كلية العلوم

القسم :الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء لاعضوية٢

المحاضرة : الاولى /عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

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

الفصل الثاني

الهيدروجين

2-1. مقدمة .

يعتبر الهيدروجين ابسط عنصر كيميائي على الإطلاق ، إذ تمتلك ذرتـــه البنيـــة الإلكترونية *1s*.الهيدروجين في الشروط العادية غاز لا لون لـــه و لا رائحـــة ، وهو أخف من الهواء ب *14.5* مـــرة.درجـــة انصـــهاره (*melting point*) *295C°*– و درجة غليانه (*boiling point*) *253C°*– .

يعتبر الهيدروجين نشيطا (*active*) في لحظة تشكله إذ يكون في تلـــك اللحظـــة ذريا (وليدا) و يعزى سبب نشاطه بالمقارنة مع الهيدروجين الجزيئي إلى كـــون ذرات الهيدروجين في جزيئته قد استكملت حاجة المدارات *1s* بالإلكترونات عن طريق تشكيل رابطة مشتركة و التي تحتاج بدورها إلى طاقة كبـــيرة لتحطيمـــها كما هو واضح من التفاعل التالي :

$$H\text{-}H \rightarrow 2H \qquad \Delta H = 431\ Kj/mol$$

يتفاعل الهيدروجين بالتسخين مع عدد كبير من اللامعـــادن كـــالكلور، الـــبروم، الأكسجين و الكبريت و غيرها بينما يكون تفاعله مع الفلور انفجاريا حتـــى فـــي درجة حرارة الغرفة .

$$H_2 + F_2 \rightarrow 2HF + 535\ Kj$$

كما ويتفاعل مع أغلب المعـــادن مشـــكلا الـــهيدريدات (*hydrides*) . يتمتـــع الهيدروجين بخواص مرجعة (*reducing properties*) واضحة و خاصة عنـــد كونه ذريا ، ويستفاد من هذه الخاصة (القدرة الإرجاعيـــة للـــهيدروجين) فـــي

عمليات استحصال بعض العناصر من أكاسيدها أو هالايداتها كما في التفاعل التالي :

$$CuO+H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

سوف ندرس هذا الموضوع في المختبر بالتفصيل و سنجري مقارنة بين الخواص الإرجاعية للهيدروجين الذري و الهيدروجين الجزيئي .

يحضر الهيدروجين صناعياً وفق عدة طرق نذكر منها :

1- تأثير بخار الماء على الفحم المتوهج. يمرر بخار الماء على الفحم المتوهج فيحصل التفاعل التالي :

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2O$$

يمرر المزيج الغازي الناتج على وسيط (*catalyst*) من Fe_2O_3 في الدرجة $500C°$ حيث يتحول CO إلى CO_2 وبوجود بخار الماء وفق التفاعل التالي:

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

نتخلص من CO_2 بغسل المزيج الناتج بمحلول مائي لايتانول امين .

$$2HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2+H_2O+CO_2 \underset{120C°}{\overset{70C°}{\rightleftarrows}} (HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_3)_2CO_3$$

يدل التفاعل أعلاه إلى إمكانية استرجاع الايتانول امين بتسخين المحلول الناتج إلى الدرجة $120C°$.

2- تفاعل الماء مع هيبوفوسفيت الصوديوم بوجود وسيط من النيكل حسب المعادلة :

$$NaH_2PO_2 + H_2O \xrightarrow{Ni} NaH_2PO_3 + H_2$$

3- تتلخص هذه الطريقة بالتفاعلات التالية :

$$LiNO_2 + I_2 + H_2O \rightarrow LiNO_3 + 2HI$$

$$2HI \xrightarrow{430C^\circ} I_2 + H_2$$

$$LiNO_3 \xrightarrow{480C^\circ} LiNO_2 + 1/2O_2$$

يحضر الهيدروجين مخبرياً بطرق عدة أيضاً نذكر منها :

- تأثير الحموض الممددة (H_2SO_4 , HCl) على بعض المعادن مثل التوتيـاء و الحديد مثلاً .
- تأثير هيدروكسيد قلوي على معدن .
- تأثير المعادن شديدة الكهرجابية على الماء .
- التحليل الكهربائي (*electrolysise*) للماء (تستخدم هـذه الطريقـة فـي تحضير الأكسجين صناعياً أيضاً إذ يستفاد منها في الحصول على الأكسجين و الهيدروجين في آن واحد) .

