



كيمياء

عناصر المجموعة الرئيسة

المجموعة الثالثة عشر

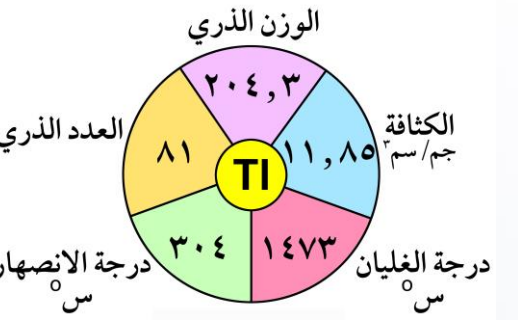
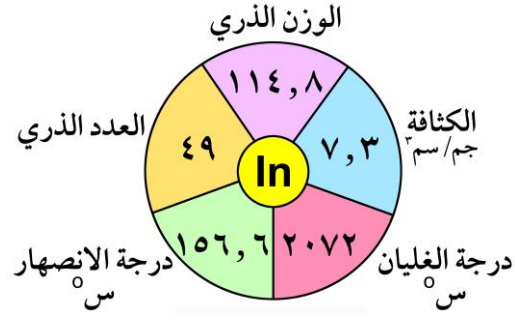
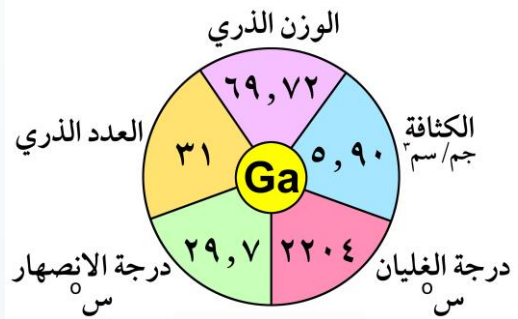
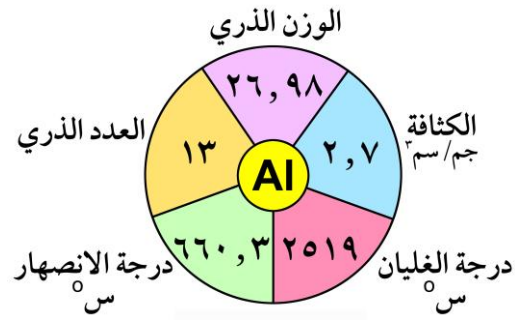
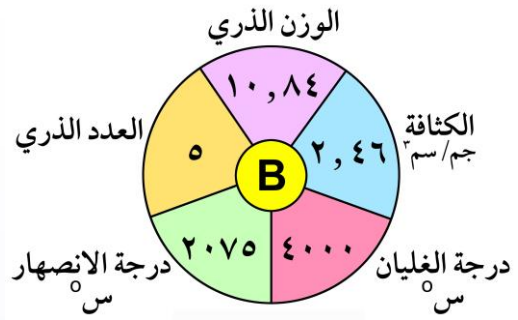
مجموعة البورون

الإعداد

أكرم أمير العلي

د. حامد الصاعدي

1441 - 2020



- ❖ تحتوي المجموعة الثالثة عشر على العناصر التالية : البورون (B) ، الألومنيوم (Al) ، الجاليوم (Ga) ، الإنديوم (In) ، الثاليوم (Tl).
- ❖ تتميز هذه المجموعة بتوزيع عناصرها الإلكتروني الذي ينتهي بالصيغة $ns^2 np^1$.
- ❖ نظرا لتشابه التوزيع الإلكتروني لكل من البورون و الألومنيوم فإنهما يظهران تشابها في خصائصهما، كما أنهما يختلفان في خصائصهما عن باقي عناصر المجموعة بسبب كون تلك العناصر تحتوي على مدارات d و f.
- ❖ لا يوجد البورون حرا في الطبيعة و لكنه يوجد على شكل حمض البوريك .

- ❖ يعتبر الألومنيوم من العناصر الأكثر وفرة في القشرة الأرضية فهو يحتل المركز الثالث وفرة بعد الأكسجين و السيليكون و هو بذلك يشكل 7.28 % من القشرة الأرضية .
- ❖ يوجد الألومنيوم على شكل أكاسيد أو فلوريد أو سيليكات. أما العناصر الأخرى الجاليوم و الإنديوم و الثاليوم فإنها توجد بكميات نزر (قليلة جدا) مصاحبة لكبريتيدات الخارصين و الرصاص.



الخصائص العامة لعناصر المجموعة الثالثة عشر

- 1 - مدارها الأخير يحتوي على ثلاثة إلكترونات .
- 2 - البورون لا فلز ، بينما الألومنيوم و الجاليوم و الإنديوم فلزات .
- 3 - طاقات تأينها مرتفعة و لكنها أكبر من تلك للمجموعتين الأولى و الثانية .
- 4 - الخصائص الفلزية تزداد كلما نزلنا إلى أسفل المجموعة .
- 5 - أحجامها الذرية صغيرة و لكن شحنتها الذرة عالية . و هنا يلاحظ بأن الحجم الذري للألومنيوم و الجاليوم متشابهة تقريبا بسبب التأثير الضعيف للإلكترونات الفلك d في الجاليوم .
- 6 - تزداد الكثافة في المجموعة كلما انتقلنا فيها من أعلى لأسفل.

