كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : لا عضوية٢

المحاضرة : الرابعة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

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

القسم: الكيمياء
السنة: الثالثة
المادة: لاعضوية 2

* المحاضرة: الرابعة نظري

« مجموعة الأوكسجين »

تتألف هذه المجموعة من العناصر التالية: { المجموعة السادسة :
O اوكسجين
S كبريت
Se سيلينيوم
Te تيريليوم / تيليريوم
Po بولونيوم .

لها البنية الإلكترونية: ns^2, np^4
حيث أن $n = \{2, 3, 4, \dots\}$
حاوية على ست الكترونات في طبقتها الخارجية وتميل عناصر هذه المجموعة عدا Po لتشكيل الشاردة X^{-2}
حيث أن $X = \{O, S, Se, Te\}$
وهذا مايظهر بوضوح في تفاعلاتها مع المعادن الكهرجابية ،
من الأمثلة : $\{Na_2O, Na_2S, Na_2Se, Na_2Te\}$

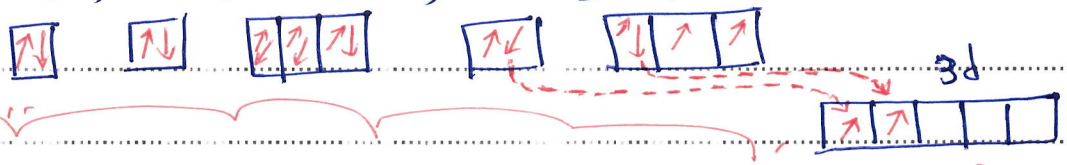
بينما يبدي البولونيوم Po خواص معدنية جديدة وواضحة
ويخالف الأوكسجين بقية عناصر هذه المجموعة من حيث عدم قدرتها على أخذ درجات أكسدة 4 و 6 ، وذلك بسبب الكهرسلبية العالية له وعدم امتلاكه للمدارات d .

$O_8 : 1s^2, 2s^2, 2p^4$

الأكسجين لا يمتلك رقم أكسدة أكبر من اثنين لعدم وجود المدارات d فتستوعب الالكترونات المزدية الإلزها نتيجة اثارة ذرة الأكسجين بالتالي لا يملك درجة أكسدة غير الاثنان .

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

S_{16} : $1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^2, 3P^4$



الكبريت يمتلك مدارات d بالتالي تستطيع الالكترونات المثارة الانتقال إليها ورفع رقم الأكسدة وبالتالي يأخذ الكبريت رقم 6,4,2 نتيجة لوجود ست الكترونات مزدوجة له.

* التقطير العادي: يعتمد على الشروط العادية: P=1 atm و t درجة حرارة عادية
* التقطير المجزأ: يعتمد على ضغط جوي عالي أو منخفض و درجات حرارة مختلفة
* تحتوي القشرة الأرضية على الأوكسجين بنسبة 47% والمحيطات والبحار بنسبة 89% ويشكل الأوكسجين حوالي 20.95% من حجم الهواء فهو يدخل في تركيب الماء والفازات والنباتات والحيوانات وكل كائن حيّ.
ويتواجد الاوكسجين في الطبيعة على شكل جزيئة ثنائية الذرة O_2 وهي جزيئة ذات خواص بارا مغناطيسية لأنها تحتوي على الكترونين مزدوجين على المدار المعاكس للارتباط π^* فإن رتبة الرابطة تساوي 2 لذلك تقد جزيئة الاوكسجين O_2 ثابتة و بالتالي تحتاج طاقة كبيرة لفصلها وهي حوالي 117 kcal/mol.
* الاوكسجين الوليد الذري حتى يستقر يحتاج إلى الكترونات فهو جسم مؤكسد او نشط كيميائياً واقوى بكثير من الاوكسجين الجزيئي.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* آلية تحضير الاوكسجين صناعياً: بتقطير الهواء تقطيراً مجزأ بعد تمييعه حيث يتبخر النتروجين بالدرجة 195c- ويبقى الاوكسجين سائلاً عند الدرجة 183c° - مع بقية الغازات النادرة. *Ar: -186c°*