2-2. القسم العملي

2-2-1. المواد و الأدوات اللازمة .

أنابيب اختبار ، سدادة مجهزة بأنبوب انطـلاق ، ملقـط معدنـي ، ورق ترشيح ، سكين ، حوض مائي، ورق عبـاد الشـمس ، ورق ضفـيرة ، الأدوات اللازمة لتركيب الجهاز في الشكل/2-2/، بيكر، أرلنماير تفريـغ، أنبوب اختبار مجهز بسدادة يخترقها أنبوب انطـلاق مؤنـف ، زجاجـة ساعة ، قشور ألمنيوم ، صوديوم معدني ، بوتاسيوم ، كالسـيوم ، شـريط من المغنزيوم ، محلول كلور الأمونيوم ، حمـض الكـبريت الكثيـف ، حمض الكبريت الممدد ، توتياء ، محلول كبريتـات النحـاس ، محلـول برمنغنات البوتاسيوم ، أكسيد النحاس ، كبريتـات النحـاس اللامائيـة ،

محلول كلوريد الحديد ، حمض كلور الماء الممدد ، محلول هيدروكسيد الصوديوم الممدد ، محلول هيدروكسيد الصوديوم (30%) .

2-2-2. تحضير الهيدروجين (The preparation of hydrogen).

أ- تأثير هيدروكسيد قلوي على معدن .

خذ أنبوب اختبار و ضع فيه 5ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم (30%). أضف إلى أنبوب الاختبار بضع قطع من رقائق الألمنيوم و أغلق الأنبوب بسدادة مجهزة بأنبوب انطلاق كما هو مبين في الشكل /2-1/.سخن أنبوب الاختبار بلطف على نار هادئة ولاحظ ما يجري؟.

كيف يمكن أن نختبر الغاز المنطلق ؟.

ما هي المعادن التي يمكن أن نستبدل بها معدن الألمنيوم لتحضير الهيدروجين وفق هذه الطريقة ؟.

الشكل /2-1/

اصطناع الهيدروجين بتأثير هيدروكسيد قلوي على معدن

ب-تحضير الهيدروجين بتاثير المعادن شديدة الكهرجابية على الماء.

- خذ قطعة ليست كبيرة (بواسطة ملقط) من الصوديوم و ضعها على ورقة ترشيح ، اقتطع بواسطة سكين قطعة صغيرة بحجم حبة الرز من قطعة الصوديوم الأولى. لاحظ بريق معدن الصوديوم ، لف قطعة الصوديوم الصغيرة بورقة ترشيح ثم القها في حوض مائي لاحظ ما يجري و سجل ملاحظاتك. يجب ألا تبلل حواف الحوض المائي كي لا تلتصق قطعة الصوديوم بحواف الحوض.لاحظ تكور قطعة الصوديوم. هل يشتعل الهيدروجين المنطلق ، في حال عدم اشتعال الهيدروجين يمكن بحذر تقريب عود ثقاب مشتعل من قطعة الصوديوم و ملاحظة اشتعال الهيدروجين . اكتب معادلة التفاعل الجاري .

من أجل الكشف عن طبيعة الوسط يمكن اقتطاع قطعة أو قطعتين مشابهتين للقطعة الأولى (حسب حجم الحوض المائي) ووضعهما بنفس الطريقة على التتالي في الحوض المائي ، نأخذ بعدئذ حوالي $5Cm^3$ من ماء الحوض ثم نغمس فيها ورقة عباد الشمس (*litmus*) حمراء. كيف يتغير لون ورقة عباد الشمس ؟ .

