

# الكيمياء

للف الثالث المتوسط

تأليف

أ. د. سرمد بهجت ديكـران

أ. د. مهند جميل محمود

سالم محمد سيد النصراوي

ماجد حسين خلف الجصاني

أ. د. عمار هاني سهيل الدجيلي

د. سمير حكيم كريم

د. سعدي محمد ظاهر

كاظم رشيد موسى

كريم عبد الحسين الكناني

المشرف العلمي على الطبع : د. هدى صلاح كريم

المشرف الفني على الطبع : شيماء قاسم جاسم

التصميم

أحمد عبد الصاحب ناجي

الموقع والصفحة الرسمية للمديرية العامة للمناهج

[www.manahj.edu.iq](http://www.manahj.edu.iq)

[manahjb@yahoo.com](mailto:manahjb@yahoo.com)

[Info@manahj.edu.iq](mailto:Info@manahj.edu.iq)



[manahjb](https://www.facebook.com/manahjb)

[manahj](https://www.youtube.com/channel/UCmanahj)



المديرية العامة للمناهج  
مكتب التحضير الطباعي

استناداً الى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله في الأسواق

## مقدمة

بما ان الصف الثالث المتوسط (السنة التاسعة من العمر المدرسي للطلاب) يمثل نهاية مرحلة واضعاً الطالب على مفترق طرق يختار منها ما يلائم توجهاته في الحياة .. (علمي ، أدبي ، مهني ، ...) فقد كان لهذا الجانب الحيوي الحساس أثر واضح في وضع محتويات مفردات كتاب الكيمياء للثالث المتوسط من حيث:

- ١ - تهيئة الطالب للتخصص في المجالات العلمية المتنوعة.
- ٢ - إطلاع الطالب على أحدث التطورات العلمية في حقل الكيمياء ودورها الفاعل في قيادة ركب التقدم العلمي -عالمياً - .
- ٣ - التخفيف -ضمن الحدود التربوية والنفسية- من الجوانب النظرية والرياضية المرهقة، سيما وأن الطالب يمر في هذه المرحلة من عمره بما يرافق نضجه المهاري والإفعالي من تغيرات فسيولوجية تتطلب منه نوعاً من تركيز الذهن لمتابعة أمور الحياة كافة.

كل هذه الأمور وضعتها لجنة التأليف أماها في إنتقاء محتويات المفردات بحيث يرس الكتاب النور ولما يزل بحاجة ماسة لآراء المدرسين وأولياء الأمور والتربويين الميدانيين بعد أن تتم تجربة الكتاب في عامه الدراسي الأول بعون الله .  
غير أن تنفيذ المنهج وفق خطة مرسومة مسبقاً لأبد وأن يعتمد جدياً على الجانب العملي المثري والمشوق للطلبة والذي يختصر الوقت للمدرس ويثبت المعلومات النظرية ويعمق إستيعابها لدى الطلبة معتمدين أساساً على:

- ١ - ما توفره البيئة المحلية من مواد سداً للنقص الذي قد يحصل في موجودات المختبر المدرسي.
- ٢ - المناقلة بين المدارس القريبة.
- ٣ - التنسيق مع شعبة المختبرات في قسم الشؤون الفنية ومركز الوسائل التعليمية (أو شعبة التقنيات)، وهنا نود التأكيد على ذكر كتابي الكيمياء للصفيين الأول والثاني من ضرورة التنسيق بين مدرس الكيمياء وإدارة المدرسة لتنظيم سفرات نوعية (علمية ترفيهية في الوقت نفسه) للمعامل والمصانع القريبة من المدرسة لإطلاع الطلبة -ميدانياً- على مراحل التصنيع المختلفة وتكليف الطلبة -كمجاميع- لإعداد تقارير (يكافؤون عنها) لتشدهم الى التطور العلمي السريع النافع .

وهنا نود الإشارة الى أن لجنة التأليف -إضافة للمذكورة أسماؤهم على الغلاف - قد ضُمَّتْ كُلًّا من هدى صلاح كريم وخلود مهدي سالم وأكرم حنا إيليا و خليل رحيم علي وباسل ابراهيم الشوك. كما وتود اللجنة ان تقدم شكرها وتقديرها للخبيرين العلميين الاستاذ الدكتور عبد المحسن عبد الحميد الحيدري والسيد جمال محمد موسى الاسدي على مراجعتهم مسودة الكتاب.

آملين من كل من يهمه أمر تطوير الكتاب ، رفد المديرية العامة للمناهج -نحرياً- بكل ما يسهم في التطوير والتنقيح المستمر بما يواكب المسيرة العلمية المتسارعة والله الموفق. لجنة التأليف.

## الفهرس

### الفصل الاول

#### التركيب الذري للمادة

13

14

14

15

17

21

25

27

28

30

33

38

مقدمة الفصل

تطور مفهوم البناء الذري

مدخل الى البناء الالكتروني الحديث

مستويات الطاقة

الترتيب الالكتروني

ترتيب لويس (رملز لويس)

الجدول الدوري

تصنيف العناصر في الجدول الدوري تبعاً لترتيبها الالكتروني

كيفية معرفة الدورة والزمرة التي يقع فيها اي عنصر من عناصر المجموعة A

الخواص الدورية

اسئلة الفصل

### الفصل الثاني

#### الزمرتان الاولى والثانية IA و IIA

41

42

42

45

50

52

عناصر الزمرتين IA و IIA

الصفات العامة لعناصر الزمرتين IA و IIA

الصوديوم

الكالسيوم

اسئلة الفصل

### الفصل الثالث

#### الزمرة الثالثة IIIA

53

54

54

56

57

60

61

61

63

64

عناصر الزمرة IIIA

الصفات العامة لعناصر الزمرة الثالثة IIIA

الالمنيوم

خواص الالمنيوم

استعمالات الالمنيوم

سبائك الالمنيوم

مركبات الالمنيوم

الكشف عن ايون الالمنيوم في محاليل مركباته

اسئلة الفصل

### الفصل الرابع

#### المحاليل والتعبير عن التركيز

65

66

67

68

70

70

72

74

76

المحلول

طبيعة المحاليل

قابلية الذوبان

تركيز المحلول

التركيز بالنسبة المئوية الكتلية

التركيز بالنسبة المئوية الحجمية

التركيز بالكتلة/الحجم

اسئلة الفصل

## الفهرس

### الفصل الخامس

#### الزمرة الرابعة IVA

79

80

عناصر الزمرة الرابعة IVA

80

الصفات العامة للزمرة الرابعة IVA

81

السليكون

82

وجوده

82

تحضيره

84

خواص السليكون

85

مركبات السليكون

88

اسئلة الفصل

### الفصل السادس

#### مدخل في الكيمياء العضوية

89

90

اهمية المركبات العضوية

91

صفات المركبات العضوية

91

الواصر التساهمية لذرة الكربون في المركبات العضوية

94

غاز الميثان

95

الاثيلين

97

الاستيلين

99

كحول الاثيل (الايثانول)  $C_2H_5OH$

100

حامض الخليك  $CH_3COOH$

101

البنزين أو البنزول  $C_6H_6$

101

الفينول  $C_6H_5OH$

102

اسئلة الفصل

104

عناصر الزمرة الخامسة VA

104

الصفات العامة للزمرة الخامسة VA

105

النتروجين

106

تحضير غاز النتروجين

107

خواص غاز النتروجين

108

بعض مركبات النتروجين

108

غاز الامونيا  $NH_3$

109

الخواص الفيزيائية للامونيا

111

الخواص الكيميائية للامونيا

111

حامض النترك

113

الفسفور

114

خواص الفسفور

116

بعض مركبات الفسفور

116

الاستعمالات الصناعية لبعض مركبات الفسفور

117

الاسمدة الفوسفاتية

119

اسئلة الفصل



### الفصل الثامن

#### الزمرة السادسة VIA

121

122	الصفات العامة للزمرة السادسة VIA
123	الكبريت
124	استخراج الكبريت
125	الخواص العامة للكبريت
127	بعض مركبات الكبريت
127	غاز ثنائي اوكسيد الكبريت $SO_2$
129	غاز كبريتيد الهيدروجين $H_2S$
130	حامض الكبريتيك $H_2SO_4$
132	الكبريتات
133	الكشف عن ايون الكبريتات
134	اسئلة الفصل

### الفصل التاسع

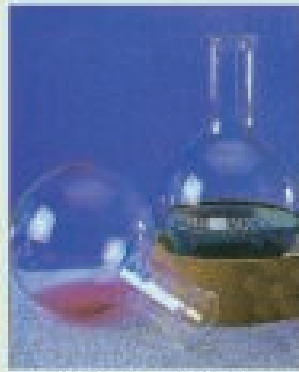
#### الزمرة السابعة VIIA

135

136	عناصر الزمرة السابعة
136	الصفات العامة للزمرة السابعة الهالوجينات
137	غاز الكلور
138	تحضير غاز الكلور
139	خواص غاز الكلور
141	غاز كلوريد الهيدروجين
142	خواص كلوريد الهيدروجين
145	الكلوريدات
146	اسئلة الفصل

## أشكال واسماء بعض الادوات المختبرية





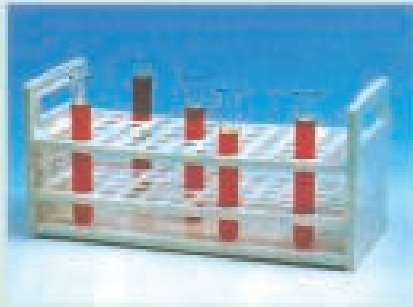
دوارق دائرية



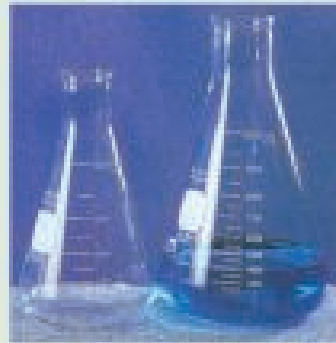
قناني حجمية



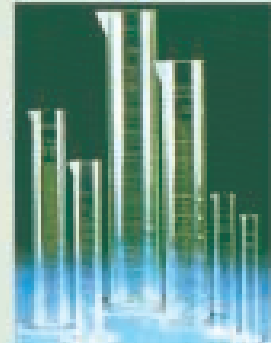
ملاقط



حامل أنابيب اختبار



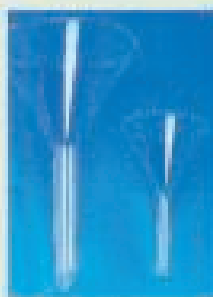
دوارق مخروطية



اسطوانات مدرجة



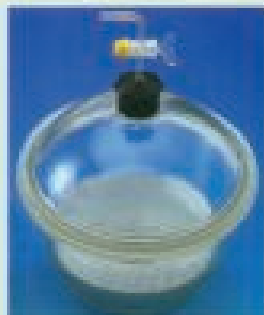
هاون و مدق



اقمع زجاجية



سدادات مطاطية



مجفف



فرش أنابيب اختبار



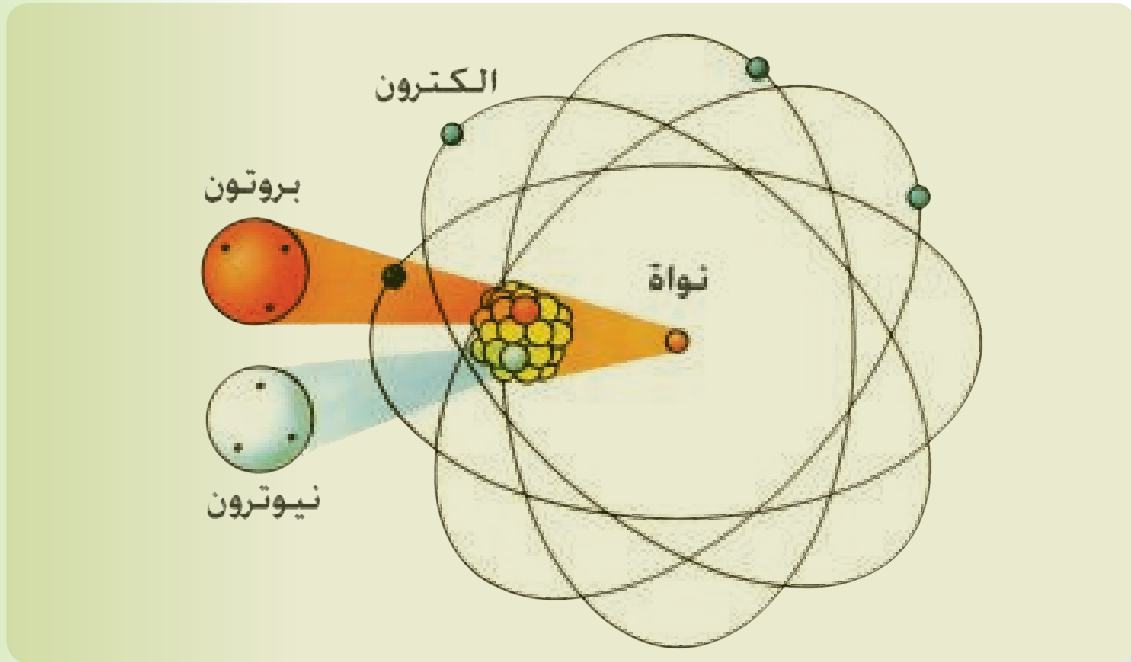
قنبنة غسل

## ارشادات بيئية / من قبل وزارة البيئة

- بيئة نظيفة تعني حياة افضل .
- عندما تكون للبيئة اولوية ... البيئة تدوم
- الماء شريان الحياة فحافظ عليه من التلوث .
- حماية البيئة مسؤولية الجميع فلنعمل لحمايتها .
- البيئة ملك لك ولأجيالك القادمة فحافظ عليها من التلوث .
- بالتشجير تصبح بيئتك ابهى .
- لنعمل من اجل بيئة افضل ووطن اجمل .
- إن اقتلعت شجرة او نبتة مضطراً فازرع غيرها .
- من اجل بيئة اجمل ازرع ولا تقطع .
- حافظ على بيئتك لتنعم بحياة افضل .
- بيئة الانسان مرآة لوعيه .
- بيئتك كطفلك كلما حافظت عليه ازداد بهاءاً
- لنعمل معاً ... من اجل عراق خال من التلوث .
- يد بيد من اجل وطن اجمل .
- بيئتك حياتك ... فساهم من اجل جعلها مشرقة .
- البيئة السليمة تبدأ بك .
- من اجل الحياة على الارض ... انقذوا انهارها .
- البيئة بيتنا الكبير ... فلنعمل على جعله صحياً ونظيفاً .
- الى ابي وامي ... ساهما في حماية البيئة لتضمننا لي مستقبل افضل .

## التركيب الذري للمادة

## Atomic Structure for Matter



بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن :

- ☐ يتعرف على تطور المفهوم الذري.
- ☐ يفهم النظرية الذرية الحديثة.
- ☐ يتمكن من كتابة الترتيب الإلكتروني.
- ☐ يتعرف على ترتيب لويس للعناصر.
- ☐ يستوعب فكرة متطورة عن الجدول الدوري.
- ☐ يدرك الخواص الدورية للعناصر حسب ترتيبها في الجدول الدوري.

## 1 - 1 مقدمة

سبق ان تعلمت في السنين السابقة لدراستك لعلم الكيمياء أن جميع المواد الموجودة في الكون تتكون من جسيمات صغيرة تشكل الوحدات الأساسية لبناء هذه المواد سميت بالذرات (Atoms) والتي تعني في اللغة اللاتينية غير القابلة للانقسام، ولقد مر تفسير البناء الذري خلال القرنين الماضيين بعدة نظريات وسندرس في هذا الفصل كيفية الوصول الى آخر النظريات الحديثة لمعرفة البناء الذري.

### هل تعلم

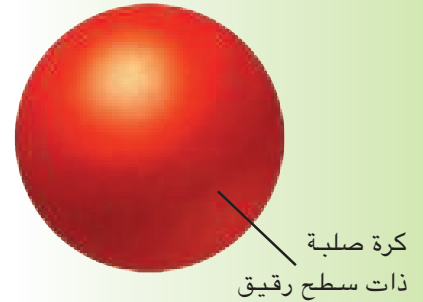
الرأي هو فكرة ليست مؤكدة اما النظرية فأنها تستخدم اسباب لشرح ملاحظات وبيانات مختبرية.

## 1 - 2 تطور مفهوم البناء الذري

اقترح العلماء نماذج مختلفة لتركيب الذرة وكل نموذج كان الافضل في وقته، ثم نتيجة الملاحظات والتجارب اخذ النموذج يتطور وصولاً للاكثر قبولاً من الناحية العلمية. وسنتعرف الى هذه النماذج حسب تسلسلها الزمني.

### 1 - 2 - 1 نموذج دالتون

في بداية القرن التاسع عشر تصور العالم دالتون الذرة على هيئة كرة دقيقة صلبة غير قابلة للانقسام [الشكل (1 - 1)]، لكل عنصر نوع معين من الذرات الخاصة به وان هذه الذرات ترتبط بطرائق بسيطة لتكوين الذرات المركبة.

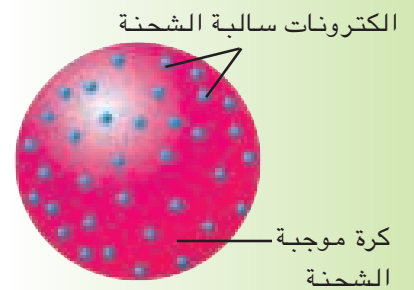


كرة صلبة ذات سطح رقيق

الشكل (1 - 1)  
نموذج دالتون للذرة.

### 1 - 2 - 2 نموذج ثومسون

في نهاية القرن التاسع عشر قدم العالم ثومسون تصوراً آخر للذرة، (بعد اكتشافه ان الذرة تتكون من جسيمات أصغر تحمل شحنات سالبة أطلق عليها أسم الالكترونات)، بأنها كرة موجبة الشحنة تلتصق عليها الالكترونات السالبة الشحنة التي تعادل الشحنة الموجبة للكرة لذا فانها متعادلة الشحنة. والشكل (2 - 1) يبين نموذج ثومسون للذرة.

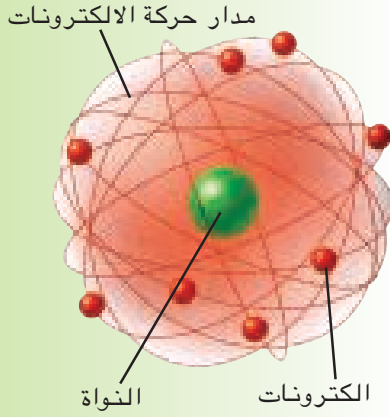


الكترونات سالبة الشحنة

كرة موجبة الشحنة

الشكل (2 - 1)  
نموذج ثومسون للذرة.

## 1 - 2 - 3 نموذج رذرفورد



الشكل (1 - 3)  
نموذج رذرفورد للذرة.

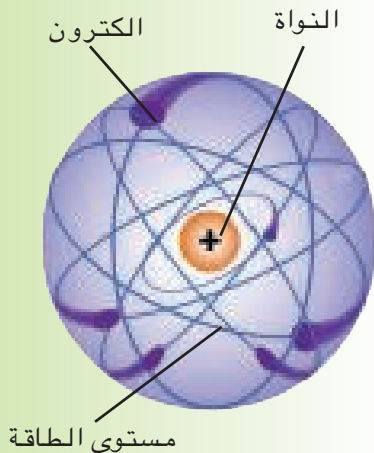
في اوائل القرن العشرين وبعد اكتشاف البروتون والذي هو جسيم موجب الشحنة كتلته اكبر بكثير من كتلة الالكترونات. قدم العالم رذرفورد تصوره بأن البروتونات متمركزة في حجم صغير في وسط الذرة اطلق عليه اسم النواة وانها تحتوي على معظم كتلة الذرة وان الالكترونات تدور حولها لذا فان اغلب حجم الذرة فراغ وان عدد الالكترونات السالبة التي تدور حول النواة تعادل الشحنات الموجبة للبروتونات وهذه الالكترونات تدور بسرعة كبيرة وفي مدارات مختلفة البعد عن النواة كما تدور الكواكب حول الشمس لذا سمي هذا النموذج بالنموذج الكوكبي كما في الشكل (1 - 3).

## 1 - 3 - 3 مدخل الى البناء الالكتروني الحديث

نشأت مشكلة بالنسبة لنموذج رذرفورد الكوكبي. فلو فرضنا ان الالكترونات السالبة ساكنة (الافتراض الاول) فأنها سوف تنجذب الى النواة المخالفة لها بالشحنة لذا يجب ان تكون في حالة حركة (الافتراض الثاني) وبما ان الشحنات الكهربائية المتحركة تحت تأثير قوة جذب تطلق طاقة اذن سوف ينتج نتيجة لذلك فقدان في طاقة الالكترون المتحرك فتبطأ حركته مما يجعله يلف لولبياً وبالتالي يكون غير قادر على مقاومة جذب النواة ويسقط في النواة، لذا ففي كلتا الفرضيتين نجد ان الذرة سوف تنهار، وبما ان الذرات لا تنهار لذلك لا بد ان يكون هناك خطأ حسب المناقشة المذكورة اعلاه.

## 1 - 3 - 1 نموذج بور

اقترح العالم بور وهو عالم دنماركي عام 1913 ان الالكترونات تدور حول النواة في مستويات ذات طاقة وانصاف اقطار محددة [الشكل (1 - 4)]، ولكل مستوى طاقة رقم يميزه ويصف طاقته يسمى بعدد الكم الرئيسي. فالالكترون في مستوى الطاقة الاول يكون عدد الكم الرئيسي



الشكل (1 - 4)  
نموذج بور للذرة.

له مساوي لواحد اما الالكترون في مستوى الطاقة الثاني يكون عدد الكم الرئيسي له مساوي لاثنتين، وهكذا.....، وتزداد طاقة المستوى بزيادة البعد عن النواة فمثلاً يكون مستوى الطاقة الرئيسي الاول ذا طاقة اقل من تلك التي يمتلكها مستوى الطاقة الثاني وهكذا. ويمكن للالكترون ان ينتقل بين مستويات الطاقة هذه عند اكتسابه او فقدانه للطاقة.

### 1 - 3 - 2 النظرية الذرية الحديثة

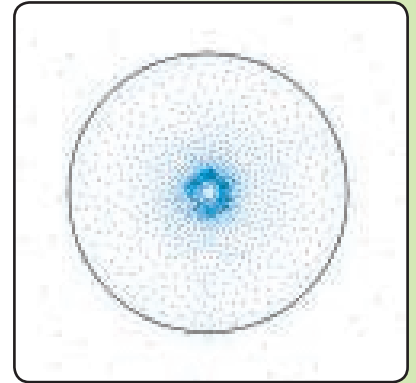
فسر نموذج بور تركيب ذرة الهيدروجين وهي ابسط نظام ذري لانها تحتوي على بروتون واحد والكترون واحد فقط، ولكن هذا النموذج فشل في تفسير بعض الظواهر الطبيعية للعناصر الاخرى التي تحتوي على عدد اكبر من الالكترونات. نشط الكثير من العلماء في وضع الاساس العلمي للنظرية الذرية الحديثة حيث طور العلماء نظرية تعرف بنظرية الكم والتي تنص على احتمال وجود الالكترون في حيز محدد في الفضاء المحيط بالنواة وليس في مدارات محددة الابعاد كما اوضح بور، أطلق عليه اسم الاوربيتال (Orbital) (سميت الاغلفة الالكترونية سابقاً) وهو ما يمكن وصفه بطريقة اخرى بانه السحابة الالكترونية المحيطة بالنواة ويمكن ملاحظة ذلك كما في الشكل (1 - 5). وان لهذه الاوربيتالات الذرية احجاماً واشكالاً مختلفة. ويمكن تلخيص اهم فروض هذه النظرية الحديثة والتي هي نموذج معدل لنموذج بور حول تفسيره للذرة بالاتي:

1- تتكون الذرة من نواة تحيط بها الكترونات ذوات مستويات مختلفة من الطاقة.

2- تدور الالكترونات حول النواة على مسافات بعيدة عنها (نسبة لحجم الذرة) في مستويات الطاقة ويعبر عن هذه المستويات باعداد تدعى اعداد الكم الرئيسية وهي عبارة عن اعداد صحيحة موجبة يرمز لها بالحرف (n).

تمرين (1 - 1)

اختر الجواب الصحيح  
مستوى الطاقة الرئيسي الذي طاقته اعلى هو :  
أ - مستوى الطاقة الرئيسي الاول.  
ب - مستوى الطاقة الرئيسي الثاني.  
ج - مستوى الطاقة الرئيسي الثالث.  
د - مستوى الطاقة الرئيسي الرابع.



الشكل (1 - 5)

احد اشكال الاوربيتالات (السحابة الالكترونية).

تمرين (2 - 1)

ما مفهوم السحابة الالكترونية؟



اضافة الى ذلك وكما تعلمنا في المرحلة السابقة توجد النواة في مركز الذرة وتتضمن البروتونات والنيوترونات.

## 1 - 4 مستويات الطاقة

تعلمنا ان الالكترونات التي تدور بشكل مستمر حول النواة في مدارات مختلفة تمتلك طاقات مختلفة حيث انها تدور على ابعاد مختلفة وكلما كانت الطاقة التي يمتلكها الالكترون اكبر كلما اصبح مدار دورانه حول النواة ابعد. وللتعبير عن مستويات الطاقة المختلفة للالكترونات استخدم العلماء اعداداً تسمى باعداد كم ثانوية اخرى تصف بشكل تام جميع خواص الاوربيتال وخواص الالكترونات التي تحتويها وسنتطرق في هذا الفصل الى احد هذه الاعداد وهو عدد الكم الرئيسي والذي سبقت الاشارة اليه.

### 1 - 4 - 1 مستويات الطاقة الرئيسية

يعبر عن هذه المستويات بعدد الكم الرئيسي ويرمز له بالحرف (n) ويأخذ قيماً صحيحة موجبة تساوي 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، .... ويدل كل منها على مستوى طاقة معين يزيد بزيادة هذا العدد، ولا يأخذ (n) قيمة الصفر ابداً. ويمكن تمثيل مستويات الطاقة الرئيسية واعداد الكم الرئيسية المقابلة لها بحروف وارقام كما مبين في الجدول (1 - 1).

الجدول 1-1 رمز المستوى الرئيسي وأعداد الكم المقابلة لها

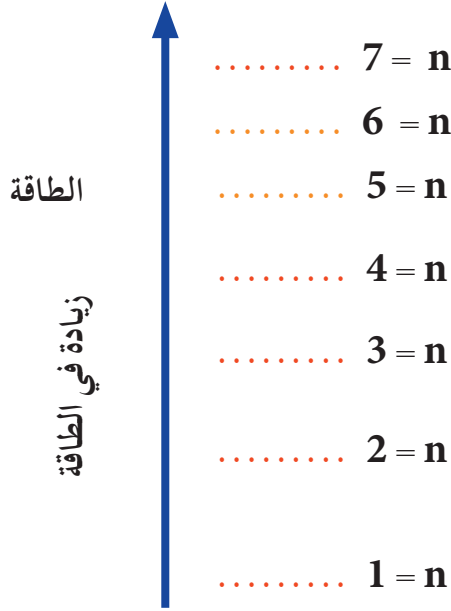
رمز المستوى	K	L	M	N	O	P	Q
قيمة n	1	2	3	4	5	6	7



ازدياد الطاقة

كلما كانت قيمة n كبيرة كانت المسافة التي يبعد بها الالكترون عن النواة اكبر وبالتالي زادت طاقته، اي ان اقرب هذه المستويات من النواة (n = 1) اقلها طاقة وان (n=7)

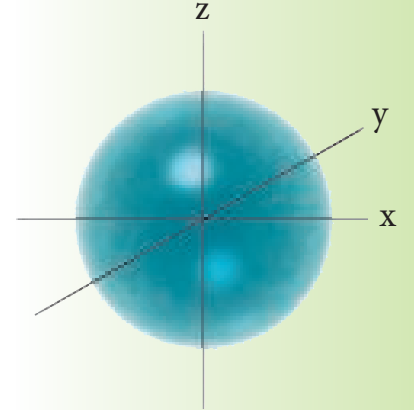
ابعدھا عن النواة اكثرھا طاقة واقلھا ارتباطاً بالنواة مما  
يسهل فقدانه. لاحظ الشكل (6 - 1) .



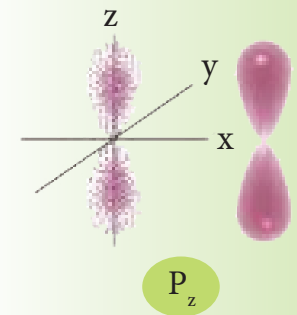
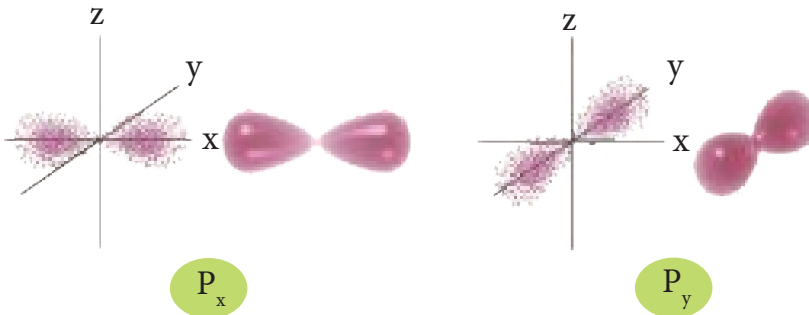
الشكل (6 - 1)  
كلما زادت قيم  $n$  زادت طاقة  
المستوى.

### 1 - 4 - 2 مستويات الطاقة الثانوية

تحتوي مستويات الطاقة الرئيسية (K و L و M و N و ...) على مستويات طاقة ثانوية يرمز لها بالحروف s و p و d و f وتختلف هذه المستويات خصوصاً من ناحية الشكل وعدد الالكترونات التي تحتويها حيث ان اوربيتال (s) له شكل كروي [الشكل (7 - 1)]. اما المستوى الثانوي (p) فله ثلاث اوربيتالات وكل اوربيتال مكون من فصين متكافئين موزعة في الفراغ بثلاث اتجاهات متعامدة يرمز لها (  $P_x$  و  $P_y$  و  $P_z$  )، وكما موضحة في الشكل (8 - 1). اما المستويين الثانويين (f و d) فلهما اشكال فراغية اكثر تعقيداً.



الشكل (7 - 1)  
الشكل الكروي للاوربيتال  
(s).



الشكل (8 - 1)  
اشكال الاوربيتالات (p).

تحتوي مستويات الطاقة الرئيسية على مستويات الطاقة الثانوية وكما مبين في ادناه:

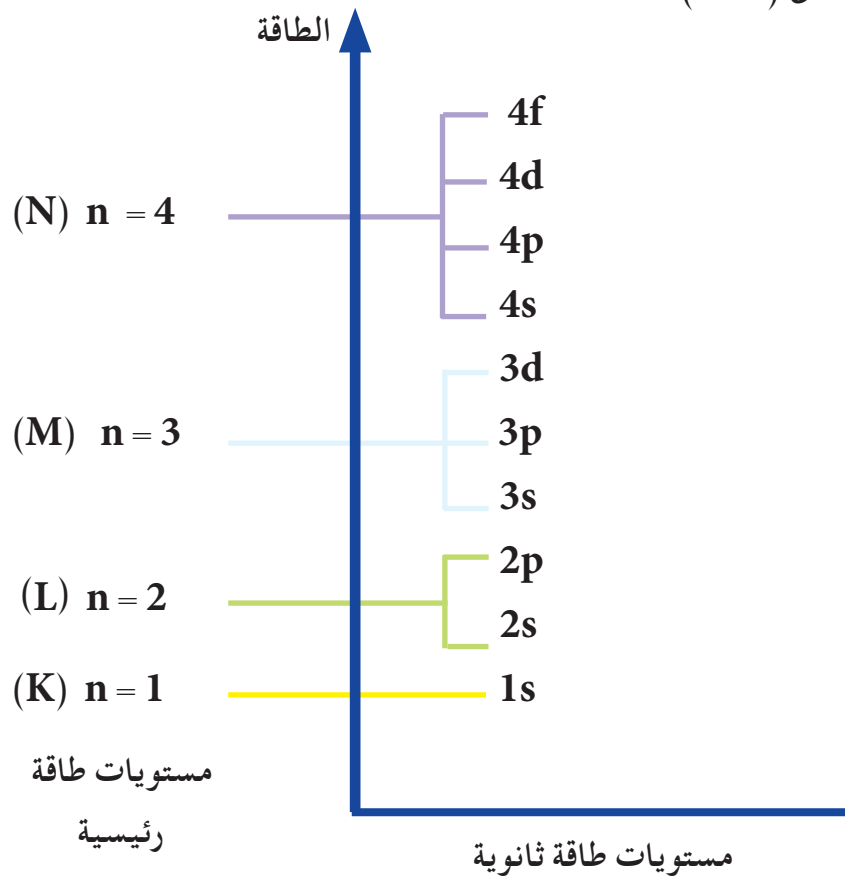
\* يحتوي المستوى الرئيسي K  $n = 1$  على مستوي ثانوي واحد فقط من نوع s .

\* يحتوي المستوى الرئيسي L  $n = 2$  على مستويين ثانويين من نوع s و p .

\* يحتوي المستوى الرئيسي M  $n = 3$  على ثلاث مستويات ثانوية من نوع s و p و d .


\* يحتوي المستوى الرئيسي N  $n = 4$  على أربعة مستويات ثانوية من نوع s و p و d و f .

ولتحديد المستوى الثانوي من اي مستوى من المستويات الرئيسية بطريقة رمزية تكتب قيمة n من المستوى الرئيسي ثم الحرف المخصص للمستوى الثانوي، فعلى سبيل المثال يكتب رمز المستوى الثانوي s بوضع رقم المستوى الرئيسي قبل المستوى الثانوي فيكون 2s والمستوى الثانوي d من المستوى الرئيسي الرابع هو 4d وهكذا، وكما موضح في الشكل (1 - 9).

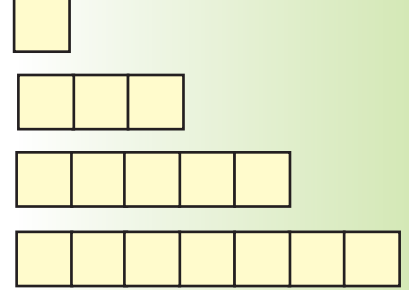


الشكل (1 - 9)  
مستويات الطاقة الثانوية  
التي توجد ضمن مستويات  
الطاقة الرئيسية.

### 1-4-3 عدد الاوربيتالات والالكترونات في المستويات الثانوية




تحتوي المستويات الثانوية على مجموعة من الاوربيتالات المختلفة التي يمكن الرمز لها بالمربع  كما موضح ادناه:

- في المستوى الثانوي s يوجد اوربيتال واحد
- في المستوى الثانوي p يوجد ثلاث اوربيتالات
- في المستوى الثانوي d يوجد خمس اوربيتالات
- في المستوى الثانوي f يوجد سبعة اوربيتالات

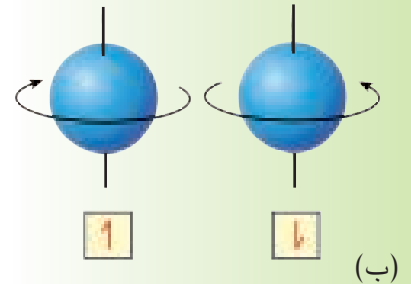
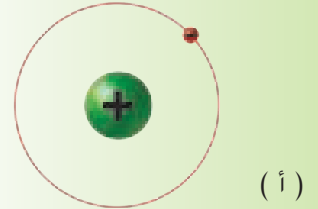


يتسع الاوربيتال الواحد لالكترونين فقط كحد اقصى ولكن قد يحتوي الاوربيتال في بعض الاحيان الكترون واحد او يكون فارغاً وعلى هذا الاساس فان المستويات الثانوية تتشعب كالآتي. (اي تحتوي على الحد الاقصى من الالكترونات).

- المستوى الثانوي s يتشعب كحد اقصى 2 الكترون
- المستوى الثانوي p يتشعب كحد اقصى 6 الكترون
- المستوى الثانوي d يتشعب كحد اقصى 10 الكترون
- المستوى الثانوي f يتشعب كحد اقصى 14 الكترون

ان من المفترض ان يتنافر الالكترونات في حال وجودهما في اوربيتال واحد لانهما يحملان نفس الشحنة السالبة، فهل فكرت لماذا لا تتنافر الالكترونات مع بعضها عند وجودها في نفس الاوربيتال؟ للإجابة عن تساؤلك هذا ان كل الكترون يبرم حول محوره في نفس الوقت الذي يدور فيه حول النواة [الشكل (1 - 10) أ]، فعند ازدواج الكترونين في اوربيتال واحد  فان احدهما سوف يبرم حول محوره باتجاه دوران عقرب الساعة ويعطى له الرمز  اما الآخر فيكون برمه عكس دوران عقرب الساعة ويعطى له الرمز  اي ان احدهما سوف يبرم عكس الآخر مما يلغي تنافرها [الشكل (1 - 10) ب].

تمرين (1 - 3)  
أ - ما عدد الاوربيتالات في كل من مستوى الطاقة الرئيسي الاول والثالث؟  
ب - ما عدد الالكترونات في كل من مستوى الطاقة الرئيسي الثاني والثالث؟



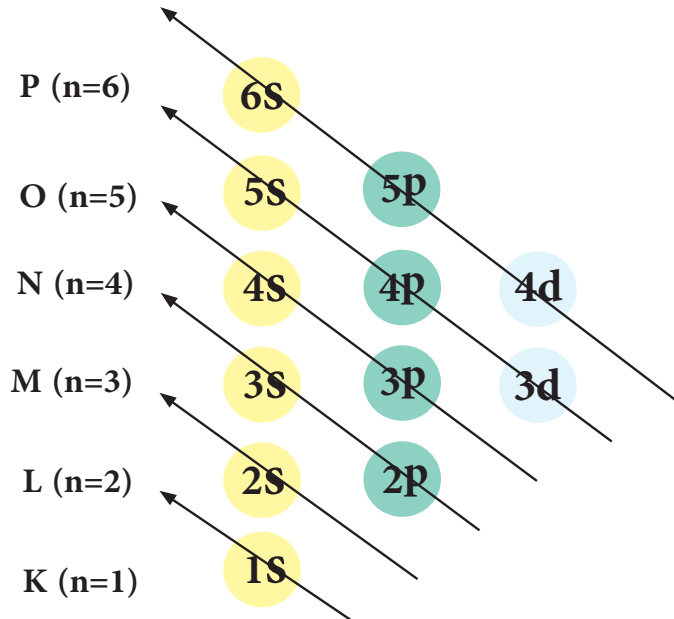
الشكل (1 - 10)  
أ - دوران الالكترون حول النواة.  
ب - دوران الكترونين حول محوريهما في الاوربيتال الواحد.

## 1 - 5 الترتيب الالكتروني

تحتوي العناصر المختلفة على اعداد مختلفة من الالكترونات وتترتب هذه الالكترونات حول النواة في الذرة ويعرف ذلك بالترتيب الالكتروني لذلك تتصف ذرات كل عنصر بترتيب الكتروني خاص تنتظم فيه هذه الالكترونات في الذرة بحيث تكون الطاقة الكلية اقل ما يمكن وتراعى المبادئ والقواعد التالية عند ترتيب الالكترونات على المستويات.

### 1 - 5 - 1 مبدأ أوفباو

ينص هذا المبدأ على ان مستويات الطاقة الثانوية تملأ بالالكترونات حسب تسلسل طاقتها من الاوطأ الى الاعلى وتتبع المنوال الموضح في الشكل (1 - 11).

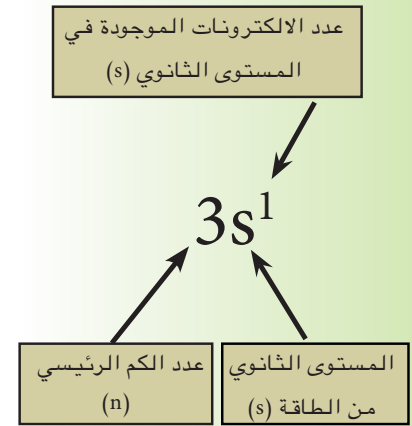


الشكل (1 - 11)  
تسلسل مستويات الطاقة  
الثانوية.

وعند كتابة الترتيب الالكتروني لاية ذرة يجب معرفة العدد الذري لتلك الذرة حيث أن عدد الالكترونات للذرة المتعادلة كهربائياً يكون مساوٍ لعددها الذري ويكتب عادة في اسفل يسار رمز العنصر. حيث يمتلئ أولاً أوربيتال 1s بالالكترونات ثم 2s ثم 2p ثم 3s ثم 3p ثم 4s ثم 3d وهكذا وكما يلي:

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f .....

ونلاحظ انه كلما زاد رقم الغلاف الرئيسي (n) ازدادت طاقة الالكترونات الموجودة فيه وقلت المسافة بين غلاف رئيسي واخر لذلك يحصل تداخل بين الاغلفة الثانوية التي تعود لاغلفة رئيسية مختلفة. ويجب العلم ان الرقم المكتوب الى يسار رمز مستوى الطاقة الثانوي يمثل قيمة عدد الكم الرئيسي (n)، بينما يمثل العدد في اعلى يمين الرمز (s) عدد الالكترونات الموجودة في هذا المستوى .. وهكذا الحال لبقية الرموز وكما موضح في الشكل (1 - 12).



الشكل (1 - 12)  
طريقة كتابة الترتيب  
الالكتروني.

## 1 - 5 - 2 قاعدة هوند

وتنص على انه لا يحدث ازدواج بين الكترونين في مستوى الطاقة الثانوي الا بعد ان تشغل اوربيتالاته فراداً أولاً. تستخدم هذه القاعدة في حالة الذرات التي ينتهي ترتيبها الالكتروني بمستويات الطاقة الثانوية p و d و f حيث لا نضع الكترونين في اوربيتال واحد الا بعد ان نضع الكتروناً واحداً في كل اوربيتال من اوربيتالات مستوى الطاقة الثانوية.