* آلية تحضير الأوكسجين مخبرياً:

$$HgO \xrightarrow{\Delta} Hg + \frac{1}{2}O_2$$

① تفكك أوكسيد الزئبق:

② تفكك الماء الاوكسجيني بوجود وسيط من MnO_2:

$$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2$$

فالوسط القلوي يزيد من هذا التفكك

$$2KNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KNO_2 + O_2$$

③ التفكك الحراري لنترات البوتاسيوم:

④ التفكك الحراري لكلورات البوتاسيوم بوجود وسيط من MnO_2 وهي الطريقة الأكثر استخداماً:

$$2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2KCl + 3O_2$$

الخواص الفيزيائية الاوكسجين هو غاز عديم اللون والرائحة أثقل من الهواء بقليل، يذوب بكميات محدودة من الماء. ((يذوب 100L ماء في الدرجة 0c° في حوالي 4.9L من الأوكسجين)) أو في الدرجة 20c° يذوب حوالي 2L من الأوكسجين. وذائبة الاوكسجين في الماء يعطي سبباً لحياة الأسماك والاسنيات في مياه البحار والانهار والمحيطات.

* آلية التبخر هي آلية لذوبان الاوكسجين في الماء حيث تتوضع جزيئات الحمّان الأوكسجين في الفراغات الموجودة بين جزيئات الماء وترتبط هذه الجزيئات مع الماء بروابط ضعيفة / فاندر فالس / لذلك تتناقص انحلالية الأوكسجين فيها في الماء بزيادة درجة الحرارة ويمكن طرد الاوكسجين تماماً من الماء عند الغليان ويسمى الماء في هذه الحالة بالماء الخالي من الاوكسجين.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مع المعادن: $2Na + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow Na_2O$

تتفاعل فعالية الاوكسجين بدرجات الحرارة، هذه الدرجات المرتفعة من الحرارة تكون ذو فعالية كبيرة حيث يتفاعل الاوكسجين مع المعادن واللامعادن وهو تفاعل "نادر للحرارة" فيتفاعل مع الصوديوم.

مع اللامعادن: فهو يتفاعل مع الكبريت:

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$
$$2P + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow P_2O_5 \quad \text{أو} \quad 4P + 5O_2 \longrightarrow P_4O_{10}$$

$\Delta H = -720\ kcal/mol$

$$Si + O_2 \longrightarrow SiO_2 \Rightarrow \Delta H = -210\ kcal/mol$$

لا يتفاعل الاوكسجين مع النتروجين أو الهالوجينات بشكل مباشر.

---

* الاكاسيد النظامية "العادية": O^{2-} إنه أكاسيد الاوكسجين دائماً رقمها 2- عندما تتفاعل مع عناصر شديدة الكهرجابية اي مع عناصر المجموعة الرئيسية الاولى والثانية ماعدا البيريليوم Be او هي المركبات التي يأخذ فيها الأوكسجين رقم أكسدة 2- حيث يأخذ الاوكسجين إلكترونين مع العناصر الأخرى، بما أنه الاوكسجين شديد الكهرسلبية فإنه لا يشكل O^{2-} إلا مع العناصر شديدة الكهرجابية ففي معظم مركباته يرتبط بصورة مشتركة، أو أنه يستقبل زوجاً إلكترونياً من ذرة مانحة برابطة تناسقية ويعطي رقم اكسدته 2-.

* إذا استقبل إلكترونين: ذو رابطة مشتركة
* إذا اعطى إلكترونين: ذو رابطة تناسقية.

(M) تختلف طبيعة هذه الاكاسيد بالانتقال بالجدول الدوري من اليسار نحو اليمين فتنتقل القلوية بشكل تدريجي من اكاسيد قلوية إلى اكاسيد متردية إلى اكاسيد

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

إلى الأكاسيد حمضية، من اليمين نحو اليسار فتزداد القلوية.

