كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : كيمياء لاعضوية٢

المحاضرة : **العاشرة/نظري/**

{{ A to Z مكتبة }}

Facebook Group : A to Zمكتبة

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

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

البور: B , Al , Ga , In , Tl

1/ وجوده في الطبيعة:

تختلف البورن خواصه عن بقية المجموعة نظراً لصغر حجمه وارتباط الالكترونات التكافؤية او السطحية بالنواة لذلك عليك طاقة تأين عالية جداً لا تتخلى عنها بسهولة ، لا يعرف عنه انه له ايونات موجبة بل معظم مركباته تشكل روابط مشتركة وهو لا معدن يشبه في خواصه Si يدخل البور بكميات صغيرة في تركيب القشرة الأرضية ولا يصادف بشكل حر وانما يتواجد على شكل أملاح (أملاح البورات)

$Na_2B_4O_7.10H_2O$ بوراكس ، $Na_2B_4O_7.4H_2O$ الكارنيت ، $Na_2B_4O_7.5H_2O$ التوكاليت

تحضيره مخبرياً:

يحضر من خاماته بتحويلها الى السم البوري ومن ثم ارجاع هذا الاوكسيد بواسطة معدن المغنزيوم او الصوديوم حسب المعادلة التالية

$B_2O_3 + 3Mg \rightarrow 3MgO + 2B$

وللحصول على البور نقياً نحوله الى بروميد البور ثم نرجعه بالهيدروجين الى ثنائي هيدرو بورات ثم نفككه حرارياً

$BBr_3 + 3H_2 \rightarrow B_2H_6$

$B_2H_6 \xrightarrow[700^\circ C]{\Delta} 2B + 3H_2$

البورون لونه بني وهو لا معدن

البنية الالكترونية: ns^2np^1 ، $n=2$ ، $2s^2 2p^1$ [↑↓] [↑| |]

يكون البور عند تحضيره على شكل مسحوق بني غامق لكن بصهره وترسيبه يصبح صلباً قريب من الالماس هش بل للكسر غير ناقل للتيار الكهربائي (تزداد حوالي 600 مرة عند ارتفاع درجة الحرارة الى 600 درجة) ويعلل ذلك بارتباط الالكترونات بقوة بالنواة وبالتالي يمكن ان تتحرك بارتفاع درجة الحرارة.

البور خامل كيميائياً ماعدا في درجات الحرارة المرتفعة يشتعل بشعلة خضراء.

المعادن ← البوريدات		اللامعادن ← البورات / البوران

- يعد البور خاملاً كيميائياً في درجات الحرارة المنخفضة ويصبح نشيطاً مع ارتفاع الحرارة بشكل بشعلة خضراء ويسمى أكسيد البورات B_2O_3

- تتفاعل مع الهالوجينات والأخص مع الفلور في درجة حرارة الغرفة، أما مع الهالوجينات تحتاج إلى تسخين لإعطاء هاليدات البور

$X_2 + B \rightarrow BX_3$

$F_2 + B \rightarrow BF_3$ $\quad$ $\frac{3}{2} Cl_2 + B \rightarrow BCl_3$

- تتفاعل مع الكبريت $3S + 2B \rightarrow B_2S_3$ كبريتيد البور

- تتفاعل مع الآزوت $\frac{n}{2} N_2 + nB \rightarrow (BN)_n$ متعدد نتريت البور

- تتفاعل مع الكربون و Si

$C + B \rightarrow B_{12}C_3$

$Si + B \rightarrow B_6Si$ متغيرات

B_4Si

جميع هذه المركبات لا تخضع إلى قوانين التكافؤات الكيميائية

- يميل البور إلى الارتباط بالأوكسجين لذلك ينزع الأكسجين من مركبات الأكاسيد الحجرية والأكاسيد المعدنية

$2B + 3H_2O \rightarrow B_2O_3 + 3H_2$ $\quad$ $3CO_2 + 4B \rightarrow 3C + 2B_2O_3$

$Fe_2O_3 + 2B \rightarrow Fe + B_2O_3$

مع الحموض الهالوجينية $HX + B \rightarrow X$ ، $6HF + 2B \rightarrow 2BF_3 + 3H_2O$

