هندسة بعض الجزيئات

Géométrie de quelques molécules

نشاط تمهيدي

إن العالم المادي الذي يحيط بنا يتكون من جزيئات التي توجد على أشكال هندسية مختلفة. الجزيئات تتكون بدورها نتيجة عقد تشارك بين الذرات التي تتميز ببنيتها الإلكترونية، حيث نجد من بين الذرات؛ ذرات تحتوي على طبقة خارجية مشبعة (ذرات مستقرة) و أخرى تحتوي على طبقة خارجية غير مشبعة (ذرات غير مستقرة).

- ❖ كيف تتكون الجزيئات انطلاقا من الذرات؟
- ❖ إلى ماذا يعزى اختلاف هندسة الجزيئات و كيف ننمدجها؟

I- القاعدتان الثنائية و الثمانية

1- الغازات النادرة

بعض العناصر الكيميائية لا تتفاعل بسهولة مع عناصر أخرى و يطلق عليها إسم الغازات الخاملة أو الغازات النادرة فهي مستقرة كيميائيا لأن طبقاتها الإلكترونية الخارجية مشبعة.

الغاز الخامل	He (Z = 2)	Ne (Z = 10)	Ar (Z = 18)
البنية الإلكترونية	$(K)^2$	$(K)^2(L)^8$	$(K)^2(L)^8(M)^8$

2- القاعدة الثنائية

العناصر الكيميائية التي لها عدد ذري قريب من العدد الذري لعنصر الهيليوم (${}^4_2He$) (أي العناصر الكيميائية ذات $Z \leq 4$) تسعى إلى إشباع طبقتها الخارجية بزوج إلكتروني، و ذلك باكتساب أو فقدان أو إشراك عدد من الالكترونات، للحصول على البنية الإلكترونية لذرة الهيليوم $(K)^2$.

ملحوظة: أحيانا تفقد ذرة الهيدروجين (${}^1_1H$) إلكترونها الخارجي فينتج أيون الهيدرونيوم H^+ بنيته الإلكترونية $(K)^0$، و يمثل هذا استثناءا للقاعدة الثانية.

3- القاعدة الثمانية

تسعى ذرات العناصر ذات العدد الذري $4 < Z \leq 18$ إلى إشباع طبقتها الخارجية بثمانية إلكترونات، و ذلك باكتساب أو فقدان أو إشراك عدد من الالكترونات. للحصول على البنية الالكترونية لذرة النيون $(K)^2(L)^8$ أو ذرة الأرغون $(K)^2(L)^8(M)^8$.

4- تطبيقات على الأيونات المستقرة الأحادية الذرة

الذرة	البنية الإلكترونية	البنية الإلكترونية لأقرب غاز خامل		الأيون المناسب	البنية الإلكترونية للأيون
${}^7_3Li$	$(K)^2(L)^1$	$(K)^2$	${}^4_2He$	Li^+	$(K)^2$
${}^{27}_{13}Al$	$(K)^2(L)^8(M)^3$	$(K)^2(L)^8$	${}^{20}_{10}Ne$	Al^{3+}	$(K)^2(L)^8$
${}^{19}_9F$	$(K)^2(L)^7$	$(K)^2(L)^8$	${}^{20}_{10}Ne$	F^-	$(K)^2(L)^8$
${}^{16}_8O$	$(K)^2(L)^6$	$(K)^2(L)^8$	${}^{20}_{10}Ne$	O^{2-}	$(K)^2(L)^8$
${}^{35}_{17}Cl$	$(K)^2(L)^8(M)^7$	$(K)^2(L)^8(M)^8$	${}^{36}_{18}Ar$	Cl^-	$(K)^2(L)^8(M)^8$

II- تمثيل الجزيئات حسب نموذج لويس

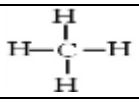
1- الرابطة التساهمية

تعريف: تنتج الرابطة التساهمية عن إشراك زوج من الإلكترونات بين ذرتين، حيث تساهم كل واحدة بإلكترون واحد. و يحقق الزوج الإلكتروني المشترك تماسك الذرتين و استقرار الرابطة التساهمية.

⇐ يكون عدد الروابط التساهمية التي يمكن أن تكونها ذرة ما مساويا لعدد الإلكترونات الذي يشبع طبقتها الخارجية لتحقيق القاعدة الثنائية أو الثمانية.

⇐ نمثل الرابطة التساهمية بخط صغير يفصل بين رمزي عنصر الذرتين المترابطتين. و تسمى الصيغ المحصل عليها الصيغ الجزيئية المنشورة.

تطبيق

رمز الذرة	البنية الالكترونية	عدد إلكترونات الطبقة الخارجية	عدد الروابط الممكنة	أمثلة	ملاحظات
الهيدروجين $^{1}_{1}H$	$(K)^1$	1	$n_L = 2-1=1$	$H-H$	أحادية التكافؤ
الكلور $^{35}_{17}Cl$	$(K)^2(L)^8(M)^7$	1	$n_L = 8-7=1$	$H-Cl$	
الأوكسجين $^{16}_{8}O$	$(K)^2(L)^6$	6	$n_L = 8-6=2$	$O=O$	ثنائية التكافؤ
الازوت $^{14}_{7}N$	$(K)^2(L)^5$	5	$n_L = 8-5=3$	$N\equiv N$	ثلاثية التكافؤ
الكربون $^{12}_{6}C$	$(K)^2(L)^4$	4	$n_L = 8-4=4$		رباعية التكافؤ

2- تمثيل الجزيئة حسب نموذج لويس

أ- نموذج لويس (Lewis)

يبرز تمثيل الجزيئة حسب نموذج لويس الأزواج الإلكترونية الرابطة بين الذرات (روابط تساهمية) و الأزواج غير الرابطة إذا وجدت و التي تحملها بعض الذرات. و تتحقق في تمثيل لويس القاعدة الثنائية الذرات ذات $Z \leq 4$ و القاعدة الثمانية بالنسبة لباقي الذرات.

ب- الطريقة عملية لتمثيل جزيئة حسب نموذج لويس

لتمثيل جزيئة حسب نموذج لويس نتبع الخطوات التالية:

- ***الخطوة الأولى***: كتابة الصيغة الإجمالية للجزيئة؛
- ***الخطوة الثانية:*** كتابة التوزيع الإلكتروني لكل ذرة مشاركة في تكوين الجزيئة؛
- ***الخطوة الثالثة***: تحديد العدد الإجمالي لإلكترونات الطبقات الخارجية للذرات المكونة للجزيئة (n_t)؛
- ***الخطوة الرابعة:*** تحديد عدد الأزواج الرابطة (الروابط التساهمية) n_l التي يمكن أن تساهم بها كل ذرة لكي تشبع طبقتها الخارجية $n_l = p - n_t$، $p = 2$ أو $p = 8$ حسب القاعدة التي تخضع لها الذرة (الثنائية أو الثمانية)؛
- ***الخطوة الخامسة:*** تحديد عدد الأزواج الغير الرابطة (الأزواج الحرة) n_{nl} لكل ذرة باستعمال العلاقة :

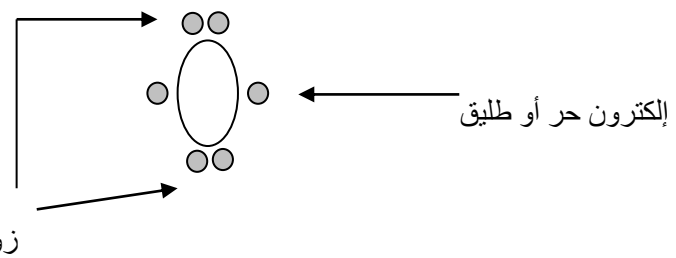
$$n_{nl} = \frac{n_t - n_l}{2}$$

- ***الخطوة السادسة:*** ثم نمثل الجزيئة حسب نموذج لويس؛

ج- ملاحظة

نموذج لويس يشير فقط إلى إلكترونات الطبقة الخارجية

مثال: نواة ذرة الأوكسجين $^{16}_{8}O$ بنيتها الإلكترونية هي $(K)^2(L)^6$



و نمثل الأزواج غير الرابطة بخط مستقيم صغير حول الذرة:

ملحوظة: العدد الإجمالي n_d للأزواج الإلكترونية في الجزيئة $n_d = \frac{n_t}{2}$ (الأزواج الرابطة و الغير الرابطة بين الذرات).

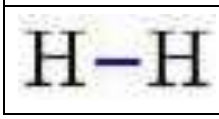
الذرة	البنية الإلكترونية	n_t:عدد إلكترونات الطبقة الخارجية	n_l: عدد الأزواج الإلكترونية الرابطة $n_l = 2 - n_t$ أو $n_l = 8 - n_t$	n_{nl} : عدد الأزواج الإلكترونية الغير الرابطة
${}^{12}_{6}C$	$(K)^2(L)^4$	4	4	0
${}^{14}_{7}N$	$(K)^2(L)^5$	5	3	1
${}^{16}_{8}O$	$(K)^2(L)^6$	6	2	2
${}^{35}_{17}Cl$	$(K)^2(L)^8(M)^7$	7	1	3
${}^{1}_{1}H$	$(K)^1$	1	1	0

3- أمثلة تمثيل الجزيئة حسب نموذج لويس

❖ جزيئة غاز كلورور الهيدروجين HCl

الذرات	توزيع الإلكترونات	p	n_l	n_{nl}	n_t	n_d	تمثيل لويس
${}^{1}_{1}H$	$(K)^1$	2	1	0	1	$\frac{8}{2} = 4$	
${}^{35}_{17}Cl$	$(K)^2(L)^8(M)^7$	8	1	3	7		

❖ جزيئة ثنائي الهيدروجين H_2

الذرات	توزيع الإلكترونات	p	n_l	n_{nl}	n_t	n_d	تمثيل لويس
${}^{1}_{1}H$	$(K)^1$	2	1	0	1	$\frac{2}{2} = 1$	
${}^{1}_{1}H$	$(K)^1$	2	1	0	1		

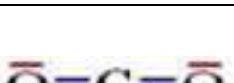
❖ جزيئة الماء H_2O

الذرات	توزيع الإلكترونات	p	n_l	n_{nl}	n_t	n_d	تمثيل لويس
${}^{1}_{1}H$	$(K)^1$	2	1	0	1	$\frac{8}{2} = 4$	
${}^{1}_{1}H$	$(K)^1$	2	1	0	1		
${}^{16}_{8}O$	$(K)^2(L)^6$	8	2	2	6		

❖ جزيئة ثنائي الأوكسجين O_2

الذرات	توزيع الإلكترونات	p	n_l	n_{nl}	n_t	n_d	تمثيل لويس
${}^{16}_{8}O$	$(K)^2(L)^6$	8	2	2	6	$\frac{12}{2} = 6$	
${}^{16}_{8}O$	$(K)^2(L)^6$	8	2	2	6		

❖ جزيئة ثنائي أوكسيد الكربون CO_2

الذرات	توزيع الإلكترونات	p	n_l	n_{nl}	n_t	n_d	تمثيل لويس
${}^{12}_{6}C$	$(K)^2(L)^4$	8	4	0	4	$\frac{16}{2} = 8$	
${}^{16}_{8}O$	$(K)^2(L)^6$	8	2	2	6		
${}^{16}_{8}O$	$(K)^2(L)^6$	8	2	2	6		

❖ جزيئة ثنائي الآزوت N_2

الذرات	توزيع الإلكترونات	p	n_l	n_{nl}	n_t	n_d	تمثيل لويس
${}^{14}_{7}N$	$(K)^2(L)^5$	8	3	1	5	$\frac{14}{2} = 7$	
${}^{14}_{7}N$	$(K)^2(L)^5$	8	3	1	5		

تمرين تطبيقي

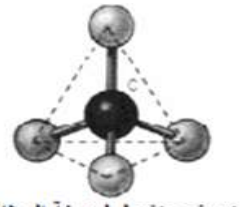
مثل حسب نموذج لويس الجزيئات التالية: CH_4 ، NH_3 ، CH_2O

III- نماذج الجزيئة

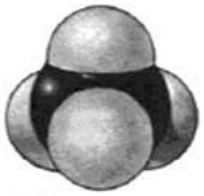
تستعمل النماذج الجزيئية لتوضيح التمثيل الهندسي للجزيئات و تمثل الذرات بكرات مختلفة الحجم و هي نوعان:

1- النموذج المنفصل: تكون فيه الكرات التي تمثل الذرات متباعدة و مرتبطة مع بعضها البعض بقضبان صغيرة و يبين نوعية روابط الجزيئة.

2- النموذج المتراص: تكون فيه الكرات التي تمثل الذرات متراصة على بعضها البعض و يبين الشكل الخارجي أي الشكل الحقيقي للجزيئة.



نموذج منفصل لجزيئة الميثان CH_4



نموذج متراص لجزيئة الميثان CH_4

IV- التماكب

1- الصيغة الإجمالية و الصيغة المنشورة

* **الصيغة الإجمالية**: تبرز عدد و نوعية الذرات المكونة للجريئة.
* **الصيغة المنشورة:** تبرز رموز الذرات المكونة للجريئة و نوعية الروابط فيما بينها.

2- المتماكبات

المتماكبات مركبات جزيئية لها نفس الصيغة الإجمالية لكنها تختلف في صيغها المنشورة.

مثال

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

و

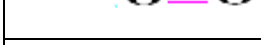
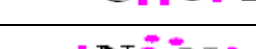
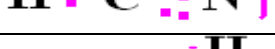
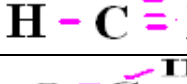
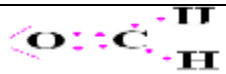
$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3$

الجريئة لها نفس الصيغة الإجمالية لكنها تختلف في صيغها المنشورة.

3- تطبيق: أعط الصيغة المنشورة للجزيئات التالية:

O_2، C_2H_2 ، N_2 ،CO_2 ،C_2H_4 ،HCN و CH_2O

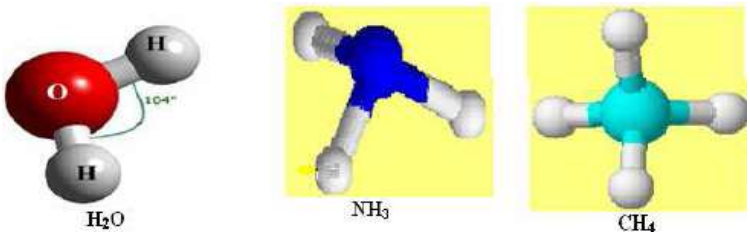
الجواب:

إسم الجزيئة	الصيغة الإجمالية	نموذج لويس LEWIS	الصيغة المنشورة
ثنائي الأوكسجين	O_2		
الإيثين	C_2H_2		
الأزوت	N_2		
ثاني أوكسيد الكربون	CO_2		
الإيثن	C_2H_4		
حمض السيانديك	HCN		
ميثانال	CH_2O		

4- هندسة بعض الجزيئات البسيطة

أ- التموضع النسبي للأزواج الإلكترونية بدلالة عدده:

* تتكون معظم الجزيئات من ذرة مركزية مرتبطة بذرات أخرى بواسطة روابط بسيطة.
* بسبب تنافر الأزواج الإلكترونية الرابطة و الغير الرابطة فيما بينها، تأخذ الجزيئة شكلا هندسيا معينا في الفضاء.



ب- تمثيل كرام (Gram):

نموذج لويس لا يعطي أية معلومة عن تموضع ذرات الجزيئة في الفضاء بينما نموذج كرام يمثل الهندسة الفضائية للجزيئة و يعبر عن الاتجاهات الفضائية للروابط التساهمية للجزيئة.

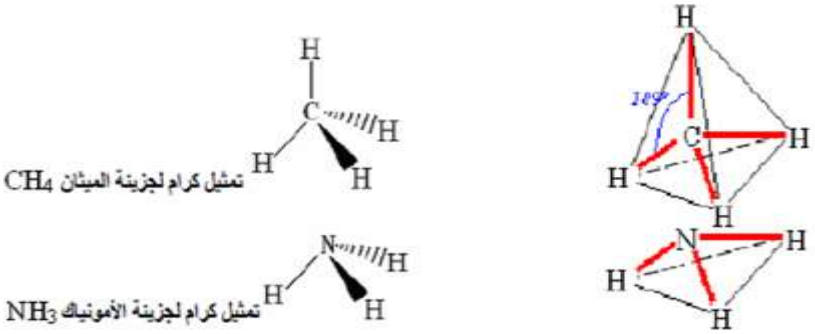
الإصطلاحات المستعملة في تمثيل كرام:

رابطة تساهمية تنتمي لمستوى الورقة.

رابطة تساهمية متجهة نحو الأمام.

رابطة تساهمية متجهة نحو الخلف.

أمثلة



V- تطبيقات