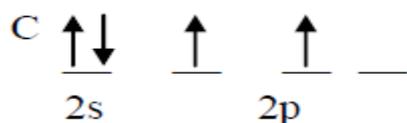
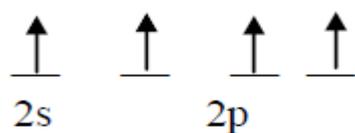


تهجين الاوربتالات Hybridization of Orbitals

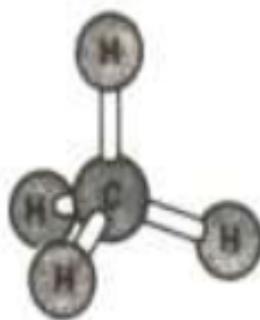
ان الصورة التي تم وصفها في الفقرات السابقة لتداخل الاوربتالات النصف مملوء هي صورة بسيطة جدا لا تستطيع تفسير كل الجزيئات المعروفة فھيه تعمل بشكل جيد مع جزيئات مثل HF , H₂ وهي تقبل الى حد ما مع جزيئات مثل H₂O , NH₃ لكن عند تطبيقها على جزيئة مثل CH₄ تنهار تماما ولا تستطيع تفسير وجود جزيئة الميثان لأننا نتوقع حسب هذا المفهوم البسيط لتداخل الاوربتالات في حالة الكربون تكوين أصرتين تساهميتين فقط مع اوربتالات 1S لذرتي هيدروجين وذلك لان الغلاف الخارجي لذرة الكربون يحتوي فقط على الكترونيين منفردين في اوربتال 2P وبذلك تكون جزيئة CH₂



لكن جزيئة CH₂ لا توجد بشكل ثابت (مستقر) وان ايسط مركب مستقر بين الهيدروجين والكربون هو الميثان CH₄ وفي محاولة لشرح ما يحصل من خلال نشر الكترونات التكافؤ في ذرة الكربون على اوربتالاتها الاربعة للحصول على اربع الكترونات منفردة كما في الشكل



وبذا يتيسر لذرة الكربون تكوين ثلاث اواصر C-H من تداخل اوربتالات 1S في ثلاث ذرات الهيدروجين مع ثلاث اوربتالات من نوع P في ذرة الكربون بينما تنتج الاصرة الرابعة بين الكربون والهيدروجين (C-H) من تداخل اوربتال 1S من الهيدروجين مع اوربتال 2S في الكربون وبذلك يجب ان تكون هذه الاصرة الرابعة مختلفة عن الاواصر الثلاث الاخرى لانها متكونة من تداخل اوربتالات مختلفة ، الا انه وجد من خلال التجربة ان الاواصر الاربعة متماثلة وان جزيئة الميثان تقع فيه ذرة الكربون في مركز رباعي السطوح وتقع ذرات الهيدروجين الاربعة عند الاركاب الاربعة للشكل الرباعي

