوم في الكيمياء والأحياء في دراسات تفاعلات تأثير النظائر.
- يستخدم التريتيوم (هيدروجين-3) والذي يتم الحصول عليه في المفاعلات النووية في عمل القنابل الهيدروجينية. كما يستخدم أيضا لتعيين النظائر في علوم الأحياء ومصدر إشعاع في الدهانات الضوئية.

كما يمكن للهيدروجين أن يحترق في محركات الاحتراق الداخلية، وقد تم تطوير سيارة تعمل باحتراق الهيدروجين تحت إشراف BMW-Chrysler (شاهد سيارة هيدروجينية). كما أن خلايا الوقود الهيدروجينية تستخدم لإنتاج قوة ذات انبعاثات أقل من محركات الاحتراق الداخلي الهيدروجينية. وتعتبر الانبعاثات الصادرة من محركات الاحتراق الداخلي الهيدروجينية والخلايا

الهيدروجينية متعادلة مع الانبعاثات التي تصدر أثناء إنتاج الهيدروجين. وقد يؤدي هذا لحدوث تغير في كهرباء المستقبل حيث سيتم الاعتماد على التحليل الكهربائي للماء باستخدام قوى الشمس أو الرياح أو القوة النووية للحصول على دورة وقود خالية من التلوث.

. ولا تزال الأبحاث جارية ليكون الهيدروجين وقود المستقبل. ويمكن أن يكون هذا حلقة الربط بين اختلاف أنواع الطاقة وكيفية نقلها وتخزينها، فمثلا يمكن أن يتم تحويلها إلى كهرباء (لحل مشكلة تخزين الكهرباء ونقلها)، كما يمكن أن تكون بديلا للوقود الحيوي، أو بديل للغاز الطبيعي ولوقود الديزل. وكل هذا ممكن نظريا بدون أي انبعاثات CO_2 أو أي ملوثات غازية سامة.

تاريخ الهيدروجين

الهيدروجين (في اللغة الفرنسية تعني مكون الماء وفي اللغة الإغريقية تعني هيدرو "ماء" وجين أي "تكون") تم التعرف عليه لأول مرة كمادة منفصلة عام 1766 م بواسطة هنري كافيندش، فقد عثر عليه أثناء تفاعلات الزئبق مع الأحماض. وبالرغم من أنه افترض خطأ أن الهيدروجين أحد مكونات الزئبق (وليس أحد مكونات الحمض) فقد استطاع وصف كثير من خصائص الهيدروجين بدقة. وقد أعطى أنطوان لافوازييه الاسم للهيدروجين كما أثبت أن الماء يتكون منه مع الأكسجين وكان من أول استخدامات الهيدروجين المنطاد. كما أن الديتريوم وهو أحد نظائر الهيدروجين تم اكتشافه بإشراف هارولد سي يوري بتقطير عينة من الماء عدة مرات. وقد حصل يوري على جائزة نوبل

لاكتشافه عام 1934 م. وقد تم اكتشاف النظير الثالث (التريتيوم) في نفس العام

تحضيره

يحضر غاز الهيدروجين بعده طرق منها:

- . من الغاز الطبيعي أو الغازات البترولية بالاكسده الجزيئيه أو التعديل ببخر الماء.
- . التحليل الكهربى للماء.
- . اختزال بخار الماء بالكربون (طريقة بوش).
- . إمرار بخار الماء على الحديد السائل.
- . أستخلاص الايدروجين من الغازات الصناعية.
- . تفاعل السليكون مع إيدروكسيد الصوديوم.
- . كمنتج ثانوى في صناعه الصودا الكاويه بالتحليل الكهربى لكوريد الصوديوم.
- . قذف جزيأت الماء بواسطة الكترونات

مستويات الطاقة الإلكترونية

الطاقة الأرضية للإلكترون الموجود في ذرة الهيدروجين تساوي 13.6 إلكترون فولت والتي تعادل تقريبا فوتون من المنطقة فوق البنفسجية تقريبا 92 نانو متر.

