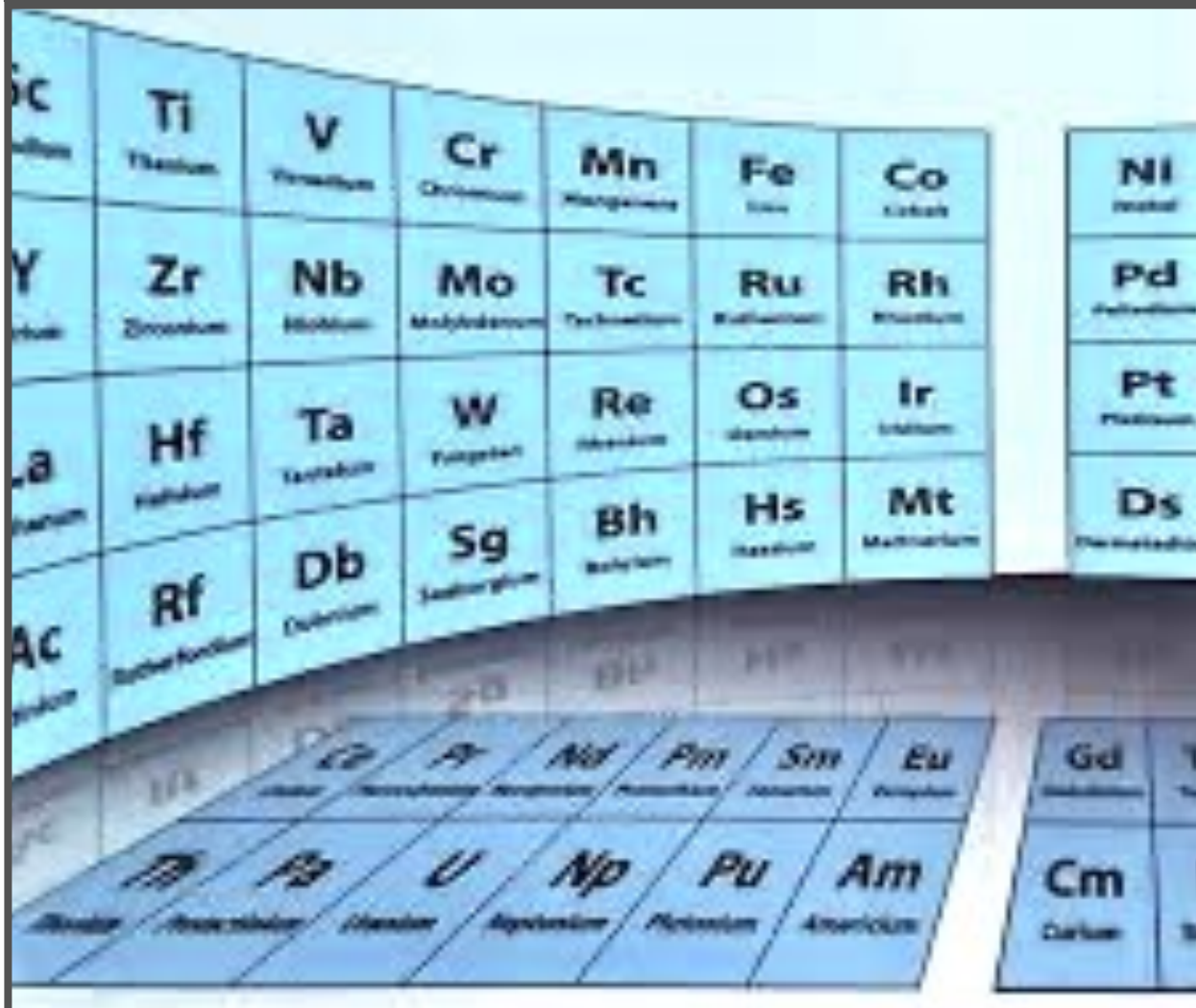


# ملخص كيمياء 2-1

التعليم الثانوي - السنة الثانية - نظام المسارات



طباعة عام ١٤٤٧هـ - ٢٠٢٥م

إعداد الأستاذ / هاري محمد المالكي

اسم الطالب: ..... الفصل: .....

## الفصل الأول / الإلكترونات في الذرات

الفكرة العامة لإلكترونات ذرات كل عنصر ترتيب خاص .

### الدرس (1-1) الضوء وطاقة الكم

الفكرة الرئيسية : للضوء- وهو نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي- طبيعة ثنائية موجية وجسيمية .

**الإشعاع الكهرومغناطيسي** شكل من أشكال الطاقة الذي يسلك السلوك الموجي في أثناء انتقاله في الفضاء.

**خصائص الموجات** الطول الموجي، التردد، سعة الموجة ، سرعة الموجة .

**الطول الموجي** هو أقصر مسافة بين قمتين متتاليتين، يرمز له بالرمز  $\lambda$  ،

ويقاس بالأمتار أو السنتيمترات أو النانومترات ( $1\text{nm}=1\times 10^{-9}\text{m}$ )

**التردد** هو عدد الموجات التي تعبر نقطة محددة خلال ثانية، ويرمز له بالرمز نيو  $\nu$  ، ويقاس التردد بالهرتز،

$$1\text{Hz}=1\times 10^{-3}\text{ KHz} , \quad 1\text{Hz}=1\times 10^{-6}\text{MHz}$$

**سعة الموجة** مقدار ارتفاع القمة وانخفاض القاع عن مستوى خط الأصل .

**سرعة الموجة** المسافة التي تقطعها الموجة في الثانية أثناء انتشارها،

سرعة الضوء المرئي ثابتة وهي تمثل سرعة الموجات  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

#### معدل سرعة الموجة الكهرومغناطيسية

حيث،  $c$  سرعة الضوء في الفراغ.

$$c = \lambda \cdot f$$

$\lambda$  الطول الموجي.

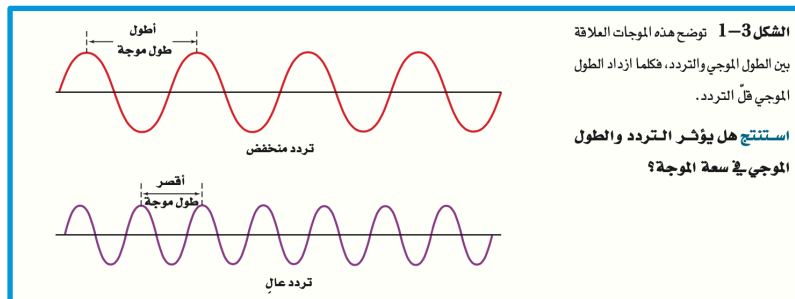
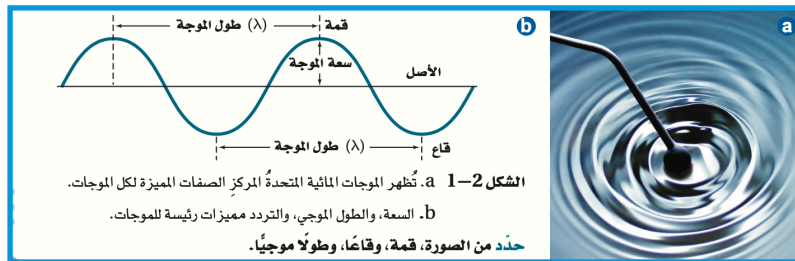
$f$  التردد.

سرعة الضوء في الفراغ تساوي حاصل ضرب التردد في الطول الموجي.

( الطول الموجي والتردد يتناسبان عكسياً ) إذا زاد أحدهما قل الآخر .

يحتوي ضوء الشمس على مدى متصل من أطوال الموجات والترددات ( وهو مثال على الضوء الأبيض ) ،

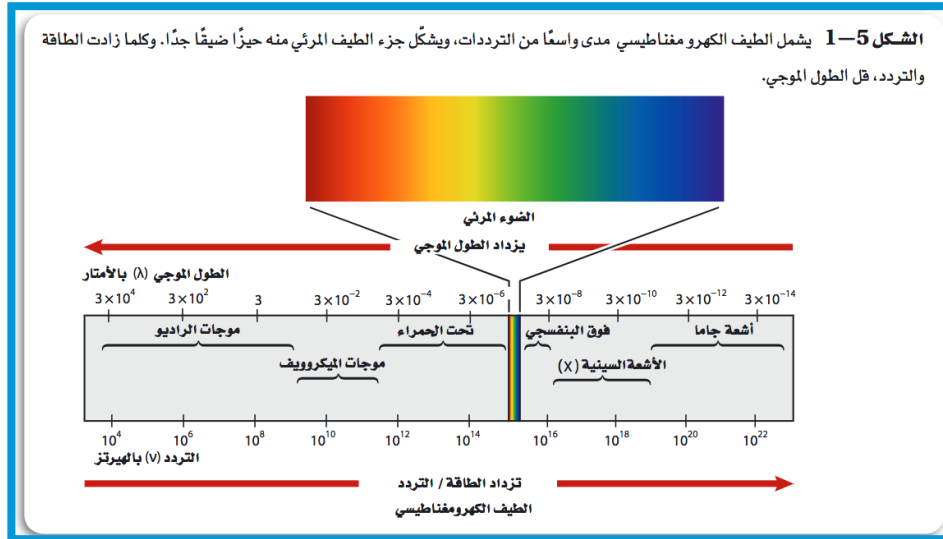
وتسمى ألوان الطيف المرئي بالطيف المستمر.



## الطيف الكهرومغناطيسي

الطيف الكهرومغناطيسي هو عبارة عن سلسلة من الموجات المتصلة التي تسير بسرعة الضوء والتي تختلف في التردد.

الطاقة تزداد بازدياد التردد (تناسب طردي بين التردد والطاقة).



## الطبيعة المادية للضوء

لم يستطع النموذج الموجي للضوء تفسير لماذا تطلق الأجسام فقط ترددات محددة من الضوء عند درجات حرارة معينة؟ أو لماذا تطلق بعض الفلزات إلكترونات عندما يسقط عليها ضوء ذو تردد معين؟

**الكم** هو أقل كمية من الطاقة يمكن أن تكتسبها أو تفقدها الذرة.

• أكتشف الفيزيائي الألماني ماكس بلانك الكم.

**ثابت بلانك** يساوي  $6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  ويرمز للجول بالرمز ل

## التأثير الكهروضوئي

**التأثير الكهروضوئي** تنبعث الإلكترونات المسماة الفوتوإلكترونات من سطح الفلز عندما يسقط عليه ضوء بتردد مساوٍ لتردد الفوتون أو أعلى منه.

**طاقة الكم**

حيث  $E$  طاقة الكم

$h$  ثابت بلانك

$f$  التردد

طاقة الكم تساوي حاصل ضرب ثابت بلانك في تردد الضوء.

$$E_{\text{quantum}} = hf$$

تدريب ١

تحصل الأجسام على ألوانها من خلال عكسها أطوالاً موجية معينة عندما يصطدم بها اللون الأبيض. فإذا كان الطول الموجي للضوء المنعكس من ورقة خضراء يساوي  $4.90 \times 10^{-7} \text{ m}$  فما تردد موجة هذا الضوء؟

$$c = \lambda \nu$$

$$(3.00 \times 10^8 \text{ m/s}) = (4.90 \times 10^{-7} \text{ m}) \nu$$

$$\nu = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(4.90 \times 10^{-7} \text{ m})} = 6.12 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

## الطبيعة الثنائية للضوء

افترض أينشتاين لتوضيح التأثير الكهروضوئي أن للضوء طبيعة ثنائية موجية ومادية .

## الفوتون

جسيم لا كتلة له يحمل كمًّا من الطاقة .

- اقترح أينشتاين أن لكل فوتون حد معين من الطاقة يؤدي لإطلاق الفوتوإلكترون من سطح الفلز .

## طاقة الفوتون

حيث E طاقة الفوتون

h ثابت بلانك

f التردد

طاقة الفوتون تساوي حاصل ضرب ثابت بلانك في تردد الضوء.

$$E_{\text{photon}} = hf$$

## تدريب ٢

احسب طاقة الفوتون الواحد في كلٍّ من الإشعاعات الكهرومغناطيسية التالية:

a.  $6.32 \times 10^{20} \text{s}^{-1}$

$$E_{\text{photon}} = h\nu$$

$$= (6.626 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}) (6.32 \times 10^{20} \text{s}^{-1})$$

$$E_{\text{photon}} = 4.19 \times 10^{-13} \text{J}$$

b.  $9.50 \times 10^{13} \text{Hz}$

$$E_{\text{photon}} = h\nu$$

$$= (6.626 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}) (9.50 \times 10^{13} \text{s}^{-1})$$

$$E_{\text{photon}} = 6.29 \times 10^{-20} \text{J}$$

## طيف الانبعاث الذري

طيف الانبعاث الذري مجموعة من ترددات الموجات الكهرومغناطيسية المنطلقة من ذرات العنصر .

يتكون طيف الانبعاث الذري من خطوط منفصلة وليست متصلة كالطيف المرئي للضوء الأبيض .

- لكل عنصر طيف انبعاث ذري فريد ومميز يستخدم للتعرف على العنصر في مركباته .

- يتكون طيف انبعاث العنصر من سلسلة خطوط ملونة ومنفصلة .

## الدرس (1-2) نظرية الكم والذرة

الفكرة الرئيسية تساعدك الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث الذري و طاقة الذرة ومستويات الطاقة.

