**الكيمياء اللاعضوية**

**المرحلة الثانية / الفصل الثاني**

**المحاضرة الرابعة**  **2018/ 2019 د. محمد حامد سعيد**

**عناصر المجموعة السادسة مجموعة الاوكسجين (VIA)**

تحتوي المجموعة السادسة او Group 16 في الجدول الدوري على ست عناصر وهي Oxygen , Sulphur

Selenium , Tellurium , Polonium , ununhrxium وتعرف ايضا باسم مجموعة الاوكسجين وهي تنتمي الى عناصر الركن p ( *p- block* ) حيث يحتوي غلافها الخارجي على ست الكترونات الكترونين في الغلاف الخارجي ns واربع الكترونات في الغلاف الخارجي np . يحتوي الغلاف قبل الاخير على (2e) في الاوكسجين و (8e) بالكبريت و(18e) في باقي عناصر المجموعة وهذا سوف يكون سببا في اختلاف الاوكسجين عن باقي عناصر المجموعة في بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية .

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ت | العنصر  Element | رمز العنصر  Symbol | الترتيب الالكتروني  Electron  configuration | السالبية الكهربائية  Electrone-gativity | درجة الانصهار  Melting Points | درجة الغليان  Boiling  Points |
| 1 | الاوكسجين  Oxygen | 8O | [He]2s22P4 | 3.50 | -218.4 | -183 |
| 2 | الكبريت  Sulphur | 16S | [Ne]3s23P4 | 2.44 | 119\* | 444.6 |
| 3 | السلينيوم  Selenium | 34Se | [Ar]3d104s24P4 | 2.48 | 217 | 684 |
| 4 | التيلوريوم  Tellurium | 52Te | [Kr]4d105s25P4 | 2.01 | 137 | 1390 |
| 5 | البولونيوم  Polonium | 84Po | [Xe]4f14 5d10 6s26P4 | 1.76 | 254 | 962 |
| 6 | ينينهكسيوم  ununhrxium | 116Uuh | [Rn]5f14 6d10 7s27P4 |  |  |  |

\* للكبريت احادي المثيل

**وجودها في الطبيعة وتحضيرها :-**

عناصري الاوكسجين والكبريت شائعة بينما باقي العناصر نادرة نسبيا الاوكسجين هو العنصر الاكثر انتشارا حيث يوجد بصورة حرة كغاز (O2) او مشترك مع غيرة من العناصر في تكوين المركبات , يشكل الاوكسجين نسبة 20.9% حجم و23% نسبة وزنية في الغلاف الجوي يتم انتاج معظم الاوكسجين الموجود في الغلاف الجوي عن طريق التمثيل الضوئي للنباتات , كما انه يوجد بشكل اوزون في الغلاف الجوي العلوي وهو الذي يحمينا من اشعة الشمس الضارة كما يشكل الاوكسجين نسبة 46.6% من كتلة القشرة الارضية . يحضر الاوكسجين صناعيا اما بالتقطير المجزأ للهواء , او بالتحليل الكهربائي للماء . يحضر في المختبر بالتفكك الحراري لبعض الاكاسيد وفوق الاكاسيد وبعض الاملاح الاوكسيجينية . الكبريت هو العنصر السادس عشر الاكثر وفرة في القشرة الارضية وبنسبة 0.034% من كتلة القشرة الارضية يوجد الكبريت في الطبيعة اما حر او على شكل مركبات ويستخلص بصهر الكبريت الموجود تحت الأرض بتيار من بخار الماء الساخن . اما السيلينيوم والتيلوريوم فيوجدان بكميات صغيرة مع الكبريت , يوجد البولونيوم بكميات ضئيلة جد ويمكن الحصول علية من تشعيع البزموث في المفاعلات النووية .

