جامعة بغداد
كلية التربية للعلوم الصرفة – إبن الهيثم
قسم الكيمياء

الكيمياء اللاعضوية العملية
المرحلة الثانية

إعداد:أ.م.شذى محمد حسن عبيد

تجربة -1-

الحوامض والقواعد والأملاح
(Acids Bases and Salts)

الجزء النظري : من المعروف ، فالحوامض هي المواد التي تتفكك في المحلول المائي لتعطي بروتونات.والقواعد هي المواد التي تتفكك في المحاليل المائية لتعطي أيونات الهيدروكسيد، أو التي تتفاعل مع البروتونات المائية.بينما المواد الأمفوتيرية التي تحمل خواص الحامض والقاعدة معاً. أما الملح هو المادة الناتجة من تفاعل حامض مع قاعدة.

مفهوم ارينيوس(مفهوم نظام الماء): الذي إقتصرت في تعريفها على المحاليل المائية .
حامض أرينيوس : هو المادة الذي يزيد من تركيز آيونات الهيدروجين في المحلول المائي أي يتأين منتج أيونات الهيدروجين (H^+) مثل H_2SO_4 , HCl في الماء ..... الخ.
قاعدة أرينيوس : هي المادة التي تزيد من تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول المائي ، أي تتأين منتجة أيونات الهيدروكسيد (OH^-) في الماء مثل $Ca(OH)_2$, NaOH ------ الخ .

مفهوم برونشتيد – لوري (المفهوم البروتوني):
حامض برونشتيد : بكونه أي مادة تستطيع أن تهب بروتوناً الى أي مادة أخرى مثل HNO_3, CH_3COOH ----- الخ .
قاعدة برونشتيد : بكونها أي مادة تستطيع أن تتقبل بروتوناً من أي مادة أخرى مثل NH_3 , NO_3^- ----الخ.

مفهوم لويس (مفهوم وهب – تقبل المزدوج الإلكتروني):
حامض لويس : هو كل مادة تستطيع أن تتقبل زوجاً من الإلكترونات إذ تسمى حوامض لويس (محبة للإلكترونات) مثل BF_3 , $AlCl_3$ ----- الخ .
قاعدة لويس : هي كل مادة تستطيع أن تهب زوجاً من الإلكترونات إذ تسمى قواعد لويس (محبة للنواة) مثل , Cl^- NH_3 ----- الخ .

الأدوات والمواد المستعملة : انابيب إختبار ، دورق ، حامل أنابيب الإختبار ، ماسك .
فلز الصوديوم ، أوكسيد الكالسيوم ، فلز الخارصين ، كاربونات الكالسيوم ، حامض الهيدروكلوريك ، حامض الكبريتيك ، حامض الخليك الثلجي ، ماء ، صبغة الفينولفثالين ، صبغة المثيل البرتقالي ، ورقة عباد الشمس .

الجزء العملي:
طرائق الحصول على القاعدة :
1- تأثير الفلز على الماء : من تفاعل فلز الصوديوم مع الماء وإختبار المحلول الناتج بوساطة ورقة عباد الشمس وصبغة الفينولفثالين وصبغة المثيل البرتقالي .
2 - تأثير أوكسيد الفلز على الماء : من تفاعل أوكسيد الكالسيوم (الجير الحي) مع الماء وإختبار المحلول الناتج كما في النقطة (1) .

خواص المحاليل الحامضية :
أ – تأثير الحامض : من إختبار محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف كما في النقطة (1) كرر التجربة مع حامض الكبريتيك المركز .
ب – تفاعل الفلز مع الحامض : من تفاعل الخارصين الجاف مع حامض الكبريتيك المركز ولاحظ ماذا يحدث؟ ثم أضف محتويات التفاعل الى دورق حاوي على ماء ولاحظ ماذا يحدث ؟
ج – حامض الخليك الثلجي : ضع قطرة من حامض الخليك الثلجي على ورقة عباد الشمس ذات اللون الأزرق ولاحظ ماذا يحدث ؟ ثم أضف قطرة من الماء فوق ورقة عباد الشمس الزرقاء اللون ولاحظ ماذا يحدث ؟
د – التفاعل مع الكاربونات : من تفاعل كاربونات الكالسيوم مع حامض الهيدروكلوريك المخفف، وعند تحرر غاز يمرر ماء الكلس لفترة قصيرة ولاحظ ماذا يحدث ؟
ه- عند إمرار زيادة من الغاز المتحرر على ماء الكلس لاحظ ماذا يحدث ؟

وضح التغيرات الحاصلة للمحاليل القاعدية والحامضية من خلال إستعمال الدلائل الثلاث كما في الجدول الآتي :

المادة (The material)	صبغة المثيل البرتقالي (M.O.)	صبغة الفينولفثالين (Ph.Ph.)	ورقة عباد الشمس (Litmus paper)
هيدروكسيد الصوديوم			
هيدروكسد الكالسيوم			
HCl المخفف			
H_2SO_4 المركز			
$CaCl_2$			

ناقش الأسئلة الآتية :

1- هل ان الحوامض والقواعد والأملاح مرتبطة مع بعضها البعض وضح ذلك مع المعادلة إن وجدت ؟

2- عرف الدلائل مع الأمثلة ؟

3– لايحصل تفاعل بين الخارصين الجاف وحامض الكبريتيك المركز إلا عند إضافة محتويات المزيج الى الماء وضح ذلك مع المعادلة الموزونة ؟

4 – أكمل المعادلات الآتية مع الموازنة : -

أ- فلز الصوديوم + ماء ⟵

ب- أوكسيد الكالسيوم + ماء ⟵

ج – كاربونات الكالسيوم + حامض الهيدروكلوريك المخفف ⟵

د – هيدروكسيد الكالسيوم + ثاني أوكسيد الكاربون ⟵

5– ماهو حامض الخليك الثلجي ؟ أكتب الصيغة التركيبية لهذا الحامض ؟

6- إكشف عن غاز ثاني اوكسيد الكاربون مع المعادلة الموزونة ؟

7– كيف يمكن الحصول على حامض الكبريتيك وحامض الهيدروكلوريك والجير الحي صناعياً وضح ذلك مع كتابة المعادلات؟

الجدول الدوري للعناصر(Periodic table of elements)

لقد كان أول تصنيف شامل وناجح الذي وضعه كل من العالم الكيميائي الروسي دمتري مندليف (Mendeleev) والفيزيائي الألماني لوثر ماير (Lothor Meyer) سنة 1869 والذي أعتمد على فكرة ترتيب العناصر في دورات أفقية ومجموعات رأسية حسب تزايد كتلها الذرية وفي نفس الوقت تشابهها في الخواص الكيميائية .

وقسمت العناصر في الجدول الدوري الى قسمين :-

1- الزمر أو المجاميع (groups) والتي رتبت بشكل يجعل العناصر المتشابهة موضوعة الواحدة تحت الأخرى وتميز بأحرف وأرقام مجاميع A , B .

2- الدورات الأفقية (peridic) متكونة من 7 دورات (من اليسار الى اليمين) بحسب أعدادهاالذرية ، والدورة السابعة لم تكتمل لحد الآن .

تقسم المجاميع الى مجاميع (A) في الجدول الدوري التي تشمل مجاميع العناصر الممثلة representative (elements) من (IA -VIIIA) ، وإن (IA و IIA) تقع ضمن عناصر مجمع –s (s-block elements) ومن (IIIA – VIIIA) أي ست زمر تقع ضمن عناصر مجمع –p (p-block elements) .

مجاميع (B) وتشمل الزمر من (IB – VIIIB) وموقعها في وسط الجدول الدوري وتسمى مجاميع العناصر الأنتقالية (transition elements)التي تقع ضمن عناصر مجمع – d (d – block element)

أما الدورات فتقسم الى :

الدورة الأولى : وتحتوي على عنصرين وهما : الهيدروجين والهليوم.

الهيدروجين : هو العنصر الوحيد الذي لايتلائم مع بقية الزمر في الجدول الدوري للعناصر . ومن المعروف إن للهيدروجين له الكترون واحد في غلاف التكافؤ $1s^1$ ،أي يشابه كثيراً في خواصه لزمرة العناصر القلوية (IA) وبذلك فقد وضع على رأس الزمرة الأولى وكذلك الهليوم المشابه في ترتيبه الألكتروني للزمرة (VIIIB) أي زمرة (0) . لذلك وضع على رأس الزمرة (VIIIB) ، بإعتبار إن كل من الهيدروجين والهليوم يمثلان الدورة الأولى في الجدول الدوري .

الدورة الثانية : وتحتوي على 8 عناصرويشمل من الليثيوم الى النيون.

الدورة الثالثة : وتحتوي على 8عناصر ويشمل من الصوديوم الى الأركون.

الدورة الرابعة (الدورات الطويلة) : وتحتوي على 18 عنصر وذلك لظهور الغلاف d(n-1) ، ويشمل من البوتاسيوم الى الكربتون.

الدورة الخامسة :وتحتوي على 18 عنصر ويشمل من الروبديوم الى الزينون.

الدورة السادسة : وتحتوي على 32 عنصر لظهور الغلاف f(n-1) ويشمل من السيزيوم الى الرادون.

الدورة السابعة :وهي دورة غير مكتملة ومن المفروض أن تحتوي على 32 عنصر .

وتقسم العناصر الإنتقالية الى قسمين :

*العناصر الإنتقالية الأساسية *العناصر الإنتقالية الداخلية

وتتوزع العناصر الإنتقالية الأساسية الى ثلاث سلاسل وهي :

(1) السلسلة الإنتقالية الأولى (1st transition elements) : وتدخل الألكترونات في 3d وتبدأ من ($_{21}Sc \leftarrow {}_{30}Zn$) ، أي من ($3d^1 \leftarrow 3d^{10}$) .

(2) السلسلة الإنتقالية الثانية (2nd transition elements) : وتدخل الألكترونات في 4d وتبدأ من ($_{39}Y \leftarrow {}_{48}Cd$) ، أي من ($4d^1 \leftarrow 4d^{10}$) .

(3) السلسلة الإنتقالية الثالثة (3rd transition elements) : وتدخل الألكترونات في 5d وتبدأ من ($_{57}La \leftarrow {}_{80}Hg$) ، أي من ($5d^1 \leftarrow 5d^{10}$) .

وفي كل سلسلة تتكون من عشرة عناصر .

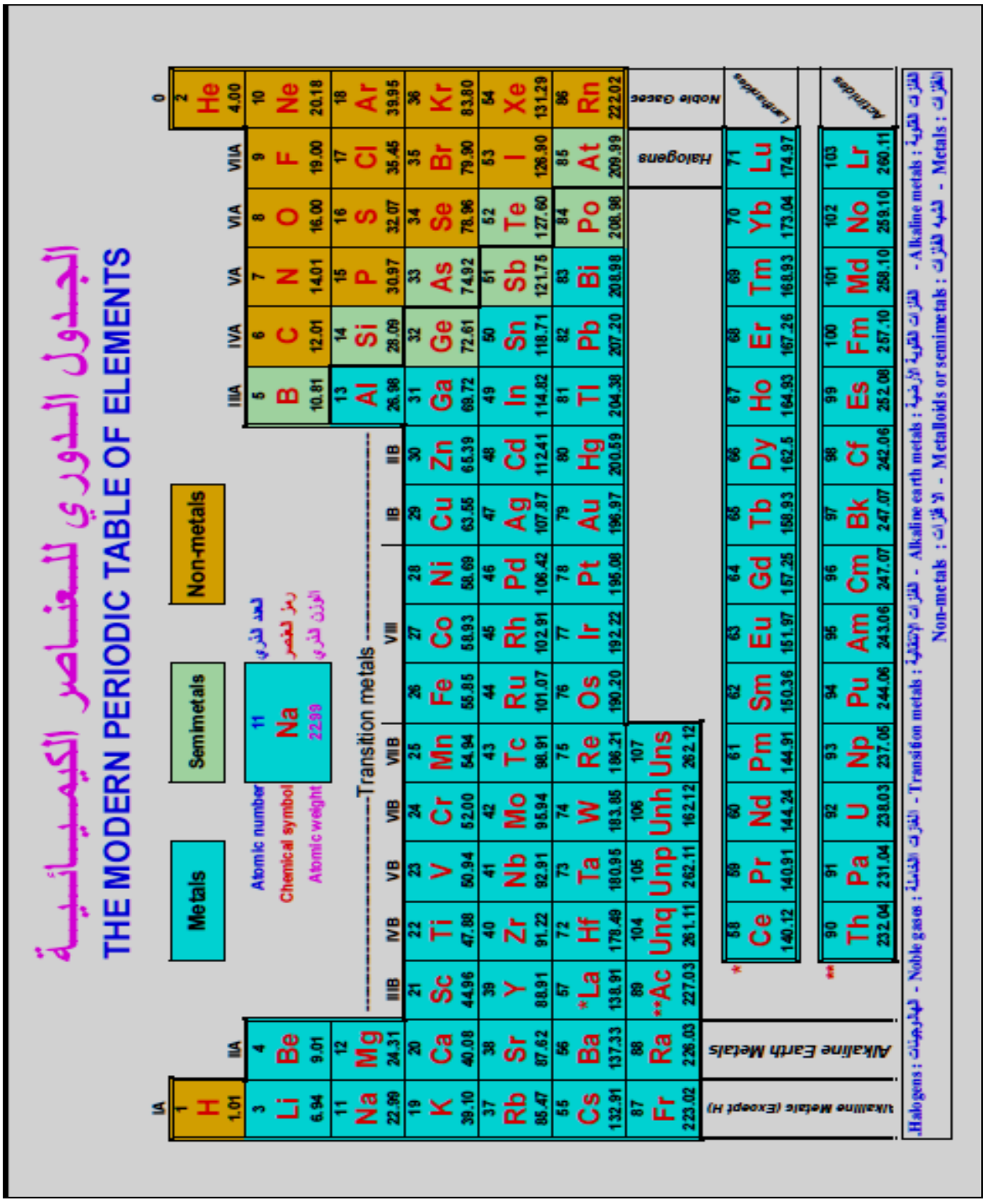
ويوجد في أسفل الجدول الدوري صفين طويلين كل صف يحتوي على (14) عنصر وتسمى بالعناصر الإنتقالية الداخلية (inner transition elements) .

ويشمل الصف الأول عناصر اللأنثانيدات (lanthanides) والتي تبدأ بعنصر اللنثانيوم (La) ، وتضم 14 عنصر إضافة الى عنصر اللنثانيوم وتبدأ من ($_{58}Ce - {}_{57}La \leftarrow {}_{71}Lu$) .

أما الصف الثاني يضم عناصر الأكتينيدات (actinides) والتي تبدأ بعنصر الأكتينيوم (Ac)، وتشمل 14 عنصر إضافة الى عنصر الأكتينيوم وتبدأ من($_{89}Ac$ - $_{90}Th \leftarrow {}_{103}Lr$) . وكل من اللأنثانيدات والأكتينيدات تقع ضمن عناصر مجمع – f (f – block elements) .

وسنتناول في هذا المنهج العملي دراسة خواص كل زمرة من زمر الجدول الدوري مع دراسة علمية لمركبات إحدى المجاميع الأساسية في الجدول الدوري مبتدأً بالزمرة الأولى ومنتهياً بالزمرة السابعة.

الجدول (1): يبين أحدث جدول دوري للعناصر والذي يضم فيه 107 عنصر مصنفة حسب أعدادها واوزانها الذرية



الزمرة الاولى (IA) (زمرة القلويات)

خواص هذه الزمرة :

1- عناصر الفلزات القلوية تمتلك الكتروناً واحداً في غلاف التكافؤ كما في الجدول (2) وبفقدانه يصبح للآيون توزيع الكتروني مشابه لبنية الغاز النبيل وبذلك يكون التكافؤ لكل عنصر(1+) فقط ، مما يجعل طاقة تأينه الأولى واطئة .

