كلية العلوم

القسم :الكيمياء

السنة : الرابعة

المادة : كيمياء لا عضوية٤

المحاضرة : الخامسة /عملي/ د.باسل

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2026

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

الجليد والملح ثم رشح على قمع لباد زجاجي (اشطف الحوجلة بأقل كمية ممكنة من الماء البارد).

اطرح الرشاحة جانباً وحل البلورات الصفراء على قمع اللباد الزجاجي في كمية قليلة من الماء الساخن، ثم بلور الرشاحة الناتجة من جديد بالتبريد في الجليد والملح.

اغسل بلورات المعقد المتشكل على قمع بوخنر بكمية صغيرة من الكحول الايتيلي ثم دعها تجف من آثار الكحول بالهواء.

8-4-النيكل

8-4-1 مقدمة نظرية:

يعتبر النيكل من العناصر القليلة الانتشار في الطبيعة وتبلغ نسبته في القشرة الأرضية (0.01 % كتلة) ويصادف في الطبيعة عادة مع النحاس في خاماته الكبريتيدية التي تعتبر خامات قيمة ومتعددة المعادن، فهي تحتوي إلى جانب النيكل، على النحاس والفضة والذهب والمعادن البلاتينية وبعض المعادن المتبعثرة والنادرة .

والنيكل معدن أبيض فضي وله شكلان تآصليان هما $\alpha - Ni$ السداسي والذي يوجد تحت الدرجة 250م و $\beta - Ni$ ذو شبكة مكعبة متمركزة الوجوه. كثافته 8.91 غ/سم^3 ودرجة انصهاره 1455 م، وللنيكل التركيب الإلكتروني التالي $[Ar]3d^8 4S^2$ وتساوي درجة الأكسدة الأكثر تميزاً عند النيكل (+2) ويساوي عدد التنسيق الأكثر ثباتاً عند النيكل 4 (رباعي سطوح أو مربع) و 6 (ثماني السطوح).

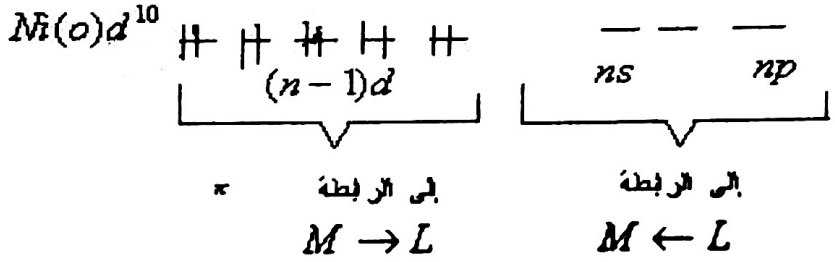
- الخواص الكيميائية للنيكل:

يختلف النيكل نوعاً ما عن الحديد والكوبالت بنشاطه الكيميائي. فهو يبدأ بالتفاعل مع الأكسجين في الدرجة 500م ويتأكسد بسهولة (وبخاصة عندما يكون على شكل مسحوق) أثناء التسخين بالهالوجينات والكبريت والسيلينيوم والفوسفور والزرنيخ والأنتموان وغيرها، ويشكل (كغيره من العناصر - d الأخرى) مع معظمها مركبات متغيرة التركيب وشبيهة بالمعادن. ويقع النيكل قبل الهيدروجين في سلسلة الإزاحة لذلك فهو يسلك سلوكاً مشابهاً لسلوك الحديد والكوبالت تجاه الحموض والقلويات.

يتميز النيكل بقدرة كبيرة على امتصاص الهيدروجين في الدرجات العالية من الحرارة لذلك يستخدم وسيطاً في تفاعلات الهدرجة. يتواجد النيكل (II) في المحاليل المائية التي لا تحوي عوامل قوية لتشكيل المعقدات على شكل شاردة خضراء سداسية الماء $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$. وتوجد هذه الشاردة المعقدة أيضاً في عدد من أملاح النيكل $Ni(NO_3)_2.6H_2O, NiSO_4.6H_2O$.