210Bi83 210Po84 + B-1

**النظائر :-**

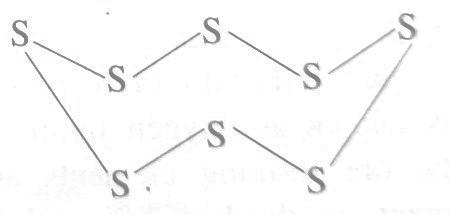
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| العنصر | النظائر المستقرة | النظائر غير المستقرة |
| الاوكسجين | 18O , 17O , 16O | 19O , 15O , 14O |
| الكبريت | 36S , 34S , 33S , 32S | 38S , 35S , 31S |
| السلينيوم | 78Se , 77Se , 76Se  74Se , 80Se , 82Se | 84Se , 79Se , 70Se |
| التيلوريوم | 124Te , 123Te , 122Te , 120Te  125Te , 126Te , 128Te , 130Te | 132Te , 127Te , 117Te |
| البولونيوم | لايوجد | 211Po , 210Po , 199Po |

**الخواص الفيزيائية والكيميائية :- Physical and Chemical Characteristics**

تتدرج عناصر هذه المجموعة في خواصها الفيزيائية والكيميائية مثل باقي عناصر المجموعات الاخرى وينفرد الاوكسجين في بعض الخواص عن باقي عناصر المجموعة .

الاوكسجين غاز بينما باقي عناصر المجموعة صلبة . جزيئة الاوكسجين ثنائية الذرة بينما جزيئات باقي العناصر اكثر تعقيدا , مثلا الكبريت يوجد بشكل حلقة ثمانية الذرات , يتناقص هذا الميل مع زيادة العدد الذري والنزول الى اسفل المجموعة ويمثل الكبريت الحد الاقصى من عدد الذرات ( 8 ذرات ) حيث يكون تهجين الكبريت فيها من نوع sp3 وتحتوي على مزدوجات الكترونية غير تاصرية

لذرة الاوكسجين ميل لتكوين اواصر متعددة من نوع ( *pπ-pπ*) مع ذرة اوكسجين اخرى بسبب حجمها الصغير بينما لا تستطيع ذرة الكبريت ذلك , حيث تكون طاقة الاصرة المزدوجة بين ذرتي الاوكسجين (O=O) كبيرة جدا حوالي ثلاث اضعاف طاقة الاصرة المفردة بين ذرتي الاوكسجين (O-O) والتي تساوي (34.9Kcal/mol) بينما طاقة الاصرة المزدوجة بين ذرتي الكبريت (S=S) ليست كبير بل اقل من طاقة الاصر المفردة بين ذرتي الكبريت (S-S) والتي تساوي (63.8Kcal/mol) نتيجة لذلك تكون سلاسل الاوكسجين (-O-O-O-) اقل استقرارا من الاصرة المزدوجة بين ذرتي الاوكسجين (O=O) في حين تكون سلاسل الكبريت (-S-S-S-) اكثر استقرار من الاصرة المزدوجة بين ذرتي الكبريت (S=S) لذا يوجد الاوكسجين بدرجة حرارة الغرفة بشكل جزيئة ثنائية الذرة غازية ويوجد الكبريت بشكل حلقة ثمانية الذرات صلبة.



يمكن تلخيص الاسباب التي تؤدي الى وجود الاختلاف بين خواص الاوكسجين عن عناصر الكبريت والسيلينيوم والتيلوريوم والبولونيوم بالأسباب التالية

1. انخفاض السالبية الكهربائية للعناصرالسيلينيوم والتيلوريوم مما يؤدي الى تقليل خواصها الايونية في مركباتها
2. تمتلك ذرات هذه العناصر اوربتالات إضافية يمكن ان تستخدمها في تكوين الاواصر لذا يمكن لذرات هذه العناصر ان تكون أربعة او ست أواصر ويحدث ذلك من خلال اثارة الذرة ليصبح الترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي ns1np3nd2 لذلك نجد لهذه العناصر(الكبريت والسيلينيوم والتيلوريوم والبولونيوم) حالة اكسدة(+6) اما في ذرة الاوكسجين فان التوزيع الالكتروني للغلاف الخارجي لا يسمح بتكوين اكثر من اصرتين تساهمية من نوع سيكما كما في جزيئة الماء ويكون تهجين ذرة الاوكسجين SP3 او تكون اصرة مضاعفة كما في (H2C=O) ويكون التهجين في هذه الحالة SP2 . يكون الاوكسجين حالة اكسدة موجبة فقط عند تفاعله مع الفلور فقط .
3. يتميز الكبريت بميلة الى تكوين سلاسل في مركباته لذلك فهو يكون مركبات لاتشبه مركبات الاوكسجين .
4. يكون الكبريت لافلز بينما السيلينيوم والتيلوريوم اشباه فلزات في حين يكون البولونيوم فلز