جدول(2) :- يبين الترتيب الألكتروني لكل عنصر من عناصر الزمرة الأولى

العنصر	الرمز	الترتيب الألكتروني
ليثيوم (Lithium)	$_{3}Li$	$_{2}[He]\ 2s^{1}$
صوديوم (Sodium)	$_{11}Na$	$_{10}[Ne]\ 3s^{1}$
بوتاسيوم (Potassium)	$_{19}K$	$_{18}[Ar]\ 4S^{1}$
روبيديوم (Robidium)	$_{37}Rb$	$_{36}[Kr]\ 5s^{1}$
سيزيوم (Cesium)	$_{55}Cs$	$_{54}[Xe]\ 6s^{1}$
فرانسيوم (Francium)	$_{87}Fr$	$_{86}[Rn]\ 7s^{1}$

2- لصغر حجم الليثيوم وكثافة شحنته العالية وقدرته العالية على الإستقطاب مما يؤدي الى إختلافه عن بقية عناصرالزمرة من حيث الذوبانية والإستقرارية الحرارية (شذوذه) مما يجعل آيون الليثيوم الصغير الحجم مكوناً مركبات مستقرة في حالة إرتباطه مع آيونات سالبة صغيرة الحجم بينما باقي عناصر الزمرة لها قابلية قليلة على تكوين المعقدات .

3- تمتاز عناصر هذه الزمرة بأنها مواد لينة لماعة وشديدة التأكسد نظرا لفعاليتها الشديدة ، وهذا مما يجعلها لاتتواجد بصورة حرة في الطبيعة ونظراً لتفاعلاتها الشديدة بالماء ، فأنها تتواجد في مياه البحارعلى شكل أملاح كلوريدات .

4- تكون أكاسيدها قاعدية الخواص إذ تذوب بالماء معطية محاليل قلوية للهيدروكسيدات المناظرة.

5- عناصر هذه الزمرة لها القابلية على تكوين مركبات عضوية فلزية وخاصة مع الليثيوم بحيث يحل الليثيوم مع ذرات الهيدروجين الحامضية في هذه المركبات وتمتلك صفات تساهمية عالية عند آصرة (C – Li) ،بالإضافة الى ذلك إن هذه المركبات تذوب بالمذيبات العضوية مثل البترول يوم والبنزين .

6- إن محاليل عناصر هذه الزمرة بارامغناطيسية وموصلة جيدة للكهربائية مقارنة مع فلزاتها .

ناقش الاسئلة الآتية:

1- إن طاقة التأين الاولى لعناصر الزمرة الأولى تكون واطئة بينما طاقة التأين الثانية تكون عالية جداً وضح ذلك ؟

2- أن عناصر هذه الزمرة لها ميل قليل لتكوين المعقدات ماعدا الليثيوم ما سبب ذلك؟

3- معظم عناصر الزمرةالأولى تتواجد في مياه البحار على شكل كلوريدات ماسبب ذلك ؟

4- لماذا تذوب مركبات الليثيوم بالمذيبات العضوية ولاتذوب بالماء عكس بقية أفراد الزمرة ؟

5- ماذا نقصد بالمركبات العضوية الفلزية ؟

6- بين أهمية كل عنصر من عناصر الزمرة الأولى صناعياً ؟

تجربة - 2 -

تحضير هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)
(Preparation of sodium hydroxide)

الجزء النظري: يحضر هيدروكسيد الصوديوم طريقة كوساك (Method Cusack) من تفاعل كاربونات الصوديوم مع هيدروكسيد الكالسيوم . يسخن المزيج ثم تترك كاربونات الكالسيوم لتركد ثم يفصل المحلول الرائق بطريقة التصفق (decantation) . في الصناعة يركز محلول هيدروكسيد الصوديوم وتضخ الى السوق على هيأة أقراص .

الأدوات والمواد المستعملة: دورق مخروطي ، اسطوانة مدرجة ، ماصة ، سحاحة .
كاربونات الصوديوم ، هيدروكسيد الكالسيوم ، حامض الهيدروكلوريك القياسي ، صبغة الفينولفثالين .

الجزء العملي :
1- أضف الى (100 مل) من محلول (0.5 مولاري) كاربونات الصوديوم (3.7غم) من هيدروكسيد الكالسيوم (ماء الكلس).
2- أشر بعلامة على مستوى الخليط في البيكر ثم سخن المحلول الى درجة الغليان ولمدة عشر دقائق .
3- أكمل الحجم الى (100 مل) وأنقله الى أسطوانة مدرجة سعة (100 مل) ثم سجل إرتفاع عمود الراسب عند أوقات متفاوتة من وقت نقل الخليط الى الأسطوانة (1 , 2 , 4 , 6 , 8 دقيقة) بعد ذلك إترك الخليط الى الإسبوع اللاحق بعد تغطيته .
4- إنقل المحلول الرائق الى دورق صغير وبوساطة ماصة جافة ثم إنقل (10 مل) من المحلول الى دورق مخروطي سعة (250 مل) ثم أضف قطرتين من صبغة الفينولفثالين وسححه مع محلول حامض الهيدروكلوريك ذي المولارية الواحدة كما في التجربة (4) .

ناقش الأسئلة الآتية:
1- أكتب معادلة التفاعل وبصورة موزونة ؟
2- لماذا طلب منك تغطية الأسطوانة عند تركها الى الإسبوع اللاحق ؟
3- ماذا نقصد بطريقة التصفق ؟
4- إرسم رسما بيانيا بين ارتفاع الراسب والوقت ؟
5- مانسبة الناتج العملي ؟
6- ماالطرائق الأخرى المتبعة لتحضير هيدروكسيد الصوديوم صناعياً ؟

تجربة -3-

تعيين التركيز المولاري لهيدروكسيد الصوديوم
(Determination of molar concentration for sodium hydroxide)

الجزء النظري :

المحلول القياسي (Standard solution): هو المحلول الناتج من إذابة كمية معينة من المادة المذابة في حجم معين من المحلول.

مواصفات المحلول القياسي (Specifications of the standard solution):

1- أن يبقى تركيزه ثابت لبضعة اشهر .
2- أن يكون التفاعل بين مادة المحلول القياسي والمادة المراد تقديرها تفاعلا آنياً وسريعاً .
3- أن يكون التفاعل تام وغيرعكسي وذلك ضروري للحصول على نقطة تكافؤ واضحة .
4- امكانية التعبير عن التفاعلات بالمعادلات الكيميائية المتوازنة .
5- أن يعطي كاشف المحلول القياسي نقطة تكافؤ واضحة يعول عليها حسابياً في تقدير المادة المجهولة .

المادة المستعملة في تحضير المحلول القياسي تسمى المادة القياسية الاولية (standard (Primery material والتي يمكن تحضير المحلول منها بالوزن المباشر .

عملية التسحيح (Process titration):هي العملية التي تُستخدم لتعيين كمية المادة المذابة في المحلول (أ ي تركيزها) وتسمى (بالمادة المسَححة) من خلال إ ضافة حجم مضبوط من محلول قياسي ليتفاعل مع كمية المادة المسَححة ويعرف (بالمسِحح) ، ويتم قياس حجمه بعناية بإستخدام سَحاحة من معرفة حجم ودرجة تركيز المسِحح يمكن تعيين كمية المادة المسَححة .

نقطة التكافؤ (Point of of equivalence): هي النقطة التي عندها تكون الكمية المضافة من المسِحح الى المادة المسَححة متكافئة .

نقطة النهاية (End point): هي النقطة التي يظهر فيها إكتمال التفاعل .

الأدوات والمواد المستعملة: ماصة ، دورق مخروطي ، سحاحة ، حامل لتثبيت السحاحة ، ماسك .
هيدروكسيد الصوديوم، صبغة الفينولفثالين، حامض الهيدروكلوريك القياسي.

الجزء العملي : إنقل (10 مل) بوساطة ماصة من محلول هيدروكسيد الصوديوم الى دورق مخروطي ثم أضف قطرتين من صبغة الفينولفثالين وسححه ضد حامض الهيدروكلوريك المخفف القياسي النازل من السحاحة ذو(0.1 مولاري) أعد التجربة مرتين ثم أحسب التركيز المولاري لهيدروكسيد الصوديوم .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- لحساب مولارية هيدروكسيد الصوديوم فقط حصل التفاعل على مرحلة واحدة وضح ذلك مع المعادلة الموزونة ؟
2- حضر محلول قياسي من حامض الهيدروكلوريك المخفف ذو (0.1 مولاري) في قنينة حجمية سعة (250 مل) ، مع العلم أن الكثافة النسبية لحامض الهيدروكلوريك المركز (1.19) والنسبة المئوية (37%) ؟
3- تم تسحيح 10مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم مع حامض الهيدروكلوريك القياسي ذو 0.1 مولاري . وجد أن حجم الحامض المستهلك بوجود صبغة الفينولفثالين يساوي 5 مل ، أوجد مولارية محلول هيدروكسيد الصوديوم .
4- أكتب طريقة تحضير صبغة الفينولفثالين ؟

تجربة -4-

تقدير الكاربونات والهيدروكسيد في خليط منهما
(Determination of cabonate and hydroxide in their mixture)

الجزء النظري : يمكن تسحيح الكاربونات باستعمال دليل الفينولفثالين أولا ثم دليل المثيل البرتقالي ، حيث سيكون الحجم الكلي للحامض المستعمل حتى نقطة نهاية الفينولفثالين يساوي ضعف الحجم الضروري لوصول نقطة نهاية المثيل البرتقالي .

الأدوات والمواد المستعملة: ماصة ، دورق مخروطي ، سحاحة ، كاربونات الصوديوم ،هيدروكسيد الصوديوم،حامض الهيدروكلوريك القياسي،صبغة الفينولفثالين .

الجزء العملي : إنقل بوساطة ماصة نظيفة (10 مل) من محلول المزيج من (كاربونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم) الى دورق مخروطي ثم أضف قطرتين من دليل الفينولفثالين . سحِح مع الحامض القياسي الى أن يزول اللون الأحمر من المحلول ثم إقرأ السحاحة وسجل حجم الحامض االمستخدم .

أضف قطرتين من دليل المثيل البرتقالي وإستمر بالتسحيح مع حامض الهيدروكلوريك القياسي الى ان يتغير اللون من الأصفر الى البرتقالي أو الأحمر الخفيف ثم إقرأ السحاحة مرة ثانية وسجل الحجم ثم أحسب تركيز كل من هيدروكسيد الصوديوم وكاربونات الصوديوم ؟

ناقش الأسئلة الآتية :

1- لحساب مولارية مزيج من هيدروكسيد الصوديوم وكاربونات الصوديوم حصل التفاعل على مرحلتين وضح ذلك مع كتابة المعادلات ؟ وماذا يطلق على هذا النوع من التسحيحات ؟

2- هل يمكن تعيين التركيز المولاري لخليط من كاربونات الصوديوم وبيكاربونات الصوديوم وضح ذك مع المعادلات ؟

3- هل يمكن تعيين التركيز المولاري لخليط من هيدروكسيد الصوديوم وبيكاربونات الصوديوم وضح ذلك مع المعادلات ؟

4- أكتب طريقة تحضير صبغة المثيل البرتقالي ؟

تجربة -5-

تنقية ملح الطعام (NaCl)
(Purification of sodium chloride)

الجزء النظري: إن ملح الطعام الخام (غير النقي) الحاوي على الشوائب يكون مر المذاق والشوائب عديدة منها ذائبة وغير ذائبة (والذائبة تشمل الصلبة والغازات) . الشوائب الصلبة الذائبة تشمل أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات ويتم ترسيبها بطريقة كيميائية حيث تحول الشوائب العالقة الى شوائب ثقيلة مترسبة خلال إجراء عملية تنقية لهذا الملح للحصول على ملح نقي .

الأدوات والمواد المستعملة: دورق زجاجي،جهاز ترشيح بسيط. ملح الطعام الخام،كلوريد الباريوم،كاربونات الصوديوم ، حامض الهيدروكلوريك المخفف ، ورقة عباد الشمس .

الجزء العملي:

1- أذب (2 غم) من ملح الطعام الخام في (10 مل) من الماء في دورق زجاجي .
2- رشح وأضف قطرات من محلول كلوريد الباريوم الى الراشح وإستمر بالإضافة لإكمال الترسيب .
3- رشح وأضف قطرات من محلول كاربونات الصوديوم الى الراشح وإستمر بالإضافة لإكمال الترسيب .
4- رشح وأضف قطرات من حامض الهيدروكلوريك المخفف الى الراشح وبإستعمال ورقة عباد الشمس .
5- سخن المحلول الى أن تظهر بلورات بيضاء اللون ثم برد ورشح وجفف الراسب لغرض حساب النسبة المئوية للملح المنقى والشوائب .

الحسابات :

$$\text{النسبة المئوية للملح المنقى} = \frac{\text{وزن الملح المنقى}}{\text{وزن الملح غير المنقى}} \times 100$$

وزن الشوائب = وزن الملح غير المنقى – وزن الملح المنقى

$$\text{النسبة المئوية للشوائب} = \frac{\text{وزن الشوائب}}{\text{وزن الملح غير المنقى}} \times 100$$

ناقش الأسئلة الآتية:

1- ماهي ظاهرة التميع ؟ وهل يعد ملح الطعام الخام كمادة متميعة ولماذا ؟ وهل يختلف عن التزهر ؟
2- ماسبب جعل ملح الطعام غير النقي مر المذاق ؟
3- أرسم مخطط يوضح ميكانيكية عملية تنقية ملح الطعام ؟
4- مالفائدة من إضافة كل من كلوريد الباريوم وكاربونات الصوديوم وحامض الهيدروكلوريك المخفف مع المعادلات الموزونة ؟
5- هل يمكن إستعمال كاربونات البوتاسيوم بدلاًمن كاربونات الصوديوم ؟
6- لماذا يسمى بملح المائدة ؟
7- ماأهمية ملح الطعام صناعياً ؟ وماهي الأماكن التي يتواجد فيها هذا الملح ؟

تجربة -6-

تحضير ملح ثنائي كلوريد البوتاسيوم النحاس ثنائي الماء
($2KCl.CuCl_2.2H_2O$)
(Preparation of potassium copper (II)chloride dihydrate salt)

الجزء النظري : تقسم الاملاح الى ثلاث أنواع : -

1- الملح البسيط (Simple salt)

$$Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$$

2- الملح المزدوج (Double salt)

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \rightarrow (NH_4)_2Fe(SO_4)_2$$

3- الملح المعقد (Complex salt)

$$CoCl_3 + 6NH_4SCN \rightarrow [(NH_4)_3\,Co\,(SCN)_6] + 3NH_4Cl$$

الأدوات والمواد المستعملة: دورق مخروطي،حمام مائي،جهاز ترشيح بسيط، كاربونات النحاس القاعدية،كلوريد البوتاسيوم،حامض الهيدروكلوريك مخفف،ماء .

الجزء العملي :

1- أذب (2 غم) من كاربونات النحاس القاعدية $CuCO_3.Cu(OH)_2$ في (6 مل) من محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف في دورق مخروطي الى أن يصبح المحلول مشبع وتبقى زيادة من الكاربونات غير الذائبة بالمحلول .

2-أضف الى الخليط (1.34غم) من محلول كلوريد البوتاسيوم (KCl) المذابة في (4 مل) بالماء المقطر ثم رشح وركز المحلول بتسخينه ما بين $(25\text{-}50)C^0$ بإستخدام حمام مائي الى أن يتبخر نصف المحلول .

