الزمرة الثالثة

زمرة الترابيات (IIIA)

جدول يبين التركيب الإلكتروني وحالات الأكسدة لعناصر الزمرة الثالثة:

Element	Electronic Configuration	Oxidation States
Boron (B)	$_{2}[He]2s^2\ 2p^1$	3
Aluminum (Al)	$_{10}[Ne]3s^2\ 3p^1$	3
Gallium (Ga)	$_{18}[Al]3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1$	1, 3
Indium (In)	$_{36}[Kr]4d^{10}\ 5s^2\ 5p^1$	1, 3
Thalium (Tl)	$_{54}[Xe]4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^1$	1, 3

صفات عناصر الزمرة الثالثة

1. لكل عنصر من عناصر الزمرة الثالثة له تركيب إلكتروني خارجي متشابه لذلك يتشابه بالخواص الكيميائية.

2. التكافؤ الشائع لكل عنصر من عناصر الزمرة الثالثة هو (3) وكذلك (1) وتزداد أهمية التكافؤ الأوطأ في حالة العناصر الثقيلة (In و Tl) بينما في حالة (B و Al) لهما التكافؤ (3) وذلك لكون طاقة الإلكترونات بين الأوربيتالات s و p متقاربة أو متساوية تقريباً. بينما في حالة Ga فإن الغلاف الخارجي ينجذب بشدة إلى النواة أكثر مما في حالة Al مما يسبب صغر حجمه مع ازدياد كثافته.

أما في حالة In و Tl فإن طاقة الإلكترونات للأوربيتال s أقل من طاقة الإلكترونات في الأوربيتال p أي يكون فرق بالطاقة بين s و p لذلك يكون تكافؤهما (1) على الأغلب.

ويمكن تمثيل طاقة الأوربيتالات s و p بالشكل الآتي:

فرق كبير بين s و p	فرق كبير بين s و p	فرق قليل بين s و p	متقارب	متقارب
$6s^2\ 4f^{10}\ 5d^{10}\ 6p^1$	$5s^2\ 4d^{10}\ 5p^1$	$4s^2\ 3d^{10}\ 4p^1$	$3s^2\ 3p^`$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
Tl	In	Ga	Al	B

3. تظهر عناصر الزمرة الثالثة تغيراً واسعاً في الخواص فمثلاً البورون يكون لا فلز بينما الألمنيوم شبه فلز ولكنه يشبه البورون في العديد من خواصه الفيزيائية بينما العناصر الثلاثة الأخيرة (Ga و In و Tl) تتميز بامتلاكها صفات فلزية أكثر من B و Al أي لها صفات قاعدية.

4. إن الترتيب الإلكتروني الخارجي لعناصر الزمرة الثالثة هو $ns^2\ np^1$ وكما يتوقع فإن الفرق في طاقة التأين الأولى والثانية هي أكبر من فرق طاقة التأين الثانية والثالثة.

وتكون العلاقة بين الترتيب الإلكتروني للعناصر وتلك الغازات النبيلة التي تسبقها في الجدول الدوري معقدة نسبياً. فمثلاً كل من Ga و In و Tl يصبح الترتيب الإلكتروني بعد انتزاع ثلاث إلكترونات على التوالي كما يلي:

$$_{31}Ga^{+3} = {}_{18}[Ar]3d^{10},\ _{49}In^{+3} = {}_{36}[Kr]4d^{10},\ _{81}Tl = {}_{54}[Xe]4f^{10}5d^{10}$$

وعليه لا يتضمن التأين الرابع لهذه العناصر فقدان الإلكترون ترتيب الغاز النبيل لذلك لا يكون فرق الطاقة بين طاقة التأين الثالثة والرابعة كبير لهذه العناصر الثلاث بينما نجد هذا الفرق يكون كبيراً بين عنصري B و Al حيث أن فقدان الإلكترون الرابع من الترتيب للغاز النبيل وهو ترتيب مغلق كما يلي:

$$_5B^{+3} = {}_2[He],\ _{13}Al^{+3} = {}_{10}[Ne]$$

5. لعناصر هذه الزمرة القدرة على اكتساب مزدوج إلكتروني منفرد لذلك تعتبر مركباتها كحوامض لويس قوية تتفاعل مع قواعد لويس لتكوين مركبات رباعية التناسق وعلى هذا الأساس يوجد عدد كبير من المعقدات من نوع رباعية التناسق.

$$AlCl_3 + Cl^- \rightarrow [AlCl_4]^-$$

$$BF_3 + F^- \rightarrow [BF_4]^-$$

$$GaCl_3 + Cl^- \rightarrow [GaCl_4]^-$$

$$InCl_3 + Cl^- \rightarrow [InCl_4]^-$$

6. إن Ga و In و Tl تمتلك صفات فيزيائية تختلف تماماً عن العنصرين B و Al خاصة بالنسبة لدرجة الانصهار والكثافة فكل من B و Al لها درجات انصهار عالية نسبياً بينما Ga له درجة انصهار واطئة جداً إذا ما قورنت بدرجات انصهار B و Al بينما In و Tl تزداد باستمرار.

