كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : كيمياء لاعضوية٢

المحاضرة : السابعة/نظري/

{{ A to Z مكتبة }}

Facebook Group : A to Zمكتبة

٤

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2026

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

الآزوت ، النتروجين : مجموعة الآزوت : N , P , As , Sb , Bi
(فوسفور، زرنيخ، انتموان، بزموت)

وجوده في الطبيعة :

يتواجد في الطبيعة في الحالة الحرة حيث يشكل العنصر الاساسي في الهواء حوالي 78.2 % حجماً ،
ويتواجد على شكل املاح مثل نترات الصوديوم على شكل طبقات على شواطئ تشيلي لذلك تسمى بتراب تشيلي
يشكل النترو من المواد البروتينية لذلك في الكائنات الحية الحيوانية و النباتية كما ان الآزوت
الهواء يتحول الى اشكال تستفيد منها النباتات عن طريق تثبيت بعض ا.. المتواجدة على جذور بعض النباتات
وكذلك في خلال العواصف الرعدية و يتحد الآزوت والاوكسجين لتشكيل اول اكسيد الآزوت $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$
والذي يتحول بوجود زيادة من O_2 الى NO_2 ثنائي اكسيد الآزوت $N + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO_2$
والذي يذوب ايضاً في مياه الامطار تشكل حمض الآزوت $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$
يتشكل حمض الآزوت الذي يذوب في الترابة ويتفاعل مع مكوناتها ويشكل اسمدة صالحة لتغذية النباتات

البنية الالكترونية لـ N : $ns^2 np^3$; $n = 2, 3, 4 ...$; $2s^2$ [↑↓] $2p^3$ [↑][↑][↑]

- الآزوت لا معدن يختلف في خواصه عن باقي عناصر المجموعة اختلافات واضحة لكونه اكثر عناصر كهرسلبية ولا يحوي على مدارات d وهو اصغر حجم ذرة ولا يملك الا اربع مدارات في صيغته التكافؤية لذلك يشكل الآزوت كحد أعظمي اربع روابط في الوضع الاحين sp³ كما في شاردة NH_4^+ او روابط ثلاثية
- يأخذ رقم الاكسدة +5 حتى -3 ولا يأخذ الاكافؤ رباعي كحد اعظمي عند اشتراك مداراته الاربعة مشتركة و تساندية و مشتركة قطبية

تحضير الآزوت: ① صناعياً:

← من الهواء بالتقطير المجزأ بعد تسييله بعد التخلص من الأوكسجين بتمريره على النحاس المسخن ويكون الآزوت في هذه الحالة مشوب بغازات نادرة

② مخبرياً ← ① من تفكك نتريت الأمونيوم $NH_4NO_2 \xrightarrow{\Delta} N_2 + 2H_2O$

هي مادة متفجرة لذلك نأخذ بدل منها مزيج من نتريت الصوديوم مع كلوريد الأمونيوم

$NaNO_2 + NH_4Cl \xrightarrow{\Delta} NaCl + N_2 + 2H_2O$

$NaCl + NH_4NO_2$

② تسخين أزيد الصوديوم $NaN_3 \xrightarrow{\Delta} Na + \frac{3}{2}N_2$

③ تمرير غاز النشادر فوق أكسيد النحاس المسخن حسب المعادلة $3CuO + NH_3 \xrightarrow{\Delta} N_2 + 3Cu + 3H_2O$

خواص الآزوت

الآزوت الحر جزيئة ثنائية الذرة خاملة كيميائياً $N \equiv N$ نظراً لثبات الرابطة الثلاثية في الجزيئة الطاقة اللازمة لكسر روابط هذه الجزيئة 212 Kcal

لا يتفاعل النتروجين في درجة الحرارة العادية مع بقية العناصر إلا الليثيوم ويمكن تنشيط الآزوت إما بالتسخين أو بالوسيط أو بالتفريغ الكهربائي

أما الآزوت المنشط يكون إما بشكل ذري أو جزيئي في هذه الحالة يدخل الآزوت في تفاعلات مع المعادن و H_2 كجسم مؤكسد و مع O و F كجسم مرجع (مع الأكثر كهرسلبية)

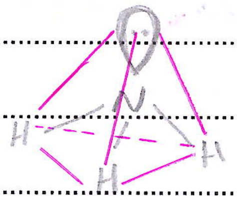
بسبب الكهرسلبية العالية

$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$, $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$, $N_2 + 3F_2 \rightarrow 2NF_3$, $N_2 + Cl_2 \rightarrow X$

