

كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الاولى



١



المادة : كيمياء عامة ٢

المحاضرة : السابعة/نظري/

{{{ A to Z مكتبة }}}}

مكتبة A to Z Facebook Group

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

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



الفصل السادس

الهيدروجين

Hydrogen

1- مقدمة

يوجد الهيدروجين بشكل واسع في المركبات الكيميائية، فهو يوجد في الماء، والبترول، والمواد الحية ب مختلف 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 لافوازيريه 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 الطاقية 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 احتواه 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 الخامala لغاز الهيليوم مشكلا شاردة الهيدريد السالبة (H^-)، ويكون عند أحادي التكافؤ، ودرجة أكسدته (-1)، كما يمكن عد ذرة الهيدروجين ذات مدار إلكتروني نصف ممتنع؛ 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 H ، والثاني يسمى الديتيريوم D (H^2)، وتحتوي نواته على نترون وبروتون، وتبلغ كتلته ضعف كتلة النظير الأول، وينضم إلى المركبات نفسها التي ينضم إليها الهيدروجين العادي:

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

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 (H^3)، إذ تحتوي نواته على بروتون ونترونين، 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 المناطيد تملأ به، إلا أن قابليته للاشتعال أدت إلى تفضيل غاز الهيليوم عليه، وكل لتر واحد منه يزن 0.09 g .

تتمتع جزيئات الهيدروجين بثبات كبير، وتبلغ درجة حرارة انصهارها 259.1°C ، ودرجة غليانها 252.6°C ، مما يدل على أن قوى فان ندر 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 محللاً صلبة، فتدخل ذرات الهيدروجين في الفراغات الموجودة في البنية البلورية للمعدن.

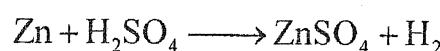
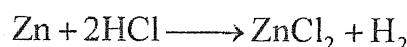
7 - 4 تحضير الهيدروجين مخبرياً

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

7 - 4 - 1 من تأثير الحموض الممدة في المعدن

تفاعل الحموض الممدة 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 الأزوت الممدد، لأنه يعطي أحد أكسيد الأزوت بدلاً من الهيدروجين.

فعد تأثير كل من حمض كلور الماء، وحمض الكبريت الممدد في التوقيع نحصل على التفاعلين الآتيين:



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

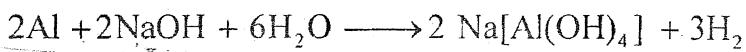


أما المعادن التي تقع تحت الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية، مثل الفضة، والنحاس، والذهب فلا تستطيع أن تزيح الهيدروجين، ولا تطلقه؛ لأنها أقل فعالية منه.

7 - 4 - 2 تأثير القلوبيات في المعادن المذبذبة

تتأثر المعادن المذبذبة، مثل الألمنيوم، والتوكاء بالقلوبيات، وتفاعل معها مطلاً

الهيدروجين:



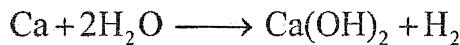
الومينات الصوديوم



زنكات الصوديوم

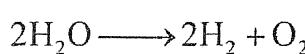
7 - 4 - 3 تأثير المعادن القلوية، والقلوية الترابية في الماء

تستطيع المعادن القلوية، والقلوية الترابية، عدا المغنتيزيوم، 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 الممدة (حموضة ممدة أو أنسس ممدة أو أملاح مائية ممدة)، 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:



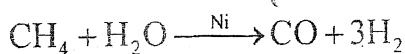
أي يحيط على الأجزاء لنقل الكهرباء (الإمداد والإنارة)

7 - 5 تحضير الهيدروجين صناعياً

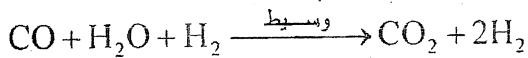
7 - 5 - 1 من تأثير بخار الماء في الفحوم الهيدروجينية

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:



ويممر الغاز الناتج على محلول مائي لإيثانول 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 بوساطة احتراق جزء الميثان جزئياً، وذلك في مناطق وجود الغاز الطبيعي بكثرة:



7 - 6 الخواص الكيميائية للهيدروجين

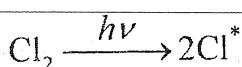
يعد الهيدروجين مستقرًا نسبيًا في درجات الحرارة العادية، ويرتبط في معظم مركباته برابطة مشتركة مع العناصر الأخرى.

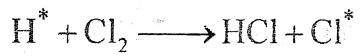
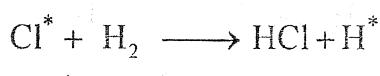
7 - 6 - 1 تفاعل مع الهالوجينات

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



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

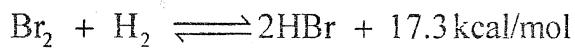




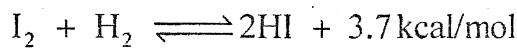
ويكتب التفاعل الحاصل الإجمالي بالشكل الآتي:



بينما يحتاج تفاعل الهيدروجين مع البروم إلى التسخين:

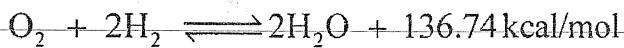


في حين لا يكون التفاعل مع اليود تماماً: *غير فعال بـ 88٪ ولا منتج*



6 - 2 احتراقه بالأكسجين

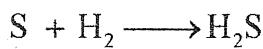
يحتاج تفاعل احتراق الهيدروجين مع الأكسجين إلى طاقة تنشيط، مثل شرارة كهربائية أو إشعال عود ثقب؛ إذ يحترق الهيدروجين مع الهواء بلهب أزرق مشكلًا الماء حسب التفاعل الناشر للحرارة الآتي:



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

6 - 3 تفاعله مع الكبريت

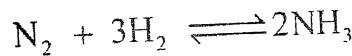
يتفاعل الهيدروجين مع مصهور الكبريت أو مع بخار الكبريت معطياً غاز الكبريت الهيدروجين:



6 - 4 تفاعله مع الأزوت

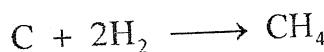
يتفاعل الهيدروجين مع الأزوت، ويتشكل نتيجة ذلك غاز النشادر، ويتطلب حدوث هذا الاتحاد شروطًا خاصة. فمن أجل الحصول على مردود أفضل يجب أن

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



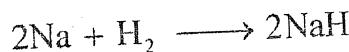
6-5 تفاعل مع الكربون

يُطلب حدوث التفاعل بين الهيدروجين والكربون درجات حرارة مرتفعة، وجود وسيط مناسب، مُؤدياً إلى تشكيل غاز الميتان:



6-6 تفاعل مع المعادن

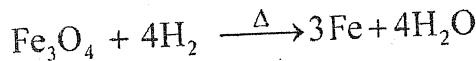
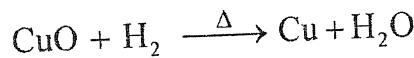
يشكل الهيدروجين في هذه الحالة مركبات تدعى الهيدريدات، وهي مركبات بلورية ذات بنية شاردية تحوي على شاردة الهيدروجين السالبة H^- ، وبشكل الهيدروجين الهيدريدات مع عناصر مجموعة المعادن القلوية، والقلوية الترابية (عناصر شديدة الكهروجاذبية):



ويكون الهيدروجين في هذه الحالة جسماً مؤكسداً.

6-7 الخاصة المرجعة للهيدروجين

يؤدي الهيدروجين دوراً مرجعاً عند تفاعلاته مع الأكسيد، إذ يرجع أكسيد النحاس إلى النحاس، كما يرجع أكسيد الحديد المغناطيسي إلى الحديد وفقاً لتفاعلات الآتية:



6-8 الخاصة المرجعة للهيدروجين الذري

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

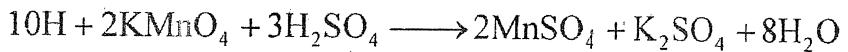
الجزيء H_2 إلى ذرات الهيدروجين تحت تأثير أشعة ذات أطوال موجة محددة أو بتأثير الحرارة:



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



ويرجع البرمنغتان إلى أملاح المنغنزير الثنائي:



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

7-7-7 مركبات الهيدروجين

يمكن تصنيف مركبات الهيدروجين تبعاً لدرجة أكسدته:

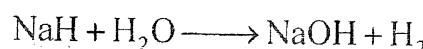
7-7-1 مركبات الهيدروجين H^+

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 ، و قسم ثان بشكل سائل، مثل HNO_3 ، و HF ، و H_2O ، و قسم ثالث بشكل صلب صلاب H_2SiO_3 ، و H_3PO_4 .

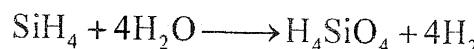
7-7-2 مركبات الهيدروجين H^-

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

العنصر المشكل للهيدريد. فمع العناصر الكهروجابية (المعادن القلوية، والقلوية الترابية) تتشكل هيدريدات ذات روابط شاردية، مثل KH ، NaH ، CaH_2 ، و NaH ، و CaH_2 ، وتتميز بكونها مركبات بلورية صلبة، وتحلله هذه الهيدريدات في الماء مشكلة أساساً (قلوياً):



أما مع العناصر الأقل كهروسلبية من الهيدروجين فإنه يشكل هيدريدات مشتركة مثل SiH_4 ، PH_3 ، إذ تحلله هذه الهيدريدات مشكلة الحمض:



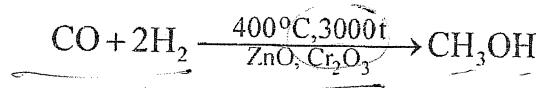
7 - 7 - 3 مركبات الهيدروجين مع العناصر الانتقالية

تشكل هذه المركبات بدخول ذرات الهيدروجين الفراغات الموجودة في البنية البلورية للمعدن الانتقال، وتسمى هذه المركبات الهيدريدات البنية؛ 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، والنيتانيوم.

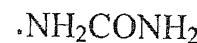
7 - 18 استعمالات الهيدروجين

الهيدروجين استعمالات عديدة، نذكر منها:

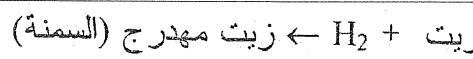
1. في صناعة الميتانول من غاز الماء:



2. في صناعة النشار بطريقة هاربر المستخدمة في صناعة حمض الأزوت، وبعض الأسمدة، مثل نترات الأمونيوم NH_4NO_3 ، وسماد البيريا



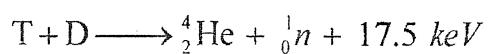
3. في هدرجة المواد الدسمة غير المشبعة للحصول على مركبات مشبعة (السمنة):



مكتبة A2Z
قرطاجية. محاضرات كلية العلوم
طرطوس. جانب كلية السياحة
0931497960-0935078669

مكتبة A2Z
طناسية. محاضرات كلية العلوم
طرطوس. جانب كلية السياحة
31497960-0935078669

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



6. الهيدروجين السائل يستخدم كوقود للصواريخ.

أسئلة وتمارين

1. عند تحضير الهيدروجين من تأثير الحموض الممدة في المعادن على ما يلي:

أ- لا يمكن استعمال حمض الآزوت كحمض في هذا التفاعل.

ب- لا يمكن استعمال الرصاص كمعدن في هذا التفاعل.

2. ماذا يعني 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
طرطوس. جانب كلية السياحة
0931497960-0935078669



مكتبة
جامعة
A to Z