كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : لا عضوية٢

المحاضرة : الثامنة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٦

2025

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

أكاسيد الآزوت

NO^{+2} : أول أكسيد الآزوت : عديم اللون , الخنق , ضارة

NO : غاز عديم اللون عديم النوعانية في الماء لكنه يذوب في محلول من كبريتات الحديدي حيث يدخل في تركيب أيون الحديدي المميه حسب المعادلة:

$$[Fe(H_2O)_6]^{+2} + NO \longrightarrow [Fe(H_2O)_5NO]^{+2} + H_2O$$

أيون مميه من كبريتات الحديد

وتستغل هذه الخاصية لتنقية هذا الغاز من شوائبه ولاسيما NO_2 (ناتج أكسدة الآزوت) حيث يمر الغاز في محلول كبريتات الحديدي فيمتص هذا المحلول غاز NO و NO_2 بعد ذلك يسخن المحلول فينطلق الـ NO دون الـ NO_2 و (جزيئة الـ NO أكبر ثباتاً من الغاز الصاعك N_2O حيث هو خال من الأكسجين فلا تتفكك إلا في درجات حرارة أكثر من 1000 درجة مئوية إلى الأكسجين والآزوت ولا يجري التفكك حتى البطيء لأن المتفاعل متفاعلين حسب المعادلة:

$$2NO \rightleftharpoons N_2 + O_2$$

لكن بوجود الأكسجين يتأكسد فوراً إلى NO_2 حسب المعادلة:

$$2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$$

يحضر هذا الأكسيد مخبرياً من تفاعل حمض الآزوت بتركيز 50% مع النحاس حسب المعادلة:

$$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

(إذا كان التركيز أكثر من 50% يعطي N_2O)

* ولفصل مزيج غازي بين NO و NO_2 ؟ نستخدم كبريتات الحديدي المميهة.

* بعض صناعية : كما عرفنا سابقاً عن أكسدة النشادر بوجود وسيط مثل البلاتين Pt حسب المعادلة التالية :

$$4\,NH_4 + 5\,O_2 \xrightarrow[1000\,C^\circ]{} 4\,NO + H_2O$$

NO^+ نتروزيل : (إذا فقد) ، NO^- ما نشوفوا إلا مع القلويات (إذا اكتسب)

تستطيع جزيئة الـ NO هفتات الكترون لإعطاء الأيون NO^+ فتصبح أكثر صلابة ويسمّى هذا الأيون النتروزيل ومن أملاحه $NO(ClO_4)$ هالمات النتروزيل أو كلورات النتروزيل و $(NO)_2SO_4$

ونحصل على هالمات النتروزيل من تفاعل الـ NO مع الهالوجين حسب التفاعل :

$$2\,NO + Cl_2 \longrightarrow 2\,NOCl$$

كما يمكن لجزيئة NO أن تضم الكتروناً لتعطي الشاردة السالبة NO^- ويكون ذلك مع العناصر ذات الكهربائية العالية مثل العناصر القلوية والقلوية الترابية حسب التفاعل : $Na + NO \longrightarrow (NaNO)$ نتروزيل الصوديوم

لكن هذا الأيون غير ثابت (يتفكك بسهولة)

وبما أن درجة أكسدة الآزوت في جزيئة NO هي $(+2)$ وهي حالة وسطية بين درجات أكسدة الآزوت بشكل عام لذلك يمكن أن يلعب دوراً مؤكسداً ودوراً مرجعاً.

- فمثلاً يلعب دور مرجع عند تفاعله مع برمنغنات البوتاسيوم :

$$3\,MnO_4^- + 5\,NO + 4\,H^+ \longrightarrow 5\,NO_3^- + 3\,Mn^{+2} + 2\,H_2O$$

مؤكسد قوي جداً — مرجع

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

في حين مع المرجعات يكون مؤكد مثل :

$$Mg + NO \longrightarrow MgO + N_2$$

مؤكد مرجع

$$SO_2 + NO + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + N_2O$$

مؤكد — وجع ضعيف لذلك يرجعه لـ N_2O

N_2O_3 ثنائي أكسيد ثنائي الآزوت :

رقم أكسدة (3).

N_2O_3 : $2x - 6$, $x = 3$

الحالة الفيزيائية : سائل أزرق مسود

غير ثابت تتفكك في الدرجات المنخفضة من الحرارة إلى NO و NO_2

تتفكك عند مزيج مجهين متساويين من NO و NO_2 بدرجة حرارة (-20)