$N_2 + 6Li \rightarrow 2NLi_3$

مركبات الآزوت:

1/ النشادر / الأمونيا: يأخذ هذا المركب بنية هرمية رباعية الوجوه (نتيجة تهجين المهجن sp^3 للآزوت)



حيث ترتبط 3 ذرات هيدروجين في 3 مدارات ويبقى على المدار الهجين الرابع زوج إلكتروني غير مشترك موجه باتجاه رأس من رؤوس رباعي الوجوه

ولهذا تعد جزيئة النشادر مانحة للإلكترونات (أساس لويس)

والزاوية بين H - H تساوي 107°

- وجود الزوج الالكتروني على المدار الهجين وقطبية الرابطة N - H تساعد في تشكيل قوى تجاذب هيدروجينية لذلك يتميع / يسال بسهولة في درجة حوالي $-33.4^\circ C$

- لإعطاء النشادر السائل وهو سائل رجاج يمكن استعماله كمذيب قطبي لامائي "ذاتيا"

$$2NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$$

بحيث يسلك سلوك الأساس لما فيه NH_2^- أيون سالب مثل OH^- سالب و NH_4^+ موجب فيسلك سلوك الحمض مثل H_3O^+ / H^+

- النشادر شديد الانحلال في الماء يذوب حوالي 1300 حجم لتر في لتر واحد من الماء عند الدرجة صفر لكن تنخفض الذوبانية بارتفاع درجة الحرارة.

يمتلك النشادر بالماء خواص قلوية ضعيفة

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \quad K_b = 1.8 \times 10^{-5}$$

(قلوي ضعيف)

تحضير النشادر: مخبريا

يحضر من تفاعل القلويات القوية مع أملاح الأمونيوم

$$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NH_4OH + NaCl$$

$$NH_4Cl + KOH \rightarrow NH_3 + H_2O + KOH$$

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$$

إن المحاليل المائية للنشادر تعطي وسطا قلويا ضعيفا (عند تفاعله مع حمض، إذا انتزع ملح قلوي يكون قلوي، إذا انتزع ملح حمض يكون الحمض)

$$NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$$

(كلوريد الأمونيوم)

يستخدم التفاعل للكشف عن النشادر وتشكل أبخرة بيضاء عند تقريب قضيب زجاجي مبلل بـ HCl إلى الوعاء الحاوي على النشادر

خاصية مهمة للنشادر:

تترسب هيدروكسيدات المعادن الانتقالية غير المنحلة عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى المحاليل أملاح هذه المعادن لكن في بعض الحالات بزيادة محلول النشادر يذوب الهيدروكسيد نتيجة تشكل معقد ذواب في الماء

هيدروكسيد الامونيوم + محلول نترات الفضة ← هيدروكسيد الفضة (راسب بني/اسمر) $AgNO_3 + NH_4OH \rightarrow Ag(OH) + NH_4NO_3$

لكن الزيادة من محلول النشادر ينتج $2NH_4OH + Ag(OH) \rightarrow [Ag(NO_3)_2]^+ + OH^- + 2H_2O$ (الزيادة)

فضة نشادرية معقدة منحل عديم اللون مع الماء

مع اضافة H_2O_2 ؟ يترسب الفضة

• يتمتع النشادر بقدرة على منح الالكترونات نتيجة وجود الزوج الالكتروني على ذرة الآزوت لهذا تلعب دور اساس لويس حين تتفاعل مع المركبات الآخذة للالكترونات مثل ثلاثي فلور البور،

$H_3N: + BF_3 \rightarrow H_3N:BF_3$ / $H_3N \rightarrow BF_3$ (رابطة تساندية)

لا يشكل معقدات تساندية باستناد عدد من الجزيئات النشادر الى ايون عنصر انتقالي

$Ni^{2+} + 6NH_3 \rightarrow [Ni(NH_3)_6]^{2+}$ ازرق

كوبالت $Co^{3+} + 6NH_3 \rightarrow [Co(NH_3)_6]^{3+}$ احمر

$Cu^{2+} + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ازرق سماوي

• يتمتع النشادر $\overset{3-}{N}H_3$ بخاصية الارجاع لان الآزوت في درجة الاكسدة الدنيا (3-) فانها

ترجع اكسيد النحاس حسب: (مهم)
$2NH_3 + 3CuO \rightarrow N_2 + 3Cu + 3H_2O$

وتتأكسد بالكلور / يرجع الكلور
$8NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow 6NH_4Cl + N_2$

