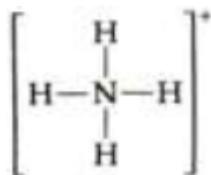


The Coordinate Bond (التساندية)

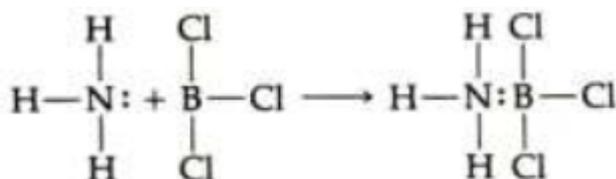
عرفنا ان الاصرة التساهمية تنشأ نتيجة مشاركة الالكترونات في اوربتالين من الذرتين المكونة للاصرة بغض النظر عن مصدر هذه الالكترونات من اي ذرة كانت فإذا جاء الكترون واحد من كل من اوربتالات المتشابهة (المتداخلة) في الذرتين ، تتكوّن اصرة تساهمية " عادية" أما اذا كان أحد الاوربتالات فارغا ، والآخر ممتلئا ، فإن كلا الإلكترونين يمكن أن يأتيا من الاوربيتال الممتلئ ، وتكوّن حين اذا اصرة تساهمية تناسقية أو " تساندية ." فعندما تتحد ذرة نتروجين مع ثلاث ذرات هيدروجين لتكوين جزيئة الامونيا NH_3 ، تكون ذرة النتروجين قد أكملت الثمانية الكترونات في غلافها الخارجي ونتيجة لذلك قد نتوقع أن أقصى عدد من الاواصر التساهمية التي يمكن ملاحظتها لذرة النتروجين هو ثلاثة . الا أن هناك أمثلة قد يُكوّن النتروجين فيها أكثر من ثلاثة اواصر تساهمية . ففي أيون الامونيوم NH_4^+ الناتج من التفاعل التالي



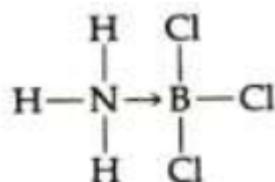
تكون ذرة النتروجين مرتبطة بأربع ذرات هيدروجين. تتكون الاصرة الرابعة بين ايون الهيدروجين الموجب H^+ وذرة النتروجين في جزيئة الامونيا من خلال منح ذرة النتروجين للمزدوج الالكتروني ولا يساهم ايون الهيدروجين باي الكترون في هذه الاصرة بل يتقبل المزدوج الالكتروني القادم من النتروجين (توفر الاوربتال اللازم لاستقبال المزدوج) وبذلك تتشكل اصرة تساهمية تناسقية او تساندية حيث يتم اقتسام المزدوج الالكتروني القادم من ذرة واحدة بين الذرتين من المهم ان نذكر هنا انه بمجرد تكون الاصرة التناسقية فأنها لا تختلف عن اي اصرة تساهمية اخرى ولكن محاولة التمييز بين الاصرة التساهمية العادية وبين الاصرة التساهمية التناسقية تهدف اساسا الى تتبع مصادر الالكترونات في الاصرة ، وعندما نكتب تراكيب لويس باستعمال الخطوط لتمثيل المزدوجات الالكترونية يتم تمثيل الاصرة التناسقية بواسطة سهم يشير بعيدا الى الذرة المانحة وتجاه السهم نحو الذرة الذي تتقبل المزدوج الالكتروني . وبذلك نستطيع ان نتصور ان الاصرة التساهمية التناسقية في ايون الامونيوم تتكون من تداخل اوربتال $1s$ موجود على ايون الهيدروجين (البروتون) مع اوربتال ممتلئ تماما من خلال زوج الكترون غير متاصر (زوج وحيد) على ذرة النتروجين في جزيئة الامونيا ويقسم هذا الزوج من الالكترونات في منطقة تشابك (تداخل) الاوربتالات بمجرد تكون هذه الاصرة وهي اصرة تساهمية مكتملة تعتمد خواصها على منشئها وبتالي تكون الاواصر $N-H$ الاربعة في ايون الامونيوم NH_4^+ متماثلة ويمكن تمثيلة ببساطة بالشكل التالي



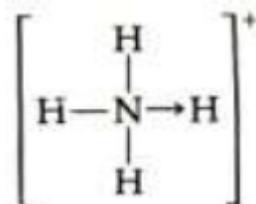
وكمثال اخر لهذا النوع من الاواصر نشير الى الناتج من تفاعل ثلاثي كلوريد البورون BCl_3 مع الامونيا وهو مادة تعرف بمركب اضافة addition compound لأنها ببساطة تنتج من اضافة جزيئة الى جزيئة اخرى