- مركبات النيكل (صفر):

تظهر درجة الأكسدة صفر عند النيكل في مركباته مع ليغاندات من النوع σ والمتقبل من النوع π: CO , PF_3 , CN^- وهنا يكون رباعي السطوح هو البناء الموافق للمعقدات الحاوية على ليغاندات مجال قوي وعندما يكون التشكل الإلكتروني للذرة المركزية d^{10}. ويوافق هذا الوضع من وجهة نظر الروابط التكافؤية التهجين SP^3 للمدارات التكافؤية في الذرة المركزية.



يشكل النيكل وهو في درجة الأكسدة صفر مادة تدعى رباعي الكربونيل $Ni(CO)_4$ وهي سائل في الشروط العادية عديم اللون (درجة انصهاره – 19.3 م ودرجة غليانه 43م) ويحضر بفعل CO على مسحوق النيكل بين الدرجتين 60 و 80م. وعند الدرجة 180م يتفكك كربونيل النيكل الأمر الذي يستغل للحصول على نيكل نقي وفي عملية طلائه على المعادن. ومن ناحية أخرى يستعمل $Ni(CO)_4$ في الاصطناع العضوي (مادة حفازة). ويستفاد من سهولة تشكل $Ni(CO)_4$ لفصل النيكل عن الكوبالت، وذلك لأن الحصول على كربونيل الكوبالت يتطلب درجات أعلى وضغوطاً أكبر، أضف إلى ذلك أن تطايرية $Co(CO)_6$ أعلى من تطايرية $Ni(CO)_4$ وهذا ما يجعل تقطير مزيج منهما يؤمن درجة فصل عالية بين Ni و Co.

وقد تم الحصول على معقد سيانيدي للنيكل (صفر) هو $K_4[Ni(CN)_4]$ وهو محلول صلب، لونه أحمر ويعتبر مختزلاً قوياً يستطيع مثلاً طرد الهيدروجين من الماء.

$$K_4[Ni(CN)_4] + 2H_2O \longleftrightarrow K_2[Ni(CN)_4] + 2KOH + H_2 \uparrow$$

- مركبات النيكل (II) :

للشاردة Ni^{2+} تشكيل الكتروني هو d^8 ومعظم معقدات النيكل ذات بناء ثماني الوجوه وبارامغناطيسية. أما المعقدات الرباعية الوجوه للنيكل (II) فنادرة ونذكر منها $[NiCl_4]^{2-}$ و $[NiBr_4]^{2-}$ وغالباً ما يساوي 6عدد تنسيق النيكل (II).

إذن فالنيكل (II) يشبه في بناء مركباته معظم العناصر $3d$ الأخرى التي تكون درجة أكسدتها $+2$.

إن أكسيد النيكل (II) وهيدروكسيد النيكل (II) أخضرا اللون ويحضر NiO بالتفكك الحراري لهيدروكسيد ، أو كربونات أو نترات النيكل (II). ويحصل على الهيدروكسيد $Ni(OH)_2$ بفعل القلويات على محاليل مركبات النيكل (II) وهو يتكون عندئذ على شكل جل أخضر اللون يتبلور تدريجياً بعد مرور فترة قصيرة. ونشير هنا إلى أن NiO و $Ni(OH)_2$ لا يذوبان في الماء ولكنهما يتفاعلان بسهولة مع الحموض.