### مثال 1 - 1 :

اكتب الترتيب الالكتروني لكل من المستويات الثانوية الاتية:  $p^3$  و  $d^4$  و  $f^6$  و  $p^4$  و  $d^7$  و  $f^{11}$  و  $p^5$

### الحل:

$p^3$	1	1	1				
$d^4$	1	1	1	1			
$f^6$	1	1	1	1	1	1	
$p^4$	1↓	1	1				
$d^7$	1↓	1↓	1	1	1		
$f^{11}$	1↓	1↓	1↓	1↓	1	1	1
$p^5$	1↓	1↓	1				

### تمرين (1 - 4)

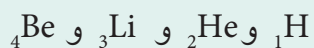
بين كيفية ترتيب الالكترونات في اوربيتالات المستويات الثانوية التالية التي تحتوي على عدد من الالكترونات  $d^3$ ,  $p^5$ ,  $d^6$ ,  $p^2$

### هل تعلم

لفهم قاعدة هوند افرض انك في صف يحتوي على رحلات تستوعب طالبين في كل رحلة ويطلب منك المدرس ان يجلس اولا طالباً في كل رحلة واذا بقي مزيداً من الطلاب عندها يجلس الطلاب الباقين بالترتيب متراصين الى جانب زملائهم .

## مثال 1 - 2 :

اكتب الترتيب الالكتروني للعناصر الاتية:

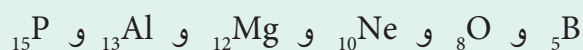


**الحل:**

العنصر	التوزيع الالكتروني
${}_1\text{H}$	$1s^1$
${}_2\text{He}$	$1s^2$
${}_3\text{Li}$	$1s^2 \ 2s^1$
${}_4\text{Be}$	$1s^2 \ 2s^2$

## مثال 1 - 3 :

اكتب الترتيب الالكتروني وبين ترتيب الالكترونات في المستوى الرئيسي الاعلى طاقة لكل عنصر من العناصر الاتية:

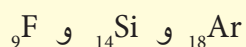


**الحل:**

العنصر	الترتيب الالكتروني	مستوى الطاقة الرئيسي الاخير
${}_5\text{B}$	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^1$	$2s^2 \ 2p^1$
${}_8\text{O}$	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^4$	$2s^2 \ 2p^4$
${}_{10}\text{Ne}$	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6$	$2s^2 \ 2p^6$
${}_{12}\text{Mg}$	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2$	$3s^2$
${}_{13}\text{Al}$	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^1$	$3s^2 \ 3p^1$
${}_{15}\text{P}$	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^3$	$3s^2 \ 3p^3$

### تمرين (1 - 5)

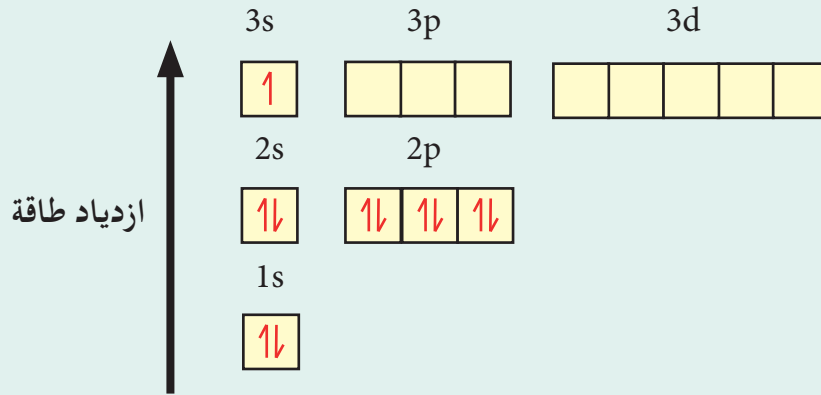
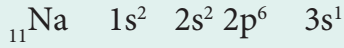
اكتب الترتيب الالكتروني ثم بين توزيع الالكترونات على الاوربيتالات في العناصر الاتية:



#### مثال 1 - 4 :

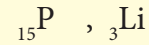
اكتب الترتيب الالكتروني لذرة عنصر الصوديوم  $_{11}\text{Na}$  مبيناً التدرج في الطاقة حسب مستويات الطاقة الرئيسية .

**الحل :**



تمرين (1 - 6)

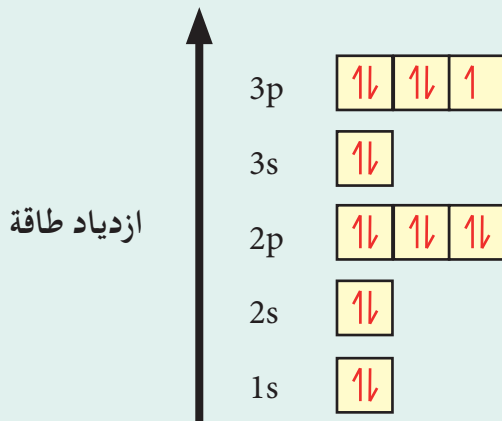
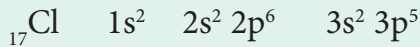
اكتب الترتيب الالكتروني لذرات العناصر الاتية ثم بين ترتيب مستويات الطاقة الرئيسية حسب تدرجها من الاقل الى الاعلى.



#### مثال 1 - 5 :

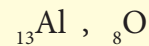
اكتب الترتيب الالكتروني لذرة الكلور  $_{17}\text{Cl}$  ثم بين ترتيب مستويات الطاقة الثانوية حسب تدرجها في الطاقة من الاقل الى الاعلى.

**الحل :**



تمرين (1 - 7)

اكتب الترتيب الالكتروني لذرات العناصر الاتية ثم بين ترتيب مستويات الطاقة الثانوية حسب تدرجها من الاقل الى الاعلى.



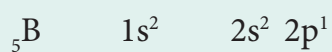
\* ملاحظة : مطلوب من الطالب فقط معرفة العناصر التي يكون عددها الذري لايتجاوز (20) من الجدول الدوري لاسئلة هذا الفصل.



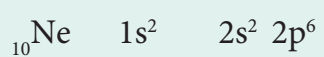
اذكر عدد الالكترونات في كل مستوى رئيسي من الطاقة حول نواة العنصر.



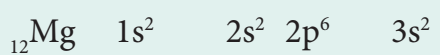
الحل:



المستوى الرئيسي الاول  $n = 1$  يحتوي على 2 إلكترون  
المستوى الرئيسي الثاني  $n = 2$  يحتوي على 3 إلكترون



المستوى الرئيسي الاول  $n = 1$  يحتوي على 2 إلكترون  
المستوى الرئيسي الثاني  $n = 2$  يحتوي على 8 إلكترون



المستوى الرئيسي الاول  $n = 1$  يحتوي على 2 إلكترون  
المستوى الرئيسي الثاني  $n = 2$  يحتوي على 8 إلكترون  
المستوى الرئيسي الثالث  $n = 3$  يحتوي على 2 إلكترون

## 1 - 6 ترتيب لويس (رمز لويس)

يعتمد رمز لويس على عدد الالكترونات الموجودة في الغلاف الاخير (مستوى الطاقة الخارجي) والذي يدعى بغلاف التكافؤ. ترتب الالكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي لذرة العنصر بطريقة صورية تسمى ترتيب (رمز) لويس وكما يأتي :

يكتب رمز العنصر الكيميائي محاطاً بنقاط تمثل كل نقطة الكتروناً واحداً وتمثل كل نقطتين متجاورتين زوجاً

### تمرين (1 - 8)

اذكر عدد الالكترونات في كل مستوى طاقة رئيسي حول نوى العناصر  ${}_2\text{He}$  ,  ${}_7\text{N}$

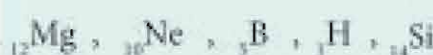
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
H	He						
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os
Fr	Ra						

الشكل (1 - 13)  
جزء من الجدول الدوري  
موضحاً فيه ترتيب لويس  
لبعض العناصر.



### مثال 1 - 7 :

اكتب رمز لويس للعناصر الآتية :



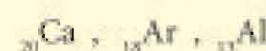
الحل :

أولاً نكتب الترتيب الالكتروني لكل عنصر لكي نحدد عدد الالكترونات في الغلاف الخارجي .

الرمز لويس	الالكترونات في مستوى الطاقة الخارجي	الترتيب الالكتروني	العنصر
H•	1	$1s^1$	$_1\text{H}$
•B•	3	$1s^2 \quad 2s^2 2p^1$	$_5\text{B}$
•Ne•	8	$1s^2 \quad 2s^2 2p^6$	$_{10}\text{Ne}$
•Mg•	2	$1s^2 \quad 2s^2 2p^6 \quad 3s^2$	$_{12}\text{Mg}$
•Si•	4	$1s^2 \quad 2s^2 2p^6 \quad 3s^2 3p^2$	$_{14}\text{Si}$

### تمرين (1 - 9)

اكتب رمز لويس للعناصر الآتية:



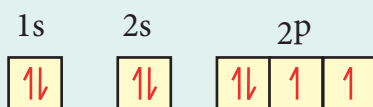
**مثال 1 - 8 :**

ذرة عنصر مرتبة فيها الالكترونات كالآتي:  $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^4$

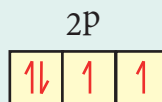
- 1 - ما عدد الالكترونات في هذه الذرة؟
- 2 - ما العدد الذري للعنصر؟
- 3 - ما عدد مستويات الطاقة الثانوية المملوءة بالالكترونات؟
- 4 - ما عدد الالكترونات غير المزدوجة؟
- 5 - اكتب رمز لويس لهذه الذرة؟

## الحل:

- 1 - عدد الالكترونات فيها يساوي 8 .  
2 - العدد الذري للعنصر يساوي 8 لأنه يساوي عدد الالكترونات.



المستوى الثانوي 1s وكذلك المستوى الثانوي 2s مملوءة  
بالإلكترونات أما المستوى 2p غير مملوء لذلك يكون عدد  
المستويات الثانوية المملوءة بالإلكترونات اثنان فقط.



نلاحظ عدد الالكترونات غير المزدوجة اثنان فقط.

- 5- رمز لويس للعنصر:

## 1 - 7 الجدول الدوري

يعتبر الجدول الدوري أهم أداة لدارسي علم الكيمياء ومن بين فوائده المتعددة توقع وفهم خواص العناصر فمثلاً إذا علمت الخواص الفيزيائية والكيميائية لعنصر في زمرة او دورة يمكنك التوقع الى حد كبير وصحيح خواص العناصر التي تقع في زمرة او دورته، [ الشكل (1 - 14) ].

[illegible]

الشكل (1 - 14)  
جزء من الجدول الدوري  
بدون عناصر.

## 1 - 8 تصنيف العناصر في الجدول الدوري تبعاً لترتيبها الالكتروني

تقوم الالكترونات بالدور الأكثر أهمية في تحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية للعنصر وخصوصاً الالكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية التي نعرفها بالالكترونات التكافؤ، ويعتمد تصنيف العناصر في الجدول الدوري على هذه الخواص. يمكن تقسيم العناصر الى أربعة تجمعات تبعاً لنوع المستوى الثانوي الذي ينتهي به الترتيب الالكتروني للعنصر (s و p و d و f) وكما موضحاً في الشكل (1 - 15).

1s		1s
2s		2p
3s		3p
4s	3d	4p
5s	4d	5p
6s	5d	6p
7s	6d	
	4f	
	5f	

الشكل (1 - 15)  
تقسيم الجدول الدوري  
حسب مستويات الطاقة  
الثانوية التي ينتهي  
بها الترتيب الالكتروني  
للعناصر.

### 1 - 8 - 1 عناصر تجمع - s (بلوك s)

وهي العناصر التي تقع في أقصى يسار الجدول الدوري وتضم الزمرتين IA و IIA والتي ينتهي ترتيبها الالكتروني بمستوى الطاقة الثانوي s عدا الهيليوم He حيث يوضع مع العناصر النبيلة في أقصى اليمين. وتضم الزمرة IA العناصر التي يحتوي مستوى طاقتها الثانوي الأخير من نوع s على إلكترون واحد فقط أما الزمرة IIA فتضم العناصر التي يحتوي مستوى طاقتها الثانوي الأخير s على إلكترونين.

1 - 8 - 2 عناصر تجمع - p (بلوك p)

[illegible]

الشكل (1 - 16)  
الجدول الدوري ممثلاً فيه  
العناصر الممثلة.

وهي العناصر التي تقع في يمين الجدول الدوري، لاحظ الشكل (1 - 16) والتي ينتهي ترتيبها الإلكتروني بالمستوى الثاني p وتشمل ستة زمر الخمسة الأولى منها هي (IIIA و IVA و VA و VIA و VIIA) و الزمرة الأخيرة التي تقع أقصى يمين الجدول الدوري (الزمرة VIIIA أو الزمرة صفر) فتسمى بزمرة العناصر النبيلة. تسمى العناصر التي تكون ممتلئة جزئياً بالالكترونات في الأغلفة الثانوية s و p وكذلك زمرة العناصر النبيلة بالعناصر الممتلئة، كما وتطلق تسميات معينة أخرى على بعض زمر العناصر حيث تسمى عناصر الزمرة (IA) بالفلزات القلوية، أما عناصر الزمرة (IIA) فتسمى بفلزات التربة القلوية وعناصر الزمرة (VIIA) بالهالوجينات.

\* عناصر بلوك S

1 IA		2 IIA	
1 H			
3 Li		4 Be	
11 Na		12 Mg	
19 K		20 Ca	
37 Rb		38 Sr	
55 Cs		56 Ba	
87 Fr		88 Ra	

## عناصر بلوك d

3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 ← VIIIIB →	9 VIIIIB	10	11 IB	12 IIB
21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg
89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub

عناصر بلوك p

					18 VIII
13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	2 He
5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn

عناصر بلوك f

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

الشكل (1 - 17)  
الجدول الدوري للعناصر.

\* يكتب العدد الذري للعنصر في الجدول الدوري في اعلى يسار رمز العنصر وهذا على عكس ما تعلمته عند كتابة العدد الذري للعنصر والذي يكون في اسفل يسار رمز العنصر وهنا للتوضيح فقط.

### 1 - 8 - 3 عناصر تجمع - d (بلوك d)

#### هل تعلم

تستعمل الغازات النبيلة في صناعة الاشارات المضيئة ولوحات الاعلان، مثلاً غاز النيون.

### 1 - 8 - 4 عناصر تجمع - f (بلوك f)

وهي العناصر المتجمعة في اسفل الجدول الدوري وينتهي ترتيبها الالكتروني بالمستوى الثانوي f ويطلق عليها العناصر الانتقالية الداخلية (The inner-transition elements)، وتضم 14 عنصر وتنتمي الى الدورتين السادسة والسابعة، [الشكل (1 - 17)].

### 1 - 9 كيفية معرفة الدورة والزمرة التي يقع فيها اي عنصر من عناصر المجموعة A

لمعرفة رقم الدورة والزمرة لعناصر المجموعة A نقوم بالخطوات الآتية:

أولاً: نكتب الترتيب الالكتروني للعنصر.

ثانياً: يمثل رقم الدورة اعلى رقم للمستوى الرئيسي n الذي ينتهي به الترتيب الالكتروني للعنصر.

ثالثاً: يمكن ايجاد رقم الزمرة كالاتي:

أ - اذا انتهى الترتيب الالكتروني بالمستوى الثانوي s فعدد الالكترونات الموجودة في هذا المستوى يمثل رقم الزمرة.

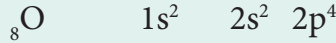
ب - اذا انتهى ترتيبه الالكتروني بالمستوى الثانوي p فعدد الالكترونات الموجودة في هذا المستوى بالإضافة الى الالكترونين الموجودين في المستوى الثانوي s ضمن المستوى الرئيسي الذي يتشعب قبله يمثل رقم الزمرة.

إذا كان المجموع 8 إلكترونات فيعني هذا ان العنصر يقع في الزمرة الثامنة أو الزمرة صفر وهي زمرة العناصر النبيلة، عدا الهيليوم فان مستوى الطاقة الرئيسي الاخير له ينتهي بـ (2) الكترون فقط.

ما الدورة والزمرة التي يقع فيها كل من العناصر الآتية:

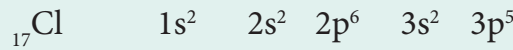


**الحل:**



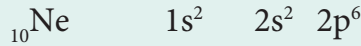
آخر مستوى رئيسي هو الثاني 2 لذا فان دورته هي الثانية.  
آخر مستوى ثانوي هو p يحتوي 4 الكترونات فيضاف  
لها الكتروني s الذي تشبع قبله فيكون المجموع :  
 $6 = 2 + 4$  لذا فان زمرة هي السادسة.

اذن الاوكسجين يقع ضمن الدورة الثانية في الزمرة السادسة  
من الجدول الدوري.



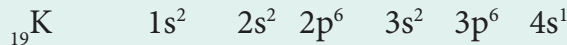
آخر مستوى رئيسي له المستوى الثالث 3 لذا فان دورته هي  
الثالثة. آخر مستوى ثانوي له p يحتوي 5 الكترونات اضافة  
الى 2 الكترون من مستوى 3s الذي قبله فيكون المجموع 7  
لذا فان زمرة السابعة.

اذن الكلور يقع ضمن الدورة الثالثة في الزمرة السابعة من  
الجدول الدوري.



آخر مستوى رئيسي الثاني 2 لذا فان دورته هي الثانية.  
واخر مستوى ثانوي له p يحتوي 6 الكترونات 2 الكترون  
من مستوى 2s الذي قبله فيكون المجموع 8 لذا فان زمرة  
هي الثامنة.

اذن النيون يقع ضمن الدورة الثانية في الزمرة صفر من  
الجدول الدوري.



آخر مستوى رئيسي له المستوى الرابع 4 لذا فان دورته هي  
الرابعة.

آخر مستوى ثانوي له s يحتوي الكترون واحد لذا فان زمرة  
هي الاولى.

اذن البوتاسيوم يقع ضمن الدورة الرابعة في الزمرة الاولى  
من الجدول الدوري.

#### هل تعلم

لم يفز مندلييف بجائزة  
نوبل وذلك لأن عظمة عمله  
لم تعرف الا عام 1906 اي  
قبل سنة واحدة من وفاته  
حيث رشح لنيل جائزة نوبل  
في الكيمياء لكنه خسر  
بفارق صوت واحد لمصلحة  
هنري موسان الذي اكتشف  
الفلور.



### مثال 1 - 10:

ما الشيء المشترك بين مواقع العناصر التالية في الجدول

الدوري:  ${}_{12}\text{Mg}$  ،  ${}_{11}\text{Na}$  ،  ${}_3\text{Li}$

**الحل:**

${}_3\text{Li}$	$1s^2$	$2s^1$	زمرة اولى دورة ثانية
${}_{11}\text{Na}$	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^1$ زمرة اولى دورة ثالثة
${}_{12}\text{Mg}$	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2$ زمرة ثانية دورة ثالثة

اذن الذي يربط بين  $\text{Li}$  و  $\text{Na}$  انهما يشتركان في زمرة واحدة هي الزمرة الاولى اما الذي يربط بين  $\text{Na}$  و  $\text{Mg}$  انهما يشتركان في دورة واحدة هي الدورة الثالثة .

تمرين (1 - 11)

ما الدورة والزمرة التي يقع فيها كل من العناصر الاتية في الجدول الدوري:

${}_{13}\text{Al}$  ،  ${}_6\text{C}$  ،  ${}_3\text{Li}$

### مثال 1 - 11:

ما الشيء المشترك بين مواقع العناصر التالية في الجدول

الدوري:  ${}_4\text{Be}$  ،  ${}_5\text{B}$  ،  ${}_7\text{N}$

**الحل:**

${}_4\text{Be}$	$1s^2$	$2s^2$	زمرة ثانية دورة ثانية
${}_5\text{B}$	$1s^2$	$2s^2 2p^1$	زمرة ثالثة دورة ثانية
${}_7\text{N}$	$1s^2$	$2s^2 2p^3$	زمرة خامسة دورة ثانية

تتشترك هذه العناصر في دورة واحدة وهي الدورة الثانية ولكنها تختلف في الزمر حيث ان كل عنصر من زمرة فعنصر البريليوم  $\text{Be}$  يقع في الزمرة الثانية وعنصر البورون  $\text{B}$  يقع في الزمرة الثالثة اما عنصر النيتروجين  $\text{N}$  فيقع في الزمرة الخامسة.

تمرين (1 - 12)

ما الشيء المشترك بين مواقع العناصر التالية في الجدول الدوري:

${}_{15}\text{P}$  ،  ${}_{14}\text{Si}$  ،  ${}_6\text{C}$

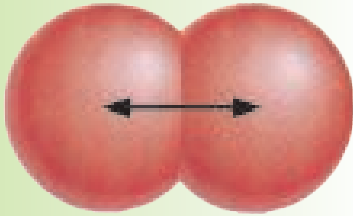
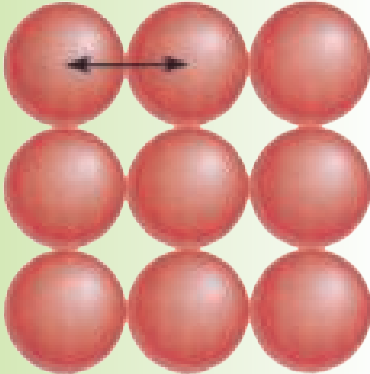


## 1 - 10 الخواص الدورية

تتدرج الخواص الفيزيائية والكيميائية للعناصر الموجودة في زمر ودورات الجدول الدوري من حيث انصاف اقطارها الذرية وطاقات تأينها والفتها الالكترونية وسالبيتها الكهربائية وكما مبين في ادناه.

### 1 - 10 - 1 نصف قطر الذرة

ان الذي يحدد حجم الذرة هو نصف قطرها ويتحدد نظرياً بآخر مستوى مشغول بالالكترونات ان احدى الطرائق المستخدمة لقياس نصف القطر الذري هي قياس المسافة بين نواتي ذرتين متماثلتين ومتحدتين كيميائياً ثم قسمة المسافة المقاسة على اثنين، وكما موضح في الشكل (1 - 18) ويمكن بذلك تعريف نصف القطر الذري على انه **نصف المسافة بين نواتي ذرتين متماثلتين متحدتين كيميائياً**. ويلاحظ ان العناصر ضمن الدورة الواحدة يقل نصف قطرها كلما اتجهنا من اليسار الى اليمين اي بزيادة اعدادها الذرية حيث تزداد قوة الجذب بين الالكترونات ضمن المستوى الرئيسي الواحد مع الشحنة الموجبة للنواة بزيادة عددها فيه. اما في الزمر فيزداد نصف القطر كلما اتجهنا من الاعلى الى الاسفل في الجدول وابتعاد الالكترونات الخارجية عن النواة، وكما مبين في الشكل (1 - 19).



الشكل (1 - 18)  
كيفية ايجاد نصف قطر  
الذرة.

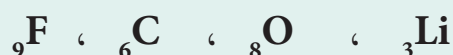
IA		IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

يزداد الحجم الذري عند النزول الى اسفل الزمرة

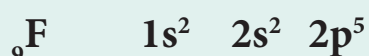
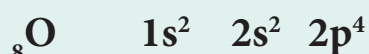
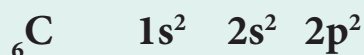
يقل الحجم الذري للدورة بالاتجاه من اليسار الى اليمين

الشكل (1 - 19)  
جزء من الجدول الدوري  
موضحاً فيه حجوم بعض  
ذرات العناصر.

رتب العناصر التالية حسب زيادة انصاف اقطارها الذرية:



الحل:

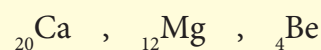


نلاحظ ان جميع هذه العناصر تنتهي بالمستوى الرئيسي الثاني اي انها تقع ضمن الدورة الثانية من الجدول الدوري وعليه يكون ترتيب العناصر حسب زيادة انصاف اقطارها



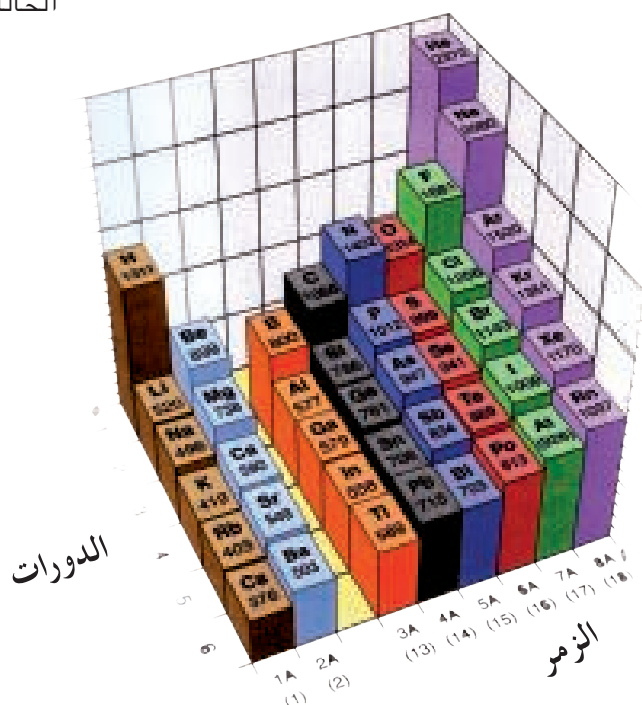
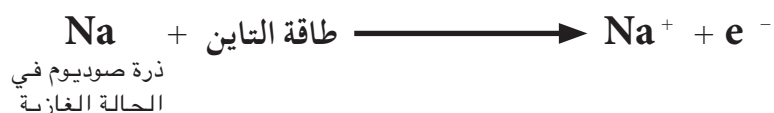
تمرين (1 - 13)

رتب العناصر الاتية حسب زيادة انصاف اقطارها الذرية:



## 1 - 10 - 2 طاقة التأين Ionization Energy

تعرف طاقة التأين بانها مقدار الطاقة اللازمة لنزع الكترون واحد من مستوى الطاقة الخارجي لذرة عنصر معين متعادلة الشحنة في حالتها الغازية كما في تأين ذرة الصوديوم



الشكل (1 - 20)

تدرج طاقات التأين لذرات بعض العناصر.

تتدرج طاقات التأين في الزمر من الاعلى الى الاسفل فكلما زاد العدد الذري كلما قلت طاقة التأين لهذا العنصر بسبب ابتعاد الكترونات الاغلفة الخارجية عن النواة مما يسهل فقدان احدهما اما في الدورات فان طاقات التأين تزداد للعناصر كلما زاد العدد الذري للعنصر بسبب زيادة الشحنة الموجبة ضمن النواة وبقاء الالكترونات في نفس مستوى الطاقة الرئيسي الخارجي فتزداد بذلك قوة الجذب على الالكترون من قبل الشحنات الموجبة للنواة [الشكل (1 - 20)]، وهناك استثناء لهذه الزيادة وهو انه اذا كان للذرة غلاف ثانوي مشبع مثل  $ns^2$  أو نصف مشبع مثل  $np^3$  فتكون طاقة تأينها اكبر من طاقة تأين الذرة التي بعدها مثل  $N$  أكبر طاقة تأين من  $O$  على الرغم من ان ذرة الاوكسجين اكبر عدد ذري من ذرة النتروجين ويقعان في دورة واحدة. تمتلك العناصر النبيلة اعلى طاقة تأين لأنها لا تفقد الكتروناتها بسهولة.

### 1 - 10 - 3 الالفة الالكترونية Electron Affinity

تعرف الالفة الالكترونية بانها قابلية الذرة المتعادلة كهربائياً في الحالة الغازية على اكتساب الكترون واحد وتحرير مقداراً من الطاقة، كما في ذرة الفلور .



تزداد الالفة الالكترونية للعناصر في الدورات بزيادة العدد الذري لها اما في عناصر الزمرة الواحدة فتزداد صعوبة اضافة الالكترون بزيادة العدد الذري للعنصر فكلما زاد العدد الذري ازدادت صعوبة اضافة الالكترون. وتعتبر العناصر النبيلة اقل العناصر التي لها الالفة الالكترونية لانه من الصعوبة اضافة الكترونات اليها.

### 1 - 10 - 4 الكهرسلبية Electronegativity

في الكثير من المركبات تكون الشحنة السالبة لالكترونات التآصر مركزة بالقرب من ذرة معينة دون غيرها مما يؤثر بشكل كبير في الخواص الكيميائية للمركب وتعرف الكهرسلبية بانها قدرة الذرة على جذب الكترونات التآصر

هل تعلم

الكهرسلبية هي خاصية من خواص الذرات في المركبات بينما طاقة التأين والالفة الالكترونية هما خاصيتان للذرات بحالتها المفردة .

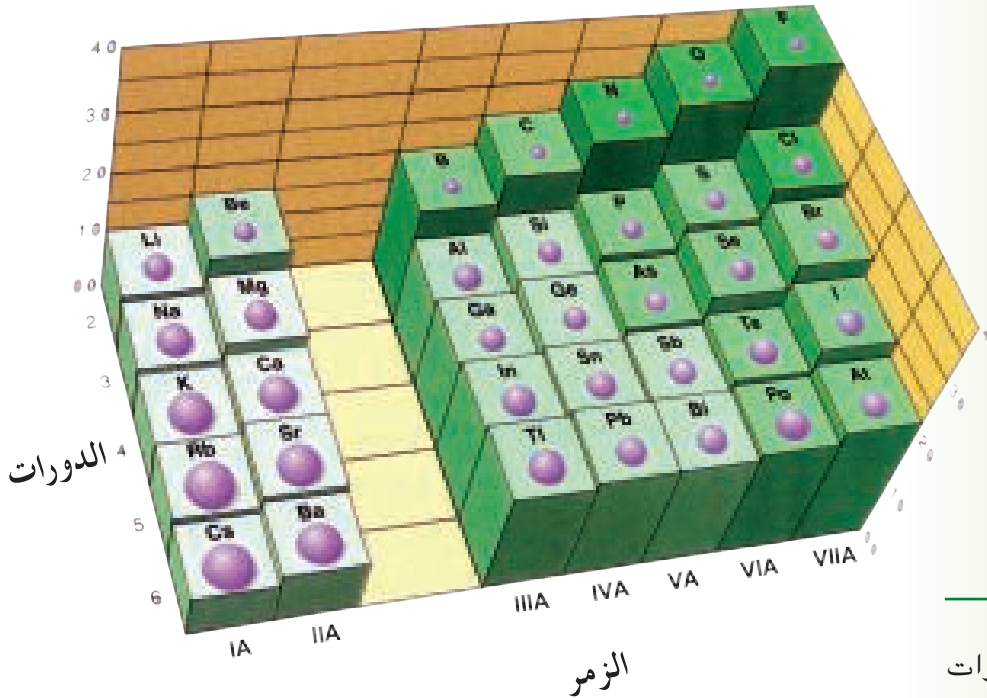
### هل تعلم

ان الفلزات اقل كهرسلبية من اللافلزات، كما ان الكهرسلبية مرتبطة بحجم الذرة فكلما صغر حجم الذرة ازدادت كهرسبيتها اي ان الذرة الصغيرة تملك قوة جذب اكبر لالكتروناتها ولالالكترونات الذرات الاخرى.

نحوها في اي مركب كيميائي وبما ان الفلور اعلى العناصر كهرسلبية فقد تم اعطائه الرقم 4 كقياس للكهرسلبية وحددت هذه القيم لباقي العناصر قياساً على كهرسلبية الفلور، [الشكل (1 - 21)].

تزداد الكهرسلبية كلما زاد العدد الذري في الدورة مع وجود بعض الاستثناءات اما في الزمر فتقل كلما زاد العدد الذري.

وبالنسبة للغازات النبيلة فتعتبر شاذة لان بعضها لا يكون مركبات وبالتالي لا يمكن تعيين الكهرسلبية له لكن عندما يكون الغاز النبيل مركبات فيكون ذا كهرسلبية عالية جداً.



الشكل (1 - 21)  
تدرج الكهرسلبية لذرات بعض العناصر.

## 1 - 10 - 5 الخواص الفلزية واللافلزية

تتغير الخواص الفلزية واللافلزية تبعاً لتغير العدد الذري لذرات الزمرة الواحدة أو لذرات الدورة الواحدة، فكلما ازداد العدد الذري لذرات دورة واحدة تقل الخواص الفلزية لتظهر وتزداد الخواص اللافلزية. فمثلاً، في الدورة الثانية يظهر الليثيوم والبريليوم الخواص الفلزية ثم يأتي البورون بخواص أشباه الفلزات ثم تأتي بقية عناصر الدورة كالكربون

والنتروجين والاكسجين والفلور حيث تظهر الخواص اللافلزية. أما في الزمرة الواحدة فكلما ازداد العدد الذري للعناصر تزداد الخواص الفلزية وتقل الخواص اللافلزية. تكون جميع عناصر الزمرتين الأولى IA ، والثانية IIA فلزات بينما تكون اغلب عناصر الزمرتين السادسة VIA والسابعة VIIA لافلزات. أما بقية الزمر فلا تكون جميع العناصر فيها من صنف واحد. فمثلاً في الزمرة

1 IA	2 IIA																	18 VIIIA
1 H	2 He																	10 Ne
3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	18 Ar
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
87 Fr	88 Ra	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh			
		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb			
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No			

الشكل (1 - 22)  
الجدول الدوري موضحاً فيه  
ترتيب الفلزات واللافلزات.

الخامسة يظهر النتروجين خواصاً لا فلزية بينما يسلك الزرنيخ والانتيمون سلوك أشباه الفلزات ويأتي البزموت وهو آخر عنصر في الزمرة الخامسة بصفات فلزية. أما بالنسبة للدورات فعنصر الدورة الأولى وهما الهيدروجين والهيليوم لا فلزان أما في الدورات الأربع التي بعدها فيكون هناك انتقال تدريجي من الخواص الفلزية الى الخواص اللافلزية، أما في الدورة السادسة فجميع عناصرها من الفلزات عدا عنصر الاستاتين من اشباه الفلزات وعنصر الرادون لا فلز بينما لا تحتوي الدورة السابعة الا على الفلزات مع العلم بأن العناصر الانتقالية، وعناصر اللانثانيدات وعناصر الاكتينيدات (التي هي عناصر انتقالية داخلية) تظهر الخواص الفلزية.

## أسئلة الفصل الأول

1.1

اختر ما يناسب التعابير الآتية:

1 - الإلكترون الأكثر استقراراً هو الإلكترون الموجود في :

أ - مستوى الطاقة الرئيسي الرابع.

ب - مستوى الطاقة الرئيسي الثالث.

ج - مستوى الطاقة الرئيسي الثاني.

2 - مستوى الطاقة الرئيسي الذي يستوعب على عدد أكثر من الإلكترونات من المستويات الآتية هو:

أ - مستوى الطاقة الرئيسي الأول.

ب - مستوى الطاقة الرئيسي الثاني.

ج - مستوى الطاقة الرئيسي الثالث.

3 - مستوى الطاقة الرئيسي الثاني ( $n=2$ ) يحتوي على أقصى عدد من الإلكترونات مقداره:

أ - 32 إلكترون.

ب - 18 إلكترون.

ج - 8 إلكترون.

4 - مستوى الطاقة الثانوي f يحتوي على عدد من الأوربيتالات مقداره:

أ - 3 أوربيتال.

ب - 7 أوربيتال.

ج - 5 أوربيتال.

5 - في مستوى الطاقة الثانوي d ست الإلكترونات يمكن ترتيبها حسب قاعدة هوند كالآتي:

أ - 

↑↓	↑	↑	↑	↑
----	---	---	---	---

ب - 

↑↓	↑↓	↑↓		
----	----	----	--	--

ج - 

↑	↑	↑	↑	↑↓
---	---	---	---	----

6 - مستوى الطاقة الرئيسي الثالث يحتوي على عدد من الأوربيتالات مقداره:

أ - 4 أوربيتال.

ب - 9 أوربيتال.

ج - 16 أوربيتال.

7 - لذرة عنصر ترتيب الكتروني حسب تدرج مستويات الطاقة الثانوية كالآتي:  
 $1s^2 2s^2 2p^3$  لذا فإن العدد الذري للعنصر مقداره:

أ - 5

ب - 4

ج - 7

8 - الترتيب الإلكتروني لذرة النيون  $_{10}\text{Ne}$  كالآتي:

( أ )  $1s^2 2s^2 2p^6$

( ب )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

( ج )  $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2$

9 - في الجدول الدوري عناصر بلوك d تقع:

أ - أسفل الجدول الدوري.

ب - يمين الجدول الدوري.

ج - وسط الجدول الدوري.

10 - في الجدول الدوري العناصر التي تتجمع يمين الجدول الدوري هي:

أ - عناصر بلوك p

ب - عناصر بلوك f

ج - عناصر بلوك s

11 - الهالوجينات هي عناصر الزمرة:

أ - IA

ب - VIIA

ج - VIIIA

## أسئلة الفصل الأول

17 - عنصر يقع في الزمرة الخامسة والدورة الثالثة فان مستوى الطاقة الثانوي الاخير له هو :

أ -  $3p^5$

ب -  $5p^3$

ج -  $3p^3$

18 - العنصر الذي له اعلى كهرسلبية من بين جميع العناصر الاتية :

أ - الفلور.

ب - الكلور.

ج - البروم.

19 - يزداد نصف قطر العناصر ضمن الدورة الواحدة:

أ - كلما قل عددها الذري.

ب - كلما زاد عددها الذري.

ج - كلما اتجهنا من اليسار الى اليمين في الدورة الواحدة في الجدول الدوري.

20 - ترتيب لويس لعنصر الاركون  $_{18}\text{Ar}$  هو:

أ -  $\bullet \text{ Ar } \bullet$

ب -  $\begin{array}{c} \bullet \bullet \\ \bullet \text{ Ar } \bullet \\ \bullet \bullet \end{array}$

ج -  $\bullet \text{ Ar } \bullet$

2.1 اذكر تصور نموذج رذرفورد للبناء الذري ثم بين لماذا فشل هذا التصور.

12 - ذرة عنصر ينتهي ترتيب الكترونها بالمستوى  $3p^3$  وبذلك يكون ترتيب مستوياتها الثانوية كالآتي:

أ -  $1s^2 \quad 2p^6 \quad 3p^3$

ب -  $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^6 \quad 3s^2 \quad 3p^3$

ج -  $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^6 \quad 3p^3$

13 - ينسب اكتشاف نواة العنصر للعالم :  
أ - رذرفورد.

ب - بور.

ج - ثومسون.

14 - ذرة عنصر ينتهي ترتيبها الالكتروني بالمستوى  $3s^1$  فالعدد الذري لهذا العنصر هو:

أ - 8

ب - 13

ج - 11

15 - الطاقة اللازمة لنزع الالكترون من ذرة معينة تسمى:

أ - الميل الالكتروني.

ب - طاقة التأين.

ج - الكهرسلبية.

16 - ذرة عنصر ينتهي ترتيبها الالكتروني بالمستوى الثانوي  $2p^5$  لذا فانه يقع في الزمرة والدورة:

أ - الزمرة الخامسة ، الدورة الثانية.

ب - الزمرة الثانية، الدورة الخامسة.

ج - الزمرة السابعة، الدورة الثانية.

## أسئلة الفصل الأول

3.1 اكتب بايجاز عن ما يأتي:

1 - طاقة التأين.

2 - عدم حصول التنافر الالكتروني

لالكتروني الاوربيتال الواحد.

3 - نموذج ثومسون للذرة.

4 - مستويات الطاقة الثانوية.

5 - الكهرسلبية.

4.1 عنصران  $^{16}_{16}\text{S}$  و  $^{12}_{12}\text{Mg}$  :

1 - اكتب الترتيب الالكتروني لهما مبيناً

تدرج مستويات الطاقة الثانوية.

2 - دورة وزمرة كل منهما.

3 - ما الشيء المشترك بين هذين العنصرين

في موقعهما في الجدول الدوري.

4 - ترتيب لويس لكلاً منهما.

5.1 الترتيب الالكتروني لعنصر الفلور



1 - ما العدد الذري للفلور.

2 - ما عدد مستويات الطاقة الثانوية

المملوءة بالالكترونات وما هي.

3 - عدد الالكترونات غير المزدوجة في ذرة

الفلور.

6.1 رتب العناصر حسب نقصان حجمها

الذري :  $^{18}_{18}\text{Ar}$  و  $^{10}_{10}\text{Ne}$  و  $^2_2\text{He}$

7.1 ما الشيء المشترك بين العناصر

الآتية:

1 -  $^3_3\text{Li}$  و  $^1_1\text{H}$

2 -  $^{13}_{13}\text{Al}$  و  $^{17}_{17}\text{Cl}$

8.1 ما الدورة والزمرة التي يقع فيها كل

عنصر من العناصر الآتية :

$^{11}_{11}\text{Na}$  و  $^{18}_{18}\text{Ar}$

9.1 اكتب رمز لويس لكل من :

$^5_5\text{B}$  و  $^{16}_{16}\text{S}$

10.1 اي العناصر تسمى غازات نبيلة في

الجدول الدوري وما اهم خاصية تتميز بها

هذه العناصر.

11.1 كيف تم ترتيب بلوكات العناصر في

الجدول الدوري وبين موقعها.

12.1 ما عدد المستويات الثانوية

والاوربيتالات والالكترونات التي يحتويها

كل مستوى رئيسي من الطاقة (الثاني،

الثالث).

13.1 عنصران  $^{11}_{11}\text{Na}$  و  $^{17}_{17}\text{Cl}$

1 - اكتب الترتيب الالكتروني لكل عنصر.

2 - رمز لويس لكل منهما.

3 - تدرج مستويات الطاقة الثانوية

والرئيسية لكل ذرة.

4 - عدد الالكترونات في كل مستوى طاقة

رئيسي حول نواة كل ذرة.

5 - عدد الالكترونات غير المزدوجة لكل

ذرة.

6 - عدد مستويات الطاقة الثانوية المملوءة

بالالكترونات لكل ذرة.

7 - دورة وزمرة كل ذرة وبين الشيء المشترك

بينهما.

14.1 كيف تتدرج الخواص الفلزية والالفلزية

في (الدورة الثانية، الزمرة الخامسة).



## الزمرتان الاولى والثانية

## Groups IA and IIA



بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على ان :

- ☐ يعرف اسماء ورموز عناصر الزمرتين الاولى IA والثانية IIA .
- ☐ يحدد السبب الذي تم بموجبه وضع هذه العناصر في زمريتين متجاورتين.
- ☐ يعين موقع كل زمرة منهما في الجدول الدوري.
- ☐ يميز بين العناصر من حيث التدرج في الخواص.
- ☐ يتعرف على عنصر الصوديوم وبعض مركباته.
- ☐ يتعرف على عنصر الكالسيوم وبعض مركباته.
- ☐ يتمكن من تشخيص بعض العناصر في الزمرتين بطريقة كشف الذهب.
- ☐ يستنتج السبب في عدم وجود عناصر الزمرتين حرة في الطبيعة.