- 7 - درجة انصهار البورون مرتفعة بسبب تواجدته على شكل مبلمر تساهمي في كلا الحالتين الصلبة و السائلة.
- 8 - يوجد الجاليوم بالحالة السائلة عند درجة حرارة 29.7 درجة سيليزية.

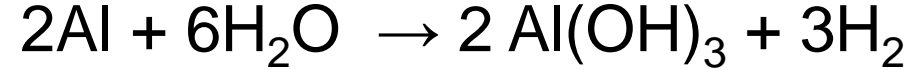
العنصر	الرمز	التوزيع الإلكتروني	عدد التأكسد
بورون	B	[He] 2S ² 2p ¹	٣+
ألومنيوم	Al	[Ne] 3S ² 3p ¹	٣+
جاليوم	Ga	[Ar] 3d ¹⁰ 4S ² 4p ¹	٣+
إنديوم	In	[Kr] 4d ¹⁰ 5S ² 5p ¹	٣+
ثاليوم	Tl	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6S ² 6p ¹	٣+ ، ١+

الخصائص الكيميائية

تعتبر عناصر المجموعة الثالثة أقل نشاطا مقارنة بعناصر المجموعتين الأولى والثانية .

1 - التفاعل مع الماء

- ❖ البورون عنصر خامل لذلك لا يتفاعل مباشرة مع الماء أو الهواء . لكنه يمكن أن يتفاعل إلى حد ما مع الهواء إذا ما تم تسخينه . و لكن يبقى البورون خاملا مع الماء الساخن أيضا .
- ❖ يتفاعل الألومنيوم مع الماء عند درجات الحرارة العادية . عند تفاعل الألومنيوم مع الماء فإنه يكوّن طبقة من الأكسيد تحمي الألومنيوم من المزيد من التفاعل .



يتفاعل الثاليوم مع الهواء الجاف مكونا أكسيد الثاليوم ، بينما يتفاعل مع الهواء الرطب مكونا هيدروكسيد الثاليوم.

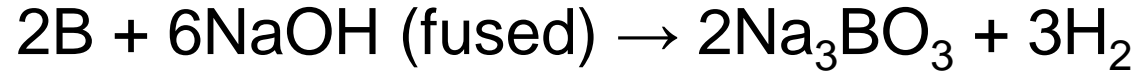
2 - التفاعل مع الحموض

- ❖ يتفاعل البورون فقط مع حمض النيتريك مكونا حمض البوريك
- ❖ تفاعل الجاليوم و الألومنيوم مع حمض النيتريك يتباطأ بالتدريج نتيجة تكوّن طبقة واقية من الأكسيد .
- ❖ يذوب الثاليوم في الحموض ناتجا عن ذلك تكوّن أيونات أحادية التكافؤ .
- ❖ يصبح تفاعل الثاليوم مع حمض الهيدروكلوريك أقل فعالية مع مرور الوقت نتيجة تكون كلوريد الثاليوم الذي لا يذوب في الماء .



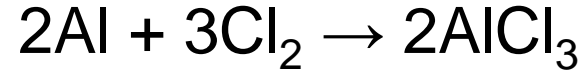
3 - التفاعل مع القلويات

يذوب البورون فقط في القلويات المصهورة ، و لكن يذوب الألومنيوم والجاليوم في القلويات المصهورة و في المحاليل المائية للقلويات . و في المقابل لا يتأثر الإنديوم بالقلويات .



4 - التفاعل مع الهالوجينات و النيتروجين

تتفاعل عناصر المجموعة الثالثة مع الهالوجينات مكونة الهاليدات ، أما التفاعل مع النيتروجين فهو محصور فقط على البورون و الألومنيوم ، فهما يتفاعلان مع النيتروجين و يكونان النيتريدات.



5 - البوريدات

- ❖ عندما يتم تسخين البورون مع أغلب الفلزات ، فإنه تتشكل البوريدات الفلزية.
- ❖ يعتمد التركيب البنائي لهذه البوريدات على نسبة الفلز -إلى- البورون ، وتحتوي على ذرات بورون مفردة أو مزدوجة أو متسلسلة أو صفائحية.
- ❖ المركبات التي لها تركيب M_2B مثل Fe_2B لها ذرات بورون مفردة بينما تلك التي لها نسبة 1:1 مثل FeB لها سلاسل مفردة من ذرات البورون تمر خلال الشبكة البلورية



- ❖ في المركبات ذات الصيغة MB_2 مثل MgB_2 و TiB_2 فإن لتلك المواد تركيب صفائحي .
- ❖ في المركبات التي لها تركيب صيغته MB_6 مثل MgB_6 فإن لها تركيب سداسي من ذرات البورون محصورة ضمن مكعب من ذرات الفلز من النوع كلوريد السيزيوم . و أخيرا المركبات من نوع MB_{12} مثل AIB_{12} فإن ذرات البورون تشكل بناء هندسي من 12 ذرة بورون.

