مسابقة موهوب
Mawhoob Competition

كيمياء

الحقيبة التدريبية لموهوب٢

الإدارة العامة للمسابقات

الفريق العلمي للكيمياء

بسم الله الرحمن الرحيم

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة	٤
حساب الكتلة الجزيئية	٦
حساب النسبة المئوية للعنصر في المركب	٦
حساب كتلة عنصر في عينة من مركب	٨
تمارين	٨
التفاعلات الكيميائية	١٠
مبادئ أساسية	١٥
الذرات والأيونات	٢٢
الجزيئات والأيونات المعقدة	٣٨
التدريبات	٥٦
الجدول الدوري	٦٦

مقدمة

عزيزي الطالب عزيزتي الطالبة:

مؤسسة الملك عبدالعزيز ورجاله للموهبة والإبداع "موهبة "هي مؤسسة حضارية غير هادفة للربح ، أسسها خادم الحرمين الشريفين الملك عبدالله بن عبدالعزيز آل سعود - رحمه الله – عام ١٤١٩ هـ/١٩٩٩م ، تسعى إلى إيجاد بيئة محفزة للموهبة والإبداع، وتعزيز الشغف بالعلوم والمعرفة، لبناء قادة المستقبل من خلال منهجية، وفق أحدث الأساليب العلمية وأفضل الممارسات العالمية في تعليم الموهوبين والمبدعين، لاستثمار طاقاتهم وتمكينهم؛ كونهم الرافد الأساس لازدهار الانسانية، وتسعى موهبة إلى دعم الرؤية بعيدة المدى للإبداع والموهبة ورعايتها في المملكة بما يوائم تطلعات وطموح أهداف رؤية ٢٠٣٠ في تطوير القدرات البشرية الموهوبة واعداد جيل قادم يكون عماد الإنجاز وأمل المستقبل، وعليه تؤمن موهبة بأن الاستثمار في تعليم الموهوبين ليس رفاهية ولا عملًا نخبويًا بل ضرورة للارتقاء بمعايير عالية الجودة في تعزيز قدراتهم حتى يسهموا في بناء مجتمعهم ليصبحوا قادة المستقبل، كما تتمتع موهبة بخبرات طويلة في تنفيذ العديد من البرامج للطلبة الموهوبين والمبدعين فهي تمثل دوراً رئيسًا في المنظومة المؤسساتية الحالية الداعمة لتعليم الموهوبين في المملكة وتتكامل مع نظام التعليم الوطني من خلال برامج التعرف والرعاية الشاملة والمتكاملة للموهوبين وتبادل الخبرات بما يخص التخطيط والتطبيق القيّم مع المعنيين مثل وزارة التعليم والمؤسسات الأكاديمية العالمية حول كيفية تصميم البرامج والمبادرات وتقديمها من خلال ممارسات تربوية متقدمة.

ونظرا لأن المسابقات العلمية لم تعد ترفاً يمكن الاستغناء عنه، بل أصبحت معادلاً موضوعياً للتفوق والتقدم في المجالات العلمية، ولأنه مع زخم المنافسة للصعود على منصات التتويج أصبح على كل من يريد أن يحقق ذلك أن يسلك كافة السبل التي تتيح له ليس فقط الوصول إلى تلك المنصات، بل حجز مكان دائم عليها.

وبين يديك الآن الحقيبة التدريبية الأساسية والتي من خلالها نتعرف بشكل مبدئي على طبيعة موضوعات وأسئلة المسابقات والأساسيات الواجب توافرها حتى ندخل في مرحلة الاتقان التي تضعك على أول طريق المنافسة لنيل شرف تمثيل الوطن في المسابقات الدولية.

ولقد حرصنا في هذه الحقيبة أن نقدم لكم المادة العلمية بلغة سهلة وجذابة تدفع شغفكم الى نقاط ابعد وعوالم أخرى من التحدي والاستمتاع بالتعلم.

الأهداف العامة

١- بناء مفاهيم أساسية في الكيمياء في اتجاه الاستعداد للمشاركة في المسابقات.

٢- تجهيز الطالب لمواصلة دراسة كيمياء الأولمبياد.

٣- إثراء الميدان بمادة علمية تدعم شغف المهتمين بكيمياء الأولمبياد.

٤- نشر ثقافة الأولمبياد.

الأهداف الخاصة

١- أن يتعرف الطالب على الكتلة الجزيئية.

٢- أن يتعرف الطالب على حساب النسبة المئوية للعنصر في المركب.

٣- أن يتعرف الطالب على حساب كتلة عنصر في عينة من مركب.

٤- أن يتعرف الطالب على التفاعلات الكيميائية.

٥- أن يتعرف الطالب على المبادئ الأساسية.

٦- أن يتعرف الطالب على الذرات والأيونات.

٧- أن يتعرف الطالب على الجزيئات والأيونات المعقدة.

٨- أن يتعرف الطالب على الحالات الفيزيائية.

٩- أن يتعرف الطالب على الشبكة البلورية.

١٠- أن يستخدم الطالب المعلومات التي درسها في حل التدريبات.

١١- أن يقدم الطالب حلولا مبتكرة للمشكلات الواردة.

١٢- أن يميز الطالب بين الحالات الفرعية تحت كل موضوع.

١٣- أن يتحقق الطالب دائما من معقولية ومنطقية الحلول التي يقدمها.

حساب الكتلة الجزيئية للمركبات

الكتلة الجزيئية : مجموع الكتل الذرية لجميع الذرات في الجزيء الواحد (معدل الكتلة الذرية)

تدريب: اذا علمت ان الكتل الذرية للعناصر التالية هي:

C=12, O = 16 , H = 1 , N = 14 , Na =23 , S = 32 , K = 39 , Ca = 40

احسب الكتلة الجزيئية للمركبات التالية ثم املأ الفراغات كما هو مطلوب في الجدول

الصيغة	الكتلة الجزيئية
$C_6H_{12}O_6$	6 ×12+12×1 + 6×16 = 180
كتل العناصر في المركب	C = 72 , H = 12 , O = 96
Na_2SO_4	2 × 23 + 1×32 + 4×16 = 142
كتل العناصر في المركب	Na = 46 , S = 32 , O = 64
$CaCO_3$	
كتل العناصر في المركب	
$NaNO_3$	
كتل العناصر في المركب	

حساب النسبة المئوية للعنصر في المركب

$$\% \text{ العنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

في جزيء السكر

% C = 72/180 × 100 = 40%

% H =12/180 × 100 = 6.7%

% O = 96/180 × 100 = 53.3%

نلاحظ ان المجموع الجبري لجميع النسب يساوي 100% وهذا ما يسمى التركيب النسبي للعناصر في المركب

س: ما هو التركيب النسبي للعناصر في $NaNO_3$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

احسب الكتلة الجزيئية للجزيئات التالية :

N_2	
NO	
C_2H_6	
N_2O_4	
$C_8H_{18}O_4N_2S$	

احسب الوزن الصيغي FW لما يلي:

KCl	
Li_2SO_4	
$Ca(OH)_2$	
$(NH_4)_3PO_4$	

اكتب الكتلة الجزيئية للمركبات التالية:

اسم المركب	الصيغة	الكتلة الجزيئية
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	
نترات الكالسيوم	$Ca(NO_3)_2$	
كربونات الالومينيوم	$Al_2(CO_3)_3$	
فوق اكسيد الهيدروجين	H_2O_2	

س١: احسب التركيب النسبي للمركب Na_2CO_3.	س٢:احسب نسبة الكبريت في المركب $Ca(HSO_4)_2$.	س٣: أي المركبين يحتوي نيتروجين بنسبة أكبر $(NH_4)_2SO_4$, $NaNO_3$

س: تفاعل 8.0 g من الأكسجين مع كمية من المغنيسيوم لينتج 20.0 g من اكسيد المغنيسيوم ، ما هي النسبة الكتلية للمغنيسيوم في العينة؟

حساب كتلة عنصر في عينة من مركب

كتلة العنصر = نسبة العنصر × كتلة العينة

س١: ما هي كتلة الصوديوم الموجودة في 10 gram من كربونات الصوديوم Na_2CO_3

تمارين

س١:

أ) ما هو التركيب النسبي للعناصر في المركبات

C_3H_8 C_2H_6 CH_4

ب)يحتوي العظم في الإنسان على ٥٠٪ من فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$, اذا كان شاب لديه ١٢ كيلو جرام عظم في جسمه كم نسبة الفسفور المئويه فيه وكم نسبة الكالسيوم ايضا ؟

تدريبات على قانون النسب الثابتة :

١- عينة من مركب مجهول كتلتها 78 جرام تحتوي على 12.4 جرام هيدروجين ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب؟

٢- يتفاعل 1 جرام هيدروجين كليا مع 19 جرام من الفلور ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب الناتج؟

٣- تتفاعل 3.5جرام من العنصر X مع 10.5 جرام من العنصر Y ليتكون المركب XY فأحسب النسبة المئوية بالكتلة للعنصر X والعنصر Y.

٤- تم تحليل مركبين مجهولين فوجد أن المركب الاول يحتوي على 15 جرام من الهيدروجين و 120 جرام من الاكسجين وفي المركب الثاني وجد أنه يحتوي على 2 جرام من الهيدروجين و32جرام من الاكسجين فهل المركب الاول هو نفسه المركب الثاني؟

٥- مركبان كل ما تعرفه عنهما أنهما يحتويان على النسبة بالكتلة نفسها من الكربون فهل هما متشابهان في الصيغة؟

تدريبات على النسبة المئوية للتركيب:

١- ماهي النسبة المئوية للتركيب الكلورفورم $CHCl_3$ إذا علمت أن الوزن الجزئي 119.37 جم / مول

٢- ماهي النسبة المئوية للتركيب للمركبات التالية:

الكحول الايثيلي C_2H_5OH	البنزين C_6H_6
كربونات الكالسيوم $CaCO_3$	ثاني كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$

٣- ماهي النسبة المئوية للتركيب للمركبات التالية

$FeCl_3$

$KHSO_4$

$HgCl_2$

Na_3PO_4

$(NH_4)_2HPO_4$

التفاعلات الكيميائية

اعادة ترتيب للذرات بحيث ينتج مواد جديدة تختلف عن المتفاعلات

المعادلة الكيميائية: وصف مختصر للتفاعل الكيميائي

متفاعلات ⟶ نواتج

لكتابة معادلة كيميائية يلزم ما يلي:

١- كتابة الصيغ الكيميائية بصورة صحيحة

٢- نكتب الحالة الفيزيائية لكل مادة : صلب(s) , سائل(l) , غاز (g), محلول (aq) .

٣- نوزن المعادلة بحيث نحقق قانون حفظ الكتلة: كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

عن طريق ضرب الصيغ بأعداد محددة .

مثال:

مغنيسيوم + اكسجين ⟶ اكسيد المغنيسيوم

$$2Mg_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,MgO_{(s)}$$

عبر عن المعادلات اللفظية التالية بمعادلات رمزية موزونة

اكسيد النحاس الثنائي ⟶ اكسجين +نحاس	كلوريد الكالسيوم ⟶ غاز الكلور +كالسيوم
+كلوريد الكالسيوم ⟶ حمض الكلور +كربونات الكالسيوم $H_2O + CO_2$	كبريتات البوتاسيوم ⟶ حمض الكبريتيك +هيدروكسيد البوتاسيوم $+ H_2O$

النواتج المتوقعة لبعض التفاعلات الكيميائية			
نوع التفاعل	المواد المتفاعلة	النواتج المتوقعة	المعادلة العامة
التكوين	مادتان أو أكثر	مركب واحد	$A + B \rightarrow AB$
الاحتراق (الأكسدة)	فلز وأكسجين	أكسيد الفلز	$A + O_2 \rightarrow AO$
	لا فلز وأكسجين	أكسيد اللافلز	
	مركب وأكسجين	أكسيدان أو أكثر	
التفكك	مركب واحد	عنصران أو أكثر (و/أو)مركبات أخرى	$AB \rightarrow A+B$
الإحلال البسيط	فلز ومركب	مركب جديد والفلز المستعاض عنه	$A+BX \rightarrow AX+B$
	لا فلز ومركب	مركب جديد واللافلز المستعاض عنه	
الإحلال المزدوج	مركبان	مركبان مختلفان أحدهما صلب أو ماء أو غاز	$AX+BY \rightarrow AY+BX$

س ١ : زن التفاعلات التالية ثم صنفها وفقا للأنواع التي درستها

1	$Ca + HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2$	5	$P_4 + O_2 \rightarrow P_4O_{10}$
2	$PbSO_4 \rightarrow PbSO_3 + O_2$	6	$C_2H_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
3	$C_{12}H_{22}O_{11} + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2$	7	$V_2O_5 + CaS \rightarrow CaO + V_2S_5$
4	$Mg + Fe_2O_3 \rightarrow Fe + MgO$	8	$ZnSO_4 + Li_2CO_3 \rightarrow ZnCO_3 + Li_2SO_4$

س٢ : صنّف التفاعلات التالية وفقا للأنواع التي درستها:

1) $Q + XZ \rightarrow X + QZ$

2) $Q + Z \rightarrow QZ$

3) $RX + TW \rightarrow RW + TX$

س٣:صنّف التفاعلات التالية وفقا للأنواع التي درستها:

١-ماء + ثالث أكسيد الكبريت ← حمض الكبريتيك

٢-كلوريد الحديد III + ماغنيسيوم ← كلوريد الماغنيسيوم + حديد

٣-عند تسخين غاز فلوريد الأكسجين ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور

٤-الحصول على الهيدروجين والأكسجين من الماء بواسطة عملية التحليل الكهربائي.

٥-نحصل على ملح الطعام من تفاعل الصوديوم والكلور

☜ في تفاعلات الإحلال الأحادي يحل الفلز الأنشط محل الفلز الأقل نشاط في مركباته حسب السلسلة التالية

K>Ca>Na>Mg>Al>Zn>Fe>Pb>H>Cu>Hg>Ag>Pt

تتناقص النشاطية الكيميائية

☜ في تفاعلات الإحلال الأحادي يحل اللافلز الأنشط محل اللافلز الأقل نشاط في مركباته حسب السلسلة التالية

F > Cl > Br > I

تتناقص النشاطية الكيميائية

بين اي التفاعلات التالية تحدث وايها لا يحدث ثم حاول اكمال التي تحدث ، قم بوزن التفاعلات التي تحدث.

$Na + Cl_2 \rightarrow$ .....

$Na + KCl \rightarrow$ ..... **+** .....

$Cl_2 + KF \rightarrow$ ..... **+** .....

$Fe + ZnCl_2 \rightarrow$ ..... **+** .....

$Al + ZnCl_2 \rightarrow$ ..... **+** .....

بين بالأرقام كيف ان المعادلة الأولى بعد وزنها تحقق قانون حفظ الكتلة

$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

2× 23 **2× 35.5** **2× (23+35.5)**

46+71 **2× 58.5**

117 **117**

نلاحظ ان كتل المواد المتفاعلة تساوي كتل المواد الناتجة

التفاعلات في المحاليل المائية

مثال: $AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(S)} + NaNO_{3(aq)}$

المعادلة الأيونية: $Ag^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(S)} + Na^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)}$

الأيونات المتفرجة: Na^{+} ، NO_3^-

المعادلة الأيونية الصافية : $Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(S)}$

اكتب المعادلة الأيونية والأيونية الصافية للتفاعل

$$(NH_4)_2S_{(aq)} + Cd(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow CdS_{(S)} + 2NH_4NO_{3(aq)}$$

$$2NH_4^{+}{}_{(aq)} + S^{-2}{}_{(aq)} + Cd^{+2}{}_{(aq)} + 2NO_3^{-}{}_{(aq)} \rightarrow CdS_{(S)} + 2NH_4^{+}{}_{(aq)} + 2NO_3^{-}{}_{(aq)}$$

$$S^{-2}{}_{(aq)} + Cd^{+2}{}_{(aq)} + 2NO_3^{-}{}_{(aq)} \rightarrow CdS_{(S)}$$

الأيونات المتفرجة : NH_4^+ , NO_3^-

وزن المعادلات :

وازن كل من المعادلات التالية:

$Na + H_2O \rightarrow NaOH + ...H_2$

$.....Al_4C_3 + H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + CH_4$

$.....C_2H_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

$C_7H_{14} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

$.....Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_3PO_4$

$CH_3OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

$Al + H_2SO_4 \rightarrow .....Al_2(SO_4)_3 + H_2$

س: زن المعادلات التالية:

1) $NaNO_3$ + ...$PbO \rightarrow$ .....$Pb(NO_3)_2$ + ...Na_2O

2) AgI + ...$Fe_2(CO_3)_3 \rightarrow FeI_3 + Ag_2CO_3$

3) .....$C_2H_4O_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

4) .....$Mn(NO_2)_2$ + ...$BeCl_2 \rightarrow$ .....$Be(NO_2)_2$ + ...$MnCl_2$

5) $AgBr$ + ...$GaPO_4 \rightarrow$ .....Ag_3PO_4 + ...$GaBr_3$

6) $H_2SO_4 + B(OH)_3 \rightarrow$ .....$B_2(SO_4)_3 + H_2O$

7) .....$S_8 + O_2 \rightarrow SO_2$

8) .....$Fe + AgNO_3 \rightarrow$ .....$Fe(NO_3)_2 + Ag$

وازن المعادلات التالية:

$ZnS + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2S$

العنصر	Zn	S	H	Cl
المتفاعلات				
النواتج				

$HCl + Cr \rightarrow CrCl_3 + H_2$

العنصر	H	Cl	Cr
المتفاعلات			
النواتج			

$FeCl_3$...$Na_2CO_3 \rightarrow Fe_2(CO_3)_3$ +...$NaCl$

العنصر	Fe	Cl	Na	C	O
المتفاعلات					
النواتج					

$NH_4Cl + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCl_2 + NH_3 + H_2O$

العنصر	N	H	Cl	Ba	O
المتفاعلات					
النواتج					

$Na_2O + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + NH_3$

العنصر	Na	O	N	H	S
المتفاعلات					
النواتج					

$FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$

العنصر	Fe	S	O
المتفاعلات			
النواتج			

$P_4O_{10} + H_2O \rightarrow H_3PO_4$

العنصر	P	O	H
المتفاعلات			
النواتج			

$Al + Fe_3O_4 \rightarrow Al_2O_3 + Fe$

العنصر	Al	Fe	O
المتفاعلات			
النواتج			

$H_2 + Br_2 \rightarrow HBr$

العنصر	H	Br
المتفاعلات		
النواتج		

$Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow NaI + Na_2S_4O_6$

العنصر	Na	S	O	I
المتفاعلات				
النواتج				

$Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$

العنصر	Ca	O	H	P
المتفاعلات				
النواتج				

$NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$

العنصر	N	H	O
المتفاعلات			
النواتج			

$C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

العنصر	C	H	O
المتفاعلات			
النواتج			

$C_7H_6O_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

العنصر	C	H	O
المتفاعلات			
النواتج			

$\ldots\ldots Fe_2(CO_3)_3 + H_2SO_4 \rightarrow \ldots\ldots Fe_2(SO_4)_3 + H_2O + CO_2$

العنصر	Fe	C	O	H	S
المتفاعلات					
النواتج					

Basic Concepts
مبادئ أساسية

النظام الكيميائي:

يجب أن يحتوي أي نظام كيميائي على مواد بحالاتها الفيزيائية. وتلك المواد يمكن أن تكون أحد التالي.

جسيمات بسيطة Elementary particls

- ذرات لعناصر الجدول الدوري. مثل (Fe,Ag,Na)
- جزيئات. مثل (H_2O)
- أيونات.مثل (Cl^{-1},k^{+1})
- أيونات معقدة.

تميل بعض أيونات الفلزات وخاصة الانتقالية منها الى الارتباط بواحد أو أكثر من الأيونات أو الجزيئات الأخرى مكونة ما يعرف بالمعقد (Complex).

مثل:

$$Hg^{+2} + 4Cl^{-1} \leftrightarrow [HgCl_4]^{-}$$

$$Cu^{+2} + 4NH_3 \leftrightarrow [Cu(NH_3)_4]^{+3}$$

التصور الحديث للنظرية الذرية:

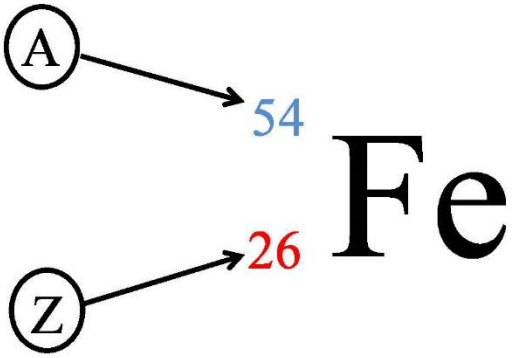
وضع دالتون التصور الحديث للنظرية الذرية الذي افترض فيه أن العناصر تتكون من جسيمات صغيرة تسمى الذرات. وأن ذرات العنصر الواحد جميعها متشابهة.

اكمل العلماء ما بدائه دالتون . ومع بداية القرن العشرين حددو أن الذرة تتكون من ثلاث جسيمات:

- البروتونات.
  موجبة الشحنة. ($^1p^+$)
- الالكترونات.
  سالبة الشحنة. ($^{1/1840}e^-$)
- النيترونات.
  غير مشحونة. ($^1n^0$)

الجسيمات	الرمز	وحدة الشحنة	الشحنة	الكتلة النسبية	الكتلة (g)
الإلكترون	e^-	-1	-1.6×10^{-19}	$\frac{1}{1840}$	9.1×10^{-28}
البروتون	p^+	+1	$+1.6\times10^{-19}$	1	1.67×10^{-24}
النيترون	n^0	0	0	1	1.67×10^{-24}

لأجل التمييز بين عناصر الجدول الدوري رمز لكل عنصر بحرف خاص فيه كبير و احياناً بحرف اخر او اكثر صغير.
ويمكن التفرقة بين الذرات جميعها عن طريق عدد البروتونات و النيترونات التي توجد بها. يسمى عدد البروتونات في نواة العنصر بالعدد الذري (Z). ويكون عدد البروتونات في ذرة العنصر المتعادلة مساوياً لعدد الإلكترونات. إذاً الهوية الكيميائية للذرة يمكن تحديدها من خلال عددها الذري فقط.
العدد الكتلي (A) هو العدد الكلي للنيترونات و البروتونات الموجودة في نواة ذرة العنصر.
مثل عنصر الحديد بحيث .



$$A = Z + n$$

من الممكن ان تكون كتل بعض ذرات نفس العنصر مختلفة. و يعود السبب في ذلك لوجود نظائر للعنصر. بحيث يكون لها العدد الذري نفسه و لكن تختلف في أعدادها الكتلية .
ويمكن التعبير عن نظائر الحديد كما يأتي:

$^{54}_{26}Fe$ $^{56}_{26}Fe$ $^{57}_{26}Fe$ $^{58}_{26}Fe$

ونسبة تواجد النظائر في الطبيعة كما يأتي:
الحديد -54: 5.81%
الحديد -56 : 91.64%
الحديد -57 : 2.21%
الحديد -58 : 0.34%

الكتلة النسبية: هي مقدار قسمة الكتلة الفعلية (الاختبار) على الكتلة القياسية.

$$\text{Relative mass (الكتلة النسبية)} = \frac{test\ mass\ \text{(كتلة اختبار)}}{mass\ of\ benchmark\ \text{(كتلة قياسية)}}$$

اتفق عالمياً أن تكون الكتلة الذرية هي بالضبط $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون-12.

الكتلة الذرية atomic mass :

هي وزن 1 مول من العنصر بالجرام ، فمثلاً الكربون-12 له كتلة ذرية تساوي 12. إذ أن 1مول منه يزن 12 غرام. ولا يوجد أي نظير له كتلة على هيئة عدد صحيح غير الكربون-12.

$$1\ \text{AMU} = \frac{m\ (12-C)}{12}$$

فمثلاً حساب الكتلة الذرية النسبية للكربون:

النظير	$^{12}_{6}C$	$^{13}_{6}C$	$^{14}_{6}C$
عدد الكتلة	12.000	13.000	14.000
الكتلة الذرية النسبية(A_r)	12.000	13.0033	14.0032
نسبة التواجد	98.90%	1.10%	10^{-10}%

الكتلة الذرية النسبية للكربون = 0.0110 x 13.0033 + 0.9890 x 12.000

= 12.01 ≈ 12

- وزن عدد من الجرامات مساوياً لعدد الكتلة الذرية النسبية لكل 1 مول.

12.01g C	55.85g Fe	14.01g N	35.45g Cl

كل تلك العناصر لها نفس العدد من الذرات:

6.022x1023 -------- Avogadro number

الوحدات الأساسية الفيزيائية في النظام الدولي للوحدات:

الرمز Symbol	الوحدة SI unit	Quantity	الكمية
m	meter المتر	Length	الطول
Kg	kilogram كيلوجرام	Mass	الكتلة
s	second الثانية	Time	الزمن
K	kelvin الكلفن	Temperature	درجة الحرارة
A	ampere أمبير	Electric current	التيار الكهربي
mol	mole المول	Amount of substance	كمية المادة

الوحدات المشتقة الفيزيائية في النظام الدولي للوحدات:

الرمز Symbol	الوحدة SI unit	Quantity	الكمية
m^2	المترالمربع square meter	Area	المساحة
m^3	المترالمكعب cubic meter	Volume	الحجم
Kg/m^3	كيلوجرام/المتر المكعب kilogram/cubic meter	Density	الكثافة

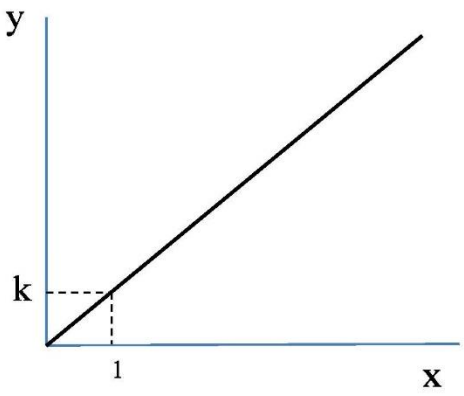
العلاقة مع الكميات:

المعادلات الخطية / هي المعادلة التي كل حد فيها هو عدد ثابت.

إذا كانت العلاقة بين y و x غلاقة طردية.

$$y / x = \text{constant (ثابت)}$$

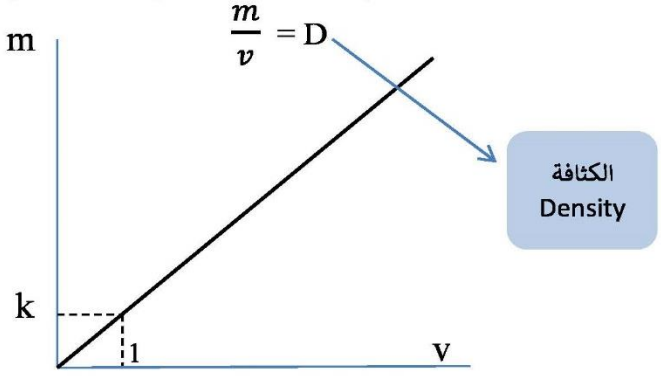
$$y = k * x$$



إن مصدر تسمية المعادلة بـ " خطية" يعود الى كونها تمثل خطوطاً في المستوى إذا قمنا برسمها بيانياً.

تمثل القيمة k ما يعرف بميل الخط أي بكم تكبر قيمة y إذا كبرت قيمة x بوحدة واحدة.

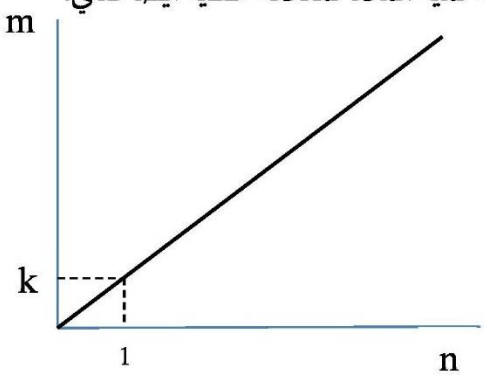
فإذا كانت المتغيران هما الكتلة والحجم. فإن ميل الخط هو الكثافة و تكون وحدتها (kg/m^3).



تعتمد الكثافة على :

- نوعية المواد quality of materials .
- درجة الحرارة Temperature .
- الضغط Pressure .

ويمكن أن تظهر الكتلة بدلالة كمية المادة كمعادلة خطية ايضاً كتالي:



فيكون ميل الخط هو عبارة عن الكتلة المولية وتكون وحدة قياسها (g/mol). وتعتمد على نوعية المادة.

الكتلة المولية ← $\frac{m}{n} = M$ → Molar mass

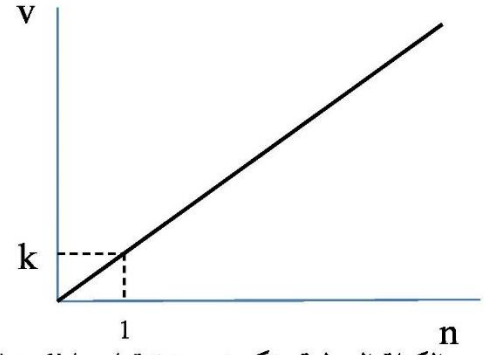
تعتمد الغازات على :

- درجة الحرارة Temperature .
- الضغط فقط Pressure only .

$V_m = 24.5\ dm^3\ mol^{-1}$ عند $(25^\circ C\ ,\ 0.101 MPa)$

$V_m = 22.41\ dm^3\ mol^{-1}$ عند $(0.0^\circ C\ ,\ 0.101 MPa)$

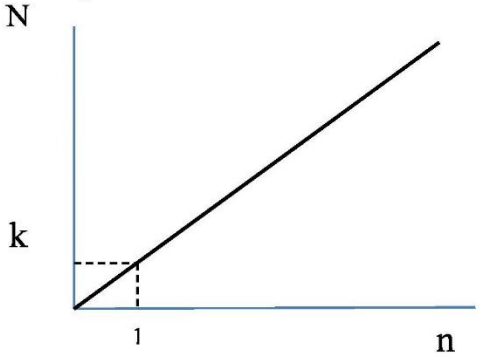
ويمكن أن يظهر الحجم بدلالة كمية المادة كمعادلة خطية ايضاً كتالي:



فيكون ميل الخط هو عبارة عن الكتلة المولية وتكون وحدة قياسها (dm^3/mol).

الحجم المولاري ← $\frac{v}{n}$ = الحجم المولاري → Molar volume

يمكن أن يظهر العدد بدلالة كمية المادة كمعادلة خطية ايضاً كتالي:



فيكون ميل الخط هو عبارة عن ثابت افوجادرو وتكون وحدة قياسها (mol^{-1} ,1/mol).

ثابت افوجادرو ← $\frac{N}{n} = N_A$ → Avogadro constant

المعادلات غير الخطية (العكسية Inverse) / هي علاقة رياضية يكون فيها واحد من المتغيرين يزداد بنقصان المتغير الآخر.

إذا كانت العلاقة بين y و x غلاقة عكسية.

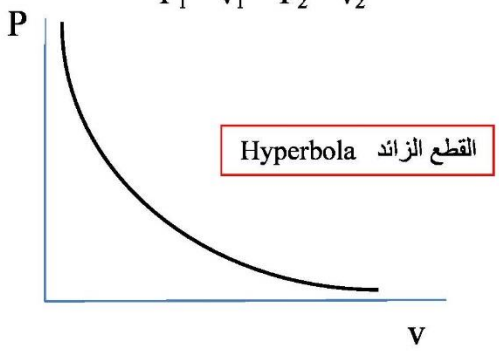
$y * x = constant$ (ثابت)

$y = k / x$

مثال: العلاقة بين ضغط وحجم الغاز.

$P * v = constant$ (ثابت)

$P_1 * v_1 = P_2 * v_2$



المعادلات غير الخطية (الأسية Exponential) / تسمى المعادلة أو الدالة التي فيها الثابت مرفوع إلى متغير أسي .

$y = a^x$

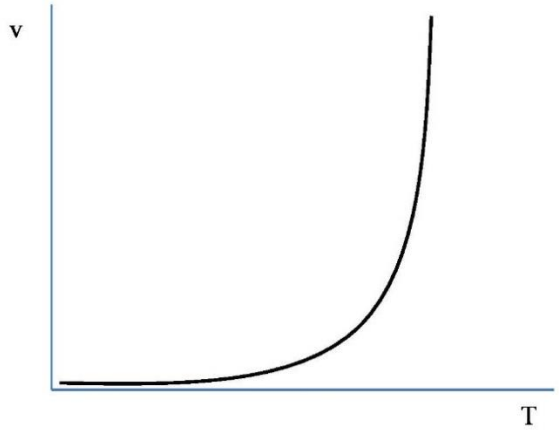
حيث أن (a) هو الثابت الأساس و (x) هو المتغير الأسي.

وقبل دراسة المنحنيات الأسية لابد من التطرق إلى بعض القواعد الرئيسية للأسس والتي تفيد في معالجة الدوال كما يأتي:

م	القاعدة	أمثلة
١	$x^m + x^n = x^{m+n}$	$6^3 * 6^4 = 6^7$

٢	$(x^m)^n = x^{m*n}$	$(4^2) = 4^{10}$
٣	$(xyq)^m = x^m\, y^m\, q^m$	$(3x1x6)^3 = 3^3x1^3x6^3$
٤	$(\frac{x}{y})^m = \frac{x^m}{y^m}$	$(\frac{5}{7})^4 = \frac{5}{7}^4$
٥	$x^{-m} = \frac{1}{x^m}$	$7^{-2} = \frac{1}{7}2$

مثال: العلاقة بين معدل التفاعل (السرعة) ودرجة الحرارة.



$$v = A\, x\, e^{-\frac{Ea}{RT}}$$

المعادلات غير الخطية (اللوغاريتمية Logarithmic) /

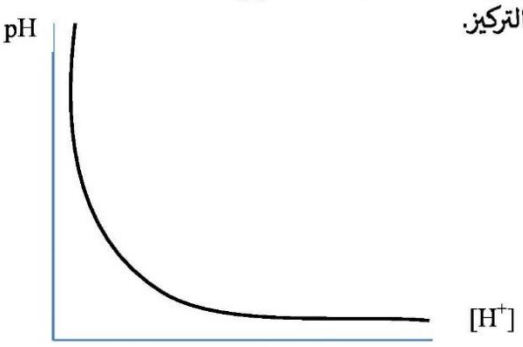
فلوغاريتم أي عدد موجب مثل (y) لأساس موجب مثل (b) عدا الواحد: هو الأس (x) الذي ترفع به القوة (b) كي نحصل على العدد المذكور. وبهذا يكون لدينا:

$$y = b^x$$

بشرط أن $b > 0\ ,\ b \neq 1$ ومن التعريف نستنتج أن : x هو لوغاريتم y للأساس b

وهذه العلاقة يمكن كتابتها بالمعادلة الأتية: $x = \log y$

مثال: العلاقة بين pH و التركيز.



atoms and ions
الذرات و الأيونات

إعتماداً على أسس النظرية الذرية لدالتون يمكننا استنتاج تعريف الذرة.

تعريف الذرة:

هي الوحدة الأساسية للعنصر التي تدخل في التركيب الكيميائي.

وهي مكونة من بناءً داخلياً يتألف من جسيمات أصغر تسمى جسيمات ذرية و هي (الإلكترونات ، البروتونات ، النيترونات).

تنقسم الذرة الى مكونين اساسيين هما:

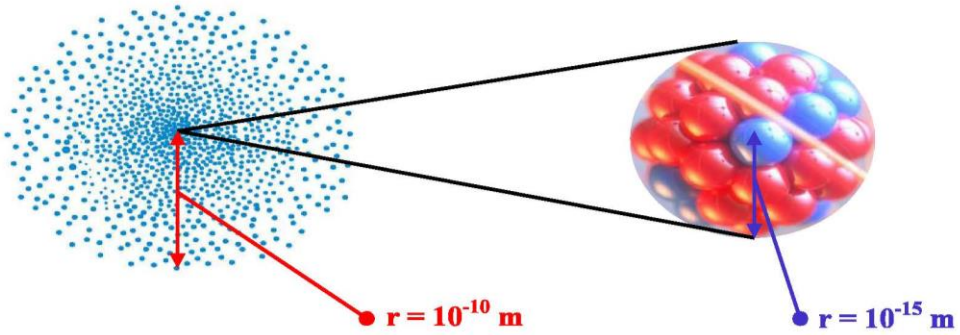
النواة : هي الجزء المركزي من الذرة الذي تكون به معظم كتلتها وتتكون من البروتونات موجبة الشحنة و النيترونات المتعادلة الشحنة. تجمع مكونات النواة طاقة كبيرة جدا وهي قوى الترابط النووي وهي أكبر قوى نعرفها بين الجسيمات الأولية و لكن تأثيرها يكون على مسافة صغيرة جداً في حدود قطر النواة.

يتراوح قطر النواة بين 1.75 fm ($1.75x10^{-15}$ m) وهو نصف قطر بروتون وحيد إلى حوالي 15 fm (فيمتومتر).

الإلكترونات (السحابة الإلكترونية):

الالكترون هو جسيم دون ذري الشكل تقريباً مكون للذرة ويحمل شحنة كهربائية سالبة.

اقترح العالم إيروين شرودنجر – Erwin Schrodinger نموذجاً يستطيع العلماء بواسطته إعطاء تخمينات علمية للأمكنة التي يمكن أن يتواجد فيها الإلكترون بالتالي مواقع هذه الإلكترونات يمكن وصفها فقط كجزء من سحابة حول النواة والتي يحتمل أن يتواجد فيها الإلكترون.



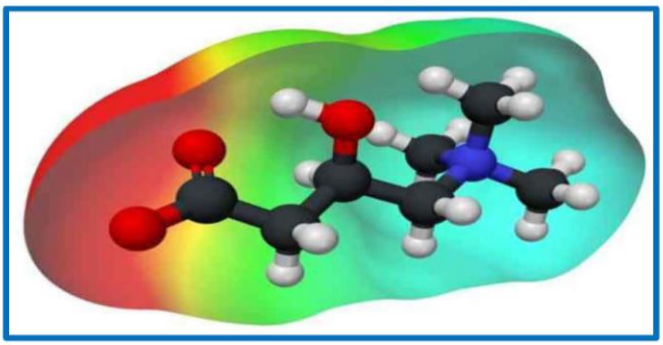
كما أقترح دي براولي بأن المادة تمتلك أيضاً طبيعة مزدوجة فالإلكترون إضافة إلى ما يملكه من سلوك جسيمي فإنه أيضاً يظهر سلوكاً موجياً. فمثلاً في حالة سلك مربوط بثبات من نهايته يمتلك هذا السلك نسقاً من التذبذب كما هو موضح في الشكل التالي:

حركه تذبذب سلك

الكثافة الإلكترونية Electron density:

هي مقياس لمدى احتمال العثور على الإلكترون في منطقة معينة من الفضاء حول نواة الذرة أو في داخل الهياكل الجزيئية.

كلما زاد تركيز الإلكترونات في نقطة معينة زادت كثافة الإلكترون وبالتالي سيتم تمييزها عن البيئة المحيطة بها وتظهر خصائص معينة تشرح التفاعل الكيميائي.



يشير اللون الاحمر إلى المنطقة ذات الكثافة الإلكترونية الأكبر و اللون الأزرق إلى المنطقة الفقيرة من الالكترونات.

المدارات الذرية (Atomic orbitals):

يدعى المكان من الفراغ الذي يحتمل وجود الالكترون فيه المدار orbital . وهناك أنواع مختلفة من المدارات بمقاساتها و كذلك بأشكالها.

من المناسب أن نصور الالكترون بشكل سحابة. لأن المعادلة الموجية لا تستطيع أن تعطينا موقع الالكترون بدقة في أي لحظة معينة ولا تستطيع أن تحدد السرعة التي يتحرك بها.

إن شكل السحابة هو شكل المدار وهي ليست موحدة أو متجانسة فهي تعطي احتمال وجود الالكترون فيها بنسبة 90% .

كما يتحدد موضع الجسم في الفراغ من خلال ثلاثة إحداثيات (x,y,z) فإنه يلزم ثلاثة أعداد كمية هي (n,l,m) من أجل الوصف الموجي للإلكترون في الذرة.

١. عدد الكم الرئيسي n (Principal Quantum Number):

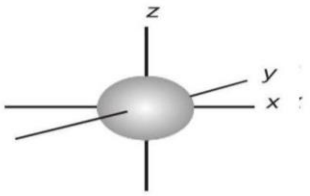
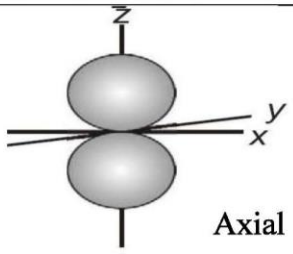
يرمز له بـ (n) ويأخذ هذا الرقم من الواحد الى اللانهاية. فالقيمة الأكبر لـ n تمثل الاحتمال الأكثر لوجود الالكترون على مسافة أكثر عن النواة.

٢. عدد الكم الثانوي l (Angular Momentum Quantum Number):

يرمز له بـ (l) ويأخذ القيم الصحيحة من الواحد الى n-1 . وهو عبارة عن عملية توزيع الالكترونات في طبقات فرعية (Subshells).

توزيع الالكترونات في الذرة كما يلي:

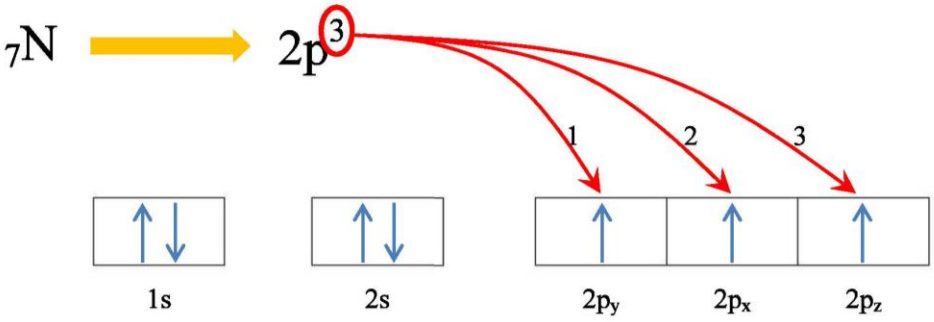
Shell الغلاف	Subshells الاغلفة الفرعية	Orbital المدار	Symmetry التماثل
K (n=1)	1s	s	Center مركزي

L (n = 2)	2s	s	
	2p	p	

يمكن القول بأن للإلكترون حركتين أثناء دورانه في مدارة الرئيسي، فهو يدور حول نفسه في أثناء حركته، ويدور حول النواة.
ويؤدي دوران الإلكترون حول نفسه إلى إحداث مجال مغناطيسي، كما أن دوران الإلكترون حول النواة يحدث مجالاً ميكانيكياً.
وقد اتفق على أن تعطى هذه القيمة بالمقدار ($\frac{1}{2}$) أي إن عدد الكم المغزلي (m_s) يأخذ القيمة ($\frac{1}{2}$)، مع مراعاة وضع الإشارة المناسبة حسب اتجاه دوران الالكترون.

قاعدة هوند (Hund's rule):
وتنص على أن الإلكترونات تميل إلى أن تشغل المستويات المتكافئة (في المجال الفرعي نفسة) بطريقة منفردة قبل أن تزدوج، كما أن الإلكترونات الموجودة في المستويات متكافئة تميل إلى اكتساب الدوران المغزلي نفسه.
مثال :
عند كتابة التوزيع الالكتروني لذرة النيتروجين ($_7N$) نجد أن المستوى الفرعي 2p يحتوى على ثلاثة مستويات وهي متساوية في الطاقة. كل إلكترون يشغل مستوى مستقل.

مبدأ باولى للاستثناء Pauli Exelusion principle:
لا يمكن أن يتواجد إلكترونان في الذرة نفسها و تكون لهما أعداد الكم الأربعة نفسها، بل لابد وأن يختلفا في واحد منها على الأقل، وليكن عدد الكم المغزلي.
كما في المثال السابق يكون توزيع الالكترونات في المستوى الاخير:



التوزيع الألكتروني Electron configuration:

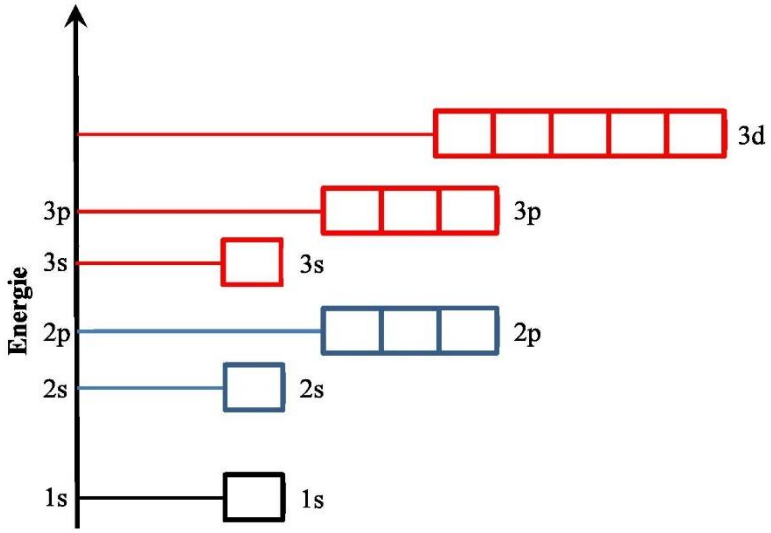
هو عملية شغل مدارات الذرة أو أيون بالإلكترونات.

ويعتمد التوزيع الإلكتروني على مبدأ مهم وهو مبدأ الحد الأدنى للطاقة والذي ينص على أن كل إلكترون مضاف إلى الذرة يشغل المدار الأقل طاقة أولاً قبل شغل المدارات ذات الطاقات الأعلى، أي يشغل المدار 1s قبل 2s في الذرة، والمدار 2s قبل 2p وهكذا.

طاقة مدارات ذرة الهيدروجين تزداد كما يلي:

$1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s = 4p = 4d = 4f < \ldots..$

ترتيب مستويات الطاقة في الذرة:



لنأخذ امثلة على التوزيع:

١. ذرة الهيدروجين

$_1H : 1s^1$ ↑ أو يمكن وضعها ↓

٢. ذرة الهيليوم

$_2He :$ ↑↓ $1s$

في ذرة الهيليوم يكون المستوى الخارجي (K) 1s قد امتلئ بالإلكترونات، لأن المستوى الخارجي أقصى ما يستوعبة من إلكترونات اثنان فقط.

٣. ذرة الليثيوم

$_3Li :$ $1s^2$ ↑↓ $2s^1$ ↑

$_3Li : [He]\ 2s^1$

عند وجود ذرة جديدة تحتوي على ثلاث إلكترونات وبعد وضع الكترونين في المستوى الأول يتبقى الكترون واحد يوضع في مستوى جديد و تنشأ دورة جديدة.

تسمى الالكترونات التي توجد في المستوى الداخلي في الذرة بالهيكل النووي للطبقة الداخلية.

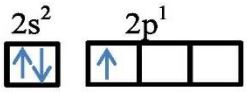
وأما الالكترونات التي توجد في أعلى مستوى طاقة بالكترونات التكافؤ.

٤. ذرة البريليوم

$_4Be : [He]\ 2s^2$

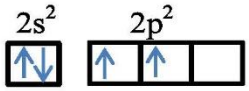
٥. ذرة البورون

$_5B : [He]\ 2s^2\ 2p^1$



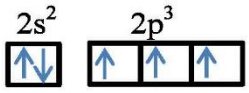
٦. ذرة الكربون

$_6C : [He]\ 2s^2\ 2p^2$



٧. ذرة النيتروجين

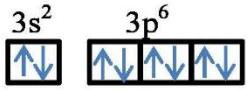
$_7N : [He]\ 2s^2\ 2p^3$



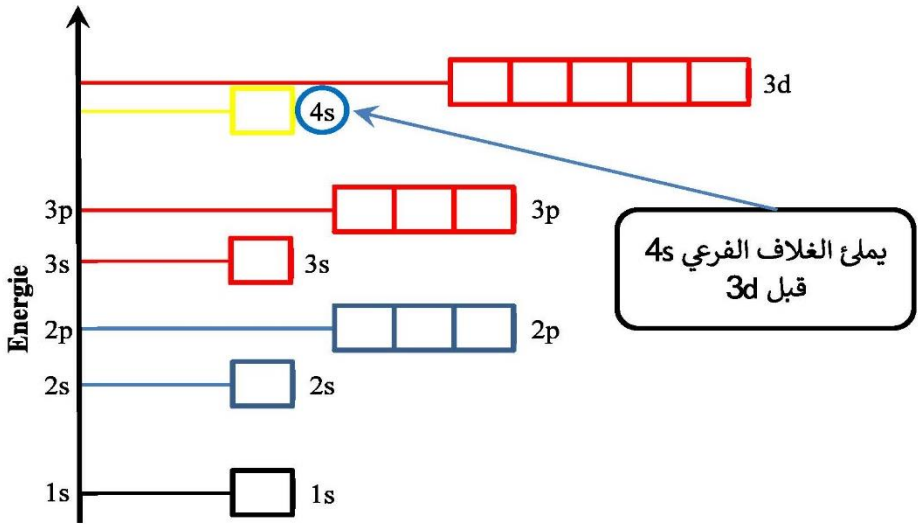
في ذرة النيتروجين تطبق قاعدة هوند (Hund rule) بحيث الكترونات الغلاف الفرعي(p) تتحرك بحركة واحدة سواءً كانت الي الأعلى أو إلى الأسفل.

٨. ذرة الأرجون

$_{18}Ar : [Ne]\ 3s^2\ 3p^6$



لاحظ أن مستوى الطاقة الثالث (M) لم يكتمل فية التوزيع لأن طاقة 3d اكبر من طاقة 4s فيكون التوزيع لل 4s قبل 3d. كما هو مبين في الرسم.



٩. ذرة الكالسيوم

$_{20}Ca : [Ar] \quad 4s^2$

بعد تعبئة الغلاف الفرعي 4s نبدأ بتعبئة الغلاف الفرعي 3d. ويظهر ذلك في عنصر السكانديوم
يحدد رقم المجموعة للعناصر الإنتقالية بعدد الإلكترونات التي توجد في الأغلفة الخارجية (أغلفة التكافؤ).
السكانديوم هو العنصر الأول من العناصر الإنتقالية ويحمل 21 الكترون.

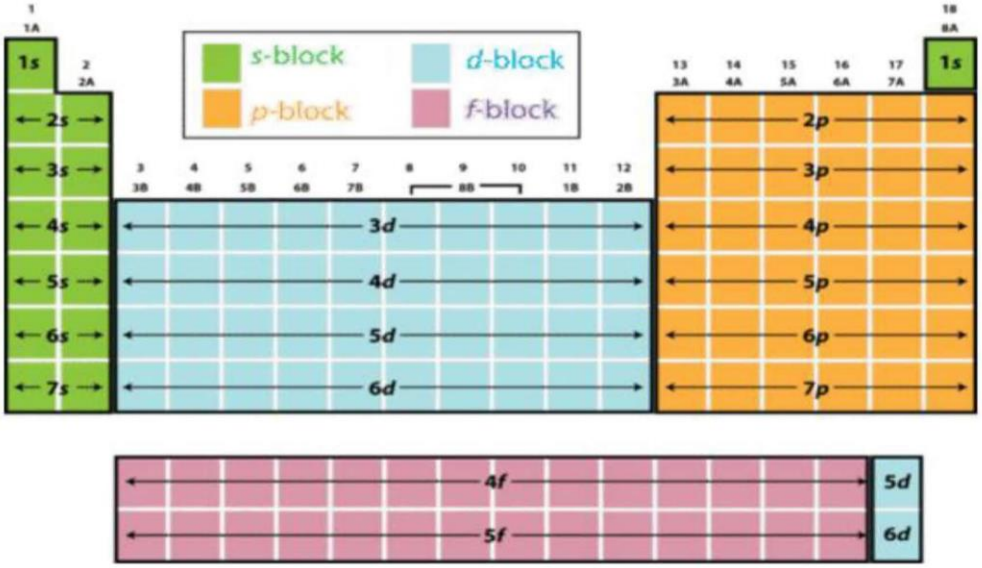
١٠. ذرة السكانديوم

$_{21}Sc : [Ar] \quad 4s^2 \quad 3d^1$

عند تعبئة الغلاف الفرعي 4s بالكامل سوف نبدأ بتعبئة الغلاف الفرعي التالي في الطاقة وهو 3d ويبقى الكترون واحد فقط به.
سوف يكون رقم المجموعة لعنصر السكانديوم 3B . و إلكترونات التكافؤ له ثلاث إلكترونات متواجدة في غلافين مختلفين (4s , 3d).

الجدول الدوري Periodic table:

بعد توالي إكتشاف العناصر لا حظ العلماء أن كثيراً من العناصر تظهر تشابهات قوية لبعضها في (السلوكين الكيميائي و الفيزيائي).
لذلك تم وضع العناصر التي لها خصائص كيميائية و فيزيائية متشابهة أعمدة (فوق بعض) وسميت بمجموعات و صفوف أفقية وسميت بالدورات.
رتبت العناصر في الجدول الدوري اعتماداً على العدد الذري بإستثناء الهيدروجين (H). اصطلح أن يقع صفان من المعادن تحت الجدول الأساسي حتى لا يصبح الجدول عريضاً جداً.



يظهر الجدول الدوري السابق تصنيفاً لعناصره على اساس مربعات (block).

مربعات-s (s-block):

اعطي العامود الاول في s-block رقماً وهو (1A) وقد سميت بالعناصر القلوية (Alkali metals) و لها توزيع الكتروني شامل (ns^1).

واعطي العامود الثاني فيها رقماً وهو (2A) وقد سميت بالعناصر القلوية الأرضية (Alkaline earth metals) و لها توزيع الكتروني شامل (ns^2).

مربعات-p (p-block):

اعطي العامود الاول في p-block رقماً وهو (3A) وقد سميت بالعناصر الأرضية (Earth metals) و لها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ np^1$).

اعطي العامود الثاني في p-block رقماً وهو (4A) وقد سميت بعناصر مجموعة الكربون (Carbon group) و لها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ np^2$).

اعطي العامود الثالث في p-block رقماً وهو (5A) وقد سميت بعناصر مجموعة النيتروجين (Nitrogen group) و لها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ np^3$).

اعطي العامود الرابع في p-block رقماً وهو (6A) وقد سميت بعناصر مجموعة الاكسجين(Oxygen group) و لها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ np^4$).

اعطي العامود الخامس في p-block رقماً وهو (7A) وقد سميت بعناصر مجموعة الهالوجينات (Oxygen group) و لها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ np^5$).

اعطي العامود السادس في p-block رقماً وهو (8A) وقد سميت بعناصر مجموعة الغازات النبيلة (Noble gases) و لها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ np^6$).

مربعات-d (d-block):

اعطي العامود (3) في d-block رقماً وهو (3B) و لها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ (n\text{-}1)d^1$).

اعطي العامود (4) في d-block رقماً وهو (4B) و لها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ (n\text{-}1)d^2$).

اعطي العامود (5) في d-block رقماً وهو (5B) ولها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ (n\text{-}1)d^3$).

اعطي العامود (6) في d-block رقماً وهو (6B) ولها توزيع الكتروني شامل ($ns^1\ (n\text{-}1)d^5$).

هنا يحدث إستثناء و السبب في ذلك الاستقرار الأكثر قليلاً للمستويات الفرعية نصف الممتلئة (nd^5) ويكون للإلكترونات الواقعة في المستوى الفرعي نفسه (d) الطاقة ذاتها.

وبحسب قاعدة هوند فإن مخطط البناء الإلكتروني هو:

$_{24}Cr$: [Ar] $4s^1$ $3d^5$

اعطي العامود (7) في d-block رقماً وهو (7B) ولها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ (n\text{-}1)d^5$).

اعطي العامود (8) في d-block رقماً وهو (8B) ولها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ (n\text{-}1)d^6$).

اعطي العامود (9) في d-block رقماً وهو (9B) ولها توزيع الكتروني شامل ($ns^2\ (n\text{-}1)d^7$).

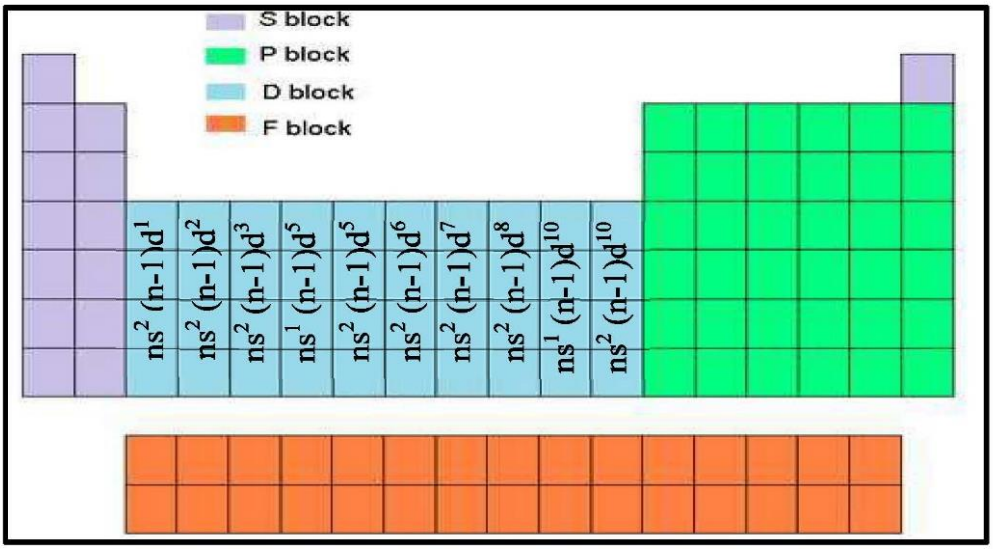
اعطي العامود (10) في d-block رقماً وهو (10B) ولها توزيع الكتروني شامل($ns^2\ (n\text{-}1)d^8$).

اعطي العامود (11) في d-block رقماً وهو (11B) ولها توزيع الكتروني شامل($ns^1\ (n\text{-}1)d^{10}$).

$_{29}Cu$: [Ar] $4s^1$ $3d^5$

هنا يحدث إستثناء و السبب في ذلك الاستقرار الأكثر قليلاً للمستويات الفرعية الممتلئة (nd^{10}) ويكون للإلكترونات الواقعة في المستوى الفرعي نفسه (d) الطاقة ذاتها.

اعطي العامود (12) في d-block رقماً وهو (12B) ولها توزيع الكتروني شامل(ns^2 $(n-1)d^{10}$).



اما الإنثانيدات أو العناصر الترابية النادرة من السيريوم(58) إلى اللوتيتم (71) وتكون المستويات الفرعية 4f للعناصر غير ممتلئة. وضعت الإلكترونات المضافة في المستوى 4f وبعد إكمال ملء المستويات الفرعية 4f. تبدأ الإلكترونات بدخول المستوى الفرعي 5d في لوتيتيوم.

يعود الصف الأخير من العناصر إلى الأكتينيدات التي تبدأ بعنصر الثوريوم(90). معظم هذه العناصر غير موجودة في الطبيعة ولكن تم تصنيعها.

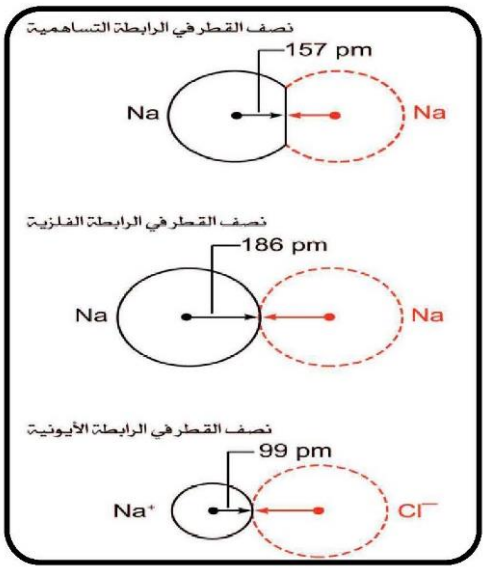
خصائص الجدول الدوري Periodic table properties:

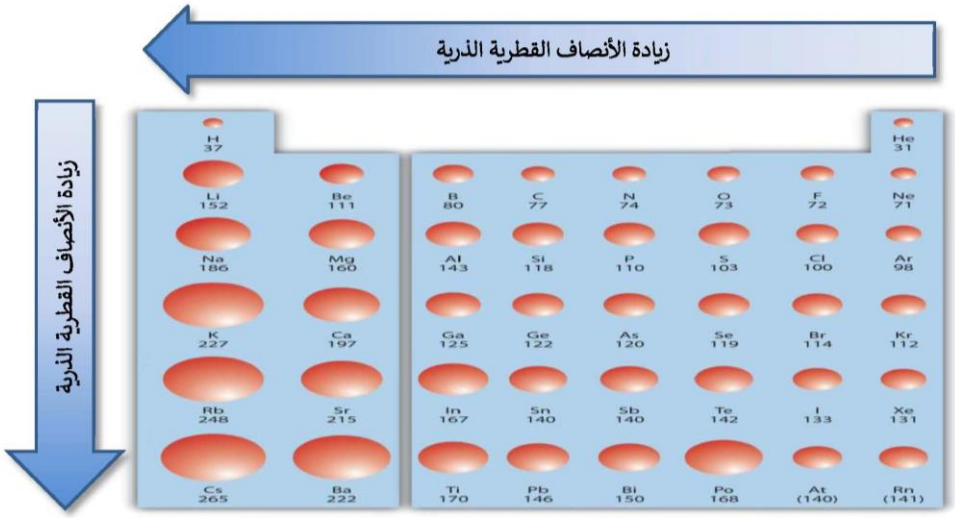
يُظهر التوزيع الإلكتروني للعناصر تغيراً دورياً مع ازدياد العدد الذري مما يؤدي الى تغيّرات دورية في السلوك الكيميائي و الفيزيائي. وسوف نتطرق لبعض تلك الخصائص.

الحجم الذري Atomic radius:

يُعرف الحجم الذري لذرة معينة بدلالة نصف القطر وهو نصف المسافة بين نواتي ذرتين متجاورتين من المعدن ويعود السبب في ذلك الى عدم القدرة على تحديد مقدار اتساع السحابة الإلكترونية بدقة.

في حالة الذرات المترابطة معاً التي تكوّن نسيجاً شبكياً ثلاثي الأبعاد فإن نصف القطر الذري هو المسافة بين نواتي ذرتين متجاورتين. و إن نصف القطر الذري للعناصر التي توجد على شكل جزيئات بسيطة ثنائية الذرة هو نصف المسافة بين نواتي الذرتين في واحد من الجزيئات.

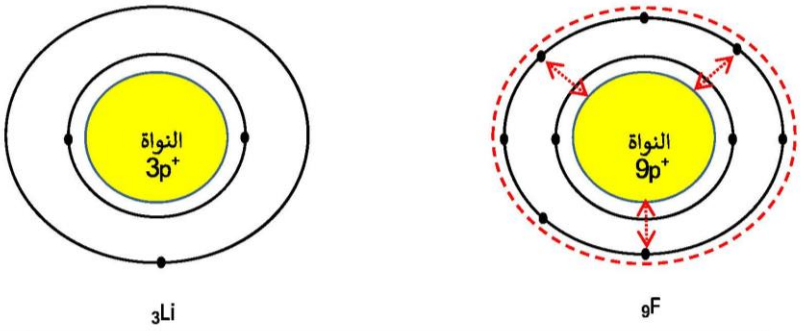


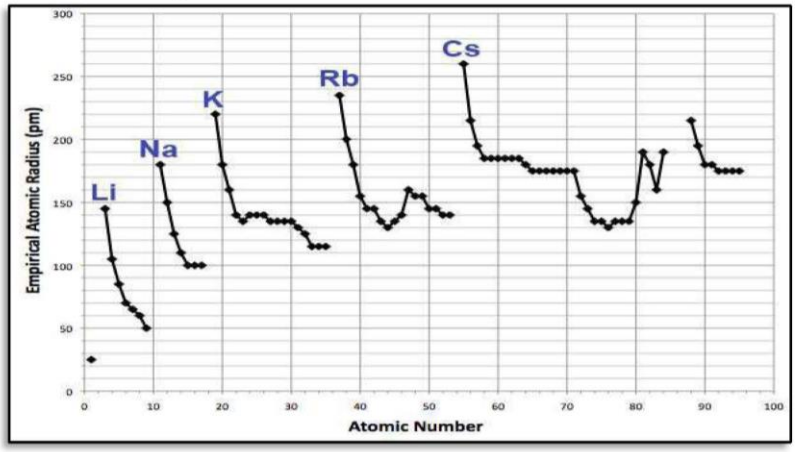


إن نصف القطر يتأثر إلى حدّ كبير بقوة التجاذب بين النواة والإلكترونات الخارجية فكلما كانت الشحنة النووية الفعالة أكبر كان جذب النواة لهذه الإلكترونات أقوى وكان نصف القطر أصغر.
نلاحظ في الدورة الواحدة زيادة العدد الذري مع بقاء مستوى الطاقة الرئيسي ثابت للدورة الواحدة مما يؤدي إلى زيادة الشحنة النووية عند الإنتقال من اليسار إلى اليمين ويؤدي ذلك إلى سحب الإلكترونات الخارجية إلى الداخل فكون الذرة أصغر.

مثال:

تناقص نصف القطر بين ذرتي الليثيوم (Li) و الفلور (F) وهما في دورة واحدة.

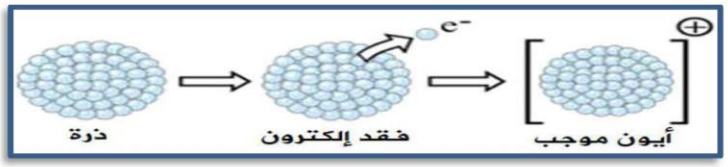




تكوين الأيونات للذرات The formation of ions for atoms:

طاقة التأين Ionization Energy:

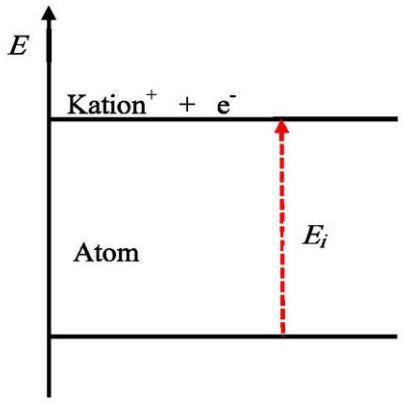
هي مقدار الطاقة بالكيلو جول اللازمة لنزع مول واحد من الإلكترونات من مول واحد من الذرات الغازية.



إن مقدار طاقة التأين هو مقياس لشدة تمسك الذرة بالإلكترون فكلما إزدادت طاقة التأين أصبحت إزالة الإلكترون أكثر صعوبة.

عملية التأين هي دائماً ماصة للحرارة (endothermic) وتكون الطاقة الممتصة من قبل الذرات (أو الأيونات) في أثناء عملية التأين موجبة.

في حالة الذرة كثيرة الإلكترونات:



طاقة التأين الأولى (E_{b1}):

$$E + X_{(g)} \rightarrow X^{+}_{(g)} + e^{-}$$

طاقة التأين الثانية (E_{b2}):

$$E + X^{+}_{(g)} \rightarrow X^{2+}_{(g)} + e^{-}$$

طاقة التأين الثالثة (E_{b3}):

$$E + X^{2+}_{(g)} \rightarrow X^{3+}_{(g)} + e^{-}$$

ينخفض التنافر بين الإلكترونات الباقية عند إزالة إلكترون من ذرة ما نظراً لبقاء الشحنة النووية ثابتة فإنه يلزم طاقة أكثر لإزالة إلكترون آخر من الأيون موجب الشحنة فإن طاقات التأين تتزايد وفقاً للترتيب الأتي:

$$E_{b1} < E_{b2} < E_{b3}$$

وبنفس المجموعة الأولى نجد أن عنصر الليثيوم (Li) أصغر حجماً من الفرانسيوم (Fr) بالرغم من زيادة الشحنة النووية الفعالة ويعود السبب في ذلك لزيادة المستوى الرئيسي لذرات العناصر بنفس المجموعة الواحدة.

الكهروسالبية Electronegativity:

وهي مقياس لقدرة الذرة في الجزيء التساهمي على جذب الإلكترونات في الروابط الكيميائية. وتعتمد نوعية الرابطة المتكونة اعتماداً كبيراً على الفرق في السالبية الكهربائية بين الذرات الداخلة في تكوين تلك الرابطة.

وتقوم الذرات المتشابهة في السالبية الكهربية بمشاركة الإلكترونات مع بعضها والذي يؤدي الي تكون الرابطة التساهمية ولكن لو كان الفرق كبير (وهذا يحدث عند اختلاف الذرات الداخلة في تكوين الرابطة) سينتقل الإلكترون إلى أحد الذرات وتتكون رابطة أيونية.

إختلاف قيم السالبية الكهربائية:

١) في الدورات:

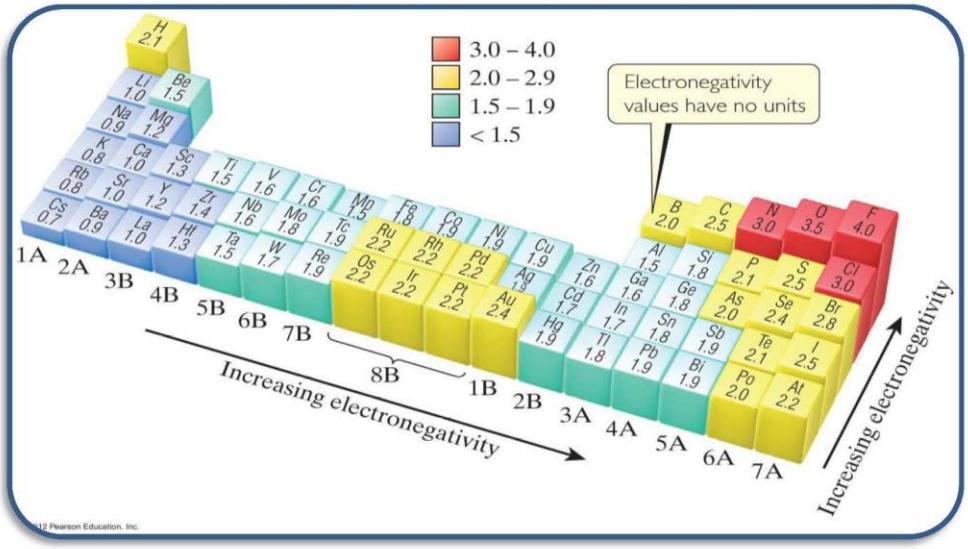
بإستثناء الغازات النبيلة تزداد الكهروسالبية بزيادة العدد الذري عبر الدورة الواحدة من اليسار لليمين.

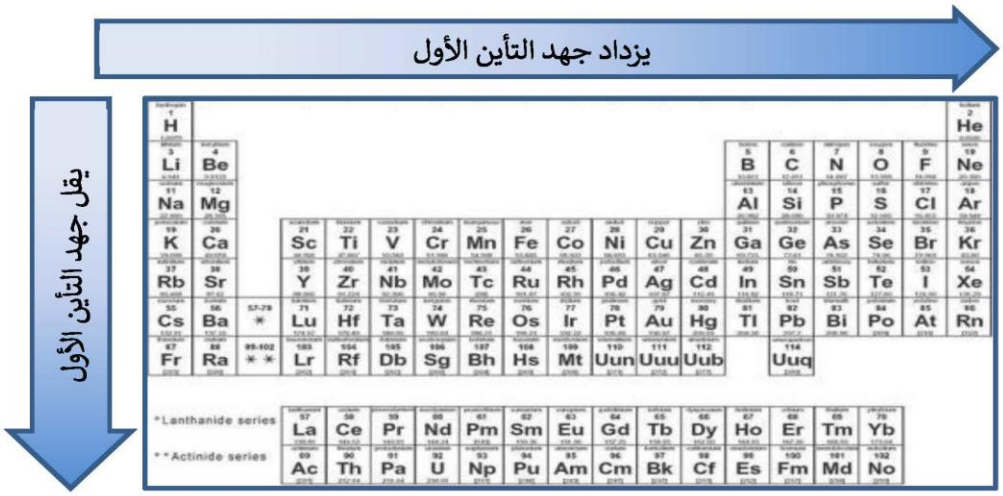
ويعود سبب ذلك لبقاء مستوى الطاقة الرئيسي ثابت لعناصر الدورة الواحدة مما يؤدي إلى زيادة سحب النواة لتلك الإلكترونات.

٢) في المجموعات:

تقل الكهروسالبية بزيادة العدد الذري في المجموعة الواحدة من أعلى إلى أسفل.

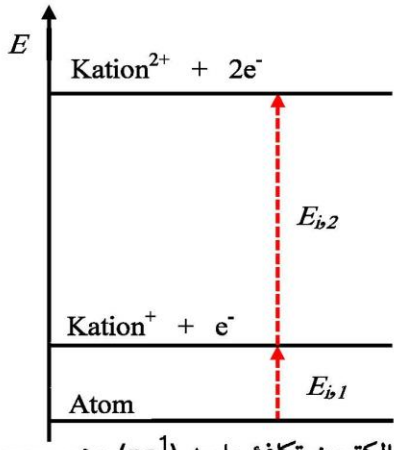
وسبب ذلك هو ظهور مستوى طاقة رئيسي جديد مما يؤدي زيادة مقدار تنافر إلكترونات مستوى الطاقة الأخير (غلاف التكافؤ) لضعف النواة على جذبها نحوها.





إن طاقات التأين الأولى لعناصر الدورة الواحدة تزداد مع زيادة العدد الذري وسبب ذلك هو إزدياد الشحنة النووية الفعالة من اليسار إلى اليمين.
يقل طاقات التأين الأولى بزيادة العدد الذري في المجموعة الواحدة من أعلى إلى أسفل.
وسبب ذلك هو ظهور مستوى طاقة رئيسي جديد مما يؤدي زيادة مقدار تنافر إلكترونات مستوى الطاقة الأخير (غلاف التكافؤ) لضعف النواة على جذبها نحوها.

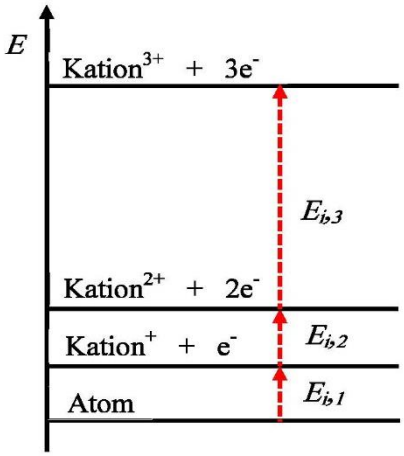
طاقة التأين لعناصر المجموعة (1A) :Ionization Energy for Group (1A)



تمتلك عناصر المجموعة الاولى الكترون تكافؤ واحد (ns^1) وهو محجوب بشكل كبير بواسطة المستويات الداخلية الممتلئة لذلك من السهل إزالة إلكترون من ذرة المعدن القلوي لتكوين أيون أحادي الشحنة الموجبة طبيعياً.
لو نلاحظ مقدار الطاقة العالية نسبياً لنزع الكترون اخر من ذرة احد عناصر المجموعة الاولى لذلك لا تحدث عملية النزع طبيعياً.

$$_{11}Na \rightarrow {}_{11}Na^{+} + e^{-}$$
$$[Ne]\ 3s^1 \rightarrow [Ne]$$
$$E_{i,1} <<< E_{i,2}$$
Naturally : Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+

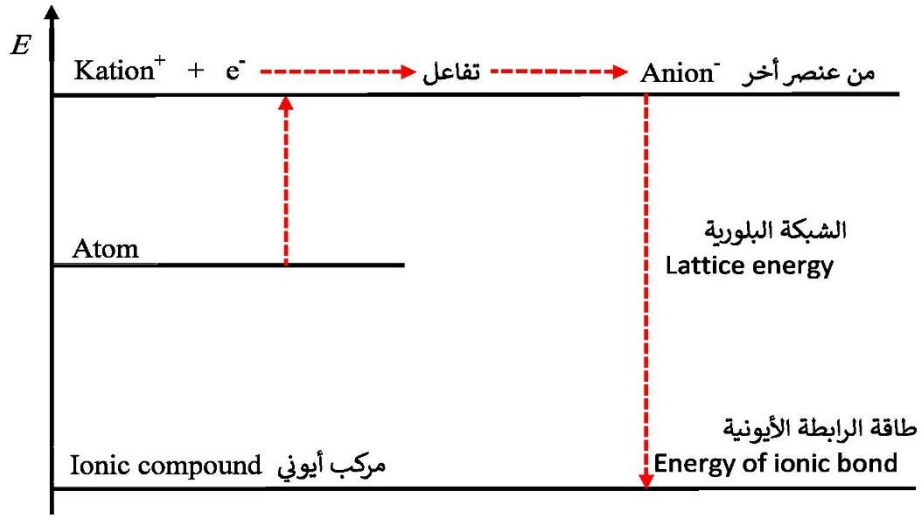
طاقة التأين لعناصر المجموعة (2A) :Ionization Energy for Group (2A)



إن طاقات التأين الأولى لعناصر المجموعة 2A (المعادن القلوية الأرضية) أعلى منها للمعادن القلوية. تمتلك عناصر المجموعة الثانية الكترونين تكافؤ (ns^2) ولأن هذين الإلكترونين لا يحجبان بعضهما جيداً. فإن الشحنة الفعالة لذرة المعدن القلوي الأرضي أكبر منها للمعدن القلوي الذي يتقدمه.

$$_{12}Mg \rightarrow {}_{12}Mg^{+} + e^{-}$$
$$[Ne]\ 3s^2 \rightarrow [Ne]\ 3s^1$$
$$_{12}Mg^{+} \rightarrow {}_{12}Mg^{2+} + e^{-}$$
$$[Ne]\ 3s^1 \rightarrow [Ne]$$
$$E_{i,1} < E_{i,2} <<< E_{ib\,3}$$
$$\text{Naturally : } Be^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}$$

يكوّن Mg^{2+} مركبات أيونية عند مستويات طاقة أخفض عند إتحاده مع الانيونات ليكون أكثر استقراراً.



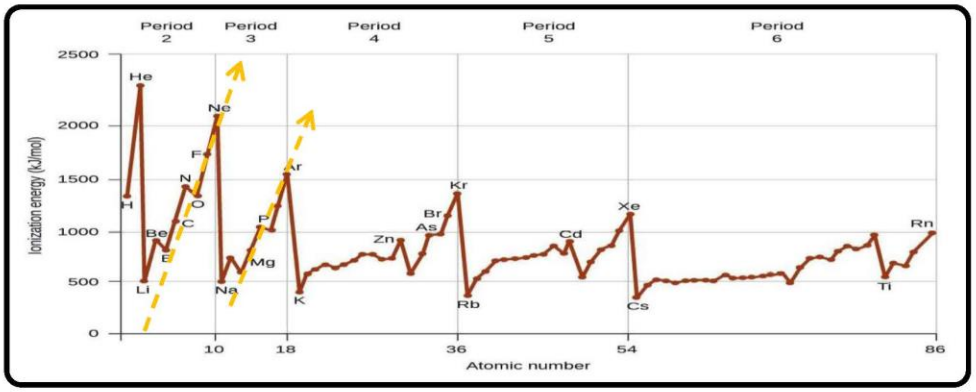
طاقة التأين لعناصر المجموعة (3A) **:Ionization Energy for Group (3A)**

يطلق عليها اسم مجموعة البورون. إن أول عناصر المجموعة 3A هو شبه فلز. أما الباقي فهي فلزات. وأهم ما يميزها أنها تحتوي على ثلاثة إلكترونات في الغلاف الخارجي لمدارها الأخير. لذلك تبدي هذه العناصر رقم الأكسدة +3 كما أن بعض العناصر تحمل رقم الأكسدة +1.
كما أن البورون في الطبيعة لا يكون أيون موجب. والسبب في ذلك طاقة تأينه كبيرة جداً.

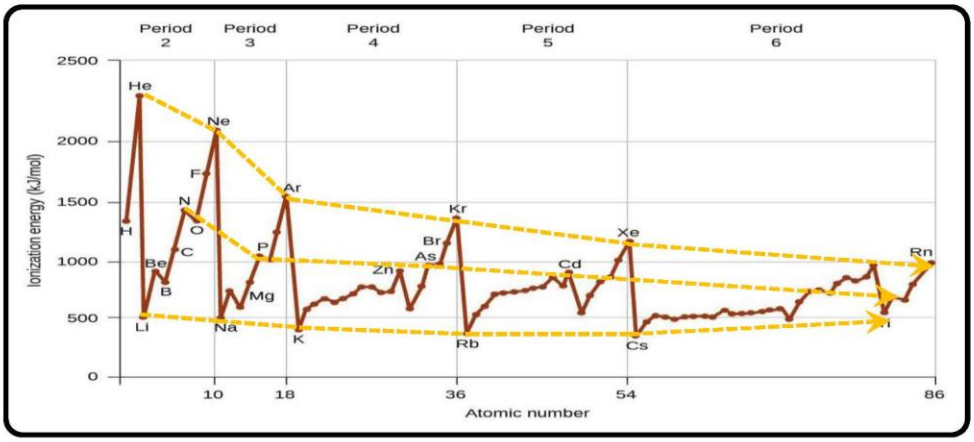
$$_{13}Al \rightarrow {}_{12}Al^{3+} + 3e^-$$
$$[Ne]\ 3s^2\ 3p^1 \rightarrow [Ne]$$

طاقة التأين لعناصر المجموعة (4A) **:Ionization Energy for Group (4A)**

تحتوي المجموعة الرابعة عشر على العناصر التالية : الكربون (C) ، السيليكون (Si) ، الجيرمانيوم (Ge) ، القصدير (Sn) ، الرصاص (Pb).
وتتميز هذه المجموعة بتوزيع عناصرها الإلكتروني الذي ينتهي بالصيغة $ns^2\ np^2$.
تكون عناصر المجموعة مركبات تكون حالة تأكسدها فيها 2+ و 4+ . إن حالة التأكسد 4+ في مركبات القصدير لا تفوق الحالة 2+ في الثبات إلا قليلاً أما في حالة الرصاص فإن حالة التأكسد 2+ هي الأكثر ثباتاً وهو يميل الى فقدان إلكترونات 6p فقط ليكون Pb^{2+} على أن يفقد إلكترونات 6p و 6s معاً ليكون Pb^{4+}.



تميل الطاقة للدورة الواحدة للإزدياد خلال الجدول الدوري. ويرجع السبب في ذلك إزدياد الشحنة الفعالة وبقاء غلاف التكافؤ هو نفسة خلال الدورة.



كما تميل الطاقة للنقصان في المجموعة الواحدة. ويرجع السبب بذلك الي بعد غلاف التكافؤ أكثر فأكثر عن النواة.

الألفة الإلكترونية Electron affinity:

وهي عبارة عن قدرة الذرات على اكتساب إلكترون أو أكثر. وهي معكوس الطاقة المصاحبة لعملية اكتساب الذرة إلكتروناً في حالتها الغازية لتكون أيوناً.

$$X_{(g)} + e^- \rightarrow X^-_{(g)}$$

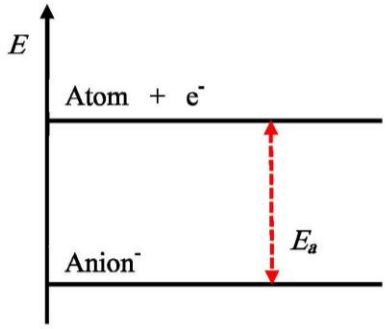
فعندما تكون الألفة الإلكترونية كبيرة وموجبة فإنها تدل غلى أن الأيون السالب عالي الثبات. تماماً مثلما أن طاقة التأين المرتفعة للذرة تعني أن الإلكترون في الذرة عالي الثبات. إن المنحى العام هو ازدياد قابلية اكتساب الإلكترونات من اليسار إلى اليمين في الدورة. الألفة الإلكترونية للمعادن عموماً أقل منها للأمعادن وتتفاوت المقادير قليلاً ضمن المجموعة الواحدة.

الألفة الإلكترونية لعناصر المجموعة (6A) Electron affinity for Group (6A):

للأكسجين ميل لإكتساب إلكترونين مكوناً أيون الأكسيد (O^{2-}) في كثير من المركبات الأيونية. وإن عناصر هذه المجموعة وخاصة الاكسجين تكون كثيراً من المركبات الجزيئية مع اللأمعادن.

$$S + 2e^- \rightarrow S^{2-} \quad \text{sulphide ion}$$

Naturally : O^{2-} , S^{2-} , Se^{2-} , Te^{2-}



الألفة الإلكترونية لعناصر المجموعة (7A) Electron affinity for Group (7A):

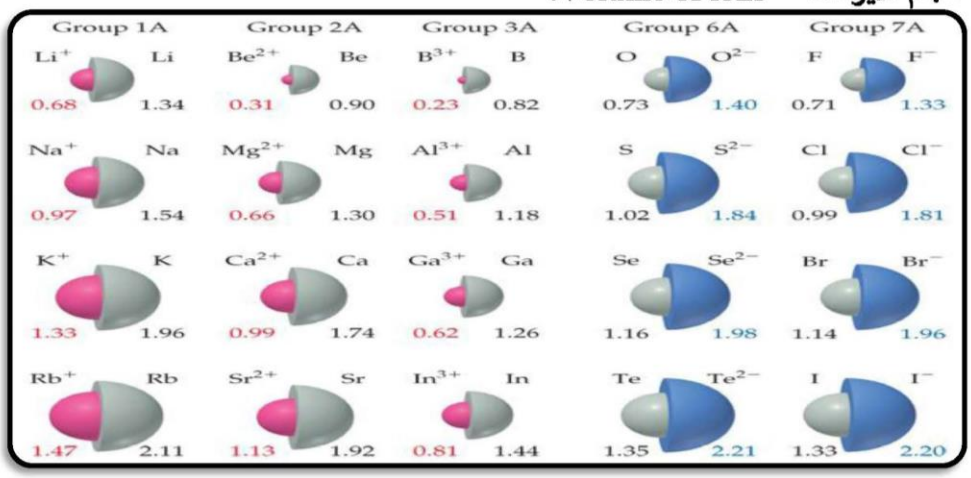
الهالوجينات جميعها لا معادن ولها الصيغة العامة X_2. ونظراً لشدة فاعلية الهالوجينات فإنها لا توجد أبداً في حالتها العنصرية في الطبيعة.

للهالوجينات طاقات تأين عالية و ألفة إلكترونية موجبة كبيرة.

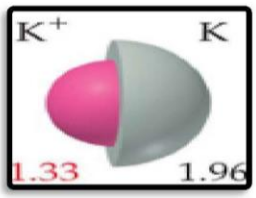
$$Cl + e^- \rightarrow Cl^- \quad \text{chloride ion}$$

Naturally : F^- , Cl^- , Br^- , I^-

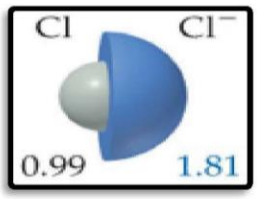
حجم الأيونات Volume of ions:



من الشكل السابق يمكننا ان نلاحظ أن حجم الذرة المتعادلة أكبر من حجم أيونها الموجب.
مثال ذلك:



وحجم الأيون السالب أكبر من حجم ذرته المتعادلة.
مثال ذلك:



مع الأخذ بعين الاعتبار أن العدد الذري للعنصر (عدد بروتوناته) لا يتغير عندما يفقد أو يكسب إلكتروناً أو أكثر.

أيونات لها نفس التوزيع الالكتروني:
للأنيونات و الكاتيونات جميعها توزيع الغاز النبيل الثابت. لذلك من مميزات العناصر الممثلة أن للأيونات المشتقة من ذراتها المتعادلة تمتلك توزيع الغاز النبيل لإلكتروناتها الخارجية ns^2np^6. تُعرف الأيونات أو الذرات والأيونات التي تمتلك عدد الإلكترونات نفسه ومن ثم التوزيع الإلكتروني نفسه لحالتها المستقرة بأنها متساوية الإلكترونات أيزو إلكترونية (isoelectronic).

$_8O$		$_8O^{2-}$	
$_9F$		$_9F^{1-}$	
$_{10}Ne$		$_{10}Ne$	
$_{11}Na$		$_{11}Na^{+}$	
$_{12}Mg$		$_{12}Mg^{++}$	

الجزيئات و الأيونات المعقدة
Molecules and complex ions

الرابطة التساهمية Covalent bond:

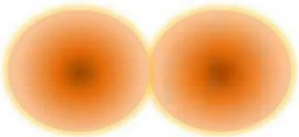
اقترح جلبرت لويس أن الرابطة الكيميائية تتضمن تشارك الذرات بالإلكترونات.

لنأخذ تكوين الرابطة الكيميائية في H_2 كمثال لتكوين الرابطة الاوحادية التساهمية:

- كما هو معلوم أن الهيدروجين يمتلك الكترون واحد فقط يكون تواجدة في المستوى الاول الذي هو بدورة يحتوي على نوع واحد من المستويات الفرعية (s) الذي يكوّن سحابة الكترونية بشكل كروي ذات مركز تماثل (center symmetry) .

$_1H: 1s^1$

تتكون الرابطة التساهمية عبر تقارب السحابتين بين ذرتين مختلفتين التي تمتلك الكترون تكافئي خارجي وحيد.

$_1H: 1s^1$  $_1H: 1s^1$

بعد عملية التقارب و الإندماج ينتج عنها مدارات جزيئية (molecular orbital) ذات تماثل محوري (axial symmetry) للتكون رابطة تساهمية احادية سيجما (σ).

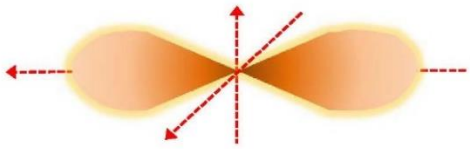
تلك الرابطة تكوّن سحابة جديدة تحمل في داخلها الكترونين يدوران حول نواتي الذرتين المندمجتان بشكل متعاكس تحقيقاً لمبدأ باولي.

- لنأخذ الان الرابطة التساهمية التي تنشأ بين ذرات عنصر الكلور :

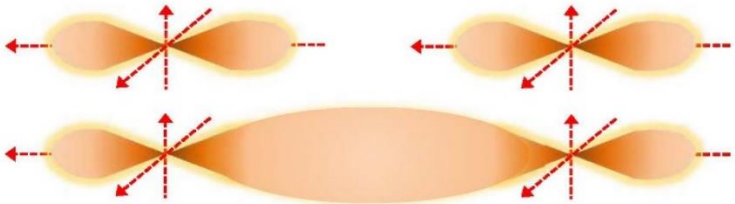
نلاحظ عند التوزيع الإلكتروني لذرة الكلور أن هناك خمسة الكترونات تكافؤ .

$$_{17}Cl : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$$

يكون الالكترون المسئول عن تكون الرابطة التساهمية في مجال فرعي من نوع (p). الذي يكون سحابة الكترونية ذات تماثل محوري (axial symmetry) على شكل ذو فصين متطابقان :



وهنا تنشأ الرابطة من عملية اندماج مجالين فرعيين (p) تداخل راسي ليتكون مجالاً له سحابة الكترونية جديدة.

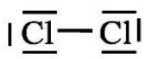


الرابطة الناتجة من نوع سيجما (σ). لها الكترونان يطلق عليهما زوج الكتروني رابط وهما احد الكترونات التكافؤ اما باقي الالكترونات تكوّن ازواج تسمى بأزواج الكترونية غير رابطة.

الرابطة التساهمية و عناصر الجدول الدوري:

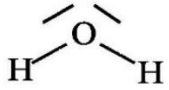
عناصر المجموعة السابعة عشر :

تكون الرابطة التساهمية ذات تكافؤ تساهمي (١) مثال ذلك رابطة غاز الكلور.



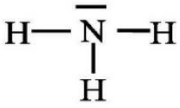
عناصر المجموعة السادسة عشر :

تكون الرابطة التساهمية ذات تكافؤ تساهمي (٢). لذلك يمكنها تكوين رابطتين تساهمية.



عناصر المجموعة الخمسة عشر :

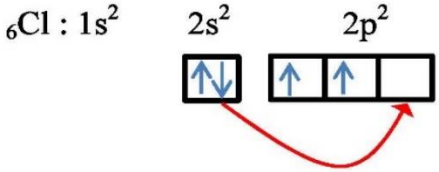
تكون الرابطة التساهمية ذات تكافؤ تساهمي (٣). لذلك يمكنها تكوين ثلاث روابط تساهمية.

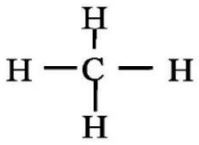


عناصر المجموعة الرابعة عشر :

يحدث للإلكترونات التكافؤ في ذرة الكربون عملية تهجين.

التهجين: وهو مصطلح يطلق على مزج الأفلاك الذرية في الذرة المركزية لإنتاج مجموعة أفلاك مهجنة. وينتج اربعة أفلاك مهجنة متكافئة لذرة الكربون بمزج 2S و وأفلاك 2P الثلاثة.

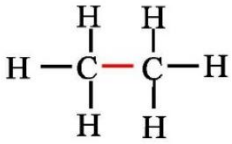




تكون الرابطة التساهمية ذات تكافؤ تساهمي (٤). لذلك يمكنها تكوين أربع روابط تساهمية.

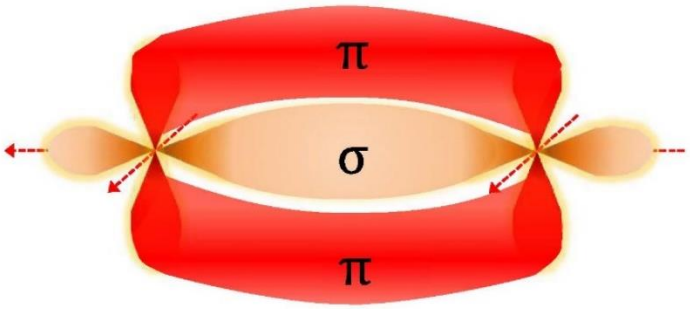
عناصر المجموعة الثالثة عشر :
تكون الرابطة التساهمية ذات تكافؤ تساهمي (٣). لذلك يمكنها تكوين ثلاث روابط تساهمية.
عناصر المجموعة الثانية :
تكون الرابطة التساهمية ذات تكافؤ تساهمي (٢). لذلك يمكنها تكوين رابطتين تساهمية.

الرابطة المتعددة Multiple bond:
يمكن تكون رابطة تساهمية احادية بين ذرتين كربون وهي المجموع الأولى للهيدروكربونات التي تسمى (الالكانات). ويقدر طول الرابطة 154 pm وطاقة الرابطة (Bond energy) 344 kJ/mol.

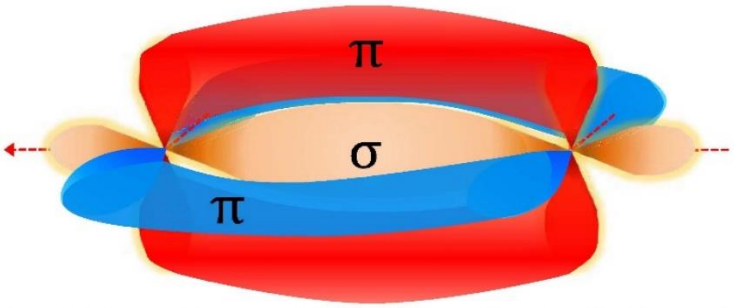


ويمكن تكون رابطة تساهمية ثنائية بين ذرتين كربون وهي المجموع الثانية وتسمى (الالكينات). ويقدر طول الرابطة 134 pm وطاقة الرابطة (Bond energy) 615 kJ/mol.

تتكون الرابطة الثنائية من نوعين هما:
١. رابطة سيجما (σ). ناتجة عن تداخل راسي بين مجالين فرعيين.
٢. رابطة باي (π). ناتجة عن تداخل جانبي بين مجالين فرعيين ذات مستوى تماثل (symmetric plane).



ويمكن تكون رابطة تساهمية ثلاثية بين ذرتين كربون وهي المجموع الثالثة وتسمى (الالكاينات). ويقدر طول الرابطة 120 pm وطاقة الرابطة (Bond energy) 812 kJ/mol.
تتكون الرابطة الثلاثية من نوعين هما:
١. رابطة سيجما (σ). ناتجة عن تداخل راسي بين مجالين فرعيين.
٢. رابطتين باي (π). ناتجة عن تداخل جانبي بين مجالين فرعيين ذات مستوى تماثل (symmetric plane) وهما متعامدتان على بعض.

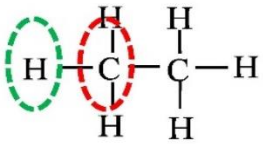


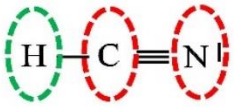
الرابطة المتعددة و الجزيئات البسيطة Multiple bond and Elementary molecules:

تسلك ذرات العناصر في الجزيئات البسيطة سلوكين مختلفين:

١. يكون التوزيع الالكتروني للذرة مشابه لتركيب الغاز الخامل مع ٨ الكترونات

٢. يكون التوزيع الالكتروني للذرة مشابه لتركيب الغاز الخامل مع ٢ الكترونات



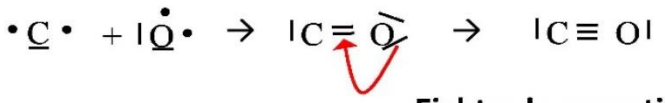


الرابطة التناسقية (التساندية) Dative bond:

هي نوع من أنواع الروابط التساهمية تتكون نتيجة مساهمة ذرة مع الأخرى بزوج من الإلكترونات غير المشتركة في روابط.

تسمى الذرة التي تقدم زوجا من الإلكترونات بالذرة المانحة، والذرة الأخرى تسمى بالذرة المستقبلة والتي تقدم مداراً فارغاً.

عندما يتكون غاز أول أكسيد الكربون فإن ذرة الكربون تكون فقيرة للإلكترونات التكافؤ حتى تشابة التركيب الالكتروني للغاز الخامل فتعمل على تكون رابطة تناسقية مع ذرة الاكسجين التي تملك زوجاً الكترونياً حرا. تقدر طاقة الرابطة الثلاثية 1071 KJ/mol و تتكون من رابطة σ و رابطتين من π. بينما طاقة الرابطة الثنائية في جزئ ثاني اكسيد الكربون 725 KJ/mol.



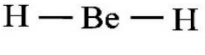
استثناءات قاعدة الثمانية Eight rule exceptions:

العناصر المركزية التي لها أقل من 8 الكترونات:

نجد أن عدد الالكترونات المحيطة بالذرة المركزية في بعض المركبات أقل من ثمانية في جزيء مستقر.

التوزيع الالكتروني للبيريليوم وهو أحد عناصر المجموعة (2A) $1s^2 2s^2$ ولدية إلكترونان تكافؤ في فلك 2s. ويكون هيدريد البيريليوم (BeH_2) في الطور الغازي.

من الواضح أن ذرة البيريليوم محاطة بأربعة إلكترونات وما من وسيلة للبريليوم في هذا الجزيء لتحقيق قاعدة الثمان.



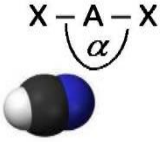
تحتوي عناصر المجموعة (5A) على تكافؤ ٣ لعنصر الدورة الثانية اما عناصر نفس المجموعة في الدورة الثالثة فإنها تحتوي على رقمين للتكافؤ ٣ و ٥. ومثال عليها: NH_3, PCl_3, PCl_5
وتحوي عناصر المجموعة (6A) على تكافؤ ٢ لعنصر الدورة الثانية اما عناصر نفس المجموعة من الدورة الثالثة فإنها تحتوي على ثلاث أرقام للتكافؤ ٢ و ٤ و ٦. ومثال عليها : H_2O, H_2S, SO_2, SO_3, SF_4, SF_6
وتحوي عناصر المجموعة (7A) على تكافؤ 1 لعنصر الدورة الثانية اما عناصر نفس المجموعة من الدورة الثالثة فإنها تحتوي على رقمين للتكافؤ ١ و ٣ و ٥ و ٧. ومثال عليها : HI, IF_3, IF_5, IF_7
وتحوي عناصر المجموعة (8A) على تكافؤ ٢و ٤ و٦ و ٨ ومثال عليها : XeF_2 , XeF_4 , XeO_2, XeO_3 , XeO_4.

الرابطة التساهمية Covalent bond:

هي رابطة يتم فيها تقاسم إلكترونين بواسطة ذرتين. ومن أجل التبسيط فإن زوجي الالكترونات المشتركين يمثلان بخط.
إن الذرات قادرة على تكوين أنواع مختلفة من الروابط التساهمية. ففي الرابطة المفردة تتماسك ذرتان معاً عن طريق مزدوج إلكتروني واحد. كما تكون عملية التكوين عملية تجميعية لتتكون رابطة ذات تماثل (Symmetry) سيجما (محورية) (sigma)(axial).
وتتماسك كثير من الروابط التي تنشأ من تشارك ذرتان باثنين من المزدوجات الإلكترونية. فإن الرابطة التساهمية تعرف بالرابطة المزدوجة. وتتألف من رابطة سيجما و باي (مستوية) (Planer) (pi) وتكون عملية تكوينها تساندية. ويكون طول الرابطة اقصر بالمقارنة بالرابطة سيجما. وحجم الذرات يكون اصغر.
مثال على ذلك وجود روابط مزدوجة في جزيئات ثاني أكسيد الكربون (CO_2).
وتنشأ الرابطة الثلاثية عندما تتشارك ذرتان بثلاثة من مزدوجات الإلكترونات. كما في جزيء النيتروجين (N_2). وتتألف من رابطة سيجما و اثنتان باي (مستوية) (Planer) (pi). ويكون طول الرابطة اقصر بالمقارنة بالروابط السابقة. وحجم الذرات يكون الاصغر.

الشكل الجزيئي Molecular Geometry:

تنافر الأزواج الالكترونية في غلاف التكافؤ (VSEPR) Valence shell electron pair repulsion (VSEPR).

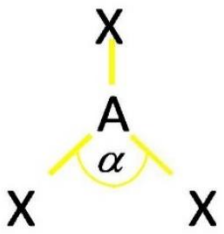
Structure التركيب	Shape الشكل	Bond angle (α) زاوية الربط (α)
AX_2: 	Linear خطي	180°

$BeCl_2$, CO_2, CS_2, HCN

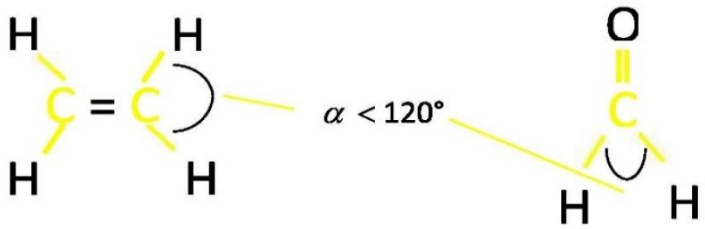
Bond angle is NOT modified by double bonds!
لاتتغير زاوية الربط بوجود الرابطة المضاعفة

المركبات : H_2O, SO_2 لا تكون مركبات خطية.
والسبب في ذلك وجود ازواج الكترونية غير رابطة متصلة بالذرة المركزية

Structure التركيب	Shape الشكل	Bond angle (α) زاوية الربط (α)
AX_3:	trigonal planar مثلث مستوي	120°



امثلة على ذلك: BCl_3, $AlCl_3$, SO_3

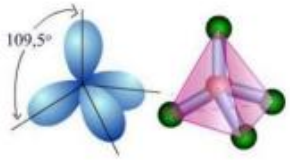


اما في NH_3 : لايكون زاوية ١٢٠ . والسبب تحتاج الرابطة الثنائية الى حيز اكبر من الرابطة الاحادية.

Molecular shape
الشكل الجزيئي

A: central atom ذرة مركزية
X: ligands متصلات

Valence shell electron pair repulsion (VSEPR)
تنافر الأزواج الالكترونية في غلاف التكافؤ (VSEPR)

	Structure التركيب	Shape الشكل	Bond angle(α) زاوية الربط
AX_4:		Tetrahedral رباعي السطوح	109.5°

Pl. CH_4, CCl_4, XeO_4

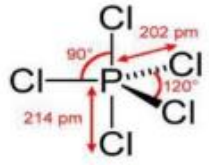
Pl. CH_3Cl, $CHCl_3$

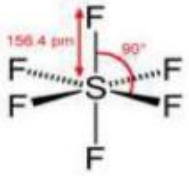
Bond angle can be modified by ligands of different size.
يمكن أن تتغير زوايا الربط بمتصلات ذات أحجام مختلفة

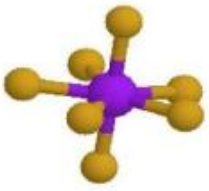
Valence shell electron pair repulsion (VSEPR)
تنافر الأزواج الالكترونية في غلاف التكافؤ (VSEPR)

A: central atom ذرة مركزية
X: ligands متصلات

AX_5	AX_6	AX_7
trigonal bipyramid هرم مضاعف مثلث القاعدة	**Octahedral** ثماني وجوه	**pentagonal bipyramid** هرم مضاعف خماسي القاعدة





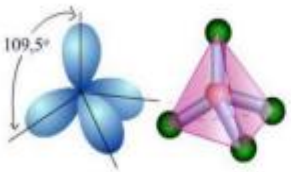


Valence shell electron pair repulsion (VSEPR)

تنافر الأزواج الالكترونية في غلاف التكافؤ (VSEPR)

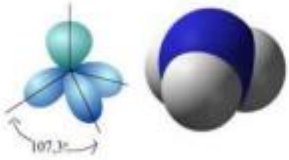
A: central atom ذرة مركزية
X: ligands متصلات
E: nonbonding electron pairs
أزواج االكترونية غير رابطة

Structure التركيب

AX_4: 

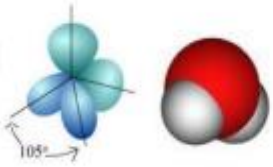
Tetrahedral
رباعي الوجوه

Nonbonding electron pairs attaching to the cantral atom need more space than the bonding electron pairs.
الأزواج غير الرابطة المتصلة بالذرة المركزية تحتاج الى فراغ أكبر من الأزواج الالكترونية الرابطة

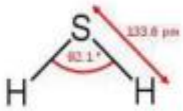
AX_3E: 

NH_3
Trigonal pyramid
هرم مثلثي

Bond angle can be modified by ligands of different size.
زاوية الربط يمكن ان تتغير بمتصلات بأحجام مختلفة

AX_2E_2: 

H_2O
V shape
الشكل V

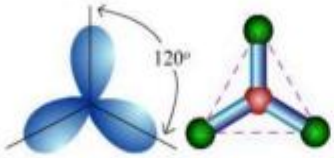


Valence shell electron pair repulsion (VSEPR)

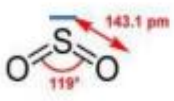
تنافر الأزواج الالكترونية في غلاف التكافؤ (VSEPR)

A: central atom
X: ligands
E: nonbonding electron pairs

Structure
التركيب

AX_3: 

flat triangle
مثلث مستوي

AX_2E: 

V shape
الشكل V

SO_2

Both nonbonding electron pairs and double bonds need more space than the single bond.
كلا الازواج غير الرابطة والروابط المضاعفة تحتاج الى فراغ أكبر من تلك للرابطة المفردة

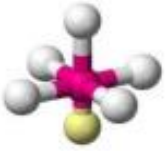
Valence shell electron pair repulsion (VSEPR)
تنافر الأزواج الالكترونية في غلاف التكافؤ (VSEPR)

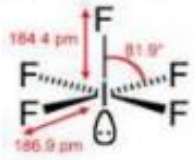
A: central atom ذرة مركزية
X: ligands متصلات
E: nonbonding electron pairs
ازواج الكترونية غير رابطة

Structure التركيب

AX_6: Octahedral ثماني وجوه

Every position is energetically equavalent for nonbonding electron pairs.
كل موقع متكافيء طاقيا للازواج غير الرابطة

AX_5E:  tetragonal pyramid هرم رباعي القاعدة

IF_5 

AX_4E_2 : square planar مستوي مربع

XeF_4

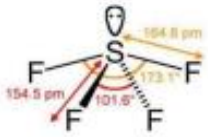
Valence shell electron pair repulsion (VSEPR)
تنافر الأزواج الالكترونية في غلاف التكافؤ (VSEPR)

A: central atom ذرة مركزية
X: ligands متصلات
E: nonbonding electron pairs
أزواج الكترونية غير رابطة

Structure التركيب

AX_5: trigonal bipyramid هرم مضاعف مثلثي القاعدة

The trigonal state is more favorable position for nonbonding electron pairs.
حالة المثلث تكون اكثر تفضيلا للأزواج الالكترونية غير الرابطة

AX_4E: 

SF_4

AX_3E_2: T shape الشكل T

IF_3

AX_2E_3 : Linear خطي

XeF_2

Polarity of molecules
قطبية الجزيئات

Diatomic molecules جزيئات ثنائية الذرات

dipole molecule جزيء قطبي

if the Covalent bond is polar
إذا كانت الرابطة التساهمية قطبية

$\delta+$ H – F $\delta-$

non-polar molecule جزيء غير قطبي

if the Covalent bond is apolar
($\Delta EN = 0$)
إذا كانت الرابطة التساهمية غير قطبية

H – H

$|\overline{Cl} - \overline{Cl}|$

Polarity of molecules
قطبية الجزيئات

Multi-atomic molecules جزيئات متعددة الذرات

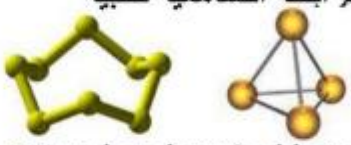
Polarity of molecules can be determined by summing the vectors of bon
قطبية الجزيئات يمكن تحديدها عن طريق جمع المتجهات لقطبية الرابطة polarit

dipole molecule جزيء ثنائي قطب

polar bond and their vectors does not cancel each other out
الرابطة القطبية متجهاتها لاتلغي بعضها البعض

non-polar molecule جزيء غير قطبي

if the Covalent bond is apolar($\Delta EN = 0$)
إذا كانت الرابطة التساهمية قطبية



OR polar chemical bonds' polarity-vectors cancel each other:
أو متجهات الروابط الكيميائية القطبية الروابط تلغي بعضها البعض

Polarity of molecules
قطبية الجزيئات

Affect التأثير

•the melting and boiling points of substance درجات الانصهار والغليان للمركب

If the molar mass of substances are same, the more polar material higher
إذا الكتلة المولية للمركبات متساوية، المركب الأكثر قطبية تكون الأعلى

• the solubility الذوبانية

„Like dissolves like" principle"مبدأ " المذيب يذيب شبيهه

• the reactivity and the mechanism of the reaction
الفعالية وميكانيكية التفاعل

Sometimes the structure can be inferred by chemical property:
التركيب بعض الأحيان يمكن ان يستنتج بالخواص الكيميائية

For example CO should be strongly dipole molecule
على سبيل المثال(ΔEN = 1,0) CO يجب ان يكون جزيء قطبي قوي

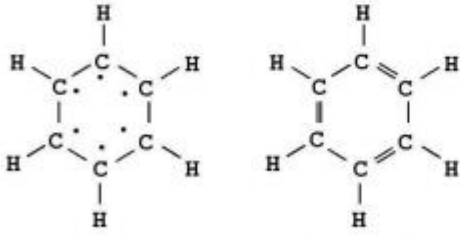
CO is insoluble in water, difficult to be liquefied
CO غير ذواب، من الصعب تسييله

virtually non-polarفرضيا غير قطبي

An interesting molecule
جزيء مهم

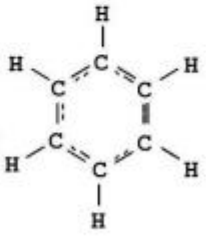
Benzene (C_6H_6) بنزن

• ring structure تركيب حلقة



•delocalized π bonds
روابط π غير متمركزة

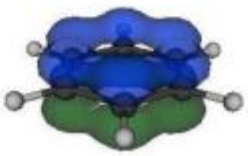
electron pairs belong to more than two atoms
أزواج الكترونية تنتمي الى أكثر من ذرتين

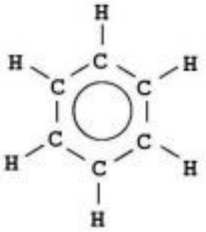


•planar structure
تركيب مستوي (AX_3)

•Kekule formule
صيغة كوكيليه

•contradiction:
تناقض





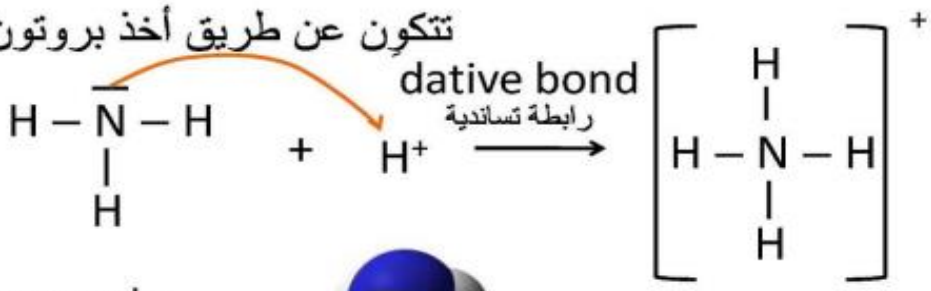
each bond is similar
كل رابطة تكون متشابهة

CH_3–CH_3 154 pm benzene 139 pm CH_2=CH_2 134 pm

Complex ions
أيونات معقدة

Formation by proton uptake:

تتكوِن عن طريق أخذ بروتون



ammonia
$10p^+$ $10e^-$
trigonal
pyramid (107°)

الأمونيا
e- ١٠ و p+ ١٠
هرم مثلثي (107°)

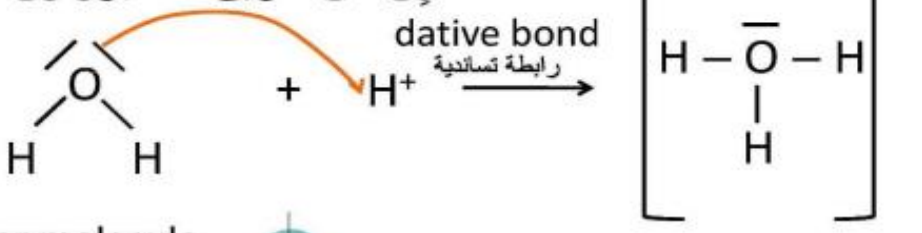
ammonium ion (NH_4^+)
$11p^+$ $10e^-$
regular tetrahedron (109,5°)

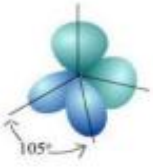
أيون الأمونيوم (NH_4^+)
e- ١٠ و p+ ١١
رباعي وجوه منتظم (109,5°)

Complex ions
أيونات معقدة

Formation by proton uptake:

تتكوِن عن طريق أخذ بروتون





water molecule
$10p^+$ $10e^-$
V shape (107°)

جزيء الماء
e- ١٠ و p+ ١٠
الشكل V (107°)

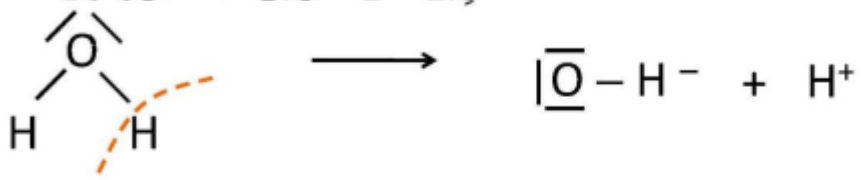
hydronium(H_3O^+)
$11p^+$ $10e^-$
trigonal pyramid

الهيدرونيوم (H_3O^+)
e- ١٠ و p+ ١١
الشكل هرم مثلثي

Complex ions
أيونات معقدة

Formation by proton dissipation:

تكوين عن طريق تبدد بروتون



water molecule جزيء ماء
$10p^+$ $10e^-$

hydroxide ion (OH^-) أيون الهيدروكسيد
$9p^+$ $10e^-$

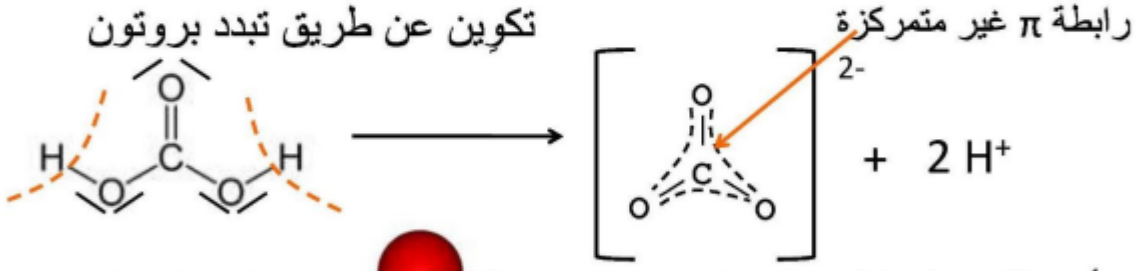
Complex ions
أيونات معقدة

Formation by proton dissipation:

تكوين عن طريق تبدد بروتون

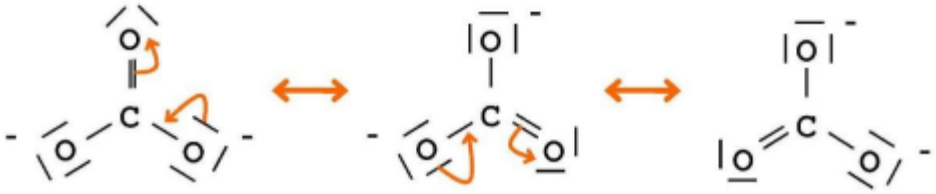
delocalized π bond

رابطة π غير متمركزة



carbonic acid
(H_2CO_3)
حمض الكربونيك

carbonate ion (CO_3^{2-}) أيون الكربونات
regular triangle plane (120°)
مثلث مستوي منتظم

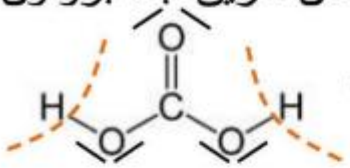


Mesomeric structures تراكيب رنينية

Complex ions أيونات معقدة

Formation by proton dissipation:

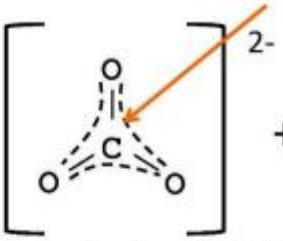
تكوِن عن طريق تبدد بروتون



carbonic acid

(H_2CO_3)

حمض الكربونيك



carbonate ion (CO_3^{2-}) أيون الكربونات

regular triangle plane (120°)

مثلث مستوي منتظم

Bond order: the number of chemical bonds between a pair of atoms

رتبة الرابطة: عدد الروابط الكيميائية بين زوج من الذرات

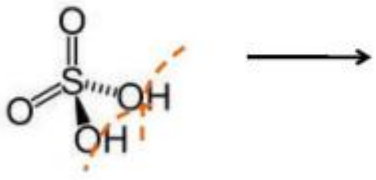
In carbonate ion: $(3\ \sigma + 1\ \pi)/3$ pairs of atom = 1.33

في أيون الكربونات: $(3\ \sigma + 1\ \pi)/3$ زوج من الذرات = ١.٣٣

Complex ions
أيونات معقدة

Formation by proton dissipation:

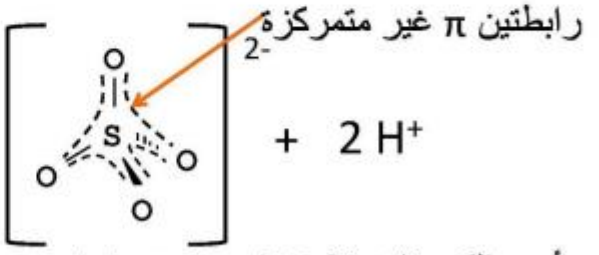
تكوِن عن طريق تبدد بروتون



sulphuric acid

(H_2SO_4)

حمض الكبريتيك



sulphate ion (SO_4^{2-}) أيون الكبريتات

regular tetrahedron (109,5°)

رباعي وجوه منتظم

Bond order: $(4\sigma + 2\pi)/4 = 1.5$ رتبة الرابطة:

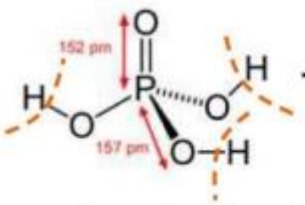
Complex ions
أيونات معقدة

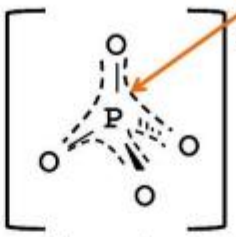
Formation by proton dissipation:

تكوِن عن طريق تبدد بروتون

1 delocalized π bond

رابطة واحدة π غير متمركزة





+ 3 H^+

phosphoric acid

حمض الفوسفوريك

(H_3PO_4)

phosphate ion (PO_4^{3-}) أيون الفوسفات

regular tetrahedron(109,5°)

رباعي وجوه منتظم

Bond order: $(4\sigma + 1\pi)/4 = 1.25$:رتبة الرابطة

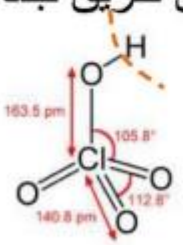
Complex ions
أيونات معقدة

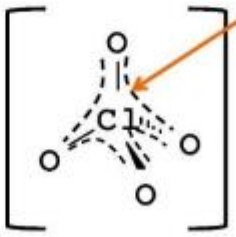
Formation by proton dissipation:

تكوِن عن طريق تبدد بروتون

٣ delocalized π bond

٣روابط π غير متمركزة





+ H^+

perchloric acid حمض فوق الكلوريك

($HClO_4$)

perchlorate ion (ClO_4^-) أيون فوق الكلورات

regular tetrahedron(109,5°)

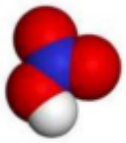
رباعي وجوه منتظم

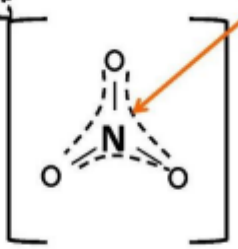
Bond order: $(4\sigma + 3\pi)/4 = 1.75$:رتبة الرابطة

Complex ions
أيونات معقدة

Formation by proton dissipation:

تكوِن عن طريق تبدد بروتون





nitric acid (HNO_3) حمض النتريك

nitrate ion (NO_3^-) أيون النترات

regular flat triangle (120°)

مثلث مستوي منتظم

Nítrogen is the element of 2. periods:

its maximum covalent valence is 4.

النتروجين عنصر في الدورة الثانية.

تكافؤه الأقصى ٤

Complex ions
أيونات معقدة

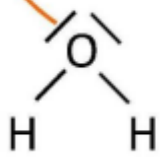
Formation by coupling an ion and molecules:

تَكوُن بالاقتران لأيون وجزيء

$Al^{3+} + 6\,H_2O \longrightarrow [Al(H_2O)_6]^{3+}$

dative bond

رابطة تساندية



hexa-aqua aluminium ion

أيون هكسا-أكوا الألمنيوم

regular octahedron (90°)

ثماني وجوه منتظم

Complex ions
أيونات معقدة

Formation by coupling an ion and molecules:

تكوُن بالاقتران لأيون وجزيء

$$Cu^{2+} + 4\,H_2O \longrightarrow [Cu(H_2O)_4]^{2+}$$

tetra-aqua copper (II) ion

أيون رباعي-أكوا النحاس (II)

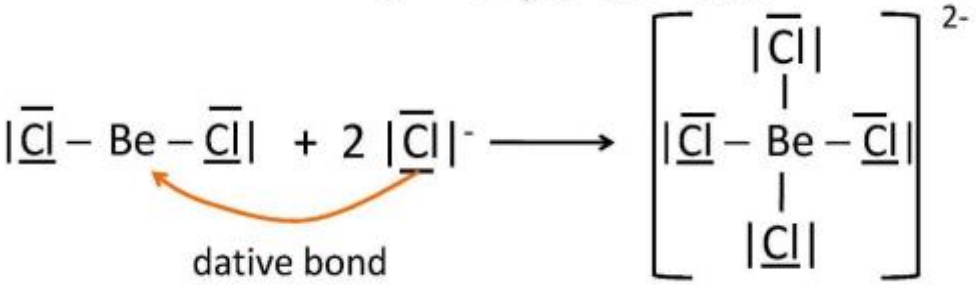
regular square (90°)

مربع منتظم

Complex ions
أيونات معقدة

Formation by coupling a molecule and several ions:

تكوُن بالاقتران لجزيء وعدة أيونات



dative bond

رابطة تساندية

tetra-chloro berillate (II) ion $[BeCl_4]^{2-}$

أيون رباعي-كلورو بيريلات (II)

regular tetrahedron (109,5°)

رباعي وجوه منتظم

Complex ions
أيونات معقدة

Formation by coupling a molecule and several ions:

تُكوِن بالاقتران لجزيء وعدة أيونات

tetra-chloro borate (III) ion, III أيون رباعي-كلورو بورات

$BCl_3 + Cl^- \longrightarrow [BCl_4]^-$ regular tetrahedron(109,5°) رباعي وجوه منتظم

hexa-fluoro aluminate (III) ion ،(III) أيون سداسي-فلورو ألومينات

$AlF_3 + 3\ F^- \longrightarrow [AlF_6]^{3-}$ regular oktahedron(90°)

ثماني وجوه منتظم

$SiF_4 + 2\ F^- \longrightarrow [SiF_6]^{2-}$ hexa-fluoro silicate (II) ion

أيون سداسي- فلورو سيليكات (II)

ثماني وجوه منتظم regular octahedron(90 °)

Boron is the element of 2nd period thus it can't form more than 4 covalent bonds!

البورون عنصر في الدورة الثانية وبالتالي لا يمكن ان يكوِن اكثر من أربع روابط تساهمية

التدريبات

ATOMS, IONS
الذرات، الأيونات

1. Valence electron structure of an element: $4s^2\,4p^2$.
   a) Draw the its valence electron structure using "cells"!
   b) Give (derive) its atomic number!
   c) Which period it belongs?
   d) Which group of periodic table it belongs?
   e) Which block of periodic table it belongs?
   f) Give the letters of its closed electron shells!
   g) Which orbital contains the highest energy electron?
   h) Give (derive) the atomic number of an element with similar properties!

1. تركيب إلكترونات التكافؤ لعنصر: $4s^2\,4p^2$.
   a) وضح ترتيب الكترونات التكافؤ باستخدام الخلايا (المربعات)؟
   b) أعط (اشتق) عدده الذري!
   c) إلى أي دورة ينتمي.
   d) إلى أي مجموعة في الجدول الدوري ينتمي؟
   e) إلى أي قطاع في الجدول الدوري ينتمي؟
   f) أعط حروف لأغلفة الإلكترونات المملوءة!
   g) أي مدار يحوي الالكترون الأعلى طاقة؟
   h) أعط (اشتق) العدد الذري لعنصر له خواص مشابهة!

---

2. Fill the table and choose the isotopes!

2. أملأ الجدول واختر النظائر!

	Mass number العدد الكتلي	$N(p^+)$	$N(n^0)$	$N(e^-)$
Atom *A* ذرة	32	16		
Atom *B* ذرة	15			7
Atom *C* ذرة			16	15
Atom *D* ذرة		7	7	

---

3. The energy level of an electron in an atom is characterized by orbital energies. It is a molar energy changes that happen when the electron enters the atomic orbital from infinite distance (out of the attraction of the nucleus). Its negative sign means, that the system loose energy during the entrance of the electron (it is an exothermic process).
   a) Select the two values which one belongs to the 1s and the 2s orbital of the oxygen ($_8$O): $-3\,267$ kJ mol^{-1}, $-54\,264$ kJ mol^{-1}?
   b) Which pair of values belongs to the nitrogen ($_7$N):
   1. $-2\,482$ kJ mol^{-1} and $-41\,033$ kJ mol^{-1}
   2. $-4\,012$ kJ mol^{-1} and $-66\,158$ kJ mol^{-1}

   Explain your choice!

3. يتم توصيف مستوى الطاقة لإلكترون في ذرة بواسطة طاقات المدار. إنها تغيرات الطاقة المولية التي تحدث عندما يدخل الإلكترون المدار الذري من مسافة لانهائية (خارج مجال جذب النواة). إشارته السالبة تعني أن النظام يفقد طاقة أثناء دخول الإلكترون (إنها عملية طاردة للحرارة).

a) اختر أي من القيمتين التي تنتمي احداهما إلى مدار 1s والأخرى الى مدار 2s للأكسجين ($_8$O):

$-3\ 267\ kJ\ mol^{-1}$ و $-54\ 264\ kJ\ mol^{-1}$؟

b) أي زوج من القيم ينتمي إلى النيتروجين ($_7$N):

1. $-2\ 482\ kJ\ mol^{-1}$ و $-41\ 033\ kJ\ mol^{-1}$.
2. $-4\ 012\ kJ\ mol^{-1}$ و $-66\ 158\ kJ\ mol^{-1}$.

فسّر اختيارك!

---

4. Briefly answer the following questions!

a) Which element has got the greatest first ionization energy in the third period?
b) Which element has got the greatest electronegativity in the third period?
c) Which element has got the greatest second ionization energy in the third period?
d) Which element's ground state atom has got the greatest unpaired electron in the third period?
e) Which element's ground state atom has got the greatest unpaired electron in the fourth period?
f) Which is the smallest atomic number element where the Hund rule applies?
g) What is the atomic number of the element where L shell begins to charge?
h) What is the atomic number of the element where L shell's charging has been finished?
i) What is the atomic number of the element where M shell begins to charge?
j) What is the atomic number of the element where M shell's charging has been finished?
k) What is the atomic number of the element where N shell begins to charge?

4. أجب باختصار الأسئلة التالية:

a) أي عنصر له أكبر طاقة تأين أول في الدورة الثالثة؟
b) أي عنصر له أعلى سالبية كهربية في الدورة الثالثة؟
c) أي عنصر له أكبر طاقة تأين ثانية في الدورة الثالثة؟
d) أي عنصر ذرته في الحالة المستقرة لها أكبر عدد من الالكترونات غير المتزاوجة في الدورة الثالثة؟
e) أي عنصر ذرته في الحالة المستقرة لها أكبر عدد من الالكترونات غير المتزاوجة في الدورة الرابعة؟
f) ما العنصر الذي له أصغر عدد ذري بحيث يخضع لقاعدة هوند؟
g) ما العدد الذري للعنصر الذي يبدأ بملء الغلاف L؟
h) ما العدد الذري للعنصر الذي يكون فيه الغلاف L مكتملاً؟
i) ما العدد الذري للعنصر الذي يبدأ بملء الغلاف M؟
j) ما العدد الذري للعنصر الذي يكون فيه الغلاف M مكتملاً؟
k) ما العدد الذري للعنصر الذي يبدأ بملء الغلاف N؟

---

5. *a)* Circle the formulae of ions which has got same electron structure as the ground state argon ($_{18}$Ar)!

Br^-	Sc^{3+}	Ga^{3+}	Fe^{3+}	Zn^{2+}	K^+	Ca^{2+}
Na^+	Mg^{2+}	Cu^+	Cu^{2+}	Se^{2-}	S^{2-}	Cl^-

b) Give their closed electron shells!
c) Which of the circled ions has got the smallest radius? Explain your answer!

5. *a*) ضع دوائر على صيغ الأيونات التي لها التركيب الإلكتروني لعنصر الأرجون في الحالة المستقرة (18Ar)!

Br^-	Sc^{3+}	Ga^{3+}	Fe^{3+}	Zn^{2+}	K^+	Ca^{2+}
Na^+	Mg^{2+}	Cu^+	Cu^{2+}	Se^{2-}	S^{2-}	Cl^-

b) اكتب الأغلفة الإلكترونية المملوءة!

c) أي من الأيونات المحاطة بدائرة لها أصغر نصف قطر؟ فسّر إجابتك

6. COMPLETING A TABLE — 6. اكمال الجدول

Every rows of the following table refers to an appropriate *ion* or *atom*. Fill the empty cells of the table!

يعود كل صف في الجدول التالي إلى أيون أو ذرة مناسبة. أملأ المربعات الفارغة في الجدول!

Formula الصيغة	*Name* الاسم	*Full electron structure*		*Number of protons* عدد البروتونات	*Number of electrons* عدد الالكترونات	*Number of unpaired electrons* عدد الالكترونات غير المتزاوجة
		with giving letters of closed shells رمز الأغلفة المملوءة	*with giving the nearest Noble gas structure* التركيب الالكتروني لأقرب غاز خامل			
			[Ar] $3d^9$			
	potassium atom					
				20		*0*
				35	*35*	
	Sulfide ion					
		K		*1*		
				26		*5*

كيمياء STICh
الفريق السعودي للأولمبياد الكيميائي الدولي

MCQ

اسئلة اختيار متعدد

7. Which of the following statements are *false*?
A) Radius of an atom is much larger than the radius of its nucleus.
B) Mass of a proton is much larger than an electron.
C) Mass of a neutron is much larger than an electron.
D) There are same amount of proton and electron and neutron in the ${}^{2}_{1}D$ atom.
E) Mass number of an atom is always larger than its atomic number.

7. أي العبارات التالية خاطئة؟
A) نصف قطر الذرة أكبر بكثير من نصف قطر نواتها.
B) كتلة البروتون أكبر بكثير من الإلكترون.
C) كتلة النيوترون أكبر بكثير من الإلكترون.
D) توجد عدد متساوي من البروتون والإلكترون والنيوترون في الذرة ${}^{2}_{1}D$.
E) عدد الكتلة للذرة دوماً أكبر من عددها الذري.

---

8. Consider the following (A→E) atoms and their data:

	Number of protons	*Number of neutrons*
A	7	7
B	7	8
C	8	8
D	8	9
E	17	18

Which of the following statement is correct the above elements?
A) The A and B and C and D are isotopes of the same element.
B) The B and C are isotopes of the same element.
C) The mass number of B and C is equal.
D) The E atom contains 35 elementary particles.
E) The A atom contains 21 elementary particles.

8. بأخذ بالاعتبار الذرات التالية (A→E) والمعلومات الخاصة بها:

	عدد البروتونات	عدد النترونات
A	7	7
B	7	8
C	8	8
D	8	9
E	17	18

أي من العبارات التالية صحيحاً للعناصر أعلاه؟
A) الذرات A و B و C و D نظائر لنفس العنصر.
B) الذرتان B و C نظائر لنفس العنصر.
C) عدد الكتلة لكل من الذرتين B و C متساوي.
D) تحوي الذرة E على 35 جسيم اساسي.
E) تحوي الذرة A على 21 جسيم اساسي.

9. It hasn't got unpaired electron in ground state:

9. لا يحتوي على إلكترون غير متزاوج في الحالة المستقرة:

A) $_{16}S$ B) $_{26}Fe$ C) $_{30}Zn$ D) $_{14}Si$ E) $_{28}Ni$

10. Which line contains the symbol of elements that has got 2 unpaired electrons in ground state?

10. أي سطر يحوي على رمز العناصر التي لها اثنين من الإلكترونات غير المتزاوجة في الحالة المستقرة؟

A) Ca, C, O, S
B) Ni, Si, S, C
C) Mg, C, O, Zn
D) Ca, Mg, Sr, Ba
E) All elements with even atomic numbers
جميع العناصر التي لها أعداد ذرية زوجية

11. Atomic number of an element is 5. Without using the periodic table determine which is the right notation of its valence electron structure!

11. العدد الذري لعنصر 5 بدون استخدام الجدول الدوري عيّن أي من التراكيب التالية هو التركيب الصحيح لالكترونات التكافؤ؟

A)
B)
C)
D)
E)

12. Which of the following statements is valid for both calcium and sulfur?

A) Ground state atom of them contains 2 valence electrons.
B) Ground state atom of them contains 2 unpaired electrons.
C) Ground state atom of them contains electrons on 3 electrons shells.
D) Both of their Nobel gas structure ions contain same number of electrons as the argon.
E) Both of their Nobel gas structure ions are greater size as the argon atom.

12. أي من العبارات التالية صحيحاً لكل من الكالسيوم والكبريت؟

A) ذرة الحالة المستقرة لهما تحوي على 2 من إلكترونات التكافؤية.
B) ذرة الحالة المستقرة لهما تحوي على 2 من الالكترونات غير متزاوجة.
C) ذرة الحالة المستقرة لهما تحوي على إلكترونات في ٣ أغلفة إلكترونية
D) التركيب الالكتروني لأقرب غاز خامل لأيوناتهما تحوي ونات كما في الأرجون.
E) التركيب الالكتروني لأقرب غاز خامل لأيوناتهما أكبر حجما من ذرة الأرجون.

13. Valence electron structure of the ground state atom of an element: $5s^1\ 4d^5$.

The following statements refer to this atom (see above):

a) Its ground state atom contains 6 valence electrons.
b) Its ground state atom contains 6 unpaired electrons.
c) This element is located in the 4th period of the periodic table.
d) This element is located in the 6th main groups of the periodic table.

Which of the statements are correct?

A) The *a)* and *b)* ones only.
B) The *a)* one only.
C) The *a)* and *b)* and *d)* ones.
D) The *a)* and *d)* ones.
E) The *a)* and *c)* and *d)* ones.

13. التركيب الالكتروني لإلكترونات التكافؤ لعنصر في الحالة المستقرة : $5s^1\ 4d^5$
العبارات التالية تعود لتلك الذرة (أنظر أعلاه):
a) تحوي ذرته في الحالة المستقرة على 6 إلكترونات تكافؤ.
b) تحوي ذرته في الحالة المستقرة على 6 إلكترونات غير متزاوجة.
c) يقع هذا العنصر في الدورة الرابعة من الجدول الدوري.
d) يقع هذا العنصر في المجموعة السادسة الرئيسية من الجدول الدوري.
أي العبارات التالية صحيحاً؟

A) (*a*) و (*b*) فقط.
B) (*a*) فقط.
C) (*a*) و (*b*) و (*d*) فقط.
D) (*a*) و (*d*) فقط.
E) (*a*) و (*c*) و (*d*) فقط.

---

14. Which of the following elements has got the greatest first ionization energy?
14. أي من العناصر التالية لها أكبر طاقة تأين أولى؟

A) Na B) K C)Mg D) Ca E) Sr

---

15. Which value is the greatest?
A) First ionization energy of potassium.
B) First ionization energy of calcium.
C) First ionization energy of scandium.
D) Second ionization energy of potassium.
E) Second ionization energy of calcium.

15. أي القيم تكون الأكبر؟
A) طاقة التأين الأولى للبوتاسيوم.
B) طاقة التأين الأولى للكالسيوم.
C) طاقة التأين الأولى للسكانديوم.
D) طاقة التأين الثانية للبوتاسيوم.
E) طاقة التأين الثانية للكالسيوم.

---

16. Which chemical particle has got the greatest radius from the following ones?
16. أي من الجسيمات الكيميائية لها أكبر نصف قطر؟

A) Mg^{2+} B) Na^{+} C) Ne D) F^{-} E) O^{2-}

---

17. Consider of the following elements: Na, Mg, Ca, F, Cl, K!
Which of the following statements is correct?
A) Atomic radius of sodium is greater than chlorine.
B) Atomic radius of fluorine is smaller than potassium.
C) Magnesium has got the smallest atomic radius and chlorine has got the greatest one.
D) Calcium has got the greatest atomic radius and fluorine has got the smallest one.
E) Fluorine has got the smallest atomic radius and chlorine has got the greatest one.

17. عند الأخذ بالاعتبار العناصر التالية: Na, Mg, Ca, F, Cl, K!
أي من العبارات التالية صحيحاً؟

A) نصف القطر الذري للصوديوم أكبر من الكلور.
B) نصف القطر الذري للفلور أصغر من البوتاسيوم.
C) المغنيسيوم له أصغر نصف قطر ذري والكلور له الأكبر.
D) الكالسيوم له أكبر نصف قطر ذري والفلور له الأصغر.
E) الفلور له أصغر نصف قطر ذري والكلور له الأكبر.

Choose the appropriate letter for each of the following اختر الحرف المناسب لكل مما يلي:

A) Magnesium
B) Oxygen
C) Both of them كلاهما
D) Neither of them ولا واحد منهما

18. Its ground state atom contains 2 unpaired electrons.
18. تحوي ذرته في حالتها المستقرة على 2 من الالكترونات غير المتزاوجة.

19. Its ground state atom contains 2 valence electrons.
19. تحوي ذرته في حالتها المستقرة على 2 من إلكترونات التكافؤ.

20. For forming a natural ion it takes up 2 electrons.
20. لتكوين أيون مستقر يكتسب منه إلكترونين.

21. For forming a natural ion it loses 2 electrons.
21. لتكوين أيون مستقر يفقد إلكترونين.

22. There is two closed electron shell in its ground state atom.
22. يوجد غلافي إلكترون مملوءين في ذرته في حالتها المستقرة.

23. There is two closed electron shell in its natural ion.
23. يوجد غلافي إلكترون مملوءين في أيونه المستقر.

24. Its atomic radius is greater than calcium.
24. نصف قطره الذري أكبر من الكالسيوم.

25. Its atomic radius is greater than beryllium.
25. نصف قطره الذري أكبر من البيريليوم.

26. Its ion radius is greater than its atomic radius.
26. نصف قطره الذري أكبر من نصف قطره الأيوني.

كيمياء STICh
الفريق السعودي للأولمبياد الكيمياء الدولي

MOLECULES, COMPLEX IONS
الجزيئات والأيونات المعقدة

1. Which of the following molecules is *not* linear?
1. أي من الجزيئات التالية غير خطي؟

A) CS_2 B) CO_2 C) C_2H_2 D) HCN E) SO_2

---

2. Which of the following molecules has got the greatest bond angle?
2. أي من الجزيئات التالية لها أكبر زاوية رابطة؟

A) CS_2 B) SO_2 C) SF_4 D) SO_3 E) H_2S

---

3. Which of the following molecules has got the smallest bond angle?
3. أي من الجزيئات التالية لها أصغر زاوية رابطة؟

A) CS_2 B) SO_2 C) SF_4 D) SO_3 E) H_2S

---

4. Which of the following molecules and ions has got the smallest bond angle?
4. أي من الجزيئات والأيونات التالية لها أصغر زاوية رابطة؟

A) PH_3 B) NH_3 C) PH_4^+ D) NH_4^+ E) NO_3^-

---

5. Which of the following molecules is a *dipole* molecule?
5. أي من الجزيئات التالية جزيء ثنائي القطب؟

A) SO_3 B) BH_3 C) PCl_5 D) IF_3 E) $SiCl_4$

---

6. Which of the following molecules has got the greatest (absolute value of) binding energy?
6. أي من الجزيئات التالية لها أكبر (قيمة مطلقة) لطاقة الربط؟

A) O_2 B) N_2 C) S_8 D) Cl_2 E) I_2

---

7. Which of the following molecules has got the smallest (absolute value of) binding energy?
7. أي من الجزيئات التالية لها أصغر (قيمة مطلقة) لطاقة الربط؟

A) O_2 B) N_2 C) S_8 D) Cl_2 E) I_2

---

8. Which of the following molecules has got the greatest (absolute value of) C–C binding energy?
8. أي من الجزيئات التالية لها أكبر (قيمة مطلقة) لطاقة الربط C–C؟

A) C_2H_6 B) C_2H_4 C) C_6H_6 D) C_2H_2 E) all equal

---

9. Which of the following lines contain molecules in order of increasing C–C bond length (from left to right)?

9. أي من السطور التالية تحوي على جزيئات وفق ترتيب ازدياد طول الرابطة C–C (من اليسار إلى اليمين)؟

A) C_2H_6, C_2H_4, C_6H_6, C_2H_2
B) C_2H_6, C_6H_6, C_2H_4, C_2H_2
C) C_2H_2, C_6H_6, C_2H_4, C_2H_6
D) C_2H_2, C_2H_4, C_6H_6, C_2H_6
E) C_2H_2, C_2H_4, C_2H_6, C_6H_6

---

10. Which of the following lines contain all V shape molecules?

10. أي من السطور التالية تحوي على جميع الجزيئات التي لها شكل حرف V؟

A) H_2O, SO_2, CO_2, H_2S
B) H_2O, H_2S, CS_2, SO_2
C) H_2O, H_2S, SO_2, XeO_2
D) H_2S, CO_2, SO_2, XeO_2
E) CO_2, SO_2, SiO_2, XeO_2

---

11. Some of the following molecules don't have π bonds. Which of the following lines contains only those molecules?

11. بعض الجزيئات التالية لا يملك روابط π. أي من السطور التالية يحوي فقط تلك الجزيئات؟

A) NH_4^+, BCl_4^-, SO_3
B) NH_4^+, NH_3, NH_2^-
C) H_2SO_4, HSO_4^-, SO_4^{2-}
D) SO_4^{2-}, $BeCl_4^-$, H_2SO_4, HNO_3
E) NH_3, HNO_3, NO_3^-

---

12. Consider the following molecules:

$$SO_3,\ SO_2,\ AsH_3,\ BF_3,\ PF_3,\ AlCl_3$$

The following statements refer to these molecules:

– Two of them contain π bonds.
– Two of them contain 6 nonvalent electron pairs.
– Two of them are not planar.
– Only one them hasn't got any nonvalent electron pairs.

How many statements are correct?

A) None of them.
B) One only.
C) Two of them.
D) Three of them.
E) All of them.

وزارة التعليم
Ministry of Education

IUPAC Periodic Table of the Elements

1																	18
1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	2		Key: atomic number Symbol name conventional atomic weight standard atomic weight									13	14	15	16	17	2 He helium 4.0026
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 Be beryllium 9.0122											5 B boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 C carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8 O oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al aluminium 26.982	14 Si silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 Ar argon 39.948
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.971(8)	35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 Kr krypton 83.798(2)
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.95	43 Tc technetium	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60(3)	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23(3)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganesson

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

برنامج موهبة للأولمبيادات الدولية
Mawhiba International Olympiad Program

المراجع

Overby, J., & Chang, R. (2019). Student solutions manual to accompany Chemistry, thirteenth edition, Raymond Chang, Jason Overby. New York, NY: McGrw Hill Education.

Chemistry
Raymond Chang
Publisher: McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 10 edition (January 13, 2009)
ISBN-13: 978-0077274313
http://www.amazon.com/Chemistry-Raymond-Chang/dp/0077274318/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1321173888&sr=1-1

Villanyi, A., & Villanyi, A. (1999). How to get an A in chemistry 1: Problems. Budapest, Hungary: Muszaki Konyvkiado.