$$Ni(OH)_2 + 2HCl \rightarrow NiCl_2 + 2H_2O$$

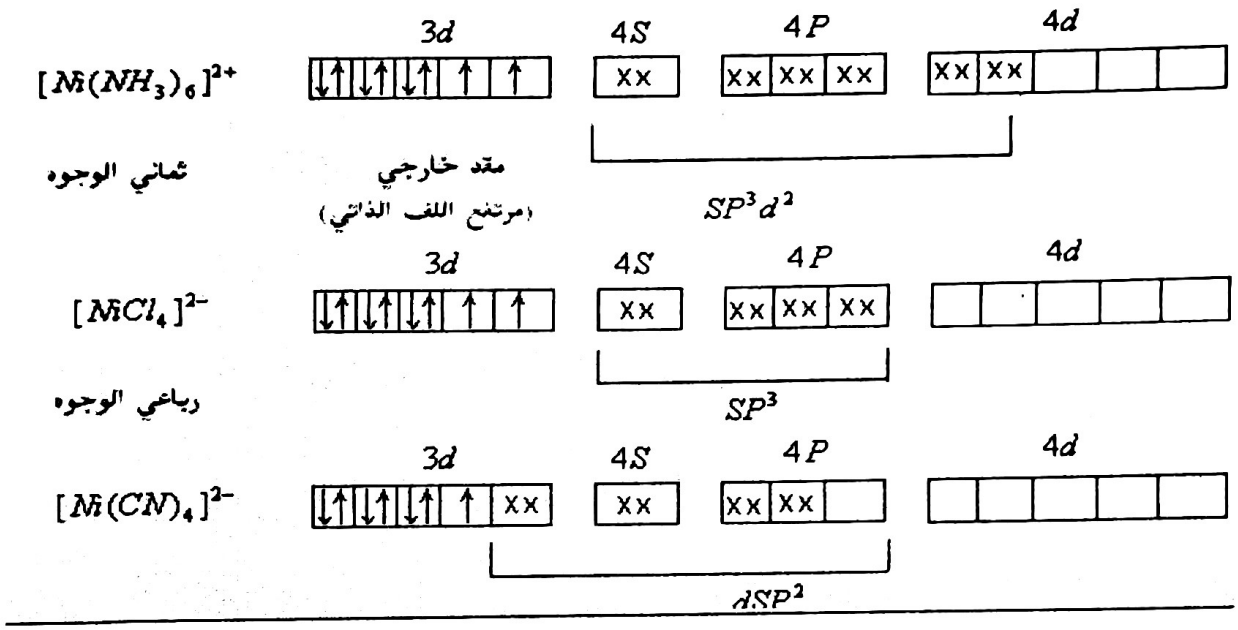
محلول اخضر راسب اخضر

يشكل النيكل (II) مع المرتبطات الحاوية على ذرات الأكسجين والآزوت المانحة معقدات ثابتة فعند إضافة محلول النشادر المركز إلى محاليل أملاح النيكل (II) فإنه يتشكل معقد النيكل النشادري الأزرق.

$$[Ni(H_2O)_6]^{2+} + 6NH_3 \longleftrightarrow [Ni(NH_3)_6]^{2+} + 6H_2O$$

وعندما تقل نسبة NH_3 في المحلول يحدث تفاعل إزاحة جزئي بين النشادر والماء فيتشكل $[Ni(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+}$

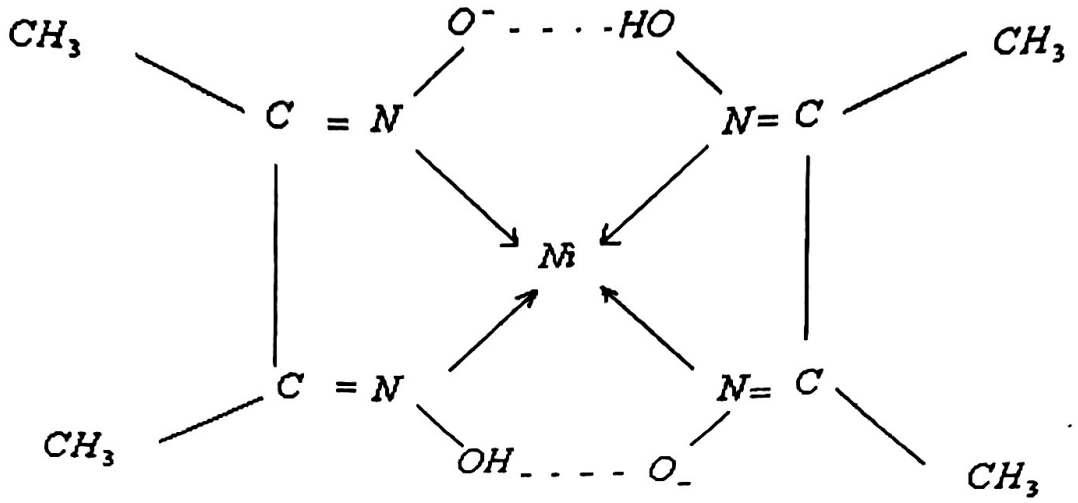
يشكل النيكل (II) بسهولة عدداً كبيراً من المعقدات التي لها الأشكال البنيوية الرئيسية التالية (ثماني الوجوه، مربع مستو ورباعي الوجوه). وتوضح بنية هذه المعقدات اعتماداً على نظرية رابطة التكافؤ



