

## تنافر أزواج إلكترونات مستوى التكافؤ

### Valence Shell Electrons Pair Repulsion (VSEPR)

VSEPR اقترح الكيميائيون نظرية تسمى اختصاراً (V)، ويمكن من خلالها التنبؤ بأشكال الجزيئات؛ فهي تفترض أن أزواج إلكترونات التكافؤ تترتب حول كل ذرة بحيث تكون أبعد ما يمكن ليكون التنافر فيما بينها أقل ما يمكن، فيصبح الجزيء أكثر استقراراً.

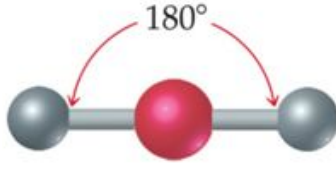
تفترض النظرية وجود (7) أشكال أساسية للجزيئات التناسهية اعتماداً على عدد أزواج الإلكترونات الرابطة وغير الرابطة، والجدول التالي يوضح تلك الأشكال:

| اسم الشكل          | الزاوية بين الروابط      | ترتيب أزواج الإلكترونات | عدد أزواج الإلكترونات الرابطة | عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| خطي                | $180^\circ$              |                         | زوجان                         | لا يوجد                           |
| مثلث مستو          | $120^\circ$              |                         | ثلاثة أزواج                   | لا يوجد                           |
| رباعي الأوجه منتظم | $109.5^\circ$            |                         | أربعة أزواج                   | لا يوجد                           |
| هرم ثنائي مثلث     | $90^\circ$ و $120^\circ$ |                         | خمسة أزواج                    | لا يوجد                           |
| ثمانى السطوح       | $90^\circ$               |                         | ستة أزواج                     | لا يوجد                           |
| منحن               | $104.5^\circ$            |                         | زوجان                         | زوجان                             |
| هرم ثلاثي          | $107^\circ$              |                         | ثلاثة أزواج                   | زوج واحد                          |

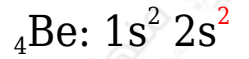
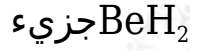
### أشكال الجزيئات:

#### أولاً: خطي

يكون شكل الجزيء خطي إذا ارتبطت الذرة المركزية بزوجين رابطين من الإلكترونات، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط  $180^\circ$ .



مثال:



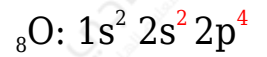
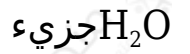
يشير التوزيع الإلكتروني لذرة البريليوم أن مستوى التكافؤ يحتوي على إلكترونين، لذا فهي تشارك بهما مع ذرتي هيدروجين لتكوين رابطتين تساهميتين، فيكون شكل الجزيء خطي.



ثانياً: منحني

يكون شكل الجزيء منحني إذا ارتبطت الذرة المركزية بزوجين رابطتين من الإلكترونات، مع وجود زوجين غير رابطتين على الذرة المركزية، وهذان الزوجان من الإلكترونات يقللان قيمة الزاوية بين الروابط إلى 104.5°.

مثال:

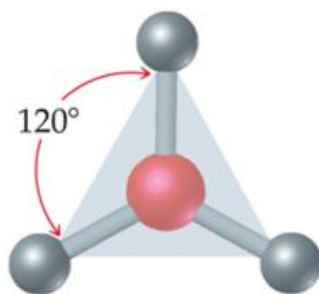


يشير التوزيع الإلكتروني لذرة الأكسجين أن مستوى التكافؤ يحتوي على (6) إلكترونات، لذا فهي تشارك مع ذرتي هيدروجين بإلكترونين لتكوين رابطتين تساهميتين، ويتبقى زوجين غير رابطتين من الإلكترونات يتنافران مع الأزواج الرابطة فتصبح قيمة الزاوية 104.5°.

ثالثاً: مثلث مستوي

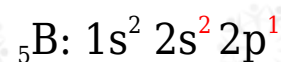
يكون شكل الجزيء مثلث مستوي إذا ارتبطت الذرة المركزية بثلاثة أزواج رابطة من

$120^\circ$  للإلكترونات، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط .

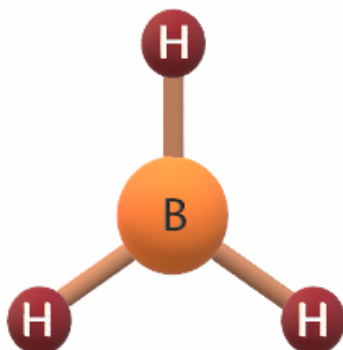


**مثال:**

$BH_3$  جزيء



يشير التوزيع الإلكتروني لذرة البورون أن مستوى التكافؤ يحتوي على (3) إلكترونات، لذا فهي تشارك بها مع (3) ذرات هيدروجين لتكوين (3) روابط تساهمية، فيكون شكل الجزيء مثلث مستوي.