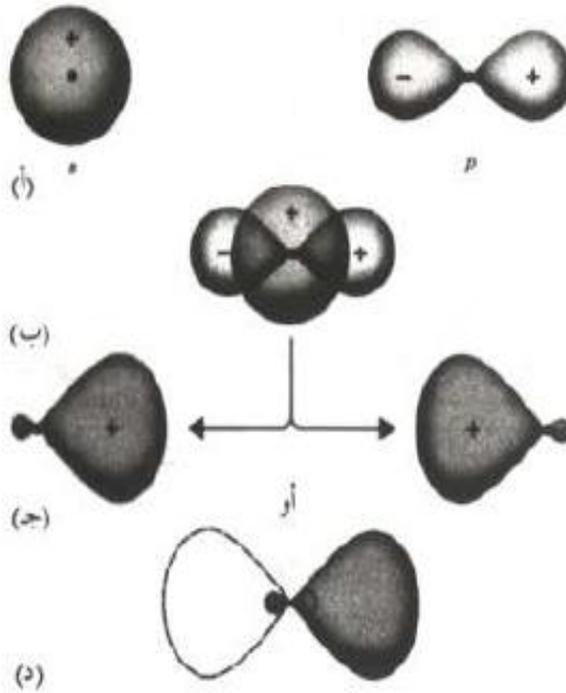


وهكذا يبدو ان الاوربتالات التي يستعملها الكربون في تكوين الاواصر الاربعة مع الهيدروجين في جزيئة الميثان ليست اوربتالات ذرية بسيطة (نفس الشيء يقال بالنسبة للذرات الاخرى التي تكون اواصر في جزيئات ذات

التراكيب المثلثية ثنائية الهرم والثمانية السطوح) بل هي اكثر تعقيدا من ذلك . والسؤال الان هو . اي نوع من الاوربتالات هذه ؟

لقد وجد الحل لهذه المشكلة عن طريق رياضيات ميكانيك الكم ، فحل معادلة شرودنجر الموجية Schrodinger's wave equation يوفر لنا مجموعة من الدوال الموجية Ψ يصف كل منها اوربتال ذري مختلف ومن خواص هذه الدوال الرياضية انها عند تربيعها تمكننا من احتساب احتمال تحديد موقع الإلكترون عند نقطة ما في الفراغ حول النواة .وفي الحقيقة، فإن الأشكال الكروية والشبيهة بالرقم 8 التي نرسمها تدل على التمثيل التصوري لتوزيعات الاحتمالات المُتنبأ بها بواسطة الدوال الموجية للوربتالات P,S

من المهم هنا التذكير انه يمكن دمج هذه الدوال الموجية او طرحها بطريقة مناسبة لتعطي دوال جديدة تعرف بانها اوربتالات مهجنة ، وبهذه الطريقة يتم مزج اوربتالين ذريين او اكثر لتنتج عنها مجموعة جديدة من الاوربتالات المهجنة ، تمتلك هذه الاوربتالات المهجنة خصائص اتجاهية مختلفة عن الاوربتالات الذرية النقية التي تكونت منها . مثلا الشكل ادناه يصور نتيجة دمج اوربتال 2S مع اوربتال 2P واحد ليعطي اوربتالين جديدين مهجنين من نوع SP ، حيث يلاحظ في هذا الشكل ان الدالة الموجية لوربتال P تمتلك قيمة عددية موجية في بعض الاجزاء حول النواة وقيم سالبة في اجزاء اخرى ، اما اوربتال S فله نفس الاشارة الجبرية في جميع اجزائه لذلك عندما تضاف هذه الدوال الجبرية وتطرح بالتعاقب فان الاوربتالات الجديدة الناتجة تصبح اكبر من تلك الاجزاء التي تمتلك فيها كلتا الدالتين نفس الاشارة واصغر في الاجزاء التي تكون اشارتها مختلفة ويؤدي التداخل البناء والتداخل الإتلافي لأمواج الالكترن في اوربتالات P,S الى تكوين اوربتالين جديدين



شكل يبين تكوين اوربتالين جديدين مهجنين من نوع SP من دمج اوربتال S واوربتال P

ج- اوربتال P,S منفصلة ب- اوربتال P,S قبل التهجين ج- اوربتالين مهجنين SP بعد تكوينهما

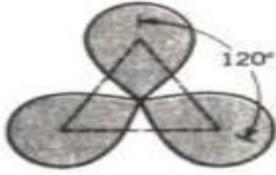
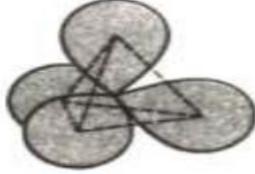
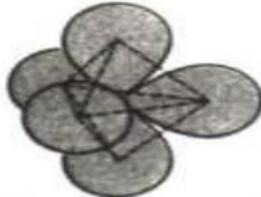
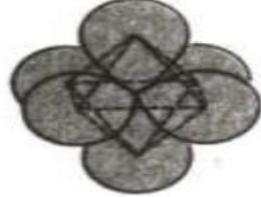
د- اوربتالين مهجنين مرسومان سوياً لبيان خواصهما الاتجاهية

