وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الانبار

كلية العلوم – قسم الكيمياء

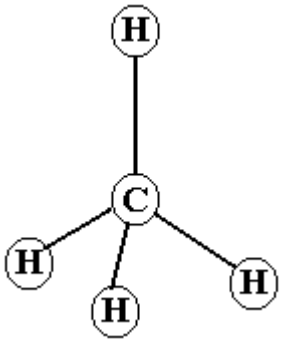
اسم المادة : الكيمياء اللاعضوية

المرحلة: الاولى

عنوان المحاضرة: تكملة التهجين

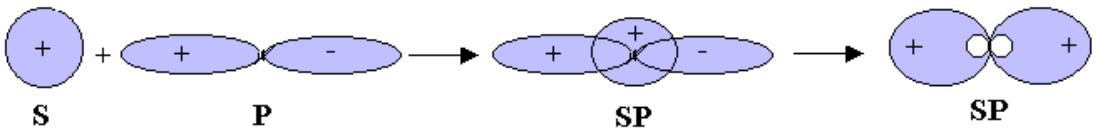
اسم التدريسي: أ.م.د. ستار سالم ابراهيم

المدار 2s الى المدار الفارغ 2p ويصبح الترتيب الالكتروني كمايلي: [↑] [↑][↑][↑] [↑]، ويحدث تداخل بين المدار 2s للكربون مع المدار 1s لذرة هيدروجين، كذلك تتداخل مدارات 2p الثلاثة مع ثلاثة مدارات 1s لذرة هيدروجين. ان عملية التداخل هذه تفضي بوجود نوعين من الروابط، النوع الاول بين مدار 1s للهيدروجين و 2s للكربون، والنوع الثاني بين المدار 1s للهيدروجين و 2p للكربون. لكن وجد بالتجربة ان جميع روابط H–C متماثلة من حيث الطول والطاقة، وان ذرة الكربون تقع في مركز شكل رباعي السطوح وتقع ذرات الهيدروجين في الاركان الاربعة كما في الشكل 3–5.



شكل 3–5 موقع ذرة الكربون في شكل رباعي السطوح

ولحل هذه المشكلة لابد من ان نأخذ عملية التهجين بعين الاعتبار، والتي هي عملية مزج مدارين ذريين او اكثر لينتج عن ذلك مجموعة جديدة من المدارات تسمى المدارات المهجنة. ان المدارات المهجنة تمتلك خصائص اتجاهية تختلف عن المدارات الذرية. ويمثل الشكل 3–6 عملية امتزاج المدار 2s مع المدار 2p، حيث نحصل على مدارين مهجنين يشار اليهم sp.



شكل 3–6 عملية امتزاج مدار 2s و 2p للحصول على مدارين مهجنين sp

ان الاشارة الموجبة على المدار s تشير الى ان المدار متماثل في كل اجزائه، اما الاشارات الموجبة والسالبة على فصي المدار p فتشير الى ان الدوال الموجية لهذا المدار لها قيم عددية موجبة في بعض الاجزاء حول النواة وسالبة في اجزاء اخرى. وعند اتحاد مدار s مع مدار p

تحصل عملية طرح او اضافة للدوال الموجية، او انه تحصل عملية تداخل اتلافي وتداخل بناء للامواج الالكترونية من مدارات s و p تؤدي الى تكوين مدارين جديدين. وفيمايلي توضيح للانواع المختلفة من التهجين.