**حالة الاستقرار** هي الحالة التي تكون إلكترونات الذرة فيها في أدنى طاقة .

**حالة الإثارة** تحدث عندما تكتسب إلكترونات الذرة الطاقة.

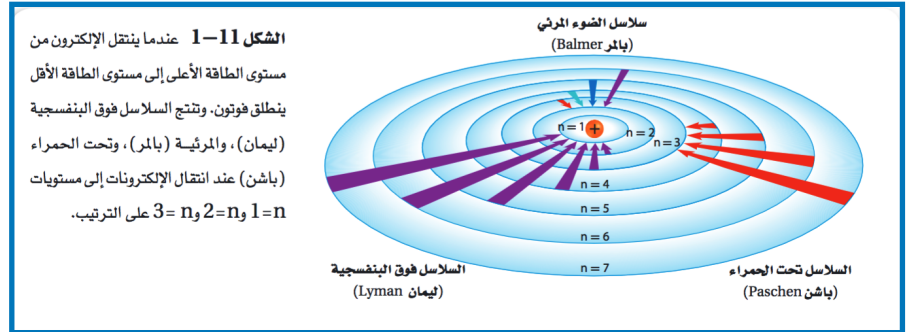
**العدد الكمي** يمثل كل مدار بعدد صحيح ( n ) تسمى مستويات الطاقة وهي سبعة مستويات .

**طيف الهيدروجين الخطي**

سلسلة تحت الحمراء (باشن) من مستويات الطاقة العليا إلى المستوى الثالث  $n=3$  .

سلسلة الضوء المرئي (بالر) من مستويات الطاقة العليا إلى المستوى الثاني  $n=2$  .

سلسلة فوق البنفسجي (ليمان) من مستويات الطاقة العليا إلى المستوى الأول  $n=1$  .



**حدود نموذج بور ( عيوب نموذج بور )**

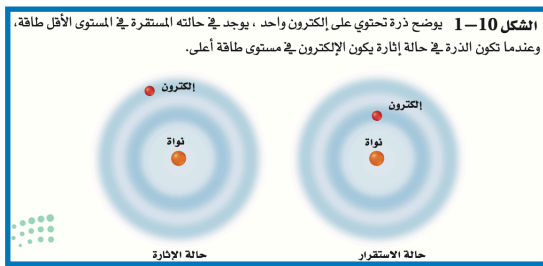
١- لم يستطع تفسير طيف أي عنصر آخر، ٢- لم يفسر السلوك الكيميائي للذرات، ٣- هناك أدلة تؤكد أن الإلكترونات

لا تتحرك حول النواة في مدارات دائرية.

إعتقد دي برولي أن للجسيمات المتحركة خواص الموجات.

معادلة دي برولي (العلاقة بين الجسيم والموجة الكهرومغناطيسية).

$m$  تساوي كتلة الجسيمات.



### العلاقة بين الجسيم والموجة الكهرومغناطيسية

$m$  تمثل كتلة الجسيمات

$\lambda$  تمثل طول الموجة

$$\lambda = h/m.v$$

$v$  تمثل السرعة

$h$  ثابت بلانك

طول موجة الجسيم هي النسبة بين ثابت بلانك، وناتج ضرب كتلة الجسيم في سرعته.

## مبدأ هايزنبرج

مبدأ هايزنبرج للشك من المستحيل معرفة سرعة الجسيم ومكانه في الوقت نفسه بدقة .

## معادلة شرودنجر الموجية

اشتق شرودنجر معادلة على اعتبار أن إلكترون ذرة الهيدروجين موجة .

**النموذج الميكانيكي الكمي للذرة** هو النموذج الذري الذي يعامل الإلكترونات على أنها موجات .  
يحدد النموذج الميكانيكي الكمي طاقة الإلكترون بقيم معينة .

**المستوى** هو منطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة يحتمل وجود الإلكترون فيها في كل الاتجاهات والأبعاد .  
السحابة الإلكترونية تعني موقع الإلكترون نتيجة الكثافة الإلكترونية حول النواة .

**عدد الكم الرئيسي (n)** هو الذي يشير إلى الحجم النسبي وطاقة المستويات .

**مستوى الطاقة الرئيسي** يحدد بعدد الكم الرئيسي .

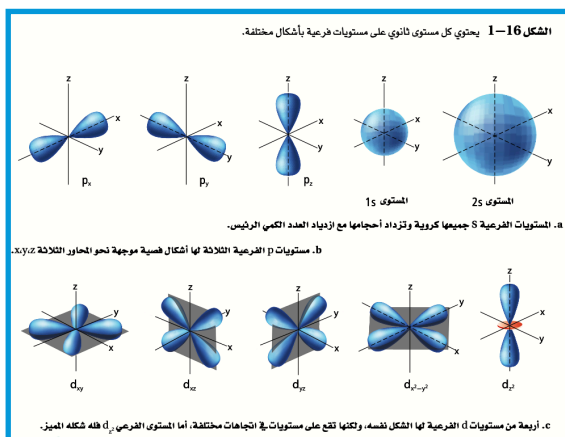
تم تحديد 7 مستويات طاقة لذرة الهيدروجين وللذرات الأخرى، أعطيت أعداداً (n) تتراوح بين 1 و 7 .

**مستويات الطاقة الثانوية** تحتوي مستويات الطاقة الرئيسية على مستويات ثانوية .

**مستوى الطاقة الثانوي** المستويات الثانوية تمثل بالحروف ( s , p , d , f ) .  
المستويات الثانوية تحوي عدداً من المستويات الفرعية تمثل بعدد المربعات للمستوى الفرعي ( عدد الغرف ) .

## أشكال المستويات الفرعية

مستويات s جميعها كروية الشكل، ومستويات p جميعها تتكون من فصين، أما مستويات f و d فأشكالها معقدة .



| الجدول 1-4           | مستويات الطاقة الأربعة الأولى للهيدروجين |                                             |                                                                   |
|----------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| عدد الكم الرئيسي (n) | أنواع المستويات الثانوية الموجودة        | عدد المستويات الفرعية في المستويات الثانوية | مجموع المستويات الفرعية في مستوى الطاقة الرئيسي (n <sup>2</sup> ) |
| 1                    | s                                        | 1                                           | 1                                                                 |
| 2                    | s, p                                     | 1, 3                                        | 4                                                                 |
| 3                    | s, p, d                                  | 1, 3, 5                                     | 9                                                                 |
| 4                    | s, p, d, f                               | 1, 3, 5, 7                                  | 16                                                                |

| الجدول 1-2       | مستويات الطاقة الرئيسية |
|------------------|-------------------------|
| عدد الكم الرئيسي | مستوى الطاقة            |
| 1                | K                       |
| 2                | L                       |
| 3                | M                       |
| 4                | N                       |
| 5                | O                       |
| 6                | P                       |
| 7                | Q                       |

| الجدول 1-3                                    | مستويات الطاقة الثانوية |
|-----------------------------------------------|-------------------------|
| عدد الإلكترونات التي يستوعبها المستوى الثانوي | المستوى الثانوي         |
| 2                                             | s                       |
| 6                                             | p                       |
| 10                                            | d                       |
| 14                                            | f                       |

## الدرس (1-3) التوزيع الإلكتروني

الفكرة الرئيسية: يحدد التوزيع الإلكتروني في الذرة باستخدام ثلاث قواعد.

مراجعة التوزيع الإلكتروني الذي درسته في كيمياء 1 في الصف الأول ثانوي من خلال الجدول التالي :

| التوزيع الإلكتروني                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ترتيب المستويات الإلكترونية<br>ss /ps ps /dps dps/ fdps fdp                                                                                                     |
| $1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 /$<br>$4s^2 3d^{10} 4p^6 / 5s^2 4d^{10} 5p^6 /$<br>$6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 / 7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^6$                        |
| المستويات الرئيسية : سبعة مستويات ( 1,2,3,4,5,6,7 )<br>المستويات الثانوية : أربعة مستويات ( s,p,d,f )<br>المستويات الفرعية: ( عدد الغرف ) s=1 , p=3 , d=5 , f=7 |
| عدد الإلكترونات في المستويات الفرعية ( القدرة الاستيعابية)<br>s=2 , p=6 , d=10 , f= 14                                                                          |

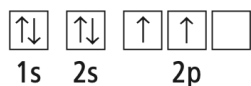
**التوزيع الإلكتروني** هو ترتيب الإلكترونات في الذرة .

| قواعد التوزيع الإلكتروني         |                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ١- مبدأ أوفباو (البناء التصاعدي) | إن كل إلكترون يشغل المستوى الأقل طاقة.                                                                                                                                                         |
| ٢- مبدأ باولي (للاستبعاد)        | إن عدد إلكترونات المستوى الفرعي الواحد يستحيل أن تزيد عن إلكترونين ، ويدور كل منها حول نفسه باتجاه معاكس للآخر .                                                                               |
| ٣- قاعدة هوند                    | إن الإلكترونات تتوزع في المستويات الفرعية المتساوية الطاقة بحيث تحافظ على أن يكون لها الاتجاه نفسه من حيث الدوران، قبل أن تشغل الإلكترونات الإضافية اتجاه الدوران المعاكس في المستويات نفسها . |

انظر جدول 1-5 (الكتاب ص 33)

**خواص رسم أوفباو**

طرق التوزيع الإلكتروني رسم مربعات المستويات ، الترميز الإلكتروني ، ترميز الغاز النبيل .

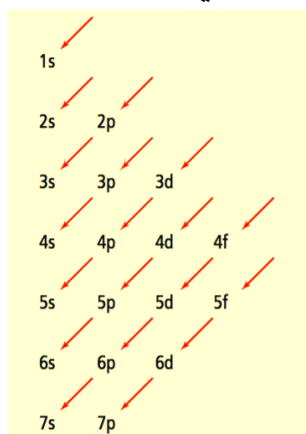


مثال/ رسم المربعات

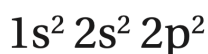
- رسم مربعات المستويات

- الترميز الإلكتروني: يعبر عن مستوى الطاقة الرئيس والمستويات الثانوية المرتبطة مع كل المستويات الفرعية في الذرة،

- مثال / يكتب التوزيع الإلكتروني لذرة الصوديوم Na بطريقة رسم المربعات وبالترميز الإلكتروني .



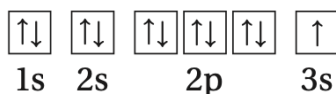
ترتيب ملء المستويات بالإلكترونات



مثال/ الترميز الإلكتروني



مثال / توزيع ذرة الصوديوم بالترميز وبالمربعات :



انظر جدول 1-6 (الكتاب ص 34)

ترميز الغاز النبيل ( طريقة مختصرة )

انظر جدول 1-7 (الكتاب ص 35)

يمكن اختصار التوزيع الإلكتروني،

مثال اختصار توزيع الصوديوم /  $^{11}\text{Na}: [\text{Ne}]3s$

استثناءات التوزيع الإلكتروني

التوزيع الإلكتروني المتوقع للكروم  $^{24}\text{Cr} [\text{Ar}] 4s^1 3d^5$  ، والصحيح للكروم  $^{24}\text{Cr} [\text{Ar}] 4s^1 3d^5$

التوزيع الإلكتروني المتوقع للنحاس  $^{29}\text{Cu} [\text{Ar}] 4s^2 3d^9$  ، والصحيح للنحاس  $^{29}\text{Cu} [\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$

وهذه الحالة من الإستقرار تكون فقط للمستويات نصف الممتلئة والممتلئة للمستويين s و d .

إلكترونات التكافؤ تحدد إلكترونات التكافؤ الخواص الكيميائية للعنصر.

إلكترونات التكافؤ هي إلكترونات المستوى الخارجي للذرة (مستوى الطاقة الرئيس الأخير).

انظر جدول 1-8 (الكتاب ص 37)

التمثيل النقطي للإلكترونات (تمثيل لويس)

تمثيل إلكترونات التكافؤ التي تشارك في تكوين الروابط الكيميائية باستخدام طريقة مختصرة .

تدريب ٤

ارسم التمثيل النقطي لإلكترونات العناصر الآتية:

• Mg •

a. الماغنسيوم Mg

• Tl •

b. الثاليوم Tl

: Xe :

c. الزينون Xe

تدريب ٣

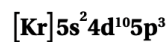
اكتب التوزيع الإلكتروني في الحالة المستقرة للعناصر الآتية:



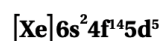
a. البروم Br



b. الإستراشيوم Sr



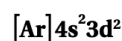
c. الأنثيمون Sb



d. الرينيوم Re



e. التيريوم Tb



f. التيتانيوم Ti

## الفصل الثاني / الجدول الدوري والتدرج في خواص العناصر

### الدرس (2-1) تطور الجدول الدوري

الفكرة الرئيسية: لقد تطور الجدول الدوري تدريجياً مع الوقت باكتشاف العلماء طرائق أكثر فائدة في تصنيف العناصر ومقارنتها.

| المساهمات في تصنيف العناصر | الجدول 2-2                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | جون نيولاندز 1837-1898م<br>• رتب العناصر تصاعدياً وفق الكتل الذرية.<br>• لاحظ تكرار خواص العناصر لكل ثمانية عناصر.<br>• وضع قانون الثمانية.                                     |
|                            | لوثر ماير 1830-1895م<br>• أثبت وجود علاقة بين الكتل الذرية وخواص العناصر.<br>• رتب العناصر تصاعدياً وفق الكتل الذرية.                                                           |
|                            | ديميتري مندليف 1834-1907م<br>• أثبت وجود علاقة بين الكتل الذرية وخواص العناصر.<br>• رتب العناصر تصاعدياً وفق الكتل الذرية.<br>• تنبأ بوجود عناصر غير مكتشفة، وحدد خواصها.       |
|                            | هنري موزلي 1887-1915م<br>• اكتشف أن العناصر تحتوي على عدد فريد من البروتونات ساه العدد الذري.<br>• رتب العناصر تصاعدياً وفق العدد الذري، مما نتج عنه نموذج لدورية خواص العناصر. |

### تطور الجدول الدوري

كان ينسب الجدول الدوري سابقاً إلى مندليف ،  
وذلك لتركه مواقع شاغرة في الجدول لعناصر  
لم تكتشف بعد.

