

Unit Two

University of Anbar

College of Science

Department of Chemistry

Second Year

Inorganic Chemistry

جامعة الانبار

كلية العلوم

قسم الكيمياء

المرحلة الثانية

الكيمياء اللاعضوية

Lec.2 (Unit 2)

الهيدروجين: Hydrogen

مدرس المادة

أ.د. عمر حمد العبيدي

Prof. Dr. Omar Al-Obaidi

الهيدروجين

١.٣.٥-الهيدروجين: Hydrogen

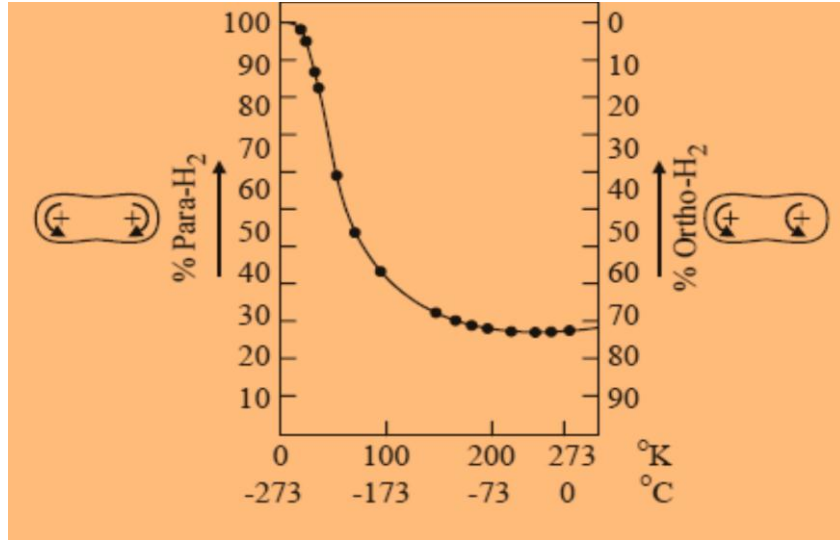
الصيغة الكيميائية لغاز الهيدروجين هي H_2 ويمكن إنتاجه في حالة ذرية بواسطة تشعيع الهيدروجين المألوف في ضوء فوق البنفسجي. الهيدروجين الذري أكثر نشاطا من الهيدروجين الجزيئي، ولهذا فهو عامل مختزل قوي. وصناعيا يمكن الحصول عليه بواسطة اختزال بخار الفحم الساخن الأحمر أو من التكسير الحراري للهيدروكربونات. ويمكن الحصول عليه أيضا من مصادر أخرى، مثل كنتاج ثانوي لتحليل كهربائي معين.

٢.٣.٥- نظائر الهيدروجين: Isotopes of hydrogen

نظائر الهيدروجين المعروفة هي الديتيريوم (D) والتريتيوم (T) ذات الأعداد الكتلية اثنان وثلاثة على التوالي. الخواص الكيميائية للديتيريوم والتريتيوم مشابهة للعنصر الأخف، ويوجد اختلاف ضئيل في الخواص الفيزيائية، فمثلا الهيدروجين المألوف H يغلي عند $20.4^{\circ}K$ والديتيريوم عند $23.5^{\circ}K$. يوجد الديتيريوم في الماء إلى حد أن يتفق تقريبا مع ذرة واحدة من الديتيريوم إلى ٦٠٠٠ من الهيدروجين المألوف. في التحليل الكهربائي للماء يتصاعد الديتيريوم بكيفية متميزة أبطأ من الهيدروجين، ولهذا يمكن تركيز محتوى الديتيريوم للماء تحليلا كهربيا، ومعظم D_2O النقي يمكن تحضيره بهذه الطريقة. يوجد التريتيوم بكميات ضئيلة جدا في الهواء الجوي والنتاج من التفاعلات النووية المستحدثة بواسطة الإشعاعات الكونية. فهو مبعث لأشعة β ذات الطاقة المنخفضة بعمر نصف ١٢.٤ سنة.