ويمكن عن طريق نموذج بور أن يتم حساب مستويات طاقة الهيدروجين بطريقة شبه دقيقة. ويتم هذا بجعل الإلكترون يدور حول البروتون مثلما تدور الأرض حول الشمس. ولكن الأرض لها مدار ثابت حول الشمس محكوم بقوى الجاذبية بين الأرض والشمس، أما الإلكترون فإنه يحتفظ بمداره تحت تأثير القوة الكهرومغناطيسية. كما يوجد فرق آخر بين نظامي الشمس الأرض والبروتون الإلكترون هو أنه طبقا لميكانيكا الكم يمكن للإلكترون أن يكون على مسافة ثابتة فقط من البروتون. وعند عمل تصور لذرة الهيدروجين طبقا لهذا النظام فإنه يعطى مستويات الطاقة الصحيحة وإشعاعاتها

التواجد في الطبيعة

الهيدروجين هو أكثر العناصر وفرة في الكون، ويمثل نحو 75 % من المواد بالكتلة ونحو 90 % بعدد الذرات. ويتواجد هذا العنصر بوفرة كبيرة في النجوم والكواكب الغازية العملاقة ولكنه شحيح للغاية في غلاف الأرض (1 جزء في المليون بالحجم). أكثر المصادر شيوعا لهذا العنصر هي الماء والذي يتكون من ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين (H_2O). كما توجد مصادر أخرى تتضمن معظم أشكال المواد العضوية (كل أشكال الحياة المعروفة) متضمنة الفحم والغاز الطبيعي وأنواع الوقود الحفري الأخرى. الميثان (CH_4) يعتبر مصدرا مهما للهيدروجين.

يمكن تحضير الهيدروجين بعدة طرق كتمرير البخار على الكربون الساخن وتحلل الهيدروكربونات بالحرارة وتفاعلات القواعد القوية في محاليلها المائية مع الألومنيوم والتحليل الكهربائي للماء وتفاعلات تبادل الأحماض مع الفلزات.

ويتم إنتاج الهيدروجين بصورة كبيرة عن طريق إعادة تكوين البخار للغاز الطبيعي في درجات حرارة عالية (700-110 °C)، حيث يتفاعل البخار مع الميثان لينتج أول أكسيد الكربون والهيدروجين.



كما يمكن الحصول على هيدروجين إضافي من أول أكسيد الكربون خلال عملية تبادل ماء غاز.

==] مركبات الهيدروجين ==

الهيدروجين أخف الغازات، يتحد مع معظم العناصر الأخرى ليكون مركبات. الهيدروجين له سالبية كهربية قدرها 2.2 ولذا فإنه يكون مركبات حيث أنه أكثر العناصر لا فلزية وأكثرها فلزية أيضا. الحالة اللافلزية يطلق عليها الهيدرايدات وفيها يكون الهيدروجين في صورة أيونات H^- أو مادة مذابة في العنصر الآخر (كما في هيدريد البالاديوم. أما الحالة الفلزية فإنها تحدث عندما يميل الهيدروجين لأن يكون رابطة تساهمية حيث أن أيون H^+ سيكون عبارة عن نواة بدون إلكترونات وبالتالي سيكون لها قدرة كبيرة على جذب الإلكترونات لها. وفي الحالتين تتكون الأحماض. وعلى هذا فإنه حتى في حالة المحاليل الحمضية يمكن أن ترى أيونات مثل الهيدرونيوم (O_3H^+) حيث يتعلق البورتون بعنصر آخر.

يتحد الهيدروجين مع الأكسجين لتكوين الماء O_2H ، وتنبعث كمية كبيرة من الطاقة، كما أنه يحترق في الهواء ويحدث انفجارا. أكسيد الديتريوم O_2D ، يسمى الماء الثقيل. ينتج الهيدروجين

مركبات كقيرة مع الكربون. ونظرا لارتباط هذه المركبات بالكائنات الحية فإن هذه المركبات يطلق عليها مركبات عضوية، ودراسة خواص هذه المركبات يطلق عليها الكيمياء العضوية..