**الخواص الفلزية واللافلزية :- Metallic and Non-metallic Character**

تزداد الخواص الفلزية مع زيادة العدد الذري في عناصر المجموعة فالأوكسجين والكبريت لافلزات بينما يكون السيلينيوم والتريليوم اشباه فلزات ويكون البولونيوم فلز

**نصف القطر الذري والايوني :- Atomic and Ionic Radii**

يزداد نصف القطر الذري لعناصر المجموعة مع زيادة العدد الذري

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ت | العنصر  Element | رمز العنصر  Symbol | القطر الذري  Atomic radii (pm) | القطر الايوني  Ionic radii(pm) |
| 1 | الاوكسجين  Oxygen | 8O | 66 | 140 |
| 2 | الكبريت  Sulphur | 16S | 104 | 184 |
| 3 | السلينيوم  Selenium | 34Se | 117 | 198 |
| 4 | التيلوريوم  Tellurium | 52Te | 137 | 221 |
| 5 | البولونيوم  Polonium | 84Po | 146 | ---- |

نصف القطر لعناصر هذه المجموعة اصغر من نصف القطر لعناصر مجموعة النتروجين وذلك بسبب زيادة الشحنة الفعالة مع زيادة الانجذاب نحو النواة , هذه الزيادة في الانجذاب تولد انكماش في حجم الذرة وترجع الزيادة الطفيفة في الحجم الى زيادة عدد الالكترونات في الاغلفة الخارجية مع زيادة العدد الذري .

في حالة الايونات السالبة يتم اضافة الكترونين الى الذرة لذلك فان الشحنة المؤثرة تختزل وتزداد عدد الالكترونات في الذرة , هذا الايون السالب( M2- )يكون اكبر حجما مقارنه مع الذرة المتعادلة لذلك يكون نصف قطر الايون اكبر لعناصر المجموعة مع زيادة العدد الذري

**طاقة التأين :- Ionization Energy**

طاقة التاين لهذه المجموعة عالية فهي لا تفقد الكترونات لكي تكون ايون موجب بسهولة وتقل طاقة التأين مع زيادة العدد الذري من الاوكسجين الى البولونيوم والجدول التالي يتضمن قيم طاقات التأين لعناصر هذه المجموعة ( زيادة الميل لتكوين الايونات الموجبة )

طاقات التاين للعناصر الثلاثة الأولى في هذه المجموعة اقل من طاقات التاين للعناصر المقابلة لها في المجموعة 15 على الرغم من زيادة شحنة النواة ويرجع السلوك هذا السلوك الشاذ او غير الطبيعي الى الترتيب الالكتروني المتماثل والأكثر استقرارا في N , P , As مقارنة مع O , S , Se على التوالي مع ذلك فان قيم طاقات التاين الثانية لعناصر المجموعة 16 اعلى من قيم المجموعة 15 .

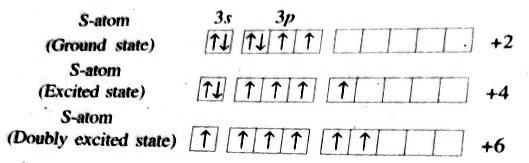
**السالبية الكهربائية :-Electronegativity**

تنقص السالبية الكهربائية بشكل تدريجي مع زيادة العدد الذري , حيث يمتلك الاوكسجين اعلى سالبية كهربائية فهو العنصر الثاني بعد الفلور من حيث قوة السالبية الكهربائية .

يعد النقصان في السالبية الكهربائية مؤشر على الصفات من الافلزات الى الفلزات مع زيادة العدد الذري