والآن أصبح يُنسب الجدول الدوري إلى موسلي  
لاعتماده على العدد الذري في ترتيب العناصر فيه .

**تدرج الخواص** موسلي وجد تكرار خواص العناصر عند ترتيبها تصاعدياً حسب أعدادها الذرية .

### الجدول الدوري الحديث

|                        |        |
|------------------------|--------|
| اسم العنصر             | أكسجين |
| الحالة                 | 8      |
| العدد الذري            | 0      |
| الرمز                  | 15.999 |
| الكتلة الذرية المتوسطة |        |

**الشكل 2-3** تحتوي المربعات في الجدول الدوري على اسم العنصر والرمز الكيميائي والعدد الذري والكتلة الذرية وحالة المادة.

**المجموعات ( العائلات )** تمثل الأعمدة الرأسية في الجدول الدوري .

**الدورات** الصفوف الأفقية في الجدول الدوري .

### العناصر الممثلة

وتسمى المجموعات الرئيسية وهي المجموعات (13-18) , 2 , 1

**العناصر الانتقالية** تمثل المجموعات من (3-12) .

تصنف العناصر إلى فلزات وأشباه فلزات ولافلزات .

### الفلزات

**الفلزات** قابلة للطرق والسحب ، لها بريق ولمعان ، موصلة جيدة للحرارة والكهرباء ، درجات غليانها وانصهارها عالية. الزئبق هو السائل الوحيد فيها.

## الفلزات القلوية الأرضية

## ✍️ الفلزات الانتقالية والفلزات الانتقالية الداخلية

**الفلزات الانتقالية** هي عناصر الفئة d وتوجد في وسط الجدول الدوري وهي عشر مجموعات (3-12) .

## الفلزات الانتقالية الداخلية

هي عناصر الفئة f وتوجد في أسفل الجدول الدوري وتنقسم إلى سلسلتين هما اللانثانيدات والأكتنيدات.

## الافلزات

**الافلزات** هي غازات أو مواد صلبة هشة ذات لون داكن رديئة التوصيل للحرارة والكهرباء .  
البروم هو السائل الوحيد فيها .

**الهالوجينات** هي عناصر المجموعة 17 وهي نشطة كيميائياً .  
ومنها الفلور المستخدم في صنع معجون الأسنان للحماية من التسوس .

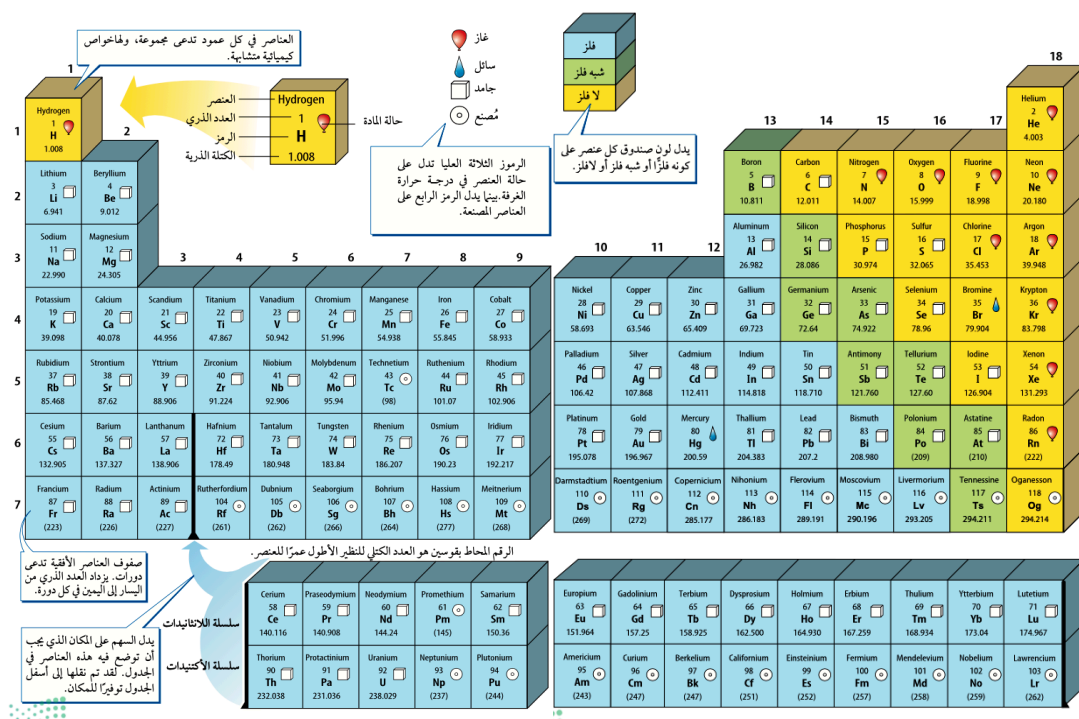
**الغازات النبيلة هي عناصر المجموعة 18** وتستخدم في صنع المصابيح الكهربائية ولوحات النيون .

**أشباه الفلزات** لها خواص فيزيائية وكيميائية مشابهة للفلزات واللافلزات .

ومنها السيلكون Si والجرمانيوم Ge التي تستخدم في صنع رقائق الحاسوب والخلايا الشمسية ،

ويستخدم السليكون أيضًا في الجراحة التجميلية والتطبيقات التي تحاكي الواقع .

الشكل 2-5 الجدول الدوري للعناصر



## الدرس (2-2) تصنيف العناصر

الفكرة الرئيسية: رتبت العناصر في الجدول الدوري ضمن مجموعات ودورات حسب أعدادها الذرية.

### ترتيب العناصر وفق التوزيع الإلكتروني

#### إلكترونات التكافؤ

يوجد لكل عنصر في المجموعة الأولى إلكترون واحد في مستوى طاقته الأخير لذا تتشابه عناصر المجموعة الأولى في خواصها .

| التوزيع الإلكتروني لعناصر المجموعة 1 |                                 |              | الجدول 2-3 |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------|------------|
| $1s^1$                               | $1s^1$                          | H الهيدروجين | الدورة 1   |
| $[He]2s^1$                           | $1s^2 2s^1$                     | Li الليثيوم  | الدورة 2   |
| $[Ne]3s^1$                           | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$           | Na الصوديوم  | الدورة 3   |
| $[Ar]4s^1$                           | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ | K البوتاسيوم | الدورة 4   |

رقم المجموعة: يحدد من عدد إلكترونات التكافؤ في المجال الأخير من التوزيع الإلكتروني .

#### إلكترونات التكافؤ والدورة

رقم الدورة: يحدد من أعلى رقم مستوى في التوزيع الإلكتروني .

المجال الأخير ( مجال التكافؤ ) : يمثل بآخر مستوى s ومابعده في التوزيع الإلكتروني لذرة العنصر.

#### إلكترونات تكافؤ العناصر الممثلة

| عناصر المجموعة        | 1 | 2 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|
| عدد إلكترونات التكافؤ | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |

الشكل 7-2 يوضح الشكل التمثيل النقطي

لإلكترونات التكافؤ لمعظم العناصر الممثلة.

لاحظ كيف يتغير عدد إلكترونات

التكافؤ من مجموعة إلى أخرى، وكيف

يتغير ضمن المجموعة الواحدة؟

| 1     | 2   | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 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· |     | Rn· |

## عناصر الفئات : ( s , p , d , f )

يوجد في الجدول الدوري أربع فئات للعناصر وتعرف حسب آخر مستوى ثانوي في التوزيع الإلكتروني .

## عناصر الفئة s

تشمل عناصر المجموعتين الأولى والثانية وذلك لأن المجال s يتسع لإلكترونين فقط .

## عناصر الفئة p

تشمل ست مجموعات وهي المجموعات من (13-18) وذلك لأن مجال p يتسع لست إلكترونات فقط .

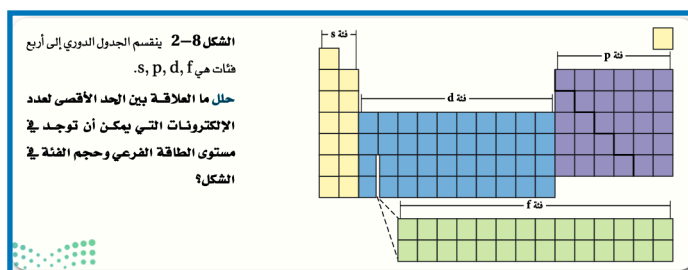
## عناصر الفئة d

تشمل عشر مجموعات وهي المجموعات من ( 3-12 ) وذلك لأن مجال d يتسع لعشرة إلكترونات فقط .

## عناصر الفئة f

تشمل أربعة عشر عموداً فقط ، وذلك لأن مجال f يتسع لأربعة عشر إلكترون فقط .

وتسمى عناصرها بالعناصر الانتقالية الداخلية وهي متسلسلة اللانثانيدات والأكتينيدات .



| التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة |                     |           | الجدول 2-4                                            |
|------------------------------------|---------------------|-----------|-------------------------------------------------------|
| الدورة                             | مستوى الطاقة الرئيس | العنصر    | التوزيع الإلكتروني                                    |
| 1                                  | n = 1               | الهيليوم  | 1s <sup>2</sup>                                       |
| 2                                  | n = 2               | النيون    | [He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>                  |
| 3                                  | n = 3               | الأرجون   | [Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>                  |
| 4                                  | n = 4               | الكريبتون | [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>6</sup> |

## تدريب ١

حدّد- من دون الرجوع إلى الجدول الدوري - المجموعة والدورة والفئة التي تنتمي إليها ذرات العناصر ذات التوزيع الإلكتروني الآتي:

a. [Ne] 3s<sup>2</sup>    b. [He] 2s<sup>2</sup>    c. [Kr] 5s<sup>2</sup>

| التركيب الإلكتروني      | المجموعة | الدورة | الفئة |
|-------------------------|----------|--------|-------|
| a. [Ne] 3s <sup>2</sup> | 2        | 3      | s     |
| b. [He] 2s <sup>2</sup> | 2        | 2      | s     |
| c. [Kr] 5s <sup>2</sup> | 2        | 5      | s     |

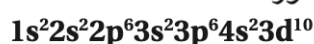
## تدريب ٢

تحفيز اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من العناصر الآتية:

a. عنصر في المجموعة 2 والدورة 4



b. عنصر في المجموعة 12 والدورة 4



## الدرس (2-3) تدرج خواص العناصر

**الفكرة الرئيسية:** يعتمد تدرج خواص العناصر في الجدول الدوري على حجوم الذرات وقابليتها لفقدان إلكترونات أو اكتسابها .

### ✍ نصف قطر الذرة

**نصف قطر ذرة الفلز:** هو نصف المسافة بين بين نواتي ذرتين متجاورتين في التركيب البلوري .  
**نصف قطر ذرة اللافلز:** هو نصف المسافة بين نوى ذرتين متطابقتين ومتحدتين كيميائياً .

### ✍ تدرج نصف القطر الذري في الدورات

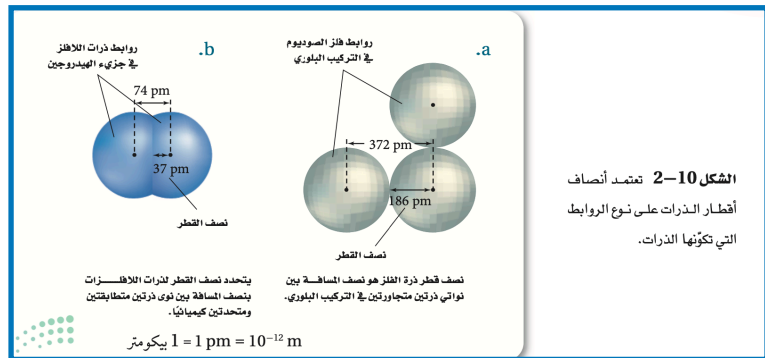
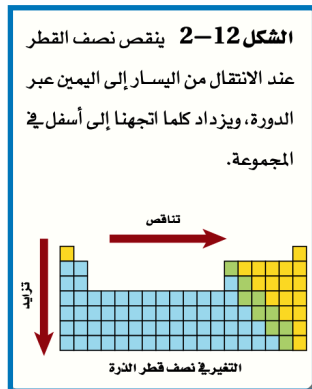
**(علل) يقل نصف القطر في الدورة بزيادة العدد الذري من يسار إلى يمين الدورة؟**

بسبب زيادة الشحنة الموجبة في النواة مما يزيد قوة جذب النواة للإلكترونات التكافؤ مما يقلل الحجم الذري .

### ✍ تدرج نصف القطر الذري في المجموعات

**(علل) يزداد نصف القطر في المجموعة بزيادة العدد الذري من أعلى إلى أسفل المجموعة؟**

بسبب زيادة عدد المستويات الرئيسية مما يزيد حجم المستويات الرئيسية في الذرة .