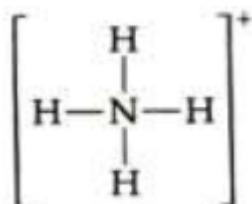
ولكي نبين ان زوج الالكترونات المقتسم بين ذرات B , N موجود اصلا على ذرة النتروجين يكتب تركيب لويس لمركب الاضافة الناتج من هذا التفاعل بالشكل التالي



وباستعمال هذا النوع من التدوين نكتب تركيب ايون الامونيوم NH_4^+ هكذا

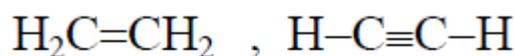


الا ان هذه الطريقة في رسم الاواصر تعطي انطباع بان احد الاواصر بين N-H مختلفة باقي الاواصر الاخرى لكن قد اتضح تجريبيا ان جميع الاواصر N-H الاربعة المتمثلة لذلك ولتقادي انطباعات غير صحيحة يكتب ايون الامونيوم NH_4^+ ببساطة هكذا



Multiple Bonds المتعددة الاواصر

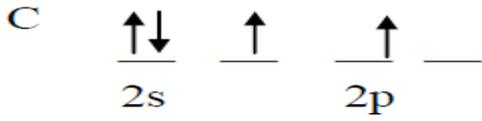
تتكون الاصرة التساهمية الثنائية والثلاثية عندما ينقسم زوجان او ثلاث ازواج من الالكترونات على الترتيب بين ذرتين ، وكمثال على ذلك جزيئة الاثلين ethylene C_2H_4 والاسلتين acetylene C_2H_2



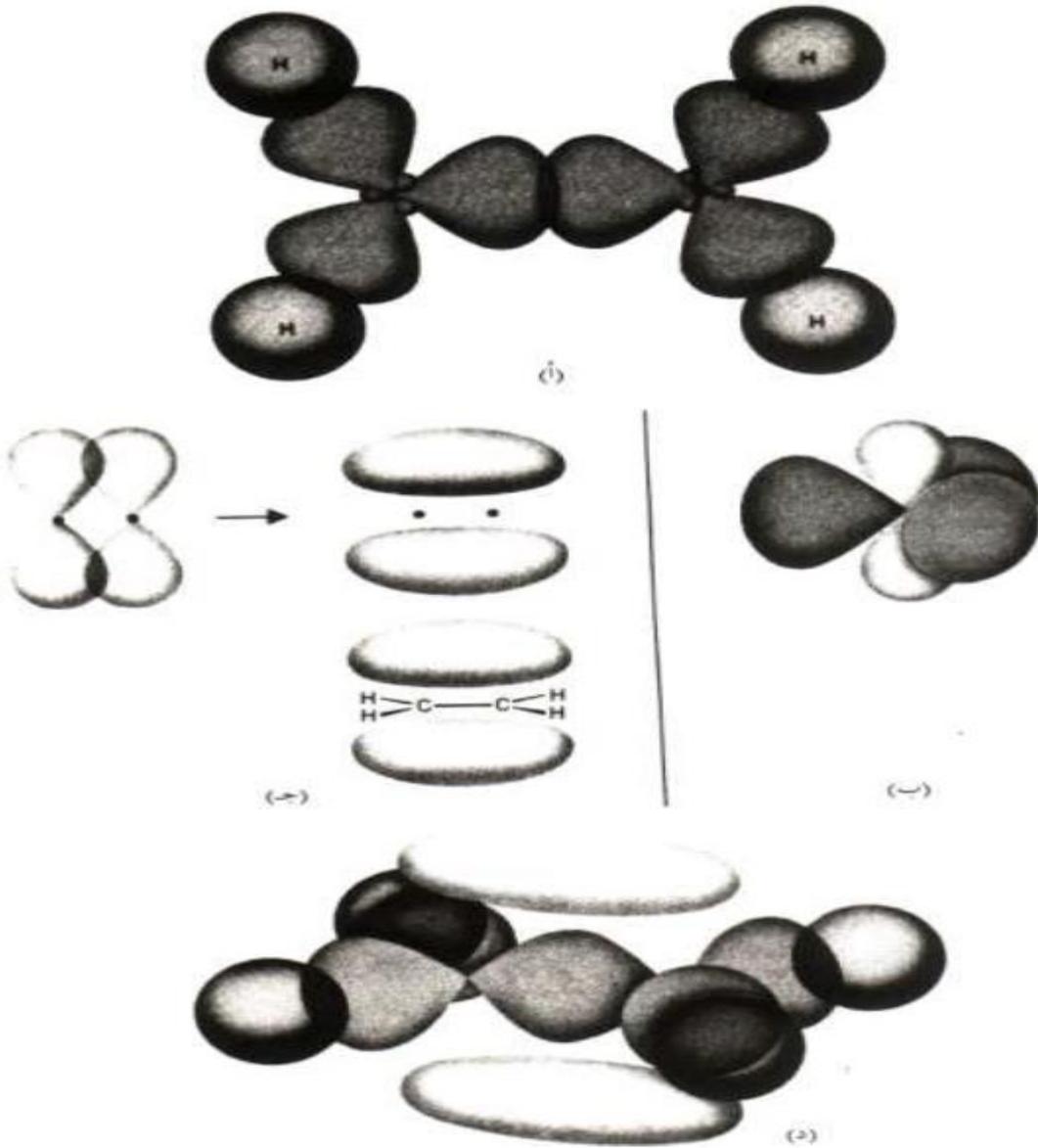
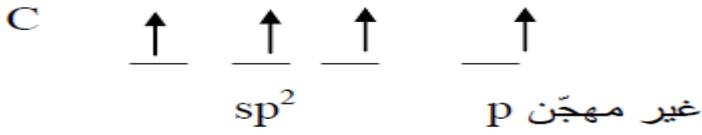
ايتلين