**حالات الاكسدة :-Oxidation States**

الترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي لعناصر هذه المجموعة هوns2np4 لذا فهي تميل الى اكتساب (2e) وتأخذ حالة الاكسدة (-2) او ان تتشارك مع ذرات أخرى في تكوين الاصرة التساهمية حتى تصل الى الترتيب الالكتروني للغاز الخامل. يمتلك الاوكسجين سالبية كهربائية عالية لذلك تكون حالة الاكسدة (-2) شائعة في مركباته باستثناء فلوريد الاوكسجين . كما ان معظم اكاسيد الفلزات هي مركبات ايونية يحتوي على الاوكسجين ايون ثنائي الشحنة السالبة (O2-) . كما تقل السالبية الكهربائية لعناصر هذه المجموعة مع زيادة العدد الذري يقل ميلها لتكوين الايون الثنائي السالب مع زيادة العدد الذري وعلى ذلك يمكن مشاهدة حالة الاكسدة الموجبة ابتداء من Po , Te , Se , S بشكل +2 إضافة الى ظهور حالات الاكسدة (+4 , +6) وهذا من خلال وجود اوربتال (d) وبما ان الاوكسجين لا يمتلك اوربتال (d) لذلك فلا يظهر حالات الاكسدة (+4 , +6) بينما الكبريت يتواجد بحالات اكسدة ( +2, +4,+6) وبذلك يستطيع تكوين (2, 4,6) أواصر تساهمية



اذا يكون الاوكسجين ثنائي التكافؤ بينما باقي عناصر المجموعة تظهر حالات تكافؤ ثنائية ورباعية وسداسية , كما تظهر المركبات التي تمتلك حالة تكافؤ رباعي خواص تاكسدية واختزالية في نفس الوقت بينما المركبات التي تمتلك حالة تكافؤ سداسية تظهر خواص تاكسدية فقط .

**الهيدريدات :-**

كل عناصر هذه المجموعة تكون هيدريدات من نوع MH2 , مثلا ( H2S , H2O , H2Se ,H2Te, H2Po) يتم الحصول على جزيئة الماء من حرق الهيدروجين في جو من الاوكسجين بينما يتم الحصول على H2S, H2Se , H2Te من تفاعل حامض الكبريتيك مع املاح لهذه العناصر

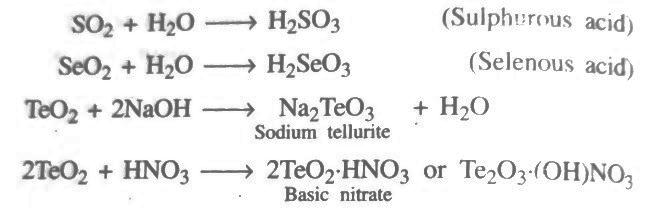
FeS + H2SO4 FeSO4 + H2S

Na2Se+ H2SO4 Na2SO4 + H2Se

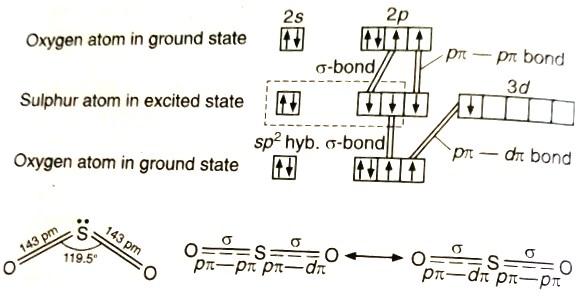
وتختلف هذه الهيدريدات في خواصها فملا الماء سائل عديم اللون والرائحة بينما باقي هذه الهيدريدات غازات سامة عديمة اللون مع روائح كريهة , الماء قليل التطاير ( درجة غليانه عالية ) بسبب وجود الاصرة الهيدروجينية بينما كبريتيد الهيدروجين عالي التطاير بسبب عدم تكون الاصرة الهيدروجينية , حيث تقل قابلية التطاير من H2S الى H2Te مع زيادة الوزن الجزيئي للهيدريد وانخفاض الفرق في السالبية الكهربائية بين الفلز والهيدروجين . تزداد الصفة التساهمية لهيدريدات هذه المجموعة من H2O الى H2Te حيث تمتلك جزيئة الماء قطبية عالية ولديها ثابت عزل عالي وبتالي تعمل كمذيب ممتاز للجزيئات غير العضوية , جميع هيدريدات المجموعة حوامض ضعيفة وتتفكك بدرجات حرارة مختلفة لتحرير ايون الهيدروجين H+ .تزداد قوة الحامضية للهيدريدات من H2O الى H2Te كدليل على قوة التفكك .