### تدريب 3

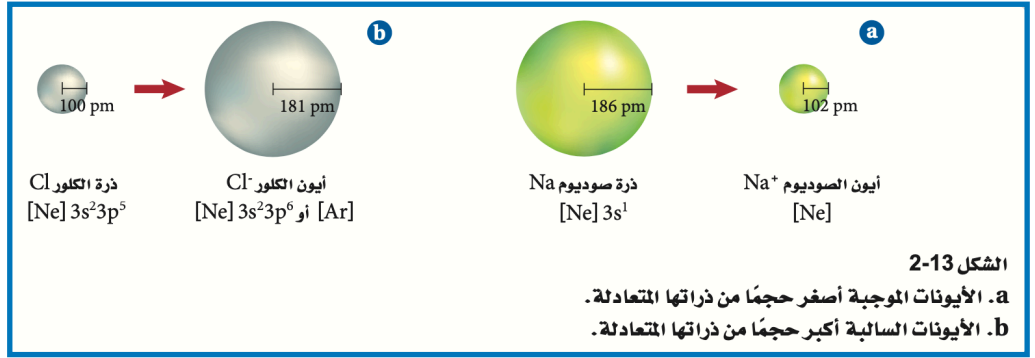
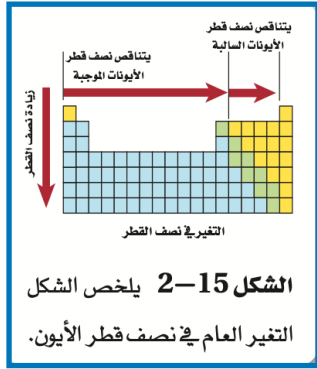
أيّ العناصر له أكبر نصف قطر: الماغنسيوم Mg، أو السليكون Si، أو الكبريت S، أو الصوديوم Na، وأيها له أصغر نصف قطر؟  
 عنصر الصوديوم Na له أكبر نصف قطر، في حين عنصر الكبريت S له أصغر نصف قطر.

## نصف قطر الأيون

**الأيون** هو ذرة أو مجموعة ذرية لها شحنة موجبة أو سالبة.

**الأيون الموجب** يتكون عندما تفقد الذرة إلكترون أو أكثر . ولذلك يقل حجم الأيون الموجب عن ذرته المتعادلة .

**الأيون السالب** يتكون عندما تكتسب الذرة إلكترون أو أكثر. ولذلك يزيد حجم الأيون السالب عن ذرته المتعادلة.



## طاقة التأين

**طاقة التأين** هي الطاقة اللازمة لانتزاع إلكترون من ذرة العنصر في الحالة الغازية.

**طاقة التأين الأولى:** هي الطاقة التي نحتاجها لإزالة أول إلكترون من الذرة.

**طاقة التأين الثانية:** الطاقة التي يتطلبها انتزاع إلكترون ثاني من الأيون أحادي الشحنة الموجبة.

**طاقة التأين الثالثة:** الطاقة التي يتطلبها انتزاع إلكترون ثالث من أيون ثنائي الشحنة الموجبة .

**(علل) تزيد طاقة التأين في الدورة بزيادة العدد الذري من يسار إلى يمين الدورة ؟**

بسبب زيادة الشحنة الموجبة في النواة .

**(علل) تقل طاقة التأين في المجموعة بزيادة العدد الذري من أعلى إلى أسفل المجموعة ؟**

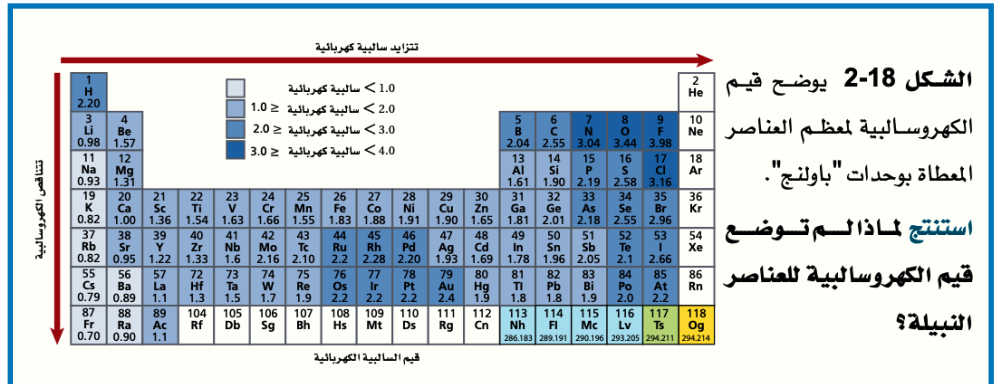
بسبب زيادة عدد المستويات الرئيسية فتبتعد إلكترونات التكافؤ عن النواة مما يُسهّل فقدها .



## الكهروسالبية ( السالبة الكهربائية )

**الكهروسالبية** هي مدى قابلية ذرات العنصر على جذب الإلكترونات في الرابطة الكيميائية.

| أهم العناصر في الكهروسالبية |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| C                           | N    | O    | F    | F    |
| 2.55                        | 3.04 | 3.44 | 3.98 | 3.98 |
|                             |      |      |      | Cl   |
|                             |      |      |      | 3.16 |
|                             |      |      |      | Br   |
|                             |      |      |      | 2.96 |
|                             |      |      |      | I    |
|                             |      |      |      | 2.66 |



(علل) تزداد الكهروسالبية في الدورة بزيادة العدد الذري من يسار إلى يمين الدورة ؟

بسبب زيادة الشحنة الموجبة في النواة مما يزيد قوة جذب إلكترونات التكافؤ فتزداد الكهروسالبية.

(علل) تقل الكهروسالبية في المجموعة بزيادة العدد الذري من أعلى إلى أسفل المجموعة ؟

بسبب زيادة عدد المستويات الرئيسية فتبتعد إلكترونات التكافؤ عن النواة فتقل الكهروسالبية .

## القاعدة الثمانية

عندما تخسر ذرة الصوديوم إلكترون التكافؤ الوحيد تنتج أيون صوديوم  $Na^+$  يتغير التوزيع الإلكتروني لها على

النحو التالي :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  ذرة الصوديوم Na ؛  $1s^2 2s^2 2p^6$  أيون الصوديوم  $Na^+$

**القاعدة الثمانية** تعني أن الذرة تكتسب الإلكترونات أو تخسرها أو تشارك بها ، لتحصل على ثمانية

إلكترونات تكافؤ في مستوى طاقتها الأخير لتصل إلى تركيب ممتلئ مثل تركيب الغازات النبيلة .

• هذه القاعدة لا تشمل عناصر الدورة الأولى من الجدول الدوري لأنها تحتاج إلى إلكترونين فقط .

• العناصر على الجانب الأيمن من الجدول الدوري تكتسب عادة الإلكترونات لتحصل على التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل اللاحق في نفس الدورة ، وتكون أيونات سالبة .

• بينما العناصر على الجانب الأيمن من الجدول الدوري تفقد الإلكترونات لتنتج أيونات موجبة وتحصل على التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل السابق .

## الفصل الثالث / المركبات الأيونية والفلزات

### الدرس (3-1) تكون الأيون

**الفكرة الرئيسية:** تتكون الأيونات عندما تفقد الذرات إلكترونات التكافؤ أو تكتسبها لتصل إلى التوزيع الإلكتروني الثماني الأكثر استقراراً.

#### 🔗 الرابطة الكيميائية

**الرابطة الكيميائية** عبارة عن قوة تجاذب بين ذرتين أو أكثر من خلال فقد الذرة للإلكترونات أو اكتسابها أو المساهمة بالاشتراك مع ذرة أو ذرات أخرى .

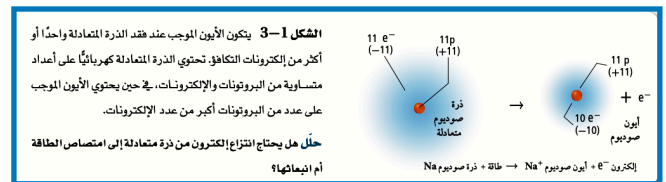
#### 🔗 تكوين الأيون الموجب

**الكاتيون** عندما تفقد الذرة إلكترون تكافؤ واحداً أو أكثر لتحصل على التوزيع الإلكتروني المشابه للتوزيع الإلكتروني لأقرب غاز نبيل ، يتكون الأيون الموجب ويسمى الكاتيون .

🔗 **أيونات الفلزات** إن ذرات الفلزات نشطة كيميائياً ، لأنها تفقد إلكترونات تكافؤها بسهولة،

• فلزات المجموعتين الأولى والثانية أكثر الفلزات نشاطاً في الجدول الدوري.

| الجدول 3-1 | أيونات المجموعات 1 و 2 و 13 |                                  |
|------------|-----------------------------|----------------------------------|
| المجموعة   | التوزيع                     | شحنة الأيون المتكون              |
| 1          | $ns^1$ [غاز نبيل]           | (+ 1) عند فقد إلكترون $s^1$      |
| 2          | $ns^2$ [غاز نبيل]           | (+ 2) عند فقد إلكترون $s^2$      |
| 13         | $ns^2np^1$ [غاز نبيل]       | (+ 3) عند فقد إلكترونات $s^2p^1$ |



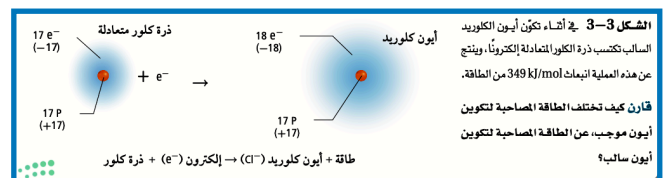
#### 🔗 أيونات الفلزات الانتقالية

في كل العناصر الانتقالية تحوي الذرة  $ns^2$  ويزداد عدد الإلكترونات من اليسار إلى اليمين في المستوى d.

#### 🔗 تكوين الأيون السالب

**الأنيون** عندما تكتسب الذرة إلكترون أو أكثر لتصل إلى التوزيع الإلكتروني المشابهة للتوزيع الإلكتروني لأقرب غاز نبيل ، يتكون الأيون السالب ويسمى الأنيون .

| الجدول 3-2 | أيونات المجموعات من 15 إلى 17 |                                 |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|
| المجموعة   | التوزيع الإلكتروني            | شحنة الأيون المتكون             |
| 15         | $ns^2np^3$ [غاز نبيل]         | (-3) عند اكتساب ثلاثة إلكترونات |
| 16         | $ns^2np^4$ [غاز نبيل]         | (-2) عند اكتساب إلكترونين       |
| 17         | $ns^2np^5$ [غاز نبيل]         | (-1) عند اكتساب إلكترون واحد    |



🔗 **أيونات اللافلزات** تميل عناصر اللافلزات الموجودة يمين الجدول الدوري إلى اكتساب إلكترونات بسهولة لتحصل على توزيع إلكتروني خارجي مستقر .

• تكتسب بعض اللافلزات عدداً من الإلكترونات ، وعندما تضاف إلى إلكترونات تكافؤها تصل إلى التوزيع الإلكتروني الثماني الأكثر استقراراً .

## الدرس (3-2) الروابط الأيونية والمركبات الأيونية

الفكرة الرئيسية: تتجاذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة لتكون مركبات أيونية متعادلة كهربائياً.

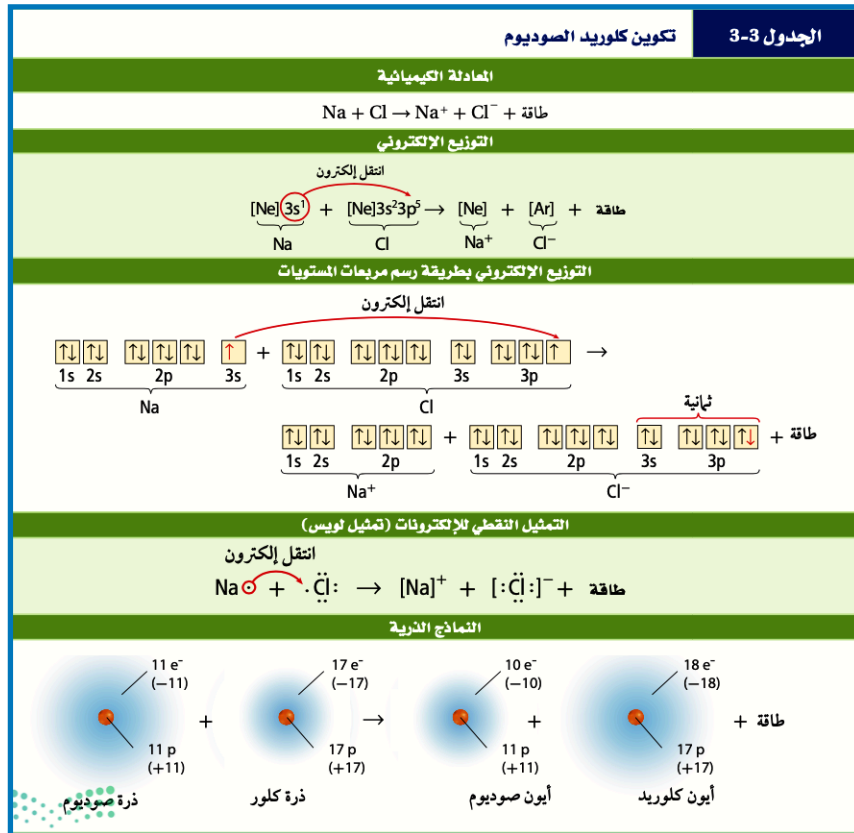
**الرابطة الأيونية** هي القوة الكهروستاتيكية التي تجذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة في المركبات الأيونية.

**المركبات الأيونية** تسمى المركبات التي تحتوي على روابط أيونية .

✍ **المركبات الأيونية الثنائية** هي مركبات تتكون من عنصرين مختلفين مثل كلوريد الصوديوم

✍ **خواص المركبات الأيونية**

تحدد الروابط الكيميائية في المركب الكثير من خصائصه.



✍ **البناء الفيزيائي** يحتوي البناء الفيزيائي للمركبات الأيونية على عدد كبير من الأيونات الموجبة والسالبة، ويتحدد عددها بنسبة عدد الإلكترونات التي تنتقل من ذرات الفلز إلى ذرات اللافلز.

