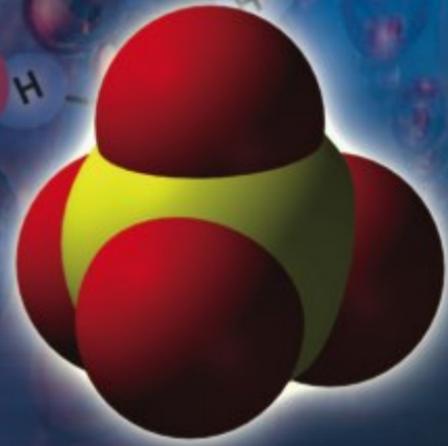




جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

الكيمياء

لصف الثاني الثانوى



٢٠١٥-٢٠١٦

H																	He																															
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																															
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																															
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																															
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																															
Cs	Ba			Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																														
Fr	Ra			Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo																														
<table border="1"> <tr> <td>La</td><td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td> </tr> <tr> <td>Ac</td><td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td> </tr> </table>																			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																		
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																		

"ينبغي أن تكثر اتهامك لنفسك ولا تحسن الظن بها وتعرض خواطرك على العلماء وعلى تصانيفهم وتثبت ولا تتعجل؛ فالعالم الحق من يضع لبنة في بناء العلم العظيم".

موفق الدين البغدادي

"كفى بالعلم شرفاً أن كلا يدعيه، وكفى بالجهل ضيعة أن الكل يتبرأ منه. والإنسان إنسان بالخلق إذا لم يعلم. فإذا علم كان إنساناً بالفعل، والإنسان يحترم الإنسان بقدر ما يملكه من معرفة وعلم. وتزداد قيمته إذا مارس مهنة التعليم والتأليف".

داود الإنطاكي

"أما ما يجب للأستاذ على التلميذ فهو أن يكون التلميذ لنا متقبلاً لجميع أقواله من جميع جوانبها. لا يعترض في أمر من الأمور فإن ذخائر الأستاذ العلم ولا يظهرها للتلميذ إلا عند السكون إليه.

ولست أريد بطاعة التلميذ للأستاذ أن تكون طاعته في شئون الحياة الجارية، بل أريدها طاعة في قبول تعلم الدرس وترك الأشغال وعلى الأستاذ أن يمتحن توجيه المتعلم ومقدار ما فيه من القبول والإصغاء وقدرته على القبول وممارسته . وكلما احتمل الزيادة زاده. ومع امتحانه فيما كان مقرر تعلمه".

جابر بن حيان

"التلقين شر طرائق التعليم وخير طرائق التعليم أن أحرك تفكير تلميذي في قضية ما وأترك له حرية السؤال .. وأجهد فكره ليصل بنفسه إلى الجواب ومع كل جواب أو افقه على جوابه أو أعترض عليه إلى أن أميل به إلى الجواب المشهود بالعقل والمنطق وبالوقائع وبالحجة والبرهان".

أبو يوسف يعقوب بن إسحاق الكندي

"حياة قصيرة غنية بالعلم والمسرة والعمل خير عندي من حياة طويلة خاوية من هذه المتع الثلاث ينحني في خاتمها الظهر ومسير صاحبها على ثلاث. ولا ينبغي لعالم أن يبقى شيئاً من العلم في نفسه ولا يدونه في كتاب قبل أن يلقي وجهه ربه".

أبو علي الحسين بن سينا

"اللهم إنك تعلم أنني عرفتك على مبلغ إمكانى فاغفر لي فإن معرفتي إياك وسيلتي إليك".

غياث الدين أبو الفتح عمر الخيام

دار عمرو بن العاص للطباعة



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

الكيمياء

الصف الثانى الثانوى

إعداد

أ.د. محمد سمير عبدالمعز
د. أحمد فؤاد الشايب
أ.د. جابر عبدالوهاب العنانى
أ. إبراهيم عليوة همام
أ. سميحة السيد على

لجنة التعديل والتطوير

أ. د. محمد سمير عبدالمعز
أستاذ الكيمياء العضوية
أ. محمد كمال الشاذلى
موجة عام كيمياء
أ. إلهام أحمد إبراهيم
مستشار العلوم
أ. نعيم نعيم شيحة
موجة أول كيمياء

الإشراف العلمى

مكتب مستشار مادة العلوم

الإشراف التربوى

مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية

٢٠١٥ - ٢٠١٦

الكيمياء



الصف الثاني الثانوي

المقدمة

فى إطار تطوير التعليم لمواكبة المتغيرات العالمية والمحلية واستكمالاً للجهود الحثيثة التى تقوم بها وزارة التربية والتعليم للارتقاء بمستوى محتويات المناهج الدراسية وربطها بالمجتمع والبيئة فقد كلف الأستاذ الدكتور / وزير التربية والتعليم نخبة من اساتذة الجامعات المتخصصين بالتعاون والتنسيق مع موجهى الكيمياء بالوزارة وبمشاركة مؤلفى الكتاب السابق لإعادة تقييم ومراجعة المحتوى العلمى لمادة الكيمياء للصف الثانى الثانوى .

ولقد قامت اللجنة المكلفة بإجراء التعديلات والإضافات اللازمة التى أدت إلى :

- (١) التخلص من التكرار والحشو غير المبرر واستبعاد الأجزاء التى سبق للطلاب دراستها، وإعادة صياغة بعض أجزاء الكتاب بطريقة منطقية متسلسلة ومنظمة .
 - (٢) إضافة بعض المفاهيم والتطبيقات لمواكبة الاتجاهات العلمية الحديثة .
 - (٣) ربط موضوعات الدراسة بالحياة اليومية وتأثيراتها البيئية وتطبيقاتها الصناعية .
 - (٤) الاهتمام بالمعالجات الرياضية فى فهم بعض الموضوعات بهدف تقوية الجوانب الفكرية .
 - (٥) إدخال بعض الموضوعات التى تتيح للطلاب إجراء تجاربها معملياً لاكتساب مهارات عملية .
 - (٦) إعداد بعض الأشكال التوضيحية وتوظيفها لخدمة المفاهيم العلمية .
 - (٧) تحديد الأهداف المرجوة من دراسة كل فصل من فصول الكتاب وضعت فى مقدمته لتعطى مؤشراً للطلاب والمعلم على مدى ما حققه .
 - (٨) تنوع التقييم ليتضمن قياس المستويات المختلفة للتعليم .
- والكتاب فى صورته الحالية يحتوى على أربعة ابواب تتكامل وتترابط فيما بينها وتعكس تناغماً مع محتويات كتب الكيمياء فى المناهج العالمية وتشتمل على تطبيقات صناعية وبيئية مفيدة . وتتضمن اهتماماً واضحاً بتنمية قدرات الفهم والتحليل والابتكار وتتمشى مع المعايير القومية التى وضعتها الوزارة لتطوير منهج الكيمياء .
- نتمنى أن يكون هذا الكتاب فى صورته الجديدة مصدراً مفيداً للعلم والمعرفة فى مجال الكيمياء وأن يحقق الغاية المرجوة وأن يكون خير معين لطلابنا الذين نتمنى لهم النجاح والتوفيق .

لجنة التطوير

محتوى الكتاب

الصفحة	
٥	الباب الأول بنية الذرة
٢٦	الباب الثاني الجدول الدوري وتصنيف العناصر
٥٣	الباب الثالث الروابط وأشكال الجزيئات
٧٧	الباب الرابع العناصر الممثلة في بعض المجموعات المنتظمة في الجدول الدوري

الباب الأول

بنية الذرة

الأهداف

فى نهاية دراسة الطالب لباب بنية الذرة ينبغى أن يكون قادرا على أن :

- يتعرف المنظور التاريخى لبنية الذرة .
- يتعرف خواص أشعة الكاثود
- يتعرف نموذج رذرفورد
- يتعرف نموذج ذرة بور .
- يحدد أسباب قصور النموذج الذرى لـ «بور» .
- يفسر أهم التعديلات التى أدخلتها النظرية الذرية الحديثة على تركيب الذرة .
- يشرح مفهوم السحابة الإلكترونية ومفهوم الأوربييتال .
- يحدد أعداد الكم الأربعة للإلكترون فى الذرة .
- يوزع التركيب الإلكتروني للذرة طبقاً لكل من مبدأ البناء التصاعدي وقاعدة هوند ومبدأ الاستبعاد لباولى .
- يقدر جهود العلماء فى تقدم علم الكيمياء .

بنية الذرة Atomic Structure

مقدمة:

- تساءل الإنسان منذ القدم عن ماهية المادة وتركيبها، وللإجابة على هذا التساؤل تخيل ديموقراطيس (فيلسوف إغريقي) إمكانية تجزئة أية قطعة مادية إلى أجزاء، وتجزئة هذه الأجزاء إلى ما هو أصغر منها، وهكذا حتى يمكن الوصول إلى أجزاء لا تقبل التجزئة أو الانقسام - كل جزء منها يمثل جسيماً أطلقوا عليه اسم الذرة (atom*).

- رفض أرسطو (Aristotle) في القرن الرابع قبل الميلاد فكرة الذرة وتبنى فكرة أن :

(كل المواد مهما اختلفت طبيعتها تتألف من مكونات أربعة هي : (الماء والهواء والتراب والنار).

وأعتقد العلماء أنه يمكن تحويل المواد الرخيصة مثل الحديد أو النحاس إلى مواد نفيسة كالذهب وذلك بتغيير نسب هذه المكونات الأربعة فيها.

وقد تسببت هذه الفكرة البائسة في شل تطور علم الكيمياء لأكثر من ألف عام .

- رفض العالم الإيرلندي بويل (Boyle) عام 1661 مفهوم أرسطو وأعطى أول تعريف للعنصر

على أنه :

مادة نقية بسيطة لا يمكن تحليلها إلى ما هو أبسط منها بالطرق الكيميائية المعروفة .

وفي أوائل القرن التاسع عشر أجرى العالم الإنجليزي جون دالتون العديد من التجارب والأبحاث

ووضع أول نظرية عن تركيب الذرة .

ذرة دالتون Dalton

أعلن دالتون (Dalton) عام 1803 نظريته الذرية التي افترض فيها أن :

١- العنصر يتكون من دقائق صغيرة جداً تسمى الذرات .

٢- كل عنصر يتكون من ذرات مصمتة متناهية في الصغر غير قابلة للتجزئة (الانقسام)

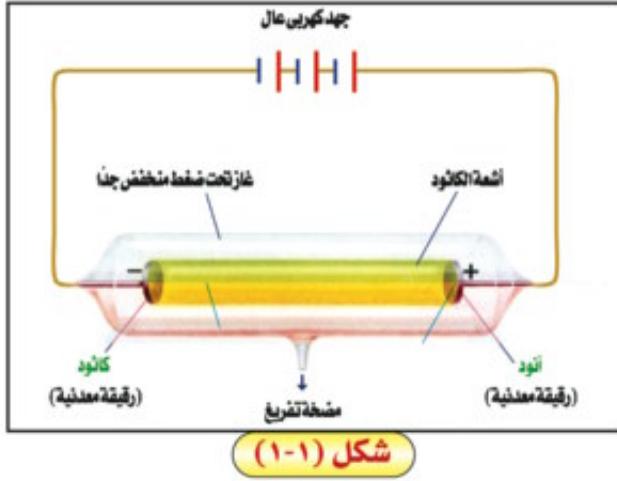
٣- ذرات العنصر الواحد متشابهة في الكتلة، ولكنها تختلف من عنصر لعنصر آخر

٤- تتكون المركبات من اتحاد ذرات العناصر المختلفة بنسب عددية بسيطة

اكتشاف أشعة المهبط

في عام 1897 أجريت تجارب على التفريغ الكهربى خلال الغازات . (جميع الغازات تحت الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة عازلة للكهرباء) . إلا أنه إذا فرغت أنبوبة زجاجية من الغاز بحيث يصبح ضغط الغاز فيها منخفض جداً فإن الغاز يصبح موصلاً للكهرباء

* a تعنى لا ، tom تعنى ينقسم (فى اللغة الإغريقية)



إذا تعرض لفرق جهد مناسب. وإذا زيد فرق الجهد بين القطبين إلى حوالي 10.000 فولت يلاحظ انطلاق سيل من الأشعة غير المنظورة من المهبط تسبب وميضاً لجدار أنبوبة التفريغ.

وسميت هذه الأشعة بأشعة المهبط Cathode rays

وقد عُرف فيما بعد أنها تتكون من دقائق، أطلق عليها اسم الإلكترونات .

أهم خواص أشعة المهبط .

- ١- تتكون من دقائق مادية صغيرة سالبة الشحنة
- ٢- تسير في خطوط مستقيمة
- ٣- لها تأثير حراري .
- ٤- تتأثر بكل من المجال الكهربى والمجال المغناطيسى .
- ٥- لا تختلف فى سلوكها أو طبيعتها باختلاف مادة المهبط أو نوع الغاز مما يثبت أنها تدخل فى تركيب جميع المواد .

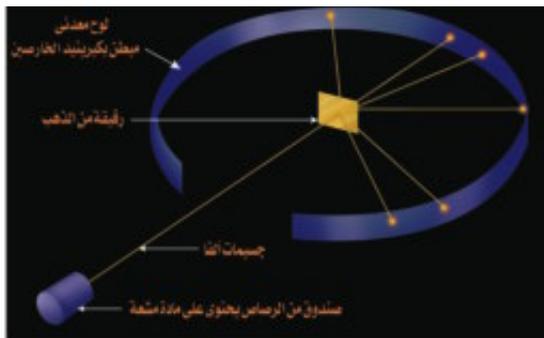
ذرة طومسون (Thomson)

استنتج طومسون (Thomson) سنة 1897 من التجارب السابقة أن :

الذرة عبارة عن كرة متجانسة من الكهرباء الموجبة - ممتور بداخلها عدد من الإلكترونات السالبة يكفى لجعل الذرة متعادلة كهربيا .

ذرة رذرفورد (Rutherford)

فى سنة 1911 أجرى جيجر وماريسدن بناء على اقتراح رذرفورد (Rutherford) تجربة رذرفورد العملية الشهيرة باستخدام الجهاز المبين بالشكل (٢-١)



شكل (٢-١)

خطوات التجربة :

- ١- سمح رذرفورد لجسيمات ألفا أن تصطدم باللوح المعدني المبطن بطبقة من كبريتيد الخارصين (يعطى وميضاً عند مكان اصطدام جسيمات ألفا) فى عدم وجود صفيحة الذهب، وتمكن من تحديد مكان وعدد جسيمات ألفا المصدمة باللوح وذلك من الومضات التى تظهر عليه .
- ٢- وضع رذرفورد صفيحة رقيقة جداً من الذهب بحيث تعترض مسار جسيمات ألفا قبل اصطدامها باللوح وخرج رذرفورد من مشاهداته بالاستنتاجات التالية :

الاستنتاج

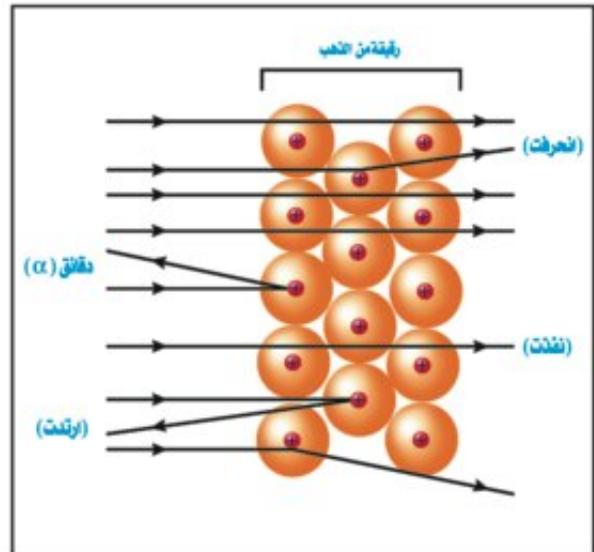
- ١- معظم الذرة فراغ وليست كرة مصمتة كما صورها كل من دالتون وطومسون
- ٢- يوجد بالذرة جزء كثافته كبيرة ويشغل حيزاً صغيراً جداً أطلق عليه نواة الذرة .
- ٣- لا بد أن تكون شحنة الجزء الكثيف فى الذرة والذى تتركز فيه معظم كتلتها مشابهة لشحنة جسيمات ألفا الموجبة لذا تنافرت معه

المشاهدة

- ١- معظم جسيمات ألفا ظهرت أثرها فى نفس المكان الأول الذى ظهرت فيه قبل وضع صفيحة الذهب .
- ٢- نسبة قليلة جداً من جسيمات ألفا لم تنفذ من غلالة الذهب وارتدت فى عكس مسارها وظهرت بعض ومضات على الجانب الآخر من اللوح .
- ٣- ظهرت بعض ومضات على جانبى الموضع الأول

شكل (٣-١)

شكل تخطيطى يوضح تجربة رذرفورد



نموذج ذرة رذرفورد :

من التجربة السابقة وتجارب أخرى لغيره من العلماء تمكن رذرفورد من وضع النموذج التالي :

١- الذرة :

رغم صغرها المتناهي فهي معقدة التركيب تشبه في تكوينها المجموعة الشمسية فهي تتركب من نواة مركزية (مثل الشمس) تدور حولها الإلكترونات (مثل الكواكب) .

٢- النواة :

أصغر كثيراً من الذرة وتوجد مسافة شاسعة بين النواة وبين المدارات الإلكترونية (أى أن الذرة ليست ممتدة) وتتركز في النواة الشحنة الموجبة ومعظم كتلة الذرة .

٣- الإلكترونات :

أ - كتلتها ضئيلة جداً إذا ما قورنت بكتلة النواة .

ب - الشحنة السالبة لجميع الإلكترونات في الذرة تساوي الشحنة الموجبة على نواتها (أى أن الذرة متعادلة كهربياً) .

ج - تدور حول النواة بسرعة كبيرة في مدارات خاصة رغم قوى الجذب المتبادلة بينها وبين النواة إلا أن قوى الجذب تتعادل مع قوى أخرى مساوية لها في المقدار ومضادة لها في الاتجاه وهي قوى الطرد المركزي .

إلا أن نظرية رذرفورد لم توضح النظام الذي تدور فيه الإلكترونات حول النواة .

طيف الانبعاث للذرات Atomic Emission Spectra

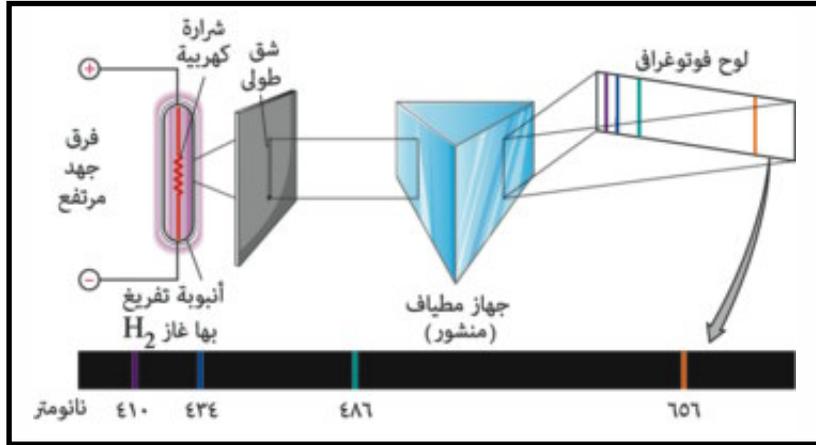
عند تسخين ذرات عنصر نقي - في الحالة الغازية أو البخارية - لدرجات حرارة مرتفعة، أو تعريضها لضغط منخفض في أنبوب التفريغ الكهربائي، ينبعث منها إشعاع، أطلق عليه طيف الانبعاث الخطي (الطيف الخطي) line spectrum ويظهر هذا الطيف عند فحصه بجهاز المطياف على هيئة عدد صغير محدد من خطوط ملونة تفصل بينها مساحات معتمة لذا يسمى بهذا الاسم .

ومما هو جدير بالذكر أن علماء الفيزياء - في ذلك الوقت - لم يتمكنوا من تفسير هذه

الظاهرة

الباب الأول : بنية الذرة

وقد وجد بالتجربة أن الطيف الخطى لأى عنصر هو خاصية أساسية ومميزة له فلا يوجد عنصران لهما نفس الطيف الخطى



الطيف الخطى لذرة الهيدروجين شكل (١ - ٤)

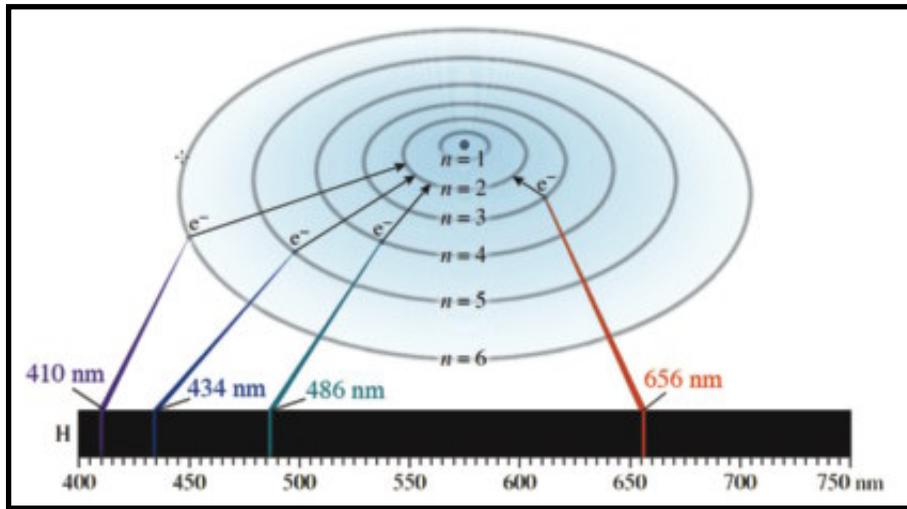
نموذج ذرة بور Bohr :

تعتبر دراسة الطيف الذرى وتفسيره هى المفتاح الذى حل لغز التركيب الذرى وهو ما قام به العالم الدانماركى (نيلز بور Neils Bohr) سنة 1913 واستحق عليه جائزة نوبل سنة 1922 .
وبدراسة طيف الانبعاث الخطى لذرات الهيدروجين تمكن بور من وضع نموذج الذرى .

فروض (بور)

- 1- استخدم (بور) بعض فروض (رذرفورد) عن تركيب الذرة وهى :
 - ١- توجد فى مركز الذرة نواة موجبة الشحنة .
 - ٢- عدد الإلكترونات السالبة يساوى عدد الشحنات الموجبة التى تحملها النواة .
 - ٣- أثناء دوران الإلكترون حول النواة تنشأ قوة طاردة مركزية تتعادل مع قوة جذب النواة للإلكترون ، ثم أضاف إلى فروض (رذرفورد) الفروض التالية :
 - ٤- تتحرك الإلكترونات حركة سريعة حول النواة دون أن تفقد أو تكتسب أى قدر من الطاقة .
 - ٥- تدور الإلكترونات حول النواة فى عدد من مستويات الطاقة المحددة والثابتة وتعتبر الفراغات الموجودة بين هذه المستويات منطقة محرمة تماما لدوران الإلكترونات .
 - ٦- للإلكترون أثناء حركته حول النواة طاقة معينة تتوقف على بعد مستوى طاقته عن النواة . وتزيد طاقة المستوى كلما زاد نصف قطره .

ويعبر عن طاقة كل مستوى بعدد صحيح يسمى عدد الكم الرئيسي
 ٧- يبقى الإلكترون في أقل مستويات الطاقة المتاحة في الحالة المستقرة ولكن إذا اكتسب
 الإلكترون قدراً معيناً من الطاقة (يسمى كوانتم أو كم) عن طريق التسخين أو التفريغ
 الكهربى تصبح الذرة مثارة وينتقل الإلكترون (مؤقتاً) إلى مستوى طاقة أعلى يتوقف
 على مقدار الكم المكتسب . ويكون الإلكترون في المستوى الأعلى في وضع غير مستقر لا
 يلبث أن يعود إلى مستواه الأصلي، ويفقد نفس الكم من الطاقة الذى كان قد اكتسبه أثناء
 إثارتة على هيئة إشعاع من الضوء له طول موجى وتردد مميز ينتج طيفا خطيا مميزا .



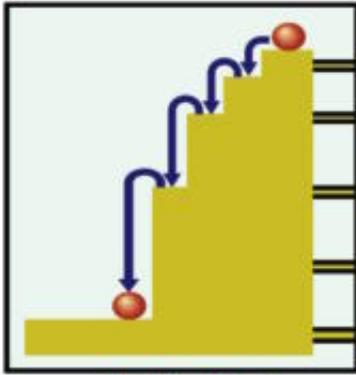
يتكون الطيف الخطى للهيدروجين من أربعة خطوط ملونة (١ - ٥)

٨- هناك كثير من الذرات تمتص كمات مختلفة من الطاقة في نفس الوقت الذى تشع فيه
 الكثير من الذرات كمات أخرى من الطاقة، ونتيجة لذلك تنتج خطوط طيفية تدل
 على مستويات الطاقة التى تنتقل الإلكترونات منها (تفسير خطوط الطيف فى ذرة
 الهيدروجين)

ومن الملاحظات التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار :

١- الكم (الكوانتم) هو مقدار الطاقة المكتسبة أو المنطلقة عندما ينتقل إلكترون من مستوى
 طاقة إلى أى مستوى طاقة آخر .

٢- أوضحت حسابات بور لأنصاف أقطار مستويات الطاقة - ومقدار طاقة كل مستوي، أن
 الفرق فى الطاقة بينها ليس متساويا - فهو يقل كلما بعدنا عن النواة - وعلى ذلك فالكم



شكل (٦-١)
يوضح تمثيل مستويات الطاقة في
الذرة كما صورها بور، بدرجات سلم.

من الطاقة اللازم لنقل الإلكترون بين مستويات الطاقة المختلفة ليس متساويا .

٢- الإلكترون لا يستقر أبدا في أية مسافة بين مستويات الطاقة إنما يقفز قفزات محددة هي أماكن مستويات الطاقة .

وقد نجح النموذج الذري الذي وضعه (بور) إلى حد بعيد فيما يلي :

أ - تفسير طيف الهيدروجين تفسيراً صحيحاً .

ب - أدخلت نظرية (بور) فكرة الكم في تحديد طاقة

الإلكترونات في مستويات الطاقة المختلفة لأول مرة .

قصور النموذج الذري لـ (بور) :

رغم الجهود العظيمة التي بذلها (بور) لوضع نموذج للتصور الذري إلا أن الحسابات الكمية لنظريته لم تتوافق مع نتائج تجريبية كثيرة، ومن أهم عيوب نظرية (بور) ما يلي :

١- النموذج الذي وضعه (بور) كان ينصب أساساً على ذرة الهيدروجين وهي أبسط نظام إلكتروني فقد فسّر بنجاح خطوط طيف الهيدروجين فقط ولكنه فشل في تفسير طيف أى عنصر آخر حتى ذرة الهيليوم التي تحتوى على إلكترونين فقط .

٢- أعتبر الإلكترون مجرد جسيم مادي سالب لم يأخذ في الاعتبار أن له أيضاً خواصاً موجية .