## 2- 1 : عناصر الزمرتين IA و IIA

تحتل عناصر الزمرتين الأولى والثانية الطرف الأيسر من الجدول الدوري والشكل (2 - 1) يوضح موقعهما، وتضم عناصر الزمرة الأولى IA (الفلزات القلوية) الليثيوم (Li) و الصوديوم (Na) و البوتاسيوم (K) و الربيديوم (Rb) و السيزيوم (Cs) والفرانسيوم (Fr) وهذا الأخير هو الفلز الوحيد في هذه الزمرة الذي يحضر صناعياً.

اما عناصر الزمرة الثانية IIA (فلزات الاتربة القلوية) فتضم البريليوم (Be) والمغنيسيوم (Mg) والكالسيوم (Ca) والسترونتيوم (Sr) والباريوم (Ba) والراديوم (Ra) وهي مرتبة حسب زيادة اعدادها الذرية.

																		18 VIIIa					
1 IA																		2 He					
1 H	2 IIA																	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIa
3 Li	4 Be																	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 ←	9 VIIIb	10 →	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar						
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr						
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe						
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn						
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub												

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



الشكل (1 - 2)

موقع الزمرتين الاولى والثانية في الجدول الدوري.

## 2 - 2 الصفات العامة لعناصر الزمرتين IA و IIA

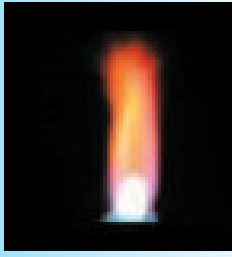
1- عناصر هاتين الزمرتين ذات كهربية واطئة وطاقة تأين واطئة.

2 - لجميع عناصر الزمرتين غلاف خارجي يحتوي على الكترون واحد بالنسبة لعناصر الزمرة الاولى (IA) و على الكترونين بالنسبة لعناصر الزمرة الثانية (IIA).

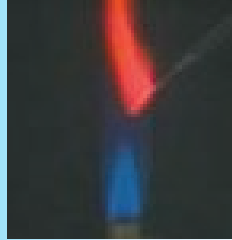
3 - لا توجد عناصر الزمرتين حرة في الطبيعة لشدة فعاليتها.

## هل تعلم

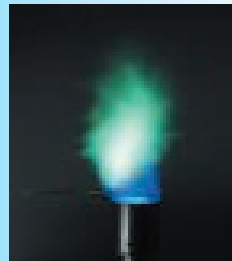
ان الحجر الكريم الزمرد  
يتكون من عنصر  
البريليوم Be مضافاً اليه  
قليل من الكروم الاخضر.



(أ)



(ب)



(ج)

لون اللهب للعناصر:  
أ - الكالسيوم.  
ب - السترونتيوم.  
ج - الباريوم.

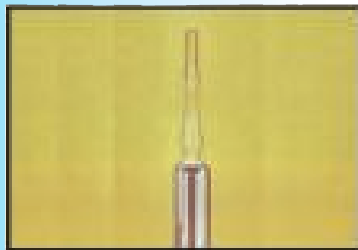
الا ان هناك اختلافاً بسيطاً في الصفات العامة بين الزمرتين الاولى والثانية حيث ان عناصر الزمرة الثانية تكون اقل فلزية من عناصر الزمرة الاولى كما ان طاقة تأين عناصر الزمرة الثانية اعلى من نظيرتها عناصر الزمرة الاولى بسبب نقصان الحجم الذري.

## ومن اهم الخواص الفيزيائية لعناصر الزمرتين IA و IIA

1- تتناقص درجات الانصهار ودرجات الغليان مع تزايد الاعداد الذرية لعناصر الزمرتين.

2 - إن مركبات هذه الفلزات مثل الكلوريدات  $\text{NaCl}$  و  $\text{KCl}$  و ..... إلخ تلون لهب مصباح بنزن بألوان مميزة لكل فلز حيث يلونه الليثيوم بلون قرمزي و مركبات الصوديوم بلون أصفر براق (ذهبي) وكذلك الحال مع بقية فلزات الزمرة الثانية مثل الكالسيوم الذي يلون اللهب بلون احمر طابوقي والسترونتيوم باللون القرمزي والباريوم باللون الاخضر المصفر وهكذا.

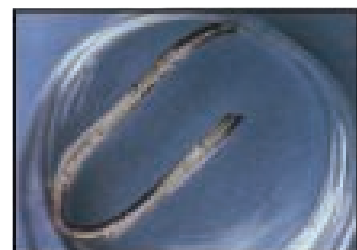
3- كثافة العناصر غير منتظمة الزيادة أو النقصان مع تزايد اعدادها الذرية . علماً ان كثافة العناصر الثلاثة الاولى ( $\text{Li}$  و  $\text{Na}$  و  $\text{K}$ ) أقل من كثافة الماء بدرجة ( $25^\circ\text{C}$ ).



(K) بوتاسيوم



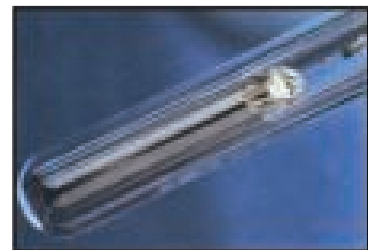
(Na) صوديوم



(Li) ليثيوم



(Rb) ربيبيديوم



(Cs) سيزيوم

عناصر الزمرة الاولى



(Mg) مغنيسيوم



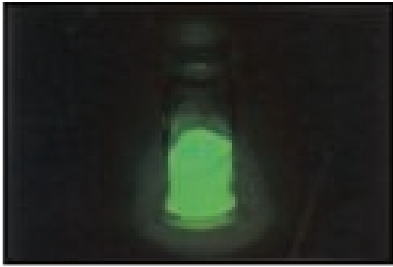
(Be) بريليوم



(Sr) سترونتيوم



(Ca) كالسيوم



(Ra) راديوم



(Ba) باريوم

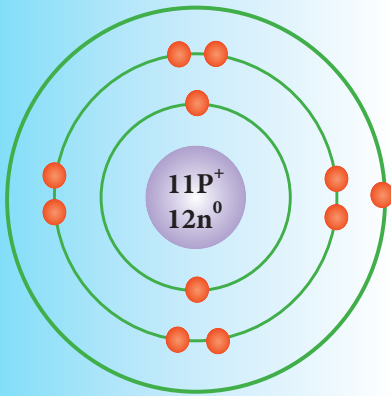
### بعض الخواص الكيميائية:

#### عناصر الزمرة الثانية

- 1 - لعناصر الزمرة الاولى (IA) الكترون واحد ولعناصر الزمرة الثانية (IIA) الكترونين في غلافهما الخارجي تستطيع ان تفقدها عند الدخول في تفاعل كيميائي وتكوين ايونات موجبة الشحنة ( $M^+$ ) بالنسبة لعناصر الزمرة الاولى او ثنائية الشحنة ( $M^{2+}$ ) بالنسبة لعناصر الزمرة الثانية.
- 2 - تتحد مع اللافلزات وتعطي املاحاً مستقرة كثيرة الذوبان في الماء عدا الليثيوم الذي يكون اقل ذوبانية وذلك لصغر حجمه وقوة الجذب الكبيرة للنواة على الكتروناته.
- 3 - تسلك هذه العناصر سلوك عوامل مختزلة قوية (اي انها تميل لفقدان الكترونات التكافؤ الخارجية بسهولة اي لسهولة تأكسدها). وقد سميت عناصر الزمرة الاولى بالفلزات القلوية لان محاليلها عالية القاعدية. كما سميت عناصر الزمرة الثانية بفلزات الاتربة القلوية لان بعض اكاسيدها عرفت بالاتربة القلوية.

#### هل تعلم

المحلول الذي ينتج عن تفاعل الفلز مع الماء هو محلول قاعدي (قلوي).



رسم الترتيب الإلكتروني  
لذرة الصوديوم.



صوديوم محفوظ في النفط  
الابيض.



المقطع الحديث للصوديوم..  
براق.

## Sodium

## 2 - 3 الصوديوم

الرمز الكيميائي : Na

العدد الذري : 11

عدد الكتلة : 23

### الترتيب الإلكتروني

عدد الإلكترونات	رقم الغلاف (n)	رمز الغلاف
2	1	K
8	2	L
1	3	M

## 2 - 3 - 1 وجوده

لا يوجد الصوديوم حراً في الطبيعة لشدة فعاليته بل يوجد متحداً مع غيره من العناصر مكوناً مركبات ثابتة ومنها كلوريد الصوديوم وكبريتاته وسليكاتة وغيرها ويحفظ في سوائل لا يتفاعل معها مثل البنزين النقي والكيروسين (النفط الابيض) لكونه يشتعل عند تعرضه للهواء.

## 2 - 3 - 2 خواص عنصر الصوديوم

### أ - الخواص الفيزيائية

فلز لين وله بريق فضي اذا قطع حديثاً، كثافته اقل من كثافة الماء، وينصهر بدرجة (°C 97.81). ويغلي منصهر الصوديوم بدرجة (°C 882.9).

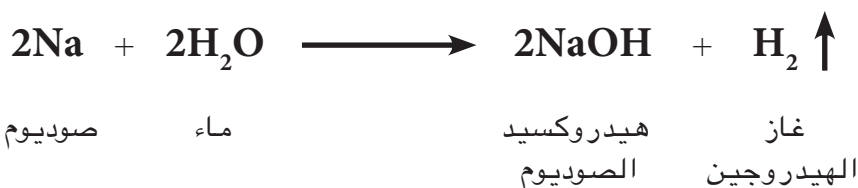
### ب - الخواص الكيميائية

الصوديوم الحر عنصر فعال جداً يتحد مباشرة مع معظم اللافلزات لتكوين مركبات أيونية، حيث يكون أيون الصوديوم الموجب (Na<sup>+</sup>). وأهم خواصه الكيميائية:

- 1 - يتحد مباشرة مع أوكسجين الجو . فعند تعريض قطعة من الصوديوم (مقطوعة حديثاً) للهواء الرطب، يزول بريقها بعد فترة قصيرة وتكتسي بطبقة بيضاء .
- 2 - يتحد مع غاز الكلور مباشرةً ويشتعل اذا سخن معه:



- 3 - يتفاعل بشدة مع الماء مكوناً هيدروكسيد الصوديوم ومحرراً غاز الهيدروجين .



- 4 - يتفاعل بشدة مع الحوامض المخففة مكوناً ملح الحامض ومحرراً غاز الهيدروجين:



- 5 - يتفاعل الصوديوم مع كثير من الاكاسيد والكلوريدات كما في المعادلتين الآتيتين:

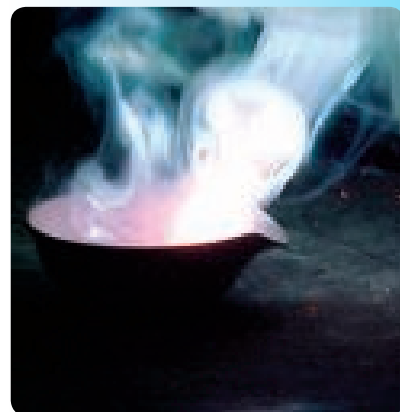


## 2 - 3 - 3 استعمالات الصوديوم:

- 1 - يستعمل كعامل مختزل قوي في بعض التفاعلات العضوية لشدة وسرعة تأكسده .
- 2 - يستعمل في انتاج سيانيد الصوديوم المستخدم في تنقية الذهب وله استعمالات صناعية عديدة اخرى .

### هل تعلم

لو تمكنا من حماية الصوديوم من هجوم الاوكسجين السريع لاصبح يضاھي الالمنيوم والنحاس في كفاءتهما في قوة التوصيل الكهربائي .



تفاعل الصوديوم مع الماء .



يلون الصوديوم اللهب بلون اصفر.

3 - يستخدم الصوديوم في عمليات التعدين للتخلص من اوكسجين الهواء المتحد مع الفلزات او الذائب في منصهراتها.

## 2 - 3 - 4 الكشف عن ايون الصوديوم في مركباته:

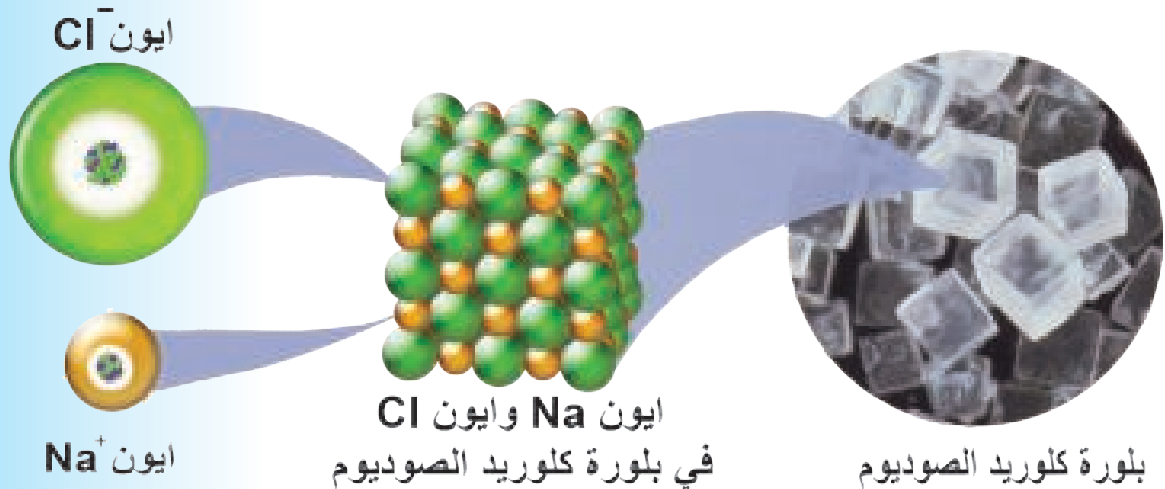
نستعمل كشف اللهب (الكشف الجاف) كما مر ذكره في خواص عناصر الزمرة الاولى التي ينتمي اليها عنصر الصوديوم حيث يلون الصوديوم اللهب باللون الاصفر.

## 2 - 3 - 5 بعض مركبات الصوديوم: -

إن مركبات الصوديوم واسعة الإنتشار في الطبيعة اهمها الصخور الملحية ( كلوريد الصوديوم) أو خليط من أملاح مزدوجة و بتأثير عوامل التعرية الجوية مثل مياه الأمطار و الهواء الذي يحتوي غاز ثنائي أوكسيد الكربون  $CO_2$  يتحول قسم من هذه الأملاح إلى كاربونات الصوديوم و الطين النقي (الصلصال) و الرمل.

## أولاً: كلوريد الصوديوم

ملح الطعام النقي (كلوريد الصوديوم)  $NaCl$  أكثر مركبات الصوديوم إنتشاراً في الطبيعة فهو يوجد بشكل صخور ملحية في كثير من البلدان أو بشكل ترسبات ملحية تحت سطح الأرض و يوجد بكميات هائلة في مياه البحار و البحيرات و الينابيع.



بلورة كلوريد الصوديوم.

#### أ - استخراجها:

إذا كان الملح موجوداً تحت سطح الأرض بشكل ترسبات ملحية، فيستخرج بحفر آبار يضخ إليها الماء. ثم يسحب المحلول الناتج بواسطة مضخات ماصة إلى سطح الأرض. ويبخر الماء فتتخلف بلورات الملح ثم ينقى.

أما إذا وجد الملح بنسبة عالية في مياه البحر فتضخ هذه المياه إلى أحواض واسعة ضحلة ثم يبخر الماء بحرارة الشمس و هذه هي الطريقة المستخدمة الآن في جنوب العراق (ملاحات الفاو). و ملح الطعام المستخرج بالطرائق السابقة لا يكون نقياً . لذلك تتبع طرائق خاصة لتنقيته من الشوائب.

#### ب - استعمالات كلوريد الصوديوم

ملح الطعام مادة ضرورية للإنسان لا يمكنه الإستغناء عنها في غذائه اليومي. كما ان لها أهمية صناعية كبرى. فهي: -

1 - المادة الرئيسة المستعملة في تحضير العديد من مركبات الصوديوم مثل كاربونات الصوديوم (صودا الغسيل) المستخدمة في صناعة الورق و الزجاج و في صناعة خميرة الخبز.

2 - يستعمل كلوريد الصوديوم في تحضير هيدروكسيد الصوديوم المستعمل في صناعة الصابون و الورق وفي تصفية النفط الخام.

3 - يستخدم كلوريد الصوديوم في تحضير غاز الكلور المهم صناعياً.

4 - يستفاد من كلوريد الصوديوم في حفظ المواد الغذائية صالحة للإستهلاك البشري لمدة من الزمن مثل اللحوم والأسماك. إذ ان محلوله المركز يقتل البكتريا التي تسبب التعفن.

5 - يستعمل كلوريد الصوديوم في دباغة الجلود وعمليات صناعة الثلج للتبريد وفي تثبيت الأصباغ.

#### ج - خواص كلوريد الصوديوم

يمكن استنتاج بعض خواص كلوريد الصوديوم من اجراء التجربة الآتية:



تجمع الاملاح في الطبيعة.



ملح الطعام.

#### هل تعلم

ان  $\text{NaCl}$  هو مركب أيوني ولا يصح ان يسمى جزيء  $\text{NaCl}$  لانه يمثل أبسط نسبة عددية للأيونات الموجبة والسالبة (أيونات العنصرين) في البلورة وليس عدد الذرات.



تمرين (2 - 1)  
ما الفرق بين كلوريد  
الصوديوم النقي والسكر من  
حيث تأثرهما بالحرارة.

ضع بلورات من كلوريد الصوديوم النقي في زجاجة ساعة.  
وضع في زجاجة ساعة أخرى؛ كمية من ملح الطعام العادي.  
واترك الزجاجتين في جو رطب (مع تأشير كل منهما). وبعد  
مرور يوم - او يومين - افحص الملح في كلتا الزجاجتين  
تلاحظ:

- ترطب الملح العادي وعدم تأثر الملح النقي - مما يدل على  
ان كلوريد الصوديوم مادة لا تمتص الماء من الجو (لا تنمي)  
وان خاصية امتصاص الماء (الرطوبة) من الجو؛ تقتصر على  
الملح العادي وتسمى ظاهرة امتصاص الرطوبة من الجو  
والتحول الى مادة مبتلة بـ (التميو). فملح الطعام العادي  
اذن مادة متميئة

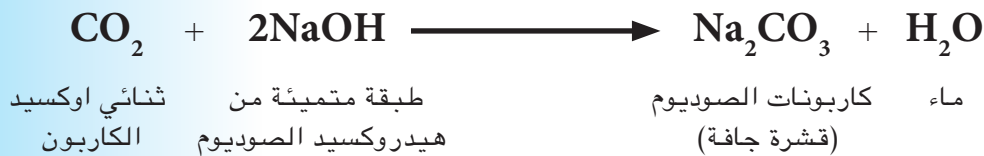
ان سبب تميؤه يعزى الى احتوائه على شوائب من كلوريد  
الكالسيوم او كلوريد المغنيسيوم (او كليهما) وهاتان  
المادتان تميلان لامتصاص الرطوبة من الجو (تتميان في  
الجو الرطب). اذن ما الفرق بين كلوريد الصوديوم النقي و  
ملح الطعام العادي؟؟ ولماذا؟

## ثانياً: هيدروكسيد الصوديوم NaOH

هيدروكسيد الصوديوم مادة صلبة تنمي عند تعرضها  
للواء الرطب. وبتفاعل الطبقة المتميئة منه مع غاز ثنائي  
اوكسيد الكربون في الجو؛ تتكون طبقة من كاربونات  
الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  لا تذوب في محلول NaOH المركز في  
المنطقة المتميئة. لذلك تشكل قشرة جافة على سطح حبيبات  
هيدروكسيد الصوديوم



هيدروكسيد الصوديوم.



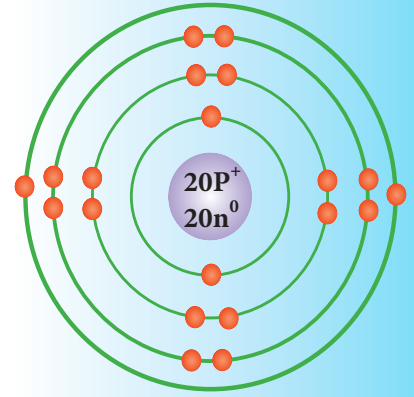
وهيدروكسيد الصوديوم قاعدة كثيرة الذوبان في الماء تستعمل  
في مجالات صناعية عديدة منها صناعة الصابون والمنظفات  
(مساحيق وسوائل) وفي صناعات الانسجة والورق وكمادة  
اولية في تحضير العديد من المركبات المستعملة في الصناعة.

## 2 - 4 الكالسيوم Calicum

الرمز الكيميائي Ca

العدد الذري 20

عدد الكتلة 40



الترتيب الالكتروني

عدد الالكترونات	رقم الغلاف (n)	رمز الغلاف
2	1	K
8	2	L
8	3	M
2	4	N

رسم الترتيب الالكتروني  
لذرة الكالسيوم.

## 2 - 4 - 1 وجوده

لا يوجد فلز الكالسيوم بصورة حرة في الطبيعة لشدة فعاليته ويوجد متحداً مع غيره من العناصر على شكل كربونات مثل المرمر وحجر الكلس وعلى شكل كبريتات مثل الجبس او على شكل فوسفات مثل فوسفات الكالسيوم او على شكل سليكات. ويستخلص الفلز بالتحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد وفلوريد الكالسيوم.

يدخل الكالسيوم في تركيب بعض انواع الاغذية مثل الحليب والاسماك.



اغذية تحتوي على  
الكالسيوم.



خامات الكالسيوم في  
الطبيعة.

## 2 - 4 - 2 بعض مركبات الكالسيوم:



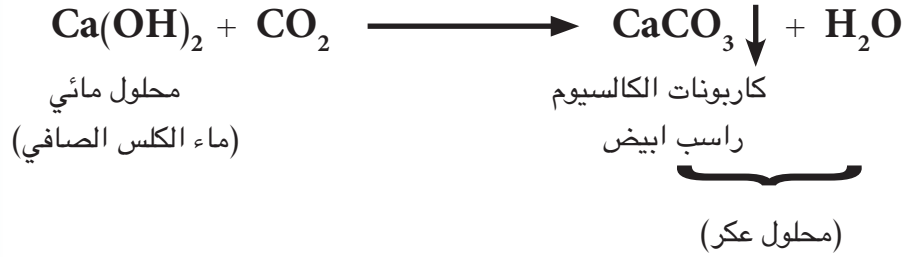
هيدروكسيد الكالسيوم.

### 1 - هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca(OH)}_2$

يحضر باضافة الماء الى اوكسيد الكالسيوم  $\text{CaO}$  (النورة او الجير الحي) في عملية تعرف باطفاء الجير والتي تؤدي الى الحصول على هيدروكسيد الكالسيوم الذي يعرف احياناً بالجير المطفأ ويدعى محلول هيدروكسيد الكالسيوم الصافي بماء الكلس الصافي كما تصفه المعادلة الاتية:



الذي عند امرار غاز  $\text{CO}_2$  عليه نلاحظ تعكره بسبب تكون كاربونات الكالسيوم. كما في المعادلة الاتية:



#### هل تعلم

ان استمرار امرار غاز  $\text{CO}_2$  في محلول ماء الكلس الصافي - بعد تعكره - يسبب عودة المحلول صافياً!! وذلك لتكون  $\text{Ca(HCO}_3)_2$  كثيرة الذوبان في الماء.

### 2 - كبريتات الكالسيوم :

توجد بشكل جبس  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  حيث يرتبط مع كبريتات الكالسيوم الصلبة جزئيين من الماء يسمى ماء التبلور وعندما يفقد ماء التبلور بالتسخين جزئياً يتحول الجبس الى جبس باريس  $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  والتفاعل انعكاسي اي عندما تلتقط عجينة باريس الماء تتجمد وتتحول الى الجبس مع تمدد في الحجم. وتستعمل عجينة باريس (جبس باريس) في التجبير وفي صنع التماثيل وكذلك في البناء.



## أسئلة الفصل الثاني

1.2 اختر من بين القوسين ما يكمل المعنى العلمي فيما يأتي:

- 1 - من عناصر الزمرة الاولى : (الهيليوم ، الراديوم ، الصوديوم ، البورون)
- 2- عنصر البوتاسيوم اكثر فعالية من عنصر الليثيوم وذلك : ( لوجود الكتروني تكافؤ بذرته ، لأن نصف قطر ذرته اكبر ، لعدم وجود الكترون تكافؤ بذرته ، لوجوده حراً في الطبيعة).

3 - تكافؤ عنصر المغنيسيوم في مركباته: ( 1 ، 2 ، 3 ، 4 ).

- 4 - اذا فقدت ذرة الليثيوم الكترون التكافؤ تتحول الى (ايون احادي الشحنة الموجبة ، ايون سالب ، ايون ثنائي الشحنة الموجبة ، ايون ثنائي الشحنة السالبة).

2.2 أ - اذكر الفرق بين الجبس الاعتيادي و جبس باريس.

- ب - لكلوريد الصوديوم اهمية صناعية كبرى. لماذا؟ اذكر ثلاث فوائد له.
- ج - الباريوم اكثر فلزية من البريليوم . علام استندنا في ذلك؟

3.2 بين لماذا؟

- 1 - لا ينتمي الالمنيوم  $_{13}\text{Al}$  الى مجموعة عناصر الزمرة الاولى.
- 2- عند ترك حبيبات NaOH في الجو الرطب تسمى اولاً ثم تتكون عليها قشرة صلبة.
- 3 - يحفظ الصوديوم Na في النفط.
- 4 - سميت عناصر الزمرة الاولى بالفلزات القلوية.
- 5- اختفاء لمعان قطعة الصوديوم المقطوعة حديثاً بعد فترة.

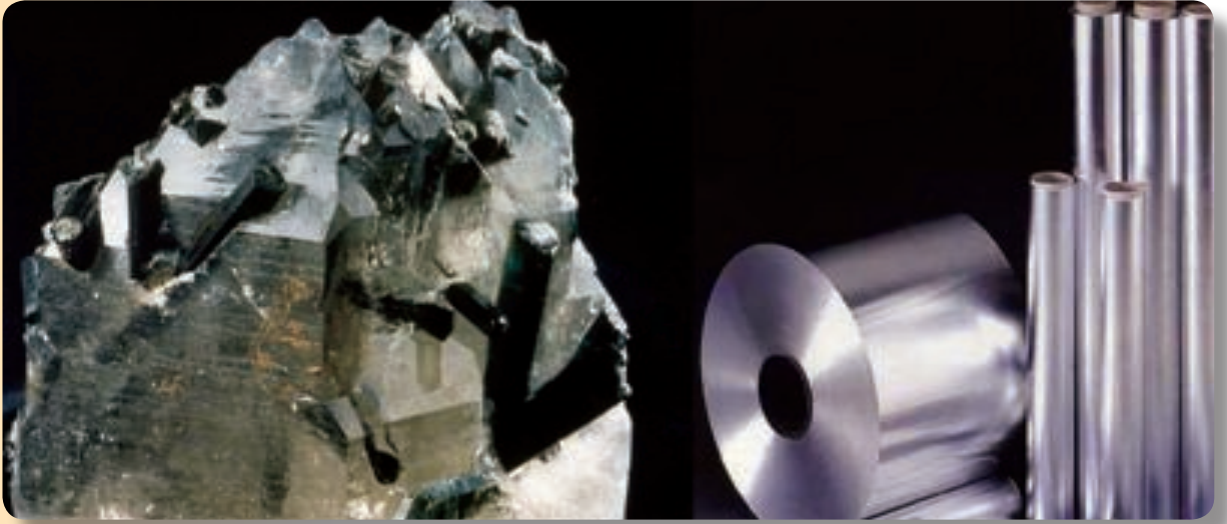
4.2 وضح علمياً لماذا:

- أ - سهولة انتزاع الكتروني التكافؤ من عنصر الكالسيوم.
- ب - وضع العناصر : الليثيوم  $_{3}\text{Li}$  والصوديوم  $_{11}\text{Na}$  والبوتاسيوم  $_{19}\text{K}$  ضمن زمرة واحدة رغم اختلافها في العدد الذري.

5.2 ما الفرق بين كلوريد الصوديوم النقي NaCl وبين NaCl غير النقي.

## الزمرة الثالثة

## Group IIIA



بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على ان :

- ☐ يتعرف على اسماء ورموز عناصر الزمرة الثالثة.
- ☐ يحدد الصفات العامة لعناصر الزمرة الثالثة.
- ☐ يقارن بين فعالية عناصر الزمرة الثالثة مع نظائرها عناصر الزمرة الثانية.
- ☐ يفهم ان عنصر الالمنيوم لا يوجد حراً في الطبيعة.
- ☐ يستوعب الرمز والعدد الذري وعدد الكتلة لعنصر الالمنيوم.
- ☐ يدرك اهمية وفوائد الالمنيوم الفيزيائية ما يمكنه من مقارنته مع الحديد.
- ☐ يكشف - عملياً - عن ايون الالمنيوم في المحاليل المائية لمركباته.
- ☐ يتعرف على بعض مركبات الالمنيوم.

### 3 - 1 عناصر الزمرة IIIA

### الزمرة الثالثة

بورون	B	شبه فلز
المنيوم	Al	} فلزات
الكاليوم	Ga	
الانديوم	In	
الثاليوم	Tl	

ان السبب في وضع عناصر هذه الزمرة في مجموعة واحدة، هو العامل نفسه الذي مر معنا في الزمرتين الاولى والثانية وهو احتواء الغلاف الخارجي لذراتها على ثلاثة إلكترونات رغم اختلافها بالاعداد الذرية وعناصر هذه الزمرة هي: البورون B والالمنيوم Al والكاليوم Ga والانديوم In والثاليوم Tl، ويوضح الشكل (3 - 1) موقع هذه الزمرة في الجدول الدوري.

I A																		18 VIIA
1 H	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 He	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Hf	59 Ta	60 W	61 Re	62 Os	63 Ir	64 Pt	65 Au	66 Hg	67 Tl	68 Pb	69 Bi	70 Po	71 At	72 Rn	
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Rf	91 Db	92 Sg	93 Bh	94 Hs	95 Mt	96 Uun	97 Uuu	98 Uub							
58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu					
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr					

الشكل (3 - 1)

موقع عناصر الزمرة الثالثة في الجدول الدوري.

### 3 - 2 الصفات العامة لعناصر الزمرة الثالثة (IIIA)

هل تعلم

\* ان هيدروكسيد البورون صيغته  $B(OH)_3$  لكننا نعرفه ايضا باسم حامض البوريك وصيغته من الممكن كتابتها  $H_3BO_3$  ولهذه المادة استعمالات طبية عديدة ومفيدة.



### هل تعلم

ان عنصرى البورون والالمنيوم يشكلان نسبة كبيرة من مكونات التربة حولنا وانهما لا يوجدان بصورة حرة في الطبيعة لفعاليتهم العالية وانهما يشتركان مع بقية عناصر هذه المجموعة بخواص متدرجة جمعهم في هذه الزمرة.

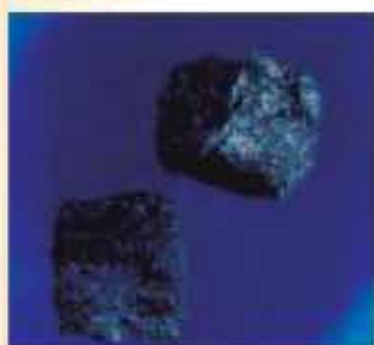
### تمرين (3 - 1)

قارن بين طائفتي الشاين لعنصر من الزمرة الثالثة مع العنصر المجاور له (الى يساره) من الزمرة الثانية .

وبازدياد العدد الذري لعناصر هذه الزمرة (من الاعلى نحو الاسفل) يحصل نقصان طاقة تأين ذراتها بصورة عامة (بسبب كبر حجمها الذرية).

3- من ملاحظة عدد الكترونات الغلاف الخارجى لذرات عناصر هذه الزمرة، نتوقع بأن الحالة التأكسدية لذراتها هي (+3) بالاضافة الى حالات تأكسدية اخرى.

4- تتميز خواص اكاسيد وهيدروكسيدات عناصر هذه الزمرة بزيادة الصفة القاعدية ونقصان الصفة الحامضية كلما زاد العدد الذري . حيث نجد المحاليل المائية لأكاسيد البورون حامضية، بينما تكون اكاسيد الالمنيوم امفوتيرية، اما اكاسيد عناصر بقية افراد هذه الزمرة فتكون قاعدية.



(B) بورون



(Al) الالمنيوم



(Ga) كالسيوم



(In) انديوم

تملأج من عناصر الزمرة الثالثة.

## Aluminum

## 3 - 3 : الألمنيوم

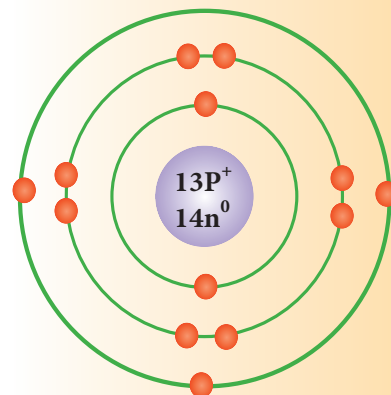
الرمز الكيميائي: Al

العدد الذري: 13

عدد الكتلة: 27

الترتيب الإلكتروني

عدد الإلكترونات	رقم الغلاف (n)	رمز الغلاف
2	1	K
8	2	L
3	3	M



رسم الترتيب الإلكتروني  
لذرة الألمنيوم.

## 3 - 3 - 1 وجود الألمنيوم

لا يوجد الألمنيوم حراً في الطبيعة لأنه من الفلزات الفعالة فهو يوجد متحداً مع غيره من العناصر ضمن مركبات متنوعة. والألمنيوم أوسع الفلزات انتشاراً في قشرة الأرض، فهو يلي الأوكسجين (46%) و السيليكون (28%) في سعة انتشاره. إذ يؤلف الألمنيوم نحو (8%) من صخور القشرة الأرضية والطين، ورغم انتشار سليكات الألمنيوم المعقدة في الصخور والطين، فإنها لا تصلح لاستخلاص الألمنيوم منها، حالياً، بسبب الكلفة العالية اقتصادياً. يعتبر البوكسيت  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  وهو أوكسيد الألمنيوم المائي، الخام الرئيس للألمنيوم، فهو أهم خام يستعمل لاستخلاص الفلز. بينما يعتبر الكريولايت  $(Na_3AlF_6)$  وهو فلوريد مزدوج من الصوديوم والألمنيوم من المصادر المهمة المستعملة لاستخلاص الفلز.

## 3 - 3 - 2 استخلاص الألمنيوم

هناك طرائق عديدة لاستخلاص الألمنيوم من مركباته. وتعتبر طريقة هول، في الوقت الحاضر، من أحسنها

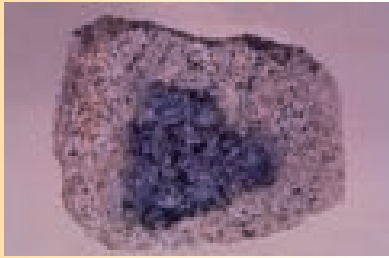


أوكسيد الألمنيوم الطبيعي  
(مع شوائب).



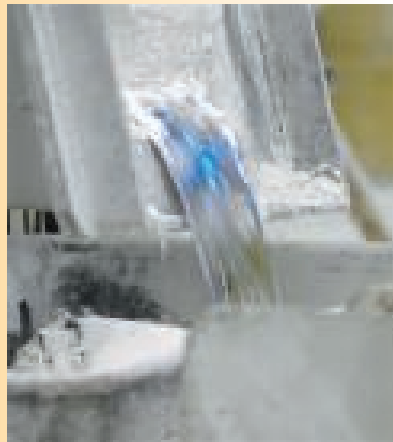
من خامات الألمنيوم  
الطبيعية .. (التربة).





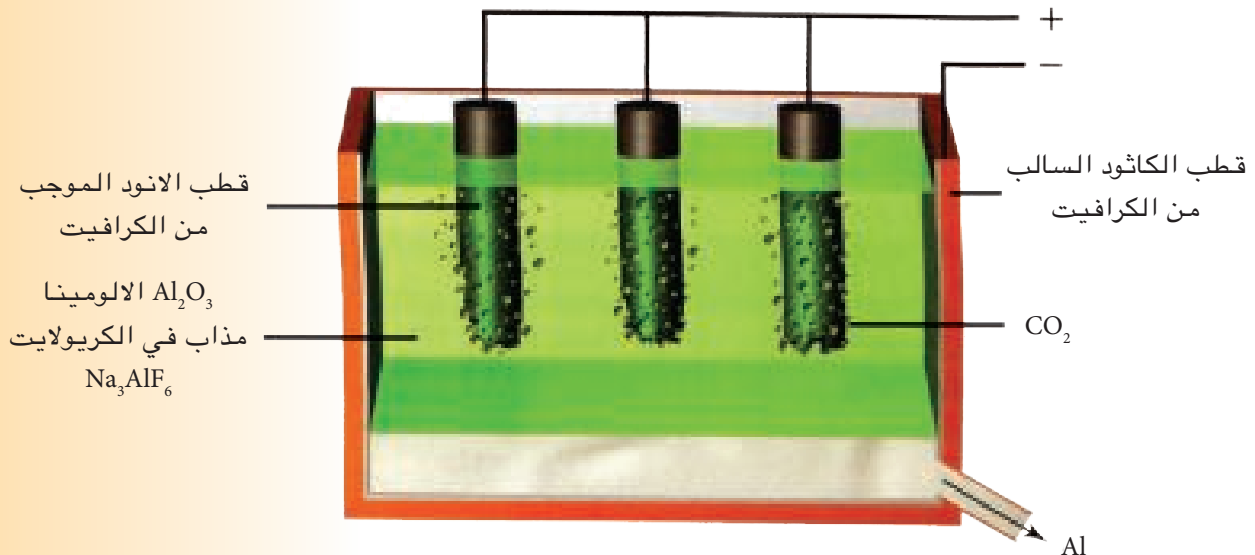
البوكسايت.

واكفئها. حيث تستعمل في الصناعة بشكل واسع. وتعتمد هذه الطريقة على التحليل الكهربائي للألومينا  $Al_2O_3$  النقية في حمام من منصهر الكريولايت  $AlF_3(NaF)_3$  (أو تكتب صيغته  $Na_3AlF_6$ ) بدرجة حرارة  $(1000^\circ C)$  وباستعمال أقطاب كربونية. ولا توجد الألومينا  $Al_2O_3$  نقية في الطبيعة بل توجد ضمن الخام المعروف بالبوكسايت  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  مع شوائب من الحديد وغيره.



منصهر الألمنيوم.

ينقى خام البوكسايت كيميائياً من الشوائب للحصول على أوكسيد الألمنيوم النقي  $Al_2O_3$  (الألومينا) والذي له درجة انصهار عالية ويذاب في منصهر الكريولايت الذي يعمل على تخفيض درجة انصهار الألومينا. يوضع المنصهر في خلية تحليل كهربائية كما في الشكل (3 - 2) وعند امرار التيار الكهربائي يتجمع الألمنيوم على شكل منصهر في اسفل الخلية ويسحب بين مدة وأخرى.



الشكل (3 - 2)  
خلية هول لاستخلاص  
الألمنيوم.

### 3 - 3 - 3 خواص الألمنيوم

#### 1 - الخواص الفيزيائية

الألمنيوم فلز ذو مظهر فضي جيد التوصيل للحرارة والكهربائية وقليل الكثافة.

## 2- الخواص الكيميائية

### أ - تأثير الاوكسجين في الالمنيوم

ذكرنا سابقاً بأنه عند تعرض الالمنيوم الى الهواء يتأكسد سطحه الخارجي فقط، فيكتسي الالمنيوم بطبقة رقيقة جداً من اوكسيده الذي يكون شديد الالتصاق بسطح الفلز، وهذا ما يقي الفلز من استمرار التآكل، وهذا غير ما يحدث في عنصر الحديد.

ب - يحترق مسحوق الالمنيوم بشدة وبلهب ساطع محمراً طاقة عالية ويحدث التفاعل حسب المعادلة الآتية:

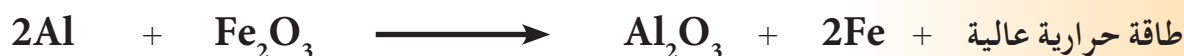


### ج - الالمنيوم عامل مختزل

يوضع خليط من مسحوق الالمنيوم واوكسيد الحديد (III) (اي  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) بجفنة تثبت في وعاء فيه رمل، ثم يثبت شريط من المغنيسيوم بطول مناسب وتحرق نهاية الشريط مع الابتعاد مسافة لا تقل عن 3 امتار وملاحظة تفاعل مسحوق الالمنيوم مع اوكسيد الحديد (III) تفاعلاً شديداً مصحوباً بانبعاث كمية كبيرة من الحرارة وبلهب ساطع مع تطاير شرر كما في الشكل المجاور. وينتج عن هذا التفاعل تكون منصهر الحديد، نتيجة قيام الالمنيوم باختزال اوكسيد الحديد (III) وتحرير الحديد الذي انصهر بفعل الحرارة العالية، ويسمى هذا التفاعل بتفاعل الثرميت، والمعادلة التالية توضح ذلك.



تفاعل الثرميت.



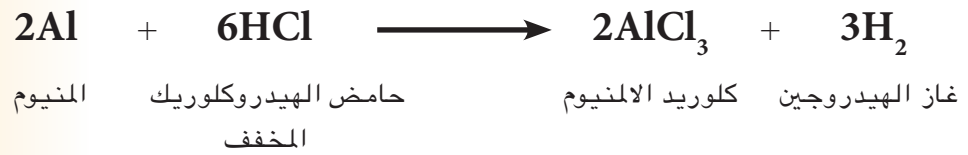
مسحوق الالمنيوم      اوكسيد الحديد III      اوكسيد الالمنيوم      حديد

ويفاد من هذا التفاعل في لحيم الاجهزة الحديدية الكبيرة وقضبان سكك الحديد. [لاحظ الشكل (3 - 3)]. كما يستعمل الالمنيوم لاستخلاص بعض الفلزات من خاماتها الموجودة على هيئة اكاسيد اعتماداً على كونه عاملاً مختزلاً.



الشكل (3 - 3)  
استخدام تفاعل الثرميت في  
لحيم قضبان سكك الحديد.

د - تفاعل الألمنيوم مع الحوامض والقواعد:  
يتفاعل الألمنيوم مع حامض الهيدروكلوريك المخفف  
بسهولة محمراً غاز الهيدروجين ومكوناً كلوريد الألمنيوم:



ولا يستمر تفاعل الألمنيوم مع كل من حامض النتريك  
المخفف والمركز ، بسبب تكون طبقة من اوكسيده  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
التي تعزل الحامض عن الفلز، فيتوقف التفاعل، ويفاد من  
هذه الخاصية في حفظ حامض النتريك (التيزاب) ونقله بأوان  
من الألمنيوم.