**الاكاسيد :-**

أهم اكاسيد عناصر هذه المجموعة هي من نوع MO2 و MO3 مثلا SO2 , SeO2 هي اكاسيد حامضية وهي غير ذائبة في الماء , TeO2 و PoO2 هي أيضا غير ذائبة في الماء امفوتورية تذوب في الحوامض والقواعد.

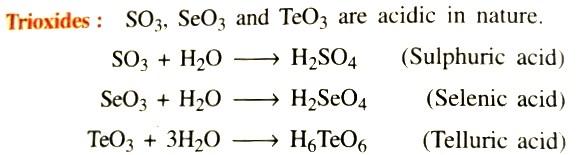


SO2 غاز بينما SeO2 هو صلب متطاير في حين TeO2 أوكسيد صلب غير متطاير , كل الاكاسيد الثنائية تأخذ اشكال مختلفة تكون الاواصر في SO2 بزاوية (119.50 ) ( O-S-O) تأخذ ذرة الكبريت فيه تهجين من نوع SP2 وكلا الاصرتين تكون بنفس الطول وهذا دليل على وجود رنين في الجزيئة . يأخذ SeO2 نفس تركيب SO2 في الطور الغازي لكن في الطور الصلب تأخذ شكل سلسلة وهي غير مستوية

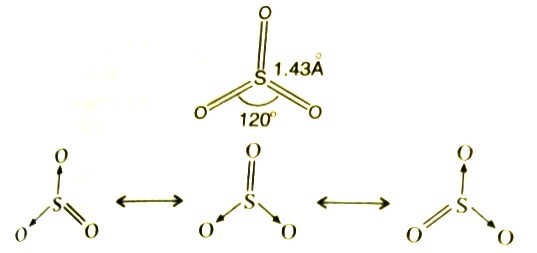


**الاكاسيد الثلاثية :-**

هي اكاسيد حامضية مثلا TeO3 , SeO3 , SO3



تقل الصفة الحامضية مع زيادة العدد الذري في المجموعة , يكون SO3 غازي ويأخذ شكل مثلث مستوي , حيث يكون شكل SO3 مشابه لشكل SO2 ماعدا اعطاء احد المزدوجات الالكترونية لذرة الكبريت في SO2 الى ذرة الاوكسجين الثالثة , حيث يتضمن شكل جزيئة SO3 رنين حسب ما يلي



**الهاليدات :-**

يكون Te ,Se , S كلوريدات سداسية حيث يظهر اعلى تكافؤ سداسي وجميعها تأخذ تهجين من نوع sp3d2 وتأخذ شكل ثماني السطوح

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\M\Desktop\2-1.jpg | C:\Users\M\Desktop\2.jpg |

يكون SF6 خامل يتفاعل SeF6 بسهولة بينما TeF6 يتحلل مائيا , لاتكون باقي الهالوجينات هاليدات سداسية وذلك لكبر حجمها الذري .هناك هاليدات رباعية معروفة مثل SF4 غاز SeF4 سائل و TeF4 صلب كما ان Po يكون مع الكلور والبروم هاليدات رباعية ويكون كل من Te, Po يوديدات رباعية , كل الهاليدات الرباعية تاخذ شكل هرم مثلثي القاعدة بتهجين sp3d .

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\M\Desktop\1-1.jpg | C:\Users\M\Desktop\1.jpg |

**الاوكسجين :-**

يدخل الاوكسجين في تركيب جزيئات الماء والسيليكا كما يكون مركبات مع جميع العناصر باستثناء الغازات النبيلة كونها خاملة , الاوكسجين من عناصر الدورة الثانية أي ان غلافة يتشبع بثمان الكترونات ويتم ذلك من خلال.

1. اكتساب الكترونين ويكون ايون الاوكسيد السالب O2-
2. اكتساب الكترون واحد إضافة الى تكوين اصرة تساهمية أحادية كما في مجموعة (OH1-)
3. تكوين اصرتين تساهميتين احاديتين كما في (R-O-R) او اصرة مزدوجة كما في (O=C=O)
4. تكوين ثلاث او اربع أواصر تساهمية كما في المركب (R2OH)