تمتلك هذه الاوربتالات المهجنة بعض الخصائص المثيرة للاهتمام .فنحن نرى ان لكل اوربتال احدي الفلقتين أكبر بكثير من الأخرى، ولهذا السبب يستطيع الاوربتال المهجن أن يتشابك (يتداخل) جيداً من اتجاه واحد فقط، وهو ذلك الاتجاه الذي يبرز فيه الاوربتال أكثر .لذلك فان الاوربتال المهجن اتجاهي

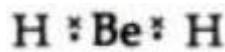
بقدرته على تكوين الاصرة التساهمية . هذا بالإضافة الى أنه بسبب أن الفلقة الكبرى تمتد خارجا أبعد عن النواة من امتداد الاوربتال غير المهجن ، يكون الاوربتال المهجن أقدر على التشابك (التداخل) بشكل مؤثر أكثر مع اوربتال ذرة أخرى . وبالتالي تميل الاواصر المتكوّنة من اوربتالات مهجنة لأن تكون أقوى من تلك المتكوّنة من اوربتالات ذرية عادية.

الان اصبح لدينا تصور عما يحدث عند دمج اوربتال من نوع S مع اوربتال من نوع P لتكوين اوربتال هجين من نوع SP كذلك يمكن الحصول على مجاميع من اوربتالات مهجنة اخرى ويتحدد عدد الاوربتالات وتجاهها في اي مجموعة مهجنة بنوع الاوربتالات الذرية المتجمعة (المدمجة) والجدول ادناه يحتوي على قائمة بمجموعة من الاوربتالات المهجنة التي يمكن استعمالها لشرح معظم التراكيب الجزيئية كما يصور الشكل ادناه هذه الخواص الاتجاهية نلاحظ ان عدد كل نوع من الاوربتالات الذرية المتضمنة مجموعة يتحدد بعدد علوي يكتب على نوع المدار الذري وبذلك تكون اوربتالات من نوع sp^3d^2 على سبيل المثال يتكون من اوربتال من نوع s واحد وثلاث اوربتالات من نوع p واوربتاليين من نوع d .

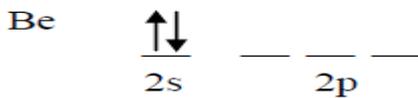
| الاتجاه | عدد الأفلاك | الأفلاك المهجنة |
|------------------|-------------|-----------------|
| خطي | 2 | sp |
| مثلث مستوي | 3 | sp^2 |
| رباعي السطوح | 4 | sp^3 |
| مربع مستوي | 4 | sp^2d |
| مثلث ثنائي الهرم | 5 | sp^3d |
| ثماني السطوح | 6 | sp^3d^2 |

| | | |
|-----------|---------------------|--|
| sp | عظى |  |
| sp^2 | مستوى مثلثي |  |
| sp^3 | رباعي السطوح |  |
| sp^2d | مربع مسطح |  |
| sp^3d | مثلثي ثنائي الهرمية |  |
| sp^3d^2 | رباعي السطوح |  |

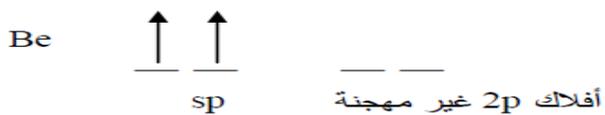
الآن سنأخذ أمثله لشرح هذا الموضوع ولنبدأ بجزيئة BeH_2 الذي يمتلك الترتيب النقطي التالي