تهجين sp

يحدث مثل هذا التهجين في مركب BeH_2. ان الترتيب الالكتروني لمدار تكافؤ البريليوم هو:

$$Be: 2s^2 2p^o \quad [\uparrow\downarrow] \quad [\ ] [\ ] [\ ] [\ ]$$

ولتكوين الروابط التساهمية مع ذرتين هيدروجين فأنه يتحتم وجود مدارين نصف ممتلئين، ولتحقيق ذلك لابد من انتقال الكترون من المدار 2s الى 2p، بحيث يصبح الترتيب الالكتروني:

$$Be: 2s^1 2p^1 \quad [\uparrow\ ] \quad [\uparrow] [\ ] [\ ]$$

مدارات مهجنة مدارات غير مهجنة

حيث يتكون مداران مهجنان sp ويحدث الارتباط مع ذرتي الهيدروجين من خلال مداراتهما النصف ممتلئة 1s ويصبح الترتيب الالكتروني كالتالي:

$$[\uparrow\downarrow] [\uparrow\downarrow] \quad [\ ] [\ ]$$

sp p

حيث تشير الاسهم الطويلة الى الكترونات ذرتي الهيدروجين. يكون شكل الجزيء في هذا النوع من التهجين خطي Linear، ومن الامثلة عليه، معظم العناصر التي لها تكافؤات ثنائية عند اتحادها بالهالوجينات، مثل كلوريد المغنيسيوم وفلوريد الكالسيوم. كذلك يوجد هذا التهجين في المركبات العضوية التي تحتوي على روابط ثلاثية C≡C مثل الاستلين.

تهجين sp^2

يحدث هذا التهجين في مركب ثالث فلوريد البورون BF_3. فالترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي للبورون هو:

$$B: 2s^2 2p^1 \quad [\uparrow\downarrow] \quad [\uparrow] [\ ] [\ ]$$

ينتقل الكترون من 2s الى 2p لتكوين ثلاثة مدارات ذرية جاهزة للترابط مع ثلاث ذرات فلور، حيث يصبح ترتيب غلاف التكافؤ البورون كالتالي :

B: $2s^1 2p^2$ [↑] [↑][↑][ ]

---------- ----

مدار غير مهجن مدارات مهجنة

حيث تمتزج المدارات الذرية الثلاثة مكونة مدارات هجينة sp^2، ويحدث التداخل بين هذه المدارات الثلاثة مع ثلاثة مدارات نصف ممتلئة لثلاث ذرات فلور كالتالي:

[↑↓][↑↓][↑↓] [ ]

---------- -----

sp^2 p

تشير الاسهم الطويلة الى الكترونات ذرات الفلور. ان الشكل الهندسي الناتج من هذا النوع من التهجين هو المثلث المستوي Planar Triangular. ويحدث هذا التهجين في معظم العناصر التي تشابه البورون في تركيبها، كذلك المركبات العضوية ذات الروابط التساهمية المزدوجة C=C مثل الاثلين $CH_2=CH_2$، وثالث اوكسيد الكبريت SO_3 وايون النترات NO_3^-.

تهجين sp^3

يحدث هذا التهجين في مركب مثل رابع كلوريد الكربون CCl_4. فالترتيب الالكتروني لمدارات تكافؤ الكربون هو:

C: $2s^2 2p^2$ [↑↓] [↑][↑][ ]

فينتقل الكترون من مدار 2s الى 2p ويصبح الترتيب الالكتروني :

C: $2s^1 2p^3$ [↑] [↑][↑][↑]

مدارات مهجنة

ويحصل امتزاج لهذه المدارات الذرية لتكوين اربعة مدارات مهجنة sp^3 جاهزة للتداخل مع اربعة مدارات نصف ممتلئة لاربع ذرات كلور كالتالي:

[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓]

----

sp^3

وتشير الاسهم الطويلة الى الكترونات ذرات الكلور، والشكل الهندسي الناتج من هذا النوع من التهجين هو رباعي السطوح Tetrahedral.