**مركبات الاوكسجين :-**

1. الاكاسيد :- تسمى مركبات الاوكسجين الثنائية بالاكاسيد وهي تختلف في خواصها الكيميائية بسبب طبيعة الاصرة التي تربط (O2) بالعنصر الاخر فمنها ما يكون ايوني ومنها مايكون تساهمي ومنها مايمتلك صفات وسط بين التساهمية والايونية , يمكن تصنيف الاكاسيد اعتمادا على الصفة الحامضية والقاعدية الى
2. الاكاسيد الحامضية :- وهي الاكاسيد التي تذوب بالماء مكونة محلول حامضي مثل (P2O5) الذي يذوب في الماء مكونا حامض الفسفوريك

2P2O5 + 6H2O 4H3PO4

1. الاكاسيد القاعدية :- هي الاكاسيد التي تذوب في الماء مكونة محلول قاعدي مثل (CaO)

CaO + H2O Ca(OH)2

ﺠ- الاكاسيد الامفوتيرية :- وهي الاكاسيد التي تظهر صفات كل من الحامض والقاعدة تحت ظروف مختلفة (Sb4O6) والذي يمكن ان يتفاعل مع الحوامض والقواعد

Sb4O6 + 12H+ 4Sb3+ + 6H2O

Sb4O6 + 4OH- 4Sb(OH)4

ء- الاكاسيد المتعادلة :- وهي الاكاسيد التي تكون خاملة تجاه الماء أي التي لاتذوب في الماء مثال على ذلك احادي أوكسيد الكاربون (CO) واوكسيد النتروز (NO)

1. الأوزون :- تختلف فعالية الأوزون (O3) الكيميائية عن عنصر الاوكسجين فالاوزون يمكن ان يتفاعل في درجات الحرارة الواطئة مع العناصر التي لايمكن للاوكسجين ان يتفاعل معها لا في درجات حرارة عالية مثال على ذلك تفاعل الأوزون مع يوديد البوتاسيوم.

O3+ 2KI + H2O I2 + 2KOH + O2

هذا التفاعل يستخدم في تقدير الأوزون كميا وذلك بمعايرة اليود الناتج من التفاعل بطرق تقدير اليود المعروفة, كما يتفاعل الأوزون مع هيدروكسيدات البوتاسيوم والربيديوم والسيزيوم مكونا مركبات تسمى الاوزونيدات

3KOH + 2O3 2KO3 + KOH.H2O + 1/2O2

يحضر الأوزون بطريقة التفريغ الكهربائي لغاز الاوكسجين بفعل تاثير الاشعة فوق البنفسجية على جزيئة الاوكسجين

1. البيروكسيدات:- ابسط مثال عليها (H2O2) الذي يعتبر عامل مؤكسد قوي في الوسطين الحامضي والقاعدي , يحضر من التحليل الكهربائي لحامض الكبريتيك باستخدام اقطاب من البلاتين بوجود كثافة عالية من التيار لحدوث التفاعل

2H2SO4 S2O8-2 + 4H+

S2O8-2 + 2H+ H2S2O8

H2S2O8 H2SO4 + H2SO5

H2SO5 + H2O H2O2 + H2SO4

**الكبريت S :-**

يوجد الكبريت بصورتين الصلبة والسائلة

* الكبريت الصلب يوجد بحالتين

1. حلقات كبريتية ( كبريت حلقي )
2. سلاسل لذرات الكبريت ( كبريت سلاسلي)

* الكبريت السائل يتكون من صهر الكبريت الصلب الذي يتحول الى سائل غير لزج وتزداد لزوجة بزيادة الصهر وهذه الزيادة سببها تكسر الحلقات بالتسخين وكسر الاواصر بين ذرات الكبريت حيث يتحول الى الكبريت السائل .

يمكن للكبريت ان يتحد مع الفلزات مكونا الكبريتيدات كما في كبريتيدات العناصر القلوية التي تحتوي على ايون الكبريت (S2-) كما يمكن ان يكون متعدد الكبريتيد والتي تحتوي على عدد من ايونات الكبريت (S2-) يتراوح عددها بين (2-6) ايونات

**مركبات الكبريت :-**

1. اكاسيد الكبريت
2. ثنائي أوكسيد الكبريت SO2 :- عامل مختزل ضعيف في الوسط الحامضي ولكن تزداد قوته بالاختزال في الوسط القاعدي فهو يتكون من اكسدة الكبريت

S + O2 SO2

1. ثلاثي أوكسيد الكبريت SO3:- يحضر من التفاعل المباشر بين الاوكسجين وثاني أوكسيد الكبريت بوجود عامل مساعد ( خامس أوكسيد الفناديوم V2O5)

SO2 + 1/2 O2  SO3

تأخذ جزيئة (SO3) شكلمثلث مستوي وتأخذ هذه الجزيئة تراكيب رزوننسية لانتشار الشحنة السالبة على ذرة الاوكسجين لغرض استقرار هذه الجزيئة.



