
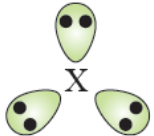
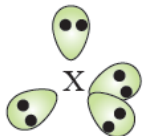
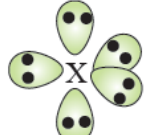



## تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ

### 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.

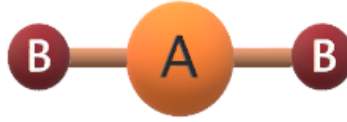
تفترض النظرية وجود خمسة أشكال أساسية للجزيئات التساهمية اعتماداً على عدد أزواج الإلكترونات الرابطة، والجدول التالي يوضح تلك الأشكال:

| اسم الشكل          | الزاوية بين الروابط        | ترتيب أزواج الإلكترونات   | عدد أزواج الإلكترونات |
|--------------------|----------------------------|---|-----------------------|
| خطي                | $180^\circ$                |    | زوجان                 |
| مثلث مُستوي        | $120^\circ$                |   | ثلاثة أزواج           |
| رباعي الأوجه منتظم | $109.5^\circ$              |  | أربعة أزواج           |
| هرم ثنائي مثلث     | $90^\circ$ and $120^\circ$ |  | خمسة أزواج            |
| هرم ثماني السطوح   | $90^\circ$                 |  | ستة أزواج             |

### أشكال الجزيئات:

#### أولاً: خطي

يكون شكل الجزيء خطي إذا ارتبطت الذرة المركزية بزوجين رابطين من الإلكترونات،  $AB_2$  وتكون قيمة الزاوية بين الروابط  $180^\circ$ ، وتكون الصيغة العامة للجزيء .

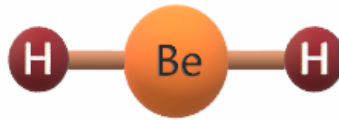


مثال:

جزيء  $\text{BeH}_2$

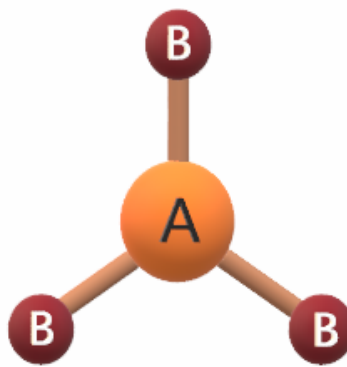
${}^4\text{Be}: 1s^2 2s^2$

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: مثلث مستوي

يكون شكل الجزيء مثلث مستوي إذا ارتبطت الذرة المركزية بثلاثة أزواج رابطة من  $\text{AB}_3$  الإلكترونات، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط  $120^\circ$ ، وتكون الصيغة العامة للجزيء



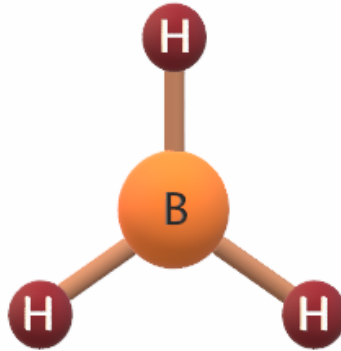
مثال:

جزيء  $\text{BH}_3$

${}^5\text{B}: 1s^2 2s^2 2p^1$

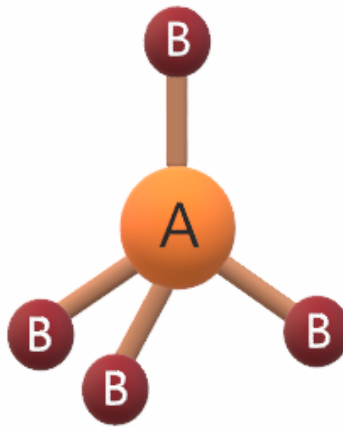
يشير التوزيع الإلكتروني لذرة البورون أن مستوى التكافؤ يحتوي على (3) إلكترونات،

لذا فهي تشارك بها مع (3) ذرات هيدروجين لتكوين (3) روابط تساهمية، فيكون شكل الجزيء مثلث مستو.