(مهم) ويستعمل هذا التفاعل في الكشف عن الكلور حيث تتشكل ابخرة بيضاء عند تفاعله مع النشادر

من كلوريد الامونيوم

يحترق النشادر بشعلة خضراء
$4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$

اما بوجود وسيط
$4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[1000^\circ c]{Pt} 4NO + 6H_2O$

الاكاسيد الآزوتية:

1/ اكسيد الآزوتي N_2O (اكسيد ثنائي الآزوت)

عديم اللون ورائحة خفيفة مقبولة، ضعيف الانحلال في الماء، حجم واحد من الماء و 0.63 غاز عند $20^\circ c$ يجمع / يجمع هذا الغاز بازاحة الماء.

N_2O غاز قليل الفعالية الكيميائية لا يتفاعل مع الحلويات، قليل الثبات يمكن ان يتفكك في الدرجة

500°C الى N و O بالحاله $N_2O \xrightarrow{500°C} N_2 + \frac{1}{2}O_2$

تحضير مخبرياً: بالتسخين اللطيف لنترات الامونيوم $NH_4NO_3 \xrightarrow{\Delta} N_2O + 2H_2O$

• N_2O هي جزيئة قطبية (علل) لأنها لديها بنية ناتجة عن التهجين الطنيني بين صيغتين

$$N^- = N^+ = O \rightleftharpoons N \equiv N^+ - O^-$$

الغاز المضحك: استنشاق كمية صغيرة من هذا الغاز يخفف الشعور بالألم ولذلك يستعمل ممزوجاً مع O كمخدر. لكن استنشاق كمية كبيرة منه تثير الخلية العصبية وتؤدي الى تقلص عضلات الوجه فيبدو الشخص ضاحكاً لذلك يدعى الغاز المضحك

2/ احادي اكسيد الآزوت NO:

عديم اللون والذوبانية في الماء لكنه يذوب في محلول كبريتات الحديدي حيث يدخل في تركيب ايون الحديد المميع $[Fe(H_2O)_6]^{6+} SO_4^{2-} + NO \rightarrow [Fe(H_2O)_5NO]^{2-} SO_4^{2-} + H_2O$

ويستخدم هذه الخاصية لتنقية هذا الغاز من شوائبه ولاسيما NO_2 حيث يمرر الغاز في محلول كبريتات الحديدي فيمتص هذا المحلول غاز NO و NO_2 ثم يسخن المحلول فينطلق NO دون NO_2

• جزيئة NO اكثر ثباتاً من N_2O في جو من الـ O فلا تتفكك الا في درجة حرارة اكثر من 1000°C الى O و N حسب $2NO \xrightarrow{1000°C} N_2 + O_2$

ولا يجري التفكك حتى النهاية (علل) لأن التفاعل متوازن

تحضيره: 1) مخبرياً:

من تفاعل حمض الآزوت بتركيز 50% حسب $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

2) صناعياً: يحصل من اكسدة النشادر بوجود وسيط

• يستطيع جزيئة NO فقدان الكترون لاعطاء ايون NO^+ ويسمى هذا الايون بالنتروزيل NO^+ من امثلته

$NOClO_4$ كلورات النتروزيل - $(NO)_2SO_4$ كبريتات النتروزيل

وهاليدات النتروزيل التي تحضر من تفاعل NO + هالوجين بالتفاعل للحصول على كلوريد النتروزيل (هاليد) $2NO + Cl_2 \rightarrow 2NOCl$

• كما يمكن للجزيئة NO ان تضم الكتروناً لتعطي الشاردة NO^- ويكون ذلك مع العناصر الشديدة الكهرجابية مثل العناصر القلوية $Na^+ + NO^- \rightarrow NaNO$ هذا الايون غير ثابت

• درجة أكسدة الآزوت في NO هي +2 لذلك على هذا الأكسيد أن يلعب دوراً مؤكسداً ومرجعاً

← مع مؤكسدات قوية دور مرجع $3MnO_4^- + 4H^+ + 5NO \rightarrow 3Mn^{2+} + 5NO_3^- + 2H_2O$

← مع المرجعات يلعب دور مؤكسد $SO_2 + 2NO + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + N_2O$

* حمض النتروزي / الآزوتي $H_2 + 2NO \rightarrow 2HNO_2$

- أيضاً مع المعادن يلعب دور مؤكسد و H مرجع

مكتبة
A to Z
للخدمات الجامعية

مكتبة A to Z