٣.٣.٥- الهيدروجين الأورثو والبارا: Ortho & para hydrogen

تمتلك نواة الهيدروجين برم، وفي جزيء H_2 فمن الممكن لنواتين أن يكونا لهما اصطفااف البرمي (هيدروجين أورثو $ortho-H_2$ ، أو العكس (هيدروجين بارا) $para-H_2$). تعتمد نسبة هيدروجين الأورثو إلى هيدروجين البارا على درجة الحرارة. عند $0.0^{\circ}K$ ويوجد الهيدروجين كليا على هيئة البارا، ولكن عندما ترتفع الحرارة فيزداد تركيز الأورثو، وعند درجة حرارة الغرفة فإن نسبة الأورثو إلى البارا تقريبا تكون مساوية للقيمة ٣:١. التحول الداخلي (Interconversion) بين الهيئتين الاثنتين بطيء ويمكن أن يؤثر على الفصل بواسطة كروماتوجرافيا الغاز والمخطط (٥- ١) يبين النسبة التوازنية بين هيدروجين أورثو $ortho-H_2$ و (هيدروجين بارا) $para-H_2$.



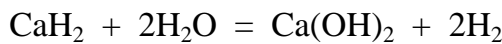
المخطط (١.٥): يبين النسبة التوازنية بين هيدروجين أورثو , ortho-H₂ و (هيدروجين بارا). para-

H₂

يوجد هناك اختلاف بسيط في خواصهما الفيزيائية، فمثلا هيدروجين بارا يمتلك توصيلية حرارية وطاقة نوعية أكثر من هيدروجين أورثو. الجزيئات ثنائية الذرة غير H₂ تملك برم نووي، ويمكن أيضا وجودها على هيئة أورثو وبارا، مثل جزيئات N₂ و Cl₂. ومع ذلك في هذه الجزيئات تكون النويات أخطر بكثير من البروتونات، ونسبة الأورثو إلى البارا تقريبا لا تعتمد على درجة الحرارة .

٤.٣.٥ - مركبات الهيدروجين: Hydrogen compounds

تعرف المركبات الناتجة من تفاعل فلزات ذات خاصية كهروسالبية عالية مع الهيدروجين بهيدريدات الفلزات مثل هيدريدات السالين Silane. ومع العناصر اللافلزية وبعض من الفلزات القاعدية الضعيفة تنتج مركبات أو أيونات تساهمية. وكذلك مع العديد من الفلزات ذات الخاصية الكهروسالبية المنخفضة مثل الفلزات الانتقالية تكون مركبات أذما الترابط يمكن أن يعد فلزي. الألفة الإلكترونية للهيدروجين صغيرة جدا وأيون الهيدريد H⁻ يكون ثابتا فقط في البيئة التي تزود بالكاتيونات عالية الكهروموجبية مثل تلك الناتجة من القلويات والقلويات الأرضية. تظهر بيانات علم رسم البلورات أن نصف القطر الأيوني لأيون الهيدريد يتنوع بمقادير كبير من مركب إلى آخر والأيون الذي لا يحتوي على إلكترونات داخلية يسهل ضغطه. في مركبات هيدريدات الفلز القلوي يكون نصف القطر الأيوني تقريبا يساوي 1.5 أنجستروم (القيم لكل من F⁻ 1.36 أنجستروم) و Cl⁻ (1.81 أنجستروم) ، ولهذه المركبات شكل ملح الصخور (Rock salt). يحضر مركب هيدريد السالين بواسطة تفاعل الهيدروجين مع الفلز الساخن، فهي مركبات عالية الفعالية بخواص اختزالية كبيرة. وتفاعلاتها مع الماء شديدة ومنها ينتج الهيدروجين وهيدروكسيد الفلز ؛ فمثلا :