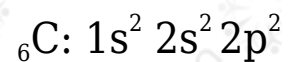
ثالثاً: رباعي الأوجه منتظم

يكون شكل الجزيء رباعي الأوجه منتظم إذا ارتبطت الذرة المركزية إذا ارتبطت الذرة المركزية إذا ارتبطت الذرة المركزية بأربعة أزواج من الإلكترونات الرابطة، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط  $109,5^\circ$ ، وتكون الصيغة العامة للجزيء  $AB_4$ .

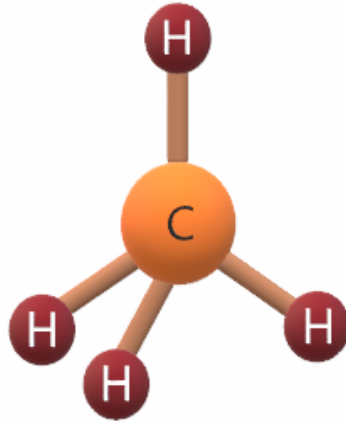


مثال:

جزيء الميثان  $CH_4$

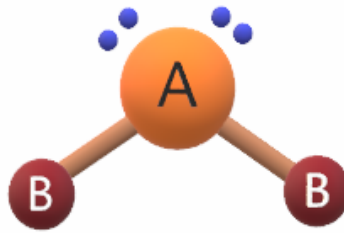


يشير التوزيع الإلكتروني لذرة الكربون أن مستوى التكافؤ يحتوي على (4) إلكترونات، لذا فهي تشارك بها مع (4) ذرات هيدروجين لتكوين (4) روابط تساهمية، فيكون شكل الجزيء رباعي الأوجه منتظم.



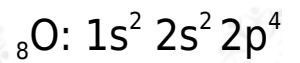
ثانياً: منحني

إذا ارتبطت الذرة المركزية بذرتين بشرط أن تحتوي الذرة المركزية على أزواج من الإلكترونات غير رابطة، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط  $104.5^\circ$  تقريباً.

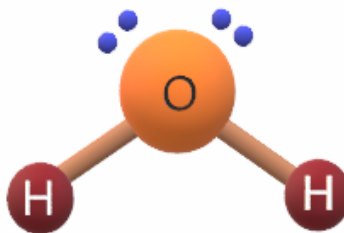


مثال:

$H_2O$  جزيء

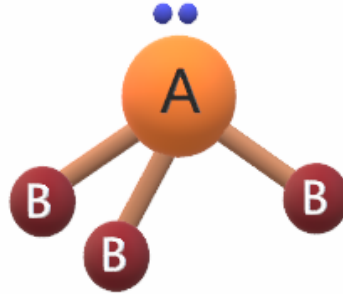


يشير التوزيع الإلكتروني لذرة الأكسجين أن غلافها الرئيس الأخير يحتوي على (6) إلكترونات، لذا فهي تشارك بالإلكترونين مع ذرتي هيدروجين لتكوين رابطتين تساهميتين، ويتبقى لديها زوجين غير رابطتين من الإلكترونات، فيكون شكل الجزيء منحني.



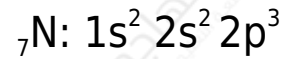
ثانياً: هرم ثلاثي

إذا ارتبطت الذرة المركزية بثلاث ذرات بشرط أن تحتوي الذرة المركزية على أزواج من الإلكترونات غير الرابطة، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط  $107,3^\circ$  تقريباً.