النظائر

الهيدروجين هو العنصر الوحيد الذي له أسماء مختلفة لنظائره. (خلال الدراسات الأولى للمواد المشعة، كان يطلق على النظائر المشعة أسماء مختلفة عن العناصر، ولكن لا يتم استخدام هذه الأسماء حاليا، وبالرغم من ذلك فإن الرادون تم تسميته على اسم أحد نظائره). يتم استخدام الرمز D بدلا من H^2 ، الرمز T بدلا من H^3 وذلك للتعبير عن الديتريوم، التريتيوم وهذا على الرغم من أن هذا ليس معتمد. (كما أنه الرمز P محجوز للعنصر فوسفور وبالتالي لا يمكن استخدامه للبروتيوم)

H^1

أكثر نظائر الهيدروجين ثباتا، وهو أخفها، وله نواة ذرة تتكون من بروتون واحد، ويستخدم الاسم بروتيوم للتعبير عن هذا النظير. والهيدروجين الموجود في الماء العادي يتألف بأكمله تقريبا من البروتيوم.

H^2

النظير الثابت الآخر يسمى **ديتريوم** أو ديوتريوم ويرمز له بالرمز D وله نيوترون إضافي في النواة، ويكون الديتريوم 0.0184 - 0.0082 % من كل الهيدروجين (IUPAC)، نسبة الديتريوم إلى البروتيوم تم عملها بواسطة VSMOW والمرجع القياسي هو الماء. والديتريوم قليل جدًا في الماء، إذ توجد منه ذرة واحدة فقط مقابل 6700 ذرة من البروتيوم

H^3

النظير الثالث الطبيعي للهيدروجين هو تريتيوم ويرمز له بالحرف T. وتتكون نواة التريتيوم من 2 نيوترون بالإضافة إلى البروتون. وتتحلل عن طريق تحلل بيتا وله فترة نصف عمره (نصف تفككه) تساوي 13.2 سنة. وهو يتكون باستمرار في الطبقة العليا من الغلاف الجوي (ستراتوسفير) بفعل الأشعة الكونية. وكميته على الأرض ضئيلة جدًا جدًا. فهي أقل من كيلو غرام واحد في الكرة الأرضية كلها.

H^4

هيدروجين-4 تم تصنيعه بقذف التريتيوم بنواة ديتريوم سريعة الحركة. ويتحلل عن طريق انبعاث النيوترون، وله فترة عمر نصف تساوي $109.93696 \times 10^{-23}$ ثانية.

H^5

تم التعرف على هيدروجين-5 في عام 2001 بقذف الهيدروجين بالأيونات الثقيلة. ويتحلل عن طريق انبعاث النيوترون، وله فترة عمر نصف تساوي $108.01930 \times 10^{-23}$ ثانية.

H^6

هيدروجين-6 يتحلل عن طريق انبعاث النيوترون، وله فترة عمر نصف تساوي $103.26500 \times 10^{-22}$ ثانية.

H^7

تم الحصول على هيدروجين-7 في عام 2003 (المقالة) في معامل ريكين اليابانية بتبريد شعاع من عالي-الطاقة من الهيليوم-8 بواسطة الهيدروجين وتم التعرف على تريتون - نواة التريتيوم - والنيوترونات الناتجة من تكسر هيدروجين-7، وبنفس الطريقة يمكن إنتاج والتعرف على هيدروجين-5.

الاحتياطات

الهيدروجين غاز له قابلية كبيرة للاشتعال حتى في التركيزات القليلة حتى 4 %. كما أنه يتفاعل بشدة مع الكلور والفلور لينتج أحماض الهيدروهاليك والتي تكون مضرّة للرئة والأنسجة. وعند خلطه مع الأكسجين فإن الهيدروجين ينفجر عند الاشتعال. والهيدروجين أيضا له خاصية فريدة هي أن شعلته في الهواء نظيفة تماما. وعلى هذا فإنه من الصعب معرفة حدوث أي احتراق يحدث من تسرب الهيدروجين، كما أنه هناك خطر كبير من أن يكون هناك حريق هيدروجين بدون أي ملاحظة.