- اقتطع بواسطة سكين قطعة صغيرة جداً من البوتاسيوم (بقدر حبة السمسم) و ألقها في حوض يحوي الماء دون ان تقرب وجهك من الحوض. لاحظ ما يجري و قارن مع التجربة السابقة. اكتب معادلة التفاعل الجاري .

- خذ قطعة صغيرة من الكالسيوم و اتبع نفس الخطوات المتبعة في حال الصوديوم. لاحظ ما يجري. سجل ملاحظاتك. اكتب معادلة التفاعل الجاري .

– خذ شريط من المغنزيوم بحدود $15Cm$ ونظفه بواسطة ورق صنفرة. لف الشريط بعدئذ على شكل كرة ثم أدخله في بيشر يحوي ماء بارداً (في درجة حرارة الغرفة)، لاحظ ما يجري. اغل ماء البيشر مع الإبقاء على شريط المغنزيوم معلقاً فيه. لاحظ ما يجري. قارن مع الحالة السابقة .

–خذ شريطاً من المغنزيوم طوله $15Cm$ و نظفه بواسطة ورق صنفرة. لف شريط المغنزيوم على شكل كرة و ادخله في بيشر يحتوي ماء في درجة حرارة الغرفة ، لاحظ ما يجري. أضف إلى البيشر قليلاً من كلوريد الأمونيوم و لاحظ ما يجري. قارن مع الحالتين السابقتين. ما هو دور كلوريد الأمونيوم ؟. اكتب معادلة التفاعل الجاري .

– خذ قطعة من الألمنيوم و نظفها بواسطة ورق صنفرة ، ثم ألقها في بيشر يحتوي الماء البارد. ماذا تلاحظ؟. سخن ماء البيشر حتى الغليان ، ماذا يجري ؟ .

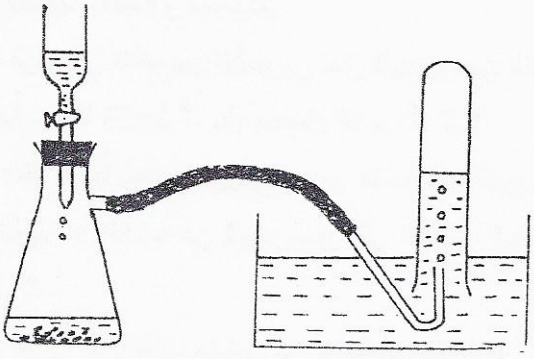
رتب المعادن المدروسة أعلاه في هذه الفقرة وفق تناقص شدة تأثيرها على الماء. ما هي العوامل التي تؤثر على هذه العمليات الكيميائية و التي يمكن أن نستنتجها من التجارب أعلاه؟. هل يمكن أن تضع عنواناً آخر لهذه الفقرة ؟. ما هو ؟ .

2-2-3. تحضير الهيدروجين من تأثير الحموض الممددة على بعض المعادن و مواساة خواصه .

إجمع الأدوات التي تشكل الجهاز المبين في الشكل /2-2/

حضر محلولاً ممدداً من حمض الكبريت و ذلك بإضافة حجم من حمض الكبريت الكثيف إلى أربعة حجوم من الماء موضوعة في بيكر و يترك

المحلول ليبرد قبل استعماله. أسقط بلطف عدة قطع من التوتياء في أرلنمـــار التفريغ . ركب الجهاز كما هو مبين في الشكل /2-2/ ثم أحكم إغلاقه. ضـع الحمض في قمع الفصل و أضف إلى الحمض كمية صغـيرة مـن محلـول كبريتات النحاس. (ما هو دور كبريتات النحاس في هذا التفاعل ؟) .



الشكل /2-2/ تحضير الهيدروجين
بتأثير حمض ممدد على معدن

حضر الأنابيب التالية :

- خمس أنابيب اختبار فارغة.
- أنبوب اختبار يحتوي *1ml* من محلول برمنغنات البوتاسيوم مضافـــاً إليـه *3ml* من حمض الكبريت الممدد .
- أنبوب اختبار يحتوي *3ml* من من محلول كلوريد الحديد *III* .

