كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : كيمياء لاعضوية3

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

الأملاح المضاعفة

2-1- مقدمة:

يعرف الملح بأنه مادة مركبة ناتجة عن استبدال كامل أو جزئي للمعادن بهدروجين الحمض ، أو استبدال جذر الحمض بهيدروكسيد الأساس

وتتألف جزيئات الملح من : معدن + جذر الحمض ($CuCl_2$ $NaNO_3$ ، KOH)

ونميز نوعين من الأملاح هما :

- مركبات بسيطة و تشمل :

آ – أملاح الوسط العادي مثل : Na_2SO_4 , $6Al_2(SO_4)_3$, NaCl

ب – أملاح حمضية مثل : $NaHSO_4$, $NaHCO_3$.

ج – أملاح أساسية مثل : MgOHCl .

- مركبات معقدة و تشمل :

آ – أملاح مضاعفة مثل : شب الكروم و البوتاسيوم $KCr(SO_4)_2.12H_2O$. ملح مور $(NH_4)_2SO_4FeSO_4.6H_2O$

ب- أملاح معقدة مثل : $K_2[PtCl_6]$.

نلاحظ أن المركبات البسيطة ناتجة عن التكافؤ الرئيسي للعناصر ، أما المركبات المعقدة مثل : $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$, $K_2[PdCl_4]$. فهي ناتجة عن التكافؤين الرئيسي و الثانوي معاً ، أي هناك روابط عادية و روابط تساندية ، و هذه المركبات المعقدة يمكن أن تنتج عن تفاعلات المركبات البسيطة مع بعضها مثل

$$PdCl_2 + 2KCl \longrightarrow K_2[PdCl_4]$$

ملح بسيط ملح بسيط ملح معقد

هذه المركبات المعقدة تتشرد في المحلول كما يلي :

$$K_2[PdCl_4] \longrightarrow [PdCl_4]^{2-} + 2K^+$$

و الشاردة المعقدة $[PdCl_4]^{2-}$ ثابتة في المحلول، لذلك يمكن الكشف عن شوارد الكلور في المحلول .

من المركبات المعقدة ، الأملاح المضاعفة التي هي غير ثابتة في المحلول و تتفكك إلى جميع مكوناتها ، و تشبه المركبات المعقدة بالبنية البلورية و لا تشابهها في المحاليل ، منها أملاح الشبة و ملح مور ، و ملح شب الألمنيوم و البوتاسيوم $KAl(SO_4)_2 12H_2O$.

ولقد أكدت دراسة بلورات هذا الملح بوساطة الأشعة السينية أنه يملك البنية :

$$[K(H_2O)_6][Al(H_2O)_6](SO_4)_2$$

من الواضح أن شب الألمنيوم و البوتاسيوم بالحالة الصلبة ، هو عبارة عن مركب معقد ، أما في المحلول فهو يتفكك إلى جميع مكوناته كما يلي :

$$KAl(SO_4)_2 12H_2O \longrightarrow K^+ + Al^{3+} + 2SO_4^{2-} + 12H_2O$$

و يمكننا الكشف عن شوارد البوتاسيوم و الألمنيوم في المحلول ، و ينطبق ما ذكر على ملح مور .

إذاً فالأملاح المضاعفة تختلف عن الأملاح المعقدة ، بكونها تتفكك كلياً في المحاليل المائية إلى الشوارد البسيطة ، في حين أن الأملاح المعقدة في الماء ، تشكل شوارد معقدة ، و بصورة أخرى ، إن الأملاح المضاعفة هي أملاح معقدة يكون فيها ثبات كرة التساند الداخلية هذه ضعيفاً جداً ، على عكس الأملاح المعقدة التي تتصف بثبات كرة التساند الداخلية .

2-2- العمل المخبري :

2-2-1- تحضير ملح مور:

كبريتات الحديدي و الأمونيوم $FeSO_4 . 6H_2O$ ، $(NH_4)_2SO_4$.