* من عناصر الجدول الدوري في الدور الثالث *:

العنصر	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
الأكاسيد	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
الخواص	قلوي قوي	قلوي ضعيف	مترد	حمضي ضعيف	حمضي متوسط	حمضي قوي	حمضي قوي جداً

* تظهر هذه الخواص عند تفاعل هذه الأكاسيد ← القلوية
- الحمضية مع الماء
- المترددة

فالأكاسيد القلوية تعطي هيدروكسيدات عند تفاعلها مع الماء، مثال:

$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$ أكسيد قلوي — قلوي

ولكن مع الأكاسيد الحمضية (تعطي هيدروكسيدات)* عندما تتفاعل مع الماء تعطي حموضاً مثال:

$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$ أكسيد حمضي — حمض

أما: مع الأكاسيد المترددة فلا تتفاعل مع الماء ولكن يمكن إظهار هذه الخاصة بأنها تتفاعل مع الحموض ومع

مثال:

$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

أكسيد مترد — حمض — كبريتات الألمنيوم حمضي

مثال:

$3H_2O + Al_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow 2Na[Al(OH)_4]$

أكسيد مترد — قلوي — محلول ألومينات الصوديوم

---

* الماء الأوكسجيني: أو فوق الأكاسيد: $X = -1$ وهو فوق أكسيد الهيدروجين.

فيكون الأوكسجين في مركبات فوق الأكاسيد بدرجة أكسدة -1 فتشكل هذه المركبات بشكل رئيسي مع عناصر المجموعة الرئيسية الأولى والثانية

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

باستثناء البيريليوم Be ، كما تتشكل مع بعض العناصر الانتقالية والهيدروجين ومع بعض الأحماض ومع الماء الأوكسجين فتحتوي هذه المركبات على أيون O^{2-}_2 وهو موجود ، وليس على أيونة O^{1-} الغير موجود

* تتشكل الماء الأوكسجين كمركب انتقالي لدى حرق الهيدروجين لكن نظراً لارتفاع درجة حرارة لهب احتراق الهيدروجين فيتفكك الماء الأوكسجيني فور تشكله إلى ماء وأوكسجين وفق المعادلة التالية:

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

ونلاحظ ذلك عند توجيه لهب الهيدروجين المحترق على قطعة من الثلج فيتم ملاحظة آثار من الماء الأوكسجيني على قطعة الثلج.

تحضير الماء الأوكسجيني صناعياً: ① التحليل الكهربائي لكبريتات الأمونيوم الحامضية NH_4HSO_4

حيث تتشكل على القطب الموجب / بيروكبريتات الأمونيوم الحامضية / الذي يتفاعل مع الماء، حسب المعادلة:

$$HSO_4^- \longrightarrow S_2O_8^{-2} + 2H^+ + 2e^-$$

$$S_2O_8^{-2} + 2H_2O \longrightarrow 2HSO_4^- + H_2O_2$$ ثم:

② أكسدة إيزو البيروبانول:

$$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3 + O_2 \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_3 + H_2O_2$$

الأسيتون

تحضير الأوكسجين مخبرياً: ① من حمض الكبريت المخفف والبارد على فوق أكسيد الباريوم:

$$BaO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + H_2O_2$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

خواص الماء الأوكسجيني: إن الماء الأوكسجيني النقي هو سائل عديم اللون، ولزج القوام لاحتواءه على روابط هيدروجينية، كثافته حوالي $d = 1,45\ g/cm^3$ ودرجة غليانه حوالي $152,1\ c^\circ$ ودرجة تجمده حوالي $0,48\ c^\circ$

ويتفكك عند انتشار كمية كبيرة من الطاقة $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

أو $H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$

ومحاليله المائية أكثر ثباتاً ويمكن حفظها لفترات طويلة في أواني عاتمة وفي أماكن باردة حيث يتفكك ببطء ويتسرع هذا التفكك بالتسخين أو بوجود وسيط من MnO_2 أو من معدن Fe أو Mn ففي لحظة التفكك يتشكل الماء والأوكسجين الذري الأكثر فعالية من الجزيئين لذلك يعد الماء الأوكسجيني قاصر للألوان، ويوضح الشكل التالي:

"البنية الفراغية لجزيئة الماء الأوكسجيني"

نلاحظ من الشكل أن الجزيئة غير خطية لذلك تعد جزيئة قطبية يعزم حوالي دينباي $D = 2,13$ ميو وقطبيتها أكبر من قطبية جزيئة الماء وهذا يعود إلى أن استقطابية المجموعة $-O-O-$ للماء الأوكسجيني أكبر من استقطابية ذرة الأوكسجين $-O-$ في جزيئة الماء لذلك يتأين الماء الأوكسجيني في المحاليل المائية بشكل أفضل من الماء نفسه، حسب المعادلات التالية:

$H_2O_2 \rightleftharpoons HO_2^- + H^+$ $\quad Ka = 1,4 \times 10^{-12}$

$HO_2^- \rightleftharpoons O_2^{-2} + H^+$ $\quad Ka_2$ مهمل

عملياً لا تتم المرحلة الثانية من التأين لأنه ثابت التأين للماء أكبر من ثابت التأين في المرحلة الثانية لكن عند إضافة القلوي للمحلول فسوف يزاح التوازن نحو اليمين فيسمح للمرحلة الثانية أن تتم ولهذا يمتلك الماء الأوكسجيني خواص حمضية ضعيفة فيتفاعل مع القلويات معطياً أملاح فوق الأكاسيد حسب المعادلة $Ba(OH)_2 + H_2O_2 \rightarrow BaO_2 + H_2O$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$H_2O^{-2} \longrightarrow H_2O_2^{-1} \longrightarrow O_2^{0}$

وإنه رقم أكسدة الأوكسجين في الماء الأوكسجيني [-1] وهو رقم متوسط بين رقم الأكسدة للأوكسجين في الماء [-2] وبين رقم الأكسدة للأوكسجين الحر لذلك يتمتع الماء الأوكسجيني بخواص مؤكسدة ومرجعة كما توضح المعادلات النصفية التالية:

في الوسط الحمضي:

مؤكسد $H_2O + 2\bar{e} + 2H^+ \rightleftharpoons 2H_2O \quad e^\circ = +1.77\ Volt$

مرجع $H_2O_2 \rightleftharpoons O_2 + 2H^+ + 2e^- \quad e^\circ = -0.68\ Volt$

في الوسط القلوي:

مؤكسد $H_2O_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2OH^- \quad e^\circ = +0.88\ Volt$

مرجع $H_2O_2 + 2OH^- \rightleftharpoons O_2 + 2H_2O + 2e^- \quad e^\circ = -0.076\ Volt$

ومثال على التفاعلات التي يدخل فيها الماء الأوكسجيني كمرجع

$$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 5O_2 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

من قيم المكونات للمادي القياسية e° نلاحظ أن القوة المؤكسدة المرجعة للماء الأكسجيني تكون أكبر في الوسط الحمضي

ومثال على التفاعلات التي يدخل فيها الماء الأوكسجيني كمؤكسد:

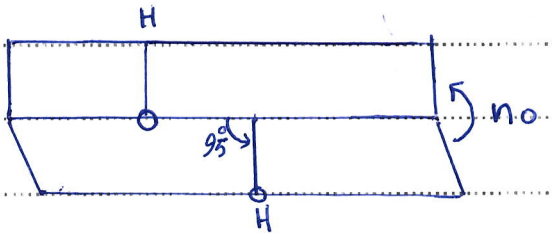
$H_2O_2 + KNO_2 \longrightarrow KNO_3 + H_2O$

(نترات البوتاسيوم ← نترية البوتاسيوم)

$$2KI + H_2O_2 \longrightarrow I^- + 2KOH$$

* يستخدم الماء الأوكسجيني في تبييض الشعر والفرو، كمعقم في الطب، تعقيم الإذن في القطور بمحلول 3% تعقيم الأغذية تعقيم البذور قبل زراعتها

الرسمة:



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z