اسكب الحمض قطرة قطرة من قمع الفصل فوق قطع التوتياء حتـــى تغمـــر الأخيرة . دع الفقاعات الأولى من الغاز تنطلق في ماء البيكر و قبل أن تبـدأ بجمع الغاز إملأ أنبوب اختبار بالغاز و هو منكس نحو الأسفل ثم قرب عـود

ثقاب مشتعل من فوهته و في حال عدم سماع صوت فرقعة يمكنك جمع الغاز . يفضل جمع الغاز بإزاحة الماء و يجب حفظه في أنابيب اختبار منكسة نحو الأسفل و أحكم إغلاقها .

إملأ الأنابيب الخمسة بالهيدروجين مع ترك قليلاً من الماء في أحدها و احتفظ بها منكسة و مسدودة .

أ- قرقر في الأنبوبين الأخيرين غاز الهيدروجين لفترة كافية ، ثم خضهما جيداً . ماذا تلاحظ ؟. هل يحصل تفاعل أم لا ؟ .

ب-خذ أنبوباً يحتوي الهيدروجين و نكسه فوق أنبوب يحوي الهواء. اقلب الأنبوبين و اكشف عن الهيدروجين في الأنبوب العلوي. ماذا تستنتج من ذلك ؟ .

ج- قرب عود ثقاب مشتعل من فوهة أنبوب اختبار يحتوي الهيدروجين و لاحظ ما يجري. أدخل عود الثقاب المشتعل في الأنبوب ماذا يحصل ؟. و ماذا تستنتج ؟ .

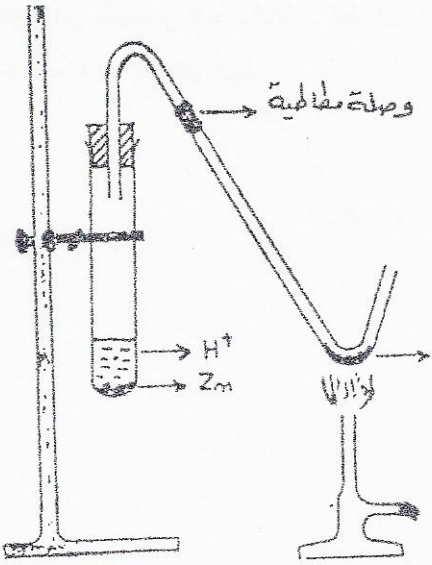
د- نكس أنبوباً يحتوي الهيدروجين في بيشر يحتوي ماء و اتركه لفترة طويلة. هل تلاحظ انحلال الهيدروجين في الماء أم لا ؟ .

ص- خذ أنبوباً يحتوي الهيدروجين و قليلاً من الماء و خضه بشكل جيد ، ثم أضف إليه قليلاً من محلول عباد الشمس. هل يتغير لون محلول عباد الشمس أم لا ؟ .

ض- ضع في أنبوب اختبار مجهز بسدادة مطاطية يخترقها أنبوب انطلاق كما هو مبين في الشكل /2-3/ بضع حبيبات من التوتياء ثم أضف إليها كمية من حمض الكبريت المعدد و قليلاً من محلول كبريتات النحاس وبينما تنطلق الفقاعات الأولى من غاز الهيدروجين و بسرعة كافية ضع كمية من

أكسيد النحاس الأسود اللون في نهاية أنبوب الانطلاق عند الانحناء دون أن تغلق الأنبوب ، ثم سخن أكسيد النحاس بلطف بواسطة مصباح غازي حتى يتحول لونه إلى الأحمر. ماذا تستنتج من ذلك ؟. اكتب معادلة التفاعل الجاري .