استلين

وتفسر الاصرة في الاثلين عادة بالطريقة التالية ، فلكي تستطيع ذرة الكربون ان تكون اواصر مع ثلاث ذرات اخرى (ذرتا هيدروجين وذرة كربون) ، فأنها يجب ان تستخدم مجموعة من الاوربتالات المهجنة من نوع sp^2 :



تعطي عند التهجين



شكل يبين الاواصر في جزيئة الاثلين

- أ- تداخل اوربتالات 1s من الهيدروجين مع اوربتالات sp^2 المهجنة على ذرة الكربون . كما تترايط ذرتا كربون ببعضها من خلال تداخل اوربتالات مهجنة من نوع sp^2 لذرتي الكربون
- ب- اوربتال غير مهجن من نوع p يكون عموديا على مستوى الاوربتالات المهجنة sp^2
- ج- تكون الاصرة π من التداخل الجانبي لاوربتالات p في ذرتي الكربون
- د- رسم يبين كل الجزيئة

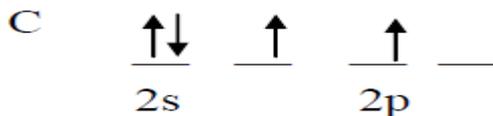
حيث يتم استخدام اوربتالين من الاوربتالات المهجنة في التداخل (التشابك) مع اوربتالات الهيدروجين $1s$ ، بينما يتداخل اوربتال sp^2 الثالث مع اوربتال مماثل من ذرة كاربون اخرى كما مبين في الشكل (أ) اعلاه وهذا يفسر جميع اواصر C-H وكذلك احد ازواج الالكترونات المقسمة بين ذرتي كربون .

وبسبب الطريقة التي يتم بها تهجين اوربتالات sp^2 فان لكل ذرة كاربون اوربتال ذري من نوع p غير مهجن عمودي على اوربتالات sp^2 المهجنة يبرز اعلى واسفل الاوربتالات المهجنة كما في الشكل (ب) اعلاه وعندما ترتبط ذرتا كربون مع بعضهما البعض يقترب اوربتال p لكلا الذرتين من بعضهما البعض بشكل جانبي فتكون النتيجة انه بالإضافة الى الاصرة المتكونة من تداخل اوربتالات sp^2 المهجنة تتكون اصرة ثانية تتركز فيها السحابة الالكترونية اعلى واسفل محور كربون - كربون ويظهر ذلك واضحا في الشكل (ج) اعلاه

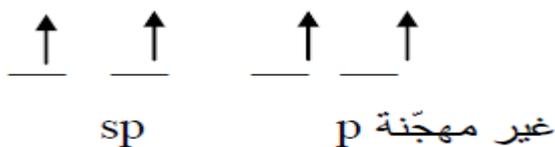
وبذلك فان الاصرة الثنائية في الاثلين تتكون من نوعين مختلفين من الاواصر وللتميز بينهما يستعمل مصطلح الاصرة سيجما (σ -bond) للاصرة التي يتركز فيها الكثافة الالكترونية فيها عبر الخط الذي يصل النوى المرتبطة ، فنتشابك اوربتالات sp^2 لذرات الكربون المتجاورة يؤدي الى تكون الاصرة سيجما . اما الاصرة المتكونة من تداخل اوربتالات p لذرتي الكاربون التي تؤدي الى تركيز الكثافة الالكترونية اسفل واعلى الخط الواصل بين ذرتي الكاربون فتسمى بالاصرة باي (π -bond) وبذلك نجد ان جزيئة الاثلين تحتوي على نوعين من الاواصر سيجما σ وباي π نلاحظ ان زوجي الالكترونات في الاصرة الثنائية استطاعا تلافيا بعضهما البعض بشغل مناطق مختلفة من الفراغ .