أيضاً لا تتأثر الحموض الأكسجينية الممددة ولكن مع المركزة والساخنة تشكل حمض البور

حمض البور / أورثو حمض البور

$2B + 3H_2SO_4 \rightarrow 2H_3BO_3 + 3SO_2$

$B + 3HNO_3 \rightarrow H_3BO_3 + 3NO_2$

أيضاً تتفاعل مع القلويات في درجات حرارة عالية، أعلى من $500^\circ C$ تشكل لنا البورات

البورات

$2B + 6NaOH \rightarrow NaBO_3 + 3H_2$

ومع المعادن تشكل عدد كبير من المركبات تسمى البوريدات $nM + B_m \rightarrow M_mB_n$

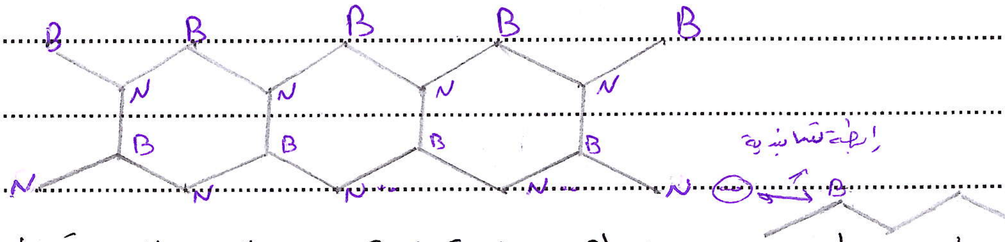
وهذه المركبات لا تدخل في القواعد التكافؤية

أهم مركبات البور:

١- نتريت البور: يحضر من تفاعل النشادر مع كلوريد البور

$$nNH_3 + nBCl_3 \xrightarrow{600-1000^\circ C} (BN)_n + 3nHCl$$

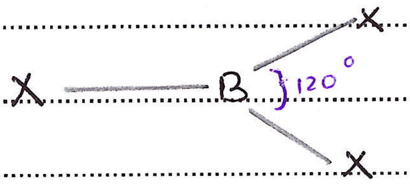
تشبه بنية نتريت الغرافيت وتتألف هذه من حلقات سداسية، كل ذرة بور مرتبطة بثلاث ذرات آزوت والعكس كل ذرة آزوت مرتبطة بثلاث ذرات بور كما هو موضح بالشكل التالي:



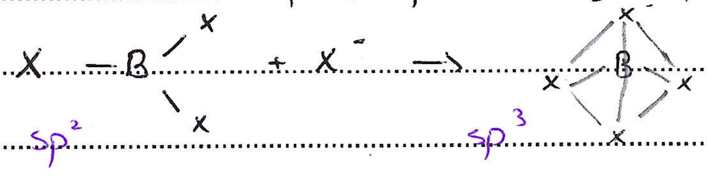
ترتبط كل طبقة مع طبقة الآزوت بواسطة رابطة تساندية تقدم الآزوت الزوج الالكتروني الحر الذي يستند على المدار الفارغ في ذرة البور لذلك نتريت البور غير ناقل للتيار الكهربائي وثابت كيميائياً ويتحمل درجات انصهار عالية حوالي $3000^\circ C$ لذلك يستعمل في صناعة النواقل الكهربائية او العوازل.

2. هاليدات البور: ① تحضر بالتفاعل المباشر بين الهالوجينات والبور حسب المعادلة $2B + 3X_2 \rightarrow 2BX_3$

② تفاعل الهالوجينات مع أكسيد البور بوجود الكربون $B_2O_3 + 3C + 3Cl_2 \rightarrow 2BCl_3 + 3CO$



هذه المركبات احادية الجزيئة مثلثية مستوية او مثلث مستوي نوع التهجين sp^2 حسب الشكل، عندما يتم ارتباط جاذب على الذرة يتحول الجزيء من مثلثية مستوية الى رباعية ومن sp^2 الى sp^3



تتميز هذه المركبات بعدم اكتمال الثمن الالكتروني حيث يوجد مدار فارغ على ذرة البور مما يعطيها خواص حمض لويس

