



كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الاولى

المادة : كيمياء عامة ٢

المحاضرة : السابعة / نظري /

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z : Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

6

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

الفصل السابع

الهيدروجين Hydrogen

الحاجة لثلاثة

7-1 مقدمة

يوجد الهيدروجين بشكل واسع في المركبات الكيميائية، فهو يوجد في الماء، والبتترول، والمواد الحية بمختلف أنواعها. فالمركبات الهيدروجينية عديدة، على الرغم من أن نسبته في القشرة الأرضية قليلة (0.081%)، أما نسبة الهيدروجين الحر في الجو الأرضي فتبلغ 0.01%، وذلك بسبب وزنه الجزيئي الصغير. يعد العالم الإنكليزي كافانديش أول من اكتشف الهيدروجين في عام 1781، إذ استحصله من تأثير حمض كلور الماء الممدد على المعادن. وقد أطلق العالم لافوازييه اسم الهيدروجين على هذا الغاز؛ لأنه يولد الماء عند احتراقه.

تملك ذرة الهيدروجين أبسط بنية إلكترونية $1s^1$ ، فهي تتألف من نواة ذات بروتون واحد، وإلكترون واحد على المدار S في السوية الطاقة الأولى. وبما أن هذا المدار يتسع لإلكترونين، فهو يسعى إلى الثبات بإكمال مداره بالاشتراك مع ذرة أخرى، ولذلك يوجد الهيدروجين بشكل جزيء ثنائي الذرة H_2 ؟

وبناء على ذلك يمكن تصنيف الهيدروجين في عدة مجموعات، فهو يشبه عناصر الفصيلة الأولى (المعادن القلوية) في احتواءه على إلكترون واحد في الطبقة السطحية، إذ يستطيع أن يفقد هذا الإلكترون متحولا إلى الشاردة الموجبة H^+ أحادية التكافؤ بدرجة أكسدة (+1)، وهو يتشابه مع عناصر الفصيلة السابعة (الهالوجينات)

كونه بحاجة إلى إلكترون واحد للوصول إلى البنية الإلكترونية الخاملة لغاز الهيليوم مشكلاً شاردة الهيدريد السالبة (H^-)، ويكون عندئذ أحادي التكافؤ، ودرجة أكسدته (-1)، كما يمكن عدُّ ذرة الهيدروجين ذات مدار إلكتروني نصف ممتلئ؛ لأنها تحتوي على إلكترون في مدار يتسع لإلكترونين، فيشبه بذلك التركيب الإلكتروني لعناصر الفصيلة الرابعة (فصيلة الكربون). لذلك يدرس الهيدروجين بشكل منفرد، ولا يصنف مع فصيلة معينة.

7 - 2 نظائر الهيدروجين

يعرف للهيدروجين ثلاثة نظائر: الأول وهو الهيدروجين نفسه 1H ، والثاني يسمى الديتيريوم D (2H)، وتحتوي نواته على نوترون وبروتون، وتبلغ كتلته ضعف كتلة النظير الأول، وينضم إلى المركبات نفسها التي ينضم إليها الهيدروجين العادي:

مركبات الديتيريوم	مركبات الهيدروجين العادي
D_2O	H_2O
$Mg(OD)_2$	$Mg(OH)_2$
D_2SO_4	H_2SO_4

الديتيريوم عنصر مشع
البروتوم عنصر مشع

ويستخدم الديتيريوم وسم التفاعلات الكيميائية، ومن خلال تتبع هذا المركب خلال التفاعل يستفاد في دراسة حركية التفاعلات الكيميائية، وتحديد آلياتها. أما النظير الثالث فهو التريتيوم T (3H)، إذ تحتوي نواته على بروتون ونيوترونين، وتعادل كتلته ثلاثة أضعاف كتلة النظير الأول.

7 - 3 الخواص الفيزيائية للهيدروجين

إن الهيدروجين غاز عديم اللون، والطعم، والرائحة، ضعيف الانحلال في الماء، وهو أخف الجزيئات الغازية على الإطلاق، وأخف من الهواء بأربع عشرة مرة ونصف، ولهذا السبب كانت المناطق تملأ به، إلا أن قابليته للاشتعال أدت إلى تفضيل غاز الهيليوم عليه، وكل ليتر واحد منه يزن 0.09 g.