حسب المعادلة :

$$NO + NO_2 \Leftrightarrow N_2O_3$$

NO_2 ثنائي أكسيد الآزوت : غاز نارنجي حاد الرائحة سام مضر للصحة

ويضعف القدرة على الإنجاب ، رائحته مميزة تتكاثف بسهولة

عند التبريد لإعطاء N_2O_4 في الدرجة $(21,3)^\circ c$

- عند التبريد يتناقص اللون النارنجي نتيجة تشكل N_2O_4 السائل

ويختفي هذا اللون في درجة حرارة $(-10^\circ c)$ عندها تتشكل بلورات

بيضاء من N_2O_4 ، وهناك اتزان متعلق بدرجة الحرارة ، مخزنة

N_2O_4 متوازنة مع NO_2 حتى الدرجة $140^\circ c$ لكن بعد هذه الدرجة

تصبح جزيئة N_2O_4 غير ثابتة وتبدأ بالتفكك لتعطي NO_2 ثم

إلى NO والأكسجين ، لذلك يكون NO_2 في حالة تتزن مع الـ NO

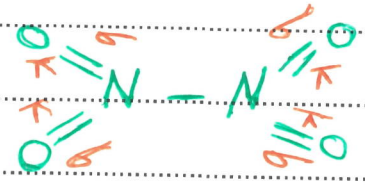
والـ O_2 في درجات الحرارة العالية حسب المعادلات التالية :

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$N_2O_4 \underset{\text{عديم اللون}}{\overset{0-140\,c^\circ}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{بني}}{2NO} \overset{>140c^\circ}{\rightleftharpoons} \underset{\text{عديم اللون}}{2NO + O_2}$$

* NO_2 تتكاثف أكثر الأحيان بشروط معينة وتعطي N_2O_4 لأن كل ذرة آزوت تقدم الكترون مفرد وتشترك برابطة.

* عندما تتكاثف هذه الجزيئة تتداخل الالكترونات (الالكترون المفرد في كل جزيئة لإعطاء N_2O_4 ذات البنية الفراغية الآتية:



يذوب هذا الغاز بسهولة بالماء لإعطاء مزيج من حمض الآزوت وحمض الآزوزي بتفاعل أكسدة وإرجاع ذاتية حسب التفاعل التالي:

$$H_2O + 2NO_2 \longrightarrow HNO_3 + HNO_2$$

لأن حمض الآزوزي حمض غير ثابت يتفكك إلى حمض الآزوت و ـــ:

$$3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O$$

لكن عندما يذوب في القلويات تتشكل أملاح النترات والنتريت. وكلا الملحين ثابت:

$$2NO_2 + 2NaOH \longrightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$$

هل يذوب ثاني أكسيد الآزوت في القلويات وضح ذلك معادلة مع كتابة أسماء النواتج ؟!

- حساب أرقام الأكسدة:

SO_3: $x-6$, $x=6$

MgO: $x-2$, $x=2$

H_2SO_4: $2+x-8$, $x=$ ـــ

SO_2: $x-4$, $x=4$

NO: -2

HNO_3, HSO_3: $1+x-6$, $x=$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مجال رقم الأكسدة للآزوت والكبريت
-2 → 6
-3 → 5

$SO_2 + NO_2 \rightarrow SO_3 + NO$

وهذا التفاعل يتم في صناعة حمض الكبريت

$$NO_2 + 2I^- + H_2O \rightarrow NO + I_2 + 2OH^-$$

(-1 → 0، 4 → 2)

هذا يعني أن الـ NO_2 يلعب دوراً مؤكداً وحالات نادرة جداً يلعب دور مرجع عند المؤكسدات القوية جداً مثل برمنغنات وكرومات.

ويحضر هذا الغاز من فعل حمض الآزوت المركز على الخارصين حسب التفاعل:

$$Cu + 4HNO_3 \text{ (مركز)} \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

$2x-10$
$2x=10$
$x=5$

فاسحة أكسيد ثنائي الآزوت: N_2O_5

الذي يسمّى بلاءماء حمض الآزوت وهو مركب بلوري أبيض في درجة الحرارة العادية ويتفكك لإعطاء NO_2 والأكسجين

$$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$$

* الحموض الأكسجينية للآزوت

① حمض الآزوجي HNO_2 ($+3x-4$)

مركب غير ثابت لا يمكن الحصول عليه بالشكل النقي لكن يمكن أن يحضر على حالته المائية من حل مزيج متساوي من NO_2 و NO في ماء بارد حسب التفاعل:

$$N_2O_3\ (NO + NO_2) + H_2O \rightarrow 2HNO_2$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

لكن يتفكك فور تشكيله إلى حمض الآزوت وأول أكسيد الآزوت حسب المعادلة:

$$3HNO_2 \rightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O$$

أما أملاح هذا الحمض والتي تسمى بالنتريتات فهي ثابتة ويحضر لبعض العناصر مثل القلوية والقلوية الترابية من تخمين أملاح النترات حسب المعادلة:

$$2NaNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2NaNO_2 + O_2$$

ويمكن احتزام عنصر مرجع كـ الفحم والكربون في تحضير هذه الأملاح حسب التفاعل الآتي:

$$NaNO_3 + C \rightarrow NaNO_2 + CO$$

HNO_2^{+3} مركب مؤكسد ومرجع لأن ذرة أكسدة الآزوت هي (+3) وهي ذرة أكسدة متوسطة يلعب دور مؤكسد مع المرجعات القوية مثل شاردة I^- حسب المعادلة:

$$2NO_2^- + 2I^- + 4H^+ \rightarrow 2NO + I_2 + 2H_2O$$

ويلعب دور مرجع مع المؤكسدات القوية مثل أيون البرمنغنات

$$5NO_2^- + 2MnO_4^- + 2H^+ \rightarrow 2Mn^{+2} + 5NO_3^- + 3H_2O$$

(2) حمض الآزوت HNO_3: يحضر حمض الآزوت مخبرياً من تفاعل حمض الكبريت الكثيف مع ملح نترات الصوديوم أو البوتاسيوم مع وجود وكثف تتكاثف الحمض الناتج بالتبريد ويعطي النواتج التالية:

مركز / بخار

$$H_2SO_4 + NaNO_3 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

أما صناعياً: فيحضر من النشادر بأكسدته بأكسجين الهواء بوجود وسيط من سلك البلاتين مسخن حتى الدرجة 1000°C كما مر سابقاً معنا.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

ثم تأكسد غاز الـ NO الناتج بعد تبريده وتمزجه مع الهواء إلى NO_2 المتوازن مع الشكل N_2O_4 حسب المعادلة:

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$

يذوب الناتج في الماء فنحصل على حمض الآزوتا وأول أكسيد الآزوت حسب المعادلة:

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

يثار الـ NO ويضم إلى ناتج تفاعل الشادر مع الهواء كي تتأكسد من جديد وهكذا يحضر في الصناعة حمض يبلغ تركيزه حوالي 70 %

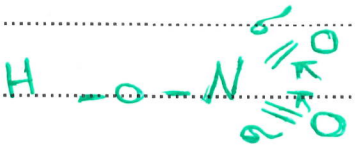
ويمكن رفع هذا التركيز بتقطير المحلول الناتج أو بنزع الماء للحصول على حمض الآزوت النقي.

* حمض الآزوت التجاري تركيزه 68 % (حمض) يغلي في الدرجة 120,5 c° يتلون مع الزمن باللون الأصفر نتيجة تفكك حمض الآزوت بتأثير الضوء

$$4HNO_3 \longrightarrow 3NO_2 + O_2 + H_2O$$

ويذوب الـ NO_2 الناتج في الحمض لإعطاء هذا اللون الأصفر.

* الشكل الآتي يوضح الروابط في جزيء حمض الآزوت



وذيبه يتأين ذاتياً حمض بعطي بروتونا نوعي بالمحلول

* علل لماذا حمض الآزوت مع مرور الزمن يتلون باللون الأصفر؟

(التفاعل مع الصيغة)

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

يعد حمض الآزوت من الحموض القوية حيث يتأين في المحلول المائي الكامل معطياً شوارد الهيدرونيوم و النترات حسب المعادلة:

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$$

فيتفاعل مع القلويات والأكاسيد المعدنية لإعطاء أملاح هذا الحمض (نترات) حسب المعادلة:

$$HNO_3 + NaOH \longrightarrow NaNO_3 + H_2O$$

$$HNO_3 + CuO \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$$

بالإضافة إلى الخواص الحمضية يعتبر حمض الآزوت مؤكسداً قوياً فإنه يؤكسد اللامعادن لإعطاء الحموض الموافقة أو الأكاسيد حسب المعادلات:

$$S + 6HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$$

$$P + 5HNO_3 \longrightarrow H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$$

في حين مع الكربون يعطي أكاسيد:

$$C + 4HNO_3 \longrightarrow CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$$

كما يؤكسد المعادن باستثناء المعادن النبيلة مثل البلاتين و الذهب والروديوم Rh و الإريديوم Ir محولاً إياها إلى نترات وبعضها إلى أكاسيد

- بعض المعادن تتأكسد بوجود حمض الآزوت المركز لإعطاء الأكسيد الذي يحمي المعدن من استمرار التفاعل مثال: الألمنيوم والكروم و تتحول هذه المعادن إلى شكل غير فعّال.

أغلب المعادن الفعالة فتختلف نواتج الإرجاع لحمض الآزوت باختلاف تركيز الحمض ونوعية المعدن وكلما كان التركيز أقل وفعالية المعدن أكبر كانت إرجاع حمض الآزوت أكبر إلى درجات أكسدة سالبة تصل إلى (-3) مثال:

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

اختلف التركيز ⇐ اختلف النواتج

$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

$4Mg + 10HNO_3 \rightarrow 4Mg(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O$

$4Zn + 10HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$

ويتحرر الهيدروجين من تفاعل حمض الآزوت مع المعادن إلا إذا كانت مذيبه أقل من 1% مثل الزنك والمغنزيوم يعطي هيدروجين.

ملاحظة: إذا كان المعدن له درجات أكسدة عديدة فعند تفاعله مع حمض الآزوت المركز يعطي التكافؤ الأعظمي حتى أن حمض الآزوت يؤكسد أغلب التكافؤ الأصغري لهذه العناصر إلى التكافؤ الأعظمي.

مثال: يؤكسد حمض الآزوت المركز كبريتات الحديدي إلى كبريتات الحديد حسب المعادلة:

محدد

$6FeSO_4 + 2HNO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + 2NO + 4H_2O$

البنية الحلقوية

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة

مكتبة A TO Z

فرع 1
تجمع الكليات(كلية العلوم)

فرع 2
الكورنيش الشرقي جانب MTN

طباعة محاضرات ـ قرطاسية

Mob:0931 497 960