6 - الهاليدات:

- ❖ عند دراسة هاليدات عناصر المجموعة الثالثة عشر نلاحظ بأنها تميل إلى تشكيل هاليدات من نوع MX_3 ما عدا يوديد الثاليوم ، و هي تعتبر حموض لويس قوية تميل إلى تشكيل مترابطات إضافية من نوع MX_3L .
- ❖ فهاليدات البورون الثلاثية BX_3 تتميز بتركيب مثلث مستوي يحتوي على فلك p فارغ عمودي على مستوى الجزيء . و بينما أن جميع ثلاثي هاليدات البورون BX_3 مونوميرات ، إلا أن التركيب البنائي للمركبات AIX_3 تعتمد على طبيعة الهاليد. فمثلا يلاحظ بأن المركب AIF_3 هو مركب صلب مبلمر .

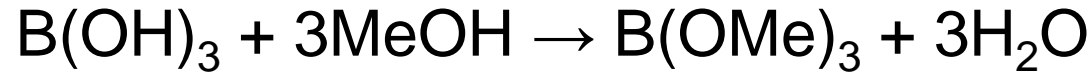
7 - هيدريدات العناصر الأخرى في المجموعة الثالثة عشر



- ❖ بخلاف البورون ، يعرف القليل من الهيدريدات للعناصر الأخرى ويعرف للألومنيوم هيدريد واحد مستقر و هو $(AlH_3)_x$ بينما للجاليوم فإنه عند تفاعل $[H_2GaCl]_2$ مع $Li[GaH_4]$ فإنه يتشكل الجالان $[GaH_3]_n$
- ❖ من الناحية الكيميائية بأن الجالان يتشابه كيميائياً من البوران أكثر من الآلان لأن الكهرسالية للجاليوم 1.8 و للألومنيوم 1.5 بينما للبورون 2 .

8 - الأكاسيد

- ❖ يمكن تحضير الأكاسيد من نوع M_2O_3 من خلال تسخين الفلز مع الأكسجين.
- ❖ عند دراسة أكاسيد عناصر المجموعة الثالثة عشر فإنه يلاحظ بأن أكسيد البورون B_2O_3 حمض ضعيف حيث عند تميؤه يتكون حمض البوريك و هو حمض ضعيف أيضا ، و يمكن لحمض البوريك أن يتفاعل مع الكحولات لتشكل البوراتات:



- ❖ أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 هو أكسيد متردد و يوجد ضمن شكلين و هما الشكل الألفا ذو درجات الانصهار العالية و الآخر الجاما ذو درجات الانصهار المنخفضة.
- ❖ أكسيد الجاليوم Ga_2O_3 فهو أكسيد متردد .
- ❖ أكسيد الإنديوم In_2O_3 قاعدة ضعيفة
- ❖ أكسيد الثاليوم Tl_2O_3 أكسيد قاعدي .

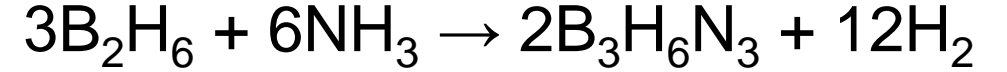
9 - المركبات مع عناصر المجموعتين الخامسة عشر و السادسة عشر

- ❖ عند تسخين عناصر المجموعة الثالثة عشر مع عنصر الكبريت أو السيلينيوم أو التيلوريوم فإنها تشكل مركبات تعرف باسم الكالوجينيدات و صيغتها العامة M_2E_3 حيث M عنصر من المجموعة الثالثة عشر و E عنصر من المجموعة السادسة عشر. أما المركبات مثل InP و $GaAs$ فتعتبر مركبات شبه موصلة هامة و تستخدم في الصناعات الإلكترونية .



10 - المركبات مع النيتروجين

❖ عند تفاعل ثنائي البوران مع الأمونيا فإنه يتكون مركب سائل عديم اللون يعرف باسم البورازين ، صيغته الكيميائية $B_3H_6N_3$ ، و وزنه الجزيئي 80.50 و درجة انصهاره -58 درجة سيليزية و درجة غليانه 161 درجة سيليزية و كثافته 0.81 جرام/سم³.



❖ نتيجة لوجود زوج إلكتروني حر على ذرة النيتروجين فإن المركب يشابه في شكله حلقة البنزين، ومع ذلك فإن المركب لا يتمتع بصفة عطرية. بسبب هذا التشابه اقترح الكيميائي الألماني نيلز فيبرغ تسميته باسم البنزين اللاعضوي، ولذلك فإن للبورازين اسم آخر هو البورازول .

