كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : كيمياء لاعضوية٢

المحاضرة : الاولى/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2025

7

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

الهيدروجين

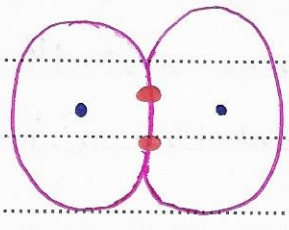
مقدمة: يوجد الهيدروجين بشكل كبير في المركبات الكيميائية فهو يوجد في الماء والنفط والمواد العضوية في مختلف أنواعها، أيضاً يوجد في النجوم والبراكين والشمس:

$$4\ {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{0}_{-1}e + \text{طاقة هائلة}$$

فالمركبات الهيدروجينية عديدة على الرغم من أن نسبته في القشرة الأرضية قليلة 0,081 % أما نسبة الهيدروجين الحر في الجو هي: 0,01 %
وذلك بسبب وزنه الجزيئي الصغير.

* تملك ذرة الهيدروجين أبسط بنية هيدروجينية فهي تتألف من النواة والبروتون والإلكترون الوحيد على المدار (S) في السوية الطاقية الأولى، وبما أن هذا المدار يتسع لإلكترونين فهو يسعى إلى الثبات بإكماله مداره وذلك بالإشتراك مع ذرة أخرى ولذلك يوجد الهيدروجين بشكل جزيء ثنائي الذرة.

وبناءً على ذلك يمكننا تصنيف الهيدروجين في عدة مجموعات وهو يشبه عناصر المجموعة الأولى // المعادن القلوية //
في احتوائه على إلكترون واحد في الطاقة السطحية إذا يفقد هذا الإلكترون



معقداً إلى الشاردة الموجبة H^+ أحادية التكافؤ بدرجة أكسدة [+1]
وهو أيضاً يتشابه مع عناصر الفصيلة السابعة // الهالوجينات //
كونه بحاجة إلى إلكترون واحد للحصول على البنية الإلكترونية الكاملة
لغاز الهليوم ★ أقرب شيء للهيدروجين هو الهليوم ★ وشكلة شاردة
الهيدريد السالبة H^- ويكون عند ذلك أحادية التكافؤ بدرجة أكسدة [-1]

* كما يمكن عد ذرة الهيدروجين ذات المدار الإلكتروني نصف المملوء
لأنها تحتوي على إلكترون في مدار يتسع لإلكترونين مشابه بذلك
التركيب الإلكتروني لعناصر الفصيلة الرابعة // فصيلة الكربون // لذلك
يُدرس الهيدروجين بشكل منفرد ولا يُصنف مع فصيلة معينة.

* هنا تعليل وهم *

* نظائر الهيدروجين: يُعرف الهيدروجين بثلاثة نظائر وهي:

① الهيدروجين العادي $_1^1H$: ذو بروتون واحد وإلكترون واحد.

② الديتيريوم /D/ $_1^2H$: تحتوي نواته على بروتون ونيترون
وإلكترون، يشغل كتلته ضعف كتلة النظير الأول، ويدور حول النواة
إلكترون وحيد.

③ التريتيوم /T/ $_1^3H$: تحتوي نواته على بروتون ونترونين
وإلكترون ويعادل كتلته 3 أضعاف النظير الأول.

* الخواص الفيزيائية:

إن الهيدروجين غاز عديم اللون والرائحة والطعم وضعيف الانحلال في الماء
وهو أخف الجزيئات الغازية على الإطلاق /وهمة/ وأخف من الهواء
بـ 14 مرة ونضيف لذلك كانت المناطيد تملأ بالهيدروجين سابقاً
إلا أنه قابليته للاشتعال أدت إلى تعليق عنصر غاز الهليوم،

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

حيث تبلغ درجة حرارة غليان جزيء الهيدروجين حوالي $-259^{\circ}c$ ،

كذلك يحل الهيدروجين في بعض المعادن الانتقالية مثل:

التيتانيوم Ti ، النيكل Ni ، البلاتين pt

الكوبالت Co

* تحضير الهيدروجين مخبرياً:

* المعادلة الإجمالية *

(من الأنشط كيميائياً إلى الأقل نشاطاً كيميائياً):

k
Na
ca
Mg
Al
Zn
Fe
Sn
Pb
(H) ← cu
Hg
Ag
Au

كل جزيء فوق الهيدروجين ينطلق إزاحته ماعدا الذي يقع تحت الهيدروجين فإنه لا ينطلق الإزاحة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* يتم تحضير الهيدروجين مخبرياً وذلك عن طريق إزاحته من مركباته بواسطة العناصر التي تقع فوقه في السلسلة الأكهروكيميائية أو بالتحليل الكهربائي للماء.