واثبتت التجارب ان هذه المركبات تأخذ درجة حموضة كالتالي: $BBr_3 > BCl_3 > BF_3$

وتتحلمه الهاليدات في الماء لاعطاء حمض البور باستثناء فلوريد البور

$BX_3 + H_2O \rightarrow H_3BO_3 + 3XF$ اورتو حمض البور

$BF_3 + H_2O \rightarrow HBF_3OH \rightarrow$ معقد هيدروكسيد ثلاثي فلورو حمض البورات

3 - أكسيد البور B_2O_3:

تحضير: ① بأكسدة البور مع الأكسجين $4B + 3O_2 \rightarrow 2B_2O_3$

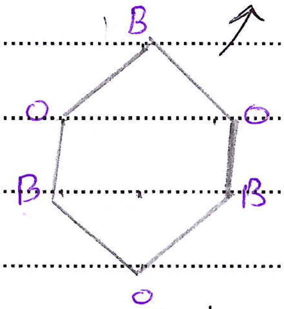
② نزع الماء من حمض البور $H_3BO_3 = B(OH)_3$

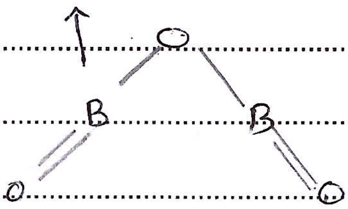
اورتو حمض البور $B(OH)_3 \xrightarrow[100\,C]{-H_2O} HBO_2$ ميتا حمض البور $\xrightarrow[\Delta \text{ حتى الاحمرار}]{-H_2O} B_2O_3$

• الأكسيد المصهور (السكور) يوجد على شكل بنية زجاجية حيث تتوزع مجموعات مؤلفة من البور والأكسجين على شكل عشوائي وبالتحديد على وجود ثلاثيات $(BO)_3$ وتكون البنية الفراغية بشكل حلقة سداسية

تزداد العشوائية بازدياد درجة حرارته ويبدأ بشكل مجموعات تحوي الرابطة $BO \leftarrow B=O$

• ومن الطور الغازي وجد جزيئات احادية لها البنية الثلاثية





أكسيد البور هو أكسيد حمضي حيث ما يذوب في الماء يعطي حمض البور على مراحل مع انتشار كمية كبيرة من الحرارة حسب المعادلة $B_2O_3 + H_2O \rightarrow 2HBO_2 + O_2 \xrightarrow{2H_2O} 2H_3BO_3 + O_2$

يتفاعل أكسيد البور مع الأكاسيد المعادن لتكوين البورات وهو ذات بنية زجاجية

$CuO + B_2O_3 \rightarrow Cu(BO_3)$ بورات النحاس

4- B_2O_2

O ═ B — B ═ O

هنالك نوع آخر من الأكاسيد غير معروف البنية الالكترونية ولكن في الحالة الغازية تكون صيغته B_2O_2 ويمكن الحصول على هذا الأكسيد من التسخين

$B_2(OH) \rightarrow B_2O_2 + 2H_2O$

حمض البور :

هنالك شكلين من الحمض أورثو وميتا ، نحصل على ميتا حمض البور من تسخين أورثو حمض البور بالدرجة 175°C

ونزع الماء

$$H_3B \xrightarrow[175^\circ C]{-H_2O} HBO_2$$

أورثو حمض البور   ميتا حمض البور

① ويحضر أورثو حمض البور من إضافة حمض كلور الماء الممدد إلى محلول البوراكس الساخن

$$\underbrace{Na_2B_4O_7 + 5H_2O}_{\text{محلول ساخن}} + \overset{\text{ممدد}}{2HCl} \rightarrow 4H_3BO_3 + 2NaCl$$

② من حلمهة أكسيد البور أو هاليد البور

$$B_2O_3 + 3H_2O \rightarrow H_3BO_3 + 3HCl$$

حمض البور حمض أو جسم صلب ضعيف الحموضة والوظيفة الحمضية أحادي الوظيفة الحمضية ، بلوري

أبيض قليل الذوبان في الماء تزداد الذوبانية بازدياد درجة الحرارة ففي الماء يكون أيونات

$$B(OH)_3 + H_2O \rightarrow B(OH)_4^- + H^+$$

يتفاعل مع أكاسيد المعادن أو هيدروكسيداتها لإعطاء البورات (الشيء الخاص)