يتفكك مركب هيدريد السالين بواسطة الحرارة، ويحدث التفكك تحت درجة الانصهار ماعدا هيدريد الليثيوم. التحليل الكهربائي لهيدريد الليثيوم المصهور يسبب ترحال أيون الهيدريد للأنود إذ ما يتأكسد إلى غاز الهيدروجين يتحد الهيدروجين مع العناصر اللافلزية لتكوين مركبات تساهمية بسيطة مثل H_2O و HCl و PH_3 ... الخ . بعض الفلزات سوف تكون مركبات تساهمية مع الهيدروجين مثل مركب الأستنان (SnH_4). ويرتبط الهيدروجين تساهمياً أيضاً في الأيونات أخرى مثل NH_4^+ و $[AlH_4]^-$ و $[ReH_9]^{2-}$. العديد من الفلزات عند تسخينها تمتص الهيدروجين وتنتج هيدريدات الفلز ذات الخواص الفلزية، والترابط في هذه الهيدريدات يمكن أن يكون ترابط فلزي وهذه المركبات تتأثر كما لو كانت سبيكة.

٥-٣-٥- طرق تحضير الهيدروجين :-

فيما يلي اهم الطرق المتبعة في تحضير وانتاج الهيدروجين صناعياً وتجارياً ومختبرياً
أولاً :- تحضير الهيدروجين مختبرياً :-

(١) من تفاعل عنصر فعال مع الماء .

(٢) من تفاعل عنصر فلزي مع الحامض

(٣) من تفاعل عنصر مع القاعدة

(٤) من تفاعل الهيدريدات مع الماء

(٥) التحليل الكهربائي للماء

ثانياً :- تحضير الهيدروجين صناعياً :-

(١) التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم المائي :- يمكن تحضير الهيدروجين من خلال

التحلل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم المائي (٢٠%) (شركة الفرات العامة) أو

هيدروكسيد الصوديوم المائي (٢٠%) في خلايا التحلل الكهربائي فيتححرر الهيدروجين عند

القطب السالب ويتحرر الاوكسجين عند القطب الموجب .

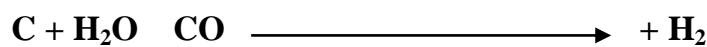
(٢) التحلل الحراري للهيدروكربونات :- عملية تكرير النفط الخام في المصافي النفطية (مصفاى

الدورة) بالتحلل الحراري (Thermocracking) ينتج الكثير من الهيدروجين .

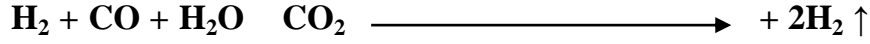
(٣) من الفحم الحجري :- يمرر بخار الماء فوق الفحم الحجري الساخن فينتج ما يعرف بالغاز

المائي (Water-Gas) الذي هو عبارة عن مزيج من أول أوكسيد الكربون (CO)

والهيدروجين بكميات متساوية



ثم يمزج مع زيادة من بخار الماء (Steam) ويمرر فوق عامل مساعد مؤلف من الحديد المنشط بقليل من القاعدة ومسخن الى درجة حرارة (٥٠٠) مئوية فيحصل التفاعل التالي



5-3-6- فوائد واستخدامات الهيدروجين الصناعية :-

للهدروجين فوائد متعددة يمكن تلخيص اهمها :-

- (١) في الهدرجة وخاصة في انتاج دهن الطعام .
- (٢) انتاج الكحول المثيلي بالطريقة الكيمياوية أي بدون استخدام الخمائر .
- (٣) انتاج الامونيا المتعددة الاستخدامات في المجال الصناعي .
- (٤) كوقود سائل للصواريخ والمركبات الفضائية .
- (٥) من المتوقع ان يحتل مكانة مرموقة كوقود مستقبلي كونه يتواجد بنسبة عالية وعملية احتراقه نظيفة جداً وينتج منها الماء فقط .