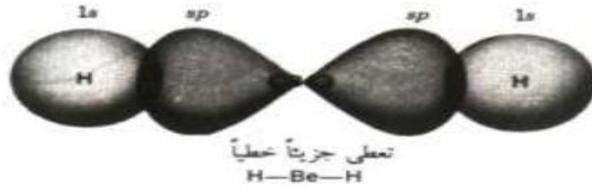


حيث تمثل النقطة الكترون البريليوم ويمثل (X) الكترون الهيدروجين ويكون التركيب الالكتروني لغلاف التكافؤ للبريليوم :

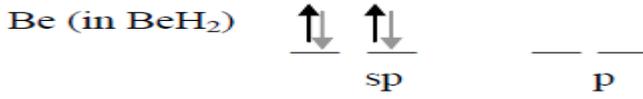


ولكي يكون البريليوم اصرتين تساهميتين مع الهيدروجين ، يجب ان توفر ذرة البريليوم اوربتالين نصف ممثلة (تحتوي على الكترون واحد) وللحصول على ذلك يجب تكوين زوج من الاوربتالات المهجنة من نوع SP ووضع الكترون واحد في كل منهما وبذلك يمكن ان تتداخل ذرتي هيدروجين معهما من خلال اورتال من نوع S الذي تمتلكه ذرتي الهيدروجين وكما مبين في ادناه





ويكون مخطط الاوربتالات الجزيئية كما يلي

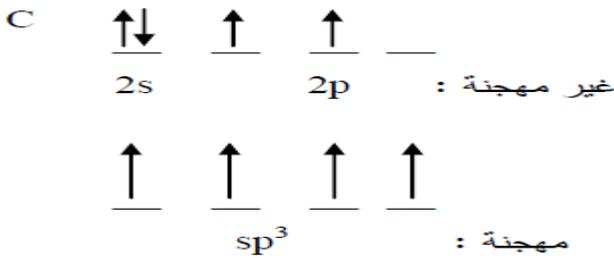


الاسهم ذات اللون الفاتح هي الكترولونات الهيدروجين

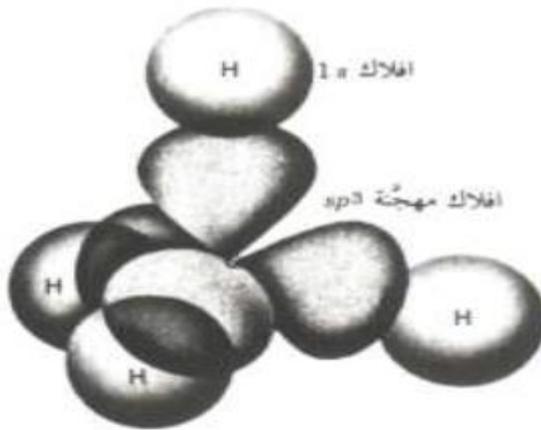
وبسبب توجيه الاوربتالات المهجنة sp فان ذرتي الهيدروجين مرغمتين على ان تقعا على جانبيين متعاكسين من ذرة البريليوم فينتج جزيئة خطية

مثال اخر جزيئة الميثان CH₄

الان لنعد الى الاشكاليات التي واجهتنا مع تركيب جزيئة الميثان ونحاول ان نضع لها حلول وفق مبدأ تهجين الاوربتالات ، الان لكي يستطيع الكربون تقديم اربع اوربتالات لغرض التداخل مع اوربتال S لاربع ذرات هيدروجين يجب ان توفر اربع اوربتالات مهجنة من نوع sp³ وكما يلي



ان هذه الاوربتالات المهجنة تشير الى قمم شكل رباعي السطوح لذلك نتوقع الجزيئة الناتجة تاخذ شكل رباعي السطوح عندما ترتبط اربع ذرات هيدروجين مع ذرة الكربون من خلال التداخل مع هذه الاوربتالات المهجنة (sp³) على ذرة الكربون كما في الشكل ادناه وهذا الشكل يتطابق مع التركيب الحقيقي للجزيئة .



شكل يوضح التداخل في جزيئة الميثان