- الطريقة الأولى :

المواد اللازمة :

برادة الحديد - حمض الكبريت الممدد - محلول مشبع من كبريتات الأمونيوم - محلول هيدروكسيد الصوديوم - محلول برمنغنات البوتاسيوم .

طريقة العمل :

خذ وزناً قدره /2.5/ غرام من برادة الحديد ، و حله بالحجم اللازم من حمض الكبريت الممدد ، و قدره / 43 / مل ، مع التسخين ، ثم رشح المحلول الناتج ، و بخر الرشاحة في كأس خزفي حتى بداية تشكل البلورات ، بعد ذلك حضر محلولاً مشبعاً من كبريتات الأمونيوم ، و خذ الكمية من المحلول ، بحيث أن كل مول واحد من الحديد يحتاج مولاً واحداً من كبريتات الأمونيوم .

امزج المحلولين السابقين دون تبريد مع التحريك المستمر ، بعد ذلك دع المحلول الناتج لتتم بلورته في حوض ماء مثلج ، رشح البلورات و اغسلها بكمية من الماء البارد و جففها عند درجة الحرارة / 50 إلى 60 / °م . ادرس بعض خواص المركب الناتج مثل : انحلاليته في الماء - تأثير الأسس عليه - تأثير المؤكسدات (برمنغنات البوتاسيوم) عليه .

كيف يتم الكشف عن الشوارد الداخلة في تركيب الملح الناتج ؟

اكتب معادلات التفاعلات الحاصلة .

- الطريقة الثانية :

المواد اللازمة :

- كبريتات الحديدي $Fe\,SO_4 . 7H_2O$ ، كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2\,SO_4$.

طريقة العمل :

خذ وزناً قدره / 7 / غرام من كبريتات الحديدي ، ثم خذ / 3.3 / غرام من كبريتات الأمونيوم ، ثم حل الخليط الصلب في أقل كمية ممكنة من الماء الساخن المضاف إليه 0.5 مل من حمض الكبريت الممدد ، بعد ذلك برد المحلول الناتج مع التحريك المستمر في ماء مثلج ، وافصل البلورات بالترشيح و جففها في درجة حرارة بين / 50 - 60 / °م .

2-2-2-تحضير كبريتات التوتياء و الأمونيوم : $(NH_4)_2\,Zn\,(SO_4)_2 . 6H_2O$

المواد اللازمة : كبريتات التوتياء - كبريتات الأمونيوم .

طريقة العمل :

خذ وزن / 4.5 / غرام من كبريتات التوتياء $Zn\ SO_4 . 7H_2O$ ، و خذ / 2.1 / غرام من كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2\ SO_4$ ، ثم حل الخليط في / 10 / مل من ماء مغلي ، رشح المحلول الساخن ثم برده ، و افصل البلورات المتشكلة من المحلول المعكر بالترشيح ، ثم جففها بين ورقتي ترشيح .

البلورات الناتجة هي كبريتات التوتياء و الأمونيوم ، و خواصها شفافة – عديمة اللون – تفقد جزيئات الماء بشكل جزئي في الهواء .– ينحل 12.6 غرام من الملح اللاماني في 100 مل من الماء في الدرجة 20° م .

2–2–3 – تحضير شب الحديد والأمونيوم ، $NH_4\ Fe\ (SO_4)_2 . 12\ H_2O$.

– الطريقة الأولى :

المواد اللازمة :

كبريتات الحديدي ، $FeSO_4 . 7\ H_2O$ – حمض الكبريت المركز – حمض الآزوت المركز _ محلول سداسي سيانوفرات III البوتاسيوم – كبريتات الأمونيوم – .