٣- افترض أنه يمكن تعيين كل من مكان وسرعة الإلكترون بكل دقة في نفس الوقت والواقع أن هذا يستحيل عملياً .

٤- بينت معادلات نظرية (بور) أن الإلكترون عبارة عن جسيم يتحرك في نظام دائري مستوي، وهذا يعنى أن ذرة الهيدروجين مسطحة، وقد ثبت بعد ذلك أن الذرة لها الاتجاهات الفراغية الثلاثة .

كانت هذه أسباباً كافية لإدراك قصور نظرية (بور) مما حدا بالعلماء إلى تكملة المسيرة بغرض التوصل إلى معرفة التركيب الذري كما هو في الحقيقة .

أسس النظرية الذرية الحديثة :

قامت النظرية الحديثة فى تركيب الذرة على تعديلات أساسية فى نموذج (بور) وكان أهم هذه التعديلات كما يلى :

أ - الطبيعة المزدوجة للإلكترون . ب - مبدأ عدم التأكد لـ (هايزنبرج)

ج- النظرية الميكانيكية الموجية للذرة

أ - الطبيعة المزدوجة للإلكترون Dual Nature:

اعتبرت النظريات السابقة أن الإلكترون مجرد جسيم صغير سالب الشحنة . ولكن اثبتت التجارب أن للإلكترون طبيعة مزدوجة بمعنى أنه جسيم مادي له خواص موجية .

ب - مبدأ عدم التأكد (هايزنبرج) Uncertainty Principle of Heisenberg:

افترضت نظرية (بور) أنه يمكن تحديد مكان الإلكترون وسرعته معاً بكل دقة فى نفس الوقت . وقد توصل (هايزنبرج) باستخدام ميكانيكا الكم إلى مبدأ مهم وهو أن تحديد مكان وسرعة الإلكترون معاً فى وقت واحد يستحيل عملياً، وإنما يمكننا أن نقول من المحتمل بقدر كبير أو صغير وجود الإلكترون فى هذا المكان أو ذاك . أى أن التحدث بلغة الاحتمالات هو الأقرب إلى الصواب

ج - النظرية الميكانيكية الموجية للذرة (Wave -mechanical theory of the atom)

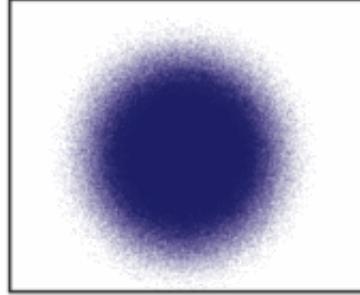
تمكن العالم النمساوى (شروذنجر Schrodinger) فى عام 1926 تأسيساً على أفكار (بلانك) و(أينشتين) و(دى براولى) و (هايزنبرج) من تأسيس النظرية الميكانيكية الموجية للذرة ومن وضع المعادلة الموجية التى يمكن تطبيقها على حركة الإلكترون فى الذرة ويمكن بحلها إيجاد مستويات الطاقة المسموح بها، ويمكن تحديد مناطق الفراغ حول النواة التى يزيد فيها احتمال تواجد الإلكترونات فى كل مستوى طاقة .

وكان من نتيجة ذلك أن تغير مفهومنا لحركة الإلكترونات حول النواة فبعد أن كنا نعرف أن الإلكترونات تسير فى مدارات محددة ثابتة والمناطق التى بين هذه المدارات تعتبر مناطق محرمة على الإلكترونات .

وقد استخدم مفهوم السحابة الإلكترونية Electron cloud للتعبير عن المنطقة من الفراغ المحيطة بالنواة، والتى يحتمل وجود الإلكترون فيها من كل الاتجاهات والأبعاد

الباب الأول : بنية الذرة

ويوجد داخل السحابة الإلكترونية مناطق يزداد احتمال تواجد الإلكترون فيها، يطلق على كل منها مصطلح الأوربيتال orbital



السحابة الإلكترونية

شكل (٧-١)

وقد أعطى الحل الرياضى للمعادلة الموجية لشروندجر أربعة أعداد سميت بأعداد الكم

أعداد الكم: Quantum numbers

يلزم لتحديد طاقة الإلكترون فى الذرات عديدة الإلكترونات معرفة قيم أعداد الكم التى تصفه وعددها أربعة وهى :

- ١- عدد الكم الرئيسى (n) الذى يصف بُعد الإلكترون عن النواة
 - ٢- عدد الكم الثانوى (l) الذى يصف أشكال السحابة الإلكترونية للمستويات الفرعية
 - ٣- عدد الكم المغناطيسى (m_l) : الذى يصف شكل ورقم الأوربيتال الذى يوجد به الإلكترون
 - ٤- عدد الكم المغزلى (m_s) : الذى يصف الدوران المغزلى للإلكترون
- ١- عدد الكم الرئيسى n Principal Quantum Number:
- أ- هو عدد سبق أن استخدمه (بور) فى تفسير طيف ذرة الهيدروجين ويرمز له بالرمز (n) ويستخدم فى تحديد ما يلى :

١- رتبة مستويات الطاقة الرئيسية أو الأغلفة الإلكترونية وعددها فى أثقل الذرات المعروفة وهى فى الحالة المستقرة ground state تساوى سبعة .

٢- عدد الإلكترونات (e) التى يتشعب بها مستوى طاقة معين تساوى ضعف مربع رقم الغلاف (2n²) حيث (n) تساوى رقم الغلاف :

2(1) ² = 2e ⁻	فـالغلاف الأول K يتشعب بـ
2(2) ² = 8e ⁻	والغلاف الثانى L يتشعب بـ
2(3) ² = 18e ⁻	والغلاف الثالث M يتشعب بـ
2(4) ² = 32e ⁻	والغلاف الرابع N يتشعب بـ

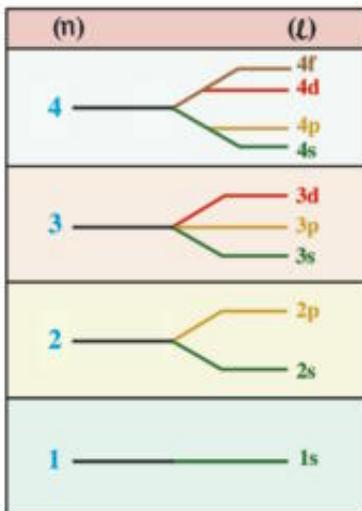
ولا ينطبق هذا القانون على مستويات الطاقة الأعلى من المستوى الرابع، فالمستوى الخامس مثلاً يمكن أن يتسع نظرياً إلى خمسين إلكترون والسابع يتسع إلى ٧٢ إلكترون وهكذا، إلا أن الذرة تصبح غير مستقرة إذا زاد عدد إلكترونات أى مستوى عن ٣٢ إلكترون .

ب - عدد الكم الرئيسي دائماً عدد صحيح ويأخذ القيم ١، ٢، ٣، ٤، ولا يأخذ قيمة zero أو قيماً غير صحيحة . وينقسم كل مستوى طاقة رئيسي إلى عدد من المستويات الفرعية (تحت المستويات) لها طاقة تحدد القيم التي يأخذها عدد يسمى عدد الكم الثانوي

٢- عدد الكم الثانوي (Subsidiary Quantum Number) ويتميز بما يلي :

- يحدد مستويات الطاقة الفرعية في كل مستوى طاقة رئيسي .
- المستوى الرئيسي يحتوى على عدد من مستويات الطاقة الفرعية يساوى رقمه
- تأخذ المستويات الفرعية الرموز والقيم الموضحة بالجدول التالي :

f	d	p	s	رموز المستويات الفرعية
3	2	1	0	قيم عدد الكم الثانوي (l) (0 : n - 1)



شكل (٨-١)

ويلاحظ اختلاف المستويات الفرعية لنفس المستوى الرئيسي عن بعضها في الطاقة اختلافاً بسيطاً شكل (٨-١) ويمكن ترتيبها حسب طاقتها كما يلي :

$$f > d > p > s$$

٢- عدد الكم المغناطيسي (m_l) Magnetic Quantum Number

ويتميز عدد الكم المغناطيسي بالآتي :

أ - يمثل عدد الكم المغناطيسي عدد الأوربيتالات التي يحتوى عليها مستوى فرعى معين واتجاهاتها الفراغية .

ب - يمثل بقيم عددية صحيحة (فردية)

تتراوح ما بين : $(-l, \dots, 0, \dots, +l)$

ويوضح الجدول المقابل قيم عدد الكم

المغناطيسي المحتملة لذرة ($n=4$)

(n)	(l)	(m_l)
1	0	0
2	0	0
	1	-1,0,+1
3	0	0
	1	-1,0,+1
	2	-2,-1,0,+1,+2
4	0	0
	1	-1,0,+1
	2	-2,-1,0,+1,+2
	3	-3,-2,-1,0,+1,+2,+3

فالمستوى الفرعى (s) له أوربيتال واحد

وشكله كروى متماثل حول النواة، أما المستوى

الفرعى (p) فهو عبارة عن ثلاثة أوربيتالات

تتخذ محاورها الاتجاهات الفراغية الثلاثة

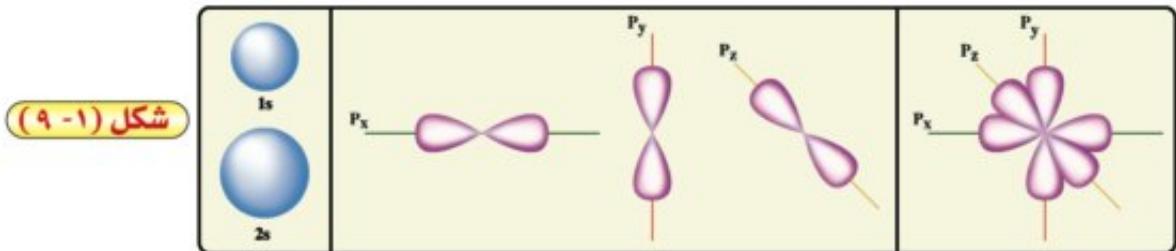
لذا يرمز لها بالرموز p_x, p_y, p_z وهى

متعامدة وتأخذ الكثافة الإلكترونية لكل

أوربيتال منها شكل كمثرتين متقابلتين عند

الرأس dumb - bells فى نقطة تنعدم عندها

الكثافة الإلكترونية شكل (٩-١) .



شكل (٩-١)

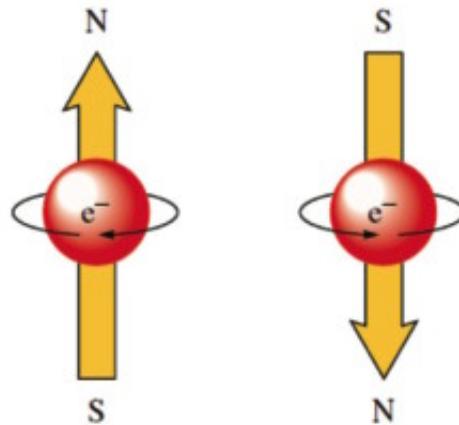
والمستوى الفرعى (d) عبارة عن خمسة أوربيتالات أما المستوى الفرعى (f) فهو عبارة عن

سبعة أوربيتالات .

٤- عدد الكم المغزلي (Spin Quantum Number (m_s):

لا يتسع أي أوربيتال لأكثر من إلكترونين يدور كل منهما حول محوره، وذلك أثناء دورانه حول النواة (ويمكن تخيل ذلك لو تصورنا دوران الأرض حول نفسها أثناء دورانها حول الشمس)

وبالرغم من أن إلكترونى الأوربيتال الواحد يحملان نفس الشحنة السالبة فقد يتبادر إلى الذهن أنهما قد يتنافران، إلا أن ما يحدث فعلا هو أنه نتيجة لدوران الإلكترون حول محوره فى اتجاه معين يتكون له مجال مغناطيسى يعاكس اتجاه المجال الناشئ عن دوران الإلكترون الآخر حول محوره ويقال أن الإلكترونين فى حالة ازدواج paired، ويرمز لذلك بالرمز ($\uparrow\downarrow$) شكل (١٠-١).



شكل (١٠-١) غزل إلكترونى الأوربيتال الواحد

ويلاحظ الآتى على عدد الكم المغزلي :

يحدد عدد الكم المغزلي (m_s) نوعية حركة الإلكترون المغزلية فقد تتخذ الحركة اتجاه عقربى الساعة (\uparrow) وتكون قيمة (m_s) له $(+\frac{1}{2})$ أو عكسها (\downarrow)، وتكون قيمة (m_s) له $(-\frac{1}{2})$

العلاقة بين رقم المستوى الأساسى والمستويات الفرعية والأوربيتالات :

١- عدد المستويات الفرعية تساوى رقم المستوى المنتمى له، فالمستوى الأول له مستوى فرعى واحد والمستوى الثانى له مستويين فرعيين .. إلخ .

٢- عدد الأوربيتالات فى المستوى الأساسى تساوى مربع رقم المستوى n^2 ، فالمستوى الثانى له

الباب الأول : بنية الذرة

أربعة أوربيتالات هي :

$2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z$ ، والمستوى الثالث له تسعة أوربيتالات هي، واحد في المستوى $3s$ وثلاثة في المستوى الفرعي $3p$ وخمسة في المستوى الفرعي $3d$

٣- عدد الإلكترونات التي يمكن أن يتسع لها المستوى الأساسي تساوي ضعف مربع رقم المستوى $2n^2$. فالمستوى الثاني يتسع لثمانية إلكترونات تتوزع كالتالي :

$$2s^2, 2p_x^2, 2p_y^2, 2p_z^2$$

ويمكن تلخيص أعداد الكم للإلكترونات حتى مستوى الطاقة الثالث كما في الجدول

الآتي:

مستوى الطاقة الرئيسي	عدد الكم الرئيسي (n)	عدد الكم الثانوي (l)	عدد الكم المغناطيسي $(ml) = 2l + 1$
K	1	* يحدد مستويات الطاقة الفرعية.	* يحدد عدد أوربيتالات مستوى الطاقة الفرعي.
		* عدد المستويات الفرعية = رقم المستوى الرئيسي.	* عدد الأوربيتالات.
L	2	s = 1	s = 1
		p = 3	p = 3
		d = 5	d = 5
M	3	f = 7	f = 7
		1s	1s
		2s	2s
		2p	$2p_x, 2p_y, 2p_z$
M	3	3s	3s
		3p	$3p_x, 3p_y, 3p_z$
		3d	$3d_{xy}, 3d_{yz}, 3d_{zx}, 3d_{x^2-y^2}, 3d_{z^2}$

قواعد توزيع الإلكترونات:

هناك ثلاثة قواعد مهمة يتم على أساسها توزيع الإلكترونات في الذرة وهي :

١- مبدأ باولي للاستبعاد Pauli exclusion principle

m_s	m_l	l	n	أعداد الكم الأربعة
$+\frac{1}{2}$	0	0	3	الإلكترون الأول
$-\frac{1}{2}$	0	0	3	الإلكترون الثاني

ينص مبدأ باولي على أن لا يتفق إلكترونين في ذرة واحدة في نفس أعداد الكم الأربعة ويوضح الجدول المقابل اتفاق إلكترونين المستوى الفرعي 3s في قيم أعداد الكم (l, m_l)

(n) واختلافها في قيمتي عدد الكم المغزلي (m_l)

٢- مبدأ البناء التصاعدي Auf-bauprinciple

رأينا أن كل مستوى طاقة يمكن أن يحتوي على عدد من مستويات الطاقة الفرعية التي تختلف عن بعضها اختلافاً طفيفاً في الطاقة، لذا يكون الترتيب الحقيقي للطاقة في الذرة هو حسب ترتيب مستويات الطاقة الفرعية .

وينص مبدأ البناء التصاعدي على أنه :

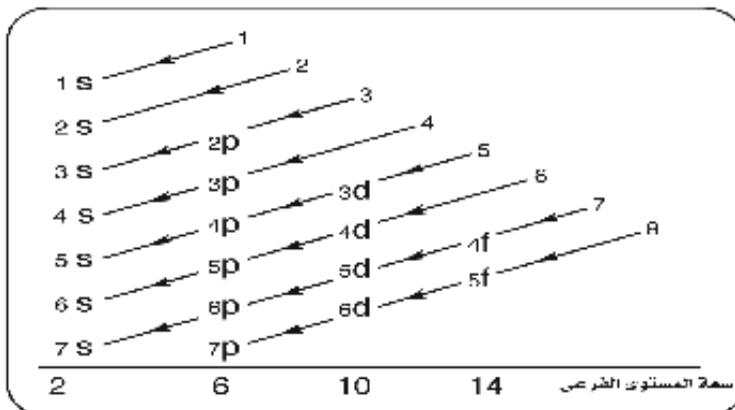
(لا بد للإلكترونات أن تملأ المستويات الفرعية ذات الطاقة المنخفضة أولاً ثم المستويات

الفرعية ذات الطاقة الأعلى)

تترتب المستويات الفرعية تصاعدياً كما يلي :

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < \dots$$

ويوضح شكل (١-١١) صورة مبسطة لطريقة ملء مستويات الطاقة الفرعية وذلك تبعاً لاتجاه



السهم .

طاقة 4s

$$(n + l) = 4s$$

$$(n + l) = 4 + 0 = 4$$

طاقة 3d

$$(n + l) = 3 + 2 = 5$$

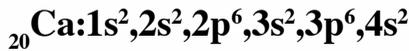
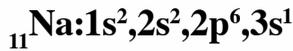
طاقة 4s > طاقة 3d

شكل (١-١١)

تدريب : بين التوزيع الإلكتروني للذرات الآتية حسب مبدأ البناء التصاعدي :



الحل



٣- قاعدة هوند Hund's rule:

وتنص قاعدة هوند على أنه لا يحدث ازدواج بين إلكترونين في مستوى فرعى معين إلا بعد أن تشغل أوربيتالاته فرادى أولاً .

فعند كتابة التوزيع الإلكتروني لذرة النيتروجين وعددها الذري (7) نجد أن المستوى الفرعي (2p) يحتوى على ثلاث إلكترونات وكما نعلم أن المستوى الفرعى (2p) يحتوى على ثلاثة أوربيتالات وهى متساوية فى الطاقة فكيف تتوزع الإلكترونات الثلاثة بين الأوربيتالات الثلاثة؟ تبعا لقاعدة هوند نجد أن كل إلكترون يشغل أوربيتالا مستقلا لأن ذلك أفضل له من جهة الطاقة، لأنه عند ازدواج الكترونين فى أوربيتال واحد، وبالرغم من أن غزلهما معاكس إلا أن هناك قوى تنافر بينهما تعمل على تقليل استقرار الذرة (زيادة طاقتها)، ويلاحظ أن الحركة المغزلية المفردة تكون فى اتجاه واحد لأن هذا الوضع يعطى الذرة أكبر قدر ممكن من الاستقرار .

أما فى ذرة الأكسجين - فنجد أن المستوى الفرعى (2p) به أربعة إلكترونات تتوزع ثلاثة منها أولاً على الثلاثة أوربيتالات (2p) وذلك حسب قاعدة هوند أما الإلكترون الرابع فأمامه احتمالين . إما أن يدخل أحد الأوربيتالات الثلاثة السابقة ويزدوج مع أى إلكترون موجود فيها وهناك سيعانى من التنافر مع الإلكترون الموجود أصلاً وإما أن يصعد إلى المستوى الفرعى التالى وهو (3s) ذو الطاقة الأعلى من (2p) إلا أنه لا يزال من الأفضل من جهة الطاقة لأى إلكترونين لهما غزل متضاد أن يزدوجا فى نفس الأوربيتال عن أن ينتقل أحدهما إلى المستوى الفرعى التالى الأعلى فى الطاقة .

ويوضح المثال الآتى التوزيع الإلكتروني لذرة النيتروجين ${}_{7}\text{N}$ حسب قاعدة هوند:



التقويم

السؤال الاول :

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

- ١- أول من وضع تعريف للعنصر هو
 - أ- دالتون
 - ب- رذرفورد
 - ج- بويل
 - د- طومسون
- ٢- المادة تتكون من مكونات أربعة (الماء والهواء والتراب والنار) تبني هذه الفكرة
 - أ- بور
 - ب- رذرفورد
 - ج- دالتون
 - د- أرسطو
- ٣- ما يثبت أن أشعة المهبط (cathode rays) تدخل في تركيب جميع المواد أنها
 - أ- ذات تأثير حرارى
 - ب- تسير في خطوط مستقيمة
 - ج- تتكون من دقائق مادية صغيرة
 - د- لا تختلف في سلوكها أو طبيعتها باختلاف مادة المهبط أو نوع الغاز
- ٤- تتكون أشعة المهبط من دقائق، أطلق عليها اسم
 - أ- جسيمات ألفا
 - ب- الإلكترونات
 - ج- الذرات
 - د- المدارات
- ٥- مبدأ عدم التأكد توصل إليه
 - أ- شرودنجر
 - ب- دي براولى
 - ج- هايزنبرج
 - د- أينشتين
- ٦- الأحرف s, p, d, f ترمز إلى
 - أ- مستويات الطاقة الأساسية
 - ب- مستويات الطاقة الفرعية
 - ج- عدد الأوربيتالات التي يحتوى عليها المستوى الفرعى
 - د- عدد الإلكترونات المفردة فى المستوى الفرعى الواحد
 - ٧- عدد الكم الذى يحدد نوعية حركة الإلكترون هو
 - أ- عدد الكم الرئيسى
 - ب- عدد الكم الثانوى
 - ج- عدد الكم المغناطيسى
 - د- عدد الكم المغزلى
 - ٨- أيهم يمثل التركيب الإلكتروني للنيتروجين طبقا لقاعدة هوند
 - أ- 2,5
 - ب- $1S^2, 2S^2, 2P^3$
 - ج- $1S^2, 2S^2, 2P^1_x, 2P^1_y, 2P^1_z$
 - د- $1S^2, 2S^1, 2P^4$

٩- عند تسخين الغازات أو أبخرة المواد تحت ضغط منخفض إلى درجات حرارة عالية

أ - تمتص ضوءاً ب - تشع ضوءاً

ج- تطلق أشعة جاما د - تطلق أشعة ألفا

١٠- إذا امتص الإلكترون كمًا من الطاقة فإنه

أ - ينتقل إلى جميع مستويات الطاقة الأعلى

ب - ينتقل إلى مستوى الطاقة الأعلى الذى يتناسب مع كم الطاقة الممتص .

ج- ينتقل إلى أى مستوى طاقة أقل .

د - ينتقل إلى مستوى الطاقة الأقل الذى يتناسب مع كم الطاقة الممتص .

١١- يبين عدد الكم المغناطيسى (m_l)

أ - رقم المستوى الأساسى فى الذرة .

ب - عدد المستويات الفرعية .

ج- عدد الأوربيتالات وأشكالها فى المستوى الفرعى .

د - عدد الإلكترونات فى الأوربيتالات واتجاهاتها .

١٢- عدد أوربيتالات المستوى الفرعى ($3d$) تساوي

أ- 5 ب- 4 ج- 6 د- 7

١٣- عدد أوربيتالات مستوى الطاقة الرئيسى (n) يساوى

أ- $2n^2$ ب- $3n^2$ ج- n^2 د- $(n-1)$

١٤- أقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يشغل مستوى طاقة عدد كمي الرئيسى (n)

هو.....

أ- $2n$ ب- n^2 ج- $2n^2$ د- $(2n)^2$

١٥- ترتب المجموعة الآتية من مستويات الطاقة الفرعية حسب الزيادة فى طاقتها

كالاتى:.....

أ- $3s < 3p < 4d < 4s$ ب- $3s < 4p < 3d < 4f$

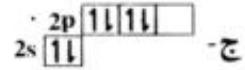
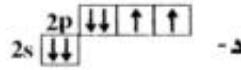
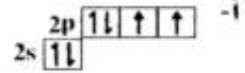
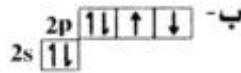
ج- $3s < 3p < 3d < 4s$ د- $3s < 3p < 4s < 3d$

١٦- أوربيتالات مستوى الطاقة الفرعى الواحد تكون

أ- مختلفة فى الطاقة ب- متساوية فى الطاقة .

ج- مختلفة في الشكل د- (أ، ج معا)

١٧- إحدى هذه المخططات تبين التوزيع الإلكتروني الصحيح في المستوى الأخير لذرة الأكسجين:



السؤال الثاني:

- من خلال تجربة رذرفورد ومشاهداته- اكتب ما يفسر الاستنتاجات التالية :

أ- معظم الذرة فراغ وليست كرة مصمتة.

ب- يوجد بالذرة جزء كثافته كبيرة ويشغل حيزاً صغيراً جداً (نواة الذرة).

ج- لا بد أن تكون شحنة الجزء الكثيف في الذرة والذي تتركز فيه معظم كتلتها مشابها

لشحنة جسيمات ألفا الموجبة.

السؤال الثالث:

وضح كيف يمكن الحصول على أشعة المهبط؟

السؤال الرابع:

اكتب احتمالات أعداد الكم الأربعة للإلكترون الأخير في ذرات العناصر الآتية :

ج- الصوديوم $_{11}\text{Na}$

ب- الفلور $_9\text{F}$

أ- البورون $_5\text{B}$

السؤال الخامس:

- وضح تصور طومسون لبنية الذرة؟

السؤال السادس:

ما قيم (l) الممكنة عندما يكون $(n=3)$ ؟

السؤال السابع:

- ما المقصود بكل من :

ب- الطبيعة المزدوجة للإلكترون

أ- السحابة الإلكترونية

د- قاعدة هوند

ج- مبدأ البناء التصاعدي

هـ مبدأ عدم التأكد لهايزنبرج و- قاعدة باولي للاستبعاد

السؤال الثامن :

اكتب التوزيع الإلكتروني للذرات الآتية تبعا لمبدأ البناء التصاعدي :

أ - ^{35}Br ب - ^{30}Zn ج - ^{26}Fe

د - ^{10}Ne هـ - ^{20}Ca و - ^{11}Na

السؤال التاسع :

- علل لما يأتي :

١- الطيف الخطي لأي عنصر هو خاصية أساسية ومميزة له .

٢- الإلكترون له طبيعة مزدوجة .

٣- الذرة متعادلة كهربيا .

٤- تفضل الإلكترونات أن تشغل الأوربيتالات مستقلة قبل أن تزوج في المستوى الفرعي

الواحد .

٥- يتشبع مستوى الطاقة الفرعي (p) بستة إلكترونات بينما يتشبع مستوى الطاقة الفرعي

(d) بعشرة إلكترونات .

السؤال العاشر :

أيا من أعداد الكم الآتية لأحد الإلكترونات تتضمن خطأ؟ مع تعليل إجابتك

$$(a) n = 3, \ell = 2, m_\ell = -1, m_s = +\frac{1}{2}$$

$$(b) n = 4, \ell = 3, m_\ell = -2, m_s = +\frac{1}{2}$$

$$(c) n = 1, \ell = 1, m_\ell = 1, m_s = -\frac{1}{2}$$

السؤال الحادي عشر :

اكتب قيم (ℓ)، (m_ℓ) المحتملة للإلكترون عدد كمي الرئيسي ($n=2$)

الباب الثاني

الجدول الدوري وتصنيف العناصر

الأهداف

فى نهاية دراسة الطالب لباب الجدول الدورى وتصنيف العناصر ينبغى أن يكون قادراً على أن :

- يصف الجدول الدورى .
- يرتب المستويات الفرعية طبقاً لمبدأ البناء التصاعدي .
- يستنتج نوع العنصر من خلال موقعه فى الجدول الدورى وخواصه .
- يحسب نصف قطر الذرة بمعلومية طول الرابطة .
- يفسر سبب تقلص نصف قطر الذرة كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين فى الدورة .
- يحدد اسم وموقع الأربعة فئات فى الجدول الدورى .
- يناقش العلاقة بين التركيب الإلكترونى فى المجموعة ورقم المجموعة .
- يعرف نصف قطر الذرة - طاقة التأين - الميل الإلكترونى والسالبية الكهربائية .
- يقارن بين الميل الإلكترونى والسالبية الكهربائية .
- يحدد موقع كل من الفلزات واللافلزات فى الجدول الدورى .
- يوجد العلاقة بين نصف القطر وكل من جهد التأين والميل الإلكترونى فى الفلزات واللافلزات
- يفسر العلاقة بين العدد الذرى وكل من الصفة القاعدية والحمضية
- يفسر عملية تأين المركبات الهيدروكسيلية كحمض أو كقاعدة .
- يحسب عدد تأكسد الذرة فى مركب .
- يبين التأكسد والاختزال فى تفاعلات مختلفة .

أ- عناصر الفئة (s) : (s)- Block

تشغل المنطقة اليسرى من الجدول وتحتوى على العناصر التي تقع إلكتروناتها الخارجية فى المستوى الفرعى (s) وهى عناصر المجموعتين - (1A) وتركيبها (ns^1) ، (2A) وتركيبها (ns^2) ، حيث (n) هو رقم مستوى الطاقة الأخير ورقم الدورة فى نفس الوقت.

ب- عناصر الفئة (p) : (p)- Block

وتشغل المنطقة اليمنى من الجدول، وتحتوى على العناصر التي تقع إلكتروناتها الخارجية فى المستوى الفرعى (p) وهى عناصر المجموعات (7A)، (6A)، (5A)، (4A)، (3A) والمجموعة الصفرية (الغازات النبيلة) وتركيب عناصر الفئة (P)، هو (np^1) فى المجموعة الثالثة، (np^2) فى المجموعة الرابعة ثم يتتابع امتلاء المستوى الفرعى (p) حتى يتشبع فى المجموعة الصفرية ويصبح (np^6)

وتسمى عناصر المجموعات للفئتين (s)، (p) بالعناصر الممثلة Representative elements وتشمل كل المجموعات (A).

ج- عناصر الفئة (d) : (d)- Block

وتشغل المنطقة الوسطى من الجدول، وتحتوى على العناصر التي تقع إلكتروناتها الخارجية فى المستوى الفرعى (d)، وحيث أنه يتسع لعشرة إلكترونات لذا نجد أنها تتكون من عشرة صفوف رأسية سبعة منها تخص المجموعات - (B) وثلاثة صفوف لعناصر المجموعة الثامنة وتسمى عناصر الفئة (d) بالعناصر الانتقالية transition elements وتقسم حسب رقم مستوى الطاقة الأخير أو الدورة إلى ثلاث سلاسل هي :

١- السلسلة الانتقالية الأولى : ويتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى 3d وتشمل العناصر من الإسكانديوم (Sc) حتى الإخارصين (Zn) وتقع فى الدورة الرابعة.

٢- السلسلة الانتقالية الثانية: ويتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى (4d) وتشمل العناصر من اليوتيريوم (Y) حتى الكادميوم (Cd) وتقع فى الدورة الخامسة.

٣- السلسلة الانتقالية الثالثة : ويتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى (5d) وتشمل العناصر من اللانثانيوم (La) حتى الزئبق (Hg) وتقع فى الدورة السادسة.

د- عناصر الفئة (f) : (f)- Block

ويتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى (f) الذى يستوعب 14 إلكترونًا وتتكون من سلسلتين

هما سلسلة اللانثانيدات وسلسلة الأكتينيدات

١- سلسلة اللانثانيدات: Lanthanides

ويتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (4f)، لذا تتكون من أربعة عشر عنصراً، ويلاحظ أن مستوى التكافؤ الخارجى لجميع هذه العناصر هو ($6s^2$). لذا فعناصرها شديدة التشابه بحيث يصعب فصلها عن بعضها ولذا سميت بعناصر الأكاسيد النادرة (rare earths) وهى تسمية خاطئة.

٢- سلسلة الأكتينيدات : Actinides

ويتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (5f)، وهى تتكون من أربعة عشر عنصراً، وجميعها عناصر مشعة وأنويتها غير مستقرة، وتعرف عناصر الفئة (f) عموماً بالعناصر الانتقالية الداخلية، وغالبا ما تفصل تحت الجدول لكى لا يكون طويلاً جداً. وهذا يؤكد إمكانية فصل عناصر الجدول إلى فئات.

مما سبق يتبين أنه يمكن تمييز عناصر الجدول الدورى الطويل إلى أربعة أنواع هى :

١- العناصر النبيلة:

وهى عناصر الصف الرأسى الأخير من الفئة (p) (المجموعة الصفيرية أو 18) وتركيبها الإلكترونى (np^6) ما عدا الهيليوم $1s^2$ ، وهى تتميز بامتلاء جميع مستويات الطاقة بالإلكترونات، لذا فهى عناصر مستقرة تماماً وتكون مركبات بغاية الصعوبة.

٢- العناصر الممثلة:

وهى عناصر الفئة (s) وعناصر الفئة (p) ما عدا عناصر المجموعة الصفيرية، وتتميز العناصر الممثلة بامتلاء جميع مستويات الطاقة بالإلكترونات ما عدا مستوى الطاقة الأخير، وتميل إلى الوصول إلى التركيب (ns^2-np^6) لمستوياتها الخارجية وذلك بفقد أو اكتساب إلكترونات أو بالمشاركة.

٣- العناصر الانتقالية الرئيسية:

هى عناصر الفئة (d)، حيث يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (d).

٤- العناصر الانتقالية الداخلية:

هى عناصر الفئة (f) حيث يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (f).

وصف الجدول الدوري

- يتكون الجدول الدوري الطويل من 18 مجموعة رأسية وسبعة دورات أفقية.
 - رتبت فيه العناصر ترتيباً تصاعدياً حسب الزيادة في العدد الذري.
 - يزيد كل عنصر عن العنصر الذي يسبقه في نفس الدورة بالكثرون واحد.
 - تبدأ كل دورة بملء مستوى طاقة جديد بالكثرون واحد ويتتابع ملء المستويات الفرعية التي في نفس الدورة حتى نصل إلى العنصر الأخير وهو الغاز الخامل.
 - في المجموعات الرأسية، عناصر المجموعة الواحدة تتشابه في التركيب الإلكتروني لمستوى الطاقة الأخير فيما عدا عدد الكم الأساسي (n).
- ويوضح الجدول التالي التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر مرتبة طبقاً للأعداد الذرية حتى رقم ٣٠:

التوزيع الإلكتروني للعناصر الأولى في الجدول الدوري								
		1	2	3	4	5	6	7
Z	Element	s	sp	s p d	s p d f	s p d f	s p d f	s
1	H	1						
2	He	2						
3	Li	2	1					
4	Be	2	2					
5	B	2	2	1				
6	C	2	2	2				
7	N	2	2	3				
8	O	2	2	4				
9	F	2	2	5				
10	Ne	2	2	6				
11	Na	2	2	6	1			
12	Mg	2	2	6	2			
13	Al	2	2	6	2	1		
14	Si	2	2	6	2	2		
15	P	2	2	6	2	3		
16	S	2	2	6	2	4		
17	Cl	2	2	6	2	5		
18	Ar	2	2	6	2	6		
19	K	2	2	6	2	6		1
20	Ca	2	2	6	2	6		2
21	Sc	2	2	6	2	6	1	2
22	Ti	2	2	6	2	6	2	2
23	V	2	2	6	2	6	3	2
24	Cr	2	2	6	2	6	5	1
25	Mn	2	2	6	2	6	5	2
26	Fe	2	2	6	2	6	6	2
27	Co	2	2	6	2	6	7	2
28	Ni	2	2	6	2	6	8	2
29	Cu	2	2	6	2	6	10	1
30	Zn	2	2	6	2	6	10	2

تدرج الخواص في الجدول الدوري :

بعد دراستنا لترتيب العناصر في الجدول الدوري الطويل ومعرفة التركيب الإلكتروني للعنصر في الجدول الطويل ومعرفة العلاقة بين التركيب الإلكتروني للعنصر ووضعه في الجدول سنستعرض فيما يلي تدرج الخواص الفيزيائية والكيميائية في الدورات الأفقية وفي المجموعات الرأسية وعلاقة هذه الخواص بالتركيب الإلكتروني للعناصر. وسنركز اهتمامنا في هذه الدراسة على تدرج الخواص في العناصر الممثلة وهي عناصر الفنتين (s)، (p) وسنترك دراسة تدرج خواص العناصر الانتقالية لتبحث في مجال آخر.

١- نصف قطر الذرة : Atomic radius

أظهرت النظرية الموجية أنه لا يمكن تحديد موقع الإلكترون حول النواة بالضبط، لذا يكون من الخطأ أن نعرف نصف قطر الذرة بأنه المسافة من النواة إلى أبعد إلكترون، وبدلاً من ذلك يعرف نصف قطر الذرة بأنه :

نصف المسافة بين مركزي ذرتين متماثلتين في جزئ ثنائي الذرة

وتسمى المسافة بين نواتي ذرتين متحديتين بطول الرابطة وتقدر بوحدة الأنجستروم Å

نصف القطر الذري التساهمي	طول الرابطة بالأنجستروم	الجزئ
0.30	0.60	H.H
0.64	1.28	F.F
0.99	1.98	Cl.Cl
1.14	2.28	Br.Br
1.33	2.66	I-I

تدريب: إذا كان طول الرابطة في جزئ الكلور
(Cl - Cl) 1- 98 Å

وطول الرابطة بين ذرة الكربون وذرة الكلور
 $1.76 \text{ Å} = (\text{C}-\text{Cl})$ احسب نصف قطر ذرة الكربون

الحل : نصف قطر ذرة الكلور (Cl) = $\frac{\text{طول الرابطة في جزئ الكلور}}{2}$

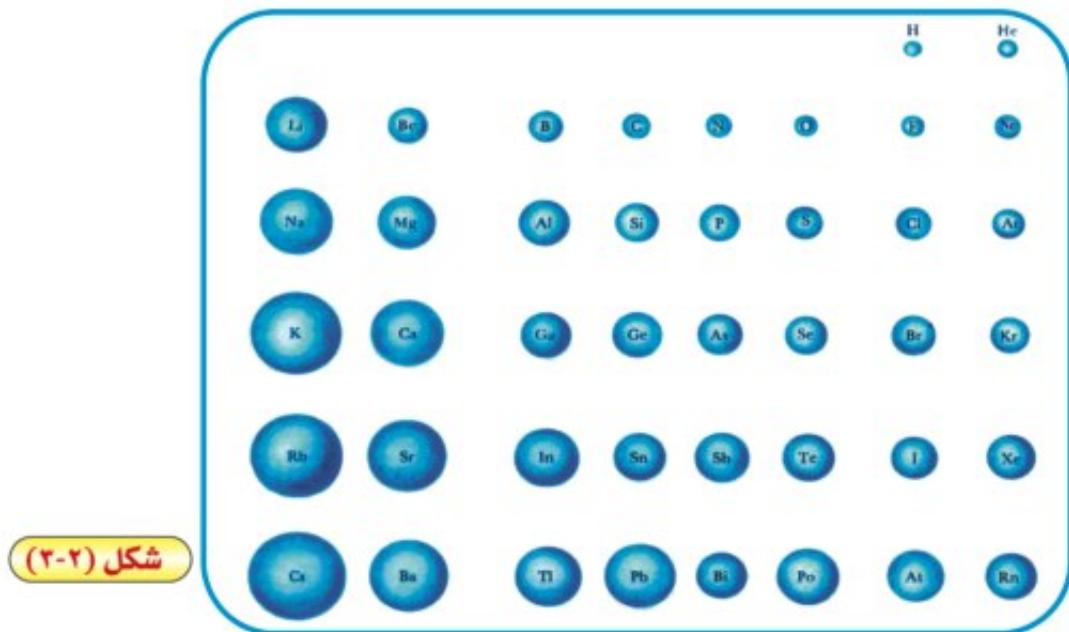
$$r(\text{Cl}) = \frac{1.98}{2} = 0.99 \text{ Å}$$

نصف قطر ذرة الكربون = طول الرابطة بين الكلور والكربون - نصف قطر ذرة الكلور

$$r(\text{C}) = 1.76 - 0.99 = 0.77 \text{ Å}$$

أما في البلورات الأيونية التي تتكون من أيونات موجبة وأيونات سالبة مثل بلورة كلوريد الصوديوم فيمكن قياس المسافة بين مركزي الأيونين في وحدة الصيغة بنفس الطريقة السابقة، وهي بالتالي تساوي مجموع نصف القطرين لهما، ويسمى نصف القطر المقاس حينئذ بنصف القطر الأيوني. ويعتمد نصف القطر الأيوني على عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة.

ويوضح الشكل (٢-٣) تدرج أنصاف الأقطار التساهمية للعناصر غير الانتقالية في الجدول الدوري.



ولو استعرضنا أنصاف الأقطار في الشكل السابق نلاحظ ما يلي:

أ- في الدورات (الأفقية):

نلاحظ أن قيم أنصاف أقطار الذرات تقل كلما اتجهنا ناحية اليمين (أي بدأنا من المجموعة الأولى واتجهنا إلى المجموعة الصفراء)، ويرجع ذلك لزيادة شحنة النواة الفعالة (effective nuclear charge) تدريجياً، والتي تُعرف بأنها شحنة النواة الفعلية التي يتأثر بها إلكترون ما في ذرة ما. وتكون الشحنة الفعالة دائماً أقل من شحنة النواة (عدد البروتونات) نتيجة لقيام الإلكترونات الداخلية بالمدار المكتمل core electrons بحجب جزء

الباب الثانى : الجدول الدورى وتصنيف العناصر

من تلك الشحنة عن الإلكترون موضع الدراسة، فيزداد جذب إلكترونات التكافؤ مما يؤدي إلى تقلص نصف قطر الذرة. أى أن أكبر الذرات حجماً فى الدورة الواحدة هى ذرات عناصر المجموعة الأولى، وأصغرها حجماً هى ذرات عناصر المجموعة السابعة (الهالوجينات) .
ب- فى المجموعات (الرأسية) :

يزداد نصف القطر الذرى كلما اتجهنا رأسياً إلى أسفل فى نفس المجموعة أى بزيادة العدد الذرى . ويرجع ذلك إلى ما يلى :

- 1- زيادة عدد مستويات الطاقة فى الذرة .
- 2- مستويات الطاقة الممتلئة تعمل على حجب تأثير النواة على الإلكترونات الخارجية .
- 3- زيادة التنافر بين الإلكترونات وبعضها .

تدريب : كيف تفسر التغيير فى أنصاف أقطار الأيونات عن أنصاف أقطار

الذرات فى عناصر الصوديوم والكلور والحديد المبينة فى الجدول الآتى :

Cl	Cl	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Fe	Na^{+}	Na	الذرة أو الأيون
1.81	0.99	0.60	0.75	1.17	0.95	1.57	نصف القطر بالأنجستروم
17	17	26	26	26	11	11	عدد البروتونات
18	17	23	24	26	10	11	عدد الإلكترونات

الحل :

فى حالة الفلزات مثل الصوديوم يقل نصف قطر الأيون الموجب عن نصف قطر الذرة وذلك لزيادة شحنة النواة الفعالة فى حالة الأيون ، وكلما زادت شحنة الأيون كما فى الحديد +2 ، الحديد +3 يقل نصف قطر الأيون الموجب عن نصف قطر الذرة ، وذلك لزيادة عدد البروتونات عن عدد الإلكترونات وفى حالة اللافلزات مثل الكلور فيزداد نصف قطر الأيون السالب عن نصف قطر الذرة وذلك لزيادة عدد الإلكترونات عن عدد البروتونات (هل تعرف لعبة شد الحبل ؟) .

وسنتناول بالدراسة تدرج بقية الخواص الفيزيائية مثل درجات الانصهار والغليان والكثافة بعد ذلك عند دراسة مجموعات العناصر فى الجدول الدورى .

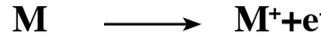
٢- جهد التأين (طاقة التأين) : (Ionization Potential - (Ionization Energy)

إذا اكتسبت الذرة كمية معينة من الطاقة فإن الإلكترونات تثار وتنتقل إلى مستويات طاقة أعلى أما إذا كانت كمية الطاقة كبيرة نسبيا فإنها تطرد أضعف الإلكترونات ارتباطا بنواة الذرة وتصبح الذرة أيونا موجبا ويعرف جهد التأين كما يلى :

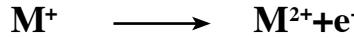
جهد التأين : مقدار الطاقة اللازمة لإزالة أو فصل أقل الإلكترونات ارتباطاً بالذرة المفردة وهى فى الحالة الغازية .

وحيث أنه من الممكن إزالة إلكترون أو اثنين أو ثلاثة من الذرة فهناك جهد التأين الأول والثانى والثالث .. الخ

جهد التأين الأول : تكون نتيجته تكوين أيون يحمل شحنة موجبة واحدة



جهد التأين الثانى : تكون نتيجته تكوين أيون يحمل شحنتين موجبتين .



ويتدرج جهد التأين الأول فى الجدول الدورى على النحو الآتى :

أ- فى الدورات : تزداد قيم جهد التأين كلما اتجهنا ناحية اليمين بسبب زيادة شحنة النواة الفعالة وكذلك نقص نصف قطر الذرة ، مما يؤدي إلى زيادة قوة جذب النواة للإلكترونات التكافؤ فتحتاج إلى طاقة كبيرة لفصلها عن الذرة . أى أن جهد التأين يتناسب عكسيا مع نصف قطر الذرة .

ب- فى المجموعات : يقل جهد التأين رأسيا فى المجموعة الواحدة بزيادة العدد الذرى وذلك لأنه بزيادة عدد الأغلفة الإلكترونية يزداد نصف قطر الذرة ، وبالتالي تقل قوة جذب النواة للإلكترونات التكافؤ فتقل الطاقة اللازمة لإزالتها

ج- يلاحظ أن جهد التأين الأول للغازات النبيلة فى المجموعة الصفرية مرتفع جدا وذلك لاستقرار نظامها الإلكتروني ، إذ يصعب إزاحة إلكترون من مستوى طاقة مكتمل .

د- يزداد جهد التأين الثانى عن جهد التأين الأول لزيادة شحنة النواة الفعالة ويزداد جهد

الباب الثانى : الجدول الدورى وتصنيف العناصر

التأين الثالث زيادة كبيرة جداً إذ يتسبب ذلك فى كسر مستوى طاقة مكتمل فى بعض العناصر

ويبين ذلك جهود تأين الماغنسيوم ^{12}Mg



٣- الميل الإلكتروني Electron Affinity

ذكرنا أن خروج إلكترون من الذرة للتحويل إلى أيون موجب يحتاج إلى طاقة هى جهد التأين . وبالمقابل إذا اكتسبت ذرة إلكتروننا للتحويل إلى أيون سالب فإن ذلك يكون مصحوباً بانطلاق طاقة . وعلى ذلك يمكن تعريف الميل الإلكتروني كما يلي :

الميل الإلكتروني ، مقدار الطاقة المنطلقة عندما تكتسب الذرة المفردة الغازية إلكترونًا

ويمن توضيح ذلك بالمعادلة .



ويتدرج الميل الإلكتروني فى الجدول الدورى كما يلي :

- ١- يقل الميل الإلكتروني فى المجموعة الواحدة بزيادة العدد الذرى ويرجع ذلك إلى زيادة الحجم الذرى وبالتالي يقل جذب النواة للإلكترون
- ٢- يزداد الميل الإلكتروني أفقياً فى الدورات كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين ، أى بزيادة العدد الذرى . ويرجع سبب ذلك إلى صغر الحجم الذرى تدريجياً مما يسهل على النواة جذب الإلكترون الجديد وقيم الميل الإلكتروني لغاز النيون والبريليوم والنيتروجين تقترب من الصفر ويرجع عدم الانتظام فى حالة البريليوم لأن تحت مستوياته ممتلئة $(1S^2)(2S^2)$ فتكون الذرة مستقرة ، وفى النيتروجين نجد أن المستوى الفرعى $(2P)$ به ثلاثة إلكترونات أى نصف ممتلئ ، والامتلاء النصفى يعطى بعض الاستقرار للذرة ، أما فى حالة ذرة النيون فجميع مستوياتها الفرعية ممتلئة ويعطى هذا استقراراً كبيراً للذرة .
- ٣- تكون قيم الميل الإلكتروني كبيرة عندما يعمل الإلكترون المكتسب على ملء مستوى طاقة فرعى أو جعله نصف ممتلئ ، وكلاهما يساعد على استقرار الذرة .
- ٤- الميل الإلكتروني للفلور -328 kJ/mol ، هو أقل من الميل الإلكتروني للكلور -348.6 kJ/mol

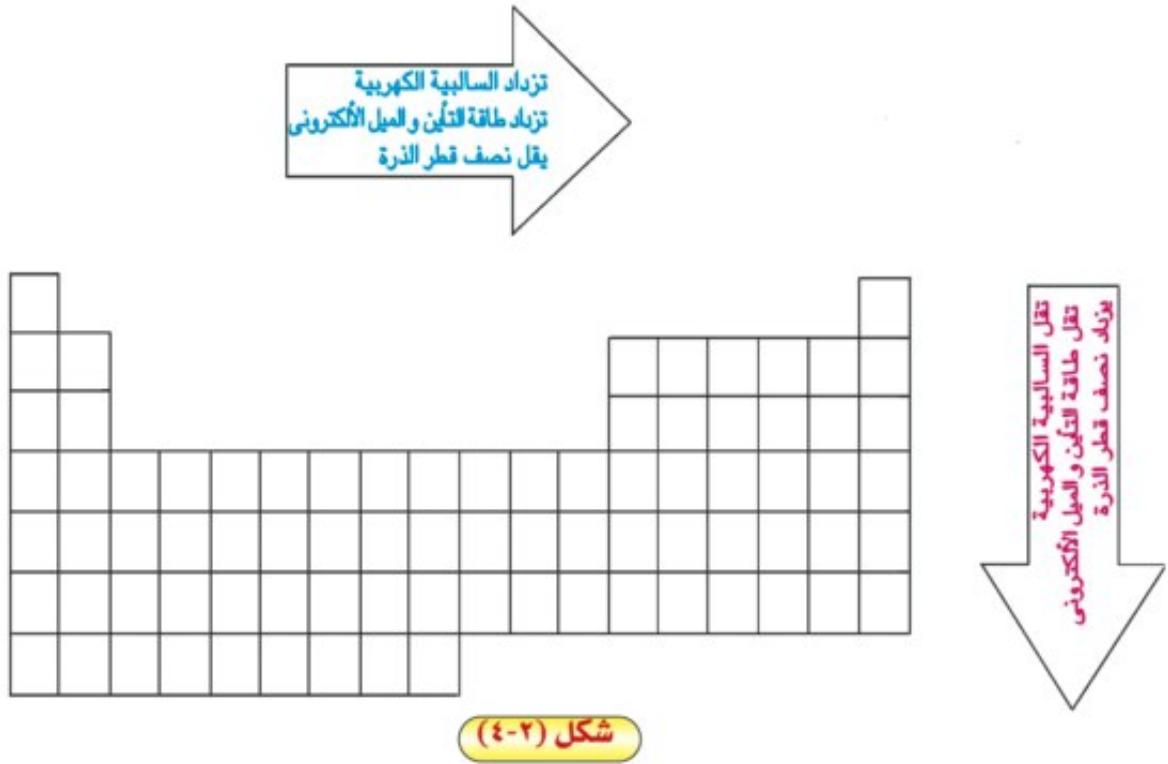
رغم أن حجم ذرة الفلور أصغر ، وكان المتوقع أن يكون ميلها للإلكترونات أكبر إلا أنه نظرا لصغر حجم ذرة الفلور فإن الإلكترون الجديد يتأثر بقوة تنافر قوية مع الإلكترونات التسعة الموجودة أصلا حول النواة .

٤- السالبية الكهربائية : Electronegativity

وتعرف السالبية الكهربائية للذرة بأنها (قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة الكيميائية) ويعبر عن السالبية الكهربائية للعناصر بقيم تدل زيادتها على زيادة قدرتها النسبية على جذب إلكترونات الرابطة ويجب ألا نخلط بين السالبية الكهربائية والميل للإلكترونات حيث أن الأخير طاقة تشير إلى الذرة في حالتها المفردة بينما تشير السالبية الكهربائية إلى الذرة المرتبطة مع غيرها .

وتزداد السالبية الكهربائية في الدورات بزيادة العدد الذري ونقص نصف قطر الذرة ، أما في المجموعات **فتقل** السالبية الكهربائية بزيادة العدد الذري ويعتبر الفلور أكثر العناصر المعروفة في السالبية الكهربائية ، ويلاحظ أن الفرق في السالبية الكهربائية للعناصر له دور أساسي في تحديد نوع الترابط بينهما كما سنوضح فيما بعد (الباب الثالث) .
ويخلص الشكل (٢-٤) تدرج الخواص السابقة في الجدول الدوري .

الباب الثاني : الجدول الدوري وتصنيف العناصر



٥- الخاصية الفلزية واللافلزية :

أول من قسم العناصر إلى قسمين رئيسيين هما : الفلزات واللافلزات هو (برزيليوس) في أوائل القرن التاسع عشر ، وكان ذلك بالطبع قبل معرفته لأية معلومات عن بنية الذرة ، ورغم قدم هذا التقسيم إلا أنه مازال يستخدم حتى يومنا هذا بالرغم من عدم وجود حدود فاصلة بين خواص الفلزات واللافلزات ، وبتطور مفهومنا للتركيب الإلكتروني للعناصر يمكننا أن نميز بين الفلزات واللافلزات كما يلي :

الفلزات : Metals

- ١- مجموعة العناصر التي يمتلئ غلاف تكافؤها بأقل من نصف سعته بالإلكترونات .
- ٢- تفقد إلكترونات غلاف التكافؤ لتصل إلى تركيب الغاز الخامل ، الذي هو غاية التفاعل الكيميائي ، وتصبح أيونات موجبة لذا توصف الفلزات بأنها عناصر كهروموجبة .
- ٣- يعزى توصيلها للكهرباء إلى سهولة انتقال إلكترونات تكافؤها القليلة من مكان ما في الفلز إلى مكان آخر .
- ٤- تتميز الفلزات بكبر نصف قطر ذراتها مما يؤدي إلى صغر جهد تأينها ، كذلك صغر قيمة ميلها الإلكتروني .