اما النقطة الاخير التي يجب ملاحظتها فهي ان الاواصر المتكونة من تداخل اوربتالات الهيدروجين $1s$ مع اوربتالات الكربون المهجنة sp^2 تتركز الكثافة الالكترونية عبر الخط الواصل بين الذرات المرتبطة لذلك تسمى الاصرة C-H ايضا اصرة سيجما .

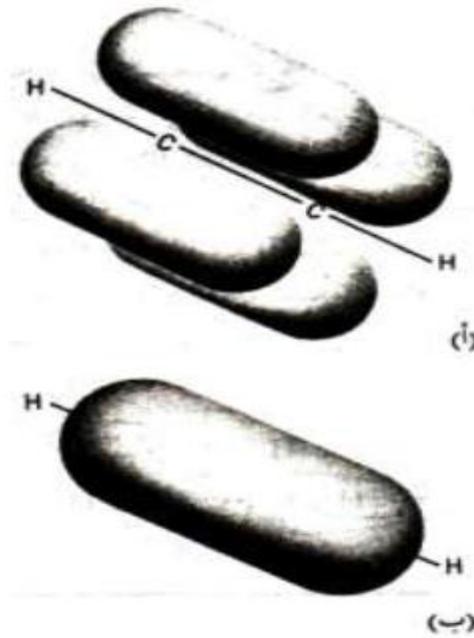
في حالة الأستلين ، ترتبط كل ذرة كربون مع ذرتين أخريين فقط ؛ ذرة كربون وذرة هيدروجين لذلك نحتاج اوربتالين لهذا الغرض ، يستعمل زوج من اوربتالات sp المهجنة



تعطي عند التهجين



يتترك هذا التهجين اوربتالين على ذرة الكربون غير مهجنين من نوع p مشغولين بالكترون واحد على كل ذرة كربون وهما متعامدان على بعضهما البعض وايضا على اوربتالات sp المهجنة . عندما ترتبط ذرتا كربون عن طريق تكوين اصرة سيجما بين اوربتالات sp المهجنة على كل ذرة كربون فان اوربتالات p يمكن ايضا ان تتشابك (تتداخل) لنتج اصرتان من نوع باي تحيطان بالمحور الواصل بين نواتي ذرة الكربون كما في الشكل (أ) ادناه لذلك تتكون اصرة ثلاثية من اصرة سيجما واحدة واصرتان من نوع باي . تعطي اصرتا باي في الاستلين (او في اي اصرة ثلاثية) توزيعا الكترونيا كليا يكون اسطوانيا Cylindrical على محور الاصرة كما في الشكا (ب) ادناه



شكل يوضح تكون الاصرة الثلاثية في الاستلين

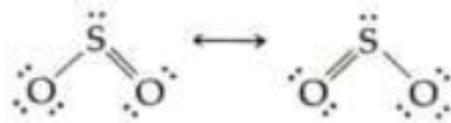
أ- اصرتا باي

ب- التوزيع الالكتروني الاسطواني حول محور الاصرة

مثال :- تعرف على نوع الاوربتالات المهجنة التي تستعملها الذرات في جزيئة حامض الايثانويك (الخليك او الاستيك)

الرنين Resonance

من خلال دراستنا السابقة عرفنا ان هناك حالات لا نستطيع فيها رسم تركيب لويس واحد مقبول لجزيئة او ايون معين مثلا SO_2 , SO_3 و عرفنا ان التركيب الالكتروني الحقيقي لهذا النوع من الجزيئات ينتمي الى رنين مهجين لتربيين او اكثر ، فمثلا ثنائي اوكسيد الكربون يأخذ



ان صيغة النقاط الالكترونية كما تم رسمها توافق الى حد كبير صور الاصرة التساهمية ، فكل زوج من النقاط مرسوم بين ذرتين يمثل زوج من الالكترونات منقسما قي الجزيئة التي تتداخل فيها الاوربتالات الذرية للذرات المترابطة .

عند ظهور نظرية اصرة التكافؤ كان من المعروف وجود العديد من الحالات التي لا يكفي فيها وجود اصرة تساهمية واحدة لتفسير تركيب الجزيئة . من هنا برز مفهوم الرنين ان عدم القدرة على رسم صورة واضحة واحدة لوصف الكثافة الالكترونية في تركيب الجزيئة يعتبر احد عيوب نظرية اصرة التكافؤ ، بالرغم من ذلك ، فان التوافق بين تركيب الاصرة التساهمية المبينة في تداخل الاوربتالات والصيغ الالكترونية النقطية يجعل مفهوم الاصرة التساهمية مفهوم مفيد جدا .