يتفاعل الألمنيوم مع محاليل القواعد مثل محلول  
هيدروكسيد الصوديوم او البوتاسيوم في الماء محمراً غاز  
الهيدروجين وملح الألمنيوم.

نستنتج من اعلاه بأن عنصر الألمنيوم يتفاعل مع الحوامض  
والقواعد محمراً غاز الهيدروجين في الحالتين ويدعى هذا  
السلوك بالسلوك الامفوتييري.

### 3 - 3 - 4 : استعمالات الألمنيوم:

اخترنا هذا العنصر للتوسع في دراسته نظرياً وعملياً ضمن حدود هذه المرحلة وذلك لان هذا العنصر هو عنصر المستقبل بعد ان ينضب عنصر الحديد. والبحوث العلمية مستمرة لتيسير امكانية استخلاص الألمنيوم من الطين.

يمتاز عنصر الألمنيوم وسبائكه بأن نسبة الكتلة فيه تكون عالية جداً وعند تعرضه للهواء الجوي تتكون عليه طبقة رقيقة من اوكسيد الألمنيوم صلبة جداً تلتصق بشدة على السطح مانعة الهواء من الوصول الى الفلز فيتوقف التأكسد وبذلك يكون الألمنيوم فلز يقي نفسه شر التآكل، وهذا ما لا يحدث في حالة الحديد لماذا ؟ لأن طبقة اوكسيد الحديد المتكونة (الصدأ) هشة تتفتت بسهولة فتفسح المجال للهواء (الاوكسجين والرطوبة) باستمرار فعلها بالتآكل.

يمكن استعمال الألمنيوم في صناعة الاسلاك الكهربائية، حيث ان توصيل الألمنيوم للكهربائية يساوي ضعف توصيل النحاس، اذا اخذنا نفس الكتلة من العنصرين، وهذا يؤدي الى ان نصف قطر الاسلاك المصنوعة من الألمنيوم يكون اكبر مما لاسلاك النحاس. لكن لكون الألمنيوم اكثر تمداً او تقلصاً (بنسبة 39%) من النحاس لنفس المدى الحراري، فلا تصنع الاسلاك الكهربائية من الألمنيوم الا ضمن نطاق محدود.

تصنع حالياً من الألمنيوم صفائح رقيقة لتغليف الاطعمة والادوية والسكائر وللاستعمالات المنزلية الاخرى. وكذلك تصنع منه القناني المعدنية المتنوعة الاحجام. كما تصنع من سبائكه الخفيفة؛ الاواني والقدور والملاعق والصفائح والكراسي وكثير من الصناعات الاخرى في بلدنا العراق. بحيث لا يخلو بيت من سبيكته المعروفة بالـ(فافون). ان صناعات الألمنيوم



استعمال الألمنيوم في صناعات متنوعة.



شبابيك مصنوعة من  
الالمنيوم.

المحلية آخذة بالازدهار يوماً بعد يوم. كما ويستعمل الالمنيوم في عمل مرايا التلسكوبات الكبيرة، والعديد من الصناعات الأخرى. إلا أن كميات كبيرة منه تصنع منها سبائك تستعمل في صناعة هياكل الطائرات والقطارات الخفيفة. وفي هياكل الابنية الضخمة وبعض اجزاء السيارات، كذلك تصنع من سبائكه القناني الخاصة لحفظ السوائل بدرجة حرارية منخفضة جداً، مثل سوائل الاوكسجين والاركون والنتروجين وغيرها.. والسبب في ذلك هو أن قوة الالمنيوم تزداد كلما انخفضت درجة الحرارة عن الصفر السيليزي. أما العناصر التي تخلط مع الالمنيوم في صنع السبائك فهي الرصاص والنحاس والزنك والمغنيسيوم.

### 3 - 3 - 5 سبائك الالمنيوم

أهم سبائك الالمنيوم:

#### 1 - سبيكة الديورالومين

تتكون هذه السبيكة من نسبة عالية من الالمنيوم ونسبة قليلة من كل من النحاس والمغنيسيوم وقد تحتوي على المنغنيز أيضاً وتمتاز بخفتها وصلابتها. وتستعمل في بناء بعض اجزاء الطائرات.

#### 2 - برونز الالمنيوم

تتكون هذه السبيكة من نسبة قليلة من الالمنيوم ونسبة عالية من النحاس وأحياناً فلزات أخرى. ومن خواص هذه السبيكة الجيدة، أنها تقاوم التآكل، ويتغير لون السبيكة بتغير نسب مكوناتها حيث يتدرج من لون النحاس إلى لون الذهب وإلى لون الفضة... لذلك يفاد من هذه الخاصية بصناعة ادوات الزينة.

### 3 - 3 - 6 مركبات الالمنيوم

أهم مركبات الالمنيوم:

#### 1 - هيدروكسيد الالمنيوم $Al(OH)_3$

يحضر من تفاعل المحلول المائي لأحد أملاح الالمنيوم،

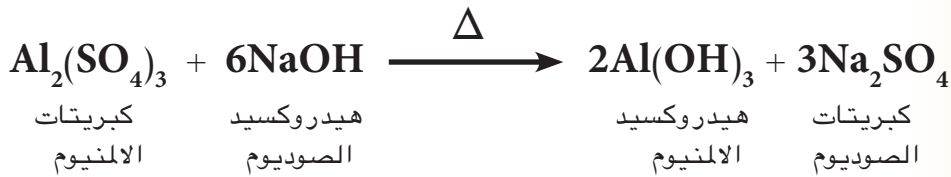


سبائك الالمنيوم.

تمرين (3 - 2)

قارن بين عمليتي تأكسد  
الالمنيوم والحديد بتأثير  
الجو.

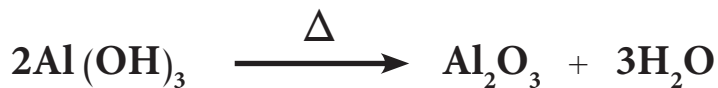
مثل محلول كبريتات الألمنيوم  $Al_2(SO_4)_3$  مع هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم كما في المعادلة الآتية:



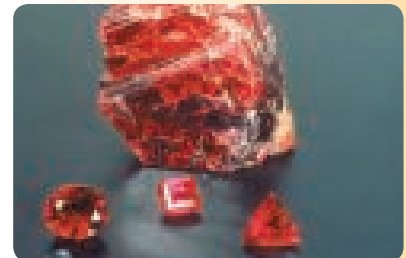
وهيدروكسيد الألمنيوم مادة جيلاتينية بيضاء لا تذوب في الماء.

## 2- أوكسيد الألمنيوم $Al_2O_3$

يحضر من التسخين الشديد لهيدروكسيد الألمنيوم كما في المعادلة الآتية:



وقد يوجد أوكسيد الألمنيوم في الطبيعة بصورة غير نقية، وعلى شكل مادة صلبة تستعمل في صقل المعادن وتلميعها. كما يدخل أوكسيد الألمنيوم في تركيب الكثير من الأحجار الكريمة عندما يكون مخلوطاً مع بعض المعادن التي تعطيها مظهراً براقاً واللواناً جميلة.



أوكسيد الألمنيوم في الأحجار الكريمة.

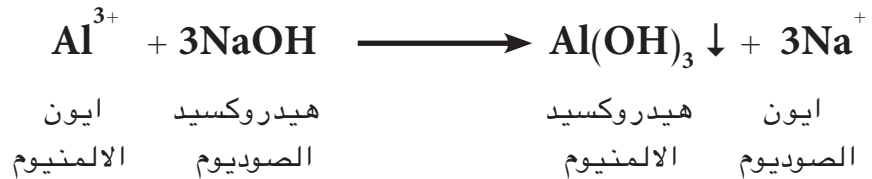
## 3- الشب Alum

عند مزج مقدارين متكافئين من محلولي كبريتات الألمنيوم وكبريتات البوتاسيوم المائيين وترك المحلول ليتبخر مأؤه، نحصل على بلورات ملح يحتوي على كبريتات الألمنيوم وكبريتات البوتاسيوم وجزيئات ماء التبلور بنسبة كتلية ثابتة. و الصيغة العامة للشب هي:  $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$  ويسمى أيضاً شب البوتاس.

يستخدم الشب الاعتيادي في مجالات متعددة منها لتعقيم بعض الجروح الخفيفة، حيث يساعد على تخثر الدم بسهولة، بسبب ذوبانه في الماء وترسب  $Al(OH)_3$  على الجروح حيث يوقف سيلان الدم فيتخثر كما يستخدم في تثبيت الأصباغ على الأقمشة وفي تصفية مياه الشرب.

### 3 - 3 - 7 الكشف عن ايون الالمنيوم في محاليل مركباته

يكشف عن ايون الالمنيوم في مركباته بواسطة محلول قاعدي مثل هيدروكسيد الصوديوم او هيدروكسيد البوتاسيوم حيث تتفاعل هذه المواد مع ايون الالمنيوم  $Al^{3+}$  لتكون راسباً ابيض جلاتينياً هو هيدروكسيد الالمنيوم  $Al(OH)_3$  كما في المعادلة الاتية:



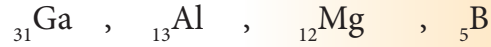
فمثلاً:



ان هذا الراسب ونعني به  $Al(OH)_3$  يذوب عندما تضاف اليه زيادة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH بسبب تكون الومينات الصوديوم الذائبة ويزوب كذلك باضافة حامض اليه بسبب السلوك الامفوتيري .

## أسئلة الفصل الثالث

1.3 حدد العنصر الذي لا ينتمي للزمرة الثالثة مما يأتي مع ذكر السبب:



2.3 اختر من بين القوسين ما يكمل المعنى العلمي في العبارات الآتية:

- 1 - الكاليوم Ga عنصر ينتمي للزمرة: (الاولى ، الثانية ، الثالثة).
- 2 - يكون عنصر الالمنيوم في عملية الترميت عاملاً: (مساعداً ، مؤكسداً ، مختزلاً).

3 - سبيكة برونز الالمنيوم تتكون من نسبة (عالية ، قليلة ، 100%) من عنصر الالمنيوم.

3.3 اكمل العبارات الآتية بما تراه مناسباً لاتمام المعنى:

- 1 - يتفاعل الالمنيوم مع الحوامض محمراً غاز ..... وعند تفاعله مع القواعد يحرر ..... لانه .....
- 2 - تأثير اوكسجين الهواء الجوي في الالمنيوم لا يؤدي الى تآكله كما في حالة الحديد وذلك بسبب .....

3-التسخين الشديد لهيدروكسيد الالمنيوم يعطي ..... ، .....

4 - ملح مكون من عنصري البوتاسيوم والالمنيوم يدعى .....

5 - عنصر الالمنيوم يتفاعل مع الحوامض والقواعد ويدعى هذا السلوك بـ .....

4.3 كيف يستخلص الالمنيوم مع رسم الجهاز والتأشير الكامل على الاجزاء؟

5.3 اختر من القائمة (ب) ما يناسب كل عبارة في القائمة (أ) :

القائمة (أ) :

- 1 - عنصر ذو سلوك امفوتييري
- 2 - تفاعل يسلك فيه الالمنيوم عاملاً مختزلاً ويحرر طاقة حرارية عالية تذيب الحديد.
- 3 - اوكسيد الالمنيوم
- 4 - ملح مزدوج من كبريتات البوتاسيوم والالمنيوم
- 5 - احد عناصر الزمرة IIIA هو شبه فلز.

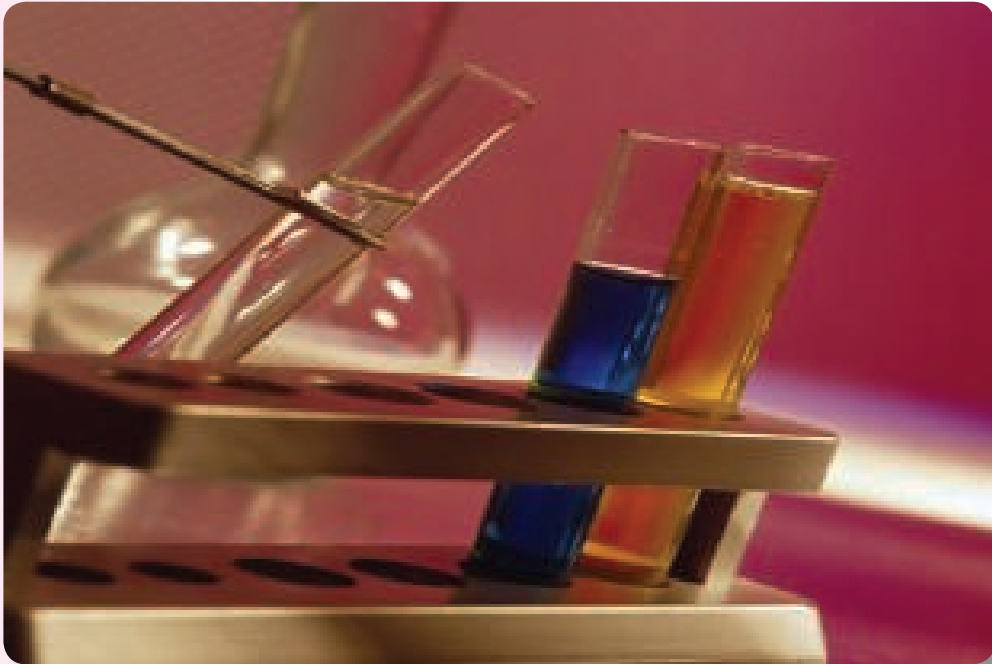
القائمة (ب)

- 1 - الترميت
- 2 - الشب
- 3 - الالومينا
- 4 - الالمنيوم
- 5 - الانديوم.
- 6 - البورون.



## المحاليل والتعبير عن التركيز

## Solutions and Expression for Concentration



بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

- ☐ يتعرف على المحاليل وطبيعتها .
- ☐ يميز بين أنواع المحاليل .
- ☐ يفهم قابلية الذوبان والعوامل المؤثرة فيها .
- ☐ يتعرف على بعض التعابير عن التراكيز وهي النسبة الكتلية والنسبة الحجمية .

## 4 - 1 مقدمة

تعتبر المحاليل مهمة في علم الكيمياء الى ابعد حد، اذ ان المحاليل السائلة بصفة خاصة تكون هي الوسط المألوف غالباً بالنسبة للتفاعلات الكيميائية حيث انها تساعد على حدوث التداخل بين المواد المتفاعلة لحدوث التفاعل الكيميائي.

## هل تعلم

الماء الذي نستخدمه في حياتنا اليومية يعتبر محلول حيث يحتوي على الاملاح الفلزية والبكتريا وكثير من المواد الاخرى الذي يحدد نسبة تراكيزها المسموح بتواجدها في مياه الشرب طبقاً للمعايير العالمية.

## Solution

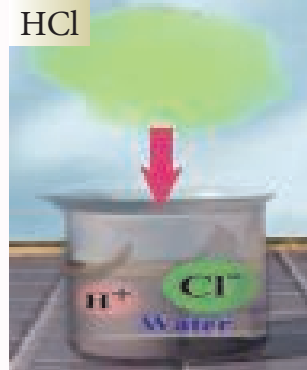
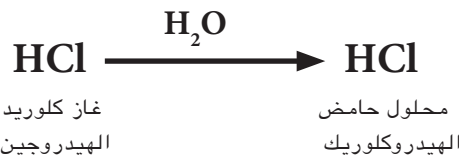
## 4 - 2 المحلول

خليط متجانس مكون من مادتين او اكثر لا يحدث بينها تفاعل كيميائي، تسمى المادة الموجودة بوفرة في المحلول مذيب (Solvent) وتسمى المادة الموجودة بقلّة في المحلول بالمذاب (Solute). ويمكن تمثيل ذلك بالمعادلة الاتية:



## 4 - 2 - 1 انواع المحاليل

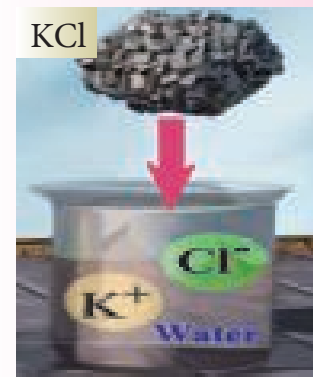
المحاليل عدة انواع اهمها واكثرها شيوعاً هي المحاليل السائلة، اي عندما يكون المذيب سائل ويمكن تحضير هذه المحاليل باذابة مادة صلبة في سائل، مثل اذابة ملح الطعام (NaCl) في الماء لنحصل على محلول ملح الطعام او اذابة هيدروكسيد الصوديوم في الماء (محلول قلعي)، او سائل في سائل كاذابة الكحول في الماء او اذابة غاز في سائل كاذابة غاز كلوريد الهيدروجين (HCl) في الماء ويسمى الناتج الاخير بحامض الهيدروكلوريك (محلول حامضي) [الشكل (4 - 1)].



محلول حامضي



محلول قلعي



محلول ملحي

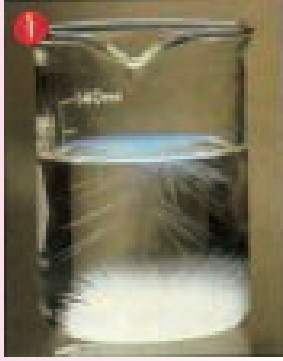
الشكل (4 - 1)

انواع مختلفة من المحاليل

وهناك انواع أخرى للمحاليل منها غاز في غاز مثل الهواء الجوي، ومحلول صلب في صلب مثل السبائك المختلفة واهمها قطع النقود المعدنية وسبائك الذهب وسنتطرق في هذا الفصل الى المحاليل السائلة فقط.

#### 4 - 2 - 2 طبيعة المحاليل

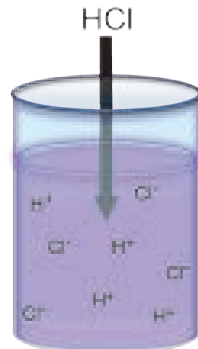
تختلف المحاليل في تسميتها وذلك حسب كمية المذاب والمذيب او طبيعة عملية الذوبان. فالمحلول الذي يوصف بأنه مشبع (Saturated Solution) هو المحلول الذي يحتوي على أكبر قدر ممكن من المذاب وان المذيب لا يستطيع ان يذيب اي زيادة اخرى من المذاب عند درجة حرارة محددة وضغط معين. أما عندما تفوق كمية المذاب في محلول ما قد يمكن للمذيب من اذابته في الظروف الاعتيادية يسمى هذا المحلول بفوق المشبع (Supersaturated Solution) وهذا النوع من المحاليل غير ثابت حيث أنها تلفظ الكمية الزائدة من المذاب على شكل راسب ليتحول الى محلول مشبع. ويعرف المحلول بأنه غير مشبع (Unsaturated Solution) اذا احتوى على كمية من المذاب اقل من الكمية اللازمة للتشبع عند درجة الحرارة والضغط المحددين الشكل (4 - 2).



الشكل (4 - 2)

- أ - محلول مشبع.
- ب - محلول فوق المشبع.
- ج - محلول غير مشبع.

عندما تتأين جزيئات المذاب في المحلول يسمى عند ذلك المحلول بالمحلول الالكتروليتي (Electrolyte Solution)، والمذاب قد يكون الكتروليتاً قوياً عندما تتأين جزيئاته بشكل تام في المحلول مثل حامض الهيدروكلوريك [(الشكل 4 - 3)]. وقد يكون المذاب الكتروليتاً ضعيفاً اي ان



الشكل (4 - 3)

تتأين جزيئات الالكتروليت القوي بشكل تام في المذيب.

جزيئاته تتأين بدرجة غير تامة وأحياناً بدرجة بسيطة جداً مثل حامض الهيدروفلوريك حيث يتفكك (يتأين) بدرجة قليلة جداً في المذيب وتكون ايوناته في حالة توازن مع الجزيئات غير المتأينة [الشكل (4 - 4)]، وفي المعادلة أدناه تعني الأسهم المتعاكسة ان المادة المتأينة جزئياً في حالة توازن مع الايونات الناتجة.



وهناك مركبات جزيئاتها لا تتأين في المذيب مطلقاً تسمى محاليلها بمحاليل غير الكتروليتية مثل السكر والكحول الايثيلي.



## Solubility

## 3 - 4 قابلية الذوبان

تعرف بانها اكبر كمية من المادة المذابة يمكن ان تذوب في حجم ثابت من مذيب معين للحصول على محلول مشبع عند درجة حرارة معلومة (محددة). وتختلف قابلية الذوبان تبعاً لطبيعة المذاب والمذيب ودرجة الحرارة والضغط. والتي سنشرحها بايجاز كما يأتي.

## 4 - 3 - 1 طبيعة المذاب والمذيب

اذا وضعت كمية صغيرة من بلورات ملح الطعام في دورق به ماء، فان البلورات تذوب فيه ببطء، واذا رج الدورق بمحتوياته تذوب البلورات بسرعة اكبر، حيث تؤدي عملية الرج الى ملامسة سطح البلورات بالماء بصورة اكبر، لان عملية الذوبان ظاهرة تتعلق بالسطح المعرض للذوبان، وهذا السبب في تحريك قدح الشاي بالمعلقة بعد وضع السكر فيه (الشكل 4-5). كما ان مسحوق السكر يذوب اسرع من حبيبات السكر، لان سطح المسحوق المعرض لملامسة جزيئات الماء يكون اكبر من السطح لحبيبات السكر، اذاً نستنتج انه كلما ازداد سطح المادة المذابة المعرض للمذيب ازدادت سرعة الذوبان، اما بالنسبة للمذيب فالطبيعة القطبية أو غير

الشكل (4 - 4)

تتأين جزيئات الالكتروليت الضعيف في المذيب بشكل جزئي وتكون الايونات الناتجة متواجدة بتوازن مع الجزيئات غير المتأينة.



الشكل (4 - 5)

يذوب السكر بسرعة عند تحريكه بالمعلقة.

القطبية هي التي تحدد قابليته على الاذابة وحسب قاعدة تنص على ان المذيب يذيب شبيهه، اي ان المذيب القطبي يذوب المذاب القطبي والعكس صحيح. من الضروري معرفة ان المادة غير القابلة للذوبان في مذيب ما، لا تذوب مهما كانت قوة التحريك او طول مدته.

#### 4 - 3 - 2 تأثير درجة الحرارة

اذا اخذنا قدحين متماثلين يحتوي كل منهما على كمية متساوية من سائل احدهما ساخن والاخر بارد واذبنا ملعقة من السكر في كل منهما نلاحظ ان السكر المذاب في قدح السائل الساخن يذوب بصورة اسرع منه في السكر المذاب في السائل البارد والسبب في هذا لان طاقة حركة جزيئات السائل تزداد عند درجات الحرارة المرتفعة مما يزيد احتمالات قوة تصادم جزيئات السائل بسطح بلورات السكر فيساعد على سرعة ذوبانه، لاحظ الشكل (4 - 6).



الشكل (4 - 6)

أ - يذوب السكر ببطء في قدح مثليج من الشاي.  
ب - يذوب السكر بسرعة في قدح ساخن من الشاي.



الشكل (4 - 7)

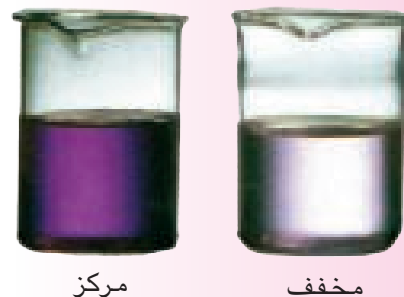
عند فتح غطاء قنينة المشروب الغازي يقل الضغط لذلك يتصاعد غاز ثنائي اوكسيد الكربون.

#### 4 - 3 - 3 تأثير الضغط

يمكن ان نلاحظ تأثير الضغط بوضوح في قابلية ذوبان المواد الغازية التي تزداد ذوبانيتها كلما ازداد الضغط الجزئي للغاز فوق سطح المحلول. فمثلاً في المشروبات الغازية يكون تركيز ثنائي اوكسيد الكربون  $CO_2$  المذاب في المحلول معتمداً على ضغط  $CO_2$  المسلط على سطح المشروب الغازي وعند فتح غطاء الزجاجة فان ضغط  $CO_2$  يقل لذا تقل قابلية ذوبانه وتتكون فقاعات  $CO_2$  التي تتصاعد في المشروب الغازي، لاحظ الشكل (4 - 7).

## 4 - 4 تركيز المحلول Concentration of Solution

كما اسلفنا ان المحلول يتكون من جزئين رئيسيين هما المذاب والمذيب. وتختلف المحاليل من حيث كميات المذاب والمذيب فيها. وهناك طرق يمكن بواسطتها التعبير عن هذه الكميات وعلاقتها بعضها ببعض ويعبر عن هذه العلاقة عادة بتركيز المحلول. يعرف تركيز المحلول بأنه كمية المادة المذابة في كمية معينة من المذيب او المحلول، ويمكن التعبير عن تركيز المحلول وصفاً او كميّاً ويستخدم مصطلحي مخفف (Dilute) ومركز (Concentrated) لوصف تركيز المحلول [الشكل (4 - 8)]. فالمحلول الذي يحتوي على كمية قليلة نسبياً من المذاب يوصف بأنه محلول مخفف. بينما يوصف المحلول الذي يحتوي على كمية كبيرة من المذاب بأنه محلول مركز [الشكل (4 - 9)]، كما يمكن تحويل المحلول المركز الى مخفف باضافة كمية اكبر من المذيب اليه. اما كميّاً فيمكن ان نعبر عن تركيز المحلول بعدة طرائق اهمها:

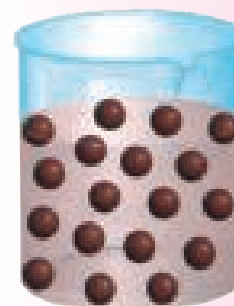


الشكل (4 - 8)

محلول مخفف ومحلول مركز من كبريتات النحاس.



(أ)



(ب)

الشكل (4 - 9)

أ - توزيع جزيئات المذاب في المحلول المركز.  
ب - توزيع جزيئات المذاب في المحلول المخفف.

### 4 - 4 - 1 التركيز بالنسبة المئوية الكتلية

وهو عدد وحدات الكتلة من المادة المذابة في 100 وحدة كتلة من المحلول (النسبة الكتلية للمذاب او المذيب) او ببساطة هي عدد غرامات المذاب في مئة غرام من المحلول وتحسب النسبة المئوية الكتلية للمذاب والمذيب كما يأتي:

$$\text{النسبة الكتلية للمذاب} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$$

او ان :

$$\text{النسبة الكتلية للمذاب} = \frac{\text{كتلة المذاب } (m_1)}{\text{كتلة المحلول } (m_1 + m_2)} \times 100\%$$

او بتعبير آخر:

$$\text{النسبة الكتلية للمذاب} = \frac{\text{كتلة المذاب } (m_1)}{\text{كتلة المحلول } (m_T)} \times 100\%$$

### هل تعلم

الكثير من المواد التي تباع يتم تخزينها وبيعها في صورة مركزة ويتم تخفيفها عند الاستخدام فمثلا معجون الطماطم المستخدم في بيوتنا يباع بصورة مركزة بل كلما كان تركيزه اعلى اصبحت قيمته اكثر ولكن عند استخدامه في المطبخ يتم تخفيفه باضافة الماء اليه.

### تمرين (4 - 1)

احسب النسب الكتلية لكل من المذاب والمذيب في محلول محضر من اذابة 48.2 g من السكر في 498 g من الماء.

حيث  $(m_1)$  كتلة المذاب و  $(m_2)$  كتلة المذيب و  $(m_T)$  كتلة المحلول  $\{m_1+m_2\}$  المذيب.

وبالطريقة نفسها يمكن ان نكتب النسبة المئوية الكتلية للمذيب بالعلاقة الرياضية الاتية:

$$\text{النسبة الكتلية للمذيب} = \frac{\text{كتلة المذيب } (m_2)}{\text{كتلة المحلول } (m_T)} \times 100\%$$

وبشكل عام يمكن ان نكتب الصيغة الرياضية للتعبير عن التركيز الكتلي المئوي:

$$\text{النسبة الكتلية لأي مكون من مكونات المحلول} = \frac{\text{كتلة المكون}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$$

### مثال 4 - 1:

ما النسبة الكتلية للمذاب والمذيب لمحلول مكون من 15.3 g ملح الطعام مذاب في 155 g من الماء ؟

### الحل:

كتلة المذاب:  $m_1 = 15.3 \text{ g}$

كتلة المذيب:  $m_2 = 155 \text{ g}$

كتلة المحلول :  $m_T = m_1 + m_2$

$$= 15.3 + 155$$

$$= 170.3 \text{ g}$$

$$\text{النسبة الكتلية للمذاب} = \frac{m_1}{m_T} \times 100\%$$

$$8.98\% = 100\% \times \frac{15.3 \text{ g}}{170.3 \text{ g}} =$$

$$\text{النسبة الكتلية للمذيب} = \frac{m_2}{m_T} \times 100\%$$

$$91.02\% = 100\% \times \frac{155 \text{ g}}{170.3 \text{ g}} =$$

#### مثال 4 - 2:

نموذج من الخل يحتوي على نسبة كتلية مقدارها 4 % من حامض الخليك. ما كمية الخل التي نحتاجها لكي نحصل على 20 g من حامض الخليك؟

#### الحل:

$$\text{النسبة الكتلية للمذاب} = \frac{m_1}{m_T} \times 100\%$$

$$4\% = \frac{20 \text{ g}}{m_T} \times 100\%$$

$$m_T = \frac{2000}{4}$$

$$m_T = 500 \text{ g} \quad \text{كمية الخل التي نحتاجها}$$

#### هل تعلم

ان محلول الخل يتكون من حامض الخليك بتركيز مختلفة مذاب في كمية من الماء.

#### تمرين (4 - 2)

احسب النسب الكتلية لكل من حامض الهيدروكلوريك والماء عند تخفيف 20 g من HCl في 80 g من الماء المقطر.

#### 4 - 4 - 2 التركيز بالنسبة المئوية الحجمية

وهي نسبة حجم كل مكون من مكونات المحلول الى الحجم الكلي للمحلول مضروباً في مئة.

$$\text{النسبة الحجمية للمذاب} = \frac{\text{حجم المذاب } (V_1)}{\text{حجم المحلول } (V_1 + V_2)} \times 100\%$$

$$\text{النسبة الحجمية للمذاب} = \frac{\text{حجم المذاب } (V_1)}{\text{حجم المحلول } (V_T)} \times 100\%$$

وبنفس الطريقة يمكن ايجاد النسبة المئوية الحجمية للمذيب:

$$\text{النسبة الحجمية للمذيب} = \frac{\text{حجم المذيب } (V_2)}{\text{حجم المحلول } (V_T)} \times 100\%$$

يرمز لحجم المذاب  $V_1$  ولحجم المذيب  $V_2$  ولحجم المحلول

$V_T$  [ ويمثل مجموع حجمي المذاب والمذيب  $(V_1 + V_2)$  ]

وبشكل عام يمكن ان نكتب الصيغة الرياضية للتعبير عن



التركيز المئوي الحجمي:

$$\text{النسبة الحجمية لأي مكون} = \frac{\text{حجم المكون}}{\text{حجم المحلول}} \times 100\%$$

لا بد هنا أن نذكر أن وحدات الحجم المستخدمة عادة هي اللتر (L) أو المليلتر (mL) أو السنتيمتر المكعب ( $\text{cm}^3$ ), ومعاملات التحويل فيما بينها كالآتي:

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$



محلول من حامض الخليك.

#### مثال 4 - 3:

احسب النسبة الحجمية لكل من حامض الخليك والماء في محلول تكون عند خلط 20 mL من حامض الخليك و 30 mL من الماء.

**الحل:**

$$V_1 = 20 \text{ mL} \quad \text{حجم المذاب:}$$

$$V_2 = 30 \text{ mL} \quad \text{حجم المذيب:}$$

$$\begin{aligned} V_T &= V_1 + V_2 \quad \text{حجم المحلول:} \\ &= 20 + 30 \\ &= 50 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\text{النسبة الحجمية للمذاب} = \frac{V_1}{V_T} \times 100\%$$

$$\% 40 = \%100 \times \frac{20 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} =$$

$$\text{النسبة الحجمية للمذيب} = \frac{V_2}{V_T} \times 100\%$$

$$\% 60 = \%100 \times \frac{30 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} =$$

#### مثال 4 - 4:

ما حجم محلول كحول الاثيل بالمليتر (mL) اللازم اضافته للماء ليصبح حجم المحلول الكلي 50 mL لتكون نسبته الحجمية 80% .

**الحل:**

$$\%100 \times \frac{V_1}{V_T} = \text{النسبة الحجمية للمذاب}$$

$$\%100 \times \frac{V_1}{50 \text{ mL}} = \% 80$$

وعليه ان حجم كحول الاثيل بالمليتر :

$$V_1 = 40 \text{ mL}$$

#### تمرين (3 - 4)

احسب النسبة المئوية بالحجم لكل من (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) والماء عند اضافة 20 mL من (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) في 80 mL من الماء المقطر.



أ - كتلة من كبريتات النحاس.  
ب - محلول من كبريتات النحاس.

#### 4 - 4 - 3 التركيز بالكتلة / الحجم

يعبر في بعض الاحيان عن التركيز بوحدة كتلة المذاب (بالغرامات) في حجم معين من المحلول (باللتر) وتكون وحدة هذا النوع من التراكيز هي (غرام/لتر) (g / L)

$$\frac{\text{كتلة المذاب (m) (بالغرام) (g)}}{\text{حجم المحلول (V) (باللتر) (L)}} = \text{التركيز (غرام/لتر)}$$

ومن الجدير بالذكر هنا ان هذا التعبير عن التركيز هو نفسه تعريف الكثافة (Density) والتي هي وحدة كتلة الحجم. فاذا رمزنا للكثافة بالحرف اللاتيني روو (ρ) وللكتلة (m) وللحجم (V) وعليه فالكثافة تعرف بالعلاقة الآتية:

$$\frac{\text{الكتلة (غرام)}}{\text{الحجم (لتر)}} = \text{الكثافة (غم/لتر)}$$

$$\rho \text{ (g / L)} = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (L)}}$$

#### تمرين (4 - 4)

ما كتلة هيدروكسيد الصوديوم اللازم اذابتها في لتر من الماء المقطر للحصول على تركيز منها في المحلول بمقدار 0.5 g/L

ويمكن استخدام اي وحدة اخرى للحجم مثل (mL) أو (cm<sup>3</sup>) .

#### مثال 4 - 5:

اذيب 5 g من كبريتات النحاس في 0.5 L من الماء المقطر احسب تركيز المذاب في المحلول بوحدة g/L.

**الحل:**

$$\text{التركيز (غرام/لتر)} = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (L)}} = \frac{5 \text{ g}}{0.5 \text{ L}} = 10 \text{ g/L}$$

#### مثال 4 - 6:

احسب النسبة الكتلية لكحول الميثيل لمحلول يحتوي على 27.5 g من كحول الميثيل و 175 mL من الماء. (افترض ان كثافة الماء تساوي 1.00 g/mL).

**الحل:**

يمكن حساب كتلة الماء التي نحتاجها لايجاد النسبة الكتلية باستخدام تعريف الكثافة.

$$\rho \text{ (g / mL)} = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (mL)}}$$

ومنه:

$$m \text{ (g)} = \rho \text{ (g / mL)} \times V \text{ (mL)}$$

$$m \text{ (g)} = 1.00 \text{ (g / mL)} \times 175 \text{ (mL)}$$

$$m \text{ (g)} = 175 \text{ g}$$

$$m_1 = 27.5 \text{ g} \quad \text{كتلة كحول الميثيل:}$$

$$m_2 = 175 \text{ g} \quad \text{كتلة الماء:}$$

$$m_T = m_1 + m_2 \quad \text{كتلة المحلول:}$$

$$= 27.5 + 175$$

$$= 202.5 \text{ g}$$

$$\%100 \times \frac{m_1}{m_T} = \text{النسبة الكتلية لكحول الميثيل}$$

$$\% 13.6 = \%100 \times \frac{27.5 \text{ g}}{202.5 \text{ g}} =$$

#### تمرين (4 - 5)

احسب كتلة KCl بالغرامات الموجودة في 0.337 L في محلول نسبة الكتلية فيه تساوي 5.80 % . افترض ان كثافة المحلول تساوي 1.05 g/mL

## أسئلة الفصل الرابع

**1.4** بين بإيجاز ما المقصود بكل مما يأتي:

- 1- المحلول.
  - 2- المحلول المشبع.
  - 3- قابلية الذوبان.
  - 4- المحلول الألكتروليتي.
  - 5- المحلول المركز.
  - 6- التركيز بالنسبة المئوية الكتلية.
  - 7- التركيز بالنسبة المئوية الحجمية.
- 2.4** اختر ما يناسب التعابير الآتية:

- 1- محلول صلب في صلب مثل:
  - أ - علبة عصير.
  - ب - قطعة نقديّة.
  - ج - محلول ملحي.
- 2- المذاب الألكتروليتي الضعيف هو:
  - أ - المذاب الذي يتأين بدرجة كاملة في المذيب.
  - ب - المذاب الذي يتأين بدرجة غير كاملة في المذيب.
  - ج - المذاب الذي يذوب بسرعة في المذيب.
- 3 - السكر المذاب في قدح الماء الساخن يذوب بصورة أسرع عنه في الماء البارد بسبب:
  - أ - طاقة حركة جزيئات الماء تقل عند درجة الحرارة المرتفعة.
  - ب - طاقة حركة جزيئات الماء تزداد عند درجة الحرارة المرتفعة.

ج - طاقة حركة جزيئات السكر تزداد عند درجة الحرارة المرتفعة.

4 - يمكن تحول المحلول المركز الى مخفف وذلك:

- أ - بزيادة تركيز المذاب.
  - ب - بتسخين المحلول.
  - ج - بإضافة مذيب أكثر الى المحلول.
- 3.4** ما الفرق بين:

- أ - محلول مخفف ومحلول مركز.
- ب - مذاب الألكتروليتي ضعيف ومذاب الألكتروليتي قوي.
- ج - محلول فوق المشبع ومحلول غير مشبع.

**4.4** ما هي العوامل المؤثرة على قابلية الذوبان.

**5.4** اذيب 5 g من كبريتات النحاس في 20 g من الماء المقطر، احسب النسبة المئوية الكتلية للمذاب وكذلك للمذيب.

**6.4** ما حجم الماء باللتر اللازم اضافته الى 10 g من هيدروكسيد البوتاسيوم للحصول على محلول تركيزه 2.5 g/L.

**7.4** ما النسبة المئوية الحجمية لحامض الهيدروكلوريك وكذلك للماء عند اضافة 25 mL من الحامض الى 75 mL من الماء.

**8.4** احسب النسبة المئوية الكتلية لـ NaCl في محلول يحتوي على 15.3 g من NaCl و 155.09 g من الماء .

## أسئلة الفصل الرابع

يمكن الحصول عليها من 274 g من ماء المحيط.

16.4 جد حجم الكحول بالمليتر (mL) الموجود في المحاليل الآتية:

(أ) 480 mL من محلول يحتوي على 3.7% نسبة مئوية حجمية من الكحول.

(ب) 103 mL من محلول يحتوي على 10.2% نسبة مئوية حجمية من الكحول.

(ج) 0.3 L من محلول يحتوي على 14.3% نسبة مئوية حجمية من الكحول.

17.4 جد كمية كلوريد البوتاسيوم KCl بالغرام (g) الموجود في المحاليل الآتية:

(أ) 19.7 g من محلول يحتوي على 1.08% نسبة مئوية كتلية من KCl.

(ب) 23.2 kg من محلول يحتوي على 18.7% نسبة مئوية كتلية من KCl.

(ج) 38 mg من محلول يحتوي على 12% نسبة مئوية كتلية من KCl.

18.4 اكمل الفراغات في الجدول الآتي:

الكتلة المذاب	كتلة المذيب	كتلة المحلول	النسبة المئوية الكتلية للمذاب
15.5 g	238.1 g	.....	.....
22.8 g	.....	.....	12.0 %
.....	183.3 g	212.1 g	.....
31.52 g	.....	.....	15.3 %

9.4 احسب التركيز بوحدة غم/لتر لمحلول يحتوي على 27.5 g من كحول الميثيل مذاب في 175 mL من الماء.

10.4 افترض عينة من الماء مأخوذة من قاع بحيرة الحبيانية تحتوي على 8.5% بالكتلة من ثنائي أوكسيد الكربون. ماهي كمية ثنائي أوكسيد الكربون بالغرام الموجودة في 28.6 L من المحلول المائي (معلومة: كثافة المحلول تساوي 1.03 g/mL).

11.4 عصير يحتوي على نسبة مئوية كتلية مقدارها 11.5% من السكر. ما هو حجم العصير بالمليتر المحتوي على 85.2 g من السكر (افترض كثافة المحلول تساوي 1.00 g/mL).

12.4 احسب التركيز بالنسبة المئوية الكتلية لمكونات محلول يحتوي على 19 g من مذاب في 158 g من مذيب.

13.4 احسب تركيز مكونات المحاليل التالية بالنسبة المئوية الكتلية للمذيب.

أ - 10.2 g من NaCl في 155 g من  $H_2O$ .

ب - 48.2 g من السكر في 498 g من  $H_2O$ .

ج - 0.245 g من حامض الخليك في 4.91 g من  $H_2O$ .

14.4 مشروب غازي يحتوي على 45 g من السكر في 309 g من الماء. ماهي النسبة المئوية الكتلية للسكر في المشروب الغازي.