7. إن كثافة Ga عالية نسبياً إذا ما قورنت بكثافة Al حيث تحدث زيادة مفاجئة في كثافة Ga عما كانت في حالة In وهذا ناتج عن النقصان المفاجئ في نصف القطر أي حجم Ga ومن ملاحظة الترتيب الإلكتروني لكل من Al و Ga كما يلي:

$$_{13}Al = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$$

$$8e^-$$

$$_{31}Ga = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1$$

$$18e^-$$

من ملاحظة الغلاف ما قبل الغلاف التكافؤي بوجود $8e^-$ في حالة Al بينما وجود $18e^-$ في حالة Ga. وبوجود الأوربيتال d تكون نفاذيتها أقل من s و p أي أن *z تزداد وبذلك ستزداد قوة جذب النواة إلى الإلكترونات الخارجية وهذا مما يجعل نصف قطر Ga قليل أي يقل الحجم مع ازدياد الكثافة على أساس كث = الكتلة\الحجم (أي التناسب عكسي)

استخدامات عناصر الزمرة الثالثة

1. يستخدم البورون في إنتاج الفولاذ المقاوم للصدمات بدلاً من الفلزات الثمينة كالنيكل والكروم والموليبدينيوم.

ويستعمل في صناعة السبائك أي تستعل في صناعة القضبان الفولاذية المستعملة في السيطرة على التفاعلات النووية وذلك لقابلية البورون على امتصاص النيوترونات.

2. يستخدم الألمنيوم للأغراض الاستهلاكية مثل أواني الشرب وقابلوات الكهرباء.

ويستخدم في سبائك النحاس أو السليكون لبناء السفن والطائرات.

ويستخدم كعامل مختزل لتحرير الفلزات الأخرى من أكاسيدها كما يلي:

$$2Al + Cr_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Cr$$

3. يستخدم الزرنيخ والأنديوم والكاليوم ومركبات الأنتيمون في صناعة الترانستورات. إلا أن مركبات الثاليوم تكون غير مهمة صناعياً علماً أن معظمها تكون سامة للغاية.

التفاعلات العامة لعناصر الزمرة الثالثة

1. مع الأوكسجين (O^{-2})

$4M + 3O_2 \rightarrow 2M_2O_3$ (M = جميع عناصر الزمرة)

2. مع النتروجين (N^{-3})

$$2Al + N_2 \rightarrow 2AlN$$

3. مع الهالوجينات (X^-)

$2M + 3X_2 \rightarrow 2MX_3$ (M = Tl كل العناصر ما عدا)

(X = F, Cl, Br, I)

$$2Tl + X_2 \rightarrow 2TlX$$

4. مع الكبريت (S^{-2})

$2M + 3S \rightarrow M_2S_3$ (M = Tl كل العناصر ما عدا)

$$2Tl + S \rightarrow Tl_2S$$

5. مع القواعد (NaOH)

$$Al + NaOH + H_2O \rightarrow NaAlO_2 + 3/2H_2$$

(ويمكن أن يتفاعل مع Ga)

6. مع الحوامض (HCl)

$$2M + 6H^{+} \rightarrow 2M^{+3} + 3H_2$$

البورون (B)

هو عبارة عن مسحوق أسود بلوري وحضر لأول مرة من قبل كل من الكيميائيين الفرنسيين ثينارد (Thenard) وكاي لوساك (J. I. Cay Lussac) عام 1808 والكيميائي ديفي (Davy) وذلك باختزال أوكسيده بوساطة فلز البوتاسيوم كما يلي:

$$2B_2O_3 + 3K \xrightarrow{\Delta} K_3B_3O_6 + B$$

والناتج العرضي ($K_3B_3O_6$) كونه يذوب من خلال تفاعله مع حامض الهيدروكلوريك المركز الساخن تاركاً البورون كما يلي:

$$K_3B_3O_6 + \text{Conc. } HCl \rightarrow 3K^{+} + B_3O_6^{-3}$$

من طرائق تحضير فلز البورون في الوقت الحاضر بعد التحضير الأول

1. من اختزال أوكسيد البورون (B_2O_3) بوساطة فلز المغنيسيوم كما في المعادلة الآتية:

$$4B_2O_3 + 3Mg \xrightarrow{\Delta} 2B + 3Mg(BO_2)_2$$

2. من اختزال رابع فلورو بورات البوتاسيوم (KBF_4) بوساطة البوتاسيوم بدرجات حرارية عالية كما يلي:

$$KBF_4 + 3K \xrightarrow{\Delta} 4KF + B$$

3. من اختزال ثلاثي بروميد البورون بوساطة الهيدروجين بإمرار مزيج منها فوق سلك من التنكستن (W) كعامل مساعد السمخن إلى درجة 1500 °م كما يلي:

$$2BBr_3 + 3H_2 \xrightarrow{\Delta 1500\,C^{\circ}} 2B + 6HBr$$

وجود البورون

يشكل البورون حوالي $3\% \times 10^{-4}$ من قشرة الأرض. وهو لا يوجد بصورة حرة بالطبيعة وخاماته الأساسية هي البورات (Borates) وتوجد بصيغ مختلفة من الكيرنيت (Kernit) $Na_2B_4O_7.4H_2O$ والبوراكس (البورق) Borax ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) وله استخدامات عديدة منها:

1. عامل مطهر للبيوت.
2. معقم معتدل القوة أي كمعقم لبعض جروح الجلد.
3. مادة مساعدة في لحام الفلزات.
4. إزالة العسرة الدائمة في الماء.

5. في صناعة الفخار والخزف والزجاج.

وكذلك يتواجد بشكل حامض البوريك $B(OH)_3$ (أورثوبوريك) ومن استخداماته كمادة مطهرة للعين وفي صناعة الطلاء. إضافة إلى ذلك يتواجد البورون بشكل أوكسيد البورون (B_2O_3) والذي يعتبر كمادة مهمة في صناعة الفخار.