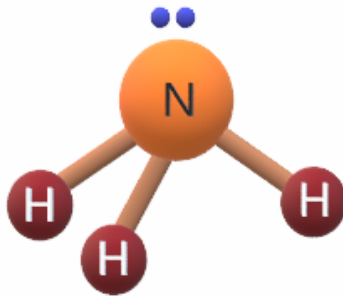


مثال:

$\text{NH}_3$  جزيء الأمونيا



يشير التوزيع الإلكتروني لذرة النيتروجين أن غلافها الرئيس الأخير يحتوي على (5) إلكترونات، لذا فهي تشارك بـ (3) إلكترونات مع (3) ذرات هيدروجين لتكوين (3) روابط تساهمية، ويتبقى لديها زوج غير رابط من الإلكترونات، فيكون شكل الجزيء هرم ثلاثي.



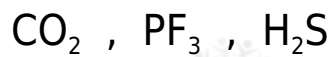
الجدول التالي يلخص أشكال الجزيئات:

| صيغة الجزيء   | الشكل البنائي (الهندسي) | الزاوية التقريبية | عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة على الذرة A |
|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| $\text{AB}_2$ | خطي                     | $180^\circ$       | –   |
|               | منحني (زاوي)            | $104,5^\circ$     | زوجين   |

|     |        |                    |                 |
|-----|--------|--------------------|-----------------|
| –   | °120   | مثلث مسطح          | AB <sub>3</sub> |
| زوج | °107,3 | هرم ثلاثي          |                 |
| –   | °109,5 | رباعي الأوجه منتظم | AB <sub>4</sub> |

### سؤال (1):

مستعيناً بالجدول الدوري وتراكيب لويس، حدّد الأشكال الفراغية لكل من الجزيئات التالية:



### الإجابة:

- H<sub>2</sub>S الشكل الهندسي لـ هو منحني.
- PF<sub>3</sub> الشكل الهندسي لـ هو هرم ثلاثي.
- CO<sub>2</sub> الشكل الهندسي لـ هو خطي.

### سؤال (2):

BF<sub>3</sub> قارن بين الجزيئين: و NF<sub>3</sub> من حيث:

( العدد الذري للبورون = 5 , وللتروجين = 7 , وللفلور = 9 )

1- الشكل البنائي.

2- قيمة الزاوية بين الروابط.

3- عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة على الذرة المركزية.

4- عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة في الجزيء.

### الإجابة:

| الرقم | BF <sub>3</sub> | NF <sub>3</sub> |
|-------|-----------------|-----------------|
| 1     | مثلث مسطح       | هرم ثلاثي       |
| 2     | 120             | 107,5           |
| 3     | لا يوجد         | زوج             |
| 4     | 9               | 10              |

### سؤال (3):

BeF<sub>2</sub> ، PF<sub>3</sub> قارن بين الجزئين : من حيث: (العدد الذري لـ P = 15 , F = 9 , Be = 4).

1. الشكل الهندسي.
2. الزاوية بين روابطهما.
3. عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة على الذرة المركزية.
4. عدد أزواج الإلكترونات الرابطة في كل جزيء.

### الإجابة:

| الرقم | BeF <sub>2</sub> | PF <sub>3</sub> |
|-------|------------------|-----------------|
| 1     | خطي              | هرم ثلاثي       |
| 2     | 120              | 107,5           |
| 3     | لا يوجد          | زوج             |
| 4     | زوجين            | ثلاثة أزواج     |

### سؤال (4):

Q<sub>4</sub> , D يتحد كل من العنصرين: 16 مع العنصر M<sub>9</sub> فيتكون جزئين، قارن بينهما من حيث:

1. الشكل الهندسي.
2. مقدار الزاوية بين الروابط.
3. عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة على الذرة المركزية.

4. عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة في الجزيء.

الإجابة:

| الرقم | DM <sub>2</sub> | QM <sub>2</sub> |
|-------|-----------------|-----------------|
| 1     | خطي             | منحني           |
| 2     | 120             | 104,5           |
| 3     | لا يوجد         | زوجين           |
| 4     | 6 أزواج         | 8 أزواج         |