15.4 يحتوي ماء المحيط على نسبة مئوية كتلية 3.5% من NaCl. ما كمية الملح التي



## أسئلة الفصل الرابع

10.4 2503.93 g

11.4 740.87 mL

12.4 النسبة الكتلية للمذاب = 10.73%

النسبة الكتلية للمذيب = 89.27%

13.4 أ: 93.83% ب: 91.18%

ج: 95.25%

14.4 النسبة الكتلية للسكر = 12.71%

15.4 9.59 g

16.4 أ: 17.76 mL ب: 10.51 mL

ج: 42.9 mL

17.4 أ: 0.21 g ب: 4338.4 g

ج:  $4.56 \times 10^{-3}$  g

18.4

الكتلة المذاب	الكتلة المذيب	كتلة المحلول	النسبة المئوية الكتلية للمذاب أو المذيب
15.5 g	238.1 g	253.6 g	6.11 %
22.8 g	167.2 g	190.0 g	12.0 %
28.8 g	183.3 g	212.1 g	13.57 %
31.52 g	174.48 g	206.0 g	15.3 %

19.4

حجم المذاب	حجم المذيب	حجم المحلول	النسبة المئوية الحجمية للمذاب
2.55 mL	25.0 mL	27.55 cm <sup>3</sup>	9.25 %
4.58 mL	115.9 mL	120.52 cm <sup>3</sup>	3.8 %
1.38 mL	25.82 mL	27.2 cm <sup>3</sup>	5.07 %
23.7 cm <sup>3</sup>	384.9 mL	408.6 cm <sup>3</sup>	5.8 %

19.4 اكمل الفراغات في الجدول الآتي:

حجم المذاب	حجم المذيب	حجم المحلول	النسبة المئوية الحجمية للمذاب
2.55 mL	25.0 mL	.....	.....
4.58 mL	.....	.....	3.8 %
1.38 mL	.....	27.2 cm <sup>3</sup>	.....
23.7 cm <sup>3</sup>	.....	.....	5.8 %

### اجوبة نموذجية لأسئلة وتمارين الفصل

التمارين:

1.4 النسبة الكتلية للمذاب 8.82 % ، النسبة

الكتلية للمذيب 91.18 % .

2.4 النسبة الكتلية للحامض = 20 % ، النسبة

الكتلية للماء = 80 % .

3.4 النسبة الحجمية لـ  $H_2SO_4$  = 20 %

النسبة الحجمية لـ  $H_2O$  = 80 %

4.4 كتلة هيدروكسيد الصوديوم = 0.5 g

5.4 كتلة  $KCl$  = 20.52 g

اجوبة أسئلة الفصل:

5.4 النسبة المئوية الكتلية لكبريتات

النحاس  $CuSO_4$  = 20 %

النسبة المئوية الكتلية للماء  $H_2O$  = 80 %

6.4  $V(L) = 4L$

7.4 النسبة الحجمية للحامض = 25 %

النسبة الحجمية للماء = 75 %

8.4 النسبة الكتلية لـ  $NaCl$  = 8.98 %

9.4 التركيز 157.14 g/L

## الزمرة الرابعة

## Group IVA



بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن :

- ☐ يعرف موقع الزمرة في الجدول الدوري واسماء ورموز عناصرها.
- ☐ يتعرف على بعض الصفات العامة لعناصر الزمرة.
- ☐ يرسم الترتيب الإلكتروني لذرة السليكون.
- ☐ يعرف وجود السليكون في الطبيعة وأهميته.
- ☐ يفهم كيفية تحضير السليكون مخبرياً وصناعياً.
- ☐ يتعرف على خواصه الفيزيائية والكيميائية.
- ☐ يتعرف على مركبات السليكون الطبيعية والصناعية.
- ☐ يطلع على استخدامات السليكون.

#### 5-1 عناصر الزمرة الرابعة IVA

تشمل الزمرة الرابعة عناصر الكربون (C) والسليكون (Si) والجرمانيوم (Ge) والقصدير (Sn) والرصاص (Pb)، والشكل (5-1) يبين موقعها في الجدول الدوري.



1 IA																	18 VIIIA
1 H	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 He
3 Li	4 Be											13 B	14 C	15 N	16 O	17 F	18 Ne
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uun	112 Uub						

## 5-2 الصفات العامة للزمرة الرابعة IVA

تتصف هذه الزمرة بأنها أكثر الزمر اختلافا وتعددا في صفات عناصرها، فعناصرها تظهر انتقالا واضحا من الصفات اللافلزية الى الصفات الفلزية كلما انتقلنا من أعلى الزمرة نحو أسفلها، أي بزيادة العدد الذري لها . فللكاربون خواص لا فلزية ويكون كل من السليكون والجرمانيوم أشباه فلزات، بينما يعتبر القصدير والرصاص فلزات حقيقية. لذلك نرى أن لكل من عنصري القصدير والرصاص الصفات الفيزيائية للفلزات، كالكثافة العالية والتوصيل الحراري والكهربائي الجيدان وقابلية الطرق والسحب واللمعان العاليان. وتقل كذلك درجة الغليان والانصهار لعناصر الزمرة بالانتقال من أعلى إلى أسفل المجموعة.

تتصف عناصر هذه الزمرة كذلك بامتلاكها أربعة الكترونات بغلافها الخارجي، حيث أنها تحتاج الى أن تكتسب أو تفقد أو تساهم بأربعة الكترونات للوصول الى ترتيب الكتروني

الشكل (1-5)

موقع الزمرة الرابعة في  
الجدول الدوري.

هَلْ تَعْلَمُ

أن المايكبيين فرشوا الجنائن  
المعلقة بالرصاص لاحتجاز  
العداء، كما أن المصريين  
القدماء استخدموا الرصاص  
في الزخرفة.

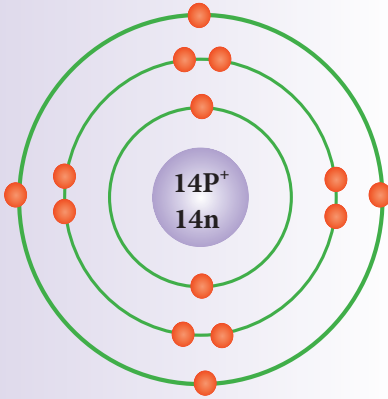


تستخدم الرصاص والقصدير  
تستخدم في لحيم  
التوصيلات الكهربائية.



### هل تعلم

يستعمل القصدير بصورة واسعة في طلاء الحديد والمعادن الأخرى المستعملة في صناعة علب حفظ الأغذية المعلبة كعلب معجون الطماطة وعلب الزيوت النباتية وعلب المربيات وغيرها لحماية من التآكل.



الشكل (5 - 2) رسم الترتيب الإلكتروني لذرة السليكون.

مستقر. ولصعوبة فقدان أو اكتساب أربعة إلكترونات فإن عناصر هذه الزمرة تميل إلى المشاركة بأربعة إلكترونات عن طريق تكوين أواصر تساهمية لتعطي حالة التأكسد الرباعية للعنصر (+4). وفي الحقيقة فإن مركبات السليكون والكربون هي مركبات تساهمية ذات حالة تأكسد رباعية، بينما الجرمانيوم والقصدير والرصاص فإنها تكون مركبات تساهمية وأيونية معاً، حيث أن في المركبات الأيونية يتم فقدان إلكترونين فقط لتكوين ( $Ge^{2+}$ ) و ( $Sn^{2+}$ ) و ( $Pb^{2+}$ )، أن لعناصر هذه الزمرة سواء منها ذات الصفات الفلزية أو ذات الصفات اللافلزية فعالية ضعيفة، فهي تتفاعل مع اللافلزات مثل الأوكسجين ولكنها تحتاج إلى حرارة لإتمامها.

### Silicon

### 5 - 3 السليكون

الرمز الكيميائي : Si

العدد الذري : 14

عدد الكتلة : 28

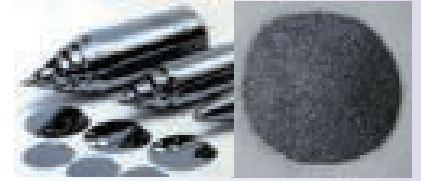
### الترتيب الإلكتروني

رمز الغلاف	رقم الغلاف (n)	عدد الإلكترونات
K	1	2
L	2	8
M	3	4

يبين الشكل (5 - 2) الترتيب الإلكتروني لعنصر السليكون حيث يظهر أنه يحتوي على أربعة إلكترونات في غلافه الخارجي، وبما أنه من الصعب على العنصر أن يفقد أربعة إلكترونات أو يكتسبها لذلك يشارك فيها فتكون أغلب مركبات السليكون تساهمية، ويكون تكافؤه رباعياً.

### 5 - 3 - 1 وجوده

يعتبر السليكون العنصر الأكثر انتشاراً في قشرة الأرض بعد الأوكسجين، حيث يشكل أكثر من ربع القشرة الأرضية بنسبة تصل إلى 28%، حيث غالباً ما يكون متحداً مع الأوكسجين في التربة أو على شكل ترسبات طينية ورملية. ولا يوجد السليكون بصورة حرة في الطبيعة ولكنه يوجد في الصخور على هيئة ثنائي أوكسيد السليكون ( $\text{SiO}_2$ ) ويدخل في تركيب مختلف السليكات وعلى شكل الكوارتز والرمل. وللسليكون كما مبين في الشكل (5 - 3) صورتين أحدهما متبلورة وفيها يكون لون المسحوق بني غامق والآخر غير متبلورة وفيها يكون لون مسحوقه رصاصي غامق، المتبلورة منه أقل فعالية وكلتا الصورتين لهما التركيب نفسه .



أ - غير متبلور ب - متبلور

الشكل (5 - 3)

صور عنصر السليكون.



العالم برزلوس

### 5 - 3 - 2 تحضيره

#### أ - تحضيره مختبرياً

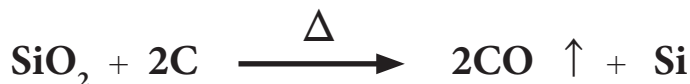
يحضر السليكون غير المتبلور بتسخين عنصر البوتاسيوم في جو من رباعي فلوريد السليكون  $\text{SiF}_4$  وفق المعادلة:



بينما يحضر السليكون المتبلور بإذابة السليكون في منصهر الألمنيوم ثم تبريد المحلول حيث تنفصل بلورات السليكون عن المحلول.

#### ب - تحضيره صناعياً

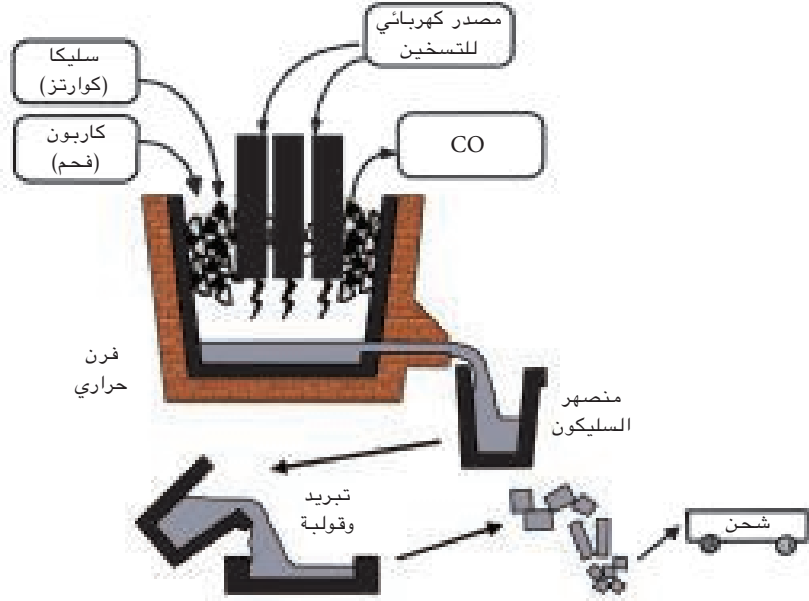
يحضر السليكون صناعياً باختزال السليكا ( $\text{SiO}_2$ ) بدرجات حرارة عالية وباستخدام الكربون أو المغنسيوم كعامل مختزل [الشكل (5 - 4)]. كما في المعادلة الآتية:



#### هل تعلم

حضر السليكون لأول مرة من قبل العالم برزلوس (Berzelius) عام 1823م من تفاعل رباعي فلوريد السليكون مع البوتاسيوم حيث حصل على السليكون غير البلوري. أما السليكون البلوري فحضر لأول مرة من قبل العالم ديفال (Deville) عام 1854م من التحلل الكهربائي لكلوريد الصوديوم والألمنيوم غير النقي الحاوي على نحو 10% سليكون. وفي بداية القرن العشرين 1907م اكتشف العالم بوتر (Pottr) طريقة تحضير السليكون من تفاعل السليكا مع الكربون والتي أصبحت الطريقة التجارية المعتمدة في الوقت الحاضر.

ان السليكون الناتج بهذه الطريقة يحتوي على بعض الشوائب، بحيث تتراوح نسبة السليكون فيه من 90 الى 95 % ويسمى بالسليكون الصناعي. يستخدم هذا النوع من السليكون في صناعة سبائك البرونز والحديد (Steel) وخاصة الحديد المطاوع وفي تحضير السليكونات (Silicones) .

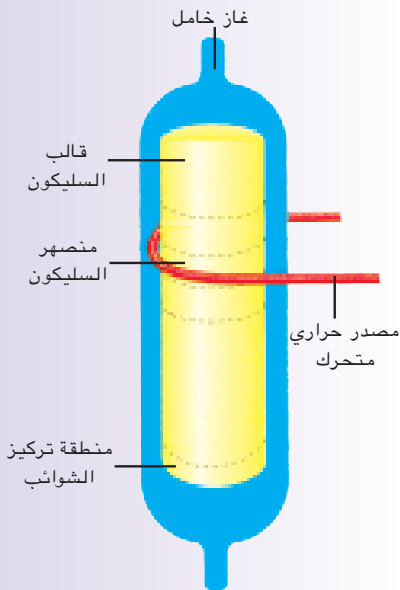


الشكل (5 - 4)  
تحضير السليكون صناعياً.

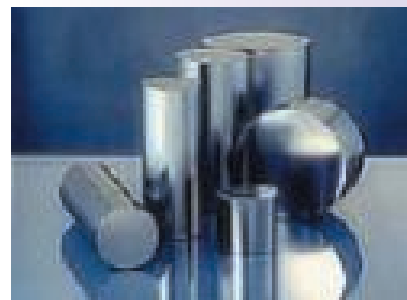
إن هذا النوع من السليكون المنتج ذو نقاوة لا تكفي للاستخدام في صناعة كل من أشباه الموصلات أو الرقائق الدقيقة (microchips) أو الخلايا الشمسية. لذلك فانه ينقى بتحويل السليكون أعلاه الى رباعي كلوريد السليكون أولاً ثم يختزل مرة ثانية الى السليكون بأحد العوامل المختزلة مثل المغنيسيوم وكما يأتي :



حيث من السهل إزالة (MgCl<sub>2</sub>) من السليكون وذلك بغسله بالماء الحار حيث يذوب (MgCl<sub>2</sub>) ولا يذوب السليكون، وللحصول على سليكون أعلى نقاوة تستخدم عملية أخرى لزيادة النقاوة تسمى طريقة منطقة التكرير [الشكل (5 - 5)]. في هذه الطريقة يعمل السليكون على شكل قالب اسطواني ثم



الشكل (5 - 5)  
طريقة منطقة التكرير  
لتحضير السليكون عالي  
النقاوة.



السليكون عالي النقاوة.

يسخن من إحدى نهاياته بواسطة مصدر حراري حلقي متحرك، هذا يؤدي الى تكوين طبقة خفيفة من السليكون المنصهر، وعند سحب المصدر الحراري الى الخلف تدريجياً يؤدي الى تحرك المنصهر الى الخلف فتنفصل الشوائب عن منصهر السليكون وتبقى في الطرف البعيد عن المصدر الحراري، مما يؤدي في النهاية الى تركيز الشوائب في النهاية الأخرى من القالب الاسطواني حيث يمكن قطعها والتخلص منها، بينما تكون النهاية الأمامية نقية جداً. يسمى السليكون المنتج بهذه الطريقة بالسليكون عالي النقاوة.

### 5 - 3 - 3 خواص السليكون

#### أ - الخواص الفيزيائية

يعد السليكون من أشباه الفلزات، وهو عنصر صلب جداً، له درجة انصهار عالية ( $1410^{\circ}\text{C}$ ) ولمظهره بريق معدني، وهو شبه موصل للتيار الكهربائي، ويستفاد من هذه الخاصية في صناعة الأجهزة والدوائر الكهربائية والحاسبات الالكترونية، وكذلك في صناعة الخلايا الشمسية التي تحول ضوء الشمس الى تيار كهربائي.

#### ب - الخواص الكيميائية

يكون السليكون خاملاً تجاه معظم الحوامض، ويذوب في المحاليل المائية للقواعد من خلال التفاعل التالي:



ويكون السليكون فعالاً جداً تجاه الكلور وكما في المعادلة الآتية:



ولا يتأثر السليكون بالهواء عند درجات الحرارة الاعتيادية، إلا انه يتفاعل عند ( $950^{\circ}\text{C}$ ). والسليكون ومركباته الطبيعية (السليكا والسليكات) غير سامة.

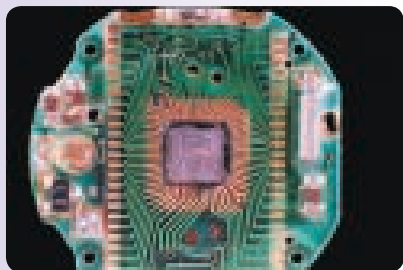
#### هل تعلم

ان وادي السليكون يمثل اليوم العاصمة التقنية للكرة الأرضية بفضل عدة الاف من الشركات العاملة في مجال التقنيات المتقدمة التي تتخذ من هذه العاصمة البقعة الجغرافية مركزاً لمقراتها الرئيسية. جغرافياً يشغل وادي السليكون القسم الجنوبي من حوض سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا. وتعود جذور استيطان الشركات التقنية في هذه المنطقة الى مطلع القرن العشرين الا ان نهضتها الحقيقية بدأت بعد اختراع الترانزستور المصنوع من السليكون في الخمسينات لتشهد في مطلع الثمانينات انفجاراً حقيقياً في حجم الاستثمارات.

## 5 - 3 - 4 استعمال السليكون

للسليكون استخدامات واسعة منها :-

- 1- في الصناعة الالكترونية لصناعة الدوائر المتكاملة وفي الخلايا الشمسية، [لاحظ الشكل (5 - 6)].
- 2- في السبائك التي تستخدم في صناعات مختلفة .
- 3- في صناعة الزجاج والسمنت والسيراميك .
- 4- في صناعة المواد السليكونية العضوية ذات الأهمية التجارية الكبيرة ومنها الزيوت والبلاستيكات.



الشكل (5 - 6)  
استخدام السليكون في  
صناعة الدوائر المتكاملة.

## 5 - 3 - 5 مركبات السليكون

هناك عدد كبير من المركبات التي يكونها السليكون، نذكر منها :

### أ - مركبات السليكون مع الهيدروجين (هيدريدات السليكون)

وهي مركبات تتكون من السليكون والهيدروجين، منها  $\text{SiH}_4$  ويحضر هذا المركب من تفاعل سليسيد المغنيسيوم  $\text{Mg}_2\text{Si}$  مع الحوامض المعدنية كحامض الهيدروكلوريك وفق المعادلة الآتية:



والهيدريدات مركبات فعالة جدا، فمثلا يشتعل ( $\text{SiH}_4$ ) تلقائيا في الهواء لتكوين ثنائي اوكسيد السليكون والماء وفق المعادلة الكيميائية الآتية:



### ب - مركبات السليكون مع الأوكسجين

1 - ثنائي اوكسيد السليكون ( السليكا ) :  $\text{SiO}_2$

وتوجد في الطبيعة على شكل سليكا نقية مثل حجر الصوان والكوارتز [الشكل (5 - 7)]، وهي مواد شديدة الصلادة تستعمل في قطع الزجاج وتخديش الحديد الصلب. وسليكا غير نقية مثل الرمل [الشكل (5 - 8)] التي تحتوي على كميات متفاوتة من الشوائب التي تكسبها ألوانا مختلفة.



الشكل (5 - 7)  
الكوارتز احد اشكال السليكا  
النقية.



الشكل (5 - 8)  
الرمل احد اشكال السليكا  
غير النقية.

وللسليكا خواص أهمها:

أ - غير فعالة، لا تتفاعل عند تعرضها للكلور أو البروم أو الهيدروجين ومعظم الحوامض.

ب - تتفاعل مع حامض الهيدروفلوريك والقواعد :



سداسي فلوريد السيلان



ج - لها القابلية على التفاعل مع الأكاسيد أو الكربونات الفلزية بالتسخين الشديد، حيث تتكون مركبات تعرف بالسليكات.

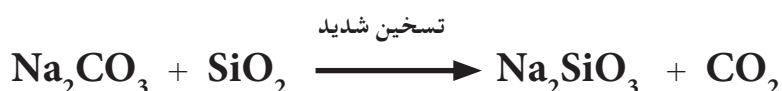
د - إضافة الحوامض إلى محاليل سليكات الفلزات القلوية يعطي السليكا المائية، التي يمكن تجفيفها إلى مسحوق غير بلوري يسمى جل السليكا (Silica Gel) [الشكل (5 - 9)]، حيث يستعمل بصورة رئيسية كعامل مجفف وذلك لمساحته السطحية الكبيرة وقابليته العالية لامتصاص الماء.



الشكل (5 - 9)  
السليكا جل كعامل مجفف.

## 2 - السليكات Silicates

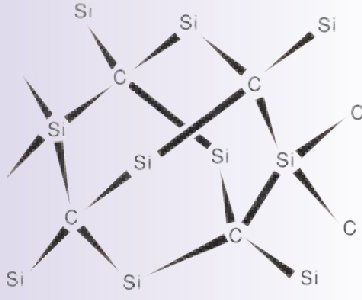
تنتشر السليكات بصورة واسعة في الطبيعة، وتكون مع الأوكسجين حوالي 74% من القشرة الأرضية ويظهران كسليكات للعناصر ذات الوفرة على سطح الكرة الأرضية [الشكل (5 - 10)]، مثل سليكات الكالسيوم ( $\text{CaSiO}_3$ ) وسليكات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). اللتان تحضران من تفاعل أوكسيد أو كربونات الفلز مع السليكا بالتسخين الشديد، كما في المعادلتين الآتيتين :



إن أكثر أنواع السليكات شيوعا واستعمالا هي سليكات الصوديوم القابلة للذوبان في الماء والتي محلولها المائي



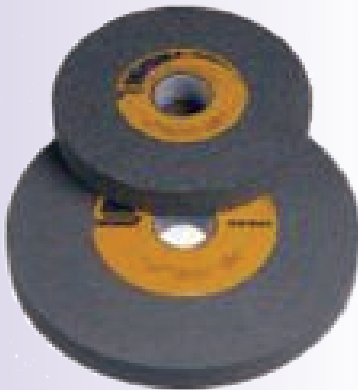
الشكل (5 - 10)  
الطين احد اشكال السليكات الطبيعية.



الشكل (5 - 11)  
بنية كاربيد السليكون.

#### هل تعلم

الجل الهوائي (Aerogels):  
وهو من المواد المصنعة  
الجديدة ذات الكثافة  
القليلة وتتكون من 10%  
ثنائي أوكسيد السليكون  
و 90% هواء أو غاز.  
وتصبح هذه المادة أخف  
من الهواء عندما تملأ  
بغاز الهيليوم، وهي  
تمتلك صفات بصرية  
وصوتية وكهربائية  
غير عادية، أحد أهم  
استخداماتها دخولها في  
صناعة زجاج الشبائك،  
حيث توضع السليكا  
الهوائية بين طبقتين من  
الزجاج لتحسين صفات  
العزل للزجاج.



الشكل (5 - 12)  
حجر كوسرة.

المركز يدعى (ماء الزجاج) الذي يستخدم في مجالات صناعية مختلفة مثل حماية بعض الأقمشة والورق من الحرائق، واستعماله كمادة لاصقة رخيصة، وكذلك استعماله في البناء بخلطه مع السمنت لتقوية الأخير .

### ج - كاربيد السليكون

ويرتبط فيه الكربون مع السليكون بأواصر تساهمية على شكل بنية شبكية باتجاهات ثلاث حيث تحاط كل ذرة كربون بترتيب معين بأربع ذرات سليكون والتي هي أيضا تحاط كل منها بأربع ذرات كربون مشابها لبنية الماس [الشكل (5 - 11)]. إن هذه البنية تجعل كاربيد السليكون صلبا للغاية ويستخدم كمادة جالية كما في ورق الجام وفي حجر الكوسرة [الشكل (5 - 12)]. ولهذه الغاية يخلط مسحوقه الناعم مع الطين أو سليكات الصوديوم ويوضع في قالب ويحرق. ويحضر كاربيد السليكون من تفاعل السليكون أو أوكسيده مع الكربون في فرن القوس الكهربائي بدرجة حرارية عالية وفق المعادلات الآتية:-



### د - السليكونات Silicones

وهي مركبات عضوية للسليكون غير سامة ومستقرة على مدى واسع من درجات الحرارة. وأهمها زيوت السليكون (Silicone oil) التي تتصف بأنها تضيف على السطوح طبيعة مانعة للالتصاق أو مضادة للرطوبة مثل سطوح الأنسجة والبنائيات. ومطاط السليكون (Silicone Rubber) يتصف بأنه أكثر استقرارا حراريا من المطاط الهيدروكربوني ويبقى مرنا في مدى واسع من درجات الحرارة، ويستعمل في صناعة القوالب وفي الحمامات والمطابخ كمواد أحكام. والراتنجات السليكونية (Silicone Resin) التي تستخدم في صناعة مواد عازلة كهربائيا وفي جعل مواد البناء مضادة للماء أيضا.

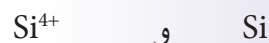


## أسئلة الفصل الخامس

1.5 اكتب معادلات موزونة لكل مما يأتي:

- 1 - تفاعل المغنيسيوم مع ثنائي اوكسيد السليكون .
- 2 - معادلة اختزال ثنائي اوكسيد السليكون بواسطة الكربون .
- 3 - تفاعل سليسيد المغنيسيوم مع حامض الهيدروكلوريك.
- 4 - تفاعل ثنائي اوكسيد السليكون مع كربونات الكالسيوم.
- 5-تفاعل ثنائي اوكسيد السليكون مع فلوريد الهيدروجين (حامض الهيدروفلوريك).
- 6 - تفاعل ثنائي اوكسيد السليكون مع هيدروكسيد الكالسيوم
- 7 - تفاعل ثنائي اوكسيد السليكون مع كربونات الصوديوم.
- 8 - تفاعل السليكون مع الكربون.

2.5 اكتب الترتيب الالكتروني للعنصر الاتي :



3.5 ما هو السليكون العالي النقاوة وكيف يحضر.

4.5 اشرح مع كتابة المعادلات الكيميائية طرائق تحضير السليكون.

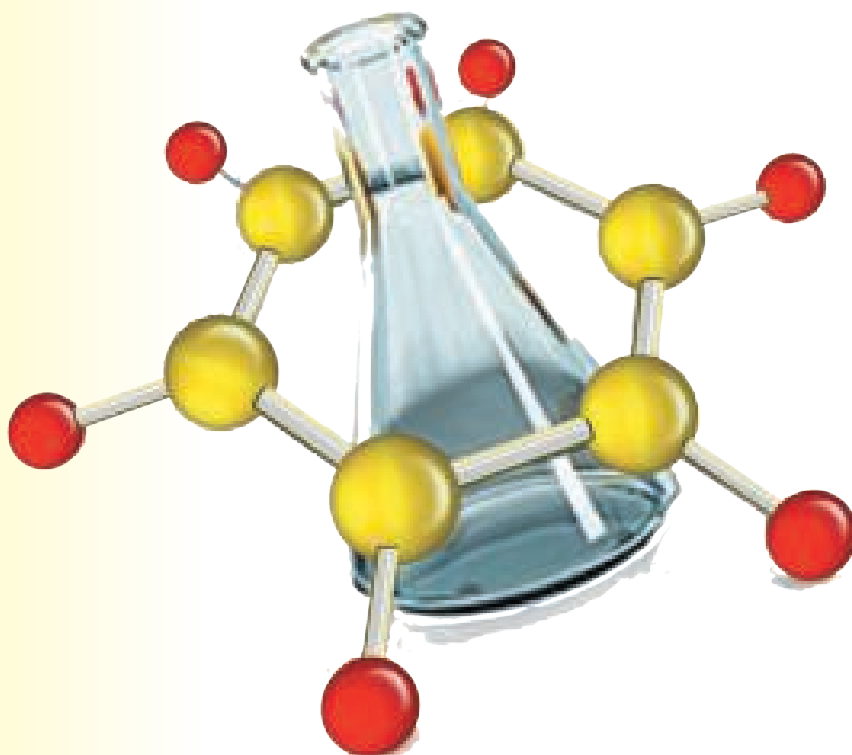
5.5 عدد ستة استعمالات متنوعة لعنصر السليكون ومركباته .

6.5 اكمل الفراغات الاتية :

- 1- يوجد ثنائي اوكسيد السليكون (السليكا) في الطبيعة على نوعين ، نوع نقي مثل ..... و ..... و نوع غير نقي مثل ..... و .....
- 2- يمكن تحضير ..... من التسخين الشديد للسليكا مع كربونات فلزية او اوكسيد فلزي.
- 3- ان لعناصر الزمرة الرابعة حالات التاكسد الشائعة ..... و .....
- 4 - ان الحالة التاكسدية ..... تكون مستقرة في الكربون والسليكون .
- 5 - يتفاعل السيلكون عند تسخينه الى  $(950^{\circ}\text{C})$  مع الاوكسجين او الهواء الجوي ليعطي .....
- 6-تزداد الصفات ..... كلما انتقلنا من اعلى الزمرة الى اسفلها وتقل كذلك ..... و ..... بالانتقال من اعلى الى اسفل الزمرة .
- 7 - للسليكون صورتين احدهما ..... وفيها يكون لون مسحوقه ..... والآخرى ..... وفيها يكون لون مسحوقه .....



## مدخل في الكيمياء العضوية

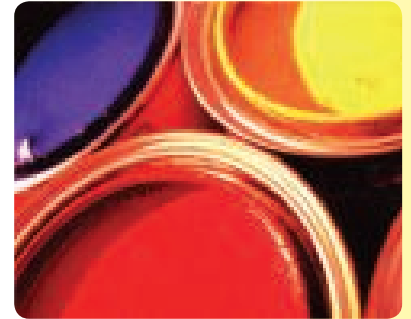


بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على ان :

- ☐ يدرك أهمية المركبات العضوية .
- ☐ يعرف مميزات او صفات المركبات العضوية.
- ☐ يربط الكيمياء العضوية بمحيطه وبيئته .
- ☐ يميز بين غاز الميثان والاثيلين والاستيلين.
- ☐ يحضر غاز الميثان والاثيلين والاستيلين ويفهم خواص كل منها .

## 6 - 1 مقدمة

سبق لك ان درست في كيمياء الثاني المتوسط بشيء من التفصيل؛ عنصر الكربون وبعض مركباته المهمة في حياتنا (مثل ثنائي اوكسيد الكربون و كاربونات الكالسيوم). و درست في الفصل السابق من هذا الكتاب الزمرة الرابعة IVA التي تضم العناصر C و Si و Ge و .....، وتواصلًا للتوسع الافقي والعمودي في علم الكيمياء بما ينسجم تربوياً مع التطور العلمي الحديث ونظراً لما لعنصر الكربون من صفات فريدة (قلما نجدها في بقية العناصر) ولكونه العنصر الرئيس والاساس الذي يدخل في تكوين جزيئات الكائنات الحية واغذيتها، كما يساهم في شتى مجالات متطلبات حياتنا المعاصرة (من ادوية وعطور واصباغ و ... الخ) فيما اصبحنا نعرفه اليوم بالكيمياء العضوية؛ فسنتطرق في هذا الفصل لدراسة مبادئ هذا الفرع الرئيس في علم الكيمياء، ونقصد به (الكيمياء العضوية) بشيء من التفصيل البسيط للخواص العامة وبعض المركبات العضوية البسيطة مثل غازات الميثان والايثان والاستيلين وكذلك كحول الاثيل والبنزين وحامض الخليك والفينول.



## 6 - 2 أهمية المركبات العضوية

تعتبر المركبات العضوية مهمة جداً في حياتنا من خلال انها تتمثل في:

1- كل اصناف المواد الغذائية الرئيسة للانسان والحيوان وهي البروتينات والكاربوهيدرات والزيوت والشحوم النباتية والحيوانية.

2- كثير من المنتجات الطبيعية والصناعية كالقطن والصوف والحرير الطبيعي والصناعي والورق والبلاستيكات.

3 - اصناف الوقود مثل النفط والغاز الطبيعي والخشب.

4 - العقاقير الطبية وكذلك الفتيامينات والهرمونات والانزيمات.



تدخل المركبات العضوية في صناعة الكثير من المواد المهمة في حياتنا اليومية.



تفحم السكر.

## 6 - 3 وجود الكربون في المركبات العضوية

ان اساس تركيب المركب العضوي هو عنصر الكربون ولاثبات وجوده في المركبات العضوية يمكن اجراء التجارب الاتية:

1 - عند اشعال شمعة او قطعة من الورق او (اي مادة عضوية) يتحرر غاز ثنائي اوكسيد الكربون  $CO_2$  الذي يمكن الكشف عنه بامراره على محلول هيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير)  $Ca(OH)_2$  فيعكره حيث تتكون كاربونات الكالسيوم  $CaCO_3$ .

2 - عند حرق كمية من السكر وهو مادة عضوية في انبوبة اختبار نلاحظ تخلف مادة سوداء هي الكربون وهذا يدل على ان الكربون يدخل في تركيب السكر.

## 6 - 4 صفات المركبات العضوية

تمتاز المركبات العضوية بصورة عامة بما يأتي:

1 - كل المركبات العضوية تحتوي على الكربون في تركيبها وهي قابلة للاحتراق أو التحلل بالتسخين ولا سيما اذا تم تسخينها لدرجة حرارة عالية.

2 - غالبا ماترتبط الذرات في المركبات العضوية باواصر تساهمية تجعلها تتفاعل بشكل بطيء.

3 - الكثير من المركبات العضوية لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في بعض السوائل العضوية كالكحول والايثر والاسيتون ورباعي كلوريد الكربون.....

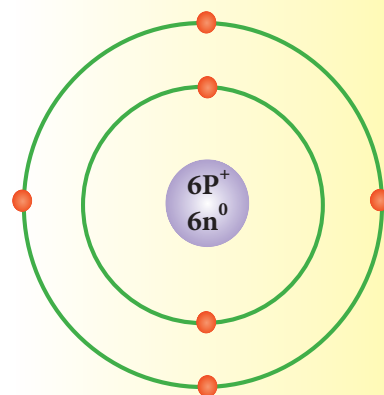
## 6 - 5 الاواصر التساهمية لذرات الكربون في المركبات العضوية

يمتلك الكربون عدد ذري مقداره 6 لذلك يمكن رسم ترتيبه الالكتروني حسب الشكل (6 - 1). يلاحظ ان الغلاف الخارجي (غلاف التكافؤ) لذرة الكربون يحتوي اربعة الكترونات. لذلك ولكي تصل ذرة الكربون الى حالة الاستقرار، لابد لها ان تشارك بالكترونات تكافؤها الاربعة مع ذرات اخرى، بحيث يصبح

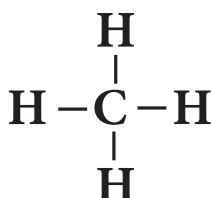
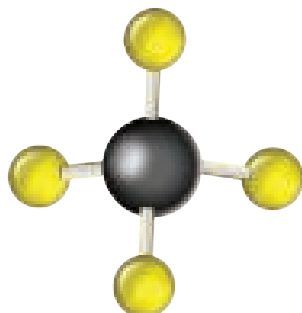
### تمرين (6 - 1)

كيف تبرهن على وجود الكربون في المركبات العضوية؟

عدد الالكترونات المحيطة بكل ذرة كاربون ثمانية الكترونات. وكما تعلمت ان كل اصرة تساهمية تحتاج الى الكترونين (الالكترون من كل ذرة)، لذا ترتبط ذرات الكاربون وعلى الصورة التالية باربع اواصر تساهمية مفردة مع الهيدروجين في جزيء الميثان  $\text{CH}_4$  :

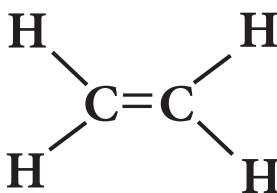
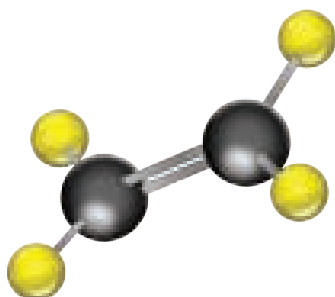


الشكل (6 - 1)  
رسم الترتيب الالكتروني  
لذرة الكاربون.



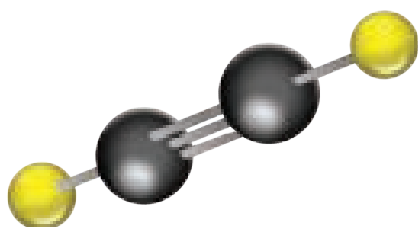
ميثان (اربع اواصر تساهمية مفردة)

وقد ترتبط ذرتا الكاربون مع بعضهما باواصر تساهمية مزدوجة كما في جزيء الاثيلين  $\text{C}_2\text{H}_4$  :



اثيلين (اصرة تساهمية مزدوجة واربع اواصر تساهمية مفردة)

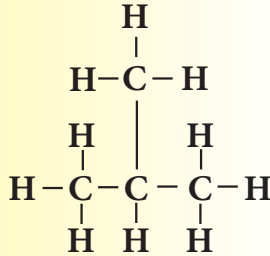
كما وقد ترتبط ذرتا الكاربون ايضاً مع بعضها باواصر تساهمية ثلاثية كما في جزيء الاستيلين  $\text{C}_2\text{H}_2$  :



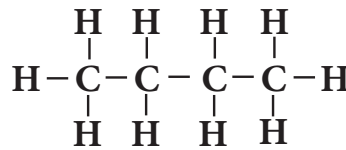
استيلين (اصرة تساهمية ثلاثية واصرتين تساهميتين مفردتين)

ان هذه الاحتمالات المختلفة لترايط ذرة الكاربون في مركباتها، والتي تظهر قدرة هذه الذرة على تكوين اواصر تساهمية مختلفة، اضف الى ذلك قدرة ذرات الكاربون على

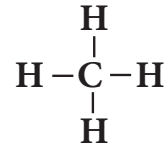
الارتباط بعضها ببعض لتكوين سلاسل مفتوحة او مغلقة (حلقات)، وتتضمن هذه السلاسل روابط تساهمية مفردة او مزدوجة او ثلاثية بين ذرات الكربون او ذرات اخرى. لذا فهناك مئات الالاف من المركبات العضوية الموجودة في الطبيعة والتي يمكن تحضيرها ايضاً. والامثلة التالية توضح مركبات عضوية باشكال مختلفة.



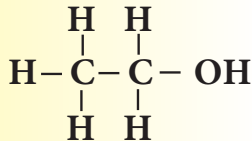
مركب عضوي (سلسلة متفرعة)  
(ايزوبيوتان)



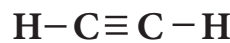
مركب عضوي (سلسلة مستمرة)  
(بيوتان)



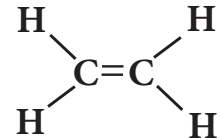
مركب عضوي باصرة تساهمية مفردة  
(ميثان)



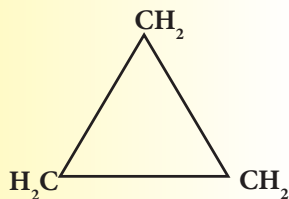
مركب عضوي يحتوي على الاوكسجين  
(كحول الاثيل)



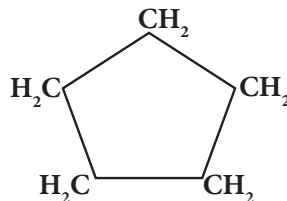
مركب عضوي باصرة تساهمية ثلاثية  
(استيلين)



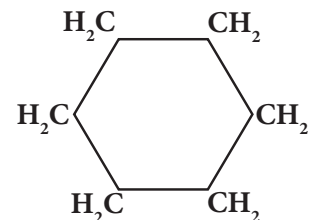
مركب عضوي باصرة  
تساهمية مزدوجة  
(اثيلين)



مركب عضوي حلقي ثلاثي الشكل  
(بروبان حلقي)



مركب عضوي حلقي خماسي الشكل  
(بنتان حلقي)



مركب عضوي حلقي سداسي الشكل  
(هكسان حلقي)

وسندرس في هذا الفصل عدة انواع من هذه المركبات العضوية، ثلاث منها هيدروكربونية اي تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط، وهي غازات ميثان  $\text{CH}_4$  واثيلين  $\text{C}_2\text{H}_4$  واستيلين  $\text{C}_2\text{H}_2$ ، حيث يمثل الميثان مثال عن المركبات العضوية التي تحتوي في تركيبها على اواصر تساهمية مفردة يسمى هذا النوع

من المركبات بالهيدروكربونات المشبعة التي يطلق عليها اسم الالكانات. اما جزيء الاثيلين  $C_2H_4$  فيحتوي على اصرة تساهمية مزدوجة بين ذرتي الكربون وهذه المركبات تسمى بالالكينات. بينما يحتوي الاستيلين على اصرة تساهمية ثلاثية بين ذرتا الكربون، ويطلق على هذه المركبات اسم الالكينات وكلاهما اي الاثيلين والاستيلين يسميان بالهيدروكربونات غير المشبعة.

اما الانواع الاخرى التي سندرسها في هذا الفصل فهي تمثل مركبات عضوية ترتبط ذرة الكربون فيها اضافة للهيدروجين مع الاوكسجين، حيث سندرس مركب كحول الاثيل  $C_2H_5OH$  وحامض الخليك  $CH_3COOH$ . اضافة الى ذلك سنتطرق الى دراسة مركبي البنزين والفينول اللذان هما مثال على المركبات العضوية الحلقية المغلقة.

## 6 - 6 بعض المركبات العضوية

سنتطرق في هذه المرحلة الى دراسة مبسطة لبعض المركبات العضوية مثل الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة والكحولات والحوامض.

### 6 - 6 - 1 الهيدروكربونات

الهيدروكربون كما هو موضح من اسمه مركب يتكون من الكربون والهيدروجين فقط ويكون اما مشبع أو غير مشبع ومن أمثلة الهيدروكربونات.

#### 1 - غاز الميثان $CH_4$

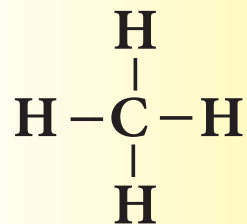
صيغته الجزيئية  $CH_4$  حيث ترتبط ذرة الكربون فيه مع 4 ذرات من الهيدروجين باواصر تساهمية منفردة.

#### أ - وجود الميثان

هو أبسط مركب هيدروكربوني يوجد بنسبة كبيرة في الغاز الطبيعي المصاحب لاستخراج النفط الخام أو ينبعث من بعض شقوق مناجم الفحم وكذلك يتكون نتيجة تحلل المواد العضوية في مياه البرك والمستنقعات الراكدة.

