



كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء لاعضوية 3

المحاضرة : الاولى/ عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z Facebook Group :

كلية العلوم

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

2026

5

الأملاح المضاعفة

2-1- مقدمة:

يعرف الملح بأنه مادة مركبة ناتجة عن استبدال كامل أو جزئي للمعادن بهيدروجين الحمض ، أو استبدال جذر الحمض بهيدروكسيد الأساس وتتألف جزيئات الملح من : معدن + جذر الحمض (KOH ، NaNO_3 CuCl_2) ونميز نوعين من الأملاح هما :
- مركبات بسيطة و تشمل :

أ - أملاح الوسط العادي مثل : NaCl ، $6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ، Na_2SO_4

ب - أملاح حمضية مثل : NaHCO_3 ، NaHSO_4 .

ج - أملاح أساسية مثل : MgOHCl .

- مركبات معقدة و تشمل :

أ - أملاح مضاعفة مثل : شـب الكـروم و البوتاسيوم

$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. ملح مور $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

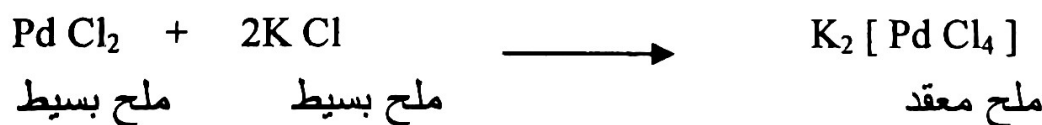
ب- أملاح معقدة مثل : $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$.

نلاحظ أن المركبات البسيطة ناتجة عن التكافؤ الرئيسي للعناصر ، أما المركبات

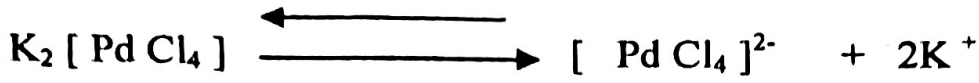
المعقدة مثل : $\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$ ، $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$. فهي ناتجة عن التكافؤين

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



هذه المركبات المعقدة تتشرد في المحلول كما يلي :



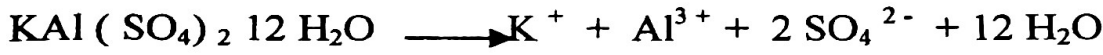
و الشاردة المعقدة $[Pd Cl_4]^{2-}$ ثابتة في المحلول، لذلك يمكن الكشف عن شوارد الكلور في المحلول .

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 :



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



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

إذا 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 الحديد و الأمونيوم $. Fe SO_4 . 6H_2O$ ، $(NH_4)_2 SO_4$.

- 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 متلج ، 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 الحديد $Fe SO_4 \cdot 7H_2O$ ، كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$.

طريقة العمل :

خذ وزناً قدره / 7 / غرام من كبريتات الحديد ، 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 متلج ، وافصل البلورات بالترشيح و جففها في درجة حرارة بين / 50 - 60 / م .

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

المواد اللازمة : كبريتات التوتياء - كبريتات الأمونيوم .

طريقة العمل :

خذ وزن / 4.5 / غرام من كبريتات التوتياء $Zn SO_4 \cdot 7H_2O$ ، 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 اللامائي في 100 مل من الماء في الدرجة 20 م .

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

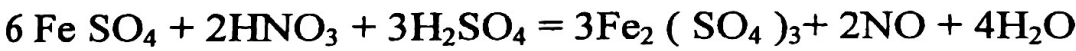
- الطريقة الأولى :

المواد اللازمة :

كبريتات الحديدي ، $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$ - حمض الكبريت المركز - حمض الأزوت المركز _ محلول سداسي سيانوفرات III البوتاسيوم - كبريتات الأمونيوم - .

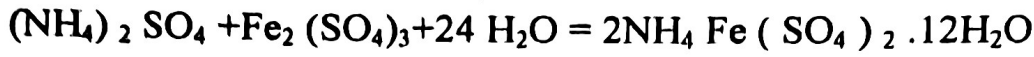
طريقة العمل :

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 الأزوت المركز تدريجياً أثناء التسخين ، وذلك من أجل أكسدة الحديد الثنائي إلى الحديد الثلاثي ، وفق المعادلة التالية:



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 بخز

على حمام مائي عند الدرجة / 80 / م ، حتى تشكل المحلول اللزج ، عندئذ تكون قد تخلصت من جميع أكاسيد الأزوت ، برد الكتلة الناتجة ، ثم حلها في كمية من الماء 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 :



برد المحلول و اتركه حتى يتبلور ، بعد وضع بلورة من شب الحديد و الأمونيوم ، افصل البلورات الناتجة بالترشيح ، و اغسلها بماء مقطر و منتج ، ثم جففها بين ورقتي ترشيح .

- الطريقة الثانية :

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

طريقة العمل :

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

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

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

المواد اللازمة :

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

طريقة العمل :

خذ / 4.5 / غراماً من كبريتات النيكل و / 2 / غرام من كبريتات الأمونيوم ، ثم حل الخليط في / 15 / مل ماء ساخن ، اترك المحلول كي يبرد ، ثم 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 الماء و اختبر 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 من المواد اللازمة :

كبريتات الأمونيوم - كبريتات الألمنيوم - $Al_2 (SO_4)_3 . 18 H_2 O$

طريقة العمل :

خذ / 1.5 / غراماً من كبريتات الأمونيوم و حلها في / 5 / مل من الماء ، ثم خذ / 7.5 / غرام من كبريتات الألمنيوم و حلها في / 15 / مل ماء ، رشح كلاً من المحلولين إذا لزم الأمر ، ثم اسكب المحلولين في كأس خزفية ، بخر على حمام مائي في الدرجة / 80 / م حتى يصبح الحجم الكلي 20 مل تقريباً . بعد ذلك برد

$NH_4 Al (SO_4)_2 . 12 H_2O$. رشح البلورات الناتجة واغسلها بماء متلج 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 .

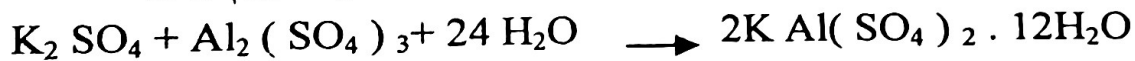
2-2-6- شب الألمنيوم و البوتاسيوم : $KAl (SO_4)_2 . 12 H_2O$

- 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 في 15 مل ماء ساخن ، و احسب الكمية اللازمة من كبريتات البوتاسيوم وفق المعادلة التالية:



زن الكمية المحسوبة من كبريتات البوتاسيوم وحلها في 15 مل ماء ساخن ، رشح كلاً من المحلولين الساخنين ثم امزجهما في كأس خزفية و بخر المحلول الناتج على 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 ثم

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

- طريقة ثانية :

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

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 الميثل ، 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 - أضيف 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 .

7-2-2 - 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 .

8-2-2 - 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 : $K_2Cr_2O_7 \cdot 12H_2O$.

المواد اللازمة : ثاني كرومات البوتاسيوم - حمض الكبريت الكثيف - الكحول الإيثيلي .

طريقة العمل :

خذ 3 غرام من ثاني كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ 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 الإيثيلي 80% مع التحريك المستمر ، و تعرف على نهاية التفاعل من توقف انطلاق أدهيد حمض الخل ، حيث يصبح لون المحلول أخضر غامق ، اترك المحلول إلى اليوم التالي وافصل البلورات المتشكلة بالترشيح .