ومن أمثلة المعقدات المربعة المستوية ذات المغناطيسية ديا للنيكل الثنائي نذكر المعقد مثنى ميتيل غليوكسيماتو النيكل (II) $[Ni(DMG)_2]$ حيث

$$CH_3 - C = N - O^-$$
$$|$$
$$CH_3 - C = N - OH$$

= DMG



بنية المعقد مثنى ثنائي غليوكسيماتو النيكل (II) $[Ni(DMG)_2]$

ويعين النيكل كيفياً وكمياً بترسيبه بثنائي ميتيل غليوكسيم في محاليل أساسية خفيفة حيث يتشكل راسب أحمر وردي وهو معقد مخلبي:

$$2\begin{matrix} CH_3-C=NOH \\ | \\ CH_3-C=NOH \end{matrix} + NiSO_4 + 2NH_4OH \rightarrow [Ni(DMG)_2] + (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$$

هذا التفاعل يعرف بتفاعل جوكاييف، ويساعد على فصل النيكل عن الكوبالت حيث أن الكوبالت لا يشكل راسباً مع هذا الكاشف. نستطيع أكسدة النيكل (II) إلى النيكل (III) بإضافة عدة نقاط من ماء البروم إلى هيدروكسيد النيكل (II) وبالتسخين يلاحظ أكسدة Ni^{2+} إلى Ni_2O_3 وفق المعادلة التالية:

$$2Ni(OH)_2 + Br_2 \rightarrow Ni_2O_3 + 2HBr + H_2O$$

8-4-2- العمل المخبري:

- المواد اللازمة :

مسحوق النيكل – حمض كلور الماء ممدد – حمض كبريت ممدد – ملح نيكل II – محلول كبريتيد الهيدروجين – محلول كبريتيد الأمونيوم – محلول هيدرو كربونات الصوديوم المشبعة – هيدرو فوسفات الصوديوم – محلول أكزالات الصوديوم مشبع – هيدروكسيد صوديوم 10% – ماء البروم – ملح كبريتات النيكل – ملح ثاني

كرومات البوتاسيوم – حمض خل ثلجي – خلات الأمونيوم – نتريت الصوديوم – محلول نشادر 20% – فوق كلورات البوتاسيوم – ملح سيانيد البوتاسيوم – ملح كلوريد النيكل سداسي الماء – دي ميتيل غليوكسيم

– تأثير الحموض على النيكل:

خذ في أنبوب اختبار 2 مل من حمض كلور الماء وفي أنبوب آخر الحجم نفسه من حمض الكبريت، ثم أضف إلى كل من الأنبوبين قليلاً من مسحوق النيكل. سخن قليلاً إذا لزم الأمر ولاحظ تغير لون المحلول. واكتب معادلة التفاعل.