الفقر

تتمتع جزيئات الهيدروجين بثبات كبير، وتبلغ درجة حرارة انصهارها 259.1°C ، ودرجة غليانها 252.6°C ، مما يدل على أن قوى فان دير فالس التي تربط بين جزيئاته ضعيفة للغاية، ويمكن أن يتفكك جزيء الهيدروجين إلى ذرات عندما تصل الحرارة إلى أكثر من 2000°C . تعد سرعة انتشاره في الأوساط الأخرى كبيرة مقارنة ببقية الغازات، ويمكن زيادة سرعة الانتشار بزيادة الضغط. ينحل في بعض المعادن الانتقالية، مثل البلاتين، والنيكل، والتيتانيوم؛ إذ يشكل معها محاليلاً صلبة، فتدخل ذرات الهيدروجين في الفراغات الموجودة في البنية البلورية للمعدن.

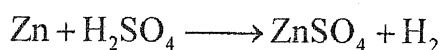
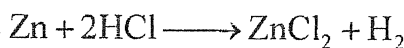
7-4 تحضير الهيدروجين مخبرياً

يتم تحضيره مخبرياً اعتماداً على إزاحته من مركباته بواسطة العناصر التي تقع فوقه في السلسلة الكهروكيميائية أو بالتحليل الكهربائي للماء.

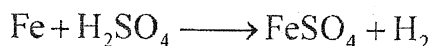
7-4-1 من تأثير الحموض الممددة في المعادن

تتفاعل الحموض الممددة مع المعادن التي تقع فوق الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية، باستثناء الرصاص؛ إذ تتشكل على سطحه طبقة تمنع استمرار التفاعل. وفي هذا المجال لا يستعمل حمض الآزوت الممدد، لأنه يعطي أحد أكاسيد الآزوت بدلاً من الهيدروجين.

فعند تأثير كل من حمض كلور الماء، وحمض الكبريت الممددين في التوتياء نحصل على التفاعلين الآتيين:



وكذلك عند تأثير حمض الكبريت الممدد في الحديد نحصل على التفاعل الآتي:



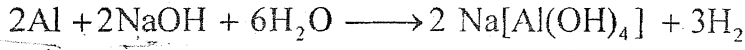
أما المعادن التي تقع تحت الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية، مثل الفضة، والنحاس، والذهب فلا تستطيع أن تزيح الهيدروجين، ولا تطلقه؛ لأنها أقل فعالية

مكتبة A2Z
قرطاسية، محاضرات كلية العلوم
طرسوس - جانب كلية السياحة
0931497960-0935078669

منه. مكتبة A2Z
قرطاسية، محاضرات كلية العلوم
طرسوس - جانب كلية السياحة
0931497960-0935078669

7-4-2 تأثير القلويات في المعادن المذبذبة

تتأثر المعادن المذبذبة، مثل الألمنيوم، والتوتياء بالقلويات، وتتفاعل معها مطلقاً الهيدروجين:



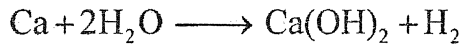
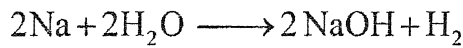
ألومينات الصوديوم



زنكات الصوديوم

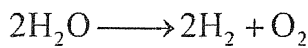
7-4-3 تأثير المعادن القلوية، والقلوية الترابية في الماء

تستطيع المعادن القلوية، والقلوية الترابية، عدا المغنيزيوم، التأثير في الماء؛ إذ يتم في هذه التفاعلات إرجاع الشاردة H^+ إلى الهيدروجين الحر وفقاً للمعادلات الآتية:



7-4-4 من التحليل الكهربائي للماء

يتم تحضير الهيدروجين بالتحليل الكهربائي لبعض المحاليل الممددة (حموض ممددة أو أسس ممددة أو أملاح مائية ممددة)، وذلك بسبب صعوبة تحضير الهيدروجين من الماء النقي؛ إذ تبلغ طاقة تحطيم الروابط بين الأكسجين والهيدروجين 70 kcal. يعطي التحليل الكهربائي لهذه المحاليل الهيدروجين على المهبط، والأكسجين على المصعد، كما لو أن الماء يتحلل في حد ذاته:

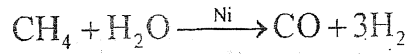


كما أن المحلول ليس خالياً من الأكسجين والأكسجين على المصعد، كما لو أن الماء يتحلل في حد ذاته:

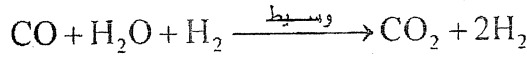
7-5-5 تحضير الهيدروجين صناعياً

7-5-1 من تأثير بخار الماء في الفحم الهيدروجينية

يتم مزج بخار الماء مع الفحم الهيدروجيني بوجود وسيط من النيكل عند درجة حرارة حوالي 800°C ، إذ يتم التفاعل الآتي:



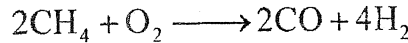
يدعى المزيج الغازي الناتج غاز الماء. يتم تحويل CO إلى CO₂، وذلك لفصله عن غاز الهيدروجين، ويتم ذلك بإمرار المزيج بعد تبريده إلى الدرجة 450°C، على بخار الماء بوجود وسيط مناسب، فتتم أكسدة CO إلى CO₂، ونحصل على التفاعل الآتي:



ويمرر الغاز الناتج على محلول مائي للإيثانول أمين للتخلص من CO₂.

7 - 5 - 2 من تحطيم البترول الخام

يرافق عملية التكسير، للحصول على الغازولين، تشكل كميات كبيرة من الهيدروجين، ويمكن الحصول على الهيدروجين بواسطة احتراق جزيء الميثان جزئياً، وذلك في مناطق وجود الغاز الطبيعي بكثرة:

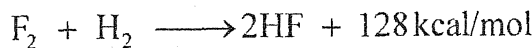


7 - 6 الخواص الكيميائية للهيدروجين

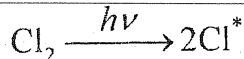
يعد الهيدروجين مستقراً نسبياً في درجات الحرارة العادية، ويرتبط في معظم مركباته برابطة مشتركة مع العناصر الأخرى.

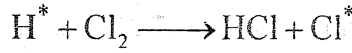
7 - 6 - 1 تفاعله مع الهالوجينات

يتفاعل الهيدروجين بشكل متباين مع كل من الفلور، والكلور، والبروم، واليود حسب شدة التفاعل، وكمية الحرارة المنتشرة، فمع الفلور يكون تفاعله انفجارياً فوراً حتى في الظلام:



أما مع الكلور فيتطلب حدوث التفاعل تأثير الأشعة الضوئية أو التسخين، ويحصل التفاعل بشكل سلسلي، إذ يتم تنشيط التفاعل حسب ما يأتي:





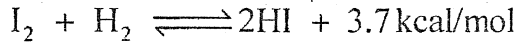
ويكتب التفاعل الحاصل الإجمالي بالشكل الآتي:



بينما يحتاج تفاعل الهيدروجين مع البروم إلى التسخين:

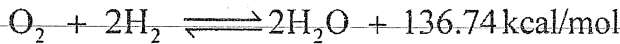


في حين لا يكون التفاعل مع اليود تاماً: *عمر فاسد بجزء كبير لا ينشأ*



7 - 6 - 2 احتراقه بالأكسجين

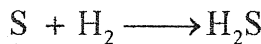
يحتاج تفاعل احتراق الهيدروجين مع الأكسجين إلى طاقة تنشيط، مثل شرارة كهربائية أو إشعال عود ثقاب؛ إذ يحترق الهيدروجين مع الهواء بـ لهب أزرق مشكلاً الماء حسب التفاعل الناشئ للحرارة الآتي:



ويكون هذا التفاعل انفجارياً إذا كان مزيج الهيدروجين والأكسجين بنسب التفاعل.

7 - 6 - 3 تفاعله مع الكبريت

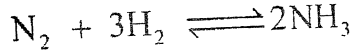
يتفاعل الهيدروجين مع مصهور الكبريت أو مع بخار الكبريت معطياً غاز كبريت الهيدروجين:



7 - 6 - 4 تفاعله مع الآزوت

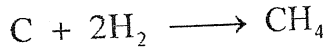
يتفاعل الهيدروجين مع الآزوت، ويتشكل نتيجة ذلك غاز النشادر، ويتطلب حدوث هذا الاتحاد شروطاً خاصة. فمن أجل الحصول على مردود أفضل يجب أن

يكون ضغط المزيج الغازي المتفاعل 300-1000 atm، ودرجة حرارة 400-500°C، بوجود وسيط مناسب. تكتب معادلة التفاعل الحاصل بالشكل الآتي:



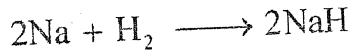
7-6-5 تفاعله مع الكربون

يتطلب حدوث التفاعل بين الهيدروجين والكربون درجات حرارة مرتفعة، ووجود وسيط مناسب، مؤدياً إلى تشكل غاز الميثان:



7-6-6 تفاعله مع المعادن

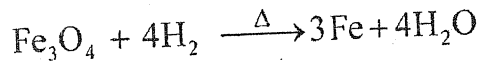
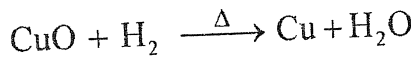
يشكل الهيدروجين في هذه الحالة مركبات تدعى الهيدريدات، وهي مركبات بلورية ذات بنية شاردية تحوي على شاردة الهيدروجين السالبة H^- ، وبشكل الهيدروجين الهيدريدات مع عناصر مجموعة المعادن القلوية، والقلوية الترابية (عناصر شديدة الكهرجابية):



ويكون الهيدروجين في هذه الحالة جسماً مؤكسداً.

7-6-7 الخاصة المرجعة للهيدروجين

يؤدي الهيدروجين دوراً مرجعاً عند تفاعله مع الأكاسيد، إذ يرجع أكسيد النحاس إلى النحاس، كما يرجع أكسيد الحديد المغناطيسي إلى الحديد وفقاً للتفاعلات الآتية:



7-6-8 الخاصة المرجعة للهيدروجين الذري

إن ذرة الهيدروجين أكثر فعالية من جزيء الهيدروجين، ويمكن أن ينقسم

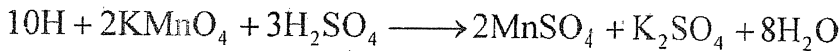
الجزئي H_2 إلى ذرات الهيدروجين تحت تأثير أشعة ذات أطوال موجة محددة أو بتأثير الحرارة:



إن عمر هذه الذرات صغير جداً (0.3 sec)، كونها تعود، وتشكل الجزيء H_2 من جديد. يعد الهيدروجين الذري عاملاً مرجحاً أقوى من الهيدروجين الجزيئي، فهو يتفاعل مع الأكسجين لإعطاء الماء الأكسجيني:



ويرجع البرمنغنات إلى أملاح المنغنيز الثنائي:



كما يتفاعل الهيدروجين الذري مع معظم عناصر الجدول الدوري لإعطاء مركبات معها دون الحاجة إلى طاقة تنشيط.

7-7 مركبات الهيدروجين

يمكن تصنيف مركبات الهيدروجين تبعاً لدرجة أكسدته:

7-7-1 مركبات الهيدروجين H^+

وتصادف في المركبات التي يرتبط فيها الهيدروجين مع ذرات أشد كهروسلبية منه، مثل O، و X (الهالوجينات)، والتي تعد مركبات مشتركة، ويصادف قسم منها بشكل غاز، مثل NH_3 و H_2S و HX ، وقسم ثان بشكل سائل، مثل HNO_3 و HF ، و H_2O ، وقسم ثالث بشكل صلب H_3PO_4 و H_2SiO_3 .