3- إترك المحلول للإسبوع القادم للحصول على بلورات كبيرة الحجم ثم إسكب السائل الأم (mother liquid) وجفف البلورات على ورقة الترشيح .

4-يكون الناتج الحاصل من البلورات على نوعين الأول شفافة للضوء ذات لون أزرق والثانية معتمة لونها أخضر لإحتوائها على سائل الأم .

ناقش الأسئلةالآتية :

1- أكتب معادلة التفاعل وبصورة موزونة ؟

2- ماهي الشروط الواجب توفرها للحصول على بلورات كبيرة الحجم عددها ؟

3- لماذا يتم تسخين المحلول مابين $(25\text{-}50)C^0$ عند تحضير الملح المزدوج ؟

4- إحسب المنتوج النظري للملح المزدوج المتكون ؟

5- عرف كل ملح من الأملاح الثلاث ثم أذكر مثال لكل نوع من الأملاح الثلاث تختلف عن الأنواع المذكورة في الجزء النظري ؟

تجربة -7-

تحضير شب البوتاس $2KAl(SO_4)_2.12H_2O$
(Preparation of potass.alum)

الجزء النظري : يتكون شب البوتاس من آيوني Al^{+3} وK^+ من أملاح الكبريتات على شكل بلورات شفافة عديمة اللون . والشب المتكون من نوع الملح المزدوج وليس المعقد بحيث تكون البنية حاوية على الأيونات الموجبة السداسية البنية $[K(H_2O)_6]^+$,$[Al(H_2O)_6]^{+3}$ والآيونين السالبين الكبريتات ، وكلا الآيونين الموجبين ثماني السطوح بينما وحدة خلية البلورة تكون بشكل مكعب .

الأدوات والمواد المستعملة: دورقين دائريين ، محرك زجاجي ، غطاء للدورقين ، إسطوانة مدرجة .
كبريتات البوتاسيوم ، كبريتات الألمنيوم المائية ، ماء .

الجزء العملي :

1- أذب (0.3 غم)من كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4) في (3 مل) ماء .
2- أذب (1.12 غم) من كبريتات الألمنيوم المائية $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ في (3 مل) ماء .
3- أمزج المحلولين في دورق دائري يغطى الى الإسبوع القادم لكي تتكون البلورات ثم جفف لحساب النسبة المئوية الوزنية للمنتوج المتكون .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- أكتب معادلة تحضير شب البوتاس وبصورة موزونة ؟
2- مالمقصود بالشب ؟ وماهي الصيغة العامة للشب ؟
3 - هل توجد أنواع أخرى من الشب ؟ عددها ثم أكتب الصيغ الكيميائية لها ؟
4- عرف شب البوتاس ؟ وماهو الإسم العلمي له ؟
5- ماهي إستعمالات شب البوتاس ؟
6-أحسب المنتوج النظري لشب البوتاس ؟

تجربة -8-

الكشف عن آيونات شب البوتاس
(Detection of the ions in potass.alum)

الجزء النظري : شب البوتاس هو مادة متبلورة عديمة اللون وكثيرة الذوبان في الماء بشكل إستثنائي ، ففي درجة الصفر المئوي يذوب (4غم) من شب البوتاس في (100سم^3) من الماء ، ولكن في درجة حرارة (100C^0) يذوب (357 غم) منه في (100سم^3) من الماء ، وهذه الميزة تجعله ذات فائدة كبيرة في تنقيته من بعض الشوائب كأملاح الحديد مثلاً الذي يمكن أن ينقى بعمليات في غاية البساطة ليتم الحصول على لونه .

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب إختبار، سلك من البلاتين ، حامل انابيب الإختبار .
شب البوتاس،كوبلت نتريت الصوديوم،حامض الخليك،هيدروكسيد الأمونيوم،هيدروكسيد الصوديوم،كلوريد الأمونيوم،كلوريد الباريوم،نترات السترونتيوم،نترات الفضة،كبريتات النحاس اللأمائية .

الجزء العملي :

أيون البوتاسيوم (K^+) : يتم الكشف عنه بطريقتين هما :-
1 - يغمر سلك من البلاتين في محلول الشب ويحرق فيعطى اللون الخاص به .
2 - يكشف عنه بوساطة محلول كوبلت نتريت الصوديوم$Na_3[Co(NO_2)_6]$ لاحظ الراسب المتكون ؟ ثم إختبر ذوبانيته بوساطة حامض الخليك المخفف .

أيون الألمنيوم (Al^{+3}) : أضف قطرات من محلول هيدروكسيد الأمونيوم (NH_4OH) الى محلول الشب ثم أضف قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بعد ذلك أضف محلول كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) .
ولاحظ التغيرات الحاصلة من تلك الإضافات ؟

أيون الكبريتات (SO_4^{-2}) : يتم الكشف عنه بالطرائق الآتية: -
1- أضف قطرا ت من محلول كلوريد الباريوم ($BaCl_2$) ولاحظ ماذا يحدث ؟
2- أضف قطرات من محلول نترات السترونتيوم $Sr(NO_3)_2$ ولاحظ ماذا يحدث ؟
3- أضف قطرات من محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) ولاحظ ماذا يحدث ؟

جزيئة الماء (H_2O): يكشف عنه بإستعمال كبريتات النحاس اللامائية ($CuSO_4$) .

ناقش الأسئلة الآتية :
1-أكتب المعادلات الخاصة بالكشف عن عناصر شب البوتاس وبصورة موزونة ؟
2-ماسبب تحلل الكاشف كوبلت نتريت الصوديوم بعد أسبوع من تحضيره ؟
3-بين تواجد شب البوتاس في الطبيعة ؟ وماهي خواصه ؟

تجربة -9-

حساب عدد جزيئات ماء التبلور في شب البوتاس
(The number of molecules of crystal water in potass.alum)

الجزء النظري : تنصهر بلورات شب البوتاس في درجة حرارة ($92C^0$) وتفقد الماء فوق هذه الدرجة أي عند درجة حرارة ($200C^0$) بحيث تفقد كل ماء التبلور وتصبح لامائية وتنتفخ متحولة الى كتلة بيضاء إسفنجية مسامية يسمى الشب المحروق (Burnt alum) : وهذا النوع من الشب تكون إذابته بالماء بطيئة وإذا ماكان التسخين شديداً سيتحلل هذا الشب الى كبريتات البوتاسيوم وأوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) وثالث أوكسيد الكبريت SO_3 .

الأدوات والمواد المستعملة: جفنة خزفية ، مصباح بنزن ، مجفف .
شب البوتاس ، كلوريد الكالسيوم اللامائي .

الجزء العملي :

1- سخن جفنة خزفية حتى درجة الإحمرارولمدة عشر دقائق فوق مثلث خزفي بوساطة مصباح بنزن .
2- برد الجفنة في مجفف حاوي على كلوريد الكالسيوم اللامائي ومن ثم زن الجفنة .
3- سخن الجفنة مع المادة (شب البوتاس) بهدوء حتى درجة الإحمرار ولمدة عشر دقائق , برد الجفنة مرة أخرى ثم زنها .
4- أحسب نسبة الماء الموجود في شب البوتاس وعدد جزيئات ماء التبلور بالقانون الآتي: -

$$\text{عدد جزيئات ماء التبلور} = \frac{\dfrac{\text{الوزن المفقود للماء}}{\text{الوزن الجزيئي للماء}}}{\dfrac{\text{الوزن المتبقي من شب البوتاس}}{\text{الوزن الجزيئي لشب البوتاس}}}$$

$$\text{عدد جزيئات ماء التبلور} = \frac{\text{عدد مولات الماء}}{\text{عدد مولات شب البوتاس}}$$

ناقش الاسئلة الآتية:

1- أحسب عدد جزيئات ماء التبلور لشب البوتاس إذا علمت أن المنتوج العملي للشب يساوي (6.769 غم) ووزن شب البوتاس بعد الحرق يساوي (4.650 غم) ؟
2- مالفائدة من وجود كلوريد الكالسيوم داخل المجفف ؟ومماالفوائد الأخرى لكلوريد الكالسيوم ؟
3- كيف يمكن تعيين عدد جزيئات ماء التبلور لشب البوتاس وضح ذلك عملياً مع كتابة القانون الرياضي لهذا الغرض ؟

تجربة -10-

تحضير شب الكروم $2KCr(SO_4)_2.12H_2O$
(Preparation of chromium alum)

الجزء النظري :

في حالة إستعمال ملح الكروم الذي يكون الكروم فيه في حالة الأكسدة السداسية لذا يجب إستعمال عامل مختزل مثل كحول أثيلي فأنها تتأكسد الى الألديهايد .

الأدوات والمواد المستعملة: بيكر ، اسطوانة مدرجة ،سخان كهربائي مع حمام مائي ، محرار، محرك زجاجي .
دايكرومات البوتاسيوم ، ماء مقطر ، حامض الكبريتيك المركز ، كحول اثيلي .

الجزء العملي :

1- أذب (7.5 غم) من دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) في (50 مل) من الماء المقطرفي بيكر سعة 250 مل وسخن المحلول قليلاً في حالة عدم ذوبانه .
2- أضف (6 مل) من حامض الكبريتيك المركز قطرة فقطرة وبحذر مع التحريك .
3- أضف (10 مل) من كحول أثيلي قطرة فقطرة مع التحريك سيتلون المحلول باللون الأخضر الغامق ثم برد المحلول .
4-سخن في حمام مائي لمدة نصف ساعة وبدرجة حرارية ($70C^0$) حتى ظهور بلورات بنفسجية بعد التبريد ثم أفصلها بالسكب . وفي حالة عدم تبلورها تترك للإسبوع اللاحق .

ناقش الأسئلة الآتية:

1-عرف شب الكروم ثم أكتب الإسم العلمي له ؟
2- بين خطوات التفاعل لتحضير شب الكروم بمعادلات كيميائية موزونة ؟
3- ماهي العوامل المؤثرة عند تحضير شب الكروم ؟
4- في أي خطوة من خطوات التفاعل يتم إختزال الكروم من حالة الأكسدة السداسية الى الحالة الثلاثية؟ وما لون المحلول المتكون ؟
5- أحسب المنتوج النظري لشب الكروم ؟
6- أكتب الترتيب الألكتروني لكل من Cr^{+3} , Cr^{+6} وأيهما أكثر إستقرارية ؟
7- هل يمكن إستخدام عوامل أخرى بدلاً من الكحول الاثيلي عند تحضير شب الكروم ؟

تجربة -11-

الكشف عن آيونات شب الكروم
(Detection of the ions in chromium alum)

الجزء النظري : إن آيونات الكروم الثلاثي التكافؤ (Cr^{+3}) هي الأكثر إستقراراً من جميع الآيونات ذات الشحنة الثلاثية الموجبة للفلزات الأنتقالية ، والذي يظهر بلون أخضر لإملاح الكروم مثل كلوريد الكروم ($CrCl_3$) أو بلون بنفسجي في المحلول المائي من شب الكروم ذات البلورات البنفسجية الداكنة الذي يذوب بسهولة في الماء .

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب إختبار، حامل انابيب الإختبار .
شب الكروم ، كوبلت نتريت الصوديوم ، كلوريد الباريوم ، نترات السترونتيوم ، نترات الفضة ، هيدروكسيد الصوديوم ، بيروكسيد الهيدروجين ، خلات الصوديوم ، كاربونات الصوديوم ، فوسفات الصوديوم الحامضية ، ماء ، حامض الخليك المخفف .

الجزء العملي : يمكن الحصول على آيونات شب الكروم من خلال إذابة شب الكروم با لماء .

آيون البوتاسيوم والكبريتات والماء:
بنفس الطريقة التي تم الكشف عنهم في شب البوتاس .

آيون الكروم : يمكن الكشف عنه بالكواشف الآتية :-
1- أضف قطرة واحدة من محلول هيدروكسيد الصوديوم الى محلول شب الكروم ولاحظ الراسب المتكون؟ ثم أضف اليه زيادة من القاعدة ولاحظ ماذا يتكون ؟ بعد ذلك أضف اليه قطرات من القاعدة مع محلول بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) ولاحظ ماذا يحدث ؟
2- أضف قطرات من محلول خلات الصوديوم (CH_3COONa) الى محلول شب الكروم ولاحظ ماذا يحدث ؟
3- أضف قطرات من محلول كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3) الى محلول شب الكروم ولاحظ ماذا يتكون ؟
4- أضف قطرات من فوسفات الصوديوم الحامضية (Na_2HPO_4) الى محلول شب الكروم ولاحظ الراسب المتكون ؟

ناقش الأسئلة الآتية:
1- وضح تفاعلات آيون الكروم الثلاثي حسب الكواشف المذكورة بمعادلات موزونة ؟
2- يذوب الراسب المتكون من تفاعل آيون الكروم الثلاثي مع هيدروكسيد الصوديوم عند معاملته مع الحوامض المعدنية مثل حامض الهيدروكلوريك المخفف وضح ذلك بمعادلة موزونة ؟
3- ماهي إستعمالات شب الكروم ؟
4- مادور محلول بيروكسيد الهيدروجين عند إضافته الى المحلول الناتج من تفاعل زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول شب الكروم مع المعادلة ؟
5- إحسب عدد جزيئات ماء التبلور لشب الكروم عملياً ؟ ثم أكتب القانون الرياضي لها ؟

تجربة -12-

الكشف عن آيونات شب الحديد $2NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$
(Detection of the ions in ferric alum)

الجزء النظري : شب الحديد عبارة عن ملح مزدوج وليس معقد يتكون من إتحاد ملحين بسيطين إحداهما أحادي التكافؤ والآخر ثلاثي التكافؤ من آيوني (NH_4^+ و Fe^{+3}) من أملاح الكبريتات .

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب إختبار ، قضيب زجاجي ، حامل انابيب الإختبار .
شب الحديد ، كوبلت نتريت الصوديوم ، حامض الخليك المخفف ، هيدروكسيد الصوديوم ، حامض الهيدروكلوريك المركز ، ورقة عباد الشمس ، خلات الصوديوم ، فوسفات الصوديوم الحامضية ، كاربونات الأمونيوم ، كاشف الكابفيرون ، كلوريد الباريوم ، نترات السترونتيوم ، نترات الفضة ، كبريتات النحاس اللامائية ، ماء .

الجزء العملي : يمكن الحصول على آيونات شب الحديد من خلال إذابة شب الحديد بالماء
آيون الامونيوم (NH_4^+): يمكن الكشف عنه بطريقتين هما :-
1- بنفس الطريقة التي تم الكشف عنه في شب البوتاس عند إضافة الكاشف كوبلت نتريت الصوديوم .
2- أضف قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم الى محلول شب الحديد محرراً غاز . إكشف عن الغاز المتحرر بالطرائق الآتية :-
أ- عن طريق الشم .
ب- بإمرار قضيب مغمس بحامض الهيدروكلوريك المركز في محلول شب الحديد ولاحظ ماذا يحدث ؟
ج- بوضع ورقة عباد الشمس الزرقاء اللون فوق أنبوبة الإختبار الحاوية على محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول شب الحديد ولاحظ ماذا يحدث ؟

آيون الحديديك (Fe^{+3}) : يمكن الكشف عنه بالكواشف الآتية :-
1- أضف قطرات من محلول خلات الصوديوم الى محلول شب الحديد مع التسخين ولاحظ الراسب المتكون ؟
2- أضف قطرات من فوسفات الصوديوم الحامضية الى محلول شب الحديد ولاحظ ماذا يحدث ؟
3- أضف قطرات من محلول كاربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$ الى محلول شب الحديد ولاحظ ماذا يحدث ؟
4- أضف قطرات من محلول الكابفيرون $C_6H_5N(NO)ONH_4$ الى محلول شب الحديد ولاحظ الراسب المتكون ؟ ثم إختبر ذوبانية الراسب بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم .

آيون الكبريتات والماء : بنفس الطريقة التي تم الكشف عنهما في شب البوتاس .

ناقش الأسئلة الآتية :
1- أكتب الإسم العلمي لشب الحديد؟ ثم إرسم الصيغة التركيبية له ؟
2- أكتب المعادلات الخاصة بالكشف عن عناصر شب الحديد وبصورة موزونة ؟
3- كيف تميز بين آيون الحديد (III) وآيون الكروم (III) بإستخدام كاشف واحد فقط وبمعادلة موزونة ؟
4- قارن بين كل من محلول كلوريد الحديديك ومحلول شب الحديد من خلال تفاعلهما مع الكاشف فوسفات الصوديوم الحامضية مع المعادلات ؟
5-إرسم الصيغة التركيبية لكاشف الكابفيرون ولمعقده من خلال تفاعله مع آيون الحديديك مع كتابة الإسم العلمي للكاشف والمعقد المتكون ؟
6- أكتب خطوات عملية وعلى شكل نقاط تبين فيها طريقة تحضير شب الأمونيوم $2NH_4Al(SO_4)_2.12H_2O$ مختبرياً ثم بين إستعمالات هذا الشب ؟

تجربة -13-

التمييز بين آيونات الحديد (III) والحديد (II)

(Distinction between ferric and ferrous ions)

الجزء النظري : يحضر المحلول المائي للحديد يك من خلال إذابة مقدار معين من كلوريد الحديديك في الماء، لاحظ إن لون أيون الحديديك المتميئة $[Fe(H_2O)_6]^{+3}$ بنفسجي فاتح. أما كبريتات الحديدوز الأمونياكية المعروفة بملح مور (Mohr's Salt) ، ينحل ملح مور بشكل جيد في الماء. تمتاز محاليله المائية بأنها أكثر ثباتية تجاه الأوكسجين الجوي من محاليل كبريتات الحديد الثنائي التي يتأكسد الحديد فيها إلى الحديد الثلاثي. وتعود هذه الثباتية إلى آيون الأمونيوم التي تضفي صفة حامضية طفيفة إلى المحلول مما يمنع من أكسدته.

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب إختبار ، حامل انابيب الإختبار . كلوريد الحديديك ، كبريتات الحديدوز الأمونياكية ، فروسيانيد البوتاسيوم ، فريسيانيد البوتاسيوم ، ثايوسيانات البوتاسيوم ،هيدروكسيد الإمونيوم .

الجزء العملي : يحضر المحلول المائي للحديد (III) من خلال إذابة مقدار معين من كلوريد الحديديك في الماء ، لاحظ إن لون آيون الحديديك المتميئة $[Fe(H_2O)_6]^{+3}$ بنفسجي فاتح . بينما يحضر المحلول المائي للحديد (II) إستخدام كبريتات الحديدوز الأمونياكية المائية $(NH_4)_2[Fe(SO_4)_2].6H_2O$. وعند إذابته بالماء مع كمية قليلة من حامض الكبريتيك المخفف معطياً اللون الأخضر الباهت ذات الشكل الهندسي الثماني السطوح .

الجدول (3) : يبين الكواشف المستعملة للتمييز بين الحديديك والحديدوز

الكاشف	آيون الحديد (II)	آيون الحديد (III)
1- $K_4[Fe(CN)_6]$ فروسيانيد البوتاسيوم	$Fe_2[Fe(CN)_6]\downarrow$ فيروسيانيد الحديدوز (راسب أبيض أو أزرق باهت)	$Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$ فيروسيانيد الحديديك الصبغة البروسية) (راسب أزرق غامق)
2- $K_3[Fe(CN)_6]$ فريسياتيد البوتاسيوم	$Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$ فريسيانيد الحديدوز (الصبغة الترنبالية) (راسب أزرق غامق)	$Fe[Fe(CN)_6]$ فريسيانيد الحديديدك ↓ $Fe(CN)_3$ سيانيد الحديديك (محلول بني)
3- KCNS ثايوسيانات البوتاسيوم	محلول عديم اللون بغياب أملاح الحديديك	$Fe[Fe(CNS)_6]$ ثايوسيانات الحديديك الحديديكي محلول أحمر (غامق)
4- NH_4OH هيدروكسيد الامونيوم	$Fe(OH)_2\downarrow$ هيدروكسيد الحديدوز (راسب أبيض الى أبيض مخضر) ↓ O_2 ↓ H_2O $Fe(OH)_3$	$Fe(OH)_3\downarrow$ هيدروكسيد الحديديك (راسب بني محمر)

ناقش الأسئلة الآتية :

1- تنحل الصبغة البروسية والترنبالية بوساطة المحاليل الكاوية مثل KOH وضح ذلك بالمعادلات الموزونة مع رسم الصيغة التركيبية لكل من الفيرو والفيريسيانيد البوتاسيوم ؟

2- ماسبب تغير لون الراسب من أبيض مخضر الى بني محمر عند تفاعل هيدروكسيد الأمونيوم مع محلول كبريتات الحديدوز الأمونياكية المائية مع المعادلة ؟

3- يتم إضافة حامض الكبريتيك المخفف عند تحضير محلول مائي من كبريتات الحديدوز الأمونياكية وضح سبب ذلك ؟

4- أكتب بمعادلات موزونة للتمييز بين آيون الحديد (II) والحديد (III) من خلال تفاعلهما مع الكواشف الموجودة في الجدول ؟

الزمرة الثانية (IIA)(زمرة القلوية الترابية)

خواص هذه الزمرة :

1- تعتبر معادن ذات ألوان فضية براقة إضافة الى كونها خفيفة وهشة ولكنها أصلد من عناصر الزمرة الأولى.

2-تمتلك صفات آيونية في مركباتها كلما نزلنا الى الأسفل التي تحتوي على الكترونين في غلاف التكافؤ كما في الجدول (3) مكونة آيونات موجبة من خلال فقدانها ($2e^-$) بحيث يكون تكافؤها (2+) المشابه الى الترتيب الألكتروني للغازات النبيلة و(القريب لكل عنصر) .

جدول(3) : يبين الترتيب الألكتروني لكل عنصر من عناصر الزمرة الثانية

العنصر	الرمز	الترتيب الألكتروني
بريليوم (Berlium)	$_4Be$	$_2[He]2s^2$
مغنيسيوم (Magnesium)	$_{12}Mg$	$_{10}[Ne]3s^2$
كالسيوم (Calicum)	$_{20}Ca$	$_{18}[Ar]4s^2$
سترونتيوم (Strontium)	$_{38}Sr$	$_{36}[Kr]5s^2$
باريوم (Barium)	$_{56}Ba$	$_{54}[Xe]6s^2$
راديوم (Radium)	$_{88}Ra$	$_{86}[Rn]7s^2$

3- تكون أكاسيدها وهيدروكسيداتها قواعد قوية مثل هيدروكسيدات عناصر الزمرة الأولى ماعدا الباريوم وبذلك يجعلها تمتلك درجات إنصهار عالية وبالتالي تزداد إستقراريتها حرارياً كلما نزلنا الى الأسفل .

4- تمتلك مركباتها قوة إستقطاب عالية وتقل كلما نزلنا الى الأسفل .

5- تزداد فعالية مركباتها كلما نزلنا الى الأسفل من خلال تفاعلها مع المواد الأخرى .

6- تعطي أملاح عناصر هذه الزمرة الوان مميزة عند تحفيز الكتروناتها الخارجية ماعدا Be وMg .

7- تتواجد عناصر هذه الزمرة متحدة مع العناصر الأخرى في الطبيعة بشكل كبريتات ، سليكات ، كاربونات ----- الخ .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ماسبب تسمية هذه الزمرة بزمرة القلوية الترابية ؟

2- تقل قابلية ذوبان مركبات العناصر القلوية الترابية كلما نزلنا الى أسفل الزمرة وضح ذلك ؟

3- تعطي أملاح زمرة القلوية الترابية ألوان مميزة عند تهيج الكتروناتها الخارجية ماعدا Be وMg وضح سبب ذلك ؟

4- لماذا تقل قوة الإستقطاب لعناصر هذه الزمرة كلما نزلنا الى أسفل الزمرة ؟

5- يقل عدد جزيئات ماء التبلور لمركبات عناصر الزمرة الثانية كلما نزلنا الى الأسفل وضح سبب ذلك ؟

6- بين أهمية كل عنصر من عناصر زمرة القلوية الترابية صناعياً ؟

تجربة -14-

دراسة خواص فلز المغنيسيوم (Mg)
(The study of magnesium metal properties)

الجزء النظري : يُعد فلز المغنيسيوم من أكثر عناصر زمرةالقلوية الترابية إستقراراً بسبب وجود غشاء الأوكسيد على السطح الذي يقاوم النفاذية والتآكل بوساطة الماء والأوكسجين مكونا أوكسيد المغنيسيوم ذا الإستقرارية العالية . ويمكن الحصول على فلز المغنيسيوم صناعياً بعدة طرائق ، والطريقة الأكثر أقتصادياً من الطرائق الأخرى من خلال إجراء عملية إختزال أوكسيد المغنيسيوم بوساطة عنصر السليكون بوجود CaO (الجير الحي) وتحت تأثير تخلخل ضغط للحصول على فلز المغنيسيوم .

$$2MgO.CaO+Si \rightarrow 2Mg+2CaO.SiO_2$$

ويُعد فلز المغنيسيوم ثالث المعادن إنتشاراً في القشرة الأرضية والإثنان الأوليان هما الحديد والألمنيوم ، ويأتي المغنيسيوم بالمرتبة الثانية بعد الليثيوم من حيث خفة وزنه ولذلك نراه دائماً متحداً مع الكثير من المواد.

الأدوات والمواد المستعملة:انابيب إختبار ، حامل انابيب الإختبار .
أوكسيد المغنيسيوم ، حامض الهيدروكلوريك المركز والمخفف ، هيدروكسيد البوتاسيوم ، هيدروكسيد الأمونيوم .

الجزء العملي :
1- يكون فلز المغنيسيوم مكسياً بطبقة سوداء اللون في المختبر وبذلك يضاف حامض الهيدروكلوريك المخفف جدا للحصول على فلز المغنيسيوم ذا اللون الفضي البراق .
2- يحتاج الى درجات حرارية عالية لإذابته بالماء إذ يتم الحصول على محلول لايتفاعل مع هيدروكسيد البوتاسيوم أو هيدروكسيد الأمونيوم المخفف .
3- يتوهج بلهب غير مرئي عند تعرضه لدرجات حرارية عالية .

ناقش الأسئلة الآتية :
1- ماسبب غسل فلز المغنيسيوم بالمختبر بحامض الهيدروكلوريك الأكثر تخفيفاً بدلاً من المركز مع المعادلة ؟
2- لماذا يتفاعل المحلول المائي لفلز المغنيسيوم مع حامض الهيدروكلوريك المخفف ولايتفاعل مع هيدروكسيد البوتاسيوم أو هيدروكسيد الأمونيوم مع المعادلة ؟
3- وضح سبب كون الصفة القاعدية لمركبات المغنيسيوم ضعيفة مقارنة مع باقي عناصر الزمرة الثانية ؟
4- ماأهمية فلز المغنيسيوم صناعياً ؟

تجربة -15-

تفاعلات أيون المغنيسيوم (Mg^{+2})
(Reactions of the magnesium ion)

الجزء النظري : يتواجد المغنيسيوم في الطبيعة على شكل سليكات مثل الأسبستوز وكاربونات بشكل مغنيسايت والكلورايد على شكل ملح مزدوج بأسم كارالايت والكبريتات على شكل ملح إبيسوم ($MgSO_4.7H_2O$) ويستعمل كملين وله طعم لاذع وغير مرغوب به ويكون كثير الذوبان بالماء ، بينما الملح اللأمائي يستعمل كمجفف وخاصة للمواد المتعادلة والحامضية .

الأدوات والمواد المستعملة:

انابيب إختبار ، حامل انابيب الإختبار، حمام مائي . كبريتات المغنيسيوم المائية ، هيدروكسيد الأمونيوم، كلوريد الأمونيوم ، كبريتات الأمونيوم ، فوسفات الصوديوم الحامضية ، حامض الهيدروكلوريك المخفف ، كاربونات الصوديوم ، كاربونات الأمونيوم ، كاشف الأوكسين (8- هيدروكسي كوينولين) ، ماء ، كحول اثيلي .

الجزء العملي : يمكن الحصول على آيون المغنيسيوم من خلال إذابة كبريتات المغنيسيوم المائي($MgSO_4.7H_2O$) بالماء للحصول على الآيون الموجب الذي يتفاعل مع عدد من الكواشف وكالآتي :-

1- أضف قطرات من هيدروكيسد الأمونيوم الى آيون المغنيسيوم ولاحظ الراسب المتكون ؟ ثم إختبر ذوبانية الراسب في كل من كلوريد الأمونيوم وكبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$.
2- أضف قطرات من فوسفات الصوديوم الحامضية الى آيون المغنيسيوم ولاحظ الراسب المتكون ؟ ثم أضف محلول هيدروكسيد الأمونيوم لهذا الراسب ولاحظ ماذا يتكون ؟ ثم إختبر ذوبانية الراسب في كلا الحالتين بحامض الهيدروكلوريك المخفف .
3- أضف قطرات من محلول كاربونات الصوديوم وكاربونات الأمونيوم كُلٍ على حدة الى آيون المغنيسيوم ولاحظ الراسب المتكون؟ ثم إختبر ذوبانية الراسب في كلا الحالتين بمحلول كلوريد الأمونيوم .
4- أضف قطرات من كاشف الأوكسين (8- هيدروكسي كوينولين) C_9H_6NOH الى آيون المغنيسيوم ولاحظ الراسب المتكون؟ ثم إختبر ذوبانية الراسب بحامض الهيدروكلوريك المخفف .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ماسبب ذوبان الراسب المتكون من تفاعل آيون المغنيسيوم مع محلول هيدروكسيد الأمونيوم عند إضافة أحد أملاح الأمونيوم مع المعادلات؟
2- يعد الكاشف 8- هيدروكسي كوينولين هو كاشف امفوتيري وضح ذلك ؟
3- يتكون راسب مباشرة من تفاعل كاربونات الصوديوم مع آيون المغنيسيوم بينما لايتكون مثل هذا الراسب مع كاربونات الأمونيوم إلا عند التسخين وضح سبب ذلك ؟
4- وضح تفاعلات آيون المغنيسيوم مع عدد من الكواشف المذكورة وبمعادلات موزونة ؟
5- يتكون معقد المغنيسيوم مع كاشف الأوكسين في محيط قاعدي وضح ذلك؟ ثم إرسم الصيغة التركيبية للمعقد المتكون والإسم العلمي للكاشف ومعقده؟
6- ماأهمية آيونات المغنيسيوم في الطبيعة ؟ وأين يمكن تواجدها ؟

تجربة -16-

تفاعلات أيونات الكالسيوم والسترونتيوم والباريوم
(Ca^{+2} ,Sr^{+2},Ba^{+2})
(Reactions of the calcium , strontium and barium ions)

الجزء النظري : تمتاز عناصر الكالسيوم (Ca) والسترونتيوم (Sr) والباريوم (Ba) ، بأن لها فعالية عالية وتكون مستقرة بالهواء الجاف وتتفاعل بسرعة مع الماء مكونة هيدروكسيدات الفلز مع تحرر غاز الهيدروجين ، وكذلك تذوب بالحوامض المعدنية مع إنبعاث غاز الهيدروجين مكونة كلوريدات الفلز .

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب إختبار ، حامل انابيب الإختبار، حمام مائي .
كلوريد الكالسيوم ، نترات السترونتيوم ، كلوريد الباريوم ، كاربونات الأمونيوم ، حامض الخليك المخفف ، حامض الهيدروكلوريك المخفف ، اوكزالات الأمونيوم ، كرومات البوتاسيوم ، كبريتات الكالسيوم.

الجزء العملي : يمكن الحصول على أيونات الكالسيوم (Ca^{+2}) والسترونتيوم (Sr^{+2}) والباريوم (Ba^{+2}) من خلال إذابة كلوريد الكالسيوم ونترات السترونتيوم وكلوريد الباريوم على التوالي بالماء للحصول على الآيون الموجب لكل من الكالسيوم والسترونتيوم والباريوم التي تتفاعل مع عدد من الكواشف كالآتي :-

1- أضف قطرات من محلول كاربونات الأمونيوم الى كل من الآيونات الثلاث ولاحظ الرواسب المتكونة ؟ ثم إختبر ذوبانية هذه الرواسب في كل من حامض الخليك المخفف وحامض الهيدروكلوريك المخفف .

2- أضف قطرات من محلول أوكزالات الأمونيوم $(NH_4)_2C_2O_4$ الى كل من الآيونات الثلاث ولاحظ الرواسب المتكونة؟ ثم إختبر ذوبانية هذه الرواسب كما في الفقرة (1) .

3- أضف قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) الى كل من الآيونات الثلاث ولاحظ الرواسب المتكونة؟ ثم إختبر ذوبانية هذه الرواسب كما في الفقرة (1) .

4- أضف قطرات من كبريتات الكالسيوم ($CaSO_4$) الى كل من الآيونات الثلاث ولاحظ ماذا يتكون ؟

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ماهي خواص كل من فلز الكالسيوم والسترونتيوم والباريوم عددها بنقاط مع كتابة المعادلات ؟

2- كيف يمكنك التمييز بين كل من الآيونات الثلاث بإستعمال كاشف واحد فقط وبمعادلات موزونة ؟

3- ماسبب ذوبان كل من كرومات السترونتيوم والكالسيوم بحامض الخليك المخفف ماعدا كرومات الباريوم بينما كل هذه الرواسب الثلاث تذوب بحامض الهيدروكلوريك المخفف ؟

4- وضح تفاعلات آيونات الكالسيوم والسترونتيوم والباريوم مع الكواشف المذكورة بمعادلات موزونة ؟

تجربة -17-

معقدات الكالسيوم والمغنيسيوم
(Magnesium and calicum complexes)

الجزء النظري : إن تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم بالماء العسر يعني تقدير التراكيز لفلزات الزمرة القلوية الترابية . ويتطلب إستخدام محلول البفر عند التسحيح لتحديد نوع الآيون الفلزي عند pH معين مع وجود ليكاند بالصيغة الملحية وهو أثيلين ثنائي أمين رباعي حامض الخليك ثنائي الصوديوم (Na_2-EDTA) . ولكي يتم تعيين نقطة النهاية يستخدم دليل عضوي فلزي مثل إريوكروم اسود – T (EBT) وهو من أكثر الكواشف العضوية إستعمالاً .
وتقاس التراكيز بوحدة جزء بالمليون (p.p.m.) . ولتوضيح بعض التعاريف:-
العسرة المؤقتة : سببها وجود أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم على شكل بيكاربونات بصيغة $Ca\ or\ Mg(HCO_3)_2$ ويمكن إزالتها بالتسخين .
العسرة الدائمية : سببها وجود أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم على شكل كلوريدات وكبريتات بصيغة $MgSO_4\ or\ MgCl_2$ أو Ca وتزال بطريقتين هما :-
أ- باضافة مواد كيميائية مثل محلول كاربونات الصوديوم .
ب- باستعمال المبادلات الآيونية (Ion Exchangers) مثل مادة الزيولات (Alziolat).
المعقد (Complex): هو آيون أو جزيئة ناتجة من تفاعل آيونات أو جزيئات قابلة للبقاء بصورة مستقلة .
الدليل الفلزي(Evidence metallic) : هو عبارة عن صبغة عضوية شديدة التكوين والتي تكون مخلبية ذات الوان مختلفة مع الآيون الفلزي .
محلول البفر(المنظم)(الدارئ): هو المحلول المتميز بثبوت التركيز الهيدروجيني له عند إضافة كمية قليلة من حامض أو قاعدة ويتكون نظام البفر من مزيج لقاعدة ضعيفة مع ملحها مثل $NH_4Cl + NH_4OH$ أو لحامض ضعيف مع ملحه مثل$CH_3COONa + CH_3COOH$.
الأدوات والمواد المستعملة: دورق مخروطي ، ماصة ، سحاحة .
ماء الحنفية ، كلوريد الأمونيوم ، هيدروكسيد الأمونيوم (محلول البفر) ، EDTA ،ماء مقطر ، ملح الطعام .

الجزء العملي :

1- أنقل (40 مل) من ماء الإسالة (ماء الحنفية) بوساطة ماصة الى دورق مخروطي ثم أضف (10 قطرات) من محلول البفر(المنظم) عند (pH = 10) .
2- أضف قطرتين من دليل الإريوكروم أسود T الى المزيج ثم سحح وسجل حجم EDTA النازل من السحاحة وتعاد العملية مرتين للحصول على نتائج متقاربة
3-إستخرج عسرة الماء من خلال تحديد تركيز آيون الكالسيوم من القانون الآتي: -

$$[\ Ca^{+2}\ ] = \frac{V_{EDTA} \times M_{EDTA} \times A.W_{Ca}}{V_{sample}} \times 1000$$

4- إستخرج نسبة الكالسيوم في ملح الطعام بإضافة (1 غم) من ملح الطعام الى نفس الكميات السابقة وتعاد الحسابات السابقة .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- أكتب المعادلات الخاصة بتحضير معقد الكالسيوم مع EDTA ؟
2- لماذا أستخدم الليكاند EDTA بشكل ملح ثنائي الصوديوم بدلاً من الحامض الرباعي عند تحضير المحلول القياسي لليكاند ؟ مع كتابة الصيغة التركيبية له ؟
3- ماسبب إستخدام المحلول الدارئ في تجربة تحضير معقدات الكالسيوم والمغنيسيوم ؟
4- ماعسرة ماء الإسالة (ماء االحنفية) ؟
5- هل يحتوي الماء المقطر في المختبر على أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم ؟
6- ماسبب إستخدام دليل إريوكروم أسود T عند تسحيح EDTA مقابل ماء الإسالة ؟
7- هل أن معقد الكالسيوم مع EDTA مستقر أم لا وضح ذلك ؟
8- بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية للمعقد المتكون ؟
9- كيف تميز بالمختبر بين ماء الإسالة والماء المقطر وضح بالمعادلات إن وجدت ؟
10- تكلم عن الدليل الفلزي إريوكروم أسود T من حيث تحضيره وخواصه واهميته صناعياً ؟
11- ماتأثير العسرة الدائمية على الصناعة وخاصة (المراجل البخارية) ؟

تجربة -18-

تحضير كلوريد الباريوم ثنائي الماء ($BaCl_2.2H_2O$)
(Preparation of barium chloride dihydrate)

الجزء النظري : معادلة التفاعل

$$BaCO_3 + 2HCl + H_2O \rightarrow BaCl_2.2H_2O + CO_2$$

الأدوات والمواد المستعملة: انبوبة إختبار بايركس ، مصباح بنزن ، جهاز ترشيح بسيط ، حمام ثلجي .
حامض الهيدروكلوريك المخفف ، كاربونات الباريوم .

الجزء العملي :

1- ضع (5 مل) من حامض الهيدروكلوريك المخفف في أنبوبة إختبار ثم أضف اليه تدريجياً (2.5 غم) من كاربونات الباريوم مع إضافة زيادة حوالي (2.5 مل) من حامض الهيدروكلوريك المخفف .
2- سخن المحلول الى درجة الغليان ثم رشح المحلول وهو ساخن .
3- برد المحلول في حمام ثلجي ثم رشح مرة أخرى للحصول على بلورات بيضاء اللون من كلوريد الباريوم المائي .
4- جفف الناتج وأحسب النسبة المئوية الوزنية للناتج المتكون .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ما سبب تسخين المزيج الى حد الغليان ؟
2- مافائدة إضافة زيادة من حامض الهيدروكلوريك المخفف ؟
3- أحسب المنتوج النظري للناتج المتكون ؟
4- كيف يمكن تعيين عدد جزيئات ماء التبلور في هذه التجربة وضح ذلك عملياً مع كتابة القانون الرياضي لهذا الغرض ؟
5- أكتب طرائق أخرى لتحضير كلوريد الباريوم المائي مع المعادلات ثم بين خواصه وإستعمالاته ؟

تجربة -19-

تحضير بيروكسيد الباريوم (BaO_2)
(Preparation of barium peroxide)

الجزء النظري : معادلة التفاعل

$$BaCl_2.2H_2O + H_2O_2 \longrightarrow BaO_2 + 2HCl + 2H_2O$$

الأدوات والمواد المستعملة: دورق مخروطي ، حمام مائي ثلجي ، جهاز بخنر للترشيح .
كلوريد الباريوم المائي ، محلول الأمونيا المخففة ، بيروكسيد الهيدروجين .

الجزء العملي :

1- **من تجربة تحضير كلوريد الباريوم المائي، خذ الناتج المتكون وأضف اليه (4 مل) من محلول الأمونيا المخففة في دورق مخروطي ثم أضف (10 مل) من محلول بيروكسيد الهيدروجين المبرد بالثلج .**
2 - أضف محلول بيروكسيد الهيدروجين الى مزيج التفاعل قطرة فقطرة مع التحريك المستمر ثم إترك المحلول لفترة (30 دقيقة) تقريباً.
3- إجمع الراسب الناتج بوساطة جهاز بخنر وإغسل الراسب بالماء المقطر.
4- جفف الراسب الناتج وأحسب النسبة المئوية الوزنية للناتج المتكون .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ما الفائدة من إضافة محلول الأمونيا المخففة الى كلوريد الباريوم المائي ؟
2- **ما سبب حفظ محلول بيروكسيد الهيدروجين في مكان مبرد دائماً ؟**
3- ماذا نقصد بالبيروكسيد ؟
4- أحسب المنتوج النظري للناتج المتكون ؟
5- أكتب عن طرائق تحضير محلول بيروكسيد الباريوم مع المعادلات ثم بين خواصه وإستعمالاته ؟

تجربة -20-

دراسة بعض تفاعلات بيروكسيد الباريوم
(Study of some barium peroxide reactions)

الجزء النظري : يسلك البيروكسيد كعامل مؤكسد قوي وذلك لسهولة إنفصال الأوكسجين الذي إستطاع أن يؤكسد برادة الحديد الى أيون الحديد (III) بشكل أملاح الكبريتات الذائبة ذات اللون الأصفر. وكذلك يسلك كعامل مختزل فقط مع العوامل المؤكسدة القوية الذي أستطاع أن يزيد العدد التأكسدي لذرة الأوكسجين في البيروكسيد من (1- ← 0) مع إنطلاق غاز الأوكسجين ، كما في تفاعل البيروكسيد مع محلول برمنغنات البوتاسيوم المحمضة ومحلول نترات الفضة .

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب الإختبار ، حامل انابيب الإختبار ، حمام ثلجي ، سخان كهربائي .
بيروكسيد الباريوم ، برمنغنات البوتاسيوم ، حامض الكبريتيك المركز ، نترات الفضة ، برادة الحديد .

الجزء العملي :

1- محلول برمنغنات البوتاسيوم ($KMnO_4$) : أضف (10قطرات) من محلول برمنغنات البوتاسيوم ثم أضف اليه كمية قليلة من بيروكسيد الباريوم في أنبوبة إختبار مع تحميض المحلول بحامض الكبريتيك المخفف وسخن في حمام مائي ولاحظ ماذا يحدث ؟

2- محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) : أضف (7 قطرات) من محلول نترات الفضة ثم أضف اليه كمية قليلة من بيروكسيد الباريوم في أنبوبة إختبار ولاحظ ماذا يحدث ؟

3- برادة الحديد (Fe) : أضف (10 قطرات) من حامض الكبريتيك المخفف المبرد بالثلج ثم أضف اليه كمية قليلة من بيروكسيد الباريوم في أنبوبة إختبار ورشح ثم خذ الراشح المبرد وأضف اليه (0.1 غم) من برادة الحديد وسخن المزيج ولاحظ ماذا يحدث ؟

ناقش الأسئلة الآتية :

1- في تفاعل البيروكسيد مع محلول برمنغنات البوتاسيوم ومحلول نترات الفضة أكتب معادلة التفاعل مع الموازنة ثم بين سلوك البيروكسيد في هذا التفاعل ؟
2- ما الفائدة من إضافة حامض الكبريتيك المخفف البارد الى بيروكسيد الباريوم مع المعادلة الموزونة ؟
3- ما سلوك البيروكسيد تجاه برادة الحديد المضافة الى الراشح الناتج من تفاعل بيروكسيد الباريوم مع حامض الكبريتيك المخفف والمبرد مع المعادلات ؟
4- ماإحتمالية المعقد المتكون من تفاعل كبريتات التيتانيوم $Ti(SO_4)_2$المذاب في حامض الكبريتيك الى الراشح الناتج من تفاعل بيروكسيد الباريوم مع حامض الكبريتيك المبرد ثم أكتب معادلات التفاعل ؟
5- مانوع الراسب المتكون من تفاعل نترات الزئبقيك $Hg(NO_3)_2$ مع محلول قاعدي من هيدروكسيد البوتاسيوم ثم بين سلوك بيروكسيد الهيدروجين من خلال تفاعله مع الراسب المتكون مع المعادلات ؟

الزمرة الثالثة (IIIA) (زمرة الترابيات)

خواص هذه الزمرة :

1- تمتلك عناصر هذه الزمرة $3e^-$ في غلاف التكافؤ كما في الجدول (4) وبذلك تتميز عناصرها بالتكافؤ الثلاثي في حين وتزداد أهمية التكافؤ الأحادي كلما نزلنا الى أسفل الزمرة ، كما في حالة الثاليوم يكون (+1) مستقراً بينما (+3) عامل مؤكسد .

جدول(4):- يبين الترتيب الألكتروني لكل عنصر من عناصر الزمرة الثالثة

العنصر	الرمز	الترتيب الألكتروني
بورون (Boron)	$_5B$	$_2[He]2s^22p^1$
المنيوم(Aluminum)	$_{13}Al$	$_{10}[Ne]3s^23p^1$
كاليوم (Gallium)	$_{31}Ga$	$_{18}[Ar]3d^{10}4s^24p^1$
أنديوم (Indium)	$_{49}In$	$_{36}[Kr]4d^{10}5s^25p^1$
ثاليوم (Thalium)	$_{81}Tl$	$_{54}[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^1$

2- يشتهر البورون بتكوين مركبات مهمة مثل :

أ-<u>البورات (Borates)</u>: وهي مركبات ذات تركيب معقد الذي يرتبط البورون تناسقياً مع الأوكسجين وتكون على نوعين هما المتميئة مثل بورات الصوديوم المتميئة (البوراكس) صيغتها ($Na_2B_4O_7.H_2O$) وغير المتميئة مثل بورات الكالسيوم غير المتميئة صيغتها (CaB_2O_4) .

ب- <u>البوريدات(Borides)</u>: وهي تلك المركبات التي يكون فيها البورون ذوكهروسالبية أعلى من بقية أعضاء زمرته الذي يتحد مع عناصر ذوكهروموجبية عالية كالعناصر الأنتقالية مثل ,FeB CoB, MnB, CrB .

ج- <u>هيدريدات البورون (Boron hydrides) أو البورانات أو البورينات (Boranes)</u>: وهي مركبات تساهمية متطايرة شديدة الفعالية حيث أكثرها يلتهب تلقائياً ويتحلل تحللاً مائياً مباشراً مثل , B_2H_6 , B_5H_{11} ----- الخ .

د- <u>البورازينات (Borazines)</u>: وتشمل مركبات البورون مع النيتروجين مثل البورازين $B_3N_3H_6$ الذي يشابه البنزين من حيث صفاته الفيزيائية ولكنه يختلف من حيث الفعالية الكيميائية .

3- إن العناصر الثلاث (Tl, In, Ga) لهم صفات فيزيائية تختلف تماماً عن العنصرين (Al و B) وخاصة بالنسبة الى درجة الإنصهار والكثافة بحيث إن كل من (Alو B) يمتلكان درجات إنصهار عالية جدا مقارنة مع العناصر الثلاث وكذلك Ga له كثافة نسبية عالية مقارنة مع Al ، وهذا يعود الى إنخفاض الحجم الذري للكاليوم .

4- تمتلك عناصر هذه الزمرة قدرة إستقطابية عالية مما يجعلها شديدة الميل نحو تكوين مركبات معقدة .

5- تزداد الصفة الفلزية والآيونية كلما نزلنا الى أسفل الزمرة وهذا مما يجعل البورون من اللأفلزات .

6- يمتلك البورون صفة حامضية بحيث يختلف عن الألمنيوم من حيث قابلية ذوبانه في كل من الحوامض والقواعد بينما الثاليوم والإنديوم لهما خواص قاعدية ، وهذا مما يجعل الصفات المميزة لأكاسيد وهيدروكسيدات عناصرها تتغير من الحامضية الى الأمفوتيرية ومن ثم الى القاعدية كلما نزلنا الى اسفل الزمرة .

7- تكون عناصر هذه الزمرة معقدات ثمانية السطوح (سداسية التناسق) والهرم الرباعي(رباعي التناسق) ويتميز Al عن كل من Tl , In,Ga,B من خلال قابليته على تكوين تناسق سداسي كما في حالة معقد الأوكزالات مع الألمنيوم $K_3[Al(C_2O_4)_3].3H_2O$.

<u>ناقش الأسئلة الآتية</u> :

1- ما سبب إزدياد إستقرارية حالة التأكسد (+1) كلما نزلنا الى اسفل الزمرة الثالثة (بزيادة العدد الذري) مع حصول تضاؤل في حالة الأكسدة (+ 3) ؟

2- ما سبب تغير الصفات لاكاسيد وهيدروكسيدات عناصرها من الحامضية الى الأمفوتيرية ومن ثم الى القاعدية ؟

3- بروز الصفة الفلزية كلما نزلنا الى اسفل الزمرة الثالثة وضح سبب ذلك ؟

4- إرسم الصيغة التركيبية لكل من البوراكس وبورات الكالسيوم غير المتميئة والبورازين ؟

5- لماذا يختلف البورازين عن البنزين من حيث الفعالية الكيميائية ؟

6- ماسبب إنتشار مركبات البورون ؟

7-ماأهمية كل عنصر من عناصر الزمرة الثالثة صناعياً ؟

تجربة -21-

تفاعلات آيون الألمنيوم (Al^{+3})
(Reactions of the aluminum ion)

ا لجزء النظري : يمتاز عنصرالألمنيوم (Al) بأنه قليل التأثر بحامض الكبريتيك المخفف البارد بينما سريع الإذابة بحامض الكبريتيك المركز الساخن. ويكون غير فعال تجاه حامض النتريك وهذا يعزى الى وجود حماية كافية للأوكسيد بحيث يمنع من تحرر غاز ثنائي أوكسيد النيتروجين (NO_2) . بينما يذوب بسرعة بحامض الهيدروكلوريك المخفف مع إنبعاث غاز الهيدروجين وكذلك يذوب بمحاليل القواعد الكاوية مكوناً الألومينات .

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب الإختبار ، حامل انابيب الإختبار.
كبريتات الألمنيوم المائية ، هيدروكسيدالأمونيوم ، هيدروكسيد الصوديوم ، كلوريد الأمونيوم ، حامض الهيدروكلوريك المخفف ، خلات الصوديوم ، كاربونات الصوديوم ، فوسفات الصوديوم الحامضية ، حامض الخليك المخفف ، ماء مقطر .

الجزء العملي : يمكن الحصول على آيون الألمنيوم من خلال إذابة كبريتات الألمنيوم المائية $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ بالماء للحصول على الآيون الموجب (Al^{+3}) ويتفاعل مع عدد من الكواشف وهي :-

1- أضف قطرات من محلول هيدروكسيد الأمونيوم الى آيون الألمنيوم ولاحظ الراسب المتكون ؟ ثم إختبر ذوبانية الراسب في كل من محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول كلوريد الأمونيوم وحامض الهيدروكلوريك المخفف ؟
2- أضف قطرات من محلول خلات الصوديوم الى آيون الألمنيوم ولاحظ ماذا يتكون ؟
3- أضف قطرات من محلول كاربونات الصوديوم الى آيون الألمنيوم ولاحظ ماذا يحدث ؟
4- أضف قطرات من محلول فوسفات الصوديوم الحامضية الى آيون الألمنيوم ولاحظ الراسب المتكون ؟ ثم إختبر ذوبانية الراسب في كل من حامض الهيدروكلوريك المخفف وحامض الخليك المخفف ومحلول هيدروكسيد الصوديوم ؟

ناقش الأسئلة الآتية :
1 - ماسبب إذابة الراسب الناتج من تفاعل آيون الألمنيوم مع محلول هيدروكيسد الأمونيوم إذابة تامة مع كل من محلول هيدروكسيد الصوديوم وحامض الهيدروكلوريك المخفف بينما تحدث إذابة قليلة في محلول كلوريد الأمونيوم ؟
2- ماهي خواص فلز الألمنيوم عددها مع المعادلات ؟
3- كيف يمكنك التمييز بين آيونات الألمنيوم والكروم الثلاثية التكافؤ باستعمال كاشف واحد فقط مع المعادلات؟
4- وضح تفاعلات آيون الألمنيوم مع عدد من الكواشف المذكورة وبمعادلات موزونة ؟
5- ماعلاقة مرض الزهايمر (الخرف المبكر) بالألمنيوم ؟
6- لماذا تكون علب المشروبات الغازية هشة ؟
7- ماأهمية فلز الألمنيوم صناعياً ؟ وما تأثيراته في تلوث البيئة ؟

تجربة -22-

تحضير ثلاثي أوكزالاتو الومينات(III) البوتاسيوم ثلاثي الماء
$K_3[Al(C_2O_4)_3].3H_2O$ (Preparation of potassium trioxalato aluminate(III) trihydrate)

ا لجزء النظري : المعادلات الخاصة بتحضير المعقد

$$2Al + 2OH^- + 6H_2O \rightarrow 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2$$

$$\downarrow 2H_2O$$

$$3C_2O_4^{-2} + [Al(OH)_4(H_2O)_2]^-$$

$$\downarrow$$

$$3K^+ + [Al(C_2O_4)_3]^{-3}.3H_2O$$

$$\downarrow$$

$$K_3[Al(C_2O_4)_3].3H_2O$$

الأدوات والمواد المستعملة: دورق مخروطي ، سخان كهربائي ، جهاز ترشيح بسيط ، ورق ترشيح ، حمام ثلجي .
هيدروكسيد البوتاسيوم ، ماء مقطر ، خراطة الألمنيوم ، حامض الأوكزاليك ، كحول اثيلي .

الجزء العملي :

1- أذب (0.6 غم) من هيدروكسيد البوتاسيوم في (2.5 مل) من الماء المقطر ثم أضف هذا المحلول وببطأ الى دورق مخروطي حاوي على (0.25 غم) من خراطة الألمنيوم (Al) .
2- بعد الإنتهاء من خروج الغازات (الفوران) سخن المحلول الى درجة الغليان ثم رشح وأضف الى الراشح الساخن (3.5 غم) من حامض الأوكزاليك ($H_2C_2O_4$) المذاب في (5 مل) من الماء المقطرعلى دفعات .
3- برد المحلول الى درجة حرارة الغرفة ثم برده بحمام ثلجي وأضف (5 قطرات) من الكحول الأثيلي لظهور البلورات ثم رشح وجفف بالهواء وأحسب النسبة المئوية الوزنية للراسب المتكون .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ما أهمية إستعمال محلول هيدروكسيد البوتاسيوم في هذه التجربة ؟
2- ما سبب تسخين المحلول حتى الغليان ؟
3- يتم إدخال آيون الأوكزالات بصورة غير مباشرة وليس بصورة مباشرة وضح سبب ذلك ؟
4- هل ان المعقد المحضر في هذه التجربة مستقر أم لا ؟ ثم بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية للمعقد المتكون ؟
5- ماسبب إضافة الكحول الأثيلي في هذه التجربة ؟
6- أحسب المنتوج النظري للمعقد المتكون ؟
7- أحسب عدد الأكسدة للألمنيوم في المعقد $[Al(C_2O_4)_3]^{-3}$ ؟

تجربة -23-

الكشف عن عناصر معقد الاوكزالات مع الالمنيوم
(Identification of oxalate and aluminum in their complex)

ا لجزء النظري : يكون حامض الأوكزاليك النقي مادة بلورية بيضاء اللون مع جزيئتين من الماء بصيغة $H_2C_2O_4.2H_2O$ أو $HO_2C.CO_2H.2H_2O$ ويصبح لامائي عند تسخينه الى درجة حرارة ($110C^0$) وعند التسخين الشديد يتحلل الحامض الى H_2O , CO_2 , CO . وهو حامض ثنائي القاعدية ذات قوة معتدلة وتكون أملاحه ذائبة بالماء فقط مع الفلزات القلوية والمغنيسيوم وآيون الحديد (II) بينما باقي أملاح الأوكزالات الأخرى لاتذوب أو شحيحة الذوبان بالماء . ومن معقدات حامض الأوكزاليك مع الآيونات الموجبة (الكأتيونات) Ni^{+2} , Al^{+3} ,Cr^{+3} ,Fe^{+3} مكونة الآيونات السالبة (الأتيونات) $[Cr(C_2O_4)_3]^{-3}$, $[Fe(C_2O_4)_3]^{-3}$, $[Ni(C_2O_4)_3]^{-4}$ $[Al(C_2O_4)_3]^{-3}$ ،ويعد معقد الآيون السالب مع الألمنيوم مثال لمعقدات الألمنيوم ثمانية السطوح .

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب إختبار ، حامل انابيب إختبار ، سخان كهربائي .
معقد الأوكزالات مع الألمنيوم ، هيدروكسيد الصوديوم ، هيدروكسيد الأمونيوم ، خلات الصوديوم ، كاربونات الصوديوم ، أورثوفوسفات الصوديوم ، نترات الفضة ، كلوريد الباريوم ، كلوريد الكالسيوم ، برمنغنات البوتاسيوم ، حامض الكبريتيك المخفف .

الجزء العملي :

1– الكشف عن آيون الألمنيوم بإستعمال الكواشف الآتية:

أ- محلول هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) .
ب- محلول هيدروكسيد الأمونيوم (NH_4OH) .
ج- محلول خلات الصوديوم (CH_3COONa) .
د- محلول كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3) .
ه - محلول أورثو فوسفات الصوديوم (Na_3PO_4) .

2- الكشف عن آيون الأوكزالات بإستعمال الكواشف الآتية:

أ- محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) .
ب- محلول كلوريد الباريوم ($BaCl_2$) .
ج- محلول كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) .
د- محلول برمنغنات البوتاسيوم ($KMnO_4$):- أضف(15 قطرة) من محلول برمنغنات البوتاسيوم المحمضة بحامض الكبريتيك حوالي (10قطرات) في أنبوبة إختبار ثم أضف كمية قليلة جد اً من المعقد المحضر ولاحظ ماذا يحدث بدرجة حرارة المختبر ؟ ثم سخن بدرجة حرارية C^0(60-70) . ويعد هذا الكشف هو خاص عن الأوكزالات .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ماذا يتكون من خلال تفاعل كل من محلول نترات الفضة وكلوريد الباريوم وكلوريد الكالسيوم مع معقد الأوكزالات مع كتابة المعادلات؟
2- في أي ظروف يمكن حدوث التفاعل بين معقد الأوكزالات ومحلول برمنغنات البوتاسيوم المحمضة وضح ذلك مع كتابة المعادلة الموزونة ؟
3- هل يحصل تفاعل بين معقد الألمنيوم مع كل من $NaOH$ NH_4OH , Na_2CO_3 , CH_3COONa ثم أكتب معادلة التفاعل ان وجدت مع ذكر السبب ؟
4- هل يحصل تفاعل بين معقد الألمنيوم وأورثو فوسفات الصوديوم مع كتابة معادلة التفاعل إن وجدت مع بيان السبب ؟ وهل يمكن إعادة تكوين المعقد من جديد مع كتابة المعادلة إن وجدت ؟
5- وضح ميكانيكية حدوث تفاعل محلول برمنغنات البوتاسيوم المحمضة مع معقد الأوكزالات وبشكل خطوات مع المعادلات ؟
6-لماذا يحضر محلول برمنكنات البوتاسيوم في قناني زجاجية غامقة وفي مكان مظلم مع المعادلة ؟

الزمرة الرابعة (IVA) (زمرة الكاربون)

خواص هذه الزمرة :

1- تمتلك عناصر هذه الزمرة $4e^-$ في غلاف التكافؤ كما في الجدول (5) أي لها تكافؤ رباعي ، بينما يزداد ثبات العدد التأكسدي الأقل للعنصر كلما إزداد الحجم الذري وبذلك تكون حالة التأكسد (4+) لكل من C وSi مستقرة بينما تصبح (2+) بصورة متناهية لكل من Ge وSn وأكثر أهمية في حالة Pb .

جدول(5): يبين الترتيب الألكتروني لكل عنصر من عناصر الزمرة الرابعة

العنصر	الرمز	الترتيب الألكتروني
كاربون (Carbon)	$_{6}C$	$_{2}[He]2S^{2}2p^{2}$
سليكون (Silicon)	$_{14}Si$	$_{10}[Ne]3s^{2}3p^{2}$
جرمانيوم (Germanium)	$_{32}Ge$	$_{18}[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{2}$
قصدير (Tin)	$_{50}Sn$	$_{36}[Kr]4d^{10}5s^{2}5p^{2}$
رصاص (Lead)	$_{82}Pb$	$_{54}[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^{2}6p^{2}$

2- تزداد الكهروموجبية لعناصر هذه الزمرة كلما نزلنا الى أسفلها فيكون C وSi لافلز و Ge شبه فلز بينما Sn و Pb فلزات .

3- إن مركبات القصدير والرصاص الرباعية التكافؤ تمتلك صفات تساهمية .

4- يختلف الكاربون عن أعضاء زمرته من حيث قابليته في تكوين أواصر مع نفسه (السلاسلية) من نوع (C-C) مثل الكرافيت والماس بينما تقل أهمية الآصرة من نوع (M-M) كلما نزلنا الى أسفلها وبالتدريج (C>>Si>>Ge=Sn>>Pb) أي كلما إزداد العدد الذري .

5- إن جميع عناصر هذه الزمرة تكّون بسهولة أكاسيد ثابتة مثل أكاسيد الكاربون والسيلكون مثل CO_2 , CO , SiO_2 , SiO-------- الخ .

6- يكون الكاربون عددا من الهيدريدات التساهمية كالألكينات بينما تقل إستقرارية هذه الهيدريدات كلما نزلنا الى أسفل الزمرة .