طريقة العمل :

خذ وزن / 8.3 / غرام من كبريتات الحديدي ثم حلها في / 20 / مل ماء مقطر أضيف إليه / 1 / مل من حمض الكبريت المركز لكبح عملية الحلمهة ، سخن المحلول ثم أضف / من 1 – 2 مل / من حمض الآزوت المركز تدريجياً أثناء التسخين ، وذلك من أجل أكسدة الحديد الثنائي إلى الحديد الثلاثي ، وفق المعادلة التالية:

$$6\ Fe\ SO_4 + 2HNO_3 + 3H_2SO_4 = 3Fe_2\ (SO_4)_3 + 2NO + 4H_2O$$

تأكد من الأكسدة الكاملة لشوارد الحديد الثنائية وذلك بأخذ / 0.5 / مل من المحلول و إضافة 3 نقاط من محلول فري سيانيد البوتاسيوم الذي يشكل معقد أزرق تورنبول مع شوارد الحديد الثنائي ، و معقد ذا لون بني مسود مع شوارد الحديد الثلاثي ،

بعد انتهاء عملية الأكسدة ، اغل المحلول الذي يكون لونه في البداية بنياً غامقاً ، و من ثم يتحول إلى البني المحمر . اسكب المحلول الناتج في كأس خزفية ، و بخر

على حمام مائي عند الدرجة / 80 / ° م ، حتى تشكل المحلول اللزج ، عندئذ تكون قد تخلصت من جميع أكاسيد الآزوت ، برد الكتلة الناتجة ، ثم حلها في كمية من المـــاء بحيث يكون الحجم الكلي / 16 / مل ، و في حال كان المحلول غير شفاف رشحه ، ثم أضف إلى الرشاحة / 2 / غرام من كبريتات الأمونيوم المنحلة في / 7 / مل ماء مقطر محمض بنقطتين من حمض الكبريت المركز فيتم التفاعل التالي :

$(NH_4)_2 SO_4 + Fe_2 (SO_4)_3 + 24 H_2O = 2NH_4 Fe (SO_4)_2 . 12H_2O$

برد المحلول و اتركه حتى يتبلور ، بعد وضع بلورة من شب الحديد و الأمونيوم ، افصل البلورات الناتجة بالترشيح ، و اغسلها بماء مقطر و مثلج ، ثـــم جففهـــا بـــين ورقتي ترشيح .

- الطريقة الثانية :

المواد اللازمة : كبريتات الحديد $Fe_2 (SO_4)_3 . 6 H_2O$ - كبريتات الأمونيوم .

طريقة العمل :

خذ / 14 / غراماً من كبريتات الحديد ، و / 3.3 / غرام مـــن كبريتـــات الأمونيوم ، حل الخليط في أقل كمية ممكنة من الماء الساخن ، رشح المحلول النـــاتج عند الضرورة ، ثم برده ، افصل البلورات المتشكلة بالترشيح و اغسلها بكميـــة قليلـــة من الماء ، ثم جففها بين ورقتي ترشيح .

من خواص ملح شب الحديد والأمونيوم : البلورات ثمانية الوجوه _ بنفسجية اللون - ينحل / 124 / غرام منه في / 100 / مل ماء في درجة حـــرارة / 25 / ° م .و ينحل / 400 / منه في الدرجة / 100 / ° م ، لكنه لا ينحل في الإيتانول ، ينصهر هذا الملح في الدرجة / 40 / ° م ، و يفقد ماء التبلور في الدرجة / 230 / ° م ،

2-2-4- كبريتات النيكل و الأمونيوم $Ni SO_4 (NH_4)_2 SO_4 . 6 H_2O$.

المواد اللازمة :

كبريتات النيكل II . $Ni SO_4 . 6 H_2O$ - كبريتات الأمونيوم .

طريقة العمل :

خذ / 4.5 / غراماً من كبريتات النيكـــل و / 2 / غـــرام مـــن كبريتـــات الأمونيوم ، ثم حل الخليط في / 15 / مل ماء ساخن ، اترك المحلول كي يبرد ، ثـــم رشح البلورات المتشكلة على قمع بوخنر ، وجففها بين ورقتي ترشيح . ركز الرشاحة

حتى نصف حجمها تقريباً من أجل الحصول على مجموعة ثانية من البلورات ، رشح هذه البلورات وجففها بنفس الطريقة السابقة . حل قليلاً من الناتج في المـــاء و اختبـر وجود شوارد النيكل و الكبريتات و الأمونيوم .

2-2-5- شب الألمنيوم و الأمونيوم : $NH_4 Al(SO_4)_2 .12 H_2O$

المحلول الناتج وأثناء عملية التبريد تتشكل بلورات ثمانية الوجوه ، عديمة اللون مـن

المواد اللازمة :

كبريتات الأمونيوم - كبريتات الألمنيوم - $Al_2(SO_4)_3 . 18 H_2O$

طريقة العمل :

خذ / 1.5 / غراماً من كبريتات الأمونيوم و حلها في / 5 / مل من المـــاء ، ثم خذ / 7.5 / غرام من كبريتات الألمنيوم و حلها في / 15 / مل ماء ، رشـــح كـــلاً من المحلولين إذا لزم الأمر ، ثم اسكب المحلولين في كأس خزفية ، بخر على حمـــام مائي في الدرجة / 80 / °م حتى يصبح الحجم الكلي 20 مل تقريباً . بعد ذلـــك بـــرد

$NH_4 Al(SO_4)_2 .12 H_2O$. رشح البلورات الناتجة واغسلها بماء مثلج و جففها في الدرجة / 50 – 60 / °م ، يذوب ماء التبلور في الدرجة / 92 / °م ، و يفقده كلياً في الدرجة / 190 /°م متحولاً إلى ملح الشب اللامائي .

2-2-6- شب الألمنيوم و البوتاسيوم : $KAl(SO_4)_2 .12 H_2O$.

- طريقة أولى :

المواد اللازمة : كبريتات الألمنيوم _ كبريتات البوتاسيوم .

طريقة العمل :

خذ 10 غرامات من كبريتات الألمنيوم $Al_2(SO_4)_3 18 H_2O$ ، ثم حلها فـــي 15 مل ماء ساخن ، و احسب الكمية اللازمة من كبريتات البوتاسيوم وفق المعادلة التالية:

$$K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24 H_2O \longrightarrow 2K Al(SO_4)_2 . 12H_2O$$

زن الكمية المحسوبة من كبريتات البوتاسيوم وحلها في 15 مل ماء ساخن ، رشـــح كلاً من المحلولين الساخنين ثم امزجهما في كأس خزفية و بخر المحلول الناتج علـــى حمام مائي ، حتى بداية البلورة ، برد بسرعة مع التحريك و افصل البلورات الصغيرة المتشكلة بالترشيح ، حل البلورات في أقل كمية ممكنة من الماء الساخن و رشحه ثـــم

ضع في المحلول المبرد بلورة من شب الألمنيوم و البوتاسيوم ، و اتركه لمدة يومين ثم افصل البلورات المتشكلة من المحلول المكر بالترشيح واغسلها بالماء المثلج ثم جففها في درجة حرارة الغرفة ، صف المواد الناتجة واحسب مردود ملح الشب الناتج.

- طريقة ثانية :

المواد اللازمة : ألمنيوم - هيدروكسيد الصوديوم 2N - حمض الكبريت 4N - محلول الأمونيا 2N - مشعر برتقالي الميتيل .

طريقة العمل :

ضع / 1 / غرام من الألمنيوم في بيشر سعة 2 مل و أضف / 15 / مل ماء ثم سخن حتى الغليان ، أضف و على دفعات صغيرة / 30 / مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم 2N ثم اغل المحلول لمدة / 5 / دقائق ، حتى انحلال الألمنيوم ، أضف الماء الساخن إلى المحلول الناتج حتى يصبح الحجم /80 /مل رشح المحلول للتخلص من الشوائب و احفظ الرشاحة التي تحوي على ألومينات الصوديوم .

ضع / 30 / مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم 2N في أرلينة سعة /400 /مل ، و أضف إليها / 200 / مل ماء مقطر للتمديد و عدة نقاط من مشعر برتقالي الميتيل ، ثم عاير بوساطة حمض الكبريت 4N الموضوع في السحاحة حتى نقطة تحول اللون من الأصفر إلى الأحمر الوردي ، سجل حجم الحمض اللازم ، سخن محلول ألومينات الصوديوم السابق بعد إضافة / 100 / مل من الماء ، ثم أضف إليه ببطء من السحاحة الحجم نفسه من حمض الكبريت الذي لزم في المعايرة السابقة ، فيتشكل راسب أبيض هلامي من هيدروكسيد الألمنيوم ، اجمع الراسب بالترشيح ، و اغسله مرتين بالماء الساخن .