من الامثلة الاخرى على تهجين sp^3 الامونيا والماء. جزيئة الماء H_2O حيث يكون الترتيب الالكتروني لمدارات تكافؤ الاوكسجين كالتالي:

$$O: 2s^2 2p^4 \quad [\uparrow\downarrow] \quad [\uparrow\downarrow][\uparrow][\uparrow]$$

وتتكون المدارات المهجنة التالية:

$$[\uparrow\downarrow] \quad [\uparrow\downarrow][\uparrow][\uparrow]$$

مدارات مهجنة

وتتداخل هذه المدارات مع مدارين ذريين 1s لذرتي هيدروجين وكالتالي:

$$[\uparrow\downarrow][\uparrow\downarrow][\uparrow\downarrow][\uparrow\downarrow]$$

---

sp^3

وتشير الاسهم الطويلة الى الكترونات ذرتي الهيدروجين. تكون الزوايا في رباعي السطوح 109.5^o، ولكن في حالة الماء وحيث يوجد مداران مهجنان يحتويان على زوجين وحيدين، تكون زوايا الاصرة 104.5^o، والسبب في ذلك هو ان الازواج الوحيدة للالكترونات والموجودة في المدارات المهجنة للذرة المركزية تضغط ازواج الالكترونات الموجودة في الروابط مع بعضها وتكون الزاوية اقل.

تهجين sp^3d

يوجد هذا النوع من التهجين في مركب مثل خامس كلوريد الفسفور PCl_5. فالترتيب الالكتروني للفسفور هو:

$$P: 3s^2 3p^3 3d^0 \quad [\uparrow\downarrow] \quad [\uparrow][\uparrow][\uparrow] \quad [\ ][\ ][\ ][\ ][\ ]$$

يحصل تهجين لمدار s وثلاثة مدارات p وواحد d كالتالي:

$$P: 3s^1 3p^3 3d^1 \quad [\uparrow] \quad [\uparrow][\uparrow][\uparrow] \quad [\uparrow][\ ][\ ][\ ][\ ]$$

مدارات مهجنة مدارات غير مهجنة

ونحصل على مجموعة من خمسة مدارات مهجنة sp^3d نصف ممتلئة جاهزة للتداخل مع خمسة مدارات نصف ممتلئة من خمس ذرات كلور وكالتالي:

[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] [ ][ ][ ][ ][ ]

---

sp^3d d

الشكل الهندسي لمثل هذا النوع من التهجين هو ثنائي الهرم المثلثي Trigonal Bipyramid.

تهجين sp^3d^2

يحدث مثل هذا التهجين في مركب مثل سادس فلوريد الكبريت SF_6 . فالترتيب الالكتروني للكبريت هو:

$S: 3s^2 3p^4 3d^0$ [↑↓] [↑↓][↑][↑] [ ][ ][ ][ ][ ][ ]

يحصل تهجين لمدار s وثلاثة مدارات p واثنين d ونحصل على مجموعة من المدارات المهجنة sp^3d^2، وكالتالي:

$S: 3s^1 3p^3 3d^2$ [↑] [↑][↑][↑] [↑][↑][ ][ ][ ][ ]

مدارات مهجنة مدارات غير مهجنة

هذه المدارات المهجنة جاهزة للتداخل مع ستة مدارات نصف ممتلئة من ست ذرات فلور وكالتالي:

[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] [ ][ ][ ][ ]

---

sp^3d^2 d

الشكل الهندسي لمثل هذا النوع من التهجين هو ثماني السطوح Octahedral.

نظرية المدار الجزيئي Molecular Orbital Theory

لاحظنا في نظرية رابطة التكافؤ كيف يتم الترابط بين ذرتين، حيث تتداخل مداراتهما الذرية نصف الممتلئة لتكوين مدارات جزيئية، وان تداخل مدارين ذريين يؤدي الى تكوين مدار جزيئي. اما نظرية المدار الجزيئي فأنها تفترض تكون مدارين جزيئيين من اتحاد مداريين ذريين. ان المدارين الجزيئيين يتكونان من عملية اضافة وطرح المدارات الذرية المتداخلة.

المصادر :

١-الكيمياء اللاعضوية للمرحلة الاولى / د. ثناء الحسني

٢-الكيمياء اللاعضوية الجزء الاول / د.نعمان النعيمي

٣- **الكيمياء اللاعضوية المقارنة والتركيبية/ د.مهدي ناجي الزكوم**