7- يزداد العدد التناسقي من 4 ← 6 في مركبات السليكون من خلال تفاعل مركبات السليكون مع الماء بينما لايحصل مثل هذه القابلية عند مركبات الكاربون وكمثال على ذلك : -

$$CCl_4 + H_2O \longrightarrow N.R.$$

$$SiCl_4 + 2H_2O \longrightarrow Si(OH)_2Cl_2 + 2HCl$$

$$Si(OH)_2Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow Si(OH)_4 + 2HCl$$

8 - يمكن تحضير مشتقات عضوية فلزية لعناصر هذه الزمرة كما في مركبات السليكون المعروفة.

ناقش الأسئلة الآتية :

1- وضح سبب جعل مركبات القصدير والرصاص الرباعية التكافؤ تمتلك صفات تساهمية ؟

2- لماذا يختلف الكاربون عن أعضاء زمرته من حيث قابليته في تكوين أواصر مع نفسه ؟

3- يتفاعل رابع كلوريد السليكون بسهولة مع الماء بينما لايحصل مثل هذا التفاعل مع رابع كلوريد الكاربون؟

4- تختلف صور الكاربون من حيث التهجين وإرتباط الذرات والإستعمال وضح ذلك ؟

5- ما أهمية كل عنصر من عناصر الزمرة الرابعة صناعياً عددها بنقاط ؟

تجربة -24-

عملية تنقية المياه من الملوثات

(Process of purifying water from pollutants)

الجزء النظري : إن الفحم أو الكاربون الذي يعرف بالجاركول (Charcaol)يستعمل في عدة تطبيقات حياتية , ومن هذه التطبيقات في تقنية المياه الملوثة التي تحمل بعض الشوائب والعوالق الصلبة وبعض الألوان والروائح الغير مرغوب فيها . وتستخدم هذه الطريقة في محطات تحلية المياه أيضاً وفي محطات معالجة المياه الملوثة كمياه المجاري وفي محطات تحلية مياه البحر فتتم العملية على نطاق واسع ، فقد تستعمل بعض المواد الكيميائية كمخثرات ومرسبات لبعض المواد التي لايمكن التخلص منها عن طريق الفحم أو الكاربون المنشط .

الأدوات والمواد المستعملة: بيكر زجاجي ، سخان كهربائي ،محرك زجاجي ، جهاز ترشيح بسيط.
رمل ، هيدروكسيد الأمونيوم ، ميرندا ، ماء الإسالة ، فحم نباتي أو حيواني منشط .

الجزء العملي :

1- أضف قليل من الرمل في بيكر زجاجي ثم أضف إليه كمية قليلة جداً من محلول هيدروكسيد الأمونيوم مع قليل من الميرندا إلى الخليط .
2- أضف إلى الخليط السابق (25 مل) من ماء الإسالة (ماء الحنفية) .
3- أضف وبشكل تدريجي (3 - 6 غم) تقريبا من الفحم النباتي أو الحيواني المنشط الى الخليط السابق .
4- إستخدم المحرك الزجاجي لتحريك الخليط لفترة بين (3 - 5 دقيقة) .
5- رشح الخليط بوساطة جهاز ترشيح بسيط مع نزول محلول مائي عديم اللون في دورق الإستقبال .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- عرف المياه الملوثة ومسببات التلوث ؟
2- ماهو دور الفحم الحيواني أو النباتي (الفحم المنشط) في هذه التجربة ؟
3- ماسبب إضافة كل من الرمل وبعض المشروبات الغازية مثل الميرندا أو الشاني ومحلول هيدروكسيد الأمونيوم في هذه التجربة ؟
4- يفضل تسخين الفحم النباتي أو الحيواني (الكاربون) عند إجراء هذه التجربة ؟
5- هل المحلول المائي الناتج من عملية الترشيح خالي من أي نوع من الملوثات ؟
6- ماسبب وضع قطعة من الفحم في الثلاجة من قبل بعض ربات البيوت ؟
**7- ماالفرق بين الفحم النباتي والفحم الحيواني ؟ **
8- ماالفرق بين المياه الصالحة للإستعمال والمياه غير النقية أو الملوثة تلويثاً طبيعياً والمياه الغير صالحة للإستعمال أو الملوثة ؟
9- عدد طرائق تطهير المياه (تعقيم) ؟
10- ماهي المراحل المتبعة في عملية تنقية مياة الشرب ؟
11- أذكر بعض المواد الكيميائية المستعملة كمخثرات ومرسبات لايمكن التخلص منها عن طريق الفم ؟

تجربة -25-

تحضير سداسي ثايويوريا نترات الرصاص $[Pb\{CS(NH_2)_2\}_6](NO_3)_2$
(Preparation of hexa thiourea lead (II) nitrate)

الجزء النظري :

معادلة التفاعل

$$Pb(NO_3)_2 + 6(NH_2)_2\text{-}C{=}S \longrightarrow [Pb\{CS(NH_2)_2\}_6](NO_3)_2$$

الأدوات والمواد المستعملة:دورق مخروطي ، محرك زجاجي ، جهاز ترشيح بسيط
نترات الرصاص ، الثايويوريا ، حامض نتريك مخفف .

الجزء العملي :

1- أذب (0.75 غم) من نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ في (3 مل) من الماء في دورق مخروطي .
2- أذب (1 غم) من الثايوريا $(NH_2)_2\text{-}C{=}S$ في (3.5 مل) من الماء الساخن في دورق مخروطي .
3- إمزج المحلولين ثم برد المزيج ستنفصل بلورات عديمة اللون على شكل إبر صغيرة رشح وإجمع البلورات.
4- أعد بلورة المعقد الناتج من خلال إذابته بأقل كمية ممكنة من محلول مكون من (5 مل من حامض النتريك + 5 مل من الماء)
5- أحسب النسبة المئوية الوزنية للناتج المتكون .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لمركب الثايويوريا ؟
2- أحسب العدد التأكسدي للرصاص في المعقد الناتج ؟
3- ثم بين نوع التهجين والشكل الهندسي للمعقد المتكون ؟
4- هل أن معقد الرصاص الناتج مستقر أم لا وضح ذلك ؟
5- أحسب المنتوج النظري للمعقد الناتج؟
6- أكتب عن خواص وتحضير وأهمية الثايوريا صناعياً ؟
7- بين سُمية الرصاص ؟

الزمرة الخامسة (V) (زمرة النيتروجين)

خواص هذه الزمرة:

1- تتشابه عناصر هذه الزمرة في الترتيب الالكتروني من حيث إحتوائها على $5e^-$ في غلاف التكافؤ كما في الجدول (6), مع وجود فروق بين كيمياء N وباقي أفراد الزمرة لعدم أحتواء N على أوربيتالات d فارغة بعكس أفراد باقي الزمرة .

جدول(6):- يبين الترتيب الألكتروني لكل عنصر من عناصر الزمرة الخامسة

العنصر	الرمز	الترتيب الألكتروني
نتروجين (Nitrogen)	$_{7}N$	$_{2}[He]2S^{2}2p^{3}$
فوسفور (Phosphour)	$_{15}P$	$_{10}[Ne]3s^{2}3p^{3}$
زرنيخ (Arsinic)	$_{33}As$	$_{18}[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{3}$
أنتيمون (Antimony)	$_{51}Sb$	$_{36}[Kr]4d^{10}5s^{2}5p^{3}$
بزموث (Bismuth)	$_{83}Bi$	$_{54}[Xe]4f^{14}\ 5d^{10}6s^{2}6p^{3}$

2- تمتلك عناصر هذه الزمرة تعدد حالات التأكسد لعناصر هذه الزمرة من خلال إستخدام جميع الكترونات التكافؤ الخمسة s و p والنيتروجين لايكون أكثر من أربع أواصر تساهمية فيظهر حالتي تأكسد (3-) مثل NH_3 و(5+) مثل HNO_3 بينما الفسفور يظهر بحالات تأكسدية متعددة وهي :- (3+,2+,1+,6+,4+,5+) مثل $PF_6^-, H_3PO_4, P_2Cl_4, PF_3$ بينما يمتلك Bi,Sb,As حالتي تأكسد هما (3+,5+) مع إزدياد أهمية حالة التأكسد (3+) كلما نزلنا الى الأسفل مثل $AsCl_3, SbCl_5, BiF_3$.

3- تزداد الصفات الكهروموجبية كلما نزلنا الى الأسفل فيكون N و P لافلزات و As شبه فلز بينما Sb و Bi فلزات .

4- إن جميع عناصر هذه الزمرة تكون هيدريدات من نوع (MH_3) وتقل إستقراريتها الحرارية كلما نزلنا الى أسفل الزمرة.

5 - يمتلك كل من النيتروجين والفوسفور صفة تساهمية في مركباتها مع إزدياد الصفة الآيونية لباقي أفراد هذه الزمرة .

6- إن الأكاسيد الحامضية للفوسفور فهي رباعية التناسق على شكل هرم رباعي مثل حامض الفوسفوروز (H_3PO_3) وحامض تحت الفوسفوروز (H_3PO_2)، وإن مجموعة –HOP تعطي هيدروجيناً حامضياً ولكن مجموعة H-P لاتعطيه .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ماسبب إزدياد إستقرارية حالة التأكسد (3+) كلما نزلنا الى أسفل الزمرة مع حصول تضاؤل في حالة الأكسدة (5+)؟

2- يمتلك الفوسفور حالات تأكسدية متعددة بينما النيتروجين يمتلك حالات تأكسدية محدودة وضح ذلك ؟

3- لماذا تقل إستقرارية هيدريدات عناصر هذه الزمرة كلما نزلنا الى أسفل الزمرة ؟

4- أكتب تهجين N_2, PF_6^-, PF_3 مع الشكل الهندسي والصيغة التركيبية لكل مركب من هذه المركبات ؟

5- بين أهمية كل عنصر من عناصر الزمرة الخامسة صناعياً ؟

تجربة -26-

تحضير كبريتات رباعي أمين النحاس أحادي الماء $[Cu(NH_3)_4]SO_4.H_2O$
(Preparation of tetraammine copper (II)sulphate monohydrate)

الجزء النظري :

معادلة التفاعل

$$CuSO_4.5H_2O + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4.H_2O + 4H_2O$$

الأدوات والمواد المستعملة:بيكر زجاجي ، محرك زجاجي ، حمام ثلجي ، جهاز ترشيح بسيط .
كبريتات النحاس المائية ، أمونيا ، ماء ، كحول اثيلي .

الجزء العملي :

1- أذب (1.25 غم) من كبريتات النحاس المائية ($CuSO_4.5H_2O$) في خليط متكون من [(5 مل) من أمونيا + (3مل)) من ماء مقطر] ثم حرك لمدة 5 دقائق في بيكر زجاجي .
2- أضف الى المحلول الناتج (5 قطرات) من الكحول الأثيلي بصورة تدريجية ، وفي حالة عدم تكوين المعقد (ظهور راسب) يترك بدرجة حرارة الغرفة لمدة نصف ساعة .
3- برد الخليط في حمام مائي بارد ثم رشح البلورات ذات اللون الأزرق الغامق .
4- إغسل الناتج بالراشح ثم إترك المعقد ليجف وأحسب النسبة المئوية الوزنية للمعقد الناتج .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ماالفائدة من أضافة كحول أثيلي الى مزيج التفاعل ؟
2- بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لليكاند المستعمل في هذه التجربة ؟
3- ماذا كان يعتقد سابقا حول تركيب معقد النحاس المتكون ؟ وما الذي تبين حول الشكل الهندسي للمعقد بعد دراسته بأشعة X– ؟ وكيف تم تفسير ذلك ؟
4- بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية للمعقد المتكون ؟
5- هل أن معقد النحاس مع الأمونيا مستقر أم لا وضح ذلك ؟
6- إحسب المنتوج النظري للمعقد المتكون ؟
7- سمي المركبات $PH_3, AsH_3, SbH_3, BiH_3$ مع ذكر التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لكل مركب من هذه المركبات ؟

تجربة -27-

دراسة بعض مركبات الفوسفور
(Study of some phosphor compounds)

الجزء النظري : جزيئة حامض الفوسفوريك مثل(H_3PO_4) الرباعية السطوح (tetrahedral) لديها ميل للدخول في تفاعلات تجميعية(بوليمرية) مع بعضها لتكوين جزيئات ثنائية (di-) ، ميتا (meta) أو متعدد (poly) حامض الفوسفوريك أو الفوسفات .عند تسخين حامض الفوسفوريك يفقد بصورة متتابعة الماء لتكوين حامض البايروفوسفوريك وحامض الميتافوسفوريك كما في المعادلات المبينة أدناه :

$$2H_3PO_4 \xrightarrow{220\ ^0C} H_4P_2O_7 + H_2O$$

(حامض البايروفوسفوريك)

$$H_4P_2O_7 \xrightarrow{320\ ^0C} 2HPO_3 + H_2O$$

(حامض الميتافوسفوريك)

يستفاد من الفوسفات صناعياً في تحضير الصابون وذلك بمزجها بمسحوق الصابون ، إذ إن فاعلية الصابون في التنظيف تنخفض بسبب تكوين بعض الرواسب من تفاعل الآيونات ثنائية التكافؤ الموجودة بالماء مثل (الكالسيوم والمغنيسيوم والحديدوز) مع الصابون . وعند إضافة الفوسفات لمسحوق الصابون فأنها تعمل على تكوين معقدات ثابتة وذائبة مع هذه الآيونات وبالتالي تمنع تكون الرواسب .

الأدوات والمواد المستعملة:جفنة ، مصباح بنزن ، انابيب إختبار ، حامل انابيب الإختبار .
فوسفات الصوديوم الحامضية ، فوسفات الصوديوم الأمونيوم الحامضية ، اورثوفوسفات الصوديوم ، نترات الفضة ، كلوريد الباريوم ، كبريتات النحاس المائية ، كلوريد الكادميوم المحمضة بحامض الخليك المخفف ، ماء .

الجزء العملي :

أ – تحضير بايروفوسفات الصوديوم ($Na_4P_2O_7$): سخن (0.5 غم) من فوسفات الصوديوم الحامضية (Na_2HPO_4) في جفنة ولمدة عشر دقائق . أكتب معادلة التفاعل ؟ ثم إحتفظ بناتج التسخين .

ب- تحضير ميتافوسفات الصوديوم ($NaPO_3$) : سخن (2 غم) من فوسفات الصوديوم الأمونيوم الحامضية ($NaNH_4HPO_4$) في جفنة ولمدة عشر دقائق . أكتب معادلة التفاعل ؟ ثم إحتفظ بالناتج .

ج- الكشف عن أملاح الفوسفات الثلاث :
1- حضر المحاليل الآتية :-
- محلول أورثوفوسفات الصوديوم في الماء .
- محلول بايروفوسفات الصوديوم في الماء .
- محلول ميتافوسفات الصودبوم في الماء .
2- إقسم كل من هذه المحاليل الى أربعة أقسام .
3- أضف الى كل قسم أحد الكواشف الآتية :
- (نترات الفضة ، كلوريد الباريوم ، كبريتات النحاس المائية ، كلوريد الكادميوم المحمضة بحامض الخليك المخفف) ولاحظ ظهور راسب أوعدم ظهور راسب في كل حالة .