**الشبكة البلورية**

هي ترتيب هندسي للجسيمات ثلاثي الأبعاد يحاط فيه الأيون الموجب بالأيونات السالبة.

## الخواص الفيزيائية

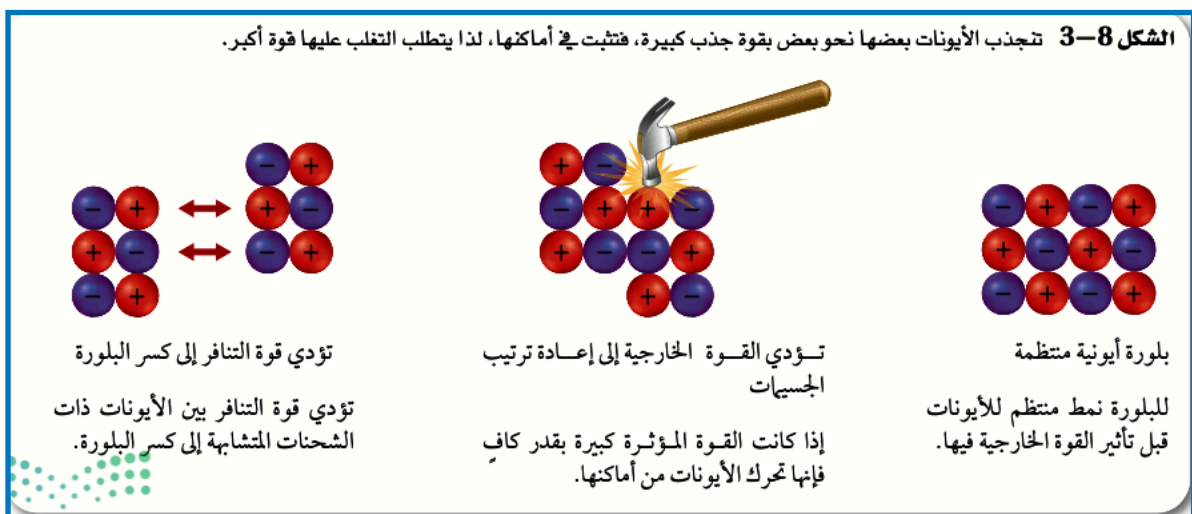
يعد كل من درجة الغليان والانصهار والصلابة من الخواص الفيزيائية للمادة التي تعتمد على مدى قوة جذب الجسيمات المكونة للمادة بعضها لبعض، وتعتمد المقدرة على التوصيل الكهربائي على توافر جسيمات مشحونة حرة الحركة.

( علل؟ ) لا تستطيع المواد الأيونية الصلبة توصيل الكهرباء ، بينما توصل محاليلها ومصاهيرها الكهرباء؟

لأن المحلول والمصهور تكون أيوناتهما حرة الحركة بعكس المواد الصلبة التي تكون أيوناتهما محدودة الحركة.

**الإلكتروليت** هو المركب الأيوني الذي يوصل محلوله التيار الكهربائي .

تمتاز البلورات الأيونية أيضاً بالقوة والصلابة والهشاشة بسبب قوة التجاذب التي تثبت الأيونات في أماكنها.



**طاقة الشبكة البلورية** هي الطاقة التي تلزم لفصل أيونات مول واحد من المركب الأيوني .

• تتأثر طاقة الشبكة البلورية بمقدار شحنة الأيون ،

• كلما زادت الشحنات كلما زادت طاقة الشبكة البلورية ( طردي ) .

( علل؟ ) طاقة الشبكة البلورية لـ  $MgO$  أكبر من  $NaF$  ؟ لأن عدد الشحنات له أكبر .

• ترتبط طاقة الشبكة البلورية بصورة مباشرة بحجوم الأيونات المرتبطة معاً .

• كلما زاد نصف قطر الذرات كلما قلت طاقة الشبكة البلورية ( عكسي ) .

( علل؟ ) طاقة الشبكة البلورية لـ  $NaF$  أكبر من  $KF$  ؟

لأن نصف قطر الصوديوم أصغر من البوتاسيوم .

## الدرس (3-3) صيغ المركبات الأيونية وأسمائها

**الفكرة الرئيسية:** عند تسمية المركبات الأيونية يذكر الأيون السالب أولاً متبوعاً بالأيون الموجب.

أما كتابة صيغ المركبات الأيونية فيكتب رمز الأيون الموجب أولاً متبوعاً برمز الأيون السالب.

### صيغ المركبات الأيونية

**وحدة الصيغة الكيميائية** هي الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني .

وهي تمثل أبسط نسبة للأيونات في المركب.

### الأيونات الأحادية الذرة

تتكون المركبات الأيونية الثنائية من أيونات موجبة أحادية الذرة (من الفلز) ، وأيونات سالبة أحادية الذرة (من اللافلز) .

**الأيون الأحادي الذرة** يتكون من ذرة عنصر واحدة مشحونة مثل  $Mg^{+2}$  أو  $Br^{-}$

| الأيونات فلزية أحادية الذرة                                            | الجدول 3-7 |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| الأيونات الشائعة                                                       | المجموعة   |
| $Sc^{3+}, Y^{3+}, La^{3+}$                                             | 3          |
| $Ti^{2+}, Ti^{3+}$                                                     | 4          |
| $V^{2+}, V^{3+}$                                                       | 5          |
| $Cr^{2+}, Cr^{3+}$                                                     | 6          |
| $Mn^{2+}, Mn^{3+}, Tc^{2+}$                                            | 7          |
| $Fe^{2+}, Fe^{3+}$                                                     | 8          |
| $Co^{2+}, Co^{3+}$                                                     | 9          |
| $Ni^{2+}, Pd^{2+}, Pt^{2+}, Pt^{4+}$                                   | 10         |
| $Cu^{+}, Cu^{2+}, Ag^{+}, Au^{+}, Au^{3+}$                             | 11         |
| $Zn^{2+}, Cd^{2+}, Hg_2^{2+}$                                          | 12         |
| $Al^{3+}, Ga^{2+}, Ga^{3+}, In^{+}, In^{2+}, In^{3+}, Tl^{+}, Tl^{3+}$ | 13         |
| $Sn^{2+}, Sn^{4+}, Pb^{2+}, Pb^{4+}$                                   | 14         |

| أيونات أحادية الذرة |                            | الجدول 3-6 |
|---------------------|----------------------------|------------|
| شحنة الأيون         | الذرات التي تكوّن الأيونات | المجموعة   |
| +1                  | H, Li, Na, K, Rb, Cs       | 1          |
| +2                  | Be, Mg, Ca, Sr, Ba         | 2          |
| -3                  | N, P, As                   | 15         |
| -2                  | O, S, Se, Te               | 16         |
| -1                  | F, Cl, Br, I               | 17         |

### أعداد التأكسد

تعرف شحنة الأيون الأحادي الذرة بعدد التأكسد ، أو حالة الأكسدة .

**عدد التأكسد** هو عدد الإلكترونات التي تفقدها أو تكتسبها أو تشارك بها الذرة في أثناء التفاعل الكيميائي.

| تدريب ١                 | اكتب الصيغ الكيميائية للمركبات الأيونية المتكوّنة من الأيونات الآتية: |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| a. اليود والبوتاسيوم    | KI                                                                    |
| b. البروم والألومنيوم   | AlBr <sub>3</sub>                                                     |
| c. الكلور والمغنسيوم    | MgCl <sub>2</sub>                                                     |
| d. النيتروجين والسيزيوم | Cs <sub>3</sub> N                                                     |

## الصيغ الكيميائية للمركبات الأيونية الثنائية :

|                 |                  |                   |                   |
|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|
| أكسيد الألمنيوم | أكسيد البوتاسيوم | كلوريد المغنيسيوم | كبريتيد الكالسيوم |
| $Al_2O_3$       | $K_2O$           | $MgCl_2$          | $CaS$             |

أمثلة :

| الأيونات العديدة الذرات |                              |           |               | الجدول 3-8 |  |
|-------------------------|------------------------------|-----------|---------------|------------|--|
| الأيون                  | الاسم                        | الأيون    | الاسم         |            |  |
| $IO_4^-$                | البيرايودات                  | $NH_4^+$  | الأمونيوم     |            |  |
| $CH_3COO^-$             | الأسيتات (الخلات)            | $NO_2^-$  | النيتريت      |            |  |
| $H_2PO_4^-$             | الفوسفات الثنائية الهيدروجين | $NO_3^-$  | النترات       |            |  |
| $CO_3^{2-}$             | الكربونات                    | $OH^-$    | الهيدروكسيد   |            |  |
| $SO_3^{2-}$             | الكبريتيت                    | $CN^-$    | السيانيد      |            |  |
| $SO_4^{2-}$             | الكبريتات                    | $MnO_4^-$ | البرمنجنات    |            |  |
| $S_2O_3^{2-}$           | الثيوكبريتات                 | $HCO_3^-$ | البيكربونات   |            |  |
| $O_2^{2-}$              | البيروكسيد                   | $ClO^-$   | الهيبوكلورايت |            |  |
| $CrO_4^{2-}$            | الكرومات                     | $ClO_2^-$ | الكلورايت     |            |  |
| $Cr_2O_7^{2-}$          | ثنائي الكرومات               | $ClO_3^-$ | الكلورات      |            |  |
| $HPO_4^{2-}$            | الفوسفات الهيدروجينية        | $ClO_4^-$ | البيركلورات   |            |  |
| $PO_4^{3-}$             | الفوسفات                     | $BrO_3^-$ | البرومات      |            |  |
| $AsO_4^{3-}$            | الزرنيخات                    | $IO_3^-$  | الأيودات      |            |  |

## صيغ المركبات الأيونية عديدة الذرات

الأيونات عديدة الذرات هي الأيونات المكونة من أكثر من ذرة واحدة.

|                    |              |                  |                  |
|--------------------|--------------|------------------|------------------|
| هيدروكسيد الصوديوم | كرومات الفضة | فوسفات الكالسيوم | فوسفات الأمونيوم |
| $NaOH$             | $Ag_2CrO_4$  | $Ca_3(PO_4)_2$   | $(NH_4)_3PO_4$   |

أمثلة :

| اسم المركب                 | صيغة المركب    |
|----------------------------|----------------|
| أكسيد الحديد II (الثنائي)  | $FeO$          |
| أكسيد الحديد III (الثلاثي) | $Fe_2O_3$      |
| كبريتيد الأمونيوم          | $(NH_4)_2S$    |
| بيركلورات الأمونيوم        | $NH_4ClO_4$    |
| كبريتيت الألمنيوم          | $Al_2(SO_3)_3$ |
| نترات النحاس II            | $Cu(NO_3)_2$   |

## أسماء الأيونات والمركبات الأيونية

| طرائق تسمية الأيونات الأكسجينية التي يكونها الكلور                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | الجدول 3-10                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                  |        |           |                |                  |           |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|--------|-----------|----------------|------------------|-----------|--------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>يشق اسم الأيون السالب الأكسجيني الذي يحتوي على أكبر عدد من ذرات الأكسجين بإضافة مقطع (بير) عند بداية الاسم، وإضافة مقطع (ات) إلى نهاية جذر اللافلز.</li> <li>يشق اسم الأيون السالب الأكسجيني الذي يحتوي على عدد من ذرات الأكسجين أقل ذرة واحدة بإضافة مقطع (ات) إلى نهاية جذر اللافلز.</li> <li>يشق اسم الأيون السالب الأكسجيني الذي يحتوي على عدد من ذرات الأكسجين أقل ذرتين بإضافة مقطع (يت) إلى نهاية جذر اللافلز.</li> <li>يشق اسم الأيون السالب الأكسجيني الذي يحتوي على عدد من ذرات الأكسجين أقل من ثلاث ذرات بإضافة مقطع (هيو)، ثم المقطع (يت) إلى نهاية جذر اللافلز.</li> </ul> | <table> <tr> <td><math>\text{ClO}_3^-</math></td><td><math>\text{ClO}_4^-</math></td></tr> <tr> <td>كلورات</td><td>بيركلورات</td></tr> <tr> <td><math>\text{ClO}^-</math></td><td><math>\text{ClO}_2^-</math></td></tr> <tr> <td>هيوكلوريت</td><td>كلوريت</td></tr> </table> | $\text{ClO}_3^-$ | $\text{ClO}_4^-$ | كلورات | بيركلورات | $\text{ClO}^-$ | $\text{ClO}_2^-$ | هيوكلوريت | كلوريت |
| $\text{ClO}_3^-$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $\text{ClO}_4^-$                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                  |        |           |                |                  |           |        |
| كلورات                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | بيركلورات                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                  |        |           |                |                  |           |        |
| $\text{ClO}^-$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\text{ClO}_2^-$                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                  |        |           |                |                  |           |        |
| هيوكلوريت                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | كلوريت                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |                  |        |           |                |                  |           |        |

الجدول 3-9

تسمية الأيونات الأكسجينية السالبة للكبريت والنيتروجين

- عليك أن تعرف الأيون الذي يحتوي على أكبر عدد من ذرات الأكسجين. ويشق اسم هذا الأيون من اسم اللافلز وإضافة المقطع (ات) إلى آخره.
- عليك أن تعرف الأيون الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين. ويشق اسم هذا الأيون من اسم اللافلز وإضافة المقطع (يت) إلى آخره.

$$\text{NO}_3^- \quad \text{NO}_2^- \quad \text{SO}_4^{2-} \quad \text{SO}_3^{2-}$$

نترات      نيتريت      كبريتات      كبريتيت

## تسمية الأيون الأكسجيني السالب

## الأيون الأكسجيني السالب أيون عديد الذرات يتكون من عنصر لافلزي

يرتبط مع ذرة أو أكثر من الأكسجين ، وبعض اللافلزات لها أكثر من أيون أكسجيني .