– تحضير هيدروكسيد النيكل (II) :

خذ أنبوبي اختبار و ضع في كل منهما 1 مل من محلول أحد أملاح النيكل (II) ثم أضف إليهما 1 مل متن محلول هيدروكسيد الصوديوم (10%) ، ما لون الراسب المتشكل في كلا الأنبوبين ؟ أضف إلى الأنبوب الأول 1 مل من محلول حمض كلور الماء ، لاحظ انحلال الراسب ، أضف إلى الأنبوب الثاني محلول النشادر المركز حتى انحلال الراسب و تشكل معقد النيكل النشادري الأزرق . اكتب معادلات التفاعل الحاصلة .

– تحضير أملاح النيكل (II) الضعيفة الانحلال:

آ – خذ أنبوبي اختبار وضع في كل منهما 1 مل من محلول أحد أملاح النيكل (II) ثم أضف إلى الأول 2 مل من محلول كبريتيد الهيدروجين وإلى الثاني 2 مل من محلول كبريتيد الأمونيوم .

في أي الأنبوبين يتشكل راسب؟ أضف إلى الراسب المتشكل 1 مل من حمض كلور الماء الممدد ماذا يحدث؟ اكتب معادلات التفاعلات الحاصلة.

بـــ – خذ أنبوب اختبار وضع فيه 1 مل من محلول أحد أملاح النيكل (II) ثم أضف إليه 1 مل من محلول مشبع لهيدرو كربونات الصوديوم "كربونات الصوديوم الحامضية" ماذا يتشكل؟ وما هو لون الراسب؟ اكتب معادلة التفاعل.

ج –خذ أنبوب اختبار وضع فيه 1 مل من محلول أحد أملاح النيكل (II) المنحل ثم أضف إليه قليلاً من هيدروفوسفات الصوديوم. ما هو لون الراسب المتشكل؟ اكتب معادلة التفاعل.

د – خذ أنبوب اختبار وضع فيه 1 مل من محلول أحد أملاح النيكل (II) ثم أضف إليه 0.5 مل من محلول أوكزالات الصوديوم المشبع. لاحظ تشكل راسب ملون. اذكر اسم هذا الراسب واكتب معادلة التفاعل.

– تحضير هيدروكسيد النيكل (III) :

خذ أنبوب اختبار وضع فيه 1 مل من محلول أحد أملاح النيكل (II) ثم أضف إليه 2 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم 10%. و 10 قطرات من ماء البروم، لاحظ تشكل راسب، ما لونه؟ ثم اكتب معادلة التفاعل.

– اصطناع بعض معقدات النيكل :

آ – تحضير معقد ثنائي نترو رباعي أممين النيكل (II) $[Ni(NH_3)_4(NO_2)_2]$

حل 1 غ من كبريتات النيكل $NiSO_4.7H_2O$ في أقل كمية ممكنة من الماء وحل في وعاء آخر 1 غ من ثاني كربونات البوتاسيوم في أقل كمية ممكنة من الماء أيضاً. امزج المحلولين واغل المزيج على النار حتى يتوقف التفاعل. رشح الناتج. اغسل الراسب بالماء الحار بصورة دقيقة. انقل الراسب إلى بيشر ثم حل 0.5 مل من حمض الخل الثلجي في 1 مل ماء وأضفه إلى الراسب السابق. سخن على حمام مائي حتى انحلال جميع كربونات النيكل، وحل أي راسب يتشكل عندما يبرد المحلول بإضافة كمية قليلة من حمض الخل، احفظ المحلول.

حل 5 غ من خلات الأمونيوم و 3 غ من نتريت الصوديوم في اقل كمية ممكنة من الماء. سخن الناتج قليلاً. رشح إن لزم الأمر. امزج محلول خلات النيكل الذي حصلت عليه سابقاً مع المحلول الأخير وأضف إليه 3 مل من ماءات الأمونيوم المركزة. حرك السائل واتركه يهدأ حتى تترسب البلورات. اترك المحلول فترة من الزمن ثم أبن الراسب. اغسل الراسب بالكحول واترك البلورات تجف.