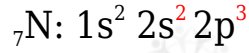


**رابعاً: هرم ثلاثي**

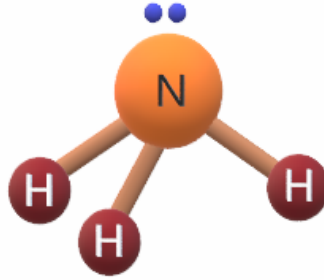
يكون شكل الجزيء هرمياً ثلاثياً إذا ارتبطت الذرة المركزية بثلاثة أزواج رابطة من الإلكترونات، مع وجود زوج غير رابط من الإلكترونات على الذرة المركزية، وهذا الزوج من الإلكترونات يقلل قيمة الزاوية بين الروابط إلى  $107^\circ$  .

**مثال:**

$NH_3$  جزيء

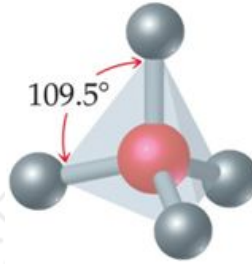


يشير التوزيع الإلكتروني لذرة النيتروجين أن مستوى التكافؤ يحتوي على (5) إلكترونات، لذا فهي تشارك مع ثلاث ذرات من الهيدروجين بثلاث إلكترونات لتكوين (3) روابط تساهمية، ويتبقى زوج غير رابط من الإلكترونات يتنافر مع الأزواج الرابطة فتصبح قيمة الزاوية  $107^\circ$ .



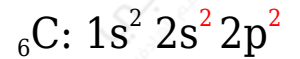
**خامساً: رباعي الأوجه منتظم**

يكون شكل الجزيء رباعي الأوجه منتظم إذا ارتبطت الذرة المركزية بأربعة أزواج من  $109.5^\circ$  إلكترونات الرابطة، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط .

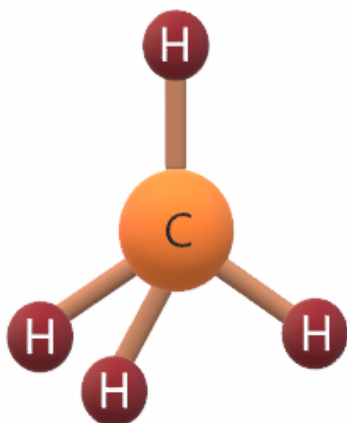


**مثال:**

$\text{CH}_4$  جزيء الميثان

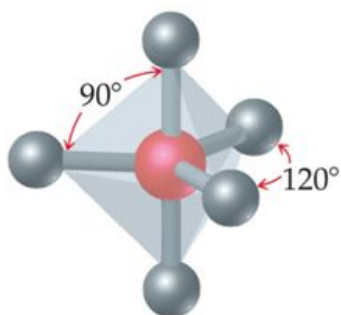


يشير التوزيع الإلكتروني لذرة الكربون أن مستوى التكافؤ يحتوي على (4) إلكترونات، لذا فهي تشارك بها مع (4) ذرات هيدروجين لتكوين (4) روابط تساهمية، فيكون شكل الجزيء رباعي الأوجه منتظم.

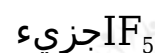


### سادساً: هرم ثنائي مثلث

يكون شكل الجزيء هرم ثنائي مثلث إذا ارتبطت الذرة المركزية بخمسة أزواج من الإلكترونات الرابطة، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط  $90^\circ$  و  $120^\circ$ .



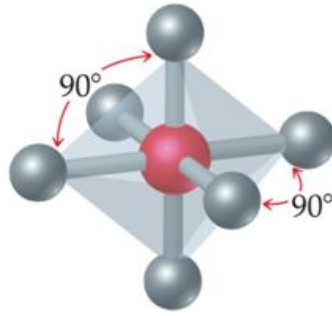
### مثال:



يكون اليود في هذا الجزيء (5) روابط تساهمية، فيكون شكل الجزيء هرم ثنائي مثلث.

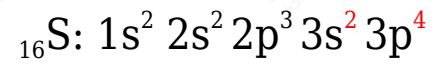
### سادساً: هرم ثماني السطوح

يكون شكل الجزيء هرم ثماني السطوح إذا ارتبطت الذرة المركزية بستة أزواج من الإلكترونات الرابطة، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط  $90^\circ$ .



مثال:

جزيء SF<sub>6</sub>



يشير التوزيع الإلكتروني لذرة الكبريت أن مستوى التكافؤ يحتوي على (6) إلكترونات، لذا فهي تشارك بـ (6) إلكترونات مع (6) ذرات فلور لتكوين (6) روابط تساهمية، فيكون شكل الجزيء هرم ثماني السطوح.