اجرف الراسب إلى بيشر يحوي / 40 / مل من حمض الكبريت 4N و هو في حالة الغليان و اغسل الراسب الباقي على ورقة الترشيح بالمحلول الناتج نفسه .

اغل المحلول الناتج حتى انحلال جميع الراسب ثم اقسم المحلول إلى قسمين متساويين :

أ - أضف إلى القسم الأول / 10 / مل من هيدروكسيد البوتاسيوم من أجل تحليل شب الألمنيوم و البوتاسيوم .

ب – أضف إلى القسم الثاني / 10 / مل من محلول الأمونيا 2N من أجل تحضير شب الألمنيوم و الأمونيوم ، حل أي راسب قد يتشكل من هيدروكسيد الألمنيوم بإضافة عدة نقاط من حمض الكبريت ، بخر المحلولين الناتجين على حمام مائي حتى بداية تشكل البلورات ، برد المحلولين و رشح البلورات الصغيرة الناتجة ، وللحصول على بلورات كبيرة من الشب اترك المحلولين لفترة زمنية كي يتم التبلور البطيء .

اكتب معادلات التفاعل الحاصلة .

2-2-7 – كبريتات الزنك و الأمونيوم : $Zn\ SO_4\ (NH_4)_2\ SO_4\ .6\ H_2O$.

المواد اللازمة : كبريتات التوتياء – كبريتات الأمونيوم .

طريقة العمل :

خذ كميتين متكافئتين من كبريتات التوتياء و كبريتات الأمونيوم ، ثم حل الخليط في أقل كمية ممكنة من الماء الدافئ ، رشح المحلول الساخن إذا لزم الأمر ، ثم برد الرشاحة و رشح الراسب المتشكل من كبريتات الزنك و الأمونيوم من خواص هذا الملح أنه

– عديم اللون

– ينحل بصورة جيدة في الماء

– في الهواء يتفكك تدريجياً ، لذلك يحفظ في زجاجات محكمة السد .

2-2-8- كبريتات النحاس و الأمونيوم : $Cu\ (NH_4)_2\ (SO_4)_2$.

المواد اللازمة : الزاج النحاسي – كبريتات الأمونيوم – .

طريقة العمل :

خذ من الزاج النحاسي 5.2 غرام و من كبريتات الأمونيوم 1.3 غرام ، ثم ضع الخليط في كأس خزفية ، و حله في أقل كمية ممكنة من الماء الدافئ ، سخن المحلول إذا لزم الأمر ، بعدها رشح المحلول و برد الرشاحة ، خلال التبريد يترسب الملح المضاعف من كبريتات النحاس و الأمونيوم ، رشحه ثم اغسله بكمية بسيطة من الماء ، ثم جفف خلال الدرجة / 50 – 60 / °م .

الملح الناتج مسحوق بلوري أبيض سماوي ، يفقد خلال الدرجة / 130 / °م 27.13 % من ماء التبلور .

2-2-9 – شب الكروم و البوتاسيوم : $K\,Cr(SO_4)_2.12\,H_2O$.

المواد اللازمة : ثاني كرومات البوتاسيوم – حمض الكبريت الكثيف – الكحول الإتيلي .

طريقة العمل :

خذ 3 غرام من ثاني كرومات البوتاسيوم $K_2\,Cr_2\,O_7$ و حلها في أقل كمية ممكنة من الماء ، ثم أضف حوالي /2.5 – 3.5 / مل من حمض الكبريت الكثيف ، ثم أضف إلى المحلول الناتج محلول الكحول الإتيلي 80% مع التحريك المستمر ، و تعرف على نهاية التفاعل من توقف انطلاق ألدهيد حمض الخل ، حيث يصبح لون المحلول أخضر غامق ، اترك المحلول إلى اليوم التالي وافصل البلورات المتشكلة بالترشيح .