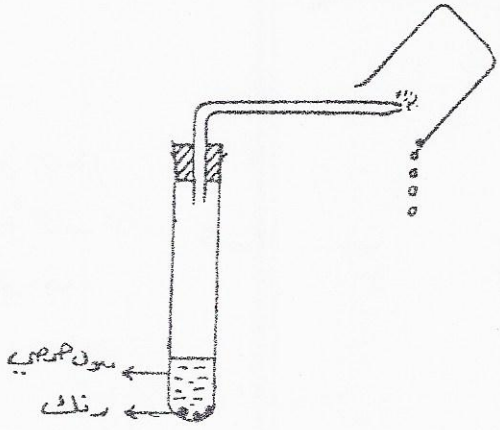
ماذا تتوقع بالنسبة لتأثير الهيدروجين على أكسيد الرصاص PbO و أكسيد الحديد Fe_2O_3 ؟ .



الشكل /2-3/
إرجاع أكسيد النحاس بالهيدروجين

٥- ضع في أنبوب اختبار كبير بضع حبات من التوتياء ، ثم أضف كمية كافية من حمض الكبريت الممدد و البارد الذي حضرته للحصول على الهيدروجين انطلاقا من تأثير حمض ممدد على معدن. أضف بعئذ كمية قليلة من محلول كبريتات النحاس على المحلول وأغلق أنبوب الاختبار بسدادة مطاطية ذات فتحة يخترقها أنبوب انطلاق مؤنف كما هو مبين في الشكل /2-4/.

دع الدفعات الأولى من الهيدروجين تنطلق في جو المختبر ، ثم اجمع الغاز المنطلق في أنبوب اختبار منكس و اختبره بواسطة عود ثقاب مشتعل فإذا لم تحصل فرقعة فهذا يدل على خلو الهيدروجين المنطلق من الهواء. قرب من النهاية المؤنفة لأنبوب الانطلاق عود ثقاب مشتعل و لاحظ اشتعال الهيدروجين. نكس بعدئذ بيشر فوق اللهب دون أن تقرب حواف البيشر كثيراً من اللهب و لاحظ تكاثف قطرات الماء على جدرانه. ماذا تستنتج ؟. اكتب معادلة التفاعل الجاري .



الشكل /2-4/

ما هي الطريقة التي تقترحها تجنباً للشك بأن الماء المتشكل هو ناتج عن احتراق الهيدروجين و ليس عن تكاثف بخار الماء فقط المرافق للهيدروجين المنطلق وفق هذه الطريقة ؟.

يمكن الكشف عن الماء الناتج بوضع زجاجة ساعة تحت البيشر و التي يضاف إليها $1gr$ من كبريتات النحاس اللامائية البيضاء. نترك قطرات الماء تتساقط على زجاجة الساعة. لاحظ تحول لون الكبريتات إلى اللون الأزرق دلالة على تشكل $CuSO_4.5H_2O$.

2-2-4. الخواص المرجعة للهيدروجين الذري (الوليد) .

أ- ضع في أنبوب اختبار بضع قطع من التوتياء ، ثم أضف إليها كمية كافية من حمض الكبريت الممدد و بضع قطرات من محلول كبريتات النحاس. أضف بعدئذ بضع قطرات من محلول برمنغنات البوتاسيوم وانتظر قليلاً و راقب زوال لون البرمنغنات. كيف تفسر ما يجري ؟. اكتب المعادلات النصفية للتفاعل الجاري و قارن النتائج مع البند /أ/ من الفرة (2-2-3) .

ب- ضع في أنبوب اختبار حوالي *4ml* من محلول كلوريد الحديد $FeCl_3$ ، ثم أضف إليها حوالي *3ml* من حمض كلور الماء الممدد. أضف بعدئذ بضع قطع من التوتياء وانتظر حتى يتغير لون المحلول (دع التفاعل يجري لمدة نصف ساعة). رشح (*Filtrate*) المحلول و خذ جزءاً من الرشاحة و أضف إليها محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يتشكل راسب أخضر وسخ جيلاتيني. ما هو الراسب ؟. كيف يؤثر أكسجين الهواء على هذا الراسب؟ .

اكتب جميع التفاعلات الجارية وقارن النتائج مع نتائج البند /أ/ من الفقرة (2-2-3) .

سوف نتطرق في مقرر اللاعضوية /3/ إلى إرجاع مركبات الفاناديوم الخماسية بواسطة الهيدرجين الذري أيضاً .