1) من تأثير الحموض الممددة في المعادن: تتفاعل الحموض الممددة مع المعادن والتي تقع فوق الهيدروجين في السلسلة الأكهروكيميائية باستثناء الرصاص Pb إذ تتشكل على سطحه طبقة تمنع من استمرار التفاعل أيضاً عند تأثير كلٍّ من HCl و H_2SO_4 الممددين في التوتياء أو المغنزيوم فسوف ينطلق الهيدروجين وفق المعادلات التالية:

$$Zn + HCl \xrightarrow{\text{ممدد}} ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Mg + HCl \xrightarrow{\text{ممدد}} MgCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Zn + H_2SO_4 \xrightarrow{\text{ممدد}} ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

x ينطلق الهيدروجين بأكسيد النتروجين أي:

$$3Zn + 8HNO_3 \xrightarrow{\text{ممدد}} 3Zn(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

أما المعادن التي تقع تحت الهيدروجين مثل: ★ Cu , Hg , Ag , Au ★ فإنها لا تستطيع إزاحة الهيدروجين وبالتالي لا تطلقه لأنه أقل نشاطاً كيميائياً من الهيدروجين.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

ملاحظة: عند استخدام حمض الآزوت المعدد HNO_3 فإنه يعطي مع المعادن أحد أكاسيد الآزوت بدلاً من الهيدروجين

2 من تأثير القلويات في المعادن المذنبة:

تأثر المعادن المذنبة [المتردّدة] مثل: { الألمنيوم Al، الزنك Zn } بالقلويات

حسب التفاعلين التاليين ينطلق الهيدروجين:

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$$

معدن مذنب — صلب — ألومينات الصوديوم

$$Zn + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + 3H_2\uparrow$$

زنكات الصوديوم

3 من تأثير المعادن القلوية والقلوية الترابية في الماء:

تستطيع المعادن القلوية والقلوية الترابية التأثير في الماء عدا المغنزيوم // حالة شاذة // وينطلق الهيدروجين حسب التفاعلين التاليين:

معدن $Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$

معدن $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* ملاحظة: إذ يتم في هذه التفاعلات إرجاع الشاردة H^+ إلى الهيدروجين الحر.

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O \quad \text{أو} \quad H_3O^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

$$H^+ \rightarrow H_2$$

1. من التحليل الكهربائي للماء:

يُعطى بحيث أن الهيدروجين على المهبط والأكسجين على المصعد، حسب التفاعل:

$$2H_2O \rightleftharpoons O_2 + 2H_2$$

أكسدة — إرجاع

مصعد — مهبط

* تحضير الهيدروجين صناعياً:

1- من تأثير بخار الماء في الفحوم الهيدروجينية:

يتم مزج بخار الماء مع الفحم الهيدروجيني بوجود وسيط من النيكل بدرجة حرارة 900 c° حسب التفاعل التالي:

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[900\ c^\circ]{Ni} 3H_2 + CO$$

يدعى هذا المزيج بغاز الماء

الفحم الهيدروجيني: هو كربون + هيدروجين

هيدروجين + CO ← غاز الماء

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

فيتم تحويل CO إلى CO_2 وذلك بالأكسدة لفصله عن غاز الهيدروجين بوجود وسيط مناسب ويتم إمرار المزيج بعد تبريده لدرجة قدرها (450 c°) حسب التفاعل التالي عن بخار الماء بوجود وسيط مناسب فتتم عملية الأكسدة من CO إلى CO_2

$$CO + H_2O + H_2 \xrightarrow{\text{وسيط}} CO_2 + H_2$$

ويمرر الغاز الناتج عن محلول مائي للإيثانول أمين للتخلص من CO_2 حسب المعادلة:

إيثانول أمين

$$2\,HO-CH_3-CH_2-NH_2 + H_2O + CO_2 \underset{120\,c^\circ}{\overset{70\,c^\circ}{\rightleftharpoons}} (HO-CH_2-CH_2-NH_3)_2CO_3$$

CH_3-CH_2-OH
الإيثانول: C

2- من تحطيم النفط الخام:

يرافق عملية التكسير للنفط الخام للحصول على المشتقات النفطية لتشكل كمية كبيرة من الهيدروجين.

* الخواص الكيميائية: يعد الهيدروجين مستقراً نسبياً في درجات الحرارة العادية ويرتبط في معظم مركباته في رابطة مشتركة مع العناصر الأخرى.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

① مع الهالوجينات: [F , Cl , Br , I] : يتفاعل الهيدروجين بشكل متباين مع كل من الفلور، الكلور، البروم، واليود وهذا يعتمد على شدة التفاعل وكمية الحرارة المنتشرة.