1. الاحماض الاوكسجينية للكبريت :- يكون للكبريت احماض اوكسجينية يمكن تصنيفها من حيث عدد ذرات الكبريت الى
2. الاحماض التي تحتوي على ذرة كبريت واحدة مثال على ذلك حامض الكبريتيك (H2SO4) حامض الكبريتوز (H2SO3) .

يتميز حامض الكبريتيك بان له القدرة على انتزاع الماء من المركبات العضوية , مثال على ذلك انتزاع جزيئات الماء الكحولات كما في التفاعل التالي

CH3CH2OH + H2SO4 CH3CH2OH2+ HSO4

H2SO4

CH3CH2HSO4 +H3O+ +HSO4-1

1. الاحماض التي تحتوي على ذرتي كبريت مثال على ذلك حامض ثنائي ثايونيك (H2S2O6) وحامض الثايوكبريتيك (H2S2O3) , يمكن تحضير حامض الثايوكبريتيك (H2S2O3) بتسخين المحاليل التي تحتوي على ايون الكبريتيت (SO32-) مع عنصر الكبريت او بطريقة التحلل المائي لأيون ثنائي ثايونيت

SO32-+ S S2O3

2S2O42- + H2O S2O32- + 2HSO32-

1. الكبريتيدات الايونية :- تكون الفلزات القلوية الترابية كبريتيدات ايونية تكون على شكل بلورات قابلة للذوبان في الماء وتكون محاليل هذه الكبريتيدات نوعين من المركبات ذات الصيغة (M2S4) و (M2S5) ويكون هذا النوع من المركبات اكثر استقرارا من المركبات ذات الصيغة (M2S3) حيث انها يمكن ان تتفكك مكونة مركبات أحادية الكبريت ورباعية الكبريت

3 M2S3 2 M2S + M2S4

**السلينيوم التيلوريوم والبولونيوم :-**

تكون هذه العناصر مركبات تساهمية يمكن ان يكتمل الترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي لهذه العناصر بحيث يصبح مشابه للترتيب الالكتروني الغاز النبيل من خلال الطرق التالية

1. اكتساب الكترونين وتكوين ايونات (Po2- , Te2- , Se2-)
2. تكوين اصرتين تساهميتين كما في مركب ثنائي كلوريد السيلينيوم (SeCl2)
3. تكوين اصرة تساهمية واحدة مع شحنة سالبة للعنصر مثلا (RSe1-)
4. تكوين ثلاث أواصر تساهمية مع شحنة موجبة للعنصر ( R3Se+)

**مركباتها :-**

1. الاكاسيد :- تختلف اكاسيد هذه العناصر عن اكاسيد الكبريت من حيث كونها مواد صلبة بدرجة حرارة (250C) ومن اهم هذه الاكاسيد هو ثلاثي أوكسيد السيلينيوم (SeO3) الذي يحضر من خلال سحب جزيئة ماء من حامض السلينيك (H2SeO4) بوجود عامل مساعد هو خماسي أوكسيد الفسفور (P2O5) بدرجة حرارة تتراوح بين (160-1500C) . يذوب ثلاثي أوكسيد السيلينيوم (SeO3) في حامض الهيدروفلوريك (HF) مكونا حامض الفلوروسيلينك (FSeO3H)

SeO3 + HF FSeO3H

كما يحضر ثلاثي أوكسيد التيلوريوم (TeO3) بانتزاع جزيئة ماء من حامض التريليك Te(0H)6 اما احماض هذه العناصر مثلا حامض السلينيك (H2SeO4) فيحضر بصهر عنصر السيلينيوم مع نترات البوتاسيوم ويتميز هذا الحامض بدرجة انصهارة الواطئة (570C) .