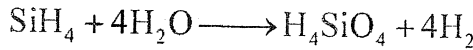
7-7-2 مركبات الهيدروجين H^-

يسلك الهيدروجين في التفاعلات الكيميائية للحصول على مركبات الهيدروجين (1-) سلوكاً مؤكسداً مشكلاً مركبات مشابهة للمركبات الهالوجينية تدعى الهيدريدات، وتكون الروابط في الهيدريدات شاردية أو مشتركة، ويتوقف هذا على كهروسلبية

العنصر المشكل للهيدريد. فمع العناصر الكهراجابية (المعادن القلوية، والقلوية الترابية) تتشكل هيدريدات ذات روابط شاردية، مثل KH، و NaH، و CaH₂، وتتميز بكونها مركبات بلورية صلبة، وتحلمه هذه الهيدريدات في الماء مشكلة أساسا (قلويا):



أما مع العناصر الأقل كهرسلبية من الهيدروجين فإنه يشكل هيدريدات مشتركة مثل SiH₄، و PH₃، إذ تحلمه هذه الهيدريدات مشكلة الحموض:



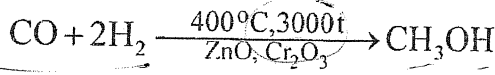
7-3- مركبات الهيدروجين مع العناصر الانتقالية

تتشكل هذه المركبات بدخول ذرات الهيدروجين الفراغات الموجودة في البنية البلورية للمعدن الانتقالي، وتسمى هذه المركبات الهيدريدات البينية؛ لأنها ناتجة عن دخول الهيدروجين بين ذرات المعدن، وفي أغلب الأحيان لا تخضع هذه المركبات لقوانين التكافؤ الكيميائي، وليس لها تركيب كيميائي، وتكون الروابط فيها بشكل عام معدنية، مثل هيدريدات البلاتين، والزركونيوم، والكروم، والتيتانيوم.

7-18 استعمالات الهيدروجين

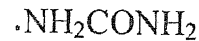
للهيدروجين استعمالات عديدة، نذكر منها:

1. في صناعة الميثانول من غاز الماء:



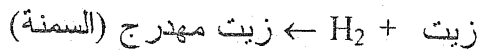
2. في صناعة النشادر بطريقة هاربر المستخدمة في صناعة حمض الأزوت،

وبعض الأسمدة، مثل نترات الأمونيوم NH₄NO₃، وسماد اليوريا



3. في هدرجة المواد الدسمة غير المشبعة للحصول على مركبات مشبعة

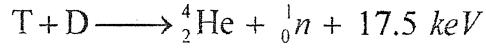
(السمنة):



مكتبة A 2 Z
قرطاسية، محاضرات كلية العلوم
طرابلس - جانب كلية السياحة
0931497960-0935078669

مكتبة A 2 Z
قرطاسية، محاضرات كلية العلوم
طرابلس - جانب كلية السياحة
0931497960-0935078

4. في إرجاع الأكاسيد المعدنية بهدف الحصول على المعادن النقية.
5. تستخدم نظائر الهيدروجين، الديتريوم D، والتريتيوم T، في التفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الهيدروجينية:



6. الهيدروجين السائل يستخدم كوقود للصواريخ .

أسئلة وتمارين

1. عند تحضير الهيدروجين من تأثير الحموض الممددة في المعادن علل ما يلي:
 - أ- لا يمكن استعمال حمض الآزوت كحمض في هذا التفاعل.
 - ب- لا يمكن استعمال الرصاص كمعدن في هذا التفاعل.
2. ماذا نعني بغاز الماء، وكيف يمكن الحصول عليه، وما أهم استخداماته.
3. عرف الهيدريدات، مع ذكر أمثلة، وما أهم خواصها؟
4. اذكر أهم استخدامات الهيدروجين.

مكتبة A2Z
قرطاسية. محاضرات كلية العلوم
طربوس - جانب كلية السياحة
0931497960-0935078669



مكتبة
A to Z