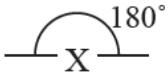
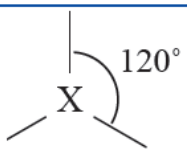
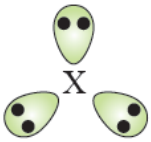
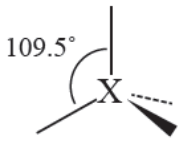
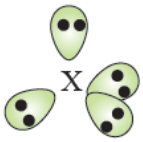
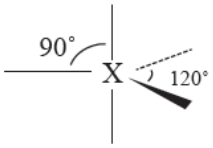
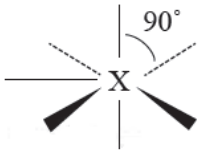
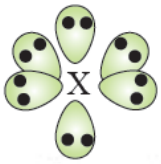
تنافر أزواج إلكترونات مستوى التكافؤ

Valence Shell Electrons Pair Repulsion (VSEPR)

VSEPRاقترح الكيميائيون نظرية تسمى اختصاراً ()، ويمكن من خلالها التنبؤ بأشكال الجزيئيات؛ 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.

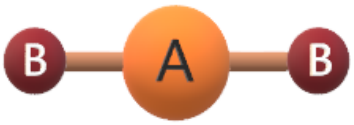
تفترض النظرية وجود خمسة أشكال أساسية للجزيئات التساهمية اعتماداً على عدد أزواج الإلكترونات الرابطة، والجدول التالي يوضح تلك الأشكال:

اسم الشكل	الزاوية بين الروابط	ترتيب أزواج الإلكترونات	عدد أزواج الإلكترونات
خطّي			زوجان
مثلثٌ مُستوٍ			ثلاثة أزواج
رباعيّ الأوجه منتظم			أربعة أزواج
هرم ثنائيّ مثلّث			خمسة أزواج
هرم ثمانيّ السطوح			سِتّة أزواج

أشكال الجزيئات:

أولاً: خطي

يكون شكل الجزيء خطي إذا ارتبطت الذرة المركزية بزوجين رابطين من الإلكترونات، AB_2وتكون قيمة الزاوية بين الروابط 180°، وتكون الصيغة العامة للجزيء .

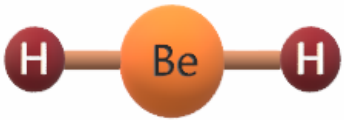


مثال:

جزيء BeH_2

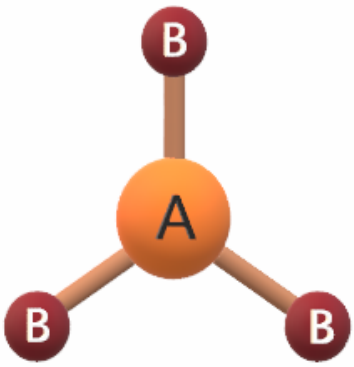
$_4Be: 1s^2\ 2s^2$

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 مستوٍ

يكون شكل الجزيء مثلث مستوٍ إذا ارتبطت الذرة المركزية بثلاثة أزواج رابطة من الإلكترونات، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط 120°، وتكون الصيغة العامة للجزيء AB_3 .



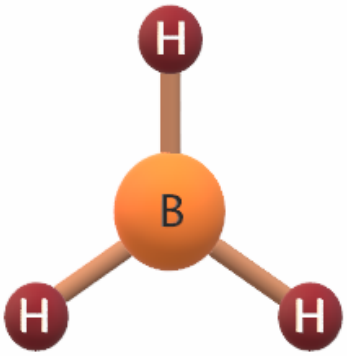
مثال:

جزيء BH_3

$_5B: 1s^2\ 2s^2\ 2p^1$

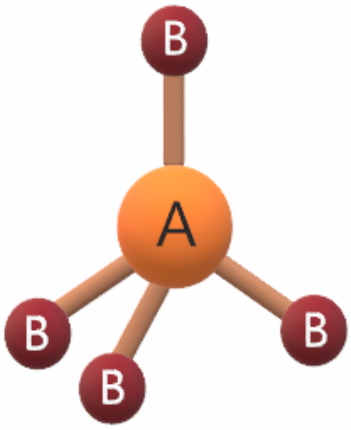
يشير التوزيع الإلكتروني لذرة البورون أن مستوى التكافؤ يحتوي على (3) إلكترونات،

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 بأربعة أزواج من الإلكترونات الرابطة، وتكون قيمة الزاوية بين الروابط $109,5°$، وتكون الصيغة العامة للجزيء AB_4 .

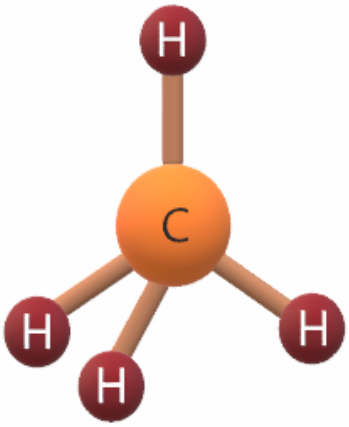


مثال:

جزيء الميثان CH_4

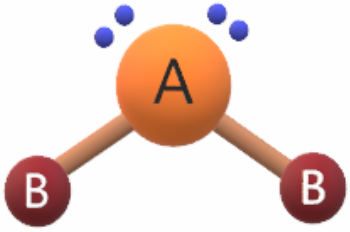
$_6C: 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

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: منحنى

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

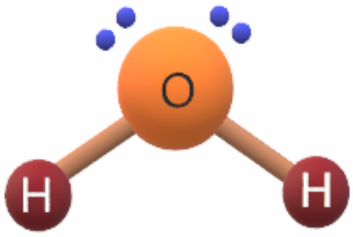


مثال:

H_2O جزيء

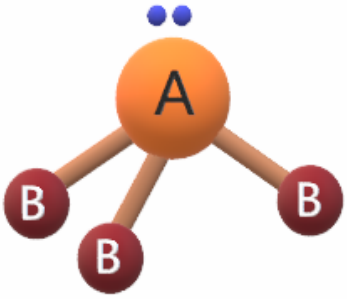
$_8O: 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

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



ثانياً: هرم ثلاثي

إذا ارتبطت الذرة المركزية بثلاث ذرات بشرط أن تحتوي الذرة المركزية على أزواج من الإلكترونـات غيـر الرابطـة، وتكـون قيمـة الزاويـة بيـن الروابـط 107,3° تقريبـاً.

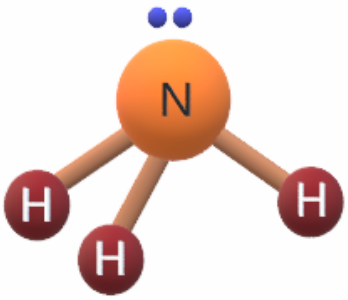


مثال:

NH_3جزيء الأمونيا

$_7N: 1s^2\ 2s^2\ 2p^3$

يشيـر التوزيع الإلكتروني لـذرة النيتروجيـن أن غلافهـا الرئيـس الأخيـر يحتـوي علـى (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
AB_2	خطي	180°	–
	منحني (زاوي)	104,5°	زوجين

AB_3	مثلث مسطح	120°	–
	هرم ثلاثي	$107,3^\circ$	زوج
AB_4	رباعي الأوجه منتظم	$109,5^\circ$	–

سؤال (1):

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

$$CO_2 \ , \ PF_3 \ , \ H_2S$$

الإجابة:

- الشكل الهندسي لـ H_2S هو منحني.
- الشكل الهندسي لـ PF_3 هو هرم ثلاثي.
- الشكل الهندسي لـ CO_2 هو خطي.

سؤال (2):

قارن بين الجزيئين: BF_3 و NF_3 من حيث:

(العدد الذري للبورون = 5 , وللنتروجين = 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_3	NF_3
1	مثلث مسطح	هرم ثلاثي
2	120	107,5
3	لا يوجد	زوج
4	9	10

سؤال (3):

قارن بين الجزيئين : PF_3 ، BeF_2 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_2	PF_3
1	خطي	هرم ثلاثي
2	120	107,5
3	لا يوجد	زوج
4	زوجين	ثلاثة أزواج

سؤال (4):

Q_4 ، D يتحد كل من العنصرين: $_{16}$ مع العنصر M_9 فيتكون جزيئين، 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	QM_2	DM_2
1	منحني	خطي
2	104,5	120
3	زوجين	لا يوجد
4	8 أزواج	6 أزواج