4- سجل نتائجك بالجدول الآتي :-

الكاشف	محلول أورثوفوسفات الصوديوم	محلول بايروفوسفات الصوديوم	محلول ميتافوسفات الصوديوم
محلول نترات الفضة			
محلول كلوريد الباريوم			
محلول كبريتات النحاس المائية			
محلول كلوريد الكاديوم المحمض بحامض الخليك المخفف			

ناقش الأسئلة الآتية :

1- كيف تميز الأورثوفوسفات الصوديوم عن كل من البايروفوسفات الصوديوم والميتافوسفات الصوديوم بإستعمال كاشف واحد فقط مع المعادلات مع ذكر أعداد الأكسدة للفسفور في هذه المركبات ؟

2- بين ميكانيكية حامض البايروفوسفوريك وحامض الميتافوسفوريك من عملية تسخين حامض الأورثو فوسفوريك ؟

3- بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لكل من حامض الأورثو والبايروفوسفوريك ؟

4- أكتب معادلات التفاعل الخاصة لمحاليل الفوسفات الثلاث مع كل من الكواشف المذكورة بالجدول ؟

5- ماهي صور الفوسفور الشائعة ثم بين الخواص من الناحية الكيميائية والفيزيائية ؟ وماهي إستعمالات الفوسفات عددها ؟

الزمرةالسادسة (V I) (زمرةالكبريت)

خواص هذه الزمرة :

1- تتشابه عناصر هذه الزمرة بالترتيب الألكتروني لإحتوائه على $6e^-$ في غلاف التكافؤ كما في الجدول(7).

2- يختلف الأوكسجين عن أعضاء زمرته بالصفات الكيميائية والفيزيائية ومن حيث حالة التأكسد له (2-) وكونه غاز بينما أعضاء الزمرة (Po,Te,Se,S) تمثل مواد صلبة مع بنية معقدة وحالة تأكسدية موجبة فضلاً عن حالات تأكسدية سالبة .

جدول(7):- يبين الترتيب الألكتروني لكل عنصر من عناصر الزمرة السادسة

العنصر	الرمز	الترتيب الألكتروني
أوكسجين (Oxygen)	$_8O$	$_2[He]2S^22p^4$
كبريت (Sulpher)	$_{16}S$	$_{10}[Ne]3s^23p^4$
سلينيوم (Selenium)	$_{34}Se$	$_{18}[Ar]3d^{10}4s^24p^4$
تلوريوم (Tellurium)	$_{52}Te$	$_{36}[Kr]4d^{10}5s^25p^4$
بولونيوم (Polonium)	$_{84}Po$	$_{54}[Xe]4f^{14}\ 5d^{10}6s^26p^4$

3 - تزداد الصفات الكهروموجبية فيكون S لافلز و Te,Se من أشباه الفلزات بينما Po فلز والمشابه لعناصر الزمرة الخامسة .

4- تمتلك عناصر هذه الزمرة (بإستثناء الأوكسجين) حالة التأكسد الرباعية والسداسية إضافة الى حالة التكافؤ الثنائية وهذا مما يساعد على تكوين عدد كبير من المركبات مثل SF_4 , SeF_4 (رباعية) و SF_6, SeF_6 (سداسية) وTeF_8 ----- الخ .

5 - تكون جميع عناصر هذه الزمرة (بإستثناء الأوكسجين) هيدريدات طيارة .

6- تكون جميع عناصرها ماعدا الأوكسجين هاليدات من خلال تفاعل كل من (Te,Se,S) مع الفلور مباشرة لتكوين سداسي الفلور المناظر .

7- يمكن تحضير أكاسيد لعناصر هذه الزمرة من خلال تسخينها بالهواء لتكوين الأكاسيد مثل (PoO_2,TeO_2 , SO_2).

8- يزداد الميل لعناصر هذه الزمرة في تكوين المركبات الآيونية المعقدة مثل(PoI_6^{-2} , $SeBr_6^{-2}$, $TeBr_6^{-2}$) .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- تكوين عدد كبير من المركبات لعناصر هذه الزمرة (بإستثناء الأوكسجين) من خلال تعدد حالات التكافؤ وضح سبب ذلك ؟

2- ماسبب جعل جميع عناصر هذه الزمرة تكَون هيدريدات طيارة ماعدا الأوكسجين ؟

3- سَمي المركبات ($\underline{Te}Br_6^{-2}$, $\underline{Se}F_4$, $\underline{S}O_2$) وأحسب أعداد الأكسدة للعناصر التي تحتها خط ثم بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لكل مركب من هذه المركبات ؟

4- بين أهمية كل عنصر من عناصر الزمرة السادسة صناعياً ؟

تجربة -28-

تحضير ثايوكبريتات الصوديوم خماسية الماء ($Na_2S_2O_3.5H_2O$)
(Preparation of sodium thiosulphate pentahydrate)

الجزء النظري : يذوب الكبريت في محلول كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3) الساخن مكونا أيون الثايوكبريتات حسب المعادلة الآتية: -

$$SO_3 + S \longrightarrow S_2O_3^{-2}$$

إن $Na_2S_2O_3$ هو ملح للحامض ($H_2S_2O_3$) الذي لايوجد بصورة حرة وإنما يكون قلقاً ويتحلل وفق المعادلة الآتية:

$$H_2S_2O_3 \longrightarrow H_2SO_3 + S$$
$$\downarrow$$
$$SO_2 + H_2O$$

الأدوات والمواد المستعملة: دورق مخروطي ، مكثف هوائي ، محرك زجاجي ، جهاز ترشيح بسيط ، سخان كهربائي . كبريتيت الصوديوم ، ماء ساخن ،كبريت مطحون ،ورقة عباد الشمس .

الجزء العملي :

1- أذب (2 غم) من كبريتيت الصوديوم في (15 مل) من الماء الساخن في دورق مخروطي ثم أضف (0.5 غم) من الكبريت المطحون جيداً بعد ذلك ثبت مكثف هوائي على فوهة الدورق .

2- إغلي المحلول الى أن يتم تفاعل جميع الكبريت من خلال تكسر تجمعات الكبريت بوساطة المحرك الزجاجي لمدة ساعة ونصف ، وعند الإنتهاء من تفاعل جميع الكبريت تأكد من كون المحلول غيرحامضي بوساطة ورقة عباد الشمس .

3- رشح المحلول وركز الراشح الى حوالي (5 مل) ثم إترك المحلول ليبرد بعد ذلك أفصل البلورات عن المحلول بالترشيح وأحسب النسبة المئوية الوزنية للناتج المتكون.

ناقش الأسئلة الآتية :

1- بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لكل من آيون الكبريتيت وآيون الثايوكبريتات ؟

2- بين حالتي التأكسد لذرتي الكبريت في آيون الثايوكبريتات ؟

3- ماسبب عدم جعل محيط التفاعل حامضي ؟

4- أحسب المنتوج النظري لثايوكبريتات الصوديوم المائية ؟

5- سمي المركبات (SO_4^{-2}, SO_3) ثم بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لكل مركب.

تجربة - 29-

الكشف عن آيون الثايوكبريتات
(Detection of the thiosulphate ion)

الجزء النظري : إن ثايوكبريتات الصوديوم المائية هي مادة بلورية مع إذابة تامة بالماء مكونة معقد ملحي عديم اللون .
وكذلك معظم الثايوكبريتات الأخرى مثلاً مع الفلزات القلوية والسترونتيوم والخارصين والكاديميوم كلها ذائبة بالماء ماعدا ثايوكبريتات الرصاص والفضة والباريوم تكون محدودة الأذابة بالماء .
ويعد آيون الثايوكبريتات هو عامل مختزل متوسط في محيط حامضي ضعيف أومتعادل مكوناً آيون رابع الثايونات (tetrathionate ion) ($S_4O_6^{-2}$) كما في المعادلة الآتية :-

$$2S_2O_3^{-2} = S_4O_6^{-2} + 2e^-$$

الأدوات والمواد المستعملة: انابيب إختبار ، حامل انابيب الإختبار.
ثايوكبريتات الصوديوم ، حامض الهيدروكلوريك المخفف ، محلول الآيودين (KI/I_2) ، حامض الخليك المخفف ، كلوريد الباريوم ، نترات الفضة ، كلوريد الحديديك .

الجزء العملي : يمكن الحصول على آيون الثايوكبريتات من خلال إذابة ثايوكبريتات الصوديوم المائية $Na_2S_2O_3.5H_2O$ بالماء للحصول على الآيون السالب ($S_2O_3^{-2}$) ويتفاعل مع عدد من الكواشف كالآتي :

1- حامض الهيدروكلوريك المخفف (HCl) : أضف (5 قطرات) من حامض الهيدروكلوريك المخفف الى أنبوبة إختبار حاوية على (10 قطرات) من محلول الثايوكبريتات وسخن قليلاً مع وضع ورقة ترشيح مبللة بمحلول دايكرومات البوتاسيوم على فوهة انبوبة الإختبار ولاحظ ماذا يحدث ؟
2- محلول الآيودين (KI/I_2) : أضف قطرة واحدة من حامض الخليك الى أنبوبة إختبار حاوية على (10 قطرات) من محلول الآيودين ثم أضف قطرة فقطرة من محلول ثايوكبريتات الصوديوم حتى يتغير لون اليود الأحمر الى الأصفر .
3- محلول كلوريد الباريوم ($BaCl_2$) : خذ (10 قطرات) من محلول الثايوكبريتات في أنبوبة إختبار وأضف اليه قطرات من محلول كلوريد الباريوم ولاحظ ماذا يحدث ؟
4- محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) : خذ (10 قطرات) من محلول الثايوكبريتات وأضف اليه قطرة فقطرة من محلول نترات الفضة ولاحظ ماذا يحدث ؟
5- محلول كلوريد الحديديك ($FeCl_3$): خذ (10قطرات) من محلول الثايوكبريتات وأضف اليه قطرات من محلول كلوريد الحديديك ولاحظ ماذا يحدث ؟

ناقش الأسئلة الآتية :
1- مالفائدة من إستخدام ورقة ترشيح مبللة بمحلول دايكرومات البوتاسيوم عند الكشف عن محلول الثايوكبريتات مع حامض الهيدروكلوريك المخفف مع المعادلة ؟
2- لماذا لم يستخدم اليود لوحده في كشف الآيودين ؟
3- إرسم بنية المركب الناتج من كشف الآيودين ثم بين حالات التأكسد للكبريت في المركب الناتج؟
4- ماهو سلوك الثايوكبريتات تجاه اليود في كشف الآيودين ؟
5- أكتب معادلات التفاعل الخاصة بالكشف عن الثايوكبريتات مع كل كشف من الكشوفات وبصورة موزونة ؟
6- ماأهمية إضافة حامض الخليك المخفف الى محلول الآيودين وضح ذلك مع المعادلات الموزونة ؟
7- يعد ثايوكبريتات الصوديوم محلول غير قياسي وضح ذلك مع المعادلة ؟

الزمرة السابعة (VII) (زمرة الهالوجينات)

خواص هذه الزمرة :

1- تمتلك الهالوجينات ترتيب الكتروني هو($ns^2\ np^5$) في غلاف التكافؤ كما في الجدول (8) حيث يقل الكتروناً واحداً عن الترتيب الالكتروني لإقرب غاز فيه ، لذا فأنها تميل الى إكتساب هذا الالكترون وتكوين الآيونات السالبة (X^-) مكونة هاليدات آيونية مثل كلوريد الصوديوم أو مشاركتها بالألكترونات وتكوين هاليدات تساهمية منفردة مثل كلوريد الهيدروجين .

جدول(8): يبين الترتيب الألكتروني لكل عنصر من عناصر الزمرة السابعة

العنصر	الرمز	الترتيب الألكتروني
فلور(Fluorine)	$_{9}F$	$_{2}[He]2S^{2}2p^{5}$
كلور(Chlorine)	$_{17}Cl$	$_{10}[Ne]3s^{2}3p^{5}$
بروم(Bromine)	$_{35}Br$	$_{18}[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{5}$
يود(Iodine)	$_{53}I$	$_{36}[Kr]4d^{10}5s^{2}5p^{5}$
إستاتين(Astatine)	$_{86}At$	$_{54}[Xe]4f^{14}\ 5d^{10}6s^{2}6p^{5}$

2- توجد الهالوجينات على هيئة جزيئات ثنائية الذرات بحيث تربط بين الذرتين آصرة تساهمية أحادية .
3- تزداد فعالية الهالوجينات أبتداءاً من (At ← F) بحيث لايمكن تواجدها بصورة حرة بالطبيعة مع إزدياد درجات غليانها وإنصهارها نزولاً في المجموعة ، وهذا يعود الى حالتها الفيزيائية الأعتيادية من حيث كون F و Cl غازات و Br سائل و I و At مواد صلبة .
4- حالة التأكسد للهالوجينات (1-) وتميل بقية الهالوجينات (ماعدا الفلور) لتكوين حالات تأكسدية متعددة مثل (+7,+1,+3,+5) .
5- إن طبيعة الفلور الإستثنائية من حيث حجمه الذري الصغير وآيونه وطاقة تأينه القليلة (السالبية الكهربائية) وطاقة تفككه القليلة نسبياً مما يجعله بعدم أنتظام خواصه مع بقية الهالوجينات.
6- تتكون الهاليدات الآيونية من خلال تفاعل الهالوجينات مع عناصر ذات كهروموجبية عالية مثل القلويات والقلويات الترابية .
7- تزداد الخاصية الفلزية من (I ← F) حيث يشير لمعان اليود الى خواص فلزية قليلة .

ناقش الأسئلة الآتية :

1- ماسبب تسمية عناصر هذه الزمرة بالهالوجينات ؟
2- يمتلك الفلور حالة تأكسدية واحدة (1-) بحيث يختلف عن باقي أعضاء زمرته من حيث تعدد حالات الأكسدة لهم وضح سبب ذلك ؟
3- يعد اليود مادة صلبة وضح ذلك ؟
4- إزدياد درجات غليانها من (I ← F) وضح سبب ذلك ؟
5- لماذا يختلف الفلور عن باقي عناصر الهالوجينات بسهولة كسر الآصرة في جزيئة الفلور ؟
6- وضح أهمية كل عنصر من عناصر الزمرة السابعة صناعياً ؟

تجربة -30-

تحضير ثنائي أيودات النحاس (II) ثنائي الماء $Cu(IO_3)_2.2H_2O$
(Preparation of diiodate copper (II) dihydrate)

الجزء النظري :

معادلة التفاعل

$$KIO_3 + Cu(NO_3)_2 + 2H_2O \longrightarrow Cu(IO_3)_2.2H_2O + 2KNO_3$$

الأدوات والمواد المستعملة: بيكر زجاجي ، محرك زجاجي ، حمام ثلجي ،
جهاز ترشيح بسيط.
ايودات البوتاسيوم ، نترات النحاس ، ماء مقطر .

الجزء العملي :

1- أذب (1.25 غم) من ايودات البوتاسيوم (KIO_3) في (30 مل) من الماء المقطرفي بيكر زجاجي .
2- أذب (0.5 غم) من نترات النحاس [$Cu(NO_3)_2$] في (7 مل) من الماء المقطرفي بيكر زجاجي .
3- أضف المحلول (1) الى المحلول (2) بصورة تدريجية مع التحريك المستمر يتكون راسب أزرق فاتح من المعقد الناتج.
1- برد المزيج ورشح وإغسل الراسب بالماء البارد ثم جفف وأحسب النسبةالمئوية الوزنية للناتج المتكون .
2-

ناقش الأسئلة الآتية :

1- بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لكل من جذري الأيودات (IO_3^-) والنترات (NO_3^-)؟
2- بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لثنائي أيودات النحاس (II) ثنائي الماء ؟
3- مانوع الأواصر التي تربط بين آيون النحاس وآيون الأيودات للمعقد الناتج ؟
4- هل إن المعقد المتكون مستقر أم لا وضح ذلك ؟
5-أحسب المنتوج النظري للمعقد المتكون ؟
6- سمي المركبات وصنف الهاليدات الأحادية من المختلطة (ICl_4^-, ICl_2^-, I_3^-) ثم بين نوع التهجين والشكل الهندسي والصيغة التركيبية لكل مركب ؟