#### هل تعلم

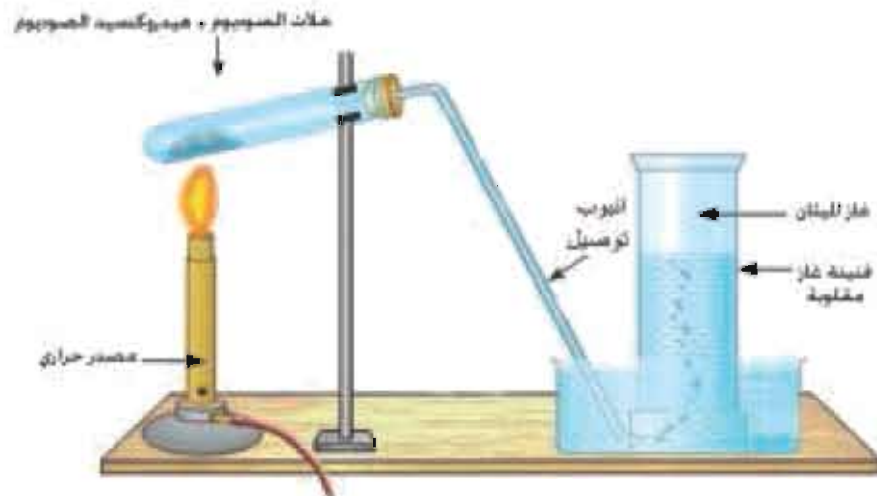
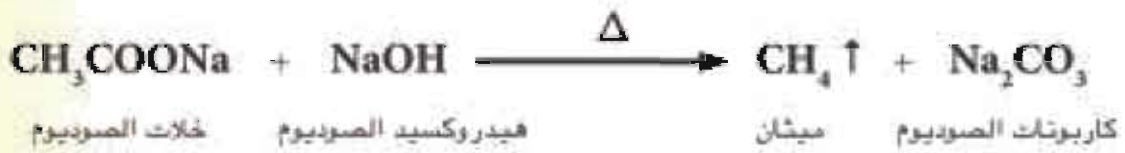
ان غاز الميثان يسمى بـغاز المستنقعات والمناجم حيث يتجمع بصورة مستمرة في مناجم الفحم ويشكل خطراً كبيراً بسبب سرعة احتراقه.



جزيء الميثان.

## ب - تحضير غاز الميثان

يحضر غاز الميثان باستخدام الجهاز المبين في الشكل (6 - 2) حيث تسخن خلاات الصوديوم تسخيناً شديداً مع هيدروكسيد الصوديوم وأوكسيد أو هيدروكسيد الكالسيوم (لان الخليط يكون اقل تأثيراً على الزجاج واعلى درجة انصهار من هيدروكسيد الصوديوم) في انبوبة اختبار مناسبة ويجمع الغاز الناتج بازاحة الماء الى الاسفل.



الشكل (6 - 2)  
جهاز تحضير غاز الميثان.

## ج - خواص غاز الميثان

1. عديم اللون والرائحة.
2. قليل الذوبان جداً في الماء.
3. قابل للاشتعال ويلهب غير داخن مكوناً غاز ثنائي أوكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  وبخار الماء  $\text{H}_2\text{O}$  محرراً طاقة وكما في المعادلة الآتية:



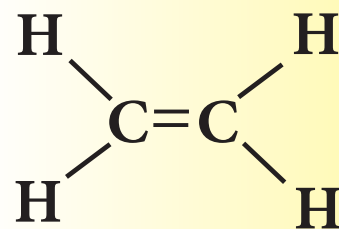
## 2 - الأثيلين $\text{C}_2\text{H}_4$

يمتلك صيغة جزيئية  $\text{C}_2\text{H}_4$  حيث ترتبط ذرتا الكربون فيه مع بعضهما باصرة تساهمية مزدوجة. وهو من صنف

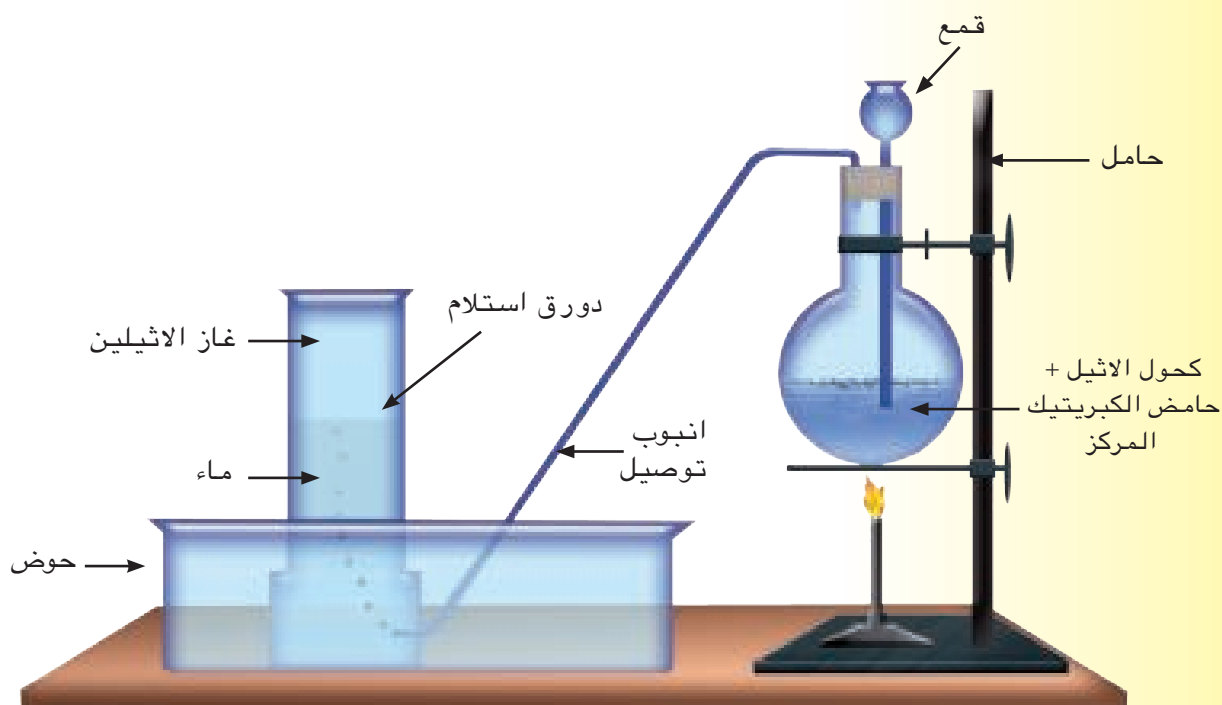
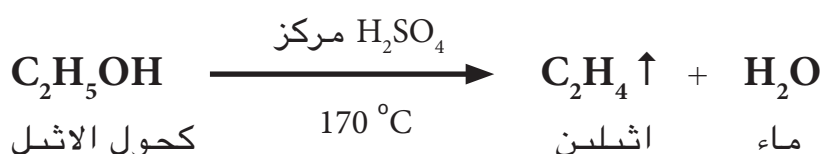
الهيدروكربونات غير المشبعة التي تسمى بالالكينات.

### أ - تحضير الاثيلين:

يحضر هذا الغاز من تسخين كحول الاثيل  $C_2H_5OH$  مع كمية كافية من حامض الكبريتيك المركز الى حوالي  $(170^\circ C)$  كما مبين في الشكل (3 - 6) حيث يقوم حامض الكبريتيك بانتزاع جزيء الماء من تركيب الكحول كما في المعادلة الاتية:



جزيء الاثيلين.



### ب - خواص الاثيلين

الشكل (3 - 6) جهاز تحضير غاز الاثيلين.

- 1 - غاز عديم اللون لا يذوب في الماء.
- 2 - يشتعل بلهب داخن مكوناً ثنائي اوكسيد الكربون وماء.



- 3 - يتفاعل مع ماء البروم الاحمر ويزيل لونه وتعتبر هذه





استخدام غاز الاثيلين في  
انضاج الطماطم.

طريقة للتمييز بينه وبين غاز الميثان حيث ان الميثان لا يتفاعل مع ماء البروم الاحمر ولا يختفي اللون، اما الاثيلين فيتفاعل مع ماء البروم الاحمر ويختفي اللون وحسب المعادلات اللفظية الآتية:



### ج - استعمالات الاثيلين

- 1 - يستعمل هذا الغاز كمادة أولية في تحضير مادة اللدائن (البلاستيك) المستعمله في تصنيع الكثير من المواد والادوات المستخدمة في الحياة اليومية.
- 2 - يستخدم الغاز في انضاج الكثير من الخضروات والفواكه.
- 3 - يستخدم في صناعة كحول الاثيل.

### 3 - الاستيلين $C_2H_2$

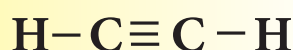
مركب هيدروكربوني صيغته الجزيئية  $C_2H_2$  ، ترتبط ذرتا الكربون فيه باصرة تساهمية ثلاثية وهو مثال على صنف الهيدروكربونات غير المشبعة تسمى الالكينات.

#### أ - تحضيره :

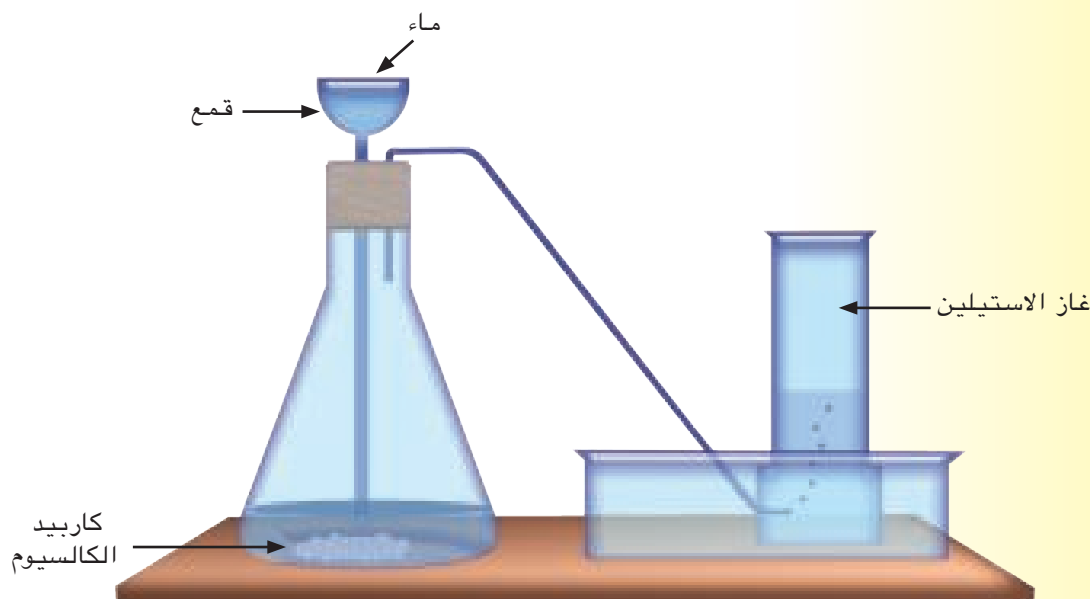
يحضر الاستيلين في المختبر من تفاعل كربيد الكالسيوم  $CaC_2$  مع الماء وهذه طريقة صناعية في الوقت نفسه.



يحضر غاز الاستيلين في المختبر كما في الجهاز المبين في الشكل (4 - 6) حيث يوضع كربيد الكالسيوم في ورق التحضير ويضاف اليه الماء من خلال الانبوب المقمع ببطء وبصورة تدريجية تلاحظ حدوث تفاعل وخروج غاز الاستيلين الذي يجمع من القنينة بازاحة الماء الى الاسفل.



جزء الاستيلين.



الشكل (6 - 4)

جهاز تحضير غاز الاستيلين.

### ب - خواص الاستيلين

- 1 - غاز عديم اللون ذو رائحة كريهة تشبه رائحة الثوم.
- 2 - لا يذوب في الماء.
- 3 - يشتعل في الهواء بلهب داخن فيما يشتعل في الاوكسجين بلهب ازرق باهت مع تولد حرارة عالية كما في المعادلة:

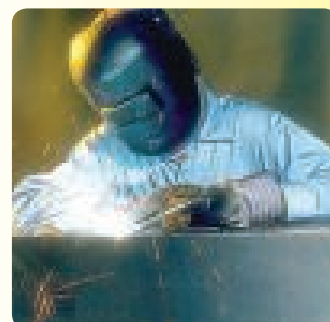


- 4 - يتفاعل مع ماء البروم الاحمر ويزيل لونه ويعد هذا التفاعل طريقة للتمييز بين الاستيلين وغاز الميثان حيث يزيل الاستيلين اللون الاحمر لماء البروم ولا يؤثر فيه غاز الميثان حسب المعادلات اللفظية الاتية:

يختفي اللون الاحمر  $\longrightarrow$  ماء البروم الاحمر + استيلين  
لا يختفي اللون الاحمر  $\longrightarrow$  ماء البروم الاحمر + ميثان

### ج - استعمالات الاستيلين

- 1 - يستعمل مزيج الغاز والاوكسجين في توليد الشعلة المسماة بالشعلة الاوكسي استيلينية التي تستخدم في قطع المعادن أو لحمها.



الشعلة الاوكسي استيلينية.

2 - يستعمل الغاز كمادة أولية في صناعة انواع من المطاط و البلاستيك و حامض الخليك.

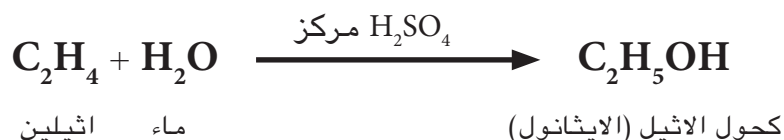
#### 4 - كحول الاثيل (الايثانول) $C_2H_5OH$

الكحول كلمة عربية (منها اشتق اسمها اللاتيني Alcohol) وهو مادة معروفة منذ امد طويل وكان يحضر من تخمير الدبس او التمر او عصير العنب بمعزل عن الهواء حيث يتحول السكر بفعل انزيم الخميرة الى سكر بسيط ثم يتحول السكر البسيط بفعل انزيم الزايميز الى كحول الاثيل وثنائي اوكسيد الكربون

انزيم الزايميز

ثنائي اوكسيد الكربون + كحول الاثيل  $\longrightarrow$  سكر بسيط

ثم يفصل الكحول من محلوله المائي بالتقطير ، ويحضر كحول الاثيل صناعيا من مشتقات النفط بتفاعل غاز الاثيلين ( $C_2H_4$ ) مع الماء بوجود حامض الكبريتك المركز وعوامل مساعدة اخرى (درجة حرارة وضغط).



#### أ - خواص كحول الاثيل

- 1 - سائل له درجة غليان اقل من درجة غليان الماء ويتجمد في درجة حرارة واطئة.
- 2 - سائل ذو رائحة مميزة.
- 3 - مذيب جيد لكثير من المواد العضوية.
- 4 - يشتعل بلهب ازرق باهت مكوناً  $CO_2$  وبخار الماء.

#### ب - استعمالات كحول الاثيل

- 1 - يستعمل كحول الاثيل كمادة أولية في الكثير من الصناعات ولاسيما مواد التجميل والعطور وانواع الوارنيش والحبر والمطاط الصناعي.

2 - يستعمل في كثير من المركبات الدوائية والمشروبات الروحية.

3 - استعماله كوقود وذلك بخلطه مع مشتقات نفطية أخرى.

4 - يخلط مع قليل من اليود ليكون محلول يستخدم لتعقيم الجروح وهو سام.

5- يباع كحول الاثيل بثمان رخيص للاغراض الصناعية ويعطل عن الشرب ويعرف عندئذ بالكحول المعطل (السبيرتو) ويتم ذلك باضافة بعض المواد السامة اليه مثل كحول المثيل وبعض الاسباغ لغرض تمييزه عن كحول الاثيل النقي.

#### ج - تأثير كحول الاثيل على الانسان

ان شرب الكحول يعمل على عدم ترابط عمل الجهاز العضلي مع الجهاز العصبي حيث تحصل تغيرات واضحة في الشعور والمزاج والادراك الحسي. واثر هذه التغيرات الناتجة عن تاثر الجسم بالكحول يؤدي الى ابطاء عمل خلايا الجهاز العصبي والادمان على شربه مضر جدا بصحة الانسان لذلك يتردد المدمنون على الكحول على عيادات الاطباء والمستشفيات لكثرة الامراض التي يجلبها علاوة على الاضرار الاجتماعية والسلوك الخاطي الذي يقترفه مدمنو الكحول وتفرض بعض الحكومات ضرائب عالية للتقليل من استعماله كمشروب والتخفيف من اضراره الاجتماعية والصحية والاقتصادية.

#### 5 - حامض الخليك $CH_3COOH$

##### أ - تحضيره صناعيا :

يحضر حامض الخليك صناعيا على نطاق واسع من تفاعل الاستيلين مع الماء بوجود حامض الكبريتيك وعوامل مساعدة أخرى حيث تجري سلسلة من التفاعلات تؤدي الى تكوين حامض الخليك.

##### ب - خواص حامض الخليك

1 - سائل في درجات الحرارة الاعتيادية الا انه يتجمد

في (18 °C) الى مايشبه الثلج.

2 - ذو رائحة نفاذة.

3 - يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم مكوناً ملح خلات الصوديوم الذائبة في الماء.

4 - يمتزج بالماء بأية نسبة كانت.

## 6 - البنزين او البنزول $C_6H_6$

يمكن الحصول على البنزول من قطران الفحم الذي هو احد مشتقات البترول وهو سائل سريع التبخر. والبنزين مركب هيدروكربوني مكون من كاربون وهيدروجين ويشتعل بلهب داخن جداً لاحتوائه على نسبة كاربون عالية. ويعتبر البنزين ابسط مركب لسلسلة الهيدروكربونات التي تدعى بـ (الهيدروكربونات العطرية (الاروماتية)) نظراً لتمييز افراد هذه السلسلة بروائح خاصة. البنزول سائل سريع التبخر يغلي في (80 °C) ولا يذوب في الماء وبخاره سام ويستعمل كمذيب للاصباغ والوارنيش ولكثير من المشتقات المهمة صناعياً وفي انتاج المواد المبيدة للحشرات وفي صناعة النايلون ومساحيق التنظيف الحديثة وغير ذلك.

### هل تعلم

يعتبر حامض السلسليك هو احد الفينولات الذي يستخرج من شجرة الصفصاف ويحضر منه الاسبرين.

## 7 - الفينول $C_6H_5OH$

الفينول النقي مادة صلبة عديم اللون ذات رائحة خاصة ومتلفة للجلد فان سقط على الجلد سبب له حروق مؤلمة ويمكن معالجة هذه الحروق حال حدوثها بغسلها بمحلول مخفف لكاربونات الصوديوم لمعادلة تأثير الفينول. يذوب الفينول في الماء ويستعمل محلوله (9%) لتعقيم المرافق الصحية تحت اسم حامض الكاربوليك. الفينول مادة فعالة كيميائياً يمكن الحصول منها على مشتقات مهمة كالمعقمات والمطهرات ومساحيق التنظيف الحديثة ومبيدات الحشرات والبلاستيكات.

## أسئلة الفصل السادس

3- تسخين خليط من كحول الاثيل وحامض الكبريتيك المركز الى ( $170^{\circ}\text{C}$ ).

4- تفاعل الماء مع كاربيد الكالسيوم.

7.6 اشرح تأثير الكحول الاعتيادي (كحول الاثيل) على جسم الانسان بعد تناوله كمشروب روحي.

8.6 ما المقصود بالكحول المعطل (السبرتو).

9.6

أ- قارن بين غاز الميثان وغاز الاثيلين وغاز الاستيلين من حيث:

1- اللون والرائحة

2- قابلية الذوبان في الماء

3- اشتعالها بالهواء بشكل اعتيادي

4- تفاعلها مع ماء البروم الاحمر اللون

ب- ماذا يستخدم مع غاز الاستيلين لانتاج الشعلة القوية؟

10.6 ما هي اهمية كل من البنزول والغينول؟

11.6 بين صفة غاز الميثان  $\text{CH}_4$  التي تعكسها كل من الملاحظات الاتية:

أ- ان الغاز يتجمع عند تحضيره بازاحة الماء الى الاسفل.

ب- ان الغاز لايتفاعل مع البروم.

ج- ان الغاز يشتعل بلهب ازرق فاتح غير داخن.

12.6 يشتعل كل من الاستيلين والبنزين بلهب داخن، ماذا تستدل من هذه الملاحظة؟

1.6 وضع مع الرسم جهاز تحضير غاز الميثان في المختبر معزلاً جوابك بكتابة المعادلة الكيميائية؟

2.6 اعط مثالا لكل مما يأتي:

سلسلة كاربونية مستعرة - سلسلة كاربونية حلقيه - سلسلة كاربونية متفرعة.

3.6 اختر الانسب من بين القوسين الذي يكمل التعابير الاتية:

أ - كل المركبات العضوية تحتوي على احد العناصر الاتية في تركيبها (الهيدروجين ، الاوكسجين ، النيتروجين ، الكبريت ، الكربون)

ب - يكون الارتباط بين ذرتي الكربون في المركب المشبع بأواصر تساهمية ( مفردة ، مزدوجة ، ثلاثية).

ج - الغاز الذي نسبته الحجمية أكبر من الغازات الاخرى في الغاز الطبيعي هو ( الميثان ، الاثيلين ، الاستيلين).

د- في الاستيلين  $\text{C}_2\text{H}_2$  ترتبط ذرتا الكربون ببعضهما ب ( اصرة تساهمية مفردة ، اصرة مزدوجة ، اصرة ثلاثية).

4.6 وضع مع الرسم جهاز تحضير غاز الاستيلين في المختبر معزلاً جوابك بالمعادلة الكيميائية.

5.6 ما أهم المميزات للمركبات العضوية؟

6.6 كيف تعبر عن كل مما يأتي بمعادلات كيميائية موزونة؟

1 - تسخين خلاص الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم تسخيناً شديداً.

2 - حرق كل من غاز الميثان والاثيلين والاسثيلين في الهواء حرقاً تاماً.



## الزمرة الخامسة

## Group VA

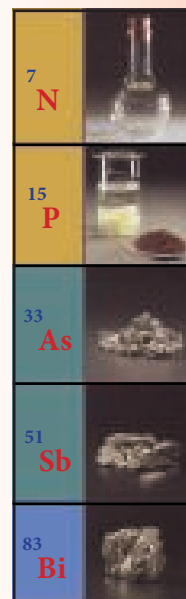


بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على ان :

- ☐ يتعرف على اسماء ورموز عناصر الزمرة الخامسة VA.
- ☐ يحدد موقع عناصر الزمرة الخامسة في الجدول الدوري.
- ☐ يدرك لماذا جمعت هذه العناصر بزمرة واحدة.
- ☐ يستوعب اسم ورمز غاز النيتروجين وصيغته الجزيئية في الهواء.
- ☐ يتعرف على بعض مركبات النيتروجين وطريقة تحضيرها وأهم استعمالاتها.
- ☐ يستوعب اسم ورمز عنصر الفسفور ويميز بين صورتيه فيزيائياً وكيميائياً.
- ☐ يدرك أهمية الاسمدة الفوسفاتية وكيفية الحصول عليها ودورها في نمو النباتات.

## 7-1 عناصر الزمرة الخامسة VA

تتألف عناصر هذه الزمرة من عنصر النتروجين (N) والفسفور (P) والزرنيخ (As) والانتيمون (Sb) والبيزموث (Bi) كما مبين موقعها في الجدول الدوري للعناصر [الشكل (7 - 1)]. تشترك هذه العناصر جميعها بامتلاكها خمسة إلكترونات في غلاف الطاقة الخارجي.



1 IA										18 VIIIA									
1 H	2 IIA												13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	2 He	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne		
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 ←	9 VIII	10 →	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr		
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe		
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn		
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub								

## 7-2 الصفات العامة للزمرة الخامسة VA

على الرغم من أن العناصر الخمسة لهذه الزمرة تشكل معا نسبة تقل عن 0.2% من حيث الوزن في القشرة الأرضية، إلا انها تكتسب أهمية كبيرة. تتشابه عناصر هذه الزمرة في بعض السلوك الكيميائي العام، لكنها تختلف في البعض الآخر. وأوجه التشابه هذه تعكس السمات المشتركة للترتيب الالكتروني لعناصرها. واهم الصفات العامة لهذه الزمرة:

1- تتدرج صفات عناصر هذه الزمرة من صفة لافلزية لعنصري النتروجين والفسفور الى صفة فلزية لعنصر البزموت بينما يكون كل من عنصري الزرنيخ والانتيمون اشباه فلزات.

الشكل (7 - 1)

الجدول الدوري للعناصر  
وموقع الزمرة الخامسة  
فيه.



## الزرنیخ.





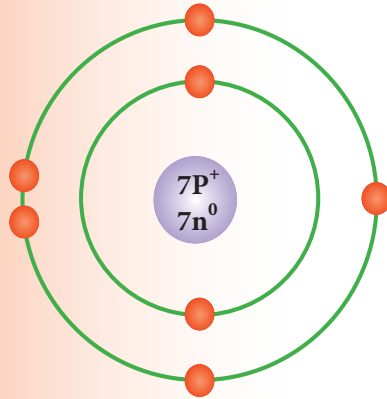
الانتيمون.

2 - يكون النتروجين بحالة غازية بينما تكون باقي عناصر هذه الزمرة بحالة صلبة في الظروف الاعتيادية.

تتغير الخواص الكيميائية بشكل منتظم من الفسفور الى البزموت، ففي حين يميل الفسفور الى تكوين مركبات تساهمية شأنه شأن النتروجين يزداد ميل باقي عناصر الزمرة الى تكوين مركبات ايونية كالزرنخ والبزموت، وكذلك تتغير الخواص الحامضية والقاعدية لأكاسيدها من حامضية للفسفور الى قاعدية للبزموت.

## Nitrogen

## 7 - 3 النتروجين



رسم الترتيب الإلكتروني  
لذرة النتروجين.

الرمز الكيميائي : N

العدد الذري : 7

عدد الكتلة : 14

الترتيب الإلكتروني

عدد الإلكترونات	رقم الغلاف (n)	رمز الغلاف
2	1	K
5	2	L

## 7 - 3 - 1 وجوده

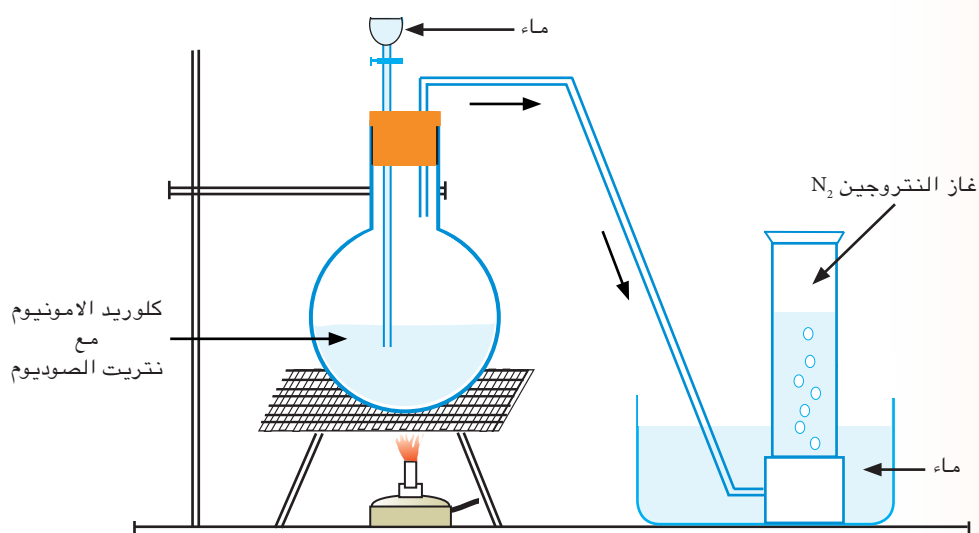
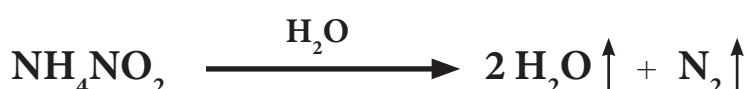
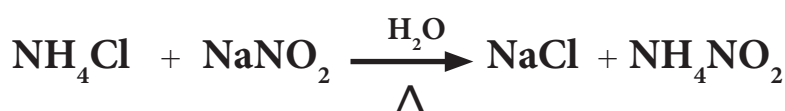
يشكل النتروجين حوالي 78% من حجم الغلاف الجوي وهو عنصر غير فعال تقريباً في الظروف الاعتيادية لذلك فقد أطلق عليه قديماً اسم الازوت والتي تعني باللغة اللاتينية (عديم الحياة)، ومع ذلك فإن لمركباته أهمية كبيرة في الأغذية و الأسمدة و في صناعة المفرقات.

## 7 - 3 - 2 تحضير غاز النتروجين

يمكن تحضير غاز النتروجين مختبرياً وصناعياً وكالاتي:

### 1 - تحضيره مختبرياً

وذلك بتسخين مزيج من ملح كلوريد الامونيوم ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) وملح نترت الصوديوم ( $\text{NaNO}_2$ ) بوجود كمية قليلة من الماء (لمنع حدوث انفجار) [الشكل (7 - 2)]، ويمكن التعبير عن التفاعل بالمعادلتين الاتيتين:



### 2 - تحضيره صناعياً

يحضر غاز النتروجين صناعياً وبكميات تجارية كبيرة بعملية التقطير التجزيئي للهواء المسال الخالي من ثنائي اوكسيد الكربون، حيث يتقطر النتروجين أولاً تاركاً الاوكسجين، وذلك لكون درجة غليانه ( $-198^\circ\text{C}$ ) أوطأ من درجة غليان الاوكسجين ( $-183^\circ\text{C}$ )، يحتوي غاز النتروجين الذي يتم الحصول عليه بهذه الطريقة على كميات ضئيلة من الاوكسجين والتي يمكن التخلص منها بإمرار الغاز فوق برادة النحاس الساخنة والتي تتفاعل مع الاوكسجين لتكون  $\text{CuO}$ .

الشكل (7 - 2)  
تحضير النتروجين من  
نترت الامونيوم.

## 7 - 3 - 3 خواص غاز النتروجين

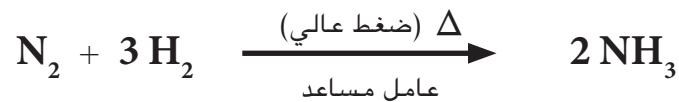
يتسم غاز النتروجين بالخواص الآتية:

### 1 - الخواص الفيزيائية

غاز عديم اللون والرائحة على هيئة جزيء ثنائي الذرة ( $N_2$ ) عند درجة حرارة الغرفة وهو قليل الذوبان في الماء وغير فعال تقريباً في الظروف الاعتيادية.

### 2 - الخواص الكيميائية

يتفاعل النتروجين تحت ظروف معينة مع عناصر أخرى، فعند تسخين النتروجين يتحد مباشرة مع المغنيسيوم و الليثيوم و الكالسيوم أما عند مزجه مع غاز الاوكسجين وتعرض المزيغ إلى شرارة كهربائية فإنه ينتج اكاسيد النتروجين ( $NO$  و  $NO_2$ ). ومن ناحية أخرى، فعند تسخينه مع غاز الهيدروجين تحت ضغط مرتفع وبوجود عامل مساعد مناسب فإنه ينتج الامونيا (طريقة هابر) حسب المعادلة الآتية:



## 7 - 3 - 4 استعمالات غاز النتروجين

لغاز النتروجين استعمالات واسعة منها

1 - يستعمل لإنتاج الامونيا صناعياً (طريقة هابر)، ويعتبر ذلك من أهم الاستعمالات لما لهذه المادة من أهمية في مجال إنتاج الأسمدة وفي إنتاج حامض النتريك (طريقة اوستولد).

2 - يستعمل في عمليات تبريد المنتجات الغذائية وذلك بعملية التجميد بالغمر في الغاز المسال.

3 - يستعمل النتروجين المسال في الصناعات النفطية وذلك لإحداث زيادة في ضغط الآبار المنتجة للنفط لجعل النفط يتدفق منها.

4 - يستعمل كجو خامل في خزانات المواد القابلة للانفجار. وهناك استعمالات كثيرة أخرى لهذا الغاز في مجالات مختلفة.

### هل تعلم

ان هناك غازات ثنائية الذرة اخرى اضافة الى غاز  $N_2$  وهي  $H_2$  و  $Cl_2$  و  $F_2$  و  $O_2$ .



غاز النتروجين المسال.

### 7-3-5 بعض مركبات النيتروجين

تحتوي ذرة النيتروجين على خمسة إلكترونات في غلافها الخارجي ولذلك يمكنها المشاركة في تكوين أوامر تساهمية قد تكون مفردة كما في جزيء الأمونيا ( $\text{NH}_3$ ) أو ثلاثية كما في حالة جزيء النيتروجين ( $\text{N}_2$ )، أو اكتساب ثلاثة إلكترونات أو اكتساب إلكترون واحد، وحسب اتحادها مع ذرات العناصر الأخرى في مركباتها

ومن أهم مركبات النيتروجين هي:

#### 1 - غاز الأمونيا ( $\text{NH}_3$ )

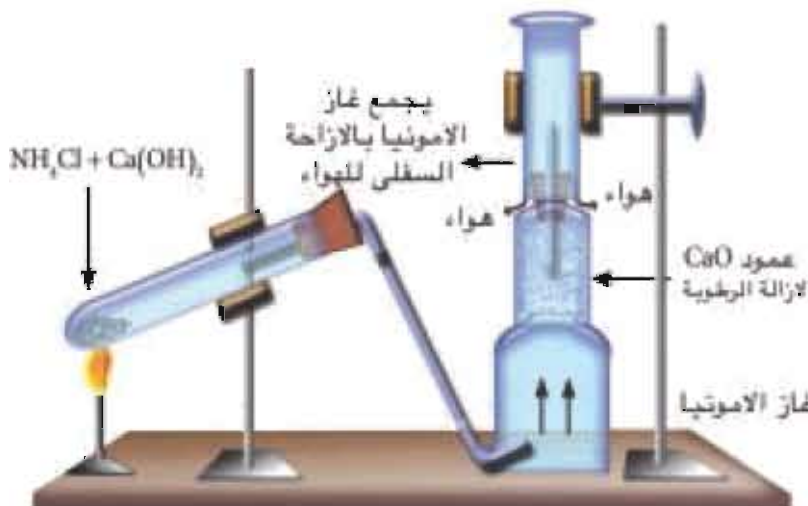
هو أحد المركبات المهمة للنيتروجين والهيدروجين، ينتج في الطبيعة من تحلل أجسام الحيوانات و النباتات بعد موتها، كما و توجد الأمونيا في التربة على هيئة أملاح الأمونيوم.

#### 1 - تحضير الأمونيا مختبرياً

يحضر غاز الأمونيا مختبرياً بتسخين ملح كلوريد الأمونيوم يلطف مع هيدروكسيد الكالسيوم وحسب المعادلة الآتية:



وبما أن غاز الأمونيا أخف من الهواء فإنه يجمع بالإزاحة السفلية للهواء بعد أن يمرر على عمود يحوي أوكسيد الكالسيوم للتخلص من الرطوبة المصاحبة للغاز كما في [الشكل (7-3)].



الشكل (7-3)  
تحضير الأمونيا مختبرياً.



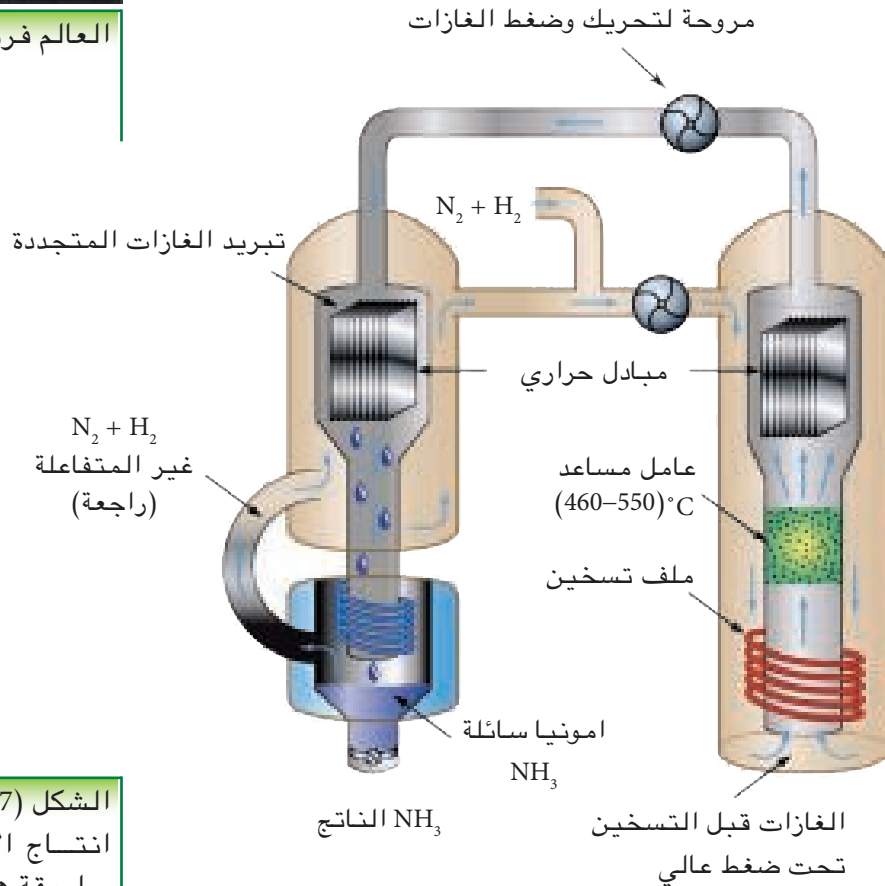
العالم فريتز هابر.

## ب - إنتاج الامونيا صناعيا:

يتم إنتاج الامونيا صناعيا وبكميات كبيرة بطريقة هابر [الشكل (4 - 7)] والتي تتضمن الاتحاد المباشر للنيتروجين مع الهيدروجين وحسب المعادلة الآتية:



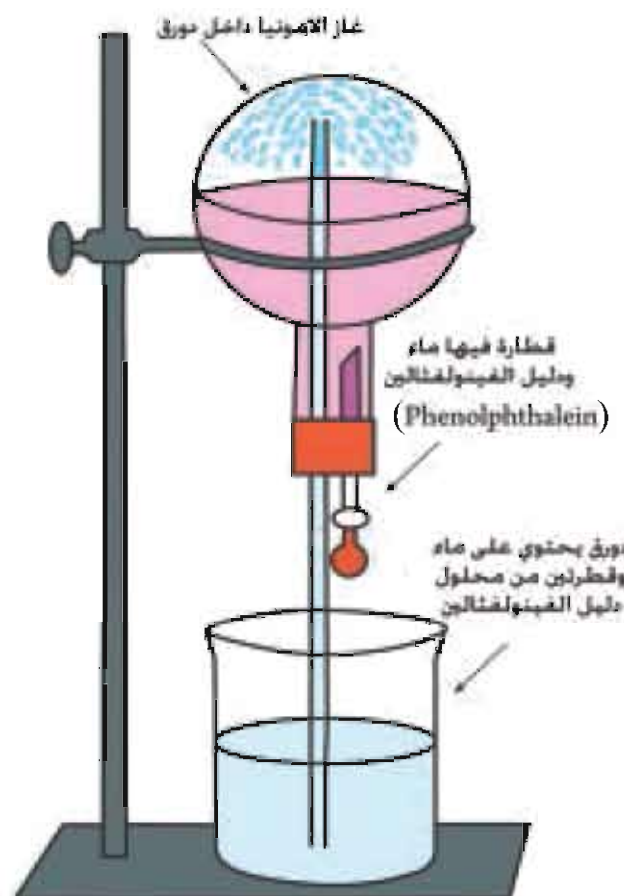
وكما مر ذكره سابقاً



الشكل (4 - 7)  
إنتاج الامونيا صناعياً  
بطريقة هابر.

## الخواص الفيزيائية للامونيا

- 1 - الامونيا غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة ولاذعة يؤدي استنشاقه إلى تدمع العين، وهو اخف من الهواء.
- 2 - كثير الذوبان في الماء، ويعرف محلوله المائي بماء الامونيا (NH<sub>4</sub>OH)، وعند تسخين محلوله المائي او تركه معرضاً للجو فانه يفقد غاز الامونيا، ويمكن البرهنة على قابلية ذوبانه العالية في الماء بتجربة النافورة المبينة في الشكل (5 - 7).



الشكل (7 - 5)  
نافورة غاز الأمونيا.

يتألف الجهاز من كأس مملوءة الى نصفها بالماء، وتحتوي قطرتين من محلول دليل الفينولفثالين ودورق دائري القطر مجهز بسداد مطاطي ذي ثقبين يخترق أحدهما أنبوب زجاجي طويل يمتد حتى قعر الدورق ويخترق الفتحة الثانية أنبوب قطارة. نملأ الدورق بغاز الأمونيا الجاف ونقلبه فوق كأس الماء ثم ندخل بواسطة القطارة بضع قطرات من الماء المحتوي على دليل الفينولفثالين العديم اللون وحين يصبح الغاز بتماس مع الماء يذوب فيه فيتخلخل الضغط داخل الدورق ليندفع الماء من الكأس الى الدورق بشكل نافورة ويتلون المحلول بلون احمر وردي بسبب قاعديته (محلول الأمونيا ذو فعل قاعدي).

3- يمكن إسالته بسهولة عند درجة حرارة الغرفة بتسليط ضغط مقداره 8-10 atm . ولسائل الأمونيا درجة غليان مقدارها  $(-33.5^{\circ}\text{C})$  تحت الضغط الجوي الاعتيادي و له حرارة تبخر كامنة عالية لذلك يستعمل في مصانع إنتاج الثلج لغرض التبريد.



### الخواص الكيميائية للامونيا

يعتبر جزيء الامونيا ثابتاً كيميائياً، ومع ذلك يتفكك لينتج النيتروجين و الهيدروجين عند إمرار الغاز على سطح فلزي ساخن أو عند إمرار شرارة كهربائية خلال الغاز، وغاز الامونيا قابل للاشتعال في جو من الأوكسجين كما في المعادلة الآتية:



إن محلول الامونيا يحول لون ورقة زهرة الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق.

### الكشف عن الامونيا

يمكن الكشف عن الامونيا والتأكد من وجودها عند اتحادها مع غاز كلوريد الهيدروجين حيث ينتج أبخرة بيضاء كثيفة نتيجة لتكون غاز كلوريد الامونيوم:



### 2- حامض النتريك Nitric Acid

يعتبر حامض النتريك من أهم الحوامض الاوكسجينية للنيتروجين وهو ذو صبغة جزيئية  $\text{HNO}_3$ .

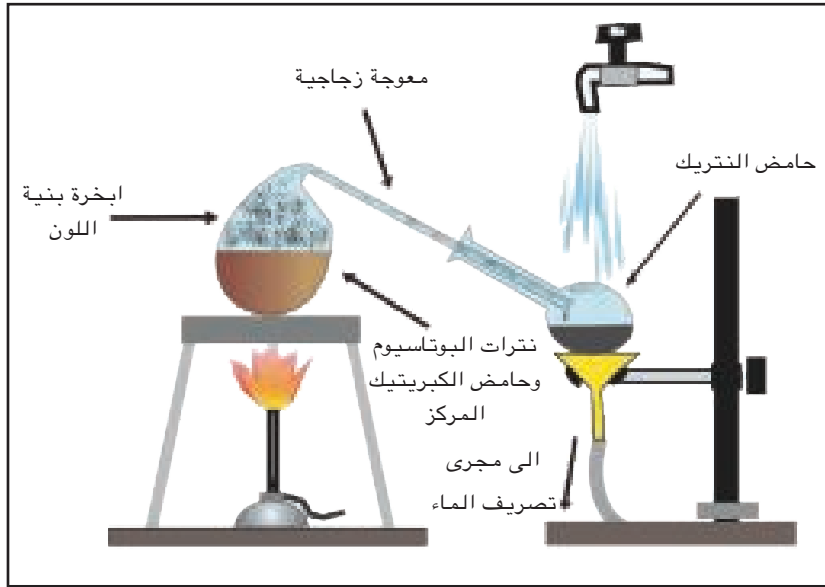
### تحضير الحامض مخبرياً

يحضر هذا الحامض عادة بتسخين مزيج مكون من ملح نترات البوتاسيوم مع حامض الكبريتيك المركز في معوجة زجاجية، ويكثف بخار حامض النتريك الناتج من التفاعل في وعاء استقبال مبرد بالماء [الشكل (6 - 7)] ويمكن التعبير عن معادلة التفاعل بما يأتي:



القواعد تغير لون ورقة زهرة الشمس الحمراء إلى الزرقاء.

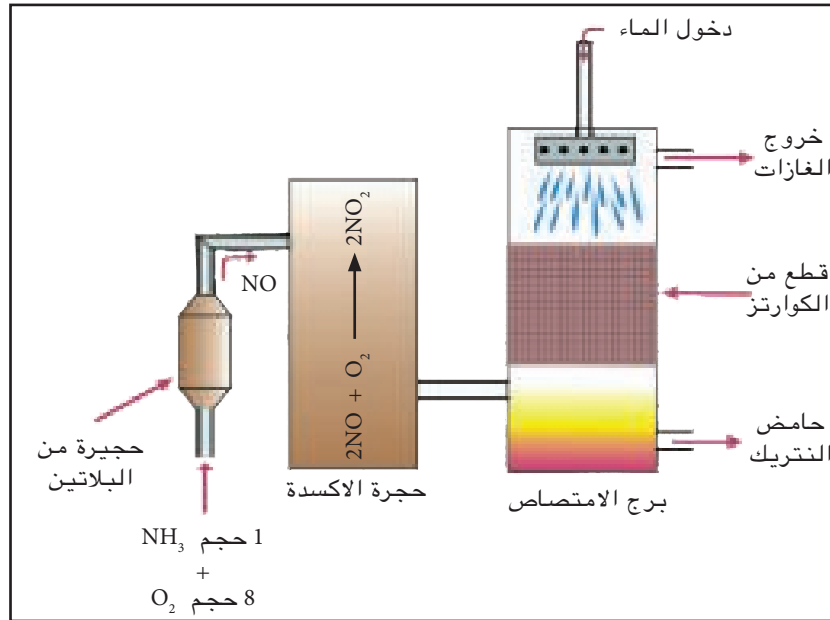




الشكل (7 - 6)  
تحضير حامض النتريك  
مختبرياً.

### تحضير الحامض صناعياً

يمكن تحضيره صناعياً بكميات تجارية بطريقة أوستولد والتي يتم فيها أكسدة الامونيا بالهواء بوجود البلاتين كعامل مساعد، كما في الشكل (7 - 7) :



العالم فريدريك ولهام  
أوستولد.

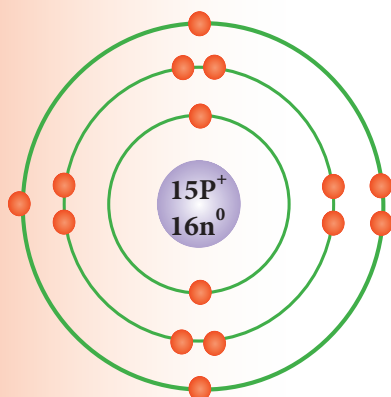
الشكل (7 - 7)  
تحضير حامض النتريك  
صناعياً.

### خواص حامض النتريك

يكون الحامض النقي عديم اللون وتنبعث منه أبخرة ذات رائحة نفاذة، ولكن لون الحامض غير النقي (أو الحامض النقي بعد تركه لفترة من الزمن) يكون اصفرًا نتيجة لاحتوائه على أكاسيد النتروجين الذائبة (خصوصاً  $\text{NO}_2$ ). والحامض تام الإذابة في الماء ليكون مزيج معه (بنسبة 68%) ويغلي الحامض عند درجة حرارة  $120.5^\circ\text{C}$ .



حامض النتريك المخفف.



رسم الترتيب الإلكتروني  
لذرة الفسفور.

## Phosphorus

## 7 - 4 الفسفور

الرمز الكيميائي : P

العدد الذري : 15

عدد الكتلة : 31

### الترتيب الإلكتروني

عدد الإلكترونات	رقم الغلاف (n)	رمز الغلاف
2	1	K
8	2	L
5	3	M

## 7 - 4 - 1 وجود الفسفور

يعتبر هذا العنصر من المكونات الأساسية في الكائنات الحية حيث يوجد في الخلايا العصبية و العظام و سانيوبلازم الخلايا. أما في الطبيعة فلا يمكن أن يتواجد بشكل حر ولكنه يتواجد بشكل واسع في معادن مختلفة حيث تعتبر الخامات الفوسفاتية (الاباتايت: شكل غير نقي لفوسفات الكالسيوم) مصدرا مهما لهذا العنصر. وتوجد ترسبات كبيرة من هذا المعدن في مناطق مختلفة من العالم ومنها العراق.

## 7 - 4 - 2 إنتاج الفسفور صناعيا

تحتوي خامات الفسفور على نسب عالية من عنصر الفسفور ولذلك فهي تمثل المصدر الأساسي لإنتاجه بكميات تجارية وبنقاوة عالية لذلك لا توجد حاجة لتحضيره مختبرياً.

تتضمن الطريقة المعتادة لإنتاج الفسفور تسخين خام فوسفات الكالسيوم  $Ca_3(PO_4)_2$  الممزوج مع الرمل  $SiO_2$  والكربون C في فرن كهربائي لدرجات حرارية عالية وبمعزل عن الهواء كما في المعادلة الآتية:





الفسفور الابيض.

الكيميائي ويصحب هذه العملية انبعاث رائحة تشبه رائحة الثوم.

2 - يشتعل بشكل تلقائي في الهواء وعند درجة حرارة الغرفة الاعتيادية نتيجة لتأكسده بكمية كافية من الاوكسجين مكونا خماسي أوكسيد الفسفور ( $P_2O_5$ ) وحسب المعادلة الاتية:



وتحت ظروف أخرى (بكميات محددة من الاوكسجين) يتأكسد الفسفور الأبيض ليكون ثلاثي اوكسيد الفسفور ( $P_2O_3$ ) كما في المعادلة الاتية:



3 - يعتبر الفسفور الأبيض مادة سامة بالنسبة لخلايا الكائنات الحية ويؤدي دخول الفسفور إلى داخل الجهاز الهضمي وذوبانه في العصارات الهضمية إلى حالة تسمم على خلاف الفسفور الأحمر الذي لا يذوب في هذه العصارات.



الفسفور الاحمر.

#### الجدول 1 - 7 مقارنة بين الفسفور الابيض والفسفور الاحمر

الفسفور الأبيض	الفسفور الأحمر
1 - شبه شفاف أبيض اللون مائل الى الصفرة.	1- مظهره الخارجي احمر اللون مائل الى البنفسجي.
2 - ينتج بشكل قضبان تحفظ تحت الماء لفعاليتها العالية.	2 - ينتج بشكل مسحوق، لا يتأثر بالهواء في الظروف الاعتيادية.
3 - اقل كثافة من الفسفور الاحمر.	3 - اعلى كثافة من الفسفور الابيض.
4 - يذوب في بعض المذيبات مثل ثنائي كبريتيد الكربون، ولا يذوب في الماء.	4 - لا يذوب في المذيبات العضوية ولا يذوب في الماء.
5 - له درجة انصهار واطئة.	5 - يتسامى بالتسخين.
6 - له درجة اتقاد واطئة لذلك يشتعل بسهولة.	6 - درجة اتقاده عالية.
7 - سام.	7 - غير سام.



اشتعال الفسفور الابيض في الهواء.

## 7 - 4 - 4 بعض مركبات الفسفور

### 1 - حامض الفسفوريك ( $H_3PO_4$ ) Phosphoric Acid

هو سائل كثيف القوام عديم اللون رائق وليس له رائحة. يعتبر هذا الحامض من الحوامض الضعيفة غير المؤكسدة ويتفاعل مع القواعد مكوناً أملاح الفوسفات والتي لها أهمية كبيرة في صناعة الأسمدة الفوسفاتية.

### 2 - فوسفات الصوديوم ( $Na_3PO_4$ ):

تستعمل بشكل واسع كإحدى مكونات مساحيق التنظيف، حيث تتحلل فوسفات الصوديوم تحللاً مائياً (تتفاعل مع جزيء الماء) لتكون هيدروكسيد الصوديوم التي تساعد في إزالة الدهون العالقة بالأجسام، وتستعمل أيضاً في تحلية الماء (تحويل الماء العسر الذي لا يرغو فيه الصابون إلى ماء يسر). ويستعمل هذا الملح كمادة حافظة لبعض المواد الغذائية و اللحوم ولها استعمالات كثيرة أخرى.

## 7 - 4 - 5 الاستعمالات الصناعية لبعض مركبات الفسفور

### 1 - صناعة الثقاب

يعامل عود الثقاب بمحلول لفوسفات الامونيوم  $(NH_4)_3PO_4$  حيث تساعد هذه المادة على احتراق العود بلهب بدون دخان، واستمرار انتقاد العود حتى النهاية، إضافة لذلك فإنها تمنع انتقاد العود بعد انطفاء الشعلة مما يقلل الخطر الناجم عن رمي العود مباشرة بعد انطفاء الشعلة. و يغطى رأس العود بعجينة تتكون من:

أ - مادة قابلة للاشتعال مثل كبريتيد الانتيمون  $Sb_2S_3$ .

ب - مادة مؤكسدة مثل كلورات البوتاسيوم  $KClO_3$ .

ج - مادة تزيد من الاحتكاك مثل مسحوق الزجاج.

د - مادة صمغية تربط مكونات العجينة.

وعند حك رأس العود بجانب العلبة التي تحوي على الفسفور الأحمر، تتولد حرارة تكفي لبدء الاشتعال على جانب العلبة ثم تنتقل الشعلة إلى رأس العود ويستمر الاشتعال.



استعمال الفسفور في صناعة اعواد الثقاب.

## 2- الأسمدة الفوسفاتية



اهمية الاسمدة الفوسفاتية  
في الزراعة.

لما كان عنصر الفسفور أساسيا لنمو النباتات ويؤدي دورا هاما في حياة الكائنات الحية وفي بناء الهيكل العظمي للإنسان والحيوانات، لذلك كان من الضروري أن يكون احد العناصر التي يستمدّها النبات من التربة بشكل مركبات قابلة للذوبان، وحيث أن فوسفات الكالسيوم (التي هي المصدر للفسفور في الطبيعة) ملح قليل الذوبان جدا في الماء لذلك كان من اللازم تحويله إلى ملح سهل الذوبان في الماء لغرض استعماله كسماد للنباتات. وعند معاملة فوسفات الكالسيوم (الموجودة في الصخور في الطبيعة) مع حامض الكبريتيك، تتحول إلى صيغة كيميائية أخرى، تعرف تجاريا بسماد السوبر فوسفات، وتكون قابلة الذوبان بالماء ليتسنى للنبات الاستفادة منها وكما هو موضح في المعادلة الآتية:



كبريتات الكالسيوم      السوبر فوسفات الاعتيادي      حامض الكبريتيك      فوسفات الكالسيوم

يستخدم هذا السماد في زيادة خصوبة التربة، ويمكن تحضير نوع آخر من الأسمدة الفوسفاتية من تفاعل حامض الفسفوريك مع فوسفات الكالسيوم مكونا سمادا يدعى تجاريا السوبر فوسفات الثلاثي الذي يكون أكثر جودة من السوبر فوسفات الاعتيادي لأنه لا يحتوي على كبريتات الكالسيوم وكما هو موضح في المعادلة التالية:



السوبر فوسفات الثلاثي      حامض الفوسفوريك      فوسفات الكالسيوم

تحتاج كل النباتات إلى السماد الفوسفاتي ولاسيما السنبلات منها (مثل الحنطة والشعير والذرة... الخ) فهو

يقوي سيقانها ويعجل نمو بذورها ويزيد من مقاومتها للأمراض.

ومن الجدير بالذكر أن بلدنا - العراق - يعد مصدرا مهما لفوسفات الكالسيوم الموجودة في الطبيعة، حيث وجدت كميات كبيرة منها في منطقة الرطبة ضمن حقول عكاشات الواقعة في محافظة الانبار، ويعد مشروع استثمارها بشكل تجاري من المشاريع المهمة لاستثمار الفوسفات.



استخدام الاسمدة الفوسفاتية  
في الزراعة.



## أسئلة الفصل السابع

2.7 اختر الجواب الصحيح الذي يكمل العبارات التالية:

- 1 - يشكل النتروجين حوالي (21%، 78%، 50%) من حجم الغلاف الجوي.
- 2 - يمكن تحضير غاز النتروجين مختبرياً بتسخين مزيج من (أوكسيد النحاس، كلوريد الكالسيوم، كلوريد الامونيوم) و ملح نترتيت الصوديوم بوجود كمية قليلة من الماء.
- 3 - من بين المواد التي يدخل في تركيبها الفسفور مادة واحدة تستعمل مباشرة كسماد فوسفاتي هي (العظام، فوسفات الكالسيوم، السوبر فوسفات).
- 4 - يمكن لمحلول الامونيا ان يحول (لون ورقة زهرة الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق، لون ورقة زهرة الشمس الزرقاء إلى اللون الأحمر، لون ورقة زهرة الشمس الحمراء إلى اللون الصفرة).
- 5 - إحدى صورتي الفسفور تكفي حرارة يدك لاتقادها ولذلك يلزم عدم مسكها باليد عند استعمالها لإجراء تجارب تتعلق بخواص الفسفور وهي (الفسفور الأحمر، الفسفور الأبيض).
- 6 - يحضر حامض النترتريك بكميات تجارية وذلك (بتسخين مزيج مكون من ملح نترات البوتاسيوم مع حامض الكبريتيك المركز، بأكسدة الامونيا بالهواء بوجود البلاطين كعامل محفز، بتحلل جزيئة الامونيا مائياً).

1.7 أكمل كل فراغ بما يناسبه في كل مما يأتي:

- 1 - العدد الذري للنتروجين ..... لذلك تحتوي ذرة النتروجين ..... بروتوناً يدور حولها ..... إلكترونات.
- 2 - العدد الذري للفسفور ..... لذلك تحتوي نواة ذرة الفسفور ..... بروتوناً يدور حولها ..... إلكترونات.
- 3 - يغطي رأس عود الثقاب بعجينة تتكون من مواد منها:
  - أ - مادة قابلة للاشتعال مثل .....
  - ب - مادة مؤكسدة مثل .....
  - ج - مادة تزيد من قوة الاحتكاك مثل .....
- 4 - يتواجد غاز النتروجين في الطبيعة على هيئة جزيء ..... الذرة صيغتها الكيميائية .....
- 5 -  $NH_3$  هو الصيغة الكيميائية لجزيء ..... وهو جزيء مكون من اتحاد ذرة واحدة من عنصر ..... و ثلاثة ذرات من عنصر .....
- 6 - من فوائد السماد الفوسفاتي على السنبليات انه:
  - أ - .....
  - ب - .....
  - ج - .....

## أسئلة الفصل السابع

5 - يحفظ الفسفور الأحمر في قناني تحت الماء.

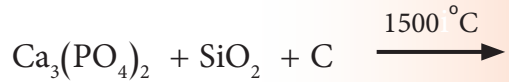
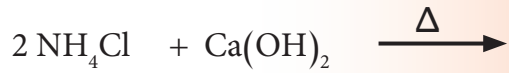
6 - عند ترك حامض النتريك النقي لفترة من الزمن يتحول لونه إلى اللون الأصفر نتيجة لاحتوائه على أكاسيد النتروجين الذائبة.

7 - الفسفور الأبيض أكثر فعالية من الفسفور الأحمر مع إنهما صورتان لعنصر واحد.

8 - الفسفور الأبيض مادة سامة جدا لذلك تحفظ تحت الماء.

7- أغلب ما يتكون عند احتراق الفسفور في كمية كافية من الهواء هو ( ثلاثي اوكسيد الفسفور، خماسي اوكسيد الفسفور، نترتيد الفسفور).

3.7 أكمل كل من المعادلات التالية ثم وازنها واذكر أسماء المواد المتفاعلة والنتيجة:



4.7 ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وضع علامة (X) أمام العبارة الخاطئة ثم صحح الخطأ لكل مما يأتي:

1 - لا يوجد عنصر الفسفور في الطبيعة إلا بصورة مركبات فقط.

2 - تستعمل أعلى درجات حرارية ممكنة في عملية إنتاج الامونيا صناعيا.

3 - تحتوي ذرة النتروجين على خمسة الكترونات في غلافها الخارجي ولذلك يمكنها أن تكتسب الكترون واحد أو اكتساب ثلاثة الكترونات أو المشاركة في تكوين أو اصر تساهمية قد تكون مفردة أو متعددة.

4 - المركبات المسماة "فوسفات" هي أملاح لحامض الفسفوريك  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

## الزمرة السادسة

### Group VIA



بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على ان :

- ☐ يتعرف على أسماء ورموز عناصر الزمرة السادسة VIA.
- ☐ يفهم الصفات العامة وتدرجها لعناصر الزمرة السادسة VIA.
- ☐ يعبر عن الترتيب الإلكتروني لعناصر الزمرة السادسة.
- ☐ يعرف مناطق وجود الكبريت ويتعرف على صورته في الطبيعة.
- ☐ يتعرف على بعض المركبات المهمة والشائعة للكبريت واستعمالاتها.

## 3-1 مقدمة

تقع عناصر الزمرة السادسة VIA على يمين الجدول الدوري وتضم خمسة عناصر وهي: الأوكسجين (O) والكبريت (S) والسليينيوم (Se) والتيلوريوم (Te) والبولونيوم (Po) ويبين الشكل (8 - 1) موقع هذه الزمرة في الجدول الدوري.



1 IA																				18 VIIIA															
1 H		2 IIA												13 IIIA		14 IVA		15 VA		16 VIA		17 VIIA		2 He											
3 Li		4 Be												5 B		6 C		7 N		8 O		9 F		10 Ne											
11 Na		12 Mg		3 IIIB		4 IVB		5 VB		6 VIB		7 VIIB		8 VIII		9 VIII		10 VIII		11 IB		12 IIB		13 Al		14 Si		15 P		16 S		17 Cl		18 Ar	
19 K		20 Ca		21 Sc		22 Ti		23 V		24 Cr		25 Mn		26 Fe		27 Co		28 Ni		29 Cu		30 Zn		31 Ga		32 Ge		33 As		34 Se		35 Br		36 Kr	
37 Rb		38 Sr		39 Y		40 Zr		41 Nb		42 Mo		43 Tc		44 Ru		45 Rh		46 Pd		47 Ag		48 Cd		49 In		50 Sn		51 Sb		52 Te		53 I		54 Xe	
55 Cs		56 Ba		57 La		58 Hf		59 Ta		60 W		61 Re		62 Os		63 Ir		64 Pt		65 Au		66 Hg		67 Tl		68 Pb		69 Bi		70 Po		71 At		72 Rn	
87 Fr		88 Ra		89 Ac		104 Rf		105 Db		106 Sg		107 Bh		108 Hs		109 Mt		110 Uun		111 Uun		112 Uun													

الشكل (8-1)

موقع عناصر الزمرة VIA في الجدول الدوري،

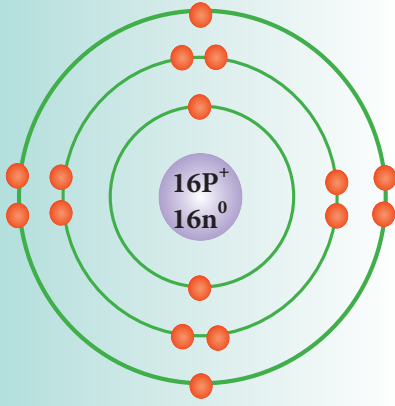
## 8 - 2 الصفات العامة للزمرة السادسة VIA

تتدرج خواص هذه العناصر بازدياد اعدادها الذرية حيث يُعد الاوكسجين والكبريت والسليسيوم من اللافلزات، أما التلوريوم فله صفات أشبه بالفلزات أما البولونيوم فله صفات فلزية. ان جميع الزمرة السادسة VIA تمتلك ست



(أ) بلورة طبيعية للكبريت.  
(ب) السليينيوم.  
(ج) السيلوريوم.

الكثرونات في الغلاف الخارجي والذي يدفعها الى اقتناص الكثرونين من العناصر الاخرى لكي تمتلك ترتيباً الكثرونياً مستقراً مشابهاً لترتيب العناصر النبيلة .



رسم الترتيب الإلكتروني  
لذرة الكبريت.

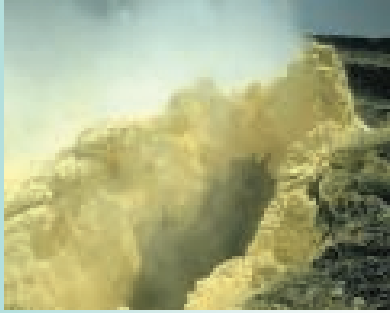
الرمز الكيميائي : S

العدد الذري : 16

عدد الكتلة : 32

#### الترتيب الإلكتروني

عدد الإلكترونات	رقم الغلاف (n)	رمز الغلاف
2	1	K
8	2	L
6	3	M



الكبريت في المناطق  
البركانية.

#### 8 - 3 - 1 وجوده

يوجد الكبريت في الطبيعة بصورة عنصر حر في مناجم خاصة كما هو الحال في مناجم كبريت المشرق في الموصل شمال العراق. كما يوجد الكبريت بكميات كبيرة على شكل مركبات في المناطق البركانية مثل غاز كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  وثنائي أوكسيد الكبريت  $SO_2$  اللذان يتصاعدان ضمن الغازات البركانية الأخرى. ويتواجد الكبريت أيضاً على هيئة كبريتيدات فلزية مثل بايريت الحديد (II) والنحاس (II) ويعرف بالجالكوباييريت  $CuFeS_2$  ، وكذلك على هيئة أملاح الكبريتات مع الفلزات ومن أهمها كبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  وكبريتات الكالسيوم  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  وغيرها.

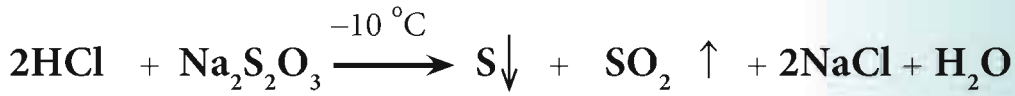
#### 8 - 3 - 2 تحضير الكبريت

##### أ- تحضير الكبريت مختبرياً

يمكن تحضير الكبريت مختبرياً من إضافة حامض الهيدروكلوريك المركز إلى محلول ثايوكبريتات الصوديوم  $Na_2S_2O_3$  بدرجة  $(-10^\circ C)$ . يترسب الكبريت ويجمع بالترشيح حسب معادلة التفاعل الآتية:



بايريت الحديد (II)  
والنحاس (II) ويعرف  
بالجالكوباييريت  $(CuFeS_2)$ .



حامض الهيدروكلوريك  
المركز

ثايو كبريتات  
الصوديوم

كبريت

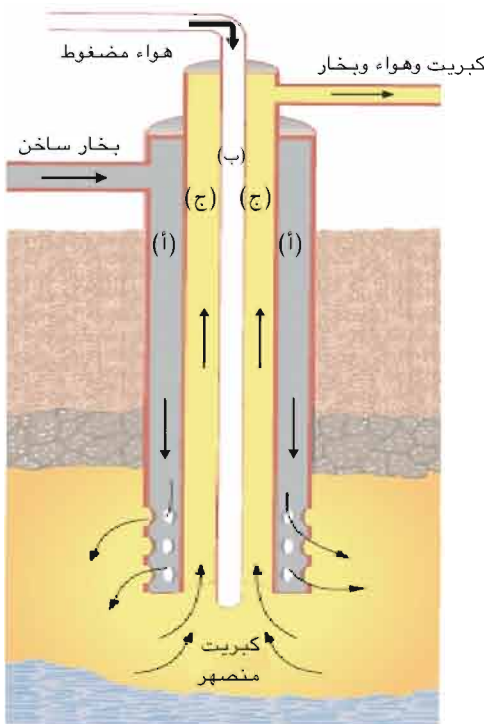
ثنائي اوكسيد  
الكبريت

كلوريد  
الصوديوم

ماء

## ب - استخراج الكبريت

يستخرج الكبريت الموجود حراً على شكل ترسبات تحت سطح الأرض بطريقة فراش (Frasch process) وتمثل هذه الطريقة بصهر الكبريت وهو في باطن الأرض باستخدام معدات خاصة [الشكل (8 - 2)] مكونة من ثلاثة أنابيب داخل بعضها البعض متمحورة مركزياً. يدفع بخار الماء المضغوط والمسخن إلى درجة (170 °C) في الأنبوبة الخارجية (أ) إلى مكان تجمع الكبريت مما يؤدي إلى انصهار الكبريت وهو داخل الأرض والذي سيرفعه الهواء المضغوط الذي يضخ من الأنبوبة الداخلية (ب) إلى أعلى فيخرج الكبريت المنصهر من الأنبوبة (ج) الوسطى مختلطاً ببعض فقاعات الهواء إلى سطح الأرض. وعند السطح يصب الكبريت المنصهر في أحواض كبيرة ويترك لكي يبرد ويتصلب. أن أغلب الكبريت المنتج بهذه الطريقة له درجة نقاوة تتراوح ما بين (99.5 - 99.9 %) ولا يحتاج إلى إعادة تنقية.



الشكل (8 - 2)  
استخراج الكبريت بطريقة  
فراش.



## 8 - 3 - 3 الخواص العامة للكبريت

### 1 - الخواص الفيزيائية

يملك الكبريت الخواص الفيزيائية الآتية:

أ. مادة صلبة في درجات الحرارة الاعتيادية ذات لون أصفر.

ب. عديم الطعم وذو رائحة مميزة.

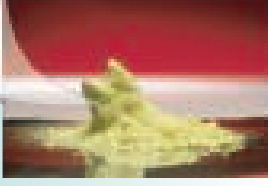
ج. لا يذوب في الماء ولكن يذوب في بعض المذيبات اللاعضوية مثل ثنائي كبريتيد الكربون  $CS_2$  وإذا تم تبخير  $CS_2$  تدريجياً يترسب الكبريت على شكل بلورات ذات تركيب ثماني الشكل ( $S_8$ ) [الشكل (3 - 8)].

د. غير موصل للتيار الكهربائي.

هـ. له صور متعددة في الطبيعة تتباين في صفاتها الفيزيائية. يملك الكبريت وبعض العناصر الأخرى العديد من الصور وهي إشكال مختلفة الخواص الفيزيائية كالشكل واللون تعود للعنصر نفسه. ويمتلك الكبريت صور عديدة يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين هما:

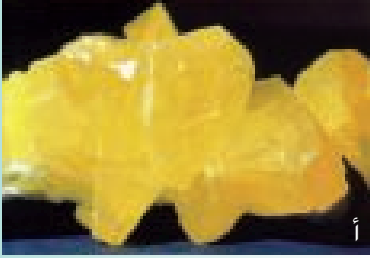
1 - صور الكبريت البلورية وأكثرها شيوعاً هو الكبريت المعيني وهو مادة بلورية صفراء ليمونية اللون وثابتة عند درجة حرارة الغرفة وهو أكثر الصور استقراراً ويوجد على شكل بلورات كبيرة صفراء في المناطق البركانية. وهناك نوع آخر من صور الكبريت البلوري تدعى بالكبريت الموشوري وذلك لأن بلوراته تشبه الموشور.

2 - الكبريت غير البلوري ومن أمثلتها الكبريت المطاطي أو الكبريت اللدن (Plastic). ويمكن تحضيره من تسخين الكبريت إلى ( $1500^{\circ}C$ ) وصب سائل الكبريت في الماء البارد حيث يتكون الكبريت المطاطي [الشكل (4 - 8)] الذي يحتوي على سلاسل حلزونية وهو أقل استقراراً من الكبريت البلوري ويتحول ببطء إلى الصورة البلورية.



الشكل (3 - 8)

عند اذابة الكبريت في مذيب ثنائي كبريتيد الكربون وتبخير المذيب تدريجياً يترسب الكبريت على شكل بلورات ذات تركيب ( $S_8$ ).

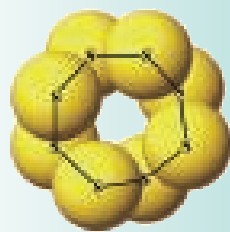


الشكل (4 - 8)

(أ) الكبريت المعيني.  
(ب) الكبريت الموشوري.  
(ج) الكبريت المطاطي.



يملك الكبريت الصيغة ( $S_8$ )، وفي بلورة محورة أخرى نجده بصيغة ( $S_6$ ) والصورة الاولى من أنشط صور الكبريت بسبب التوتر الشديد على حلقة الكبريت الثمانية كما في الشكل (8 - 5).



الشكل (8 - 5)

الشكل الفراغي لجزيء الكبريت  $S_8$ .

## 2- الخواص الكيميائية للكبريت

يكون الكبريت غير فعال في درجات الحرارة الاعتيادية ولكن عند تسخينه يصبح نشطاً ويدخل في كثير من التفاعلات الكيميائية فيتحّد بكل العناصر تقريباً اتحاداً مباشراً عند درجة الحرارة المناسبة وكما يأتي:

أ. التفاعل مع اللافلزات: يحترق الكبريت بسهولة في الهواء بلهب أزرق متحدّاً مع الأوكسجين الجوي مع توليد كمية كبيرة من الحرارة كما في التفاعل الآتي:



يتفاعل الكبريت مع الكربون ليعطي سائل ثنائي كبريتيد الكربون  $CS_2$ :



ب. التفاعل مع الفلزات: يتفاعل الكبريت مع الفلزات كالحديد والنحاس والزنك ليعطي كبريتيداتها:



كبريتيد الحديد (II)

ج. التفاعل مع الحوامض المركزة والمؤكسدة: لا يتأثر الكبريت بالحوامض المخففة في حين يتأكسد بالأحماض المركزة القوية مثل حامض الكبريتيك الساخن محرراً أكاسيد لافلزية:



مركز ساخن

ومع حامض النتريك المركز الساخن محرراً أوكسيد اللافلز  $NO_2$ :



### تمرين (8 - 1)

اكتب معادلات موزونة لتفاعلات الكبريت مع كل من النحاس والخرصين.

## 8 - 3 - 4 استعمالات الكبريت

للكبريت استخدامات عديدة في المجالات الصناعية والزراعية فهو يدخل في صناعة الثقاب والبارود الأسود والألعاب النارية لسهولة اشتعاله. كما يستخدم في الزراعة لمعادلة قلوية التربة و بعض أنواع الأسمدة وفي مبيدات الفطريات والحشرات. أما أهم استخدامات الكبريت هو استخدامه بكميات كبيرة في تحضير حامض الكبريتيك، والذي يُعد أهم مادة كيميائية تجارية في العالم. ويستخدم في إنتاج الأصباغ والدهانات (الطلاء)، والورق والمنسوجات وعدد من المنتجات الكيميائية الصناعية. كما يُستخدم أيضاً في تعدين الفلزات وفي تصفية النفط. أما المنتجات الأخرى المحتوية على الكبريت، فتشمل المطاط، والشامبو وبطاريات السيارات (المراكم) وفي أملاح المواد الكيميائية المستخدمة في أفلام التصوير. كما يدخل الكبريت ومركباته في صناعة الأدوية كواحد من المكونات، حيث يستخدم لعلاج بعض الأمراض الجلدية كما يستخدم زهر الكبريت في علاج اضطرابات الهضم.

## 8 - 3 - 5 بعض مركبات الكبريت

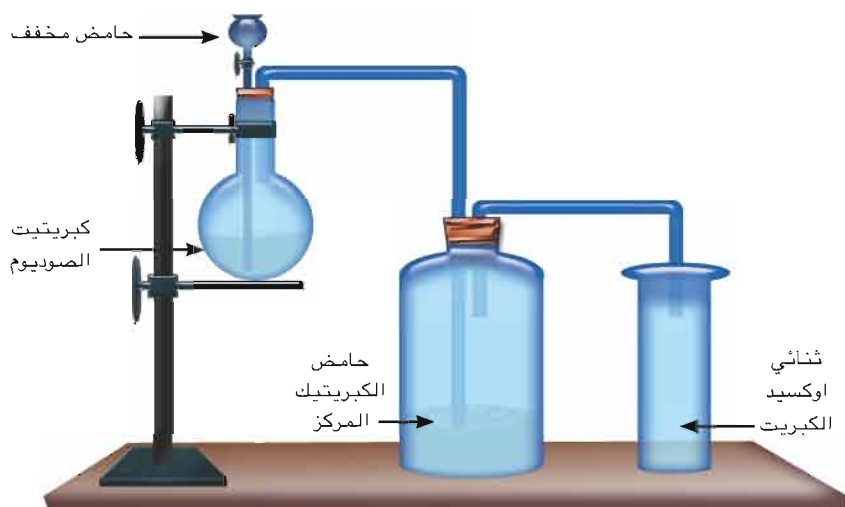
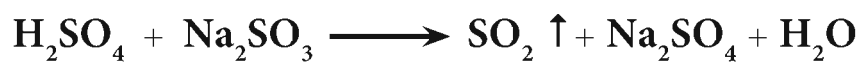
### أ - غاز ثنائي أوكسيد الكبريت

يتولد غاز ثنائي أوكسيد الكبريت  $SO_2$  بشكل رئيسي من احتراق الكبريت بوجود الأوكسجين. يتصاعد هذا الغاز بكميات كبيرة في الطبيعة من جراء النشاطات البركانية، ويتولد كذلك من بعض العمليات الصناعية أثناء تعدين بعض العناصر واستخلاصها وكذلك نتيجة لحرق المشتقات النفطية أو الفحم الحجري.

يحضر غاز ثنائي أوكسيد الكبريت مختبرياً من اضافة حامض الكبريتيك المخفف الى كبريتيت الصوديوم  $Na_2SO_3$ ، [الشكل (6 - 8)] ولكونه اثقل من الهواء يمكن ان يجمع عن طريق ازاحة الهواء الى الاعلى، كما في المعادلة الاتية:



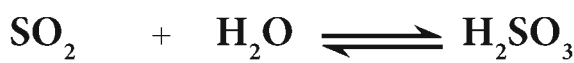
تولد غاز ثنائي اوكسيد الكبريت من احتراق الكبريت بوجود الاوكسجين.



الشكل (8 - 6)

جهاز مختبري لتحضير غاز ثنائي اوكسيد الكبريت من تفاعل الحوامض المخففة مع كبريتيت الصوديوم.

ان غاز ثنائي اوكسيد الكبريت غاز عديم اللون ذا رائحة نفاذة قوية، أثقل من الهواء ويزوب قليلاً في الماء مولداً محلولاً لحامض الكبريتوز الضعيف:



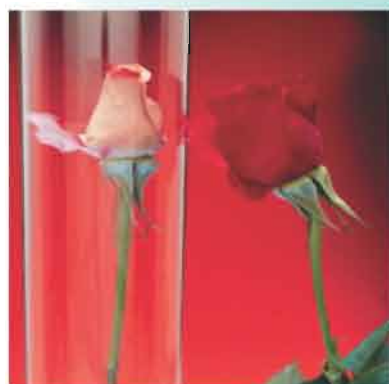
حاميض الكبريتوز      ثنائي اوكسيد الكبريت      ماء

لذلك السبب عندما نضع ورقة زهرة الشمس الزرقاء المبللة بالماء في قناني جمع الغاز المستعملة في طريقة التحضير المختبري لغاز ثنائي أوكسيد الكبريت نلاحظ تحول لونها إلى اللون الأحمر نتيجة تأثير حامض الكبريتوز المتولد كما في المعادلة اعلاه.

يحضر غاز ثنائي أوكسيد الكبريت صناعياً بكميات كبيرة من حرق الكبريت في الهواء عن طريق ضخ الكبريت المصهور في أبراج حرق خاصة. أن الغاز الناتج بهذه الطريقة يحتوي على نسبة من الشوائب مما يستوجب تنقيته:



يستعمل غاز ثنائي أوكسيد الكبريت صناعياً في قصر ألوان المواد العضوية كالورق والقش والحرير الصناعي والأصواف والتي تتأثر عند قصرها بغاز الكلور



الشكل (8 - 7)

يستعمل غاز ثنائي أوكسيد الكبريت  $\text{SO}_2$  صناعياً في قصر ألوان المواد العضوية كالورق والقش والحرير الصناعي والأصواف والتي تتأثر عند قصرها بغاز الكلور. فالوردة التي إلى اليسار موضوعة في جو من غاز ثنائي اوكسيد الكبريت.



الشكل (8 - 8)

يحترق الكبريت بسهولة بوجود مصدر للاشعال في الهواء بلهب أزرق متحداً مع الأوكسجين الجوي. ويشتعّل تلقائياً بدرجة (400 °C) وينتج في الحالتين غاز ثنائي أوكسيد الكبريت ذو الرائحة النفاذة.

[الشكل (8 - 7)]. أن أغلب المواد المقصورة بهذا الغاز تسترجع ألوانها عند تعرضها إلى الهواء. ويمكن استخدام هذا الغاز لأغراض التعقيم عن طريق حرق كميات من الكبريت داخل الأماكن المراد تعقيمها، ويستعمل كذلك في صناعة حفظ الأغذية.

ويمكن أن يشتعل الكبريت تلقائياً بدرجة (400 °C) بوجود الأوكسجين وينتج عنه غاز ثنائي أوكسيد الكبريت ذو الرائحة النفاذة [الشكل (8 - 8)] وهو غاز ضار جداً وكثرة انطلاقه في الهواء نتيجة حرق الفحم الحجري أو الأنشطة الصناعية الأخرى يكون له آثار صحية سيئة جداً على الإنسان والحيوان والنبات كما أنه من أكثر مسببات الأمطار الحامضية.

## ب - غاز كبريتيد الهيدروجين $H_2S$

غاز كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  هو غاز عديم اللون ذو رائحة كريهة نفاذة كرائحة البيض الفاسد و يتكون في الطبيعة بثلاث طرائق هي: تحلل المواد العضوية او من المياه الجوفية المحتوية على المواد الكبريتية كما في العيون الكبريتية في حمام العليل في محافظة نينوى او من النشاط الحيوي للبكتريا التي تستخدم الحديد والمنغنيز كجزء من غذائها.

يوجد غاز كبريتيد الهيدروجين في الغازات النفطية والطبيعية، ويحتوي الغاز الطبيعي على 28% منه لذا فقد يتسبب في تلوث الهواء في المناطق التي يوجد بها إنتاج للغاز الطبيعي وكذلك في مناطق مصافي النفط من الممكن أن ينبعث الغاز من خلال الصناعات التي تتركز على مركبات الكبريت.

يحضر غاز كبريتيد الهيدروجين في المختبر بالجهاز نفسه الذي استخدم في تحضير  $SO_2$  [الشكل (8 - 6)] من تفاعل الحوامض المخففة مثل حامض الكبريتيك مع كبريتيدات الفلزات مثل كبريتيد الحديد (II) وفق المعادلة الآتية:

### هل تعلم

ان غاز كبريتيد الهيدروجين سام جداً وهو أكثر خطورة من غاز احادي اوكسيد الكربون.

### تمرين (8 - 2)

اكتب معادلة موزونة لتفاعل كبريتيد الهيدروجين مع كبريتات الخارصين ليكون راسب ابيض من كبريتيد الخارصين.



كبريتات الحديدوز كبريتيد الهيدروجين حامض الكبريتيك كبريتيد الحديد (II)

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين في محاليل الأيونات

الفلزية مثل محلول كبريتات النحاس، نلاحظ تكوين راسب

أسود هو كبريتيد النحاس وفق المعادلة الآتية:



كبريتيد النحاس حامض الكبريتيك كبريتات النحاس كبريتيد الهيدروجين

### ج- حامض الكبريتيك $\text{H}_2\text{SO}_4$

يعد حامض الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ، من أوائل الحوامض

التي تم التعرف عليها، حيث عرفه العرب منذ القرن الثامن

الميلادي، وعرفته أوروبا في القرنين الرابع والخامس عشر.

أطلق عليه جابر بن حيان اسم زيت الزاج بسبب تحضيره

من تسخين وتقطير الزاج الأخضر (كبريتات الحديد (II)

المائية) وأملاح الكبريتات الأخرى. أن حامض الكبريتيك هو

سائل عديم اللون زيتي القوام ذي كثافة عالية لا رائحة له

عندما يكون نقياً وهو حامض معدني قوي يذوب في الماء

بجميع التراكيز ومحاليله موصلة للتيار الكهربائي.

### 1 - تحضير حامض الكبريتيك صناعياً:

يحضر حامض الكبريتيك بطريقة التلامس والتي يمكن

تلخيصها بتفاعل الكبريت مع الأوكسجين لتكوين ثنائي



وعند ادخال غاز ثنائي أوكسيد الكبريت الى برج التلامس الذي يحتوي على

عامل مساعد خامس أوكسيد الفناديوم ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) للحصول على ثلاثي

أوكسيد الكبريت وفقاً للتفاعل الآتي،



ثلاثي أوكسيد الكبريت      هواء      ثنائي أوكسيد الكبريت

ثم يضاف حامض الكبريتيك المركز فيتكون  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  الداخن ثم يتم

بعدها إضافة الماء فيتكون حامض الكبريتيك المركز وفقاً للمعادلات الآتية:



حامض الكبريتيك الداخن





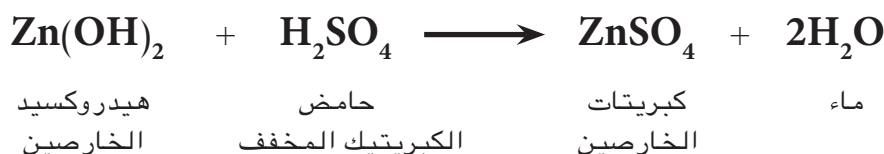
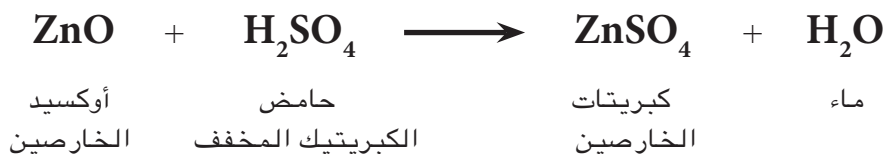
## 2 - استعمالات حامض الكبريتيك

ينتج حامض الكبريتيك سنوياً بكميات كبيرة تفوق أي مادة كيميائية أخرى. ويستعمل الحامض لأغراض متعددة أهمها:

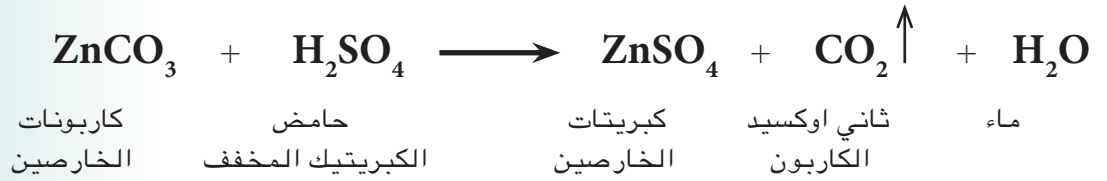
- 1 - في تحضير الحوامض الأخرى، كحامض النتريك والهيدروكلوريك بسبب درجة غليانه العالية.
- 2 - في تجفيف المواد، لاسيما الغازات التي لا تتفاعل معه بسبب ميله الشديد للاتحاد بالماء.
- 3 - في تنقية البترول، وإزالة الشوائب عنه.
- 4 - في صناعة المتفجرات كنترات الكليسيرين و نترات السيليلوز.
- 5 - في إذابة الصداً الذي يكسو الأدوات الحديدية قبل طلاؤها بالخرصين.
- 6 - في صناعة البطاريات، (بطاريات الخزن الرصاصية)، وفي الطلاء الكهربائي بسبب نقل محاليله للتيار الكهربائي.
- 7 - في صناعة الأسمدة الكيميائية مثل كبريتات الأمونيوم والأسمدة الفوسفاتية.

## 8 - 4 الكبريتات

هي أملاح حامض الكبريتيك الناتجة من تفاعله مع الفلزات أو أكاسيدها أو هيدروكسيدات أو كاربوناتاها حيث تتكون أملاح الكبريتات الفلزية كما في حالة فلز الخارصين وأوكسيد الخارصين وهيدروكسيد الخارصين و كاربونات الخارصين وكما مبين في المعادلات الآتية:



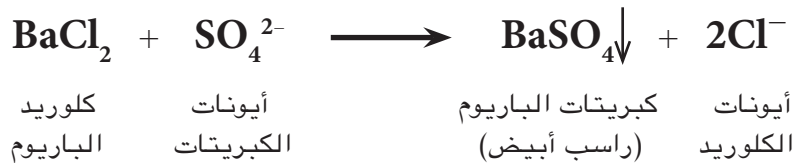




وتتوفر العديد من أملاح الكبريتات المائية في الطبيعة في مناجم ملحية مثل كبريتات الصوديوم المائية  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  أو ترسبات مثل كبريتات الكالسيوم المائية  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  والمعروف محلياً بأسم البورك والذي يجفف بدرجة حرارة مناسبة إلى  $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ويستعمل في البناء وفي النقوش المعمارية وفي صناعة التماثيل وفي تجبير العظام. وتستعمل كبريتات المغنيسيوم المائية  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  في صناعة الأنسجة القطنية في حين تستعمل كبريتات الأمونيوم  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  كسماد نetroجيني.

## 8 - 4 - 1 الكشف عن أيون الكبريتات

ويمكن الكشف عن أيونات الكبريتات في محاليلها المائية بإضافة محلول يحتوي على أيونات الباريوم مثل كلوريد الباريوم إليها حيث سيتكون راسب من كبريتات الباريوم البيضاء:



## أسئلة الفصل الثامن

- 1.8 تتدرج الخواص الفيزيائية لعناصر الزمرة السادسة VIA من الأوكسجين إلى البولونيوم، أذكر هذه الصفات.
- 2.8 ما الصفة الالكترونية المشتركة لعناصر الزمرة السادسة VIA ؟
- 3.8 اختر الجواب المناسب الذي يكمل العبارات الآتية:
- أ. يوجد عنصر الكبريت في الطبيعة بصورة:
- 1 - حرة فقط.
  - 2 - مركبات فقط.
  - 3 - حرة ومركبات.
- ب. توجد بعض العناصر مثل الكبريت، الفوسفور، والكربون في الحالة الصلبة بأشكال مختلفة تمتاز فيما بينها في بعض الخواص الفيزيائية تدعى:
- 1 - صور العنصر
  - 2 - أشكال العنصر
  - 3 - أنواع العنصر
- ج. من بين الجزيئات الصلبة الآتية في الحالة الحرة جزيء واحد يحتوي على ثمان ذرات هو جزيء:
- 1 - الكربون
  - 2 - اليود
  - 3 - الكبريت
  - 4 - الفوسفور الأبيض
- 4.8 بين ماذا يحدث عند تمرير غاز كبريتيد الهيدروجين في محاليل كبريتات الخارصين، خلات الرصاص، و كبريتات النحاس ؟ وضح ذلك مستعيناً بالمعادلات.
- 5.8 يستخرج الكبريت الحر الموجود تحت الأرض كما في حقول المشرق بطريقة فراش التي تتضمن مد ثلاث أنابيب متحدة المركز إلى أعماق مختلفة من باطن الأرض حيث يضخ الماء بدرجة (170 °C):
- أ. بين كيف يمكن الحصول على الماء الساخن بدرجة (170 °C) مع العلم أن درجة غليان الماء هي (100 °C) ؟
- ب. ما الذي يمرر في الأنبوبة الخارجية (أ) ؟
- ج. ما دور الأنبوبة (ب) في هذه العملية ؟
- 6.8 كيف تفصل خليطاً ناعماً جداً من ملح الطعام والطباشير والكبريت، صف طريقة عملية لفصل هذه المواد للحصول عليها بشكل نقي وجاف.
- 7.8 اكتب معادلات كيميائية موزونة لتفاعل الكبريت المباشر مع الفلزات واللافلزات.
- 8.8 أشرح باختصار طريقة التلامس لتصنيع حامض الكبريتيك تجارياً مع المعادلات اللازمة.
- 9.8 أكمل ووازن التفاعلات التالية مع ذكر أسماء المواد المتفاعلة والنواتجة:
- a)  $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
- b)  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
- c)  $\text{BaCl}_2 + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow$

## الزمرة السابعة

## Group VIIA

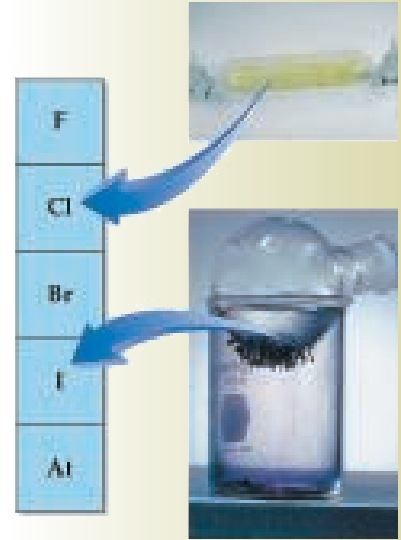


بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على ان :

- ☐ يحدد موقع الزمرة السابعة VIIA في الجدول الدوري.
- ☐ يعرف رموز واسماء عناصر هذه الزمرة.
- ☐ يدرك الصفات العامة للزمرة السابعة.
- ☐ يدرك اهمية الكلور وبعض مركباته.
- ☐ يستدل او يكشف عن الكلوريدات وغاز كلوريد الهيدروجين.

## 9 - 1 عناصر الزمرة السابعة

عناصر هذه الزمرة هي الفلور (F) والكلور (Cl) والبروم (Br) واليود (I) والأتاتين (At) وتسمى عناصر الزمرة بالهالوجينات وتتميز بصفات لافلززية عالية، وهي شديدة الفعالية لذا لا توجد حرة في الطبيعة بل متحدة مع غيرها من العناصر. تتشابه عناصر هذه الزمرة في كثير من خواصها الفيزيائية أو الكيميائية مع وجود تدرج واضح في هذه الخواص إضافة الى ذلك يوجد بينها بعض الاختلاف في خواص أخرى.



ويبين الشكل (9 - 1) موقع هذه الزمرة في الجدول الدوري.

الهالوجينات.

1 IA	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1 H												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg						
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub						

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

## 9 - 2 الصفات العامة للزمرة السابعة (الهالوجينات)

أ - تحتوي جميع عناصر هذه الزمرة على سبعة إلكترونات في غلافها الخارجي وتميل في تفاعلاتها الى اكتساب الكترون واحد لاشباع غلافها الخارجي. وتتدرج قابليتها على اكتساب الإلكترون من الفلور الى اليود.

ب - توجد الهالوجينات في درجة الحرارة الاعتيادية في

الشكل (9 - 1)  
موقع الزمرة VIIA في  
الجدول الدوري.



الشكل (2 - 9)  
الكلور غاز والبروم سائل  
والiod صلب..

حالات فيزيائية مختلفة فالفلور ( $F_2$ ) والكلور ( $Cl_2$ ) غازات اما البروم ( $Br_2$ ) فهو سائل واليود ( $I_2$ ) صلب. [الشكل (2 - 9)].

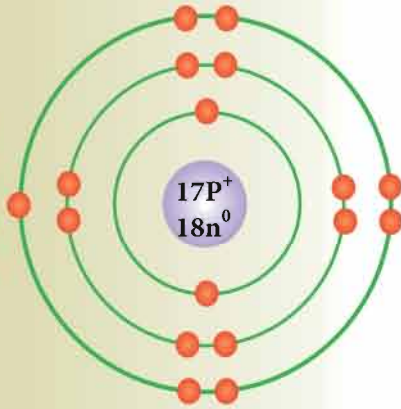
ج - الهالوجينات مواد ملونة لانها تمتص جزء من الاشعة المرئية التي تسقط عليها.  
د - تزداد درجة انصهار وغليان الهالوجينات مع ازدياد العدد الذري.

### 9 - 3 غاز الكلور Chlorine

رمز العنصر: Cl

العدد الذري: 17

عدد الكتلة: 35



رسم الترتيب الالكتروني  
لذرة الكلور.

تم التعرف على غاز الكلور لأول مرة في عام (1774م) من قبل العالم شل (Scheel) من تفاعل ثنائي اوكسيد المنغنيز ( $MnO_2$ ) مع حامض الهيدروكلوريك المركز.

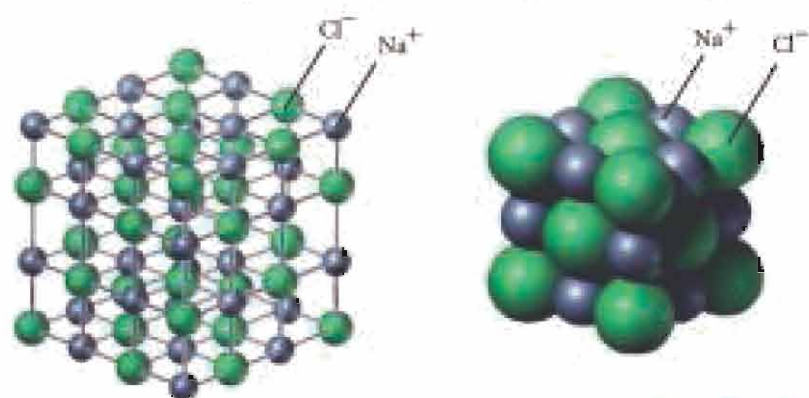
الترتيب الالكتروني:

عدد الالكترونات	رقم الغلاف (n)	رمز الغلاف
2	1	K
8	2	L
7	3	M

يتبين من الترتيب الالكتروني لذرة الكلور انها تميل لاكتساب الكترون واحد لملئ غلافها الخارجي (الغلاف الثالث) لذلك يكون الكلور في معظم مركباته احادي التكافؤ والعدد التأكسدي له (-1) لانه يميل لاكتساب الكترون واحد لتكوين ايون الكلوريد السالب ( $Cl^-$ ).

### 9 - 3 - 1 وجود الكلور

لا يوجد الكلور حراً في الطبيعة لفعاليته الكيميائية العالية ولاتحاده بسهولة مع غيره من العناصر وتكوينه مركبات الكلور الواسعة الانتشار في الطبيعة وأهمها كلوريد الصوديوم NaCl (ملح الطعام) الذي يعد أكثر الأملاح انتشاراً في الطبيعة فهو يوجد في ماء البحر كما يوجد في الترسبات الملحية تحت سطح الأرض والشكل (9 - 3) يوضح الشبكة البلورية لجزيئة كلوريد الصوديوم (NaCl).

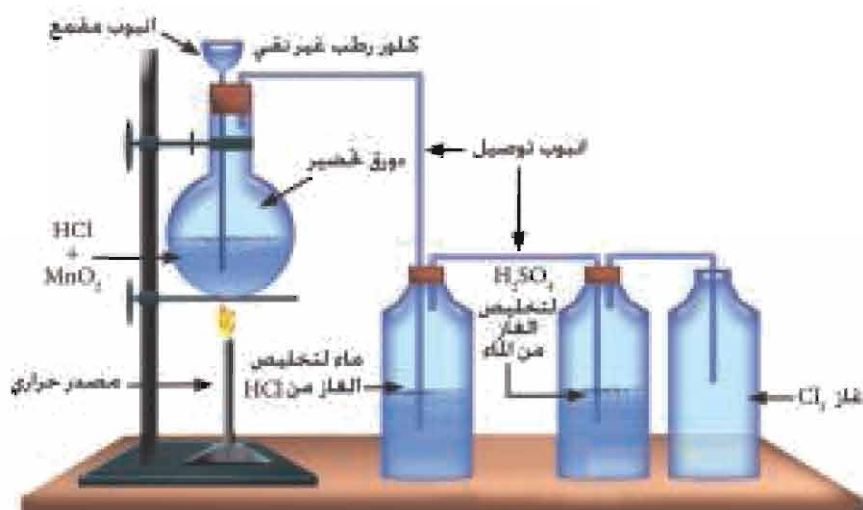


الشكل (9 - 3)  
الشبكة البلورية لكلوريد  
الصوديوم.

### 9 - 3 - 2 تحضير غاز الكلور

#### 1- تحضير الغاز مختبرياً

يحضر غاز الكلور في المختبر كما في الشكل (9 - 4) من أكسدة حامض الهيدروكلوريك المركز بواسطة ثنائي أكسيد المنغنيز وحسب المعادلة الآتية:

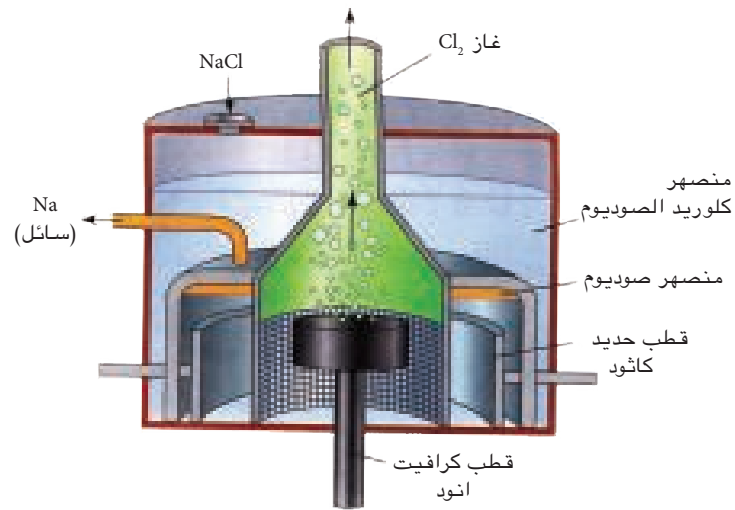


الشكل (9 - 4)  
جهاز تحضير الكلور  
مختبرياً.

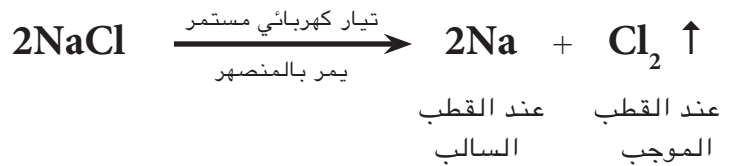
ويخلص الغاز الناتج من غاز HCl والماء (الرطوبة) بامراره على قناني حاوية على الماء وحامض الكبريتيك على التوالي. حيث يلاحظ ان ثنائي اوكسيد المنغنيز في هذه التجربة لا يسلك سلوك عامل مساعد وانما يُستهلك بعد انتهاء التفاعل فهو يسلك كعامل مؤكسد

### ب - تحضير الغاز صناعياً

يحضر غاز الكلور صناعياً بالتحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم في الماء او لمنصهر كلوريد الصوديوم في خلية التحليل الكهربائي كما في الشكل (9 - 5).



الشكل (9 - 5)  
جهاز التحليل الكهربائي  
لمنصهر NaCl.



### 9 - 3 - 3 خواص غاز الكلور

- 1 - لونه اخضر مصفر.
- 2 - يتم جمع الغاز بازاحة الهواء إلى الأعلى مما يدل على أن غاز الكلور أثقل من الهواء.
- 3 - غاز قليل الذوبان في الماء بدرجة الحرارة الاعتيادية.
- 4 - يمتاز غاز الكلور برائحته الخانقة فهو يهاجم الانسجة المخاطية للأنف والبلعوم وعند استنشاقه بكمية كبيرة يتلف الرئتين ويؤدي الى الموت.
- 5 - يتفاعل غاز الكلور بشدة مع الفلزات الفعالة مثل



الصوديوم المسخن مكوناً كلوريد الصوديوم NaCl الذي هو مركب أيوني:



6- يتفاعل غاز الكلور بشدة مع اللافلزات مثل الفسفور مكوناً كلوريدات الفسفور التي هي مركبات تساهمية.



ثلاثي كلوريد الفسفور



خماسي كلوريد الفسفور

7- يتحد غاز الكلور مع غاز الهيدروجين مكوناً غاز كلوريد الهيدروجين كما في المعادلة الآتية:



غاز كلوريد الهيدروجين      غاز الكلور      غاز الهيدروجين

### 9 - 3 - 4 استعمالات غاز الكلور

يستفاد من غاز الكلور في مجالات كثيرة منها:

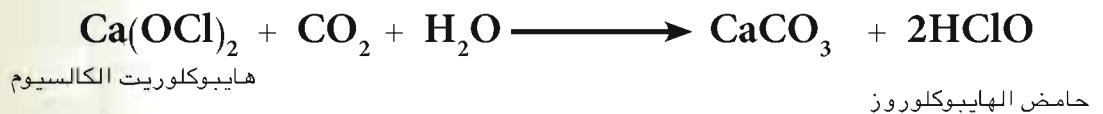
- 1- تستعمل في تعقيم مياه الشرب واحواض السباحة.
- 2- تستخدم بعض مركبات الكلور في تحضير بعض العقاقير الطبية.
- 3- يدخل الكلور في تركيب كثير من المذيبات العضوية الصناعية مثل الكلوروفورم  $\text{CHCl}_3$  وثنائي كلوريد الميثيل  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ورباعي كلوريد الكربون  $\text{CCl}_4$ .
- 4- يستعمل الكلور في قصر اللون الانسجة النباتية حيث يعمل كقاصر ومعقم. يتفاعل الكلور مع الماء عند ذوبانه فيه ببطيء في درجات الحرارة الاعتيادية وبسرعة في ضوء الشمس. فهو يتحد مع الماء محرراً الاوكسجين في حالته الذرية ويسمى بالاوكسجين الذري الذي يمتاز بانه فعال جداً حيث يقوم بإزالة الالوان النباتية (قصرها) وقتل الجراثيم للتعقيم. وحسب المعادلة الآتية:



ماء      كلور      محلول كلوريد الهيدروجين      اوكسجين في حالته الذرية

5 - يستعمل الكلور في قصر الوان الملابس القطنية بصورة خاصة ولا يُستعمل في قصر الصوف والحرير الطبيعي لانه يتلفها. ضع زهرة ملونة او ورقة نباتية في قنينة فيها غاز الكلور الجاف فلا نلاحظ تاثيراً ظاهراً. والآن بلل الزهرة او الورقة النباتية وادخلها في قنينة الغاز واتركها مدة تشاهد زوال اللون مما يدل على ان غاز الكلور يقصر الالوان النباتية وان للماء اهمية كثيرة في عملية القصر حيث يتكون الاوكسجين الذري الذي يقوم بعملية قصر الالوان كما اشرنا اعلاه.

6 - عند امرار غاز الكلور في هيدروكسيد الكالسيوم الجاف  $\text{Ca(OH)}_2$  يتكون مسحوق أبيض من هايبوكلوريت الكالسيوم  $\text{Ca(OCl)}_2$  وهو المادة الفعالة للمسحوق القاصر والذي يستعمل في قصر الالوان والتعقيم وذلك عند تفاعله مع الماء بوجود غاز ثنائي اوكسيد الكربون، يكون حامض الهايبوكلوروز  $\text{HClO}$  الذي يتفكك مولداً الاوكسجين الذري الذي يقوم بعملية القصر كما في المعادلات الاتية:



اوكسجين ذري

### 9 - 4 غاز كلوريد الهيدروجين $\text{HCl}$

لا يوجد غاز كلوريد الهيدروجين حراً في الطبيعة ولكنه يوجد في العصارات المعدية بشكل محلول لحامض الهيدروكلوريك الذي يساعد على هضم البروتينات.

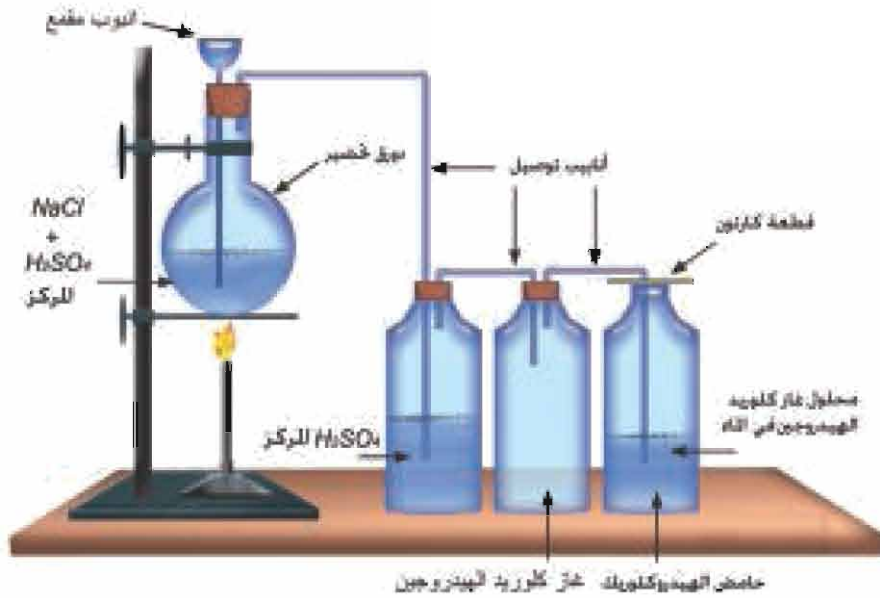
### 9 - 4 - 1 تحضير غاز $\text{HCl}$ في المختبر

يحضر الغاز في المختبر من تفاعل حامض الكبريتيك المركز مع كلوريد الصوديوم كما في الشكل (9 - 6) وحسب

## معادلة التفاعل الآتية:



غاز كلوريد الهيدروجين      كبريتات الصوديوم      حامض الكبريتيك المركز      كلوريد الصوديوم



نضع كمية مناسبة (10g) تقريباً من كلوريد الصوديوم النقي في ورق زجاجي ذو سداد يخترقه أنبوبان الأول يمتد إلى قعر الدورق والثاني أنبوب توصيل يمتد إلى قنينة زجاجية تحتوي على حامض الكبريتيك المركز بحيث تنغمر نهاية الأنبوب في الحامض، ومن هذه القنينة يخرج أنبوب توصيل آخر يمتد إلى قنينة جمع الغاز الجاف. يسكب في الأنبوب المقمع حامض الكبريتيك المركز بحيث يغطي الملح. يسخن الدورق بهدوء نلاحظ حدوث تفاعل مصحوب بانبعاث غاز كلوريد الهيدروجين. نجمع عدة قناني من الغاز ونفلق فوهاتنا بأغطية زجاجية ونحتفظ بها لدراسة خواص الغاز.

### 9 - 4 - 2 خواص كلوريد الهيدروجين

نأخذ إحدى القناني المملوءة بالغاز والتي تم جمعها عند تحضيره. ومن أهم خواصه :

الشكل (9 - 6)  
جهاز مختبري لتحضير غاز  
كلوريد الهيدروجين.

1 - غاز عديم اللون ويمتاز برائحة خانقة نفاذة.

2 - أثقل من الهواء يجمع بازاحة الهواء الى الاعلى.

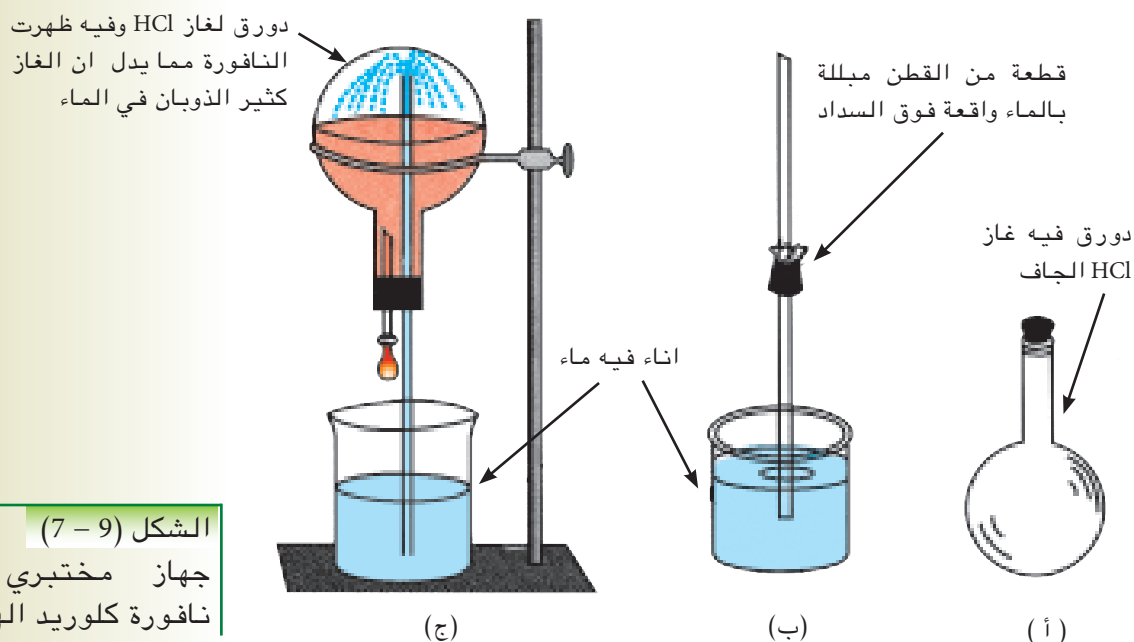
3 - المحلول المائي لغاز كلوريد الهيدروجين حامضي التأثير على الدلائل ويسمى حامض الهيدروكلوريك، حيث يغير لون ورقة زهرة الشمس الزرقاء الى اللون الاحمر.

4 - كثير الذوبان في الماء وللتأكد من هذه الخاصية تجرى التجربة الاتية:

الحوامض تغير لون ورقة زهرة الشمس الزرقاء الى حمراء.

نغلق فوهة احد قناني الغاز بسداد مطاطي ذي ثقبين الثقب الاول تخترقه قطارة يحتوي على ماء ويخترق الثقب الثاني انبوب زجاجي مستدق النهاية يمتد الى قعر قنينة الغاز تقريباً. ندخل نهاية الانبوب الخارجية في حوض ماء يحتوي على القليل من دليل المثيل البرتقالي ثم نضغط على بصلة القطارة ونلاحظ تدفق الماء بقوة داخل القنينة عن طريق الانبوب الزجاجي الممتد الى قعر الكأس بشكل نافورة ملونة بلون احمر نتيجة لذوبان الغاز في قطرات الماء المحتجزة في القطارة وبذلك يتخلخل الضغط في قنينة الغاز مما يدل على انه كثير الذوبان في الماء. كما في الشكل (7 - 9) الذي يبين نافورة غاز كلوريد الهيدروجين.

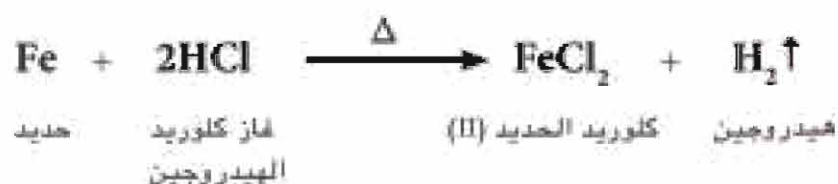
(ولا تتم هذه التجربة في الجو الرطب).



الشكل (7 - 9)

جهاز مختبري لتحضير نافورة كلوريد الهيدروجين.

5 - يتفاعل غاز كلوريد الهيدروجين مع برادة الحديد مكوناً كلوريد الحديد (II) ومحرراً غاز الهيدروجين حسب التفاعل الآتي:



6 - غاز لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال،

### 9 - 4 - 3 الكشف عن غاز كلوريد الهيدروجين

يغمر ساق زجاجي في محلول الأمونيا ثم نخرجه ونقربه من فوهة قنينة فيها غاز كلوريد الهيدروجين نلاحظ تكون مادة ضبابية بيضاء من كلوريد الأمونيوم ناتجة من اتحاد غاز كلوريد الهيدروجين مع غاز الأمونيا المتبعث من محلول الأمونيا كما في الشكل (9 - 8).



الشكل (9 - 8)  
الكشف عن غاز كلوريد  
الهيدروجين.

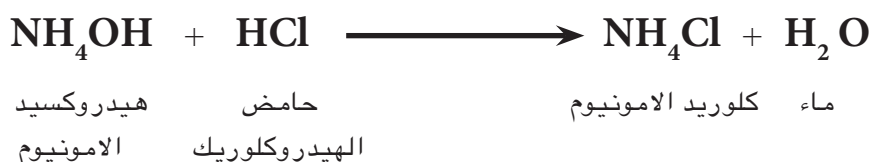


غاز الأمونيا      غاز كلوريد الهيدروجين      كلوريد الأمونيوم  
مادة ضبابية بيضاء

ويعد هذا التفاعل طريقة للكشف عن وجود غاز كلوريد الهيدروجين وأيضاً يمكن استخدامه للكشف عن غاز الأمونيا في الوقت نفسه.

ومن الجدير بالذكر أن اذابة غاز كلوريد الهيدروجين في الماء ينتج محلولاً يسمى حامض الهيدروكلوريك الذي يمكن الكشف عنه بإضافة نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  حيث يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة وكما سيأتي في كشف الكلوريدات.

وهي املاح لحمض الهيدروكلوريك وتنشأ من احلال فلز او جذر كالامونيوم مثلاً محل هيدروجين الحامض كما في المعادلات الآتية:

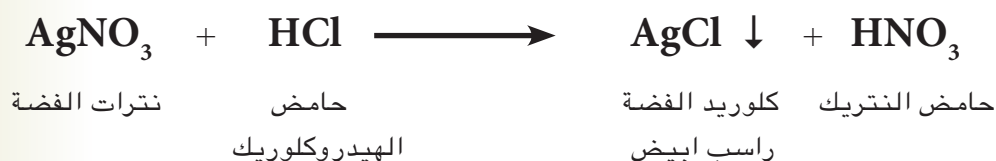


يمكن الحصول على الكلوريدات ايضاً من الاتحاد المباشر بين غاز الكلور والفلزات كما في كلوريد الصوديوم NaCl وكلوريد البوتاسيوم KCl .

ان جميع الكلوريدات قابلة للذوبان في الماء عدا كلوريد الفضة AgCl وكلوريد الزئبق (II) HgCl<sub>2</sub> أما كلوريد الرصاص PbCl<sub>2</sub> فيذوب في الماء الحار ولا يذوب في الماء البارد.

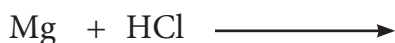
### الكشف (الاستدلال) عن الكلوريدات

يستفاد من عدم ذوبان كلوريد الفضة في الماء كوسيلة للكشف (الاستدلال) عن الكلوريدات وذلك باضافة محلول نترات الفضة الى محاليتها الرائقة مثل محلول NaCl ومحلول حامض الهيدروكلوريك حيث يتكون راسب ابيض من كلوريد الفضة القابل للذوبان بسهولة في محلول الامونيا كما في المعادلات التالية على التوالي:





## أسئلة الفصل التاسع



6.9 علل ما يأتي:

1 - يكون الكلور في مركباته على العموم احادي التكافؤ كما في (NaCl).

2 - غاز الكلور لا يقصر الالوان النباتية الا بوجود الماء

3 - تتكون مادة ضبابية عند تقريب محلول الامونيا (هيدروكسيد الامونيوم) من قنينة حامض الهيدروكلوريك المركز.

7.9 كيف تستدل او تكشف عن وجود ما يأتي:

1 - حامض الهيدروكلوريك.

2 - غاز كلوريد الهيدروجين.

8.9 ماذا نقصد بالكلوريدات ؟ بين بمعادلات كيميائية كيفية الحصول على (كلوريد المغنيسيوم وكلوريد الامونيوم)

9.9 وضح اهم استعمالات غاز الكلور.

10.9 بين مع الرسم جهاز تحضير غاز الكلور مختبريا مع ذكر اهم خواص هذا الغاز.

11.9 اكمل الفراغات الاتية بما يناسبها:

1- يحضر غاز كلوريد الهيدروجين مختبريا

من تفاعل ..... مع .....

كما في المعادلة .....

2 - ومن اهم خواص هذا الغاز الفيزيائية

..... و ..... و .....

1.9 كم عدد الالكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي لذرات عناصر الزمرة السابعة VIIA (الهالوجينات).

2.9 هل تميل عناصر الزمرة السابعة الى اكتساب اوفقدان الالكترونات لاشباع غلافها الخارجي ولماذا ؟

3.9 ما اهم تفاعلات غاز الكلور ؟

4.9 اختر الاجابة الصحيحة لما يناسب كل عبارة مما يأتي:

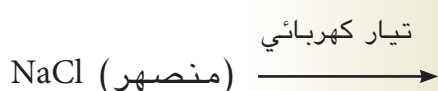
1 - ان اهم مركب مرتبط بحياة الانسان وواسع الانتشار في الطبيعة هو (كلوريد الكالسيوم، كلوريد الصوديوم، كلوريد المغنيسيوم، كلوريد البوتاسيوم)

2 - لغاز الكلور لون يميزه عن كثير من الغازات هو اللون (الاحمر ، الاخضر ، الاصفر ، الاخضر المصفر)

3 - تميل ذرة الكلور عند اتحادها بذرة الصوديوم لاكتساب عدد من الالكترونات يساوي ( 1 ، 2 ، 3 ، 4 )

4 - غاز واحد من الغازات الاتية له القابلية على قصر الالوان النباتية هو (الهيدروجين ، الامونيا ، النتروجين ، الكلور)

5.9 اكمل ووازن معادلات التفاعلات الاتية:





## أسئلة الفصل التاسع

- 3 - إذا كان عدد الكتلة لذرة الكلور 35 والعدد الذري 17 فإن عدد الالكترونات يساوي ..... وعدد البروتونات يساوي ..... وعدد النيوترونات يساوي .....
- 4 - تسمى املاح حامض الهيدروكلوريك بـ .....
- 5 - يتفاعل حامض الهيدروكلوريك مع كاربونات الكالسيوم وتكون نتيجة هذا التفاعل المواد الاتية ..... و .....

# الجدول الدوري للعناصر

<div>فلز</div> <div>شبه فلز</div> <div>لا فلز</div>									18
			13	14	15	16	17		
			Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180	
			Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Argon 18 Ar 39.948	
10	11	12							
Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798	
Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Indium 49 In 114.818	Tin 50 Sn 118.710	Antimony 51 Sb 121.760	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.904	Xenon 54 Xe 131.293	
Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Radon 86 Rn (222)	
Darmstadtium 110 Ds (281)	Ununennium * 111 Uue (272)	Unubium * 112 Uub (285)	Ununtrium * 113 Uut (284)	Ununquadium * 114 Uuq (289)	Ununpentium * 115 Uup (288)	Ununhexium * 116 Uuh (292)		Ununseptium * 118 Uus (294)	

\* أسماء رموز العناصر 112 إلى 118 مؤقتة، وسيتم اختيار أسماء نهائية لها عند التأكد من اكتشافها.

Europium 63 Eu 151.964	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.905	Dysprosium 66 Dy 162.500	Holmium 67 Ho 164.930	Erbium 68 Er 167.259	Thulium 69 Tm 168.934	Ytterbium 70 Yb 173.04	Lutetium 71 Lu 174.967
Americium 95 Am (243)	Curium 96 Cm (247)	Berkelium 97 Bk (247)	Californium 98 Cf (251)	Einsteinium 99 Es (252)	Fermium 100 Fm (257)	Mendelevium 101 Md (258)	Nobelium 102 No (259)	Lawrencium 103 Lr (262)

العناصر في كل عمود تدعى زمرة، ولها خواص كيميائية متشابهة.

غاز  
سائل  
صلب  
مُصنع

العنصر  
العدد الذري  
الرمز  
الكتلة الذرية

حالة المادة

الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة. بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المصنعة.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hydrogen 1 H 1.008								
Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012							
Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305							
Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933
Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.906
Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.217
Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bhrium 107 Bh (264)	Hassium 108 Hs (277)	Mitnerium 109 Mt (268)

صفوف العناصر الأفقية تدعى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين في كل دورة.

يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. لقد تم نقلها إلى أسفل الجدول توفيراً للمكان.

Lanthanide series

Actinide series

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمراً للعنصر.

Cerium 58 Ce 140.116	Praseodymium 59 Pr 140.908	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm (145)	Samarium 62 Sm 150.16
Thorium 90 Th 232.038	Protactinium 91 Pa 231.036	Uranium 92 U 238.029	Neptunium 93 Np (237)	Plutonium 94 Pu (244)

## الرموز و الأعداد الذرية لبعض العناصر

العدد الذري	الرمز	العنصر	العدد الذري	الرمز	العنصر
99	Es	Einsteinium	89	Ac	Actinium
68	Er	Erbium	13	Al	Aluminium
63	Eu	Europium	95	Am	Americium
100	Fm	Fermium	51	Sb	Antimony
9	F	Fluorine	18	Ar	Argon
87	Fr	Francium	33	As	Arsenic
64	Gd	Gadolinium	85	At	Astatine
31	Ga	Gallium	56	Ba	Barium
32	Ge	Germanium	97	Bk	Berkelium
79	Au	Gold	4	Be	Beryllium
72	Hf	Hafnium	83	Bi	Bismuth
2	He	Helium	5	B	Boron
67	Ho	Holmium	35	Br	Bromine
1	H	Hydrogen	48	Cd	Cadmium
49	In	Indium	20	Ca	Calcium
53	I	Iodine	98	Cf	Californium
77	Ir	Iridium	6	C	Carbon
26	Fe	Iron	58	Ce	Cerium
36	Kr	Krypton	55	Cs	Cesium
57	La	Lanthanum	17	Cl	Chlorine
103	Lr	Lawrencium	24	Cr	Chromium
82	Pb	Lead	27	Co	Cobalt
3	Li	Lithium	29	Cu	Copper
71	Lu	Lutetium	96	Cm	Curium
12	Mg	Magnesium	66	Dy	Dysprosium

## الرموز و الأعداد الذرية لبعض العناصر

العدد الذري	الرمز	العنصر	العدد الذري	الرمز	العنصر
44	Ru	Ruthenium	25	Mn	Manganese
62	Sm	Samarium	101	Md	Mendelevium
21	Sc	Scandium	80	Hg	Mercury
34	Se	Selenium	42	Mo	Molybdenum
14	Si	Silicon	60	Nd	Neodymium
47	Ag	Silver	10	Ne	Neon
11	Na	Sodium	93	Np	Neptunium
38	Sr	Strontium	28	Ni	Nickel
16	S	Sulfur	41	Nb	Niobium
73	Ta	Tantalum	7	N	Nitrogen
43	Tc	Technetium	102	No	Nobelium
52	Te	Tellurium	76	Os	Osmium
65	Tb	Terbium	8	O	Oxygen
81	Tl	Thallium	46	Pd	Palladium
90	Th	Thorium	15	P	Phosphorus
69	Tm	Thulium	78	Pt	Platinum
50	Sn	Tin	94	Pu	Plutonium
22	Ti	Titanium	84	Po	Polonium
74	W	Tungsten	19	K	Potassium
92	U	Uranium	59	Pr	Praseodymium
23	V	Vanadium	61	Pm	Promethium
54	Xe	Xenon	91	Pa	Protactinium
70	Yb	Ytterbium	88	Ra	Radium
39	Y	Yttrium	86	Rn	Radon
30	Zn	Zinc	75	Re	Rhenium
40	Zr	Zirconium	45	Rh	Rhodium

تم بحمدہ