## تسمية المركبات الأيونية :

راجع الكتاب ص 101



اكتب صيغ المركبات الأيونية المكوّنة من الأيونات الآتية:

تدريب ٢

a. الصوديوم والنترات  $\text{NaNO}_3$ b. الكالسيوم والكلورات  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ c. الألومنيوم والكربونات  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ 

سمّ المركبات الآتية:

تدريب ٣

a.  $\text{NaBr}$  بروميد الصوديومb.  $\text{CaCl}_2$  كلوريد الكالسيومc.  $\text{KOH}$  هيدروكسيد البوتاسيومd.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  نترات النحاس (II)f.  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  كرومات الفضة

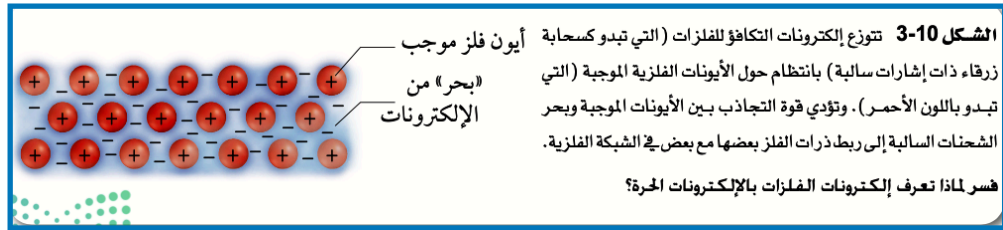
## الدرس (3-4) الروابط الفلزية وخواص الفلزات

الفكرة الرئيسية تكون الفلزات شبكات بلورية يمكن تمثيلها أو نمذجتها بأيونات موجبة يحيط بها بحر من إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة.

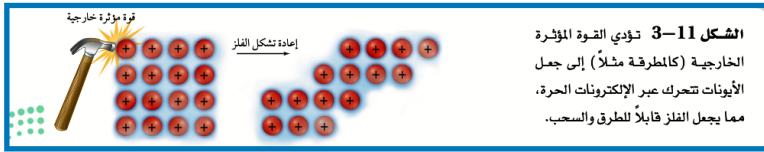
### بحر من الإلكترونات

نموذج بحر الإلكترونات تتداخل مستويات الطاقة الخارجية بعضها في بعض .

الإلكترونات الحرة لا ترتبط بالإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية في الذرات الفلزية بأي ذرة محددة، وتعرف بالإلكترونات الحرة الحركة .



الرابطة الفلزية هي قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة للفلزات والإلكترونات الحرة في الشبكة الفلزية.



### خواص الفلزات

• درجتا الغليان والانصهار عادة تكون عالية ،

إلا أن درجة الانصهار ليست مرتفعة جدا مثل الغليان ( علل ؟ )

لأن الأيونات الموجبة والإلكترونات الحرة الحركة في الفلز ليست بحاجة لطاقة كبيرة لجعلها تتحرك .

• قابلية الطرق والسحب طرقها كألواح وسحبها كأسلاك .

• موصلة جيدة للحرارة والكهرباء ( علل ؟ ) بسبب وجود الإلكترونات الحرة الحركة التي تقوم بنقل الحرارة والكهرباء من مكان لآخر .

• البريق واللمعان لتفاعل الإلكترونات الحرة مع الضوء من خلال امتصاصه ثم إطلاقه ك فوتوإلكترونات.

• الصلابة والقوة كلما زادت الإلكترونات الحرة الحركة كلما زادت الصلابة والقوة .

• الروابط الفلزية في الفلزات الانتقالية أقوى من الفلزات القلوية من حيث الصلابة ( علل ؟ ) لأن الفلزات الانتقالية تحوي إلكترونات حرة الحركة أكثر من الفلزات القلوية ( إلكترون واحد).

### السبائك الفلزية

السبيكة هي خليط من العناصر ذات الخواص الفلزية الفريدة.

خواص السبائك تختلف خواص السبائك قليلاً عن خواص عناصرها المكونة لها .

أمثلة للسبائك الفلزية الفولاذ ، البرونز ، الحديد الصلب ، الذهب بغيراته المختلفة .

## الفصل الرابع / الروابط التساهمية

الفكرة العامة تتكون الروابط التساهمية عندما تتشارك الذرات في إلكترونات تكافؤها .

### الدرس (4-1) الرابطة التساهمية

الفكرة الرئيسية تستقر ذرات بعض العناصر عندما تتشارك في إلكترونات تكافؤها لتكوين رابطة تساهمية.

#### ما الرابطة التساهمية ؟

تتشارك بعض الذرات بالإلكترونات ليستقر توزيعها الإلكتروني .

#### الإلكترونات المشتركة

تتشارك الذرات في المركبات غير الأيونية الإلكترونات .

**الرابطة التساهمية** الرابطة الكيميائية التي تنتج عن مشاركة كلاً من الذرتين الداخلتين في تكوين الرابطة بزواج إلكترونات أو أكثر.

**الجزئي** يتكون عندما ترتبط ذرتان أو أكثر برابطة تساهمية.

#### تكوين الرابطة التساهمية

تتكون الجزيئات الثنائية الذرات عند مشاركة ذرتين من نفس العنصر  $F_2 / Cl_2 / Br_2 / I_2 / N_2 / O_2 / H_2$

#### الروابط التساهمية الأحادية

عندما يشترك زوج واحد من الإلكترونات في تكوين رابطة، كما في جزيء الهيدروجين.

• عادة ما يُشار إلى زوج الإلكترونات المشترك بزواج إلكترونات الرابطة.

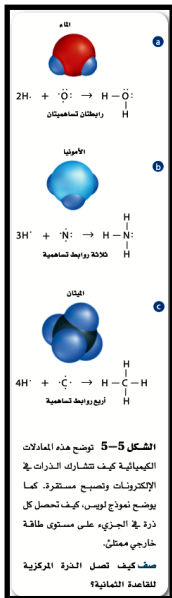
**تركيب لويس Lewis structure** هو ترتيب إلكترونات التكافؤ في الجزيء ( التمثيل النقطي).

**المجموعة 17 والروابط التساهمية الأحادية:** تكون رابطة واحدة مثل الفلور  $HF, F_2$

**المجموعة 16 والروابط التساهمية الأحادية:** تكون رابطتين مثل الماء  $H_2O$

**المجموعة 15 والروابط التساهمية الأحادية:** تكوين ثلاث روابط مثل الأمونيا  $NH_3$

**المجموعة 14 والروابط التساهمية الأحادية:** تكوين أربع روابط مثل الميثان  $CH_4$



| تدريب ١                                                                                                                      |                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <p>ارسم تركيب لويس لكل جزيء مما يأتي:</p> <p>a. <math>PH_3</math></p> <p>b. <math>H_2S</math></p> <p>c. <math>HCl</math></p> | <p>d. <math>CCl_4</math></p> <p>f. <math>SiH_4</math></p> |

**روابط سيجما  $\sigma$** 

تسمى الروابط التساهمية الأحادية بالرابطة سيجما.

**روابط سيجما  $\sigma$** 

- تتكون هذه الرابطة عند تداخل مستويات تكافؤ الذرات تداخلاً رأسياً (رأساً مقابل رأس) .
- تتكون رابطة سيجما عندما يتداخل مجال s مع s آخر أو مع مجال p، أو عند تداخل مجال p مع مجال p آخر.

**الروابط التساهمية المتعددة**

**الروابط الثنائية** تتكون هذه الروابط عندما تشترك ذرتان بزوجين من الإلكترونات فيما بينها.

**الروابط الثلاثية** تتكون هذه الروابط عندما تشترك ذرتان في ثلاثة أزواج من الإلكترونات فيما بينها.

**الرابطة باي  $\pi$** 

- الرابطة باي  $\pi$**  تتألف الرابطة التساهمية المتعددة من رابطة سيجما واحدة ورابطة باي واحدة على الأقل .
- تتكون هذه الرابطة عندما تتداخل مجالات p الفرعية المتوازية وتشترك في الإلكترونات.

**قوة الرابطة التساهمية**

- تتألف الرابطة الثنائية من رابطة سيجما ( $\sigma$ ) واحدة ورابطة باي ( $\pi$ ) واحدة .
- تتألف الرابطة الثلاثية من رابطة سيجما ( $\sigma$ ) واحدة و رابطتين باي ( $\pi$ ) .

**طول الرابطة**

- طول الرابطة هو المسافة بين نواتي الذرتين المرتبطتين ، وتعتمد قوة الرابطة على المسافة بين النواتين .
- كلما زاد عدد الإلكترونات المشتركة قصرت الرابطة فكلما قصر طول الرابطة كانت أقوى .
- $F_2$  تساهمية أحادية ( أطول وأضعف ) -  $O_2$  تساهمية ثنائية (أقوى من الأحادية) -
- $N_2$  تساهمية ثلاثية ( أقصر وأقوى من الثنائية) .

**الطاقة والروابط**

- "طاقة تفكك الرابطة" هي الطاقة اللازمة لكسر رابطة تساهمية معينة وهي مقدار موجب .
- هناك علاقة عكسية بين طاقة تفكك الرابطة وقوة الرابطة الكيميائية ، وذلك بسبب طول الرابطة وطاقاتها .

**التفاعل الماص للطاقة**

- عندما يكون مقدار الطاقة المطلوبة لتفكيك الروابط الموجودة في المواد المتفاعلة أكبر من مقدار الطاقة الناتجة عن تكون الروابط الجديدة في المواد الناتجة.

**التفاعل الطارد للطاقة**

- يحدث عندما تكون الطاقة المنبعثة في أثناء تكون روابط المواد الناتجة أكبر من الطاقة المطلوبة لتفكيك روابط المواد المتفاعلة .

## الدرس (4-2) تسمية الجزيئات

الفكرة الرئيسية: تستعمل قواعد محددة في تسمية المركبات الجزيئية الثنائية الذرات ، والأحماض الأكسجينية.

### تسمية المركبات الجزيئية الثنائية الذرات

1. يظهر اسم العنصر الثاني في الصيغة الجزيئية أولاً ، ويظهر اسم العنصر الأول كاملاً.
2. يُسمى العنصر الثاني في الصيغة الجزيئية باستخدام جذر الاسم مع إضافة مقطع ( يد ).
3. تُستخدم البادئات في التسمية لتحديد عدد ذرات كل عنصر في الصيغة الجزيئية .

أمثلة :

| خامس أكسيد ثنائي الفوسفور | ثاني أكسيد الكبريت | ثالث فلوريد النيتروجين | رابع كلوريد النيتروجين |
|---------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| $P_2O_5$                  | $SO_2$             | $NF_3$                 | $CCl_4$                |

| تدريب ٢    | سمّ كلّاً من المركّبات الجزيئية الثنائية الذرات الآتية: |
|------------|---------------------------------------------------------|
| a. $CO_2$  | ثاني أكسيد الكربون                                      |
| b. $SO_2$  | ثاني أكسيد الكبريت                                      |
| c. $NF_3$  | ثلاثي فلوريد النيتروجين                                 |
| d. $CCl_4$ | رباعي كلوريد الكربون                                    |

### أسماء شائعة لبعض المركبات الجزيئية

| ملح الطعام $NaCl$    | الماء $H_2O$    | الهيدرازين $N_2H_4$   | حمض الكبريت $H_2SO_4$  |
|----------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| صودا الخبز $NaHCO_3$ | الأمونيا $NH_3$ | أكسيد النيتروجين $NO$ | حمض النيتروجين $HNO_3$ |

### تسمية الأحماض

تسمية الأحماض الثنائية تحتوي الحمض الثنائي على الهيدروجين وعنصر آخر فقط.

وتسمى الأحماض الثنائية الشائعة - ومنها حمض الهيدروكلوريك  $HCl$  .

### قواعد تسمية الأحماض الثنائية

١- "هيدرو" يضاف في الكلمة الأولى لتسمية (الهيدروجين) من المركب.

٢- "يك" تضاف لاسم العنصر الثاني ( الكلور ) .