اللافلزات ، Nonmetals

- ١- مجموعة العناصر التي يمتلئ غلاف تكافؤها بأكثر من نصف سعته بالإلكترونات.
 - ٢- تكتسب عددا قليلا من الإلكترونات لتصل إلى تركيب الغاز الخامل وتصبح أيونات سالبة - لذا توصف اللافلزات بأنها عناصر كهروسالبة .
 - ٣- يعزى عدم توصيلها للكهرباء إلى شدة ارتباط إلكترونات تكافؤها بالنواة، لذا يصعب انتقال هذه الإلكترونات، وتكون اللافلزات عازلة للكهرباء .
 - ٤- يؤدي صغر أنصاف أقطار اللافلزات إلى كبر قيمتي جهد تأينها وميلها للإلكترونى.
- وهناك مجموعة ثالثة من العناصر تسمى **أشباه الفلزات Metalloids** وتتميز بأن لها مظهر الفلزات ومعظم خواص اللافلزات وأن ساليبيتها الكهربائية متوسطة بين الفلزات واللافلزات ، وتوصيلها الكهربى أقل من الفلزات ولكنه أكبر كثيرا من اللافلزات وتستخدم أشباه الفلزات فى صناعة أجزاء من الأجهزة الإلكترونية كالترانزستورات - بصفتها أشباه موصلات Semiconductors

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	H	He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra						

■ فلزات
■ لافلزات
■ أشباه الفلزات

وبمراجعة الشكل السابق يتضح فيه أن جميع الفلزات تقع يسار أشباه الفلزات ، أما اللافلزات فتقع على يمين أشباه الفلزات . وبمراجعة جهد التأين والميل للإلكترونى لعناصر الجدول والتي يمكن على أساسها تحديد الخاصية الفلزية واللافلزية نجد أن هذه الخواص تتدرج فى الجدول كما يلى :

الباب الثانى : الجدول الدورى وتصنيف العناصر

أ- فى الدورات الأفقية : كلما اتجهنا فى الدورات من اليسار إلى اليمين نجد أن المجموعة الأولى تحتوى على أقوى الفلزات ، ثم تبدأ الخاصية الفلزية تقل بالتدرج بزيادة العدد الذرى حتى نصل إلى أشباه الفلزات ، ثم تبدأ الخاصية اللافلزية تزداد إلى أن تنتهى بالمجموعة السابعة التى تحتوى على أقوى اللافلزات .

ب - فى المجموعات الراسية : نجد أن الخاصية الفلزية تزداد بزيادة العدد الذرى كلما اتجهنا إلى أسفل فى المجموعات .

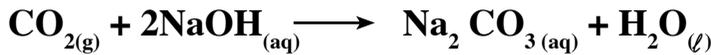
نستنتج من ذلك أن أقوى الفلزات تقع فى أسفل يسار الجدول ، فالسيزيوم يعتبر أقوى العناصر من ناحية الخاصية الفلزية . وتقع أقوى اللافلزات فى أعلى يمين الجدول فالفلور يعتبر أكثر العناصر اللافلزية نشاطاً .

٦- الخواص الحامضية والقاعدية :

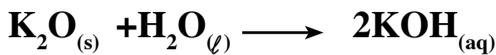
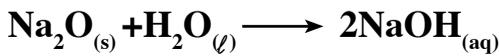
من المعروف أن أكاسيد اللافلزات عند ذوبانها فى الماء تعطى أحماضاً مثل :



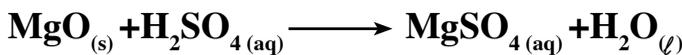
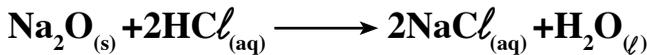
لذا تسمى أكاسيد اللافلزات عادة بالأكاسيد الحامضية ، وتتفاعل هذه الأكاسيد الحامضية مع القلويات منتجة ملحاً وماء .



أما أكاسيد الفلزات فتسمى عادة أكاسيد قاعدية ، وبعض الأكاسيد القاعدية يكون قابلاً للذوبان فى الماء . والبعض الآخر لا يذوب فى الماء . وتسمى الأكاسيد القاعدية القابلة للذوبان فى الماء أيضاً بالأكاسيد القلوية لأنها تكون قلويات مثل

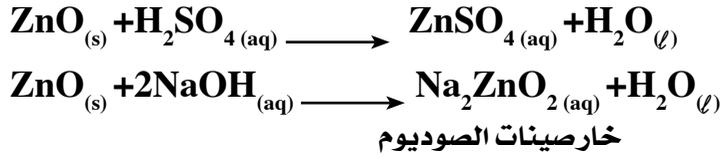


وتتفاعل الأكاسيد القاعدية مع الأحماض منتجة ملحاً وماء



وهناك نوع ثالث من الأكاسيد يسمى الأكاسيد المترددة Amphoteric مثل أكسيد

الألومنيوم Al_2O_3 ، وأكسيد الخارصين ZnO ، وأكسيد الأنتيمون Sb_2O_3 وأكسيد القصدير SnO ، وهذه الأكاسيد تتفاعل تارة كأكاسيد قاعدية وتارة أخرى كأكاسيد حامضية .



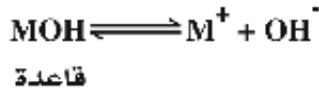
الخواص الحامضية والقاعدية فى الجدول الدورى :

أ - فى الدورات الأفقية : كلما زاد العدد الذرى للعنصر تقل الصفة القاعدية للأكسيد بينما تزداد الصفة الحامضية

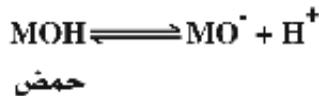
ب - فى المجموعة الرأسية : لو أخذنا عناصر المجموعة الأولى كمثال نجد أن الخاصية القاعدية تزداد رأسياً كلما زاد العدد الذرى (أى كلما اتجهنا لأسفل) . وعند تتبع الخاصية الحامضية فى المركبات الهيدروجينية لعناصر المجموعة السابعة نجد أنه بزيادة نصف قطر ذرة العنصر يقل جذب ذرة الهيدروجين فيسهل تأينها أى تزداد الصفة الحامضية .

وباعتبار أن الأحماض والقواعد هى مركبات هيدروكسيدية يمكن تمثيلها بالصيغة العامة (MOH حيث M هى ذرة العنصر) فيمكن تأينها بإحدى طريقتين :

١- إما أن تعطى أيونات هيدروكسيد وتعتبر قاعدة



٢- أو تعطى أيونات هيدروجين وتعتبر حامضاً



وبافتراض أن الذرات الثلاث مرتبة فى مثلث كما يلى :



أ- فإذا كانت قوة الجذب بين M^+ ، O^- أكبر من قوة الجذب بين H^+ ، O^- تتأين المادة كحمض

ب- وإذا كانت قوة الجذب بين H^+ ، O^- أكثر من قوة الجذب بين M^+ ، O^- تتأين المادة كقاعدة .

الباب الثانى : الجدول الدورى وتصنيف العناصر

ج- إذا تساوت قوتا الجذب فإن المادة تتأين كحمض أو كقاعدة ويتوقف ذلك على وسط التفاعل .

فهى تتفاعل فى الوسط الحمضى كقاعدة وفى الوسط القلوى كحامض وتعتمد قوى الجذب السابقة على ذرة العنصر من حيث الحجم ومقدار الشحنة الكهربائية- ففى الفلزات القلوية مثل الصوديوم نجد أن حجم الذرة كبير ولا تحمل إلا شحنة واحدة موجبة فتضعف قوة الرابطة بينها وبين O^- والتي تنجذب أكثر لأيون الهيدروجين، وبذلك تعطى OH^- أى تتأين كقاعدة- وكلما اتجهنا ناحية اليمين نجد أن ذرات اللافلزات مثل الكلور حجمها يقل وتزداد شحنتها، وبذلك يزداد انجذابها إلى O^- وتتأين كحامض .

وتعتمد قوة الأحماض الأكسجينية على عدد ذرات الأكسجين غير المرتبطة بذرات الهيدروجين- فلو مثلنا الحمض الأكسجيني بالصيغة $[MO_n(OH)_m]$ حيث M هى ذرة العنصر نجد أن الحمض الأقوى هو الذى يحتوى على عدد أكبر من ذرات الأكسجين O_n غير المرتبطة بالهيدروجين

الحمض $MO_n(OH)_m$	عدد ذرات الأكسجين غير المرتبطة بالهيدروجين	نوع الحمض
الأرتوسيليكونيك $Si(OH)_4$	Zero	حمض ضعيف
حمض الأرتوفوسفوريك $PO(OH)_3$	1	حمض متوسط
حمض الكبريتيك $SO_2(OH)_2$	2	حمض قوى
حمض البيركلوريك $ClO_3(OH)$	3	حمض قوى جدًا

٧- أعداد التأكسد : Oxidation Numbers

يعرف عدد التأكسد بأنه :

عدد يمثل الشحنة الكهربائية (الموجبة أو السالبة) التي تبدو على الأيون أو الذرة في المركب سواء كان مركباً أيونياً أو تساهمياً .

ولعرفة عدد تأكسد ذرة في مركب ما، يتبع ما يلي :

أولاً - في المركبات الأيونية :

يكون عدد التأكسد لأي أيون يساوي تكافؤ هذا الأيون مسبقاً بإشارة موجبة في حالة الأيونات الموجبة وبإشارة سالبة في حالة الأيونات السالبة. وإذا كان عدد التأكسد موجبا فإن ذلك يدل على عدد الإلكترونات التي فقدتها الذرة لتعطي هذا الكاتيون - وإذا كان عدد التأكسد سالبا فإنه يدل على عدد الإلكترونات التي اكتسبتها الذرة لتعطي هذا الأنيون مثال ذلك :

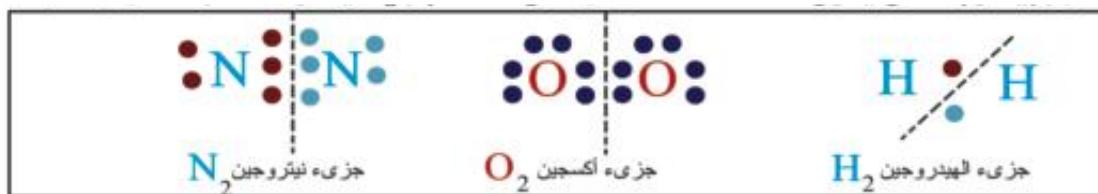


ثانياً - في المركبات التساهمية :

حيث أنه لا يوجد أيونات موجبة أو سالبة فإن الشحنة التي تحملها الذرة تبين الإزاحة الإلكترونية في الرابطة فالذرة الأكثر سالبية كهربية تحمل شحنة سالبة والذرة الأقل سالبية كهربية تحمل شحنة موجبة وهناك حالتان :

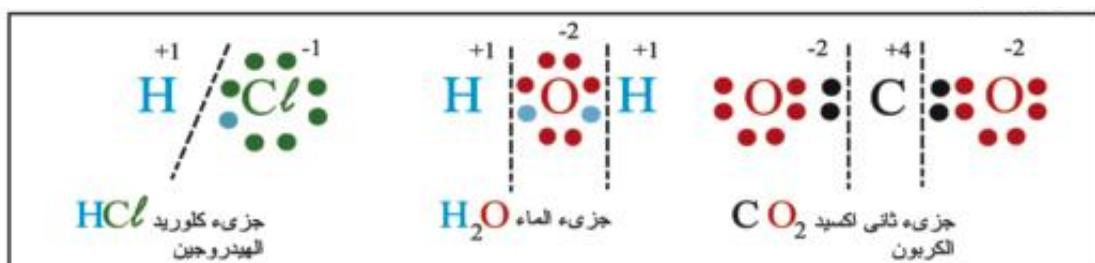
أ- في الجزيء متمثل الذرات مثل S_8, P_4, O_3, Cl_2 تكون الإزاحة الإلكترونية في الروابط بين الذرات متساوية لأن ذرات أي جزيء لعنصر واحد متساوية في السالبية الكهربائية وبالتالي يكون عدد تأكسد أي ذرة في هذا الجزيء يساوي صفراً شكل (٢-٥).

الباب الثاني : الجدول الدوري وتصنيف العناصر



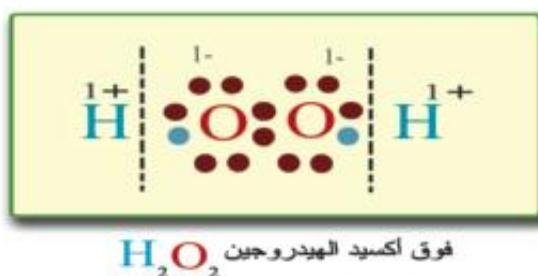
شكل (٥-٢)

ب- عندما يتكون الجزيء من ذرتين مختلفتين في السالبية الكهربية تحسب الإلكترونات المشتركة مع الذرة الأكثر سالبية كهربية مع ملاحظة أن عدد تأكسد الأكسجين في معظم مركباته هو (-2) وعدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته (+1)



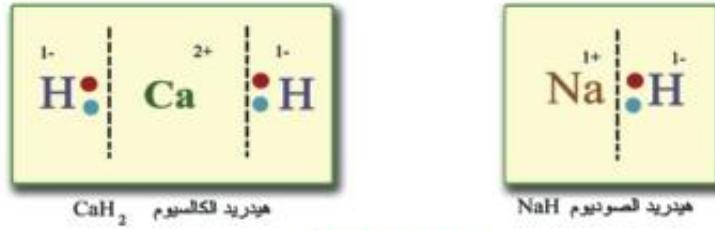
شكل (٦-٢)

وبالرغم أن عدد تأكسد الأكسجين في معظم مركباته (-2) فهناك حالات قليلة منها مركبات فوق الأكسيد مثل فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) H_2O_2 الذي يكون عدد تأكسد الأكسجين فيه (-1) شكل (٧-٢). وفي فوق أكسيد الصوديوم (Na_3NO_2) ($O = -1$) وفي سوبر أكسيد البوتاسيوم (KO_2) ($O = -\frac{1}{2}$) وفي ثاني فلوريد الأكسجين (OF_2) ($O = +1$)



شكل (٧-٢)

كذلك يكون عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته (+1) فيما عدا بعض الحالات مثل حالة هيدريدات الفلزات النشيطة مثل هيدريد الصوديوم NaH وهيدريد الكالسيوم CaH_2 وهي مركبات أيونية تحتوي على أيون الهيدروجين السالب فإذا صهر هيدريد الصوديوم مثلا وحلل كهربيا يتصاعد الهيدروجين عند المصعد- ويكون عدد تأكسد الهيدروجين في الهيدريدات (-1) شكل (٨-٢).



شكل (٨-٢)

ويراعى عند حساب أعداد التأكسد ما يلي :

- ١- مجموع أعداد التأكسد للعناصر المختلفة في الجزئ المتعادل zero
- ٢- عدد التأكسد يخص ذرة واحدة أو أيونا واحدا فقط في الجزئ.
- ٣- عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى (A) في مركباتها دائما (+1) وعناصر المجموعة الثانية (A) (+2) والثالثة (A) (+3) لذا نبدأ بكتابة أعداد تأكسدها أولا ثم نكمل حساب أعداد تأكسد بقية العناصر.

المركب	Na ₂ O أكسيد صوديوم	Na ₂ O ₂ فوق أكسيد الصوديوم	KO ₂ سوبر أكسيد البوتاسيوم	CaH ₂ هيدريد الكالسيوم	AlH ₃ هيدريد الألمنيوم
مجموع الشحنات	0	0	0	0	0
الذرات	2 Na, 1 O	2 Na, 2 O	1 K, 2 O	1 Ca, 2 H	1 Al, 3 H
عدد تأكسد الذرة الواحدة	Na: +1, O: -2	Na: +1, O: -1	K: +1, O: -1/2	Ca: +2, H: -1	Al: +3, H: -1

٤- عدد التأكسد للمجموعات الذرية = الشحنة التي تحملها المجموعة مثل :

NO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺
مجموعة نترات (-1)	مجموعة كربونات (-2)	مجموعة كبريتات (-2)	مجموعة أمونيوم (+1)

من مميزات استخدام أعداد التأكسد أنها تعرفنا نوع التغير الذي يحدث للعنصر أثناء التفاعل الكيميائي- فمثلا في تفاعلات التأكسد والاختزال يعرف **التأكسد** بأنه عملية فقد إلكترونات ينتج عنها زيادة في الشحنة الموجبة، ويعرف **الاختزال** بأنه عملية اكتساب إلكترونات ينتج عنها نقص الشحنة الموجبة فيمكن بتتبع أعداد تأكسد العناصر في تفاعل معين معرفة إذا كان العنصر قد حدث له اختزال أم أكسدة.

الباب الثانى : الجدول الدورى وتصنيف العناصر

مثال :

يتم التفاعل بين بيكرومات البوتاسيوم وكلوريد الحديد (II) حسب المعادلة :



بين نوع التغير الحادث من أكسدة أو اختزال كل من الكروم والحديد فى التفاعل السابق ؟

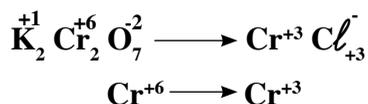
الحل :

التغيير الحادث فى حالة الكروم : لكتابة أعداد التأكسد فى جزئ مثل ثانى كرومات البوتاسيوم تضع أولاً أعداد تأكسد العناصر التى لها أعداد تأكسد معروفة فالأكسجين معروف أن عدد تأكسده غالباً (-2) والبوتاسيوم (+1) و نترك عدد تأكسد الكروم لأنه من العناصر الانتقالية وهى تتميز بتعدد أعداد تأكسدها

K_2	Cr_2	O_7
(2x1)	2X	(7x-2)
+2	+2X	-14

يتضح أنه لكى يكون المجموع الجبرى لجزئ ثانى كرومات البوتاسيوم المتعادل = صفراً لابد

أن يكون عدد تأكسد ذرتى الكروم +12 أى أن تأكسد الذرة الواحدة (+6)



وعلى ذلك فإن عدد تأكسد الكروم قد نقص من +6 إلى +3 أى حدثت له عملية اختزال وفى

حالة الحديد :

زاد عدد تأكسده من +2 إلى +3 أى حدثت له عملية أكسدة.

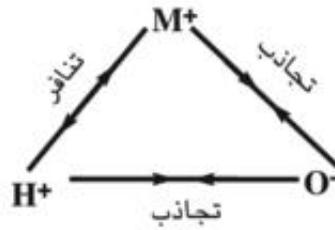


التقويم

السؤال الأول :

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

- ١ - تحتوى الدورة السادسة على ٠٠٠ أنواع من العناصر .
 - أ - ستة
 - ب - ثلاثة
 - ج - أربعة
 - د - خمسة
 - ٢ - تتميز اللافلزات بأن ٠٠٠٠٠
 - أ - جهد تأينها كبير
 - ب - عناصر كهروموجبه
 - ج - ميلها الالكترونى صغير
 - د - نصف قطر ذراتها كبير
 - ٣ - تزداد السالبية الكهربية فى الدورات الأفقية
 - أ - بإزدیاد نصف قطر الذرة
 - ب - بنقص العدد الذرى
 - ج - بنقص نصف القطر
 - د - (أ ، ب) معا
- ٤ -



فى الشكل السابق إذا كانت قوة الجذب بين M^+ , O^- أكبر من قوة الجذب بين O^- , H^+ فإن المادة

- ٥ - فى الشكل السابق (بالسؤال رقم ٤) فى حالة الصوديوم يمثل (M^+) .
 - أ - تتأين كقاعدة
 - ب - تتأين كحمض
 - ج - لا تتأين
 - د - تتأين كحمض وقاعدة .
- ٥ - فى الشكل السابق (بالسؤال رقم ٤) فى حالة الصوديوم يمثل (M^+) .
 - أ - تنجذب O^- لأيون الهيدروجين
 - ب - تنجذب O^- لأيون الصوديوم
 - ج - تقوى الرابطة بين O^- والصوديوم
 - د - يحدث تأين وينتج حمض

الباب الثاني : الجدول الدوري وتصنيف العناصر

٦ - أحد التفاعلات الآتية لا يمثل تفاعل أكسدة واختزال وهو



٧ - أحد التفاعلات التالية يمثل تفاعل أكسدة واختزال وهو ...



السؤال الثاني :

اختر من العمود (ب) التوزيع الإلكتروني لمستوى الطاقة الأخير للعناصر في العمود (أ)

ثم حدد نوع العنصر من العمود (ج)

(ج) نوع العنصر	(ب) توزيع الالكترونات في مستوى الطاقة الخارجى	(أ) العنصر
I- انتقالى داخلى (أكتنيدات)	أ- (7s ¹)	١- الرادون ⁸⁶ Rn
II- انتقالى من السلسلة الانتقالية الثانية	ب- (5d ⁶ ,6s ²)	٢- السيزيوم ⁵⁵ Cs
III- نبيل	ج- (6s ² ,5d ¹⁰ ,6p ⁶)	٣- البروم ³⁵ Br
IV- انتقالى من السلسلة الانتقالية الثالثة	د- (3d ³ ,4s ²)	٤- الفاناديوم ²³ V
V- انتقالى داخلى (لانثانيدات)	هـ- (4f ⁷ ,5d ¹ ,6s ²)	٥- موليبدنم ⁴² Mo
VI- ممثل من الفئة s	و- (4s ² ,3d ¹⁰ ,4p ⁵)	٦- الأوزميوم ⁷⁶ Os
VII- انتقالى من السلسلة الانتقالية الأولى	ز- (4d ⁴ ,5s ²)	٧- الجادولينيوم ⁶⁴ Gd
VIII- ممثل من الفئة p	ح- (6s ¹)	

السؤال الثالث :

ما المقصود بكل من :

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| ١ - العدد الذرى | ٢ - الإختزال |
| ٣ - العناصر المثلة | ٤ - العناصر النبيلة |
| ٥ - العناصر الانتقالية | ٦ - العناصر الانتقالية الداخلية |
| ٧ - نصف قطر الذرة | ٨ - جهد التأين |
| ٩ - الميل الإلكتروني | ١٠ - السالبية الكهربية |
| ١١ - الفلزات | ١٢ - اللافلزات |
| ١٣ - أشباه الفلزات | ١٤ - الأكسيد الحامضى |
| ١٥ - الأكسيد القاعدى | ١٦ - الأكسيد المتردد |
| ١٧ - عدد التأكسد | ١٨ - الأكسدة |

السؤال الرابع :

تكلم عن تدرج الخواص الآتية فى الجدول الدورى :

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| أ - نصف قطر الذرة . | ب - جهد التأين . |
| ج - الميل الإلكتروني . | د - السالبية الكهربية . |
| هـ - الخاصية الفلزية واللافلزية . | |

السؤال الخامس :

إذا علمت أن:

- طول الرابطة فى جزيء فلوريد الهيدروجين = 0.94 \AA
- طول الرابطة فى جزيء الهيدروجين = 0.6 \AA
- احسب طول الرابطة فى جزيء الفلور

السؤال السادس :

ما الفرق بين :

- أ - جهد التأين الأول والثانى .
- ب - الميل الإلكتروني والسالبية الكهربية .
- ج - الفلزات واللافلزات .

الباب الثانى : الجدول الدورى وتصنيف العناصر

د - الأوكسيد الحمضى والأوكسيد القاعدى والأوكسيد المتردد .

هـ - التأكسد والاختزال .

السؤال السابع :

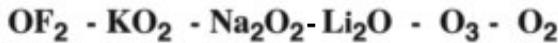
ما المفهوم العلمى لما يأتى :

- * نصف المسافة بين مركزى ذرتين متماثلتين فى جزىء ثنائى الذرة .
- * مقدار الطاقة اللازمة لإزالة أقل الإلكترونات ارتباطا بالذرة المفردة وهى فى الحالة الغازية .
- * مقدار الطاقة المنطلقة عندما تكتسب الذرة المفردة الغازية إلكترونات .
- * قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة الكيميائية .
- * مجموعة العناصر التى يمتلئ غلاف تكافؤها بأقل من نصف سعة الإلكترونات .
- * مجموعة العناصر التى يمتلئ غلاف تكافؤها بأكثر من نصف سعة الإلكترونات .
- * العدد الذى يمثل الشحنة الكهربائية التى تبدو على الذرة فى المركب .
- * عملية فقد إلكترونات ينتج عنها زيادة فى الشحنة الموجبة .
- * عملية اكتساب إلكترونات ينتج عنها نقص فى الشحنة الموجبة .

السؤال الثامن :

احسب أعداد التأكسد للعناصر الآتية :

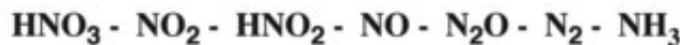
أ - الأوكسجين فى :



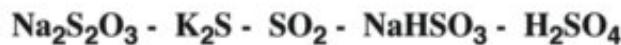
ب - الكلور فى :



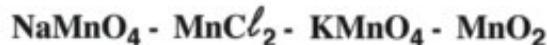
ج - النيتروجين فى :



د - الكبريت فى :



هـ - المنجنيز فى :



الباب الثالث

الروابط وأشكال الجزيئات

الأهداف

في نهاية دراسة الطالب لباب الروابط وأشكال الجزيئات ينبغي أن يكون قادرا على أن:

- يشرح سبب تكوين معظم الذرات لروابط كيميائية.
- يصف كل من الروابط الأيونية والروابط التساهمية.
- يحدد نوع الرابطة بناء على الفرق في السالبية الكهربائية.
- يشرح النظرية الإلكترونية للتكافؤ (نظرية الثمانيات).
- يحدد عيوب نظرية الثمانيات.
- يفسر سبب تكوين الرابطة التساهمية في كل من جزئ الهيدروجين وجزئ فلوريد الهيدروجين على أساس نظرية رابطة التكافؤ.
- يتعرف مفهوم التهجين وكيفية حدوثه.
- يشرح عملية ارتباط الهيدروجين بذرة الكربون لتكوين جزئ ميثان.
- يقارن بين الرابطة سيجما والرابطة باي.
- يحدد نوع التهجين في كل من الميثان والإيثيلين والأسيتيلين.
- يحدد أشكال الجزيئات في ضوء نظرية تناظر أزواج إلكترونات التكافؤ.
- يفسر نظرية الأوربيتالات الجزيئية.
- يحدد الذرة المانحة والذرة المستقبلة عند تكوين رابطة تناسقية.
- يعرف الرابطة الهيدروجينية.
- يفسر سبب ارتفاع درجة غليان الماء.
- يوضح برسم تخطيطي الرابطة الهيدروجينية في الماء وفلوريد الهيدروجين.
- يستنتج خواص الفلز من صلابة ودرجة انصهار عالية من عدد إلكترونات التكافؤ الحرة في ذرته.

الاتحاد الكيميائي

سبق لنا في الباب الأول دراسة التركيب الدقيق للذرة، وعرفنا أن أكثر ذرات العناصر استقراراً هي ذرات الغازات النبيلة مثل الهيليوم والأرجون والنيون.. إلخ وذرات هذه العناصر لا تدخل في أي تفاعل كيميائي في الظروف العادية مع غيرها من العناصر أو مع بعضها لذا نجد جزيئاتها أحادية الذرة. وبالرجوع إلى التركيب الإلكتروني لهذه العناصر نجد أن مستوى الطاقة الخارجي بها مكتمل بالإلكترونات كما يتضح بالجدول الآتي:

الغاز النبيل	التركيب الإلكتروني
${}^2\text{He}$	$1s^2$
${}^{10}\text{Ne}$	$(\text{He}) , 2s^2 , 2p^6$
${}^{18}\text{Ar}$	$(\text{Ne}) , 3s^2 , 3p^6$
${}^{36}\text{Kr}$	$(\text{Ar}) , 4s^2 , 3d^{10}, 4p^6$
${}^{54}\text{Xe}$	$(\text{Kr}) , 5s^2 , 4d^{10}, 5p^6$
${}^{86}\text{Rn}$	$(\text{Xe}) , 6s^2 , 4f^{14} , 5d^{10}, 6p^6$

من ذلك نستنتج أن العنصر لكي يستقر لابد أن يكتمل مستوى طاقته بالإلكترونات لذا فجميع العناصر المعروفة فيما عدا الغازات النبيلة في الظروف العادية نشيطة وتدخل في تفاعلات كيميائية ليكتمل مستوى الطاقة الخارجي لها بأن تكتسب أو تفقد أو تشارك بعدد من الإلكترونات ليصبح تركيبها الإلكتروني مشابهاً للتركيب الإلكتروني لأقرب غاز نبيل لها في العدد الذري، ونتيجة لهذا التغيير في عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي تتكون روابط أو تنكسر روابط بين الذرات وهو ما نعبر عنه بالتفاعل الكيميائي - معنى ذلك أنه إذا لم تتكون رابطة أو تنكسر رابطة بين الذرات لا يكون هناك تفاعلاً كيميائياً، فعند خلط برادة الحديد مع مسحوق الكبريت لا يكون الناتج مركباً كيميائياً، لأنه لم تتكون روابط بين الحديد والكبريت، إنما لو سخنا هذا الخليط لدرجة تكفي لتكوين روابط كيميائية بينهما نقول أنه حدث تفاعل كيميائي وتكونت رابطة كيميائية بين الحديد والكبريت نتج عنه مركب كبريتيد الحديد.

وتلعب الكترولونات التكافؤ للذرة دوراً مهماً في طبيعة الروابط وقد وضع العالم لويس طريقة مبسطة استخدم فيها النقاط في تمثيل (الكترولونات التكافؤ) كما هو موضح بالجدول التالي:

المجموعة	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	0
الدورة الثالثة	$_{11}\text{Na}$	$_{12}\text{Mg}$	$_{13}\text{Al}$	$_{14}\text{Si}$	$_{15}\text{P}$	$_{16}\text{S}$	$_{17}\text{Cl}$	$_{18}\text{Ar}$
التركيب الإلكتروني	$(\text{Ne}), 3s^1$	$(\text{Ne}), 3s^2$	$(\text{Ne}), 3s^2, 3p^1$	$(\text{Ne}), 3s^2, 3p^2$	$(\text{Ne}), 3s^2, 3p^3$	$(\text{Ne}), 3s^2, 3p^4$	$(\text{Ne}), 3s^2, 3p^5$	$(\text{Ne}), 3s^2, 3p^6$
نموذج لويس النقطي	$\dot{\text{N}}\text{a}$	$\cdot\text{Mg}\cdot$	$\cdot\dot{\text{A}}\text{l}\cdot$	$\cdot\dot{\text{S}}\text{i}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{P}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{S}}\cdot$	$:\ddot{\text{C}}\text{l}\cdot$	$:\ddot{\text{A}}\text{r}:$

وقد أطلق لويس على زوج الإلكترونات الموجود في أحد أوربيتالات المستوى الخارجي، والذي لم يشارك في تكوين الروابط مصطلح زوج حر Lone pair وعلى زوج الإلكترونات

المستول عن تكوين الرابطة مصطلح زوج الارتباط Bond pair

وفي ضوء معلوماتنا الجديدة عن تركيب الذرة سوف نقوم بدراسة نوعان من الروابط، هما:

أولاً: الروابط الكيميائية ثانياً: الروابط الفيزيائية

أولاً: الروابط الكيميائية

١ - الرابطة الأيونية:

تتكون هذه الرابطة غالباً بين الفلزات واللافلزات ومن المعروف أن ذرات الفلزات تتميز بكبير حجمها، وبالتالي فجهود تأنيها صغير فيسهل عليها فقد إلكترونات مستوى طاقتها الأخير القليلة لتتحول إلى أيون موجب يشبه في تركيبه أقرب غاز نبيل لها في الجدول الدوري. أما ذرات اللافلزات فتتميز بصغر حجمها وبالتالي فميلها للإلكترونات كبير فيسهل عليها اكتساب هذه الإلكترونات التي تفقدها الفلزات لتتحول إلى أيون سالب يشبه في تركيبه أقرب غاز نبيل لها في الجدول الدوري. ثم يحدث تجاذب كهربى بين الأيون الموجب والأيون السالب وهو ما نسميه بالرابطة الأيونية أى أن الرابطة الأيونية ليس لها وجود مادي أو اتجاه محدد. وتتكون الرابطة الأيونية غالباً بين عناصر طرفى الجدول الطرف الأيسر الخاص بالفلزات والطرف الأيمن الخاص باللافلزات، ونتساءل هل يلعب الفرق فى السالبية الكهربائية بين العناصر المرتبطة دوراً أساسياً فى خواص الرابطة الأيونية؟ للإجابة على هذا التساؤل يبين الجدول الآتى ارتباط

الباب الثالث : الروابط وأشكال الجزيئات

عنصر الكلور من المجموعة السابعة مع فلزات الصوديوم والماغنسيوم والألومنيوم من المجموعات الأولى والثانية والثالثة علما بأن السالبية الكهربائية للكلور = 3 .

I	II	III	المجموعة
الصوديوم	الماغنسيوم	الألومنيوم	العنصر
0.9	1.2	1.5	السالبية الكهربائية
NaCl	MgCl ₂	AlCl ₃	كلوريد العنصر
3 - 0.9 = 2.1	3 - 1.2 = 1.8	3 - 1.5 = 1.5	الفرق في السالبية الكهربائية
			الخواص:
810 °C	714 °C	190 °C	درجة الانصهار
1465 °C	1412 °C	يتسامى	درجة الغليان
موصل جيد جدا	موصل جيد	لايوصل	التوصيل الكهربى
			لمصهور الكلوريد

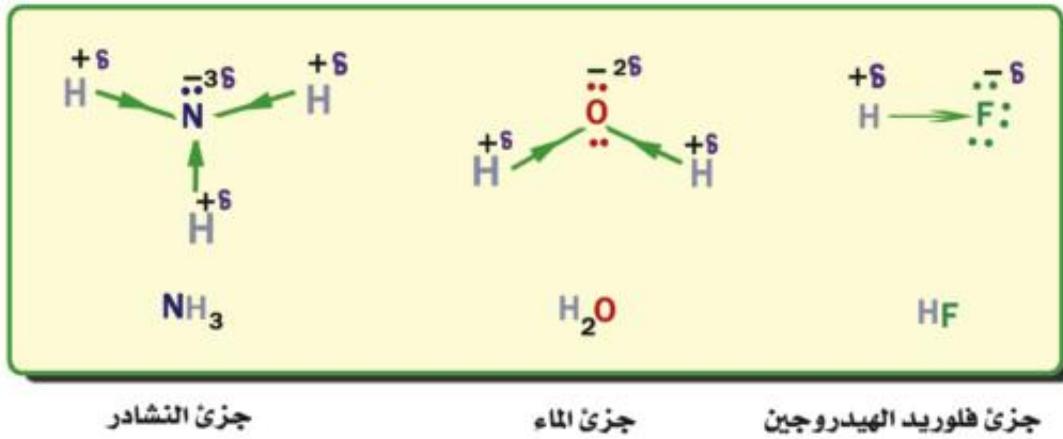
يتضح من الجدول أنه كلما زاد الفرق في السالبية الكهربائية بين العناصر المرتبطة (زاد البعد الأفقى بينهما فى الجدول) كلما زادت الخاصية الأيونية، وقد ثبت بالتجربة العملية أنه عندما يكون الفرق في السالبية الكهربائية أكبر من 1.7 فإن المركب الناتج يكون أيونياً غالباً فمركب مثل كلوريد الصوديوم تتضح فيه تماماً الخواص الأيونية من حيث ارتفاع درجتي الانصهار والغليان وجودة التوصيل الكهربى، بعكس مركب مثل كلوريد الألومنيوم الذى تظهر فيه خواص الرابطة التساهمية أكثر من الرابطة الأيونية.

٢ - الرابطة التساهمية:

ذكرنا أن الرابطة الأيونية تتكون من أيونات ذرات العناصر التى يوجد بينها فرق كبير فى السالبية الكهربائية (>1.7) ولكن كيف ترتبط ذرات العناصر المتشابهة أو المتقاربة فى السالبية الكهربائية؟ عندما تتساوى الذرتان فى السالبية الكهربائية (ذرات العنصر الواحد) - أو يكون الفرق بينهما فى السالبية الكهربائية حتى 0.4 (مثل الكربون وساليته الكهربائية 2.5

والهيدروجين وسالبته الكهربائية (2.1) ترتبط الذرات فى هذه الحالة برابطة تساهمية غير قطبية والتي تتم بالمشاركة الإلكترونية.

وتوصف الرابطة بأنها تساهمية نقية، إذا ما كانت الذرتان المرتبطتان متساويتان تماما فى السالبة الكهربائية كالرابطة التى بين ذرتى الفلور فى جزئى الفلور أو الرابطة بين ذرتى الهيدروجين فى جزئى الهيدروجين لأن كلا من الذرتين له نفس القدرة على جذب الإلكترونات المشتركة بينهما، فيقضى زوج الإلكترونات وقتا متساويا فى حيازة كلا من الذرتين، وتكون الشحنة النهائية لكل من الذرتين تساوى zero، أما عندما يكون الفرق فى السالبة الكهربائية كبيرا نوعا ما (أكبر من 0.4 وأقل من 1.7) فتكون الرابطة تساهمية قطبية مثال ذلك جزئى كلوريد الهيدروجين (السالبة الكهربائية للكلور = 3 وللهدروجين = 2.1) فنجد أن ذرة الكلور



شكل (١-٣)

الأكثر سالبية تجذب إلكترونى الرابطة التساهمية أكثر فى اتجاهها أى تقضى الإلكترونات وقتا أطول فى حيازة ذرة الكلور وتكون النتيجة أن تكتسب ذرة الكلور شحنة سالبة صغيرة أو جزئية وليست شحنة سالبة كاملة (كما فى حالة أيون الكلوريد السالب) أما ذرة الهيدروجين فنتيجة إزاحة الإلكترونات عنها قليلا تكتسب شحنة موجبة صغيرة أو جزئية ويوصف كلوريد الهيدروجين بأنه جزئى قطبى من الجزئيات القطبية المعروفة الأخرى جزئى الماء وجزئى النشادر شكل (١-٣)

ويعتبر جزئى CO_2 غير قطبى، بالرغم من أنه يتضمن رابطتين قطبيتين ذلك لأن الشكل

الباب الثالث : الروابط وأشكال الجزيئات

الخطيء للجزء يؤدي إلى أن كل رابطة تلاشى التأثير القطبي للرابطة الأخرى (محصلة عزوم الأزواج القطبية تساوى zero).

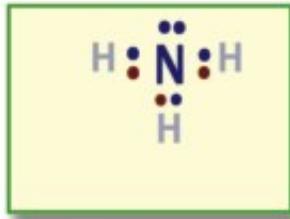
نظريات تفسير الرابطة التساهمية:

هناك أكثر من نظرية وضعت لتفسير الرابطة التساهمية حسب تغير مفهومنا لخواص الإلكترون وسنعرض بإيجاز بعض النظريات التي وضعت لتفسير الرابطة التساهمية.

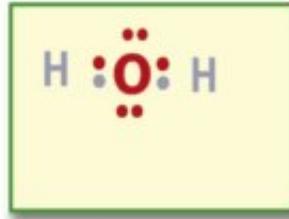
١- نظرية الثمانيات:

وتسمى أيضا النظرية الإلكترونية للتكافؤ

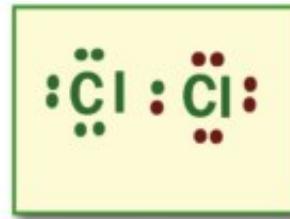
وضع هذه النظرية كوسل ولويس 1916 وتنص هذه النظرية على أن (بخلاف الهيدروجين والليثيوم والبريليوم) تميل ذرات جميع العناصر للوصول إلى التركيب الثماني، وتتكون الرابطة التساهمية نتيجة لتلامس عدد من إلكترونات الغلاف الخارجى للذرتين، بحيث يصل التركيب الإلكتروني لكل منهما إلى ثمانية إلكترونات ورمزت لإلكترونات الغلاف الخارجى بنقط (•) مثال ذلك جزيئات الماء والكلور والنشادر.



جزيء النشادر NH₃



جزيء الماء H₂O

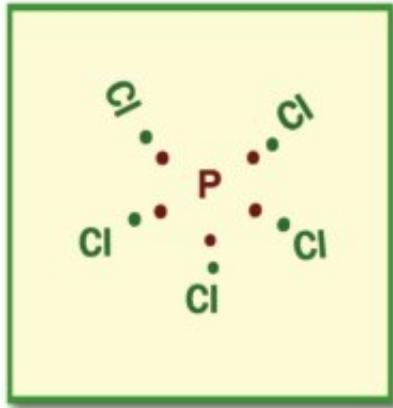


جزيء الكلور Cl₂

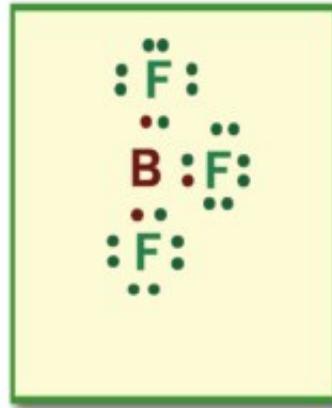
شكل (٢-٣)

عيوب النظرية الإلكترونية للتكافؤ:

١- لم تستطع النظرية تفسير الترابط في كثير من الجزيئات على أساس قاعدة الثمانيات مثل جزيء خامس كلوريد الفوسفور، حيث نجد أن ذرة الفوسفور تكون محاطة بعشرة إلكترونات وليس ثمانية كما افترضت النظرية. كذلك في جزيء ثالث فلوريد البورون نجد أن ذرة البورون محاطة بستة إلكترونات فقط.



جزئ خامس كلوريد الفوسفور PCl_5



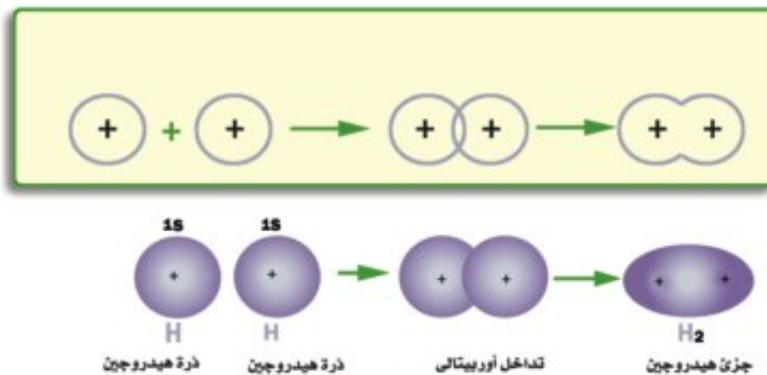
جزئ ثالث فلوريد البورون BF_3

شكل (٣-٣)

٢- لم تعد الصورة المبسطة للرابطة التساهمية كزوج من الإلكترونات المشتركة كافية لتفسير الكثير من خواص الجزيئات منها مثلا الشكل الفراغي للجزئ والزوايا بين الروابط فيه.

٢- نظرية رابطة التكافؤ:

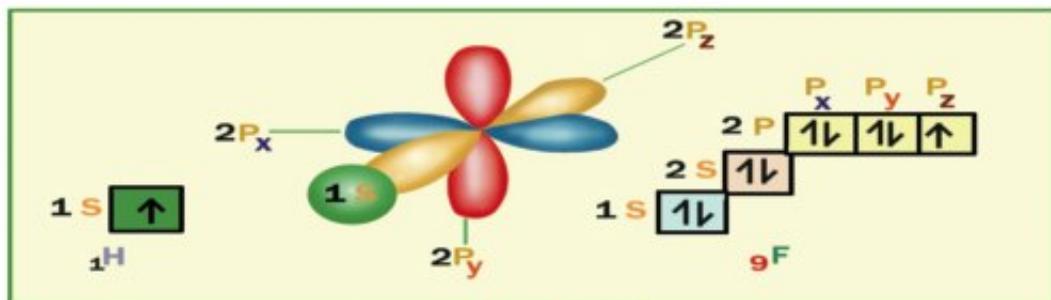
بنيت نظرية رابطة التكافؤ على نتائج ميكانيكا الكم عندما تغيرت النظرة إلى الإلكترون من كونه مجرد جسيم مادي يحمل شحنة سالبة يسير في مدارات محددة إلى كونه جسيم مادي له خواص موجية يحتمل تواجدده في أي منطقة من الفراغ المحيط بالنواة وتبقى نظرية رابطة التكافؤ على صورة الذرات المفردة التي تقترب من بعضها لتكوين الرابطة التساهمية، ويتم ذلك بتداخل أوربيتال أحد الذرتين به إلكترون واحد مفرد مع أوربيتال ذرة أخرى بها إلكترون واحد مفرد، فجزئ الهيدروجين يتكون نتيجة لتداخل ذرتي الهيدروجين بإلكترونها المفرد في الأوربيتال 1s كما في شكل (٣-٤)



شكل (٤-٣)

الباب الثالث : الروابط وأشكال الجزيئات

وفي حالة جزيء آخر مثل فلوريد الهيدروجين يتداخل أحد أوربيتالات المستوى الفرعي $2p$ الذي يحتوي على إلكترون مفرد من ذرة الفلور مع الأوربيتال $1s$ الذي به إلكترون مفرد لذرة الهيدروجين شكل (٣-٥).



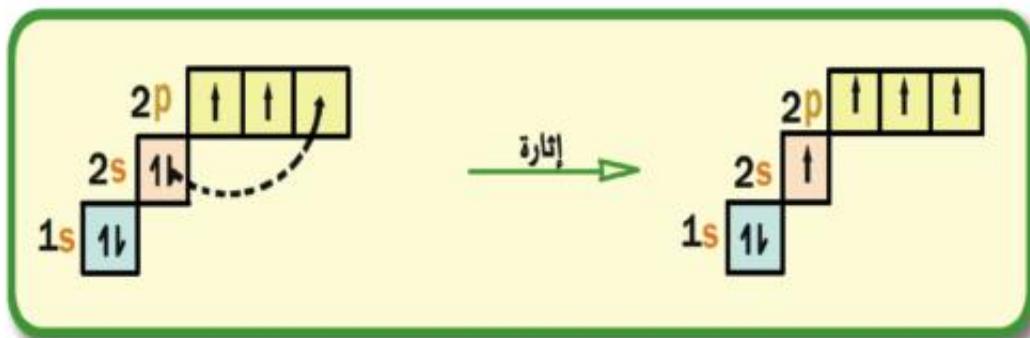
شكل (٣-٥)

كيف فسرت نظرية التكافؤ تركيب جزيء الميثان؟

عند دراسة الروابط في جزيء الميثان CH_4 وجد أن ذرة الكربون ترتبط بذرات الهيدروجين الأربع عن طريق أربع روابط متماثلة تماما في الطول والقوة ويأخذ الجزيء شكل رباعي الأوجه وتكون قيم الزوايا بين الروابط فيه 109.5° .

وفسرت نظرية رابطة التكافؤ هذه النتائج كما يلي:

تحتوى ذرة الكربون في الحالة المستقرة على أوربيتالين اثنين فقط بهما إلكترونان مفردان وهما اللذان يمكنهما تكوين روابط تساهمية، ولكن الكربون يكون أربع روابط تساهمية وليس اثنين. على ذلك لا بد أن تحتوى ذرة الكربون على أربعة إلكترونات مفردة. ويتم ذلك بإثارة إلكترون من الأوربيتال ($2s$) ليحتل أوربيتال المستوى الفرعي ($2p$) الفارغ، ويقال عن الذرة حينئذ بأنها في حالة مثارة Excited State وتتم الإثارة عن طريق اكتساب الذرة لقدرة قليل من الطاقة.

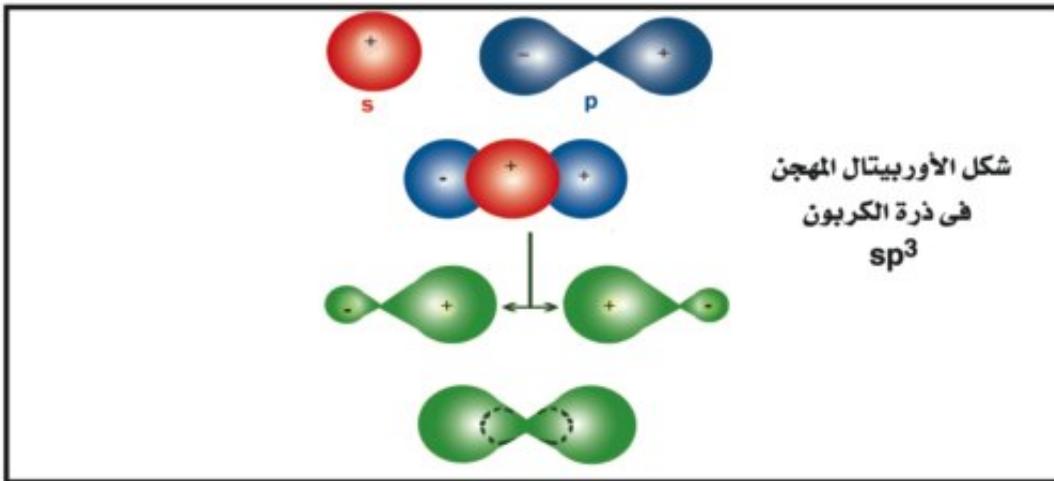


شكل (٣-٦)

إلى هنا وذرة الكربون تمتلك أربعة إلكترونات مضردة ولكن هل الإلكترونات الأربعة المضردة متكافئة، حيث وجد أن الأربعة روابط في جزيء الميثان متكافئة؟

التهجين hybridization

هو اتحاد أو تداخل بين أوربيبتالين مختلفين أو أكثر في نفس الذرة وينتج عنه أوربيبتالات ذرية جديدة تعرف بالأوربيبتالات المهجنة مثال ذلك ما يحدث لذرة الكربون، حيث يتضح أن إلكترون الأوربيبتال ($2s$) يختلف عن الثلاثة إلكترونات في الأوربيبتالات الثلاثة للمستوى الفرعي ($2p$) في كل من الطاقة وفي الشكل الفراغي للأوربيبتال، لذلك لابد من حدوث عملية معينة في ذرة الكربون ينتج عنها أربعة أوربيبتالات متكافئة وتسمى هذه العملية بعملية التهجين hybridization وتتم عملية التهجين بين أوربيبتالات الذرة الواحدة القريبة من بعضها في الطاقة مثلا ($2s$) مع ($2p$)، ($4s$) مع ($3d$) لينتج عدد من الأوربيبتالات المهجنة مساو لعدد الأوربيبتالات النقية التي دخلت في التهجين ويختلف شكل الأوربيبتالات المهجنة عن الأوربيبتالات النقية التي كونتها فتكون أكثر بروزا إلى الخارج لتكون قدرتها على التداخل أقوى من قدرة الأوربيبتالات العادية شكل (٣-٧).



شكل (٣-٧)

وقد فسرت قيم الزوايا بين الروابط 109.5° بأن الأوربيبتالات المهجنة كل منها عبارة عن إلكترون سالب فيتباعد كل منها عن الآخر في الفراغ بأقصى درجة ممكنة لتقليل قوى التنافر بينها فعندما تكون الزوايا بين الأوربيبتالات 109.5° تصبح أكثر استقراراً (أي أقل

الباب الثالث : الروابط وأشكال الجزيئات

تتأخر (مما لو كانت 90° مثلاً .

ولتكوين جزئ الميثان يرتبط الأربعة إلكترونات المتكافئة في الأوربيتالات الأربعة المهجنة (sp^3) لذرة الكربون مع الأربعة إلكترونات لذرات الهيدروجين الأربع شكل (٣ - ٨) .

ويلاحظ حدوث ما يلي في عملية التهجين :

١- يحدث التهجين بين أوربيتالات نفس الذرة .

٢- لا يحدث التهجين إلا بين الأوربيتالات القريبة

من بعضها في الطاقة .

٣- عدد الأوربيتالات المهجنة = عدد الأوربيتالات

الداخلة في عملية التهجين وتأخذ رمزها .

ويمكن توضيح تهجين (sp^2) أيضاً في مثال آخر

وهو تهجين ذرة الكربون في جزئ الإيثيلين C_2H_4

حيث تتهجن كل ذرة كربون بطريقة (sp^2) ثم

يتكون الجزئ كما يلي في شكل (٣ - ٩) ويتضح أيضاً في ذلك الشكل أنه بعد حدوث عملية

الإثارة في ذرتي الكربون يحدث تهجين بين أوربيتالين المستوى الفرعي ($2p$) مع الأوربيتال

($2s$) وينتج من هذه الأوربيتالات الثلاثة ثلاثة أوربيتالات مهجنة كلا منها يسمى (sp^2) .

ولتلافى قوى التنافر بينها تتباعد عن بعضها بقدر الإمكان في الفراغ فتكون الزوايا بينهما

ويتضح أن هناك أحد الأوربيتالات ($2p_z$) لم يدخل في عملية التهجين . ويكون

عمودياً على المستوى الذي يمر بالثلاثة أوربيتالات (sp^2) وبعد حدوث عملية التهجين في

ذرتي الكربون يحدث نوعان من التداخل بين الأوربيتالات هما :

أ - تداخل بين الأوربيتالين (sp^2) لكل ذرة كربون مع الأوربيتال ($1s$) لذرتي هيدروجين

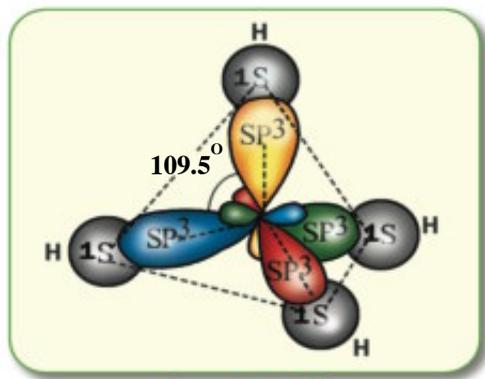
لتكوين الرابطين ($C-H$) وتداخل آخر بين الأوربيتال (sp^2) الثالث لذرة كربون مع

الأوربيتال (sp^2) لذرة الكربون الثانية لتكوين الرابطة ($C-C$) ويسمى هذا النوع من

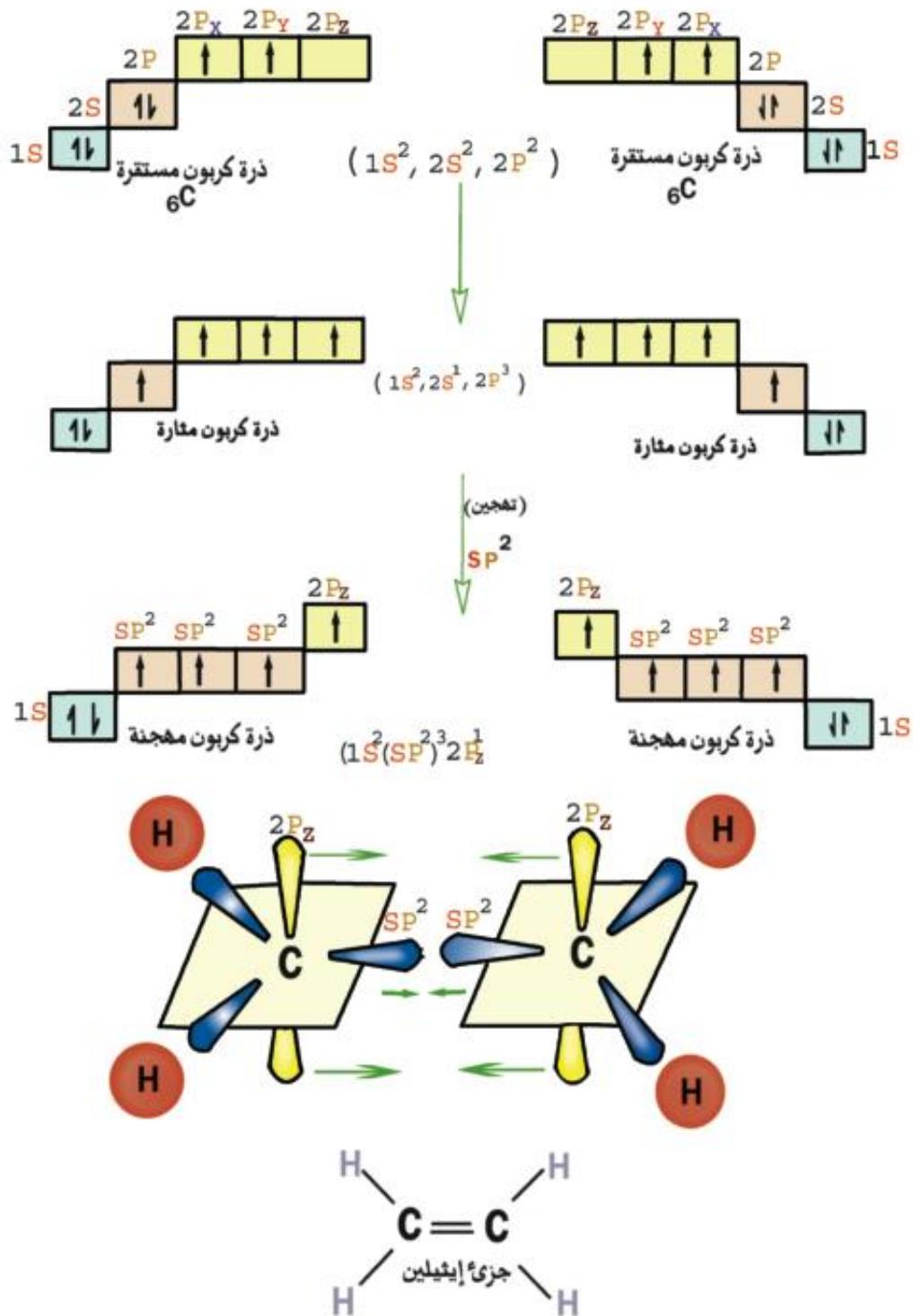
الروابط تبعاً لنظرية الأوربيتالات الجزيئية بروابط سيجما .

ب - تداخل بين الأوربيتالين ($2p_z$) لذرتي كربون لتكوين رابطة أخرى تسمى رابطة باي

بين ذرتين الكربون .



شكل (٣ - ٨)



شكل (٩-٣)

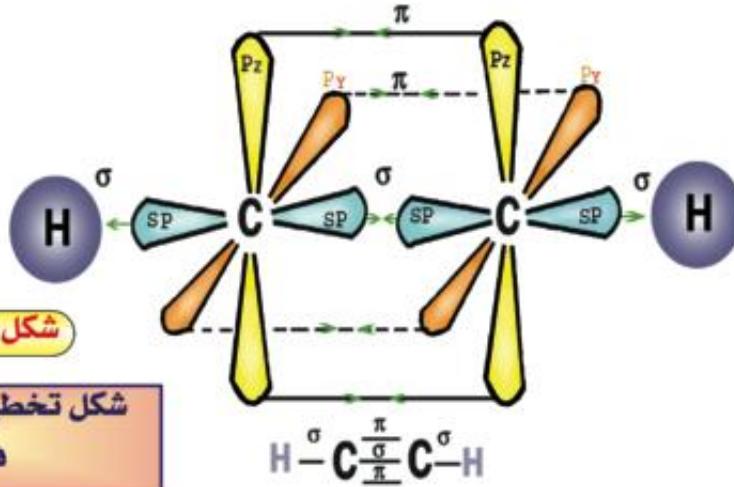
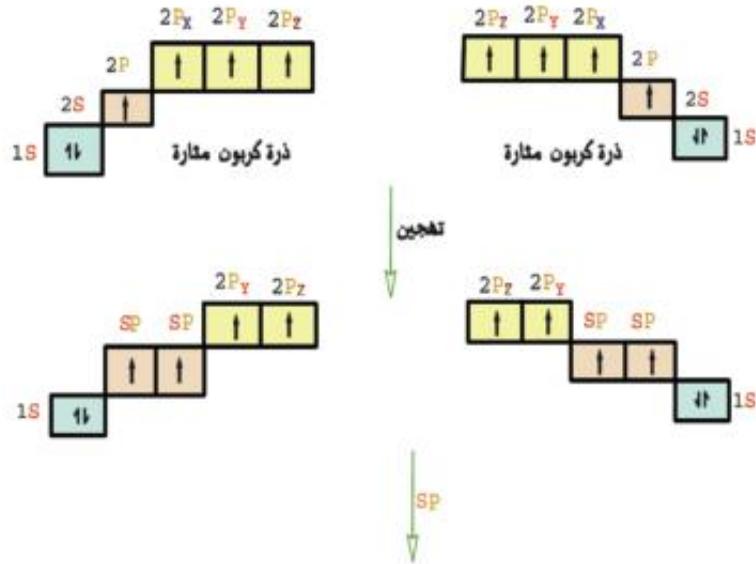
شكل تخطيطي للإيضاح فقط

الرابطة سيجمما (σ) Sigma bond

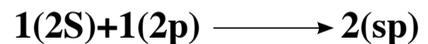
وتنشأ من تداخل الأوربيتالات الذرية مع بعضها بالرأس أى يكون الأوربيتالان المتداخلان على خط واحد Colinear Overlap مثال ذلك تداخل الأوربيتال المهجن (sp^2) فى ذرة الكربون مع الأوربيتال ($1s$) لذرة الهيدروجين كذلك تداخل الأوربيتال (sp^2) لذرة كربون بالرأس معاً لأوربيتال (sp^2) لذرة الكربون الأخرى فى جزئ الإيثيلين ويتضح ذلك فى شكل (٩-٣).

الرابطة باى (π) pi-Bond

وتنشأ من تداخل أوربيتالين ذريين جنباً إلى جنب، أى يكون الأوربيتالان المتداخلان متوازيان Collateral Overlap مثال ذلك تداخل الأوربيتال ($2p_z$) بالجنب مع الأوربيتال ($2p_z$) لذرة كربون أخرى كما فى جزئ الإيثيلين . وفى جزئ الاستيلين C_2H_2 ترتبط ذرتا الكربون ببعضهما برابطة سيجمما واحدة ورابطتين باى ويتضح ذلك من شكل (١٠-٣).



يتضح من شكل (٣-١٠) أنه بعد حدوث عملية الإثارة في ذرتي الكربون يحدث تهجين بين أوربيتال واحد ($2p_x$) من أوربيتالات المستوى الفرعي ($2p$) مع الأوربيتال ($2s$) وينتج من تهجين هذين الأوربيتالين أوربيتالان مهجنان كل منهما يسمى (sp).



ولتلافى قوى التنافر بين الأوربيتالين المهجنين فإنهما يبتعدان عن بعضهما بقدر الإمكان فتكون الزوايا بينهما 180° . ويلاحظ أنه مازال أوربيتالان في كل ذرة كربون لم يدخل في عملية التهجين ($2p_z - 2p_y$) ثم يحدث التداخل بين الأوربيتالات الذرية لكل من الذرتين لتكوين الروابط الآتية:

الباب الثالث : الروابط وأشكال الجزيئات

أ - روابط سيجما؛ وتنتج من التداخل بالرأس بين الأوربيتال (sp) لذرة الكربون مع الأوربيتال (sp) للذرة الأخرى، كذلك تنتج من تداخل الأوربيتال (sp) لذرة الكربون مع الأوربيتال (1s) لذرة الهيدروجين.

ب - روابط باي؛ وتنتج من التداخل بالجانب بين الأوربيتالين ($2p_y$) المتوازيين وبين الأوربيتالين ($2p_z$) المتوازيين لذرتي الكربون.

أشكال الجزيئات تبعاً لنظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR

تختلف أشكال الجزيئات تبعاً لعدد أزواج الإلكترونات (الحررة والمرتبطة) التي تتواجد في أوربيتالات الذرة المركزية للجزء، وتتوزع في الفراغ حول الذرة المركزية للجزء، بحيث يكون التنافر بينها أقل ما يمكن، لتكوين الشكل الأكثر ثباتاً للجزء، وهو ما نصت عليه نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ.

ويوضح الجدول الآتى أشكال لبعض الجزيئات حسب نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ.

أزواج الإلكترونات			ترتيب أزواج الإلكترونات	شكل الجزيء الفراغى	أمثلة الجزيئات
المحصلة	المرتبطة	الحررة			
2	2	0	خطى	خطى AX_2	BeF_2 $F-Be-F$
3	3	0	مثلث مستوى	مثلث مستوى AX_3	BF_3 $F-B-F$
	2	1		زاوى AX_2E	SO_2 $O-S-O$
4	4	0	رباعى الأوجه	رباعى الأوجه AX_4	CH_4 $H-C-H$
	3	1		هرم ثلاثى القاعدة AX_3E	NH_3 $H-N-H$
	2	2		زاوى AX_2E_2	H_2O $H-O-H$

شكل (١١-٣)

● يمثل الذرة المركزية A ● يمثل الذرات المرتبطة بالذرة المركزية X

E يمثل أزواج الإلكترونات الحرة

وتتحكم أزواج الإلكترونات الحرة فى تحديد قيم الزوايا بين الروابط فى الجزيء، لأن زوج الإلكترونات الحرة يكون مرتبطاً من جهة بنواة الذرة المركزية، ويكون منتشراً فراغياً من الجهة الأخرى.

أما زوج الارتباط فيكون مرتبطاً من جهتيه بنواتى الذرتين المرتبطتين.

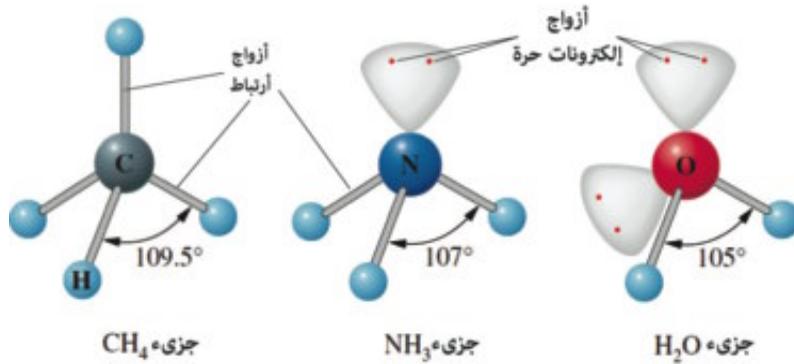
نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR

الباب الثالث : الروابط وأشكال الجزيئات

تؤدي الزيادة في عدد أزواج الإلكترونات الحرة في الذرة المركزية للجزئ إلى زيادة قوى التنافر بينها ويكون ذلك على حساب نقص مقدار الزوايا بين الروابط التساهمية في الجزئ وبشكل عام يكون التنافر بين :

(زوج حر، زوج حر) < (زوج حر، زوج ارتباط) < (زوج ارتباط، زوج ارتباط)

كيف يمكنك تفسير صغر قيم الزوايا بين الروابط التساهمية في الماء عن الأمونيا عن الميثان في ضوء ما سبق؟



تتحكم أزواج الإلكترونات الحرة في تحديد قيم الزوايا بين الروابط في الجزيئات التساهمية.

شكل (٣-١٢)

٢- نظرية الأوربيتالات الجزيئية Molecular Orbital Theory

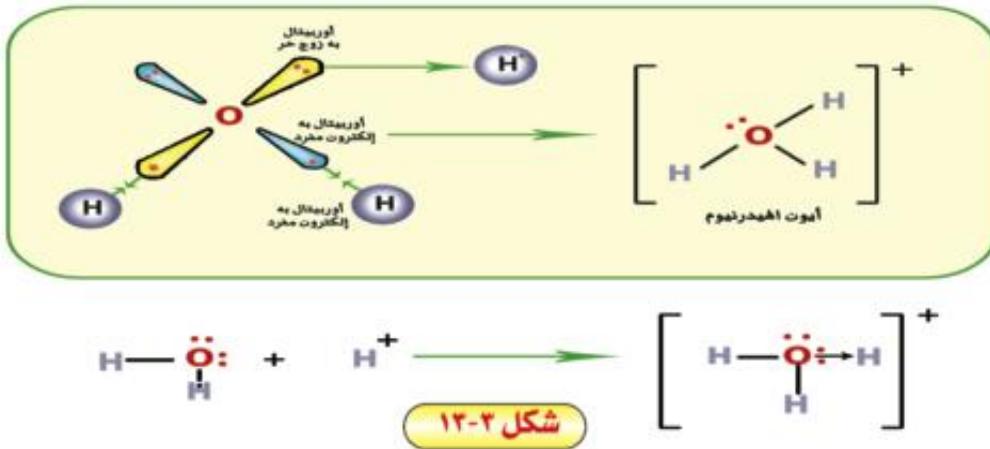
الروابط تبعا لنظرية الأوربيتالات الجزيئية بروابط سيجمما.

ب - تداخل بين الأوربيتالين ($2p_z$) لذرتي كربون لتكوين رابطة أخرى تسمى رابطة باي بين ذرتين الكربون.

اعتبرت نظرية رابطة التكافؤ أن الجزئ مجرد ذرتين أو أكثر حدث تداخل بين بعض أوربيتالاتهم الذرية لتكوين الروابط التساهمية بين هذه الذرات. وتبقى بقية الأوربيتالات الذرية التي لم تشارك في تكوين الروابط بحالاتها كما هي في الذرة المفردة، أما نظرية الأوربيتالات الجزيئية فاعتبرت الجزئ كوحدة واحدة، أو ذرة كبيرة متعددة الأنوية يحدث فيها تداخل بين جميع الأوربيتالات الذرية لتكوين أوربيتالات جزيئية كما يرمز للأوربيتالات الذرية بالرمز s، p، d، .. إلخ ويرمز أيضا للأوربيتالات الجزيئية بالرمز سيجمما (σ) باي (π) دلتا (δ) .. إلخ.

٣ - الرابطة التناسقية، Coordinate Bond

تعتبر الرابطة التناسقية نوعاً خاصاً من الرابطة التساهمية، ولا يختلف زوج الإلكترونات المكون لأي من الرابطين إلا من حيث المنشأ. فبينما يتكون زوج الإلكترونات المكون للرابطة التساهمية من مساهمة كل ذرة من الذرتين المرتبطتين بإلكترون واحد. نجد أن زوج الإلكترونات المكون للرابطة التناسقية هو زوج من الإلكترونات الحرة Lone Pair أي يشغل أوربيتالاً واحداً موجوداً في أحد الذرتين وتسمى الذرة المانحة Donner ويمنح هذا الزوج الإلكتروني الحر إلى ذرة أخرى بها أوربيتال فارغ أي يلزمها هذا الزوج الإلكتروني لتصل إلى التركيب الإلكتروني الثابت وتسمى هذه الذرة بالذرة المستقبلة Acceptor مثال ذلك أيون الهيدرونيوم $[H_3O]^+$ الذي يتكون عند إذابة الأحماض في الماء، حيث يرتبط أيون الهيدروجين الموجب مع جزئ الماء المتعادل شكل (٣-١٣).



وتتكون الرابطة التناسقية أيضاً عندما يستقبل البروتون $[H^+]$ زوج الإلكترونات الحر من ذرة النيتروجين في جزئ النشادر المتعادل ليتكون أيون الأمونيوم $[NH_4]^+$.

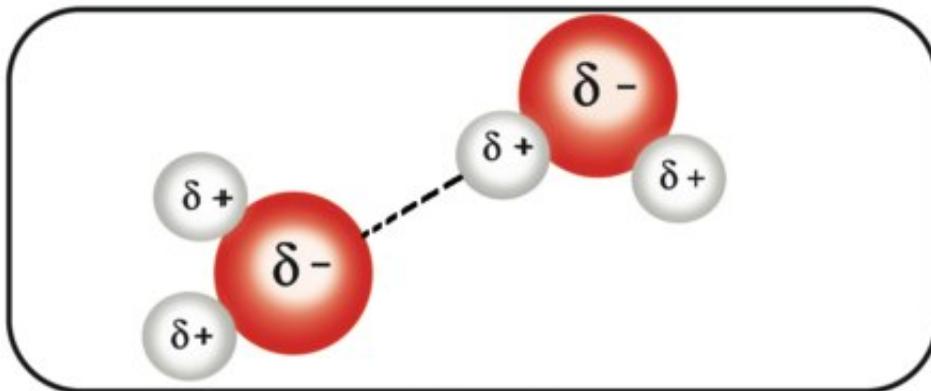
ثانيا الروابط الفيزيائية:

١ - الرابطة الهيدروجينية: Hydrogen Bond

من المعروف أن الماء يغلي عند 100°C وتعتبر هذه الدرجة مرتفعة جدا بالنسبة لمركب مثل الماء كتلته المولية 18g/mol فقط إذا قارنا هذه الدرجة بدرجة غليان مركب مثل غاز كبريتيد الهيدروجين وكتلته المولية 34g/mol ويغلي عند 61°C - فالمفروض أن تكون درجة غليان الماء أقل من ذلك، حيث إن الأكسجين يسبق الكبريت في المجموعة السادسة.

ويرجع شذوذ درجة غليان الماء إلى أن ذرة الأكسجين تتميز بأن سالبيتها الكهربائية عالية (3.5) بينما السالبية الكهربائية لذرة الهيدروجين (2.1) ونتيجة لهذا الفرق في السالبية الكهربائية يكون جزيء الماء قطبياً تحمل ذرة الأكسجين فيه شحنة سالبة جزئية، بينما تحمل ذرتا الهيدروجين شحنة موجبة جزئية. ونتيجة لاختلاف الشحنة على ذرة الأكسجين وذرتي الهيدروجين في جزيئات الماء تتجاذب الجزيئات مع بعضها عن طريق ما يسمى بالرابطة الهيدروجينية أو القنطرة الهيدروجينية - حسب التعبير الحديث- أي تصبح ذرة الهيدروجين كقنطرة أو جسر يصل بين ذرتي أكسجين لهما سالبية كهربائية عالية فتقترب الجزيئات من بعضها البعض بدرجة يمكن معها اعتبار ذرة الهيدروجين كرابطة تربط الجزيئات معا شكل (٢-١٤).

الرابطة الهيدروجينية: رابطة تنشأ بين ذرة هيدروجين مرتبطة في رابطة قطبية [مثل (F-H), (O-H), (N-H)] مع زوج من الإلكترونات الحرة لذرة أخرى مرتبطة سالبيتها الكهربائية مرتفعة (مثل N, O, F).



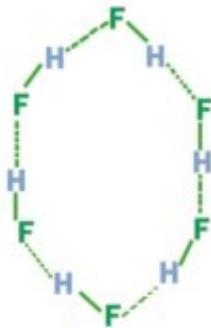
شكل (٢-١٤)

ويعزى ارتفاع درجة غليان الماء إلى أن الطاقة الحرارية تستغل في تكسير الروابط الهيدروجينية، ورغم التأثير الواضح للرابطة الهيدروجينية على الخواص إلا أن قوة هذه الرابطة أقل كثيرا من قوة الروابط الكيميائية العادية. ويوضح الجدول التالي الفرق بين الرابطة التساهمية والرابطة الهيدروجينية.

قوة الرابطة	طول الرابطة	
418 KJ/mol	1Å	الرابطة التساهمية
21 KJ/mol	3Å	الرابطة الهيدروجينية

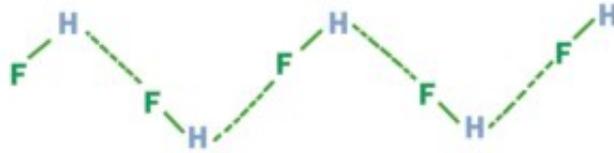
يلاحظ أن الرابطة الهيدروجينية أضعف كثيرا وأكثر طولاً من الرابطة التساهمية وتزداد قوة الرابطة الهيدروجينية عندما تقع الرابطة الهيدروجينية على استقامة واحدة مع الرابطة التساهمية القطبية، كما في حالتى جزيئات الماء H_2O وفلوريد الهيدروجين HF وعندما يزداد الفرق فى السالبية الكهربية بين الهيدروجين والذرة الأخرى المرتبط بها بالرابطة القطبية.

وتأخذ المركبات ذات الروابط الهيدروجينية أشكالا متعددة فقد تكون الجزيئات على شكل سلسلة مستقيمة أو حلقة مغلقة أو شبكة مفتوحة شكل (٣-١٥) وهى مركبات قطبية تذوب فى المذيبات القطبية مثل الماء.

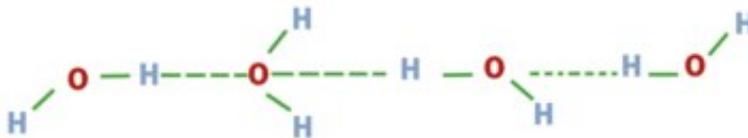


شكل حلقي مغلق

(الروابط الهيدروجينية بين جزيئات فلوريد الهيدروجين)



(شكل سلسلة مستقيمة)



شكل شبكة مفتوحة

(الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء)

شكل (٣-١٥)

٢ - الرابطة الفلزية Metallic bond

لكل فلز شبكة بلورية لها شكل معين تترتب في هذه الشبكة أيونات الفلز الموجبة، أما إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى لكل ذرة فتتجمع معا مكونة سحابة إلكترونية حرة الحركة تربط هذا التجمع الكبير من الأيونات الفلزية الموجبة. **أى أن الرابطة الفلزية تنتج من سحابة إلكترونات التكافؤ الحرة التى تقلل من قوى التنافر بين أيونات الفلز الموجبة فى الشبكة**، ويعزى التوصيل الحرارى والكهربى فى الفلزات إلى إلكترونات التكافؤ الحرة. ويلعب عدد إلكترونات التكافؤ فى ذرة الفلز دورا مهما فى قوة الرابطة الفلزية، فكلما زاد عدد إلكترونات التكافؤ فى ذرة الفلز كما أصبحت الذرات فى البلورة أكثر تماسكا، وبالتالي يصبح الفلز أكثر صلابة وتكون درجات انصهاره عالية. ويتضح ذلك عند مقارنة هذه الخواص لفلزات الصوديوم والمغنسيوم والألومنيوم من عناصر الدورة الثالثة

الفلز	عدد إلكترونات المستوى الأخير	الصلابة (على مقياس موهس)	درجة الانصهار
صوديوم	1	0.5 لين	98°C
ماغنسيوم	2	2.5 طرى	650°C
ألومنيوم	3	2.75 صلب	660°C

التقويم

السؤال الأول :

ما المقصود بكل مما يأتي:

- ١- التفاعل الكيميائي
- ٢- الرابطة الأيونية
- ٣- الرابطة التساهمية.
- ٤- الرابطة التناسقية.
- ٥- الرابطة الهيدروجينية.

السؤال الثاني:

اختر الإجابة الصحيحة مما يأتي:

- ١- العناصر C_{11} , B_{10} , A_9 لها الأعداد الذرية المبينة فهل:
 - أ- يتحد B مع C
 - ب = يتحد A مع B
 - ج - يتحد B مع نفسه
 - د - يتحد C مع A
- ٢- عنصر عدده الذرى (9) وعندما ترتبط ذرتان منه فإن الرابطة فى الجزئ الناتج تكون:
 - أ- فلزية
 - ب- تناسقية
 - ج- أيونية
 - د - تساهمية.
- ٣- الرابطة فى جزئ فلوريد الهيدروجين رابطة تساهمية قطبية لأن الذرتين مختلفتين فى:

- أ- موقعهما فى الجدول الدورى
- ب - الميل الإلكتروني
- ج - السالبية الكهربائية
- د - جهد التأين
- ٤- الأوربيبتالات المهجنة sp لها الخصائص التالية:
 - أ - عددها ثلاثة
 - ب - خطية الاتجاه
 - ج - عددها اثنان
 - د - (ب، ج) صحيحة.

٥- فى جزئى الأستيلين نلاحظ أن:

- أ- الرابطة بين ذرتى الكربون ثنائية واحدة سيجمما والثانية باى.
- ب- الرابطة بين ذرتى الكربون ثلاثية واحدة سيجمما واثنان باى.
- ج - تستخدم كل ذرة كربون مجموعة من هجين (sp)
- د - (ب، ج) صحيحة.

٦- الأوربييتال (sp^3) المهجن نتج من تداخل:

- أ- أوربييتال s مع أوربييتالين p
- ب - أوربييتالين s مع أوربييتالين p
- ج - أوربييتال s مع ثلاثة أوربييتالات p
- د- أوربييتال s مع أوربييتال p

٧- عند اتحاد ذرتين من الأوكسجين لتكوين جزئ منه فإن:

- أ- كل ذرة تشارك بالإلكترون واحد لتكوين رابطة تساهمية واحدة.
- ب - تمنح إحدى الذرتين زوج من الإلكترونات للذرة الثانية.
- ج - تشارك كل ذرة بزوج من الإلكترونات.
- د - تتكون الذرتين رابطة تساهمية قطبية.

السؤال الثالث:

علل لما يأتي:

- ١- بالرغم من أن الكبريت يقع تحت الأوكسجين مباشرة فى المجموعة السادسة فى جدول ترتيب العناصر إلا أن مركباتهما مع الهيدروجين مختلفة فالماء يغلى عند 100°C بينما يغلى كبريتيد الهيدروجين عند 61°C .
- ٢- أيون الفلوريد السالب وأيون الصوديوم الموجب لهما نفس العدد من الإلكترونات.
- ٣- تكوين رابطة تناسقية فى أيون الأمونيوم.
- ٤- جزئ CO_2 غير قطبي، بالرغم من أنه يتضمن رابطتين قطبيتين.
- ٥ - مقدار الزاوية بين الروابط فى جزئ النشادر أقل مما فى جزئ الميثان.

السؤال الرابع:

أجب عما يلي:

أ- ما نوع الرابطة الكيميائية فى المركبات التالية



ب- رتب الروابط التالية حسب الزيادة فى قطبيتها:



السؤال الخامس:

اكتب المفهوم العلمى لكل من العبارات التالية:

- ١- رابطة تنشأ من تداخل أوربيتالين ذريين جنباً إلى جنب.
- ٢- رابطة تتكون عندما تقع ذرة الهيدروجين بين ذرتين لهما سالبية كهربية عالية.
- ٣- أيون يتكون عند ارتباط أيون الهيدروجين الموجب بجزئ الماء.
- ٤- رابطة تحدث بين عنصرين فرق السالبية الكهربية بينهما صفر.

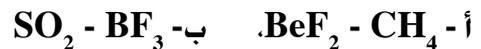
السؤال السادس:

وضح بالرسم التخطيطى بطريقة لويس النقطية، كيفية ارتباط



السؤال السابع:

قارن بين كل زوجين مما يأتى من حيث شكل الجزئ الفراغى وعدد أزواج الإلكترونات الحرة والمرتبطة.



السؤال الثامن :



أعد رسم تركيب جزيء الهيدرازين N_2H_4 المقابل موضحاً عليه التوزيع النقطي لأزواج الإلكترونات (الحررة والمرتبطة).

السؤال التاسع :

حدد الشكل الفراغي للجزيء الذى يحتوى على ذرتين مرتبطتين بالذرة المركزية، 1 زوج حر مع كتابة الاختصار المعبر عنه.

السؤال العاشر :

استنتج عدد كل من الذرات المرتبطة بالذرة المركزية والأزواج الحررة وكذلك ترتيب أزواج الإلكترونات للجزيء الذى له الاختصار AX_2E

الباب الرابع

العناصر المثلثة في
بعض المجموعات
المنتظمة في
الجدول الدوري

الأهداف

في نهاية دراسة الطالب لباب العناصر الممثلة في بعض المجموعات المنتظمة في

الجدول الدوري ينبغي أن يكون قادرا على أن:

- يتعرف عناصر المجموعة الأولى (فلزات الأقلء) وتركيبها الإلكتروني.
- يتعرف الخواص العامة لعناصر المجموعة الأولى.
- يستنتج طريقة استخلاص فلزات الأقلء من خاماتها.
- يتعرف خواص هيدروكسيد الصوديوم.
- يجرى بعض التجارب العملية للكشف عن بعض الشقوق القاعدية.
- يتعرف طريقة تحضير كربونات الصوديوم في المعمل والصناعة.
- يتعرف عناصر المجموعة الخامسة وتركيبها الإلكتروني.
- يحدد الأعداد التأكسدية للنيتروجين في مركبات مختلفة.
- يتعرف طرق تحضير النيتروجين في المعمل وخواصه الطبيعية والكيميائية.
- يتعرف طريقة تحضير غاز الأمونيا (النشادر) في المعمل والصناعة.
- يجرى تجربة للكشف عن غاز الأمونيا (النشادر).
- يقارن بين أنواع مختلفة من الأسمدة النيتروجينية (الأزوتية).
- يتعرف طريقة تحضير حمض النيتريك في المعمل.
- يتعرف خواص حمض النيتريك.
- يميز بطريقة عملية بين أملاح النترات وأملاح النيتريت.
- يتعرف الأهمية الاقتصادية لعناصر المجموعة الخامسة.
- يراعى قواعد الأمن والسلامة في المعمل.
- يقدر جهود العلماء في خدمة وتقديم الإنسانية.

العناصر المثلة في بعض المجموعات المنتظمة

The representative elements of some regular groups

وجدنا من خلال دراستنا للجدول الدوري أن من أهم أهداف دراسة هذا الجدول هو تصنيف العناصر لتسهيل دراستها بشكل منظم، وسنتناول هنا دراسة العناصر المثلة في بعض المجموعات المنتظمة، تعنى كلمة مجموعة منتظمة أن عناصرها تظهر تدرجاً منتظماً لا نجده في العناصر الانتقالية، وسنقدم في هذا الباب دراسة أكثر تفصيلاً لكيمياء هذه العناصر وتأثير العوامل التي سبقت دراستها في الجدول الدوري مثل نصف قطر الذرة وجهد التأين والسالبية الكهربية على الخواص الكيميائية والفيزيائية لهذه العناصر.

أولاً: عناصر الفئة (s)

مثال: عناصر المجموعة الأولى (الأقلية) Alkali metals

تعرف عناصر هذه المجموعة بالفلزات القلوية (مكونات القلويات أو الأقلية) وقد أطلق علماء المسلمين اسم «القلي» على مركبات الصوديوم والبوتاسيوم - ثم نقل الأوربيون هذه التسمية لتصبح «alkali» وتوسعت هذه التسمية لتشمل جميع عناصر المجموعة الأولى.

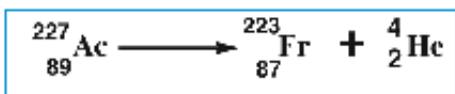
العنصر	رمزه وعدده الذري	توزيع الإلكترونات حسب مبدأ البناء التصاعدي
الليثيوم	${}^3\text{Li}$	$1s^2, 2s^1$
الصوديوم	${}^{11}\text{Na}$	$[\text{Ne}], 3s^1$
البوتاسيوم	${}^{19}\text{K}$	$[\text{Ar}], 4s^1$
الروبيديوم	${}^{37}\text{Rb}$	$[\text{Kr}], 5s^1$
السيوم	${}^{55}\text{Cs}$	$[\text{Xe}], 6s^1$
الفرانسيوم	${}^{87}\text{Fr}$	$[\text{Rn}], 7s^1$

وجود عناصر الأقلية في الطبيعة:

يلاحظ أن الصوديوم والبوتاسيوم من العناصر المتوفرة في القشرة الأرضية فهما يحتلان الترتيب السادس والسابع من حيث انتشار العناصر في القشرة الأرضية وأهم خامات الصوديوم

الباب الرابع : العناصر الممثلة فى بعض المجموعات المنتظمة

هو الملح الصخري (NaCl) كما أن أهم خامات البوتاسيوم هو كلوريد البوتاسيوم الذى يوجد فى ماء البحر وكذلك فى رواسب الكارناليت (Caranallite) $(KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O)$ أما باقى فلزات المجموعة فإنها نادرة الوجود، وعنصر الفرانسيوم عنصر مشع لم يكتشف إلا سنة 1946 كنتاج لانحلال عنصر الأكتينيوم..



وحيث أن مقدار العنصر المتكون من التفاعل السابق كان ضئيلاً جداً فإن كل ما نعرفه عن هذا العنصر هو عدده الذرى ووزنه الذرى التقريبى وأن صفاته تشبه صفات السيزيوم كما أنه عنصر مشع تبلغ فترة عمر النصف له عشرون دقيقة فقط.

الخواص العامة لعناصر المجموعة الأولى (فلزات الألقاء)

- ١- تتميز كل عناصر المجموعة بوجود إلكترون واحد مفرد في المستوى الأخير ويترتب على وجود هذا الإلكترون في مستوى الطاقة الأخير (ns^1) ما يلي :
 - أ- يقع كل عنصر من عناصر هذه المجموعة في بداية دورة جديدة في الجدول الدوري
 - ب- عدد تأكسدها جميعاً (+1)
 - ج- تتميز بالنشاط الكيميائي الكبير لسهولة فقد إلكترون التكافؤ، لذا فإن قيم جهد تأينها الأول تعتبر أقل من قيم جهد تأين جميع العناصر المعروفة، أما جهد التأين الثاني فهو كبير جدا وذلك لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل (كسر نظام إلكتروني مستقر) .
 - د- معظم مركباتها أيونية، وأيون كل عنصر منها يشبه تركيب الغاز النبيل الذي يسبقه .
 - هـ- عوامل مختزلة قوية جداً .
 - و- لأن عدد إلكترونات المستوى الخارجى في ذرة الفلز هو أحد العوامل التى تحدد قوة الرابطة الفلزية وحيث أن فلزات المجموعة الأولى تحتوى على إلكترون واحد فى غلاف التكافؤ لذا نجد أن هذه الفلزات تتميز بضعف قوة تماسك ذراتها ولهذا فهى أكثر الفلزات ليونة وأقلها فى درجات الانصهار والغليان .
- ٢- ذرات عناصر هذه المجموعة تعتبر أكبر الذرات المعروفة حجماً حيث تعتبر ذرة كل عنصر منها أكبر الذرات حجماً فى الدورة الخاصة به . ويزيد الحجم الذرى فى المجموعة بزيادة العدد الذرى ويترتب على زيادة الحجم الذرى ما يلي :
 - أ- زيادة نصف قطر الذرة يقلل ارتباط إلكترون التكافؤ بنواة الذرة ويجعل فقده سهلاً، لهذا تعتبر هذه الفلزات أعلى الفلزات المعروفة إيجابية كهربية Electropositivity، وكذلك النشاط الكيميائي .
 - ب- تستغل ظاهرة كبر أحجام ذراتها وصغر جهد تأينها فى استخدامها فى الخلايا الكهروضوئية كما فى البوتاسيوم والسيزيوم حيث أن تعريض هذه المواد للضوء يؤدي إلى تحرير إلكتروناتها من سطح الفلز وهو ما يعرف بالظاهرة الكهروضوئية .

الباب الرابع : العناصر الممثلة فى بعض المجموعات المنتظمة

ج- تتميز بقلة كثافتها .

د- السالبة الكهربائية لهذه الفلزات صغيرة جداً إذا ما قورنت بالعناصر الأخرى لذا عند اتحادها مع العناصر اللافلزية تكون روابط أيونية قوية .

٣- عند إثارة إلكترونات ذرات هذه العناصر إلى مستويات طاقة أعلى فأنها تعطى الألوان

العنصر	اللون
الليثيوم	قرمزي
الصوديوم	أصفر ذهبي
البوتاسيوم	بنفسجي فاتح
السيوم	أزرق بنفسجي



السيوم



البوتاسيوم



الصوديوم



الليثيوم

كشف الفلزات المجموعة 1A شكل (١-٤)

ويستخدم ذلك فى الكشف الجاف (كشف اللهب) عن هذه العناصر فى مركباتها بالطريقة التالية:
يغمس سلك البلاتين فى حمض الهيدروكلوريك المركز لتنظيفه ثم يغمس بعد ذلك فى الملح المجهول ويعرض للهب بنزن غير المضىء فيكتسب اللهب اللون المميز لكاتيون العنصر .

٤- نظراً للنشاط الكبير لعناصر هذه المجموعة فهى تحفظ بعيداً عن الهواء والرطوبة مغمورة فى الهيدروكربونات السائلة مثل الكيروسين .

٥- تأثير الهواء الجوى:

عناصر هذه المجموعة نشطة كيميائياً وتصدأ فى الهواء بسهولة وتفقد بريقها الفلزي اللامع نتيجة تكوين الأكاسيد .

ونجد أن الليثيوم يتحد مع نيتروجين الهواء مكوناً نيتريد الليثيوم الذى يتفاعل مع الماء معطياً النشادر .



٦- مع الماء :



شكل (١-٤)

تفاعل الصوديوم مع الماء

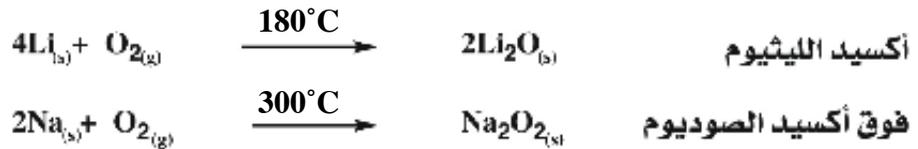
تعتبر فلزات هذه المجموعة أنشط الفلزات المعروفة وتحتل قمة السلسلة الكهروكيميائية لذا فهي تحل محل هيدروجين الماء ويكون التفاعل مصحوبا بانطلاق طاقة كبيرة تؤدي إلى اشتعال الهيدروجين المتصاعد ويزداد التفاعل عنفا من الليثيوم إلى السيزيوم.



علل عدم إطفاء حرائق الصوديوم بالماء.

٧- مع الأكسجين :

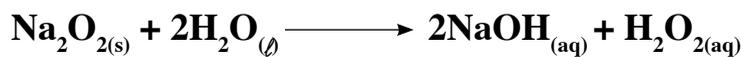
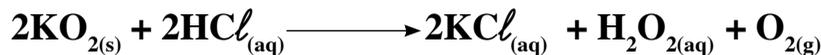
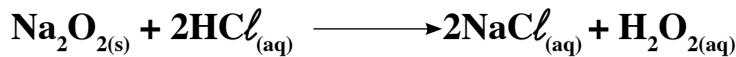
يتضح تدرج نشاط عناصر المجموعة الأولى عند تفاعلها مع الأكسجين فعند إحراق هذه الفلزات ينتج ثلاثة أنواع من الأكاسيد فالليثيوم يعطي الأكسيد العادي الذي تكون فيه حالة تأكسد الأكسجين (-2) ويعطى الصوديوم فوق أكسيد الصوديوم Na_2O_2 الذي يتميز بوجود أيون فوق الأكسيد $(\text{O}_2)^{-2}$ وعدد تأكسد الأكسجين فيه (-1)



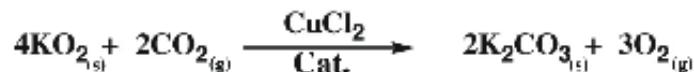
أما البوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم فتعطي سوبر أكسيد وعدد تأكسد الأكسجين فيه $(-\frac{1}{2})$



وتعمل مركبات فوق الأكسيد والسوبر أكسيد كعوامل مؤكسدة قوية، حيث تتفاعل مع الماء والأحماض وتعطي فوق أكسيد الهيدروجين وأكسجين



ويتفاعل سوبر أكسيد البوتاسيوم مع ثاني أكسيد الكربون معطيا الأكسجين



الباب الرابع : العناصر الممثلة في بعض المجموعات المنتظمة

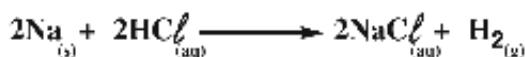
ويستفاد من هذا التفاعل في استبدال ثاني أكسيد الكربون بالأكسجين في الأجواء المغلقة مثل الغواصات والطائرات التي تحلق على ارتفاعات عالية جداً وذلك بإمرار هواء الزفير المحتوي على نسبة مرتفعة من ثاني أكسيد الكربون على مرشحات تحتوي على سوبر أكسيد البوتاسيوم والعامل الحفاز.

ويمكن تحضير أكاسيد هذه العناصر بإذابة الفلز في غاز النشادر المسال ثم إضافة الكمية المحسوبة من الأكسجين.

والأكسيد المثالي لهذه العناصر هو X_2O حيث (X) رمز العنصر وهو عبارة عن أكسيد قاعدي قوى يتفاعل مع الماء منتجا أقوى القلويات المعروفة فيما عدا Li_2O

٨- مع الأحماض :

تحل هذه الفلزات محل هيدروجين الأحماض ويكون التفاعل عنيفاً



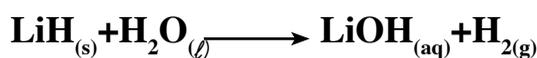
٩- مع الهيدروجين :

تتفاعل فلزات الأقلية مع الهيدروجين وتكون الهيدريدات

والهيدريدات مركبات أيونية يكون عدد تأكسد أيون الهيدروجين فيها (-1)



والهيدريدات مواد مختزلة، تتفاعل مع الماء وينطلق غاز الهيدروجين



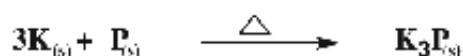
١٠- مع الهالوجينات :

تتفاعل فلزات الأقلية مع الهالوجينات بشدة ويكون التفاعل مصحوبا بانفجار وتتكون هاليدات أيونية شديدة الثبات.



١١- مع اللافلزات الأخرى :

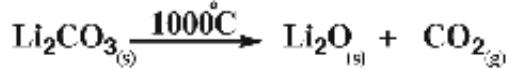
تتحد الفلزات القلوية الساخنة مباشرة مع الكبريت والفسفور



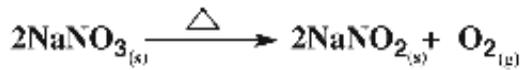
١٢- أثر الحرارة على الأملاح الأكسجينية للأقلاء:

تمتاز الأملاح الأكسجينية للأقلاء بأنها ثابتة حرارياً.

(أ) جميع كربونات الأقلاء لا تتحلل بالحرارة ما عدا كربونات الليثيوم التي تنحل عند 1000°C .



(ب) تنحل نترات الأقلاء انحلالاً جزئياً إلى نيتريت الفلز والأكسجين



وعند انحلال نترات البوتاسيوم يحدث انفجار شديد، لهذا تستخدم في صناعة البارود في

حين أن نترات الصوديوم لا تصلح لهذه الصناعة لأنها متميعة (تمتص بخار الماء من الهواء)

استخلاص فلزات الأقلاء من خاماتها:

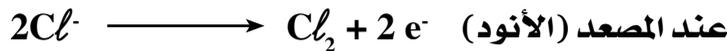
تعتبر فلزات هذه المجموعة أقوى العوامل المختزلة المعروفة لأنها أكبر الفلزات قدرة على

فقد إلكترونات التكافؤ لذا فإنها لا توجد في الطبيعة على حالة انفراد وتوجد في شكل

مركبات أيونية مثل كلوريد الصوديوم NaCl .

والطريقة المتبعة في تحضير هذه الفلزات هي التحليل الكهربى لمصهور هاليداتهما في وجود

بعض المواد الصهارة التي تخفض من درجات انصهار هذه الهاليدات.



أشهر مركبات الصوديوم

(١) هيدروكسيد الصوديوم NaOH

(أ) أهم خواصه :

- ١- مركب صلب لونه أبيض متميع . (يمتص بخار الماء من الهواء الجوى)
- ٢- له ملمس صابوني وتأثيره كاو على الجلد
- ٣- يذوب فى الماء بسهولة مكوناً محلولاً قلويًا مع انبعاث طاقة حرارية نتيجة هذا الذوبان (ذوبان طارد للحرارة) .
- ٤- يتفاعل مع الأحماض مكوناً ملح الصوديوم للحمض والماء .



(ب) أهم استخداماته :

١- يدخل هيدروكسيد الصوديوم فى كثير من الصناعات الهامة مثل :

- صناعة الصابون

- صناعة الحرير الصناعى

- صناعة الورق

٢- فى تنقية البترول من الشوائب الحامضية .

٣- الكشف عن الشقوق القاعدية (الكاتيونات) :

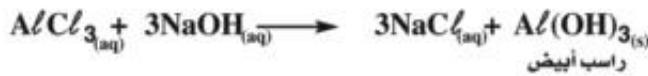
أ- الكشف عن كاتيون النحاس Cu^{2+} :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم \longrightarrow راسب أزرق من هيدروكسيد النحاس (II) يسود بالتسخين .



ب- الكشف عن كاتيون الألومنيوم Al^{3+}

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم - راسب أبيض من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم لتكون ميثا ألوينات الصوديوم الذي يذوب في الماء.



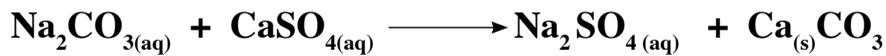
(٢) كربونات الصوديوم Na_2CO_3

أ- التحضير :

١- في المعمل: بإمرار غاز ثاني أكسيد الكربون في محلول هيدروكسيد الصوديوم الساخن، ثم يترك المحلول ليبرد تدريجياً حيث تنفصل بلورات كربونات الصوديوم المائية.

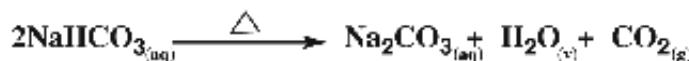
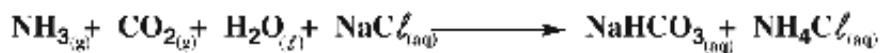


وتعرف كربونات الصوديوم المائية باسم صودا الغسيل $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ، لأنها تستخدم في إزالة عسر الماء المستديم الناشئ عن وجود أملاح Ca^{+2} ، Mg^{+2} ذائبة في الماء، حيث تتفاعل معهما مكونة كربونات كالسيوم وماغنسيوم اللتان لا تذوبان في الماء، فيزول العسر



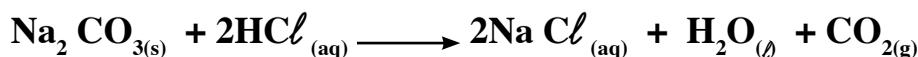
٢- في الصناعة (طريقة سولفاي):

بإمرار غازي الأمونيا وثاني أكسيد الكربون في محلول مركز من كلوريد الصوديوم فينتج بيكربونات الصوديوم والتي يتم تسخينها لتتحول إلى كربونات الصوديوم وماء وثاني أكسيد الكربون



ب- أهم خواصه :

- ١- مسحوق أبيض يذوب بسهولة فى الماء ومحلولة قاعدى التأثير .
- ٢- لا يتأثر بالتسخين فهى تنصهر دون أن تتفكك .
- ٣- يتفاعل مع الأحماض ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون .



ج- أهم الاستخدامات :

- ١- صناعة الزجاج .
- ٢- صناعة الورق .
- ٣- صناعة النسيج .
- ٤- إزالة عسر الماء

الدور الكيمياءى الحيوى للصوديوم:

أيونات الصوديوم من أكثر الأيونات وجودا فى بلازما الدم والمحاليل المحيطة بخلايا الجسم وهى تلعب دوراً هاماً فى العمليات الحيوية ، لأنها تكون الوسط اللازم لنقل المواد الغذائية كالجلوكوز والأحماض الأمينية .

ومن المصادر الطبيعية للصوديوم : الخضروات خاصة الكرفس واللبن ومنتجاته .

الدور الكيمياءى الحيوى للبوتاسيوم:

أيونات البوتاسيوم من أكثر الأيونات وجودا فى الخلية ، وهى تلعب دوراً هاماً فى تخليق البروتينات التى تحكم التفاعل الكيمياءى فى الخلية ، كما يلعب البوتاسيوم دوراً هاماً فى عملية أكسدة الجلوكوز فى الخلية لإنتاج الطاقة اللازمة لنشاطها ومن المصادر الطبيعية للبوتاسيوم : اللحوم واللبن والبيض والخضروات والحبوب .

ثانياً: عناصر الفئة (P)

مثال: عناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر):
تتكون المجموعة من خمسة عناصر هي:

العنصر	رمزه وعدده الذري	توزيع الإلكترونات حسب مبدأ البناء التصاعدي
النيتروجين	${}^7\text{N}$	$1s^2, 2s^2, 2p^3$
الفسفور	${}^{15}\text{P}$	$[\text{Ne}], 3s^2, 3p^3$
الزرنيخ	${}^{33}\text{As}$	$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^{10}, 4p^3$
الأنتيمون	${}^{51}\text{Sb}$	$[\text{Kr}], 5s^2, 4d^{10}, 5p^3$
البيزموت	${}^{83}\text{Bi}$	$[\text{Xe}], 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^3$

وجودها في الطبيعة:

ليست منتشرة في الطبيعة باستثناء النيتروجين فهو يمثل $\frac{4}{5}$ من حجم الهواء الجوي تقريباً.

الفسفور: هو الأكثر انتشاراً في القشرة الأرضية حيث يوجد على هيئة:

أ- فوسفات الكالسيوم الصخري $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

ب- الأباتيت: $\text{CaF}_2 - \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ وهو ملح مزدوج لفلوريد وفوسفات الكالسيوم.

الزرنيخ: يوجد على هيئة كبريتيد الزرنيخ As_2S_3

الأنتيمون: يوجد على هيئة كبريتيد الأنتيمون Sb_2S_3

البيزموت: يوجد على هيئة كبريتيد البيزموت Bi_2S_3

الخواص العامة لعناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر):

١- يغلب الطابع اللافلزي على خواص عناصر هذه المجموعة وتزداد الصفة الفلزية بزيادة العدد الذري للعنصر.

- النيتروجين والفسفور لا فلزات.

- الزرنيخ والأنتيمون أشباه فلزات.

- البيزموت عنصر فلزي ومع ذلك فقدته على التوصيل الكهربى ضعيفة.

٢- يحتوى جزيء النيتروجين على ذرتين، أما الفوسفور والزرنيخ والأنتيمون فقد وجد.

الباب الرابع : العناصر الممثلة في بعض المجموعات المنتظمة

أن أبخرتها عند درجات حرارة عالية تحتوى جزيئاتها على أربع ذرات P_4 ، As_4 ، Sb_4 أما البزموت فهو يكون بلورة فلزية وفي درجة حرارة عالية تتكون أبخرته من جزيئات ثنائية الذرة Bi_2 وبذلك فهو يشذ عن معظم الفلزات التي تكون جزيئاتها أحادية الذرة في الحالة البخارية.

٣- تتميز عناصر هذه المجموعة بتعدد أعداد التأكسد في المركبات المختلفة فهي تتراوح بين (+5:-3) حيث تكتسب ثلاثة إلكترونات عن طريق المشاركة أو تفقد خمسة إلكترونات، ويوضح الجدول التالي أعداد التأكسد للنيتروجين في بعض مركباته.

أعداد التأكسد	الصيغة	المادة
-3	NH_3	النشادر
-2	$(N_2H_4): (NH_2-NH_2)$	الهيدرازين
-1	NH_2OH	الهيدروكسيل أمين
zero	N_2	النيتروجين
+1	N_2O	أكسيد نيتروز
+2	$(N_2O_2) : NO$	أكسيد نيتريك
+3	N_2O_3	ثالث أكسيد نيتروجين
+4	$(N_2O_4) : NO_2$	ثاني أكسيد نيتروجين
+5	N_2O_5	خامس أكسيد نيتروجين

ويلاحظ أن أعداد التأكسد الموجبة تظهر في المركبات الأكسجينية لأن السالبة الكهربائية للأكسجين أعلى من النيتروجين.

٤- التأصل: هو وجود العنصر في عدة صور تختلف في خواصها الفيزيائية وتتفق في الخواص الكيميائية.

وترجع هذه الظاهرة إلى وجود العنصر في أكثر من شكل بلورى يختلف كل شكل عن الآخر في ترتيب الذرات وفي عددها، وتتميز اللافلزات الصلبة بهذه الظاهرة.

العنصر	الصور التأصلية
الفوسفور	شمعى أبيض - أحمر - بنفسجى
الزرنبيخ	أسود - رمادى - شمعى أصفر
الأنتيمون	أصفر - أسود

أما النيتروجين والبرموت فلا يوجد بهما ظاهرة التأصل .

٥- مع الأكسجين :

تكون جميع عناصر هذه المجموعة أكاسيد بعضها حمضى مثل N_2O_5 وبعضها متردد مثل Sb_2O_3 والبعض يتصف بصفة قاعدية مثل Bi_2O_5 وتزداد الصفة القاعدية بزيادة العدد الذرى وتقل الصفة الحمضية بزيادة العدد الذرى أيضا .

٦- مع الهيدروجين :

تكون معظم عناصر المجموعة مركبات مع الهيدروجين يكون عدد تأكسد العنصر فيها (3-) مثل النشادر NH_3 والفوسفين PH_3 والأرزين AsH_3 ونظرا لأنه مازال هناك زوج حر من الإلكترونات فى غلاف تكافؤ الذرة المركزية فى هذه المركبات فيمكنها أن تعطى هذا الزوج لذرات أو أيونات أخرى وتكون رابطة تناسقية .

ونلاحظ أن جزيء النشادر قاعدى أقوى من جزيء الفوسفين وتقل الصفة القطبية للمركبات الهيدروجينية لعناصر المجموعة بزيادة العدد الذرى وبذلك تقل قابليتها للذوبان فى الماء كما أنها غير ثابتة حراريا ويؤدى التسخين الهين إلى تفككها .

أشهر عناصر المجموعة الخامسة A

النيتروجين N_2

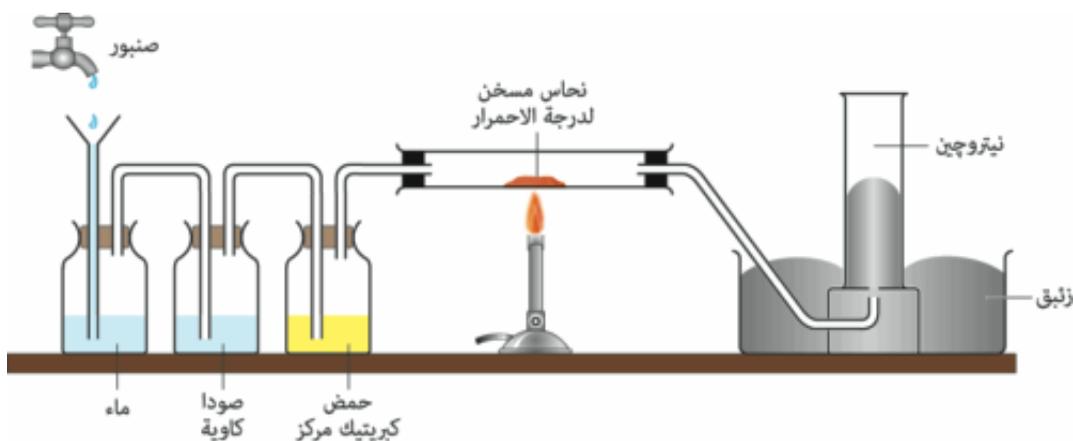
تحضير غاز النيتروجين فى المعمل

(١) الطريقة الرئيسية :

يحضر من الهواء الجوى شكل (٤-٣) بالتخلص من كل من غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء وغاز الأكسجين .

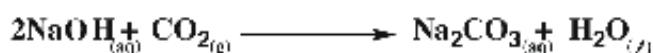
وهى نفس الخطوات المتبعة عند تحضير الغاز فى الصناعة على المستوى التجارى .

الباب الرابع : العناصر الممثلة في بعض المجموعات المنتظمة



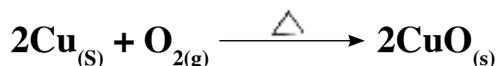
جهاز تحضير غاز النيتروجين في المعمل من الهواء الجوي شكل (٣-٤)

حيث يمرر الهواء على محلول هيدروكسيد الصوديوم للتخلص من غاز CO_2



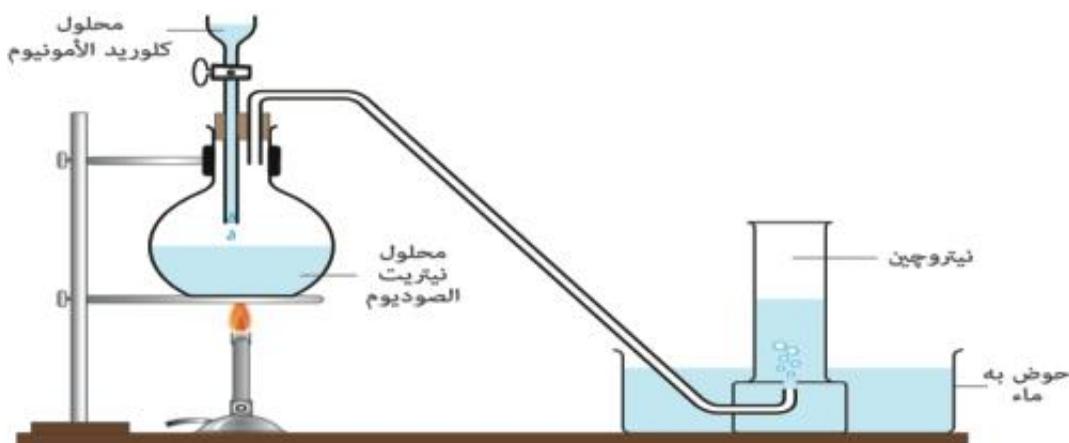
ثم يمرر على حمض الكبريتيك المركز لامتصاص بخار الماء .

ثم يمرر ما تبقى من الهواء على خرطة نحاس مسخنة لدرجة الاحمرار للتخلص من غاز O_2

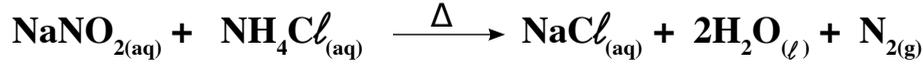
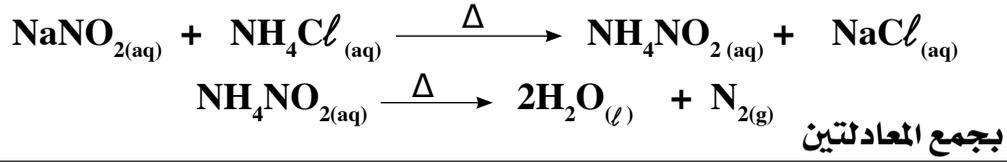


ويجمع غاز النيتروجين بإزاحة الماء لأسفل أو يجمع فوق الزيتيق إذا أريد الحصول عليه جافاً

(٢) يحضر بتسخين خليط من محلولي نيتريت الصوديوم وكلوريد الأمونيوم



جهاز تحضير غاز النيتروجين من محلولي نيتريت الصوديوم وكلوريد الأمونيوم شكل (٤-٤)



الخواص الطبيعية

نشاط عملي: الخواص الطبيعية لغاز النيتروجين.

قم بتحضير عدة مخابير من غاز النيتروجين ثم أجر عليها التجارب الآتية:

الاستنتاج	المشاهدة	التجارب
		(١) لاحظ لون الغاز واختبر رائحته. (٢) ما الذي تستنبطه من طريقة جمع الغاز عند تحضيره من الهواء الجوى من حيث ذوبانه فى الماء؟ (٣) صب قليل من الماء النقى فى مخبار مملوء بالغاز ورجه جيداً، ثم اختبر المحلول الناتج بورقتى عباد شمس «حمراء، زرقاء» ماذا تلاحظ؟

فى ضوء النشاط السابق وغيره يمكن إجمال بعض الخواص الفيزيائية للنيتروجين فيما يلى:

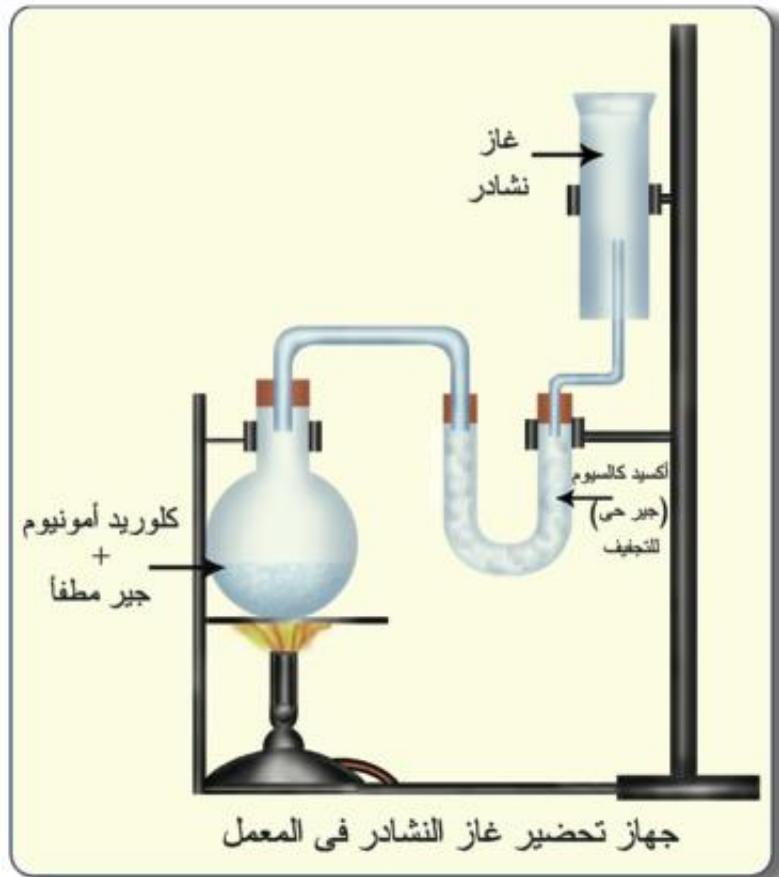
- (١) غاز عديم اللون والطعم والرائحة.
- (٢) أخف قليلاً من الهواء لاحتواء الهواء على الأكسجين الأثقل من النيتروجين
- (٣) شحيح الذوبان فى الماء $23\text{mL} (\text{N}_2) / 1\text{L} (\text{H}_2\text{O})$ فى معدل الضغط ودرجة الحرارة STP
- (٤) متعادل التأثير على عباد الشمس بلونيه.
- (٥) كثافته (1.25g/L at STP)
- (٦) درجة غليانه 159.79°C . أى أنه يمكن إسائته عند هذه الدرجة فى الضغط الجوى المعتاد

أشهر مركبات النيتروجين

أولاً : النشادر NH_3

تدريب عملي : تحضير النشادر في المعمل :

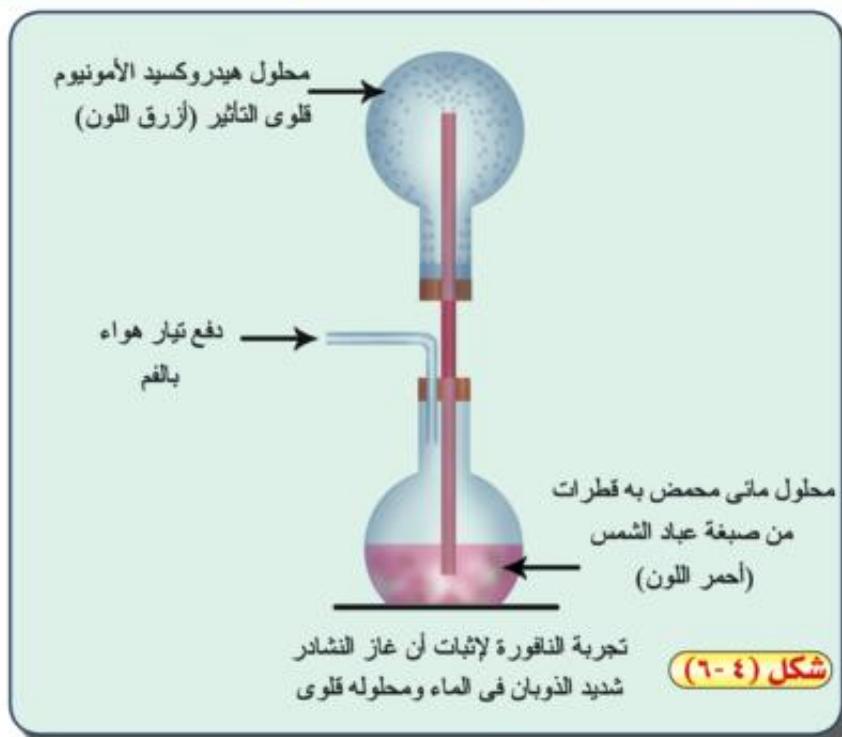
- ١- حضر الجهاز الموضح بالرسم شكل (٤ - ٥) .
- ٢- ضع في الدورق كلوريد أمونيوم وجير مطفاً ومادة مجففة في الأنبوبة ذات الشعبتين (جير حي) .
- ٣- سخن محتويات الدورق واملأ عدة مخابير بإزاحة الهواء إلى أسفل ثم اختبر خواص الغاز .



شكل (٤-٥)

الباب الرابع : العناصر الممثلة في بعض المجموعات المنتظمة

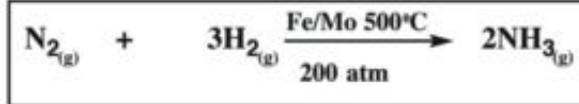
الاستنتاج	المشاهدة	التجربة
		<p>١- ما لون النشادر وما رائحته ؟</p> <p>٢- ضع بضع قطرات من الماء في مخبر الغاز ورج المخبار، وضع محلول عباد الشمس الأحمر في المخبار. ما تأثير الغاز عليه ؟</p> <p>٣- قرب شظية مشتعلة من فوهة المخبار، هل يشتعل الغاز؟ هل تنطفئ الشظية ؟</p> <p>٤- حضر جهاز النافورة الموضح بالشكل رقم (٤ - ٦) واملأ الدورق بغاز النشادر ولاحظ ما يحدث ولماذا ؟</p>



علل : يعتبر غاز النشادر أنهيدريد قاعدة

تحضير النشادر في الصناعة :

بواسطة طريقة «هابر- بوش» يمكن تحضير النشادر صناعيا من عنصرى النيتروجين والهيدروجين في وجود عوامل حفازة هي الحديد والمولبيدوم وتحت ضغط 200 atm في درجة حرارة 500°C .



الكشف عن غاز النشادر (الأمونيا) :

عند تعريض ساق زجاجية مبللة بحمض الهيدروكلوريك المركز لغاز النشادر تتكون سحب بيضاء كثيفة من كلوريد الأمونيوم مادة صلبة تتسامى .



الأمونيا وصناعة الأسمدة

كما علمنا أن عنصر النيتروجين يدخل في تحضير الأمونيا (النشادر) في الصناعة، ويعتبر النيتروجين من أهم مصادر التغذية للنباتات لأنه عنصر هام في تركيب البروتين . ويوجد النيتروجين في التربة ضمن المواد العضوية أو المركبات غير العضوية المكونة للتربة غير أن كمية النيتروجين في التربة تقل مع مرور الزمن ويجب تعويضها بإضافة الأسمدة النيتروجينية (الأزوتية) أو الأسمدة الطبيعية (روث البهائم) . وعلى الرغم من أن النيتروجين يشكل حوالي $\frac{4}{5}$ من حجم الهواء الجوى إلا أن النبات لا يستطيع أن يستفيد منه بشكله الغازى ومن هنا جاءت فكرة إمداد التربة بعنصر النيتروجين على هيئة أملاح الأمونيوم واليوريا التي تذوب في ماء الري وتمتصها جذور النباتات . ويعتبر النشادر المادة الأولية الرئيسية التي تصنع منها معظم الأسمدة النيتروجينية (الأزوتية) .

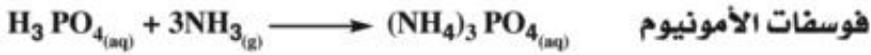
كيف يمكن الحصول على بعض أملاح الأمونيوم الهامة ؟

أولاً: يمكن صناعة الأسمدة النيتروجينية غير العضوية بواسطة تفاعلات بين الأمونيا والحمض المناسب لإنتاج أملاح الأمونيوم التي تستخدم كأسمدة غير عضوية .

الباب الرابع : العناصر الممثلة في بعض المجموعات المنتظمة



ثانياً، لتحضير سماد نيتروجيني فوسفاتي هام مثل فوسفات الأمونيوم يتم تحضير حمض الأرتوفوسفوريك أولاً لاستخدامه في التفاعل مع الأمونيا .



بعض الملاحظات على الأسمدة الشائعة:

- 1- نترات الأمونيوم تحتوي على نسبة عالية من النيتروجين (35%) وهي سريعة الذوبان في الماء والزيادة منها تسبب حمضية التربة .
- 2- تعمل كبريتات الأمونيوم على زيادة حامضية التربة لذلك يجب معادلة التربة التي تعالج بصفة مستمرة بهذا النوع من الاسمدة .
- 3- سماد فوسفات الأمونيوم سريع التأثير في التربة ويمدها بنوعين من العناصر الأساسية وهما النيتروجين والفوسفور .
- 4- يحتوي سماد اليوريا على نسبة عالية من النيتروجين (46%) وهو من أنسب الأسمدة التي تستخدم في المناطق الحارة حيث أن درجة الحرارة المرتفعة تساعد على سرعة تفككه إلى أمونيا وثاني أكسيد الكربون .
- 5- سماد المستقبل النيتروجيني هو الأمونيا المسالة ، حيث يمكن إضافته للتربة على عمق حوالي 12 cm ، وسائل الأمونيا يتميز عن الأسمدة الأخرى بإرتفاع نسبة النيتروجين حيث تصل إلى حوالي (82%) .

ثانياً: حمض النيتريك: HNO_3

تحضير حمض النيتريك في المعمل:

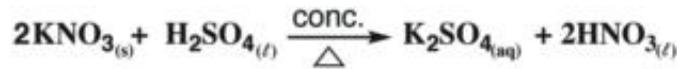
تدريب عملي :

١- حضر الجهاز الموضح بالرسم بالشكل (٧-٤)



٢- ضع في الموجة الزجاجية نترات بوتاسيوم وحمض كبريتيك مركز وضع القابلة في حوض به ماء بارد.

٣- سخن محتويات الموجة بشرط ألتزيد درجة الحرارة عن $100^{\circ}C$ واستقبل الحمض المتكون في القابلة ثم اختبر خواصه.



الاستنتاج	المشاهدة	التجربة
		١- ما لون السائل المتكون؟ ٢- أضف إلى السائل المتكون محلول عباد الشمس الأزرق ماذا تشاهد؟ ٣- خذ كمية من السائل في أنبوبة اختبار وأضف إليه خراطه النحاس مع التسخين ماذا تشاهد؟ ٤- خفف الحمض بكمية من الماء وأضف إليه برادة الحديد - ما لون الغاز المتصاعد وما تأثير الهواء عليه؟

الخواص الكيميائية لحمض النيتريك :

١- يتحلل بالتسخين :

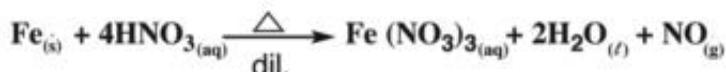


٢- عامل مؤكسد إذ ينتج من تحلله حرارياً غاز الأوكسجين .

٣- مع الفلزات :

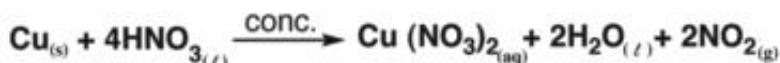
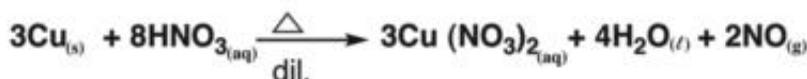
(١)- يتفاعل الحمض مع الفلزات التى تسبق الهيدروجين فى السلسلة الكهروكيميائية

ويتكون نترات الفلز والهيدروجين الذرى الذى يختزل الحمض .



(ب)- أما الفلزات التى تلى الهيدروجين فى السلسلة الكهروكيميائية فأنها تتفاعل على

أساس أن الحمض عامل مؤكسد حيث يتم أكسدة الفلز ثم يتفاعل الأوكسيد مع الحمض .



(ج)- بعض الفلزات لا يؤثر الحمض المركز فيها مثل الحديد والكروم والألومنيوم ويعزى

ذلك إلى ظاهرة الخمول passivity ويعزى خمول الفلز إلى أن الحمض مؤكسد ويكون طبقة

من الأوكسيد غير مسامية واقية تمنع الفلز من التفاعل .

الكشف عن أيون النترات NO_3^- :

تجربة الحلقة البنية (Brown ring Test) :

١- محلول ملح النترات + محلول مركز من كبريتات الحديد (II) حديث التحضير .

٢- أضف قطرات من حمض الكبريتيك المركز باحتراس على الجدار الداخلى لأنبوبة

الأختبار حيث يهبط الحمض إلى قاع الأنبوبة وتظهر حلقة بنية عند سطح الإنفصال

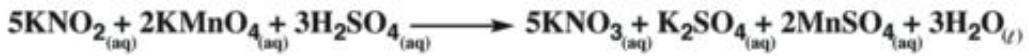
تزول بالرج أو التسخين .



مركب الحلقة البنية

كيف تميز بين أملاح النترات والنيترت ؟

بإضافة محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز لمحلول الملح فإذا زال اللون البنفسجي للبرمنجنات يكون الملح نيترت .



وفي حالة عدم زوال لون البرمنجنات فإن الملح هو النترات .

علل: لا يمكن إجراء اختبار اللمب لعناصر المجموعة 5A باستثناء Sb, As

الأهمية الاقتصادية لعناصر المجموعة الخامسة 5A:

(١) النيتروجين

- صناعة غاز الأمونيا «النشادر»
- صناعة الأسمدة النيتروجينية
- تزويد إطارات السيارات، لأن النيتروجين يقلل من احتمالات انفجارها، لعدم تأثره بسهولة بتغير درجة حرارة الجو، بالإضافة إلى أن معدل تسربه أقل من الهواء الجوي.
- ملء أكياس البطاطس الشيبسي، للحفاظ على قرمشة الرقائق، لخموله النسبي



النيتروجين المسال (شكل ٨-٤)

يستخدم النيتروجين المسال في حفظ ونقل

الخلايا الحية وعلاج بعض أنواع الأورام الحميدة (الثآليل)

(٢) الفوسفور

- صناعة أعواد الثقاب الآمنة
- صناعة الأسمدة الفوسفاتية

الباب الرابع : العناصر الممثلة فى بعض المجموعات المنتظمة

- صناعة العديد من السبائك مثل سبيكة برونز الفوسفور «نحاس + قصدير + فوسفور»
والتي يصنع منها مراوح دفع السفن.

- صناعة الألعاب النارية.

(٣) الزرنيخ (عنصر شديد السمية)

- يستخدم كمادة حافظة للأخشاب لتأثيره السام على الحشرات والبكتريا والفطريات.

- يدخل فى تركيب ثالث أكسيد الزرنيخ الذى يستخدم لعلاج سرطان الدم «اللويميا»

(٤) الأنثيمون

- صناعة سبيكة «أنثيمون - رصاص» التي تستخدم فى صناعة بطاريات الرصاص الحامضية
لأنها أصلب من الرصاص.

- تستخدم فى تكنولوجيا أشباه الموصلات، لصناعة أجهزة الكشف عن الأشعة تحت
الحمراء.

(٥) البزموت

- يستخدم مع الرصاص والكاديوم فى صناعة سبائك تستخدم فى صناعة الفيوزات
لانخفاض درجة انصهارها.

التقويم

السؤال الأول:

- بين التركيب الإلكتروني للعناصر الآتية بطريقة:
- ١- مبدأ البناء التصاعدي، ثم بين أعداد تأكسدها الممكنة في مركباتها:
 - البوتاسيوم ^{19}K - السيزيوم ^{55}Cs
 - النيروجين ^7N - الفوسفور ^{15}P

السؤال الثاني: علل لما يأتي:

- أ- تتميز الفلزات القلوية بالنشاط الكيميائي .
- ب- ضعف قوة الرابطة الفلزية بين ذرات فلزات المجموعة الأولى .
- ج- استخدام السيزيوم في صناعة الخلايا الكهروضوئية .
- د- استخدام سوبر أكسيد البوتاسيوم في الغواصات .
- هـ- عدم استخدام الماء في إطفاء حرائق الصوديوم .
- و- عدم استخدام نترات الصوديوم في صناعة البارود .
- ز- صعوبة استخلاص فلزات الألقا من خاماتها بالطرق الكيميائية العادية .
- ح- تعدد حالات تأكسد النيتروجين .
- ط- يعتبر سياناميد الكالسيوم سماد زراعي .
- ي- تستخدم سبائك البزموت مع الرصاص و الكاديوم والقصدير في صناعة الفيوزات .
- ك- يعتبر حمض النيتريك عامل مؤكسد .
- ل- يفضل استخدام سماد اليوريا في المناطق الحارة .
- م- استخدام حمض الهيدروكلوريك المركز في الكشف عن الأمونيا .
- ن- يفضل تزويد إطارات السيارات بغاز النيتروجين بدلاً من الهواء الجوي .
- ش- يستخدم الزرنيخ كمادة حافظة للأخشاب .

الباب الرابع : العناصر الممثلة في بعض المجموعات المنتظمة

السؤال الثالث : كيف تميز عملياً بين كل مما يأتي :

- أ- نترات الصوديوم و نيتريت الصوديوم .
- ب- كبريتات النحاس و كبريتات الألومنيوم .

السؤال الرابع : اكتب المعادلة الكيميائية التي توضح طريقة تحضير كربونات

الصوديوم في الصناعة .

السؤال الخامس : وضح أثر المواد الآتية على فلز الصوديوم :

حمض الهيدروكلوريك - الهيدروجين - الأكسجين - الماء .

السؤال السادس : اكتب معادلة تحضير حمض النيتريك في المعمل مع رسم الجهاز

المستخدم .

السؤال السابع : اختر الاجابة الصحيحة :

- أ- تزداد الصفة الفلزية في عناصر المجموعة الأولى بزيادة.....
 - ١- النسبة المئوية بالوزن في القشرة الأرضية . ٢- درجة الغليان .
 - ٣- العدد الذرى . ٤- درجة الانصهار .
- ب- يحتوى جزيء الفوسفور في حاله البخارية على
 - ١- ذرة واحدة ٢- ذرتين
 - ٣- ثلاث ذرات ٤- أربع ذرات
- ج- عند تفاعل سياناميد الكالسيوم مع الماء يتصاعد غاز.....
 - ١- الأمونيا ٢- الهيدروجين
 - ٣- أكسيد النيتريك ٤- ثانى أكسيد النيتروجين
- د- عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى في مركباتها هو
 - ١- (-1) ٢- (+1)
 - ٣- (-2) ٤- (+2)

هـ- يستخدم سوبر أكسيد البوتاسيوم فى الخواصات لاستبدال غاز ثانى أكسيد

الكربون بغاز

١- الهيدروجين ٢- الأكسجين

٣- الأمونيا ٤- أول أكسيد الكربون

و- عند تعريض ساق زجاجية مبللة بحمض الهيدروكلوريك المركز لغاز الأمونيا تتكون

سحب بيضاء كثيفة من

١- كربونات الأمونيوم ٢- كلوريد الأمونيوم

٣- كلوريد الهيدروجين ٤- كبريتات الأمونيوم

ز- عند إضافة محلول من كبريتات النحاس إلى محلول الصودا الكاوية ثم تسخين الراسب

تتكون مادة

١- سوداء ٢- بيضاء

٣- صفراء ٤- حمراء

السؤال الثامن:

اشرح طريقة تحضير غاز النيتروجين من الهواء الجوى مع رسم الجهاز المستخدم وعليه

البيانات وكتابة معادلات التفاعلات الحادثة

المواصفات الفنية :

مقاس الكتاب :	$\frac{1}{8}$ (٨٢ x ٥٧) سم
طبع المتن :	٤ لون
طبع الغلاف :	٤ لون
ورق المتن :	٧٠ جم أبيض
ورق الغلاف :	١٨٠ جم كوشيه
عدد الصفحات بالغلاف :	١١٢ صفحة

دار عمرو بن العاص للطباعة