* مع الفلور F : يكون التفاعل انفجاري فوري حتى لو جمع الظلام فيجب التفاعل.

$$F_2 + H_2 \longrightarrow 2HF + 128\ kcal/mol$$

* مع الكلور Cl_2 : يتطلب حدوث التفاعل أشعة ضوئية من أشعة الشمس أو تسخين، فيحدث التفاعل بشكل بطيء حسب التفاعل الآتي:

$$Cl_2 + H_2 \longrightarrow 2HCl + 44.112\ kcal/mol$$

$$Cl_2 \xrightarrow{h\nu} 2Cl^{\bullet}$$

أشعة الشمس — جذر الكلور — شد للخط

$$Cl^{\bullet} + H_2 \longrightarrow HCl + H^{\bullet}$$

$$H^{\bullet} + Cl_2 \longrightarrow HCl + Cl^{\bullet}$$

* مع البروم Br : فيحتاج لتسخين جيد حيث أن اليود لا يتفاعل بشكل كامل.

② إضافة مع الأكسجين: يحتاج تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين لطاقة تنشيط مثل: / حرارة أو عود ثقاب / وبالتالي يحترق الهيدروجين بلهب أزرق مشكلاً الماء، فيجب التفاعل الآتي:

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مش للحفظ

$$O_2 + H_2 \rightleftharpoons 2H_2O + 136,7\ Kcal/mol$$

ويكون التفاعل انفجارية إذا كان منبع الهيدروجين والأكسجين بنسب التفاعل.

---

③ مع الكبريت: يتفاعل الهيدروجين مع مصهور الكبريت أو مع بخار الكبريت معطياً غاز كبريت الهيدروجين حسب المعادلة التالية:

$$S + H_2 \longrightarrow H_2S$$

بخار أو مصهور

---

④ التفاعل مع النتروجين // الآزوت //:

يتفاعل الهيدروجين مع الآزوت فيتشكل غاز النشادر بوجود حرارة وضغط ووسيط مناسب، حسب التفاعل الآتي:

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

---

⑤ التفاعل مع الكربون: يتطلب حدوث التفاعل درجات حرارة مرتفعة ووجود وسيط مناسب معدنية إلخ تشكل غاز الميثان.

$$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

⑥ تفاعله مع العناصر الأخرى : يشكل الهيدروجين في هذه الحالة مركبات تدعى : (الهيدريدات) وهي مركبات بلورية ذات بنية شاردية تحتوي على شاردة الهيدروجين السالبة (H^-) حسب التفاعلين التاليين :

$2Na + H_2 \rightarrow NaH$ هيدريد الصوديوم

$Ca + H_2 \rightarrow CaH_2$ هيدريد الكالسيوم

فيكون الهيدروجين في هذه الحالة فقط أيّ جسماً مؤكسداً .

ملاحظة : يشكل الهيدروجين الهيدريدات مع عناصر المجموعة العلوية والقلوية الترابية ومع العناصر شديدة الإيجابية !!

* الخاصة الإرجاعية للهيدروجين : (مهم)

يؤدي الهيدروجين دوراً مرجعاً عند تفاعله مع الأكاسيد إذ يرجع أكسيد النحاس إلى النحاس النقي ويرجع أكسيد الحديد إلى الحديد النقي ، حسب التفاعلين التاليين :

نقي

$CuO + H_2 \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$

$Fe_2O_3 + H_2 \xrightarrow{\Delta} 3Fe + 4H_2O$

نقي

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* الخاصة الإرجاعية للهيدروجين الذري :

إن ذرة الهيدروجين أكثر فعالية من جزيء الهيدروجين فهو يتفاعل مع الأكسجين لإعطاء الماء الأكسجيني حسب التفاعل الآتي :

$$2H + O_2 \longrightarrow H_2O_2$$

ويُرجع برمنغنات البوتاسيوم إلى أملاح المنغنيز الثنائية حسب المعادلة التالية :

$$10\,H^+ + 2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

يفقد اللون — عديم اللون

(+7) → (+2) إرجاع

* استعمالات الهيدروجين : /تأتي أسئلة/

1 ـ يستخدم في صناعة النشادر بطريقة هابر المستخدمة في صناعة حمض الآزوت .

2 ـ في هدرجة الزيوت // هدرجة المواد الدسمة الغير مشبعة للحصول على المركبات المشبعة كالسمنة // مثل :

زيت + H_2 ← زيت وصنع "سمنة"

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

3 - في إطلاع الأكاسيد المعدنية لضعف الحصول على المعادن النقية.

4 - الهيدروجين السائل يستخدم كوقود للصواريخ.

5 - تستخدم نظائر الهيدروجين في التفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الهيدروجينية.

6 - في صناعة الميثانول من بخار الماء حسب المعادلة التالية:

$$CO + H_2 \xrightarrow[\text{وسيط}]{\Delta} CH_3OH$$

انتهت المحاضرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z