لذا فإن محلول  $HCl$  في الماء (الهيدروجين والكلور) يصبحان معاً حمض الهيدروكلوريك.

| الجدول 4-5      | صيغ بعض المركبات التساهمية وأسمائها |                              |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------|
| الصيغة الجزيئية | الاسم الشائع                        | اسم المركب الجزيئي           |
| $H_2O$          | ماء                                 | أكسيد ثنائي الهيدروجين       |
| $NH_3$          | أمونيا                              | ثالث هيدريد النيتروجين       |
| $N_2H_4$        | هيدرازين                            | رابع هيدريد ثنائي النيتروجين |
| $HCl$           | حمض الكلور                          | حمض الهيدروكلوريك            |

## تسمية الحمض الأكسجينية

الحمض الأكسجيني هو الحمض الذي يتألف من الهيدروجين وأيون أكسجيني .

| الاشتقاق من الأيون<br>عديد الذرات | تسمية الحمض                             | مثال                                                                           | أمثلة أخرى |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| الشق يبدأ بـ (هيبو)               | يبدأ اسم الحمض بـ<br>(هيبو) وينتهي (وز) | (هيبو كلوريت $\text{ClO}^-$ )<br>يسمى الحمض حمض الهيبو<br>كلوروز $\text{HClO}$ |            |
| الشق ينتهي بـ (يت)                | يضاف لاسم الحمض<br>حرفي (وز)            | (نيتريت $\text{NO}_2^-$ )<br>يسمى الحمض حمض النيتروز<br>$\text{HNO}_2$         |            |
| الشق ينتهي بـ (ات)                | يضاف لاسم الحمض<br>حرفي (يك)            | (نترات $\text{NO}_3^-$ )<br>يسمى الحمض حمض النيتريك<br>$\text{HNO}_3$          |            |
| الشق يبدأ بـ (بير)                | يبدأ اسم الحمض بـ<br>(بير) وينتهي (يك)  | (بيركلورات $\text{ClO}_4^-$ )<br>يسمى الحمض حمض<br>البيركلوريك $\text{HClO}_4$ |            |

## كتابة الصيغ الكيميائية من أسماء المركبات

| تدريب ٣ | سمّ كلاً من الأحماض الآتية مفترضاً أن جميعها تذوب في الماء: |
|---------|-------------------------------------------------------------|
| a.      | $\text{HI}$ حمض الهيدروإيوديك                               |
| b.      | $\text{HClO}_3$ حمض الكلوريك                                |
| c.      | $\text{HClO}_2$ حمض الكلوروز                                |
| d.      | $\text{H}_2\text{SO}_4$ حمض الكبريتيك                       |
| f.      | $\text{H}_2\text{S}$ حمض الهيدروكبريتيك                     |

| تدريب ٤ | اكتب الصيغ الكيميائية للمركبات الآتية:               |
|---------|------------------------------------------------------|
| a.      | كلوريد الفضة $\text{AgCl}$                           |
| b.      | أكسيد ثنائي الهيدروجين $\text{H}_2\text{O}$          |
| c.      | ثلاثي فلوريد الكلور $\text{ClF}_3$                   |
| d.      | ثلاثي أكسيد ثنائي الفوسفور $\text{P}_2\text{O}_3$    |
| f.      | عشاري فلوريد ثنائي الكبريت $\text{S}_2\text{F}_{10}$ |

## الدرس (3-4) التراكيب الجزيئية

**الفكرة الرئيسية** تبين الصيغ البنائية المواقع النسبية للذرات في الجزيء وطرائق ارتباطها معا داخل الجزيء.

## ✍️ الصيغ البنائية

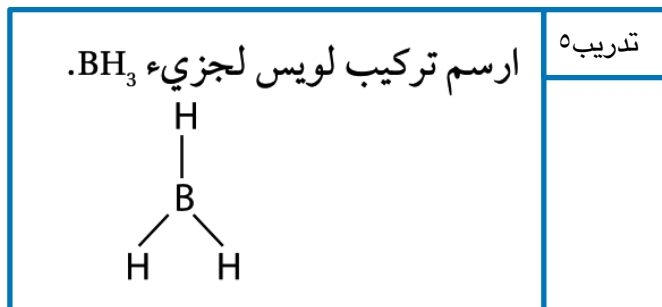
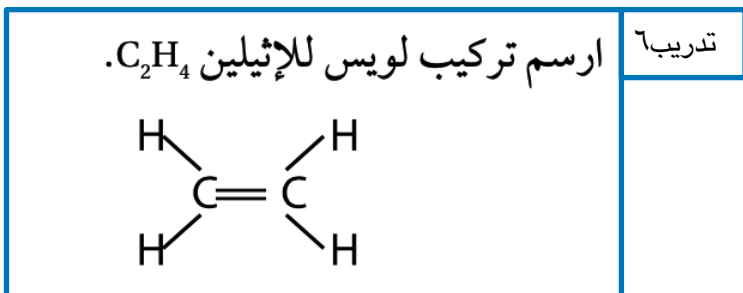
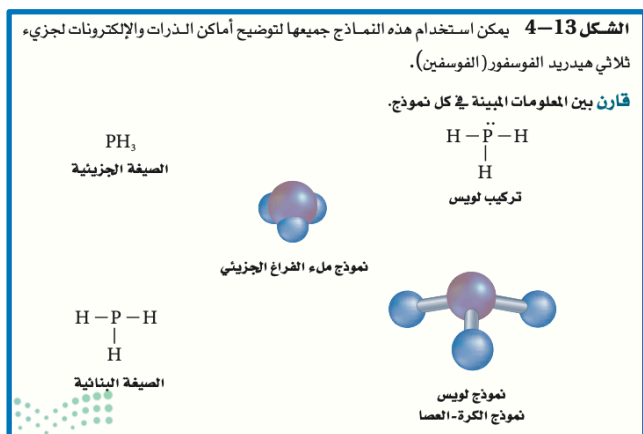
**الصيغة البنائية** نموذج الذي يستعمل الرموز والروابط لبيان مواقع الذرات .

الأيون مشحوناً بشحنة سالبة يكون هناك عدد أكبر من الإلكترونات وإذا كان مشحوناً بشحنة موجبة يكون عدد الإلكترونات أقل .

**👉 تراکیب لويس**

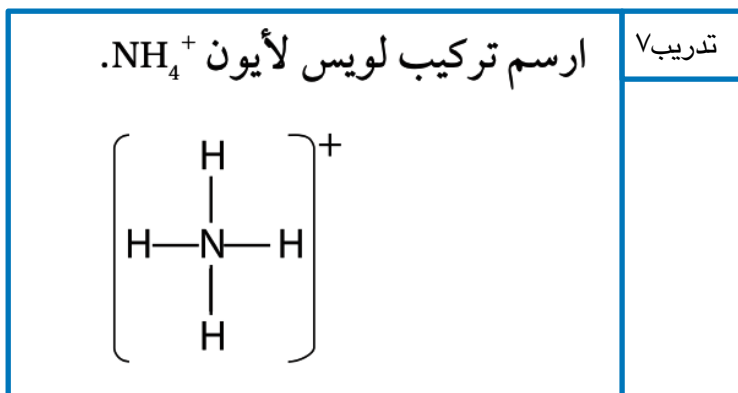
## خطوات رسم ترکیب لويس

تحديد الذرة المركزية والذرات الجانبية، وكذلك تحديد عدد إلكترونات وأزواج الإلكترونات المترابطة، ثم وصل الذرات الجانبية بالذرة المركزية بواسطة روابط أحادية. وتحديد عدد أزواج الربط المتبقية، ومن ثم تطبيق قاعدة الثمانية لتكوّن روابط ثنائية أو ثلاثية إذا اقتضت الضرورة.



## ✍️ تركيب لويس للأيونات المتعددة الذرات

لإيجاد عدد إلكترونات التكافؤ لأيون عديد الذرات نوجد عدد الإلكترونات المتوفرة عند الذرات ثم نطرح شحنة الأيون الموجب أو نجمع شحنة الأيون السالب .



📌 **أشكال الرنين** الحصول على أكثر من تركيب لويس للجزيء نفسه .

يمكن باستخدام مجموعة الذرات نفسها الحصول على أكثر من تركيب لويس صحيح .

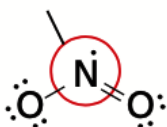
**الرنين** حالة تحدث عندما يكون هناك احتمال لرسم أكثر من تركيب لويس لشكل الجزيء أو الأيون .

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <p><b>الشكل 14-4</b> أشكال الرنين لأيون النترات <math>\text{NO}_3^-</math>.</p> <p>a. تختلف أشكال الرنين هذه في مكان الرابطة الثنائية فقط. ولا تتغير أماكن ذرات النيتروجين والأكسجين.</p> <p>b. يكون أيون النترات الحقيقي هو متوسط أشكال الرنين الثلاثة في a.</p> <p>تبين الخطوط المنقطعة أماكن محتملة للرابطة الثنائية.</p> | <p><b>a</b></p> <p><b>b</b></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

|                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>تدريب</b></p> <p>ارسم أشكال الرنين للجزيئات الآتية:</p> <p>a. <math>\text{NO}_2^-</math></p> <p>b. <math>\text{SO}_2</math></p> <p>c. <math>\text{O}_3</math></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**الشكل 15-4** لا تحقق ذرة النيتروجين المركزية في جزيء  $\text{NO}_2$  القاعدة الثمانية. فهي تحتوي على سبعة إلكترونات فقط في مستوى الطاقة الخارجي.

القاعدة الثمانية غير مكتملة



📌 **استثناءات القاعدة الثمانية**

### ١- العدد الفردي من الإلكترونات التكافؤ .

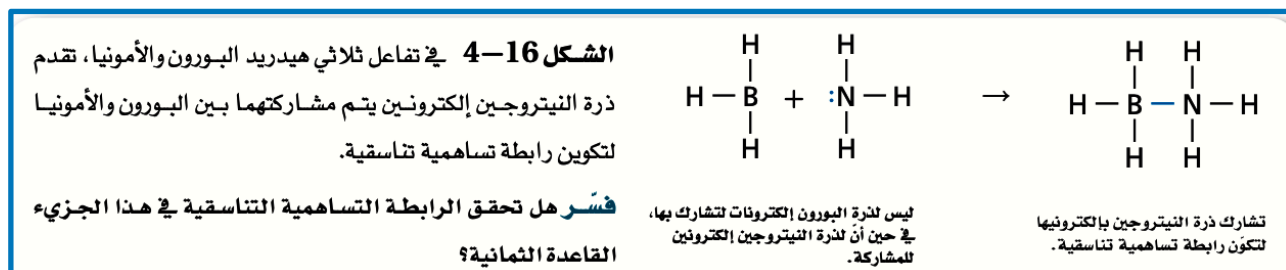
- يمكن أن يكون لمجموعة صغيرة من الجزيئات أعداد فردية من إلكترونات التكافؤ .

أمثلة :  $\text{NO}_2$  ,  $\text{NO}$  ,  $\text{ClO}_2$

## ٢- حالات الاستقرار بأقل من ثمانية إلكترونات والرابطة التساهمية التناسقية

• يمكن وصول بعض المركبات إلى التركيب المستقر بأقل من ثمانية إلكترونات حول الذرة المركزية.

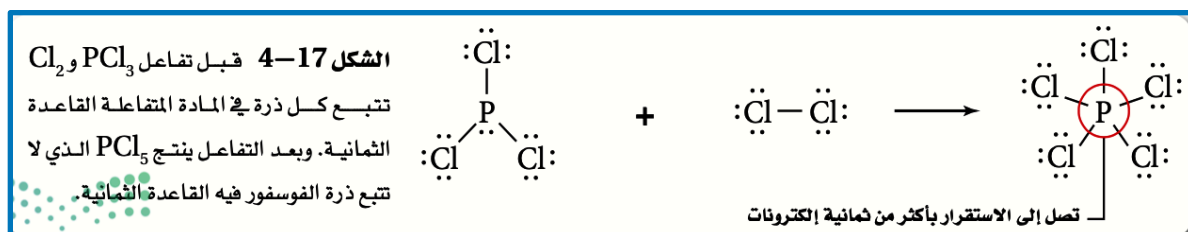
**الرابطة التساهمية التناسقية** عندما تقدم إحدى الذرات إلكترونين لتشارك بهما ذرة أخرى أو أيوناً آخر بحاجة إلى إلكترونين ليكونا ترتيباً إلكترونياً مستقراً بأقل طاقة وضع .



## ٣- حالات الاستقرار بأكثر من ثمانية إلكترونات

- وذلك إذا كان هناك أكثر من أربع ذرات ترتبط في الجزيء .
- هناك مركبات لا تتبع القاعدة الثمانية ويكون حول الذرة المركزية أكثر من 8 إلكترونات .

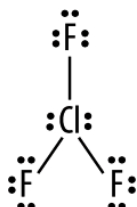
أمثلة :  $PCl_5$  ,  $SF_6$



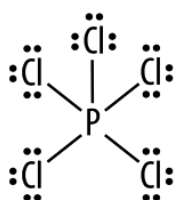
ارسم تراكيب لويس للجزيئات الآتية:

تدريب ٩

a.  $ClF_3$



b.  $PCl_5$



## الدرس (4-4) أشكال الجزيئات

الفكرة الرئيسية يستعمل نموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR لتحديد شكل الجزيء .

### نموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ

**VSEPR** نموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ .

ويعتمد هذا النموذج على الترتيب الذي من شأنه أن يقلل التنافر بين أزواج الإلكترونات الرابطة وغير الرابطة حول الذرة المركزية إلى أقصى درجة ممكنة.

### زاوية الرابطة

- تتنافر أزواج الإلكترونات في الجزيء بطريقة مماثلة لبالونات متماثلة مربوطة ببعضها البعض .
- وتعمل قوى التنافر هذه على تثبيت مواقع الذرات في الجزيء بحيث تصنع زوايا ثابتة بعضها مع بعض.
- وتعرف الزاوية بين ذرتين جانبيتين والذرة المركزية بزاوية الرابطة .

### التهجين

**التهجين** يعني الدمج بين شيتين معاً حيث تختلط المستويات الفرعية لتكون مستويات مهجنة جديدة متماثلة .

| الجدول 4-6 الأشكال الفراغية للجزيئات |                                |                  |                     |                   |                                                              |
|--------------------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|
| الجزيء                               | العدد الكلي لأزواج الإلكترونات | الأزواج المشتركة | الأزواج غير الرابطة | المستويات المهجنة | أشكال الجزيئات                                               |
| $\text{BeCl}_2$                      | 2                              | 2                | 0                   | $sp$              | خطي $180^\circ$                                              |
| $\text{AlCl}_3$                      | 3                              | 3                | 0                   | $sp^2$            | مثلث مستو $120^\circ$                                        |
| $\text{CH}_4$                        | 4                              | 4                | 0                   | $sp^3$            | رباعي الأوجه منتظم $109.5^\circ$                             |
| $\text{PH}_3$                        | 4                              | 3                | 1                   | $sp^3$            | مثلثي هرمي $107.3^\circ$                                     |
| $\text{H}_2\text{O}$                 | 4                              | 2                | 2                   | $sp^3$            | منحن $104.5^\circ$                                           |
| $\text{NbBr}_5$                      | 5                              | 5                | 0                   | $sp^3d$           | ثنائي الهرم مثلثي (المسداسي الأوجه) $90^\circ$ و $120^\circ$ |
| $\text{SF}_6$                        | 6                              | 6                | 0                   | $sp^3d^2$         | ثماني الأوجه منتظم $90^\circ$                                |

تمثل الكرات الذرات، وتمثل المعص الروابط، وأما الفلقات (القصص) فتمثل أزواج إلكترونات غير الرابطة.

يحتوي جزيء  $\text{BeCl}_2$  على زوجين فقط من الإلكترونات المرتبطة مع ذرة  $\text{Be}$  المركزية. لذا تكون إلكترونات الرابطة على أبعد مسافة ممكنة بينها، وزاوية الرابطة  $180^\circ$  وشكل الجزيء خطيًا.

تكون أزواج الإلكترونات الثلاثة المكونة للروابط في المركب  $\text{AlCl}_3$  على أكبر مسافة بينها عندما تكون على شكل مثلث مستو والزوايا بين الروابط  $120^\circ$ .

عندما تحوي الذرة المركزية في جزيء على أربعة أزواج من إلكترونات الترابط كما في الميثان  $\text{CH}_4$  يكون الشكل رباعي الأوجه منتظم والزوايا بين الروابط  $109.5^\circ$ .

لجزيء  $\text{PH}_3$  ثلاث روابط تساهمية أحادية وزوج غير مرتبط. يأخذ الزوج غير المرتبط حيزاً أكبر من الرابطة التساهمية. وتوجد قوة تنافر أقوى بين هذا الزوج والأزواج الرابطة مقارنة بالأزواج الرابطة بعضها ببعض. لذا يكون الشكل الناتج مثلثي هرمي والزوايا بين الروابط  $107.3^\circ$ .

للساء رابطتان تساهميتان وزوجان غير رابطتين، ويصنع التنافر بين الأزواج غير الرابطة زاوية مقدارها  $104^\circ$  مما يجعل شكل جزيء الماء منحنياً.

لجزيء  $\text{NbBr}_5$  خمسة أزواج من الإلكترونات الرابطة، لذا يفصل الشكل التنافسي الهرم الثلاثي من التنافر بين أزواج الإلكترونات المشتركة.

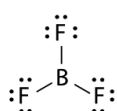
ليس لجزيء  $\text{SF}_6$  أزواج إلكترونات غير رابطة مع السدرة المركزية، ومع ذلك فله ستة أزواج رابطة مرتبة حول الذرة المركزية لتكوّن شكلاً ثماني الأوجه.

| وجه المقارنة                           | sp                 | sp <sup>2</sup>                | sp <sup>3</sup>                   |
|----------------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| عدد المجالات النقية الداخلة في التهجين | 1s + 1p            | 1s + 2p                        | 1s + 3p                           |
| عدد المجالات المهجنة الناتجة           | اثنين من النوع sp  | ثلاثة من النوع sp <sup>2</sup> | أربعة من النوع sp <sup>3</sup>    |
| الشكل الفراغي                          | خطي (الزاوية 180°) | مثلث مستوي (الزاوية 120°)      | هرم رباعي الأوجه (الزاوية 109.5°) |
| أمثلة                                  | الإيستلين          | الإيثيلين                      | الميثان                           |

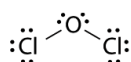
## تدريب ١٠

ما شكل الجزيء، ومقدار زاوية الرابطة، والمستويات المهجنة في كل مما يأتي؟

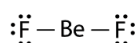
a. BF<sub>3</sub> مثلث مستوي، 120°، sp<sup>2</sup>



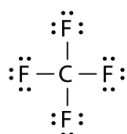
b. OCl<sub>2</sub> منحني، 140.5°، sp<sup>3</sup>



c. BeF<sub>2</sub> خطي، 180°، sp



d. CF<sub>4</sub> رباعي الأوجه منتظم، 109°، sp<sup>3</sup>



## الدرس (4-5) الكهروسالبية والقطبية

**الفكرة الرئيسية :** يعتمد نوع الرابطة الكيميائية على مقدار جذب كل ذرة للإلكترونات في الرابطة.

### الميل الإلكتروني، والكهروسالبية، وخواص الروابط

- يعتمد نوع الرابطة الكيميائية التي تتكون في أثناء التفاعل الكيميائي على قدرة جذب الذرات للإلكترونات.
- الميل الإلكتروني هو مقياس لقابلية الذرة على استقبال الإلكترون .
- بزيادة العدد الذري في الدورة يزيد الميل الإلكتروني ماعدا الغازات النبيلة .
- ويقل الميل الإلكتروني في المجموعة بزيادة العدد الذري .

**الكهروسالبية** تشير إلى القدرة النسبية للذرة لجذب إلكترونات الرابطة الكيميائية .

| أهم العناصر في الكهروسالبية |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| C                           | N    | O    | F    | F    |
| 2.55                        | 3.04 | 3.44 | 3.98 | 3.98 |
|                             |      |      |      | Cl   |
|                             |      |      |      | 3.16 |
|                             |      |      |      | Br   |
|                             |      |      |      | 2.96 |
|                             |      |      |      | I    |
|                             |      |      |      | 2.66 |

|                 |                 |                         |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1<br>H<br>2.1   |                 |                         |                 |                 |                 |                 |
| 3<br>Li<br>1.0  | 4<br>Be<br>1.5  | 5<br>B<br>2.0           | 6<br>C<br>2.5   | 7<br>N<br>3.0   | 8<br>O<br>3.5   | 9<br>F<br>4.0   |
| 11<br>Na<br>1.0 | 12<br>Mg<br>1.2 | 13<br>Al<br>1.5         | 14<br>Si<br>1.8 | 15<br>P<br>2.1  | 16<br>S<br>2.5  | 17<br>Cl<br>3.0 |
| 19<br>K<br>0.9  | 20<br>Ca<br>1.0 | 31<br>Ga<br>1.7         | 32<br>Ge<br>1.9 | 33<br>As<br>2.1 | 34<br>Se<br>2.4 | 35<br>Br<br>2.8 |
| 37<br>Rb<br>0.9 | 38<br>Sr<br>1.0 | 49<br>In<br>1.6         | 50<br>Sn<br>1.8 | 51<br>Sb<br>1.9 | 52<br>Te<br>2.1 | 53<br>I<br>2.5  |
| 55<br>Cs<br>0.8 | 56<br>Ba<br>1.0 | 81<br>Tl<br>1.6         | 82<br>Pb<br>1.7 | 83<br>Bi<br>1.8 | 84<br>Po<br>1.9 | 85<br>At<br>2.1 |
| 87<br>Fr<br>0.8 | 88<br>Ra<br>1.0 | قيم السالبية الكهربائية |                 |                 |                 |                 |

**نوع الرابطة** يعتمد نوع الرابطة على مقدار جذب الذرات لإلكترونات الرابطة .

**الرابطة التساهمية غير القطبية** ( التساهمية النقية ) يكون فيها فرق الكهروسالبية لإلكترونات الرابطة بين ذرتين متماثلتين صفراً .

**الرابطة التساهمية القطبية** تتكون عندما لا تتساوى العناصر المرتبطة في قيم الكهروسالبية .

- **الرابطة الأيونية** عندما يكون هناك فرق كبير في الكهروسالبية بين الذرات المترابطة حيث ينتقل الإلكترون من ذرة إلى أخرى. وتتكون عادة الرابطة الأيونية عندما يكون فرق الكهروسالبية أكبر من 1.7 .

| الجدول 4-7       | فرق الكهروسالبية ونوع الرابطة |
|------------------|-------------------------------|
| فرق الكهروسالبية | نوع الرابطة                   |
| > 1.7            | أيونية غالباً                 |
| 0.4 - 1.7        | تساهمية قطبية                 |
| < 0.4            | تساهمية غالباً                |
| 0                | تساهمية غير قطبية             |

## الروابط التساهمية القطبية

### القطبية الجزيئية

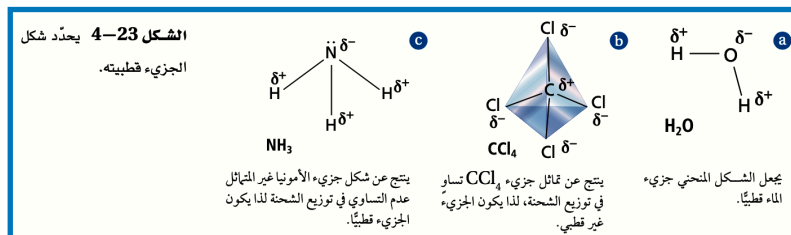
تكون الجزيئات ذات الروابط التساهمية قطبية أو غير قطبية .

### القطبية وشكل الجزيء

يمكن معرفة قطبية الجزيء من شكل الجزيء التساهمي .

( علل؟ )  $\text{CO}_2$  ,  $\text{CCl}_4$  هي جزيئات غير قطبية بالرغم من أن روابطهما قطبية ؟

لأنه بمعرفة شكل الجزيء يتضح أن محصلة العزوم الكهربائية للجزيئين  $\text{CCl}_4$  ( رباعي الأوجه منتظم )  $\text{CO}_2$  ( خطي ) تساوي صفراً .



الذوبانية تكون الجزيئات القطبية والمركبات الأيونية قابلة للذوبان في المواد القطبية .

أما الجزيئات غير القطبية فتذوب فقط في مواد غير قطبية .

• ملح الطعام مادة أيونية صلبة، والسكر مادة تساهمية صلبة، لهما المظهر نفسه، ولكنهما يختلفان في خواصهما عند التسخين. فالملح لا ينصهر، أما السكر فينصهر عند درجات حرارة منخفضة بسبب قوى التجاذب الضعيفة بين الجزيئات.

### خواص المركبات التساهمية

#### القوى بين الجزيئات

قوى الجذب بين الجزيئات وبعضها هي قوى ضعيفة ومن تلك القوى قوى فان ديرفال ،

قوى التشتت ( بين الجزيئات غير القطبية )، قوى ثنائية القطب ( بين الأطراف المشحونة ) ،

الروابط الهيدروجينية ( بين ذرة هيدروجين في نهاية أحد الأقطاب وذرة نيتروجين أو أكسجين أو فلور ) .

في المركبات التساهمية تكون الروابط التساهمية بين الذرات في الجزيئات قوية .

القوى والخواص تعزى خواص المركبات الجزيئية التساهمية إلى القوى التي تربط الجزيئات معا .

• ولأن هذه القوى ضعيفة لذا تكون درجات انصهار هذه المواد وجليانها منخفضة مقارنة بالمواد الأيونية ،

" الملح (أيوني) لا ينصهر والسكر (جزيئي) ينصهر " .

• والبرافين الموجود في الشمع من المواد الصلبة التساهمية اللينة .

### المواد الصلبة التساهمية الشبكية

• ترتبط ذراتها بشبكة من الروابط التساهمية . ومن الأمثلة على هذه المواد الألماس والكوارتز .

• تكون المواد الصلبة التساهمية الشبكية هشة وغير موصلة للحرارة والكهرباء وشديدة الصلابة ، مقارنة بالمواد الصلبة الجزيئية.

## الفصل الخامس / الحسابات الكيميائية

الفكرة العامة تؤكد العلاقات بين كتل المواد المتفاعلة والنواتجة في التفاعلات الكيميائية صحة قانون حفظ الكتلة.

### الدرس (5-1) الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

الفكرة الرئيسية: الصيغة الجزيئية لمركب ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

#### التركيب النسبي المئوي

إن مهمة الكيميائي التحليلي هي تحديد العناصر التي يحويها المركب ، وتحديد نسبتها المئوية بالكتلة.

#### التركيب النسبي المئوي من البيانات العلمية

يمكننا حسابها عن طريق قسمة كتلة العنصر على كتلة المركب ثم نضرب الناتج في 100 ليعطينا النسبة المئوية بالكتلة "للنصر".

**التركيب النسبي المئوي** للمركب هو النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب .

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة (للنصر)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

#### التركيب النسبي المئوي من خلال الصيغة الكيميائية

قسمة كتلة العنصر في مول واحد من المركب على الكتلة المولية للمركب ثم نضرب الناتج في 100 ليعطينا النسبة المئوية بالكتلة.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة من خلال الصيغة الكيميائية} \\ \text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

#### تدريب

ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفوسفوريك  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ؟

أولاً ، افترض أن لديك 1mol من الحمض.

ثانياً ، احسب الكتلة المولية  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ،

$$3 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 3.024 \text{ g H}$$

$$1 \text{ mol P} \times \frac{30.97 \text{ g P}}{1 \text{ mol P}} = 30.97 \text{ g P}$$

$$4 \text{ mol O} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 64.00 \text{ g O}$$

$$64.00 \text{ g} + 30.97 \text{ g} + 3.024 \text{ g} = 97.99 \text{ g/mol}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 97.99 \text{ g/mol}$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = 97.99 \text{ g/mol} = \text{كتلة مول واحد من}$$

ثالثاً ، احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر ،

$$\% \text{H} = \frac{3.024 \text{ g H}}{97.99 \text{ g H}_3\text{PO}_4} \times 100\% = 3.08\%$$

$$\% \text{P} = \frac{30.97 \text{ g P}}{97.99 \text{ g H}_3\text{PO}_4} \times 100\% = 31.61\%$$

$$\% \text{O} = \frac{64.00 \text{ g O}}{97.99 \text{ g H}_3\text{PO}_4} \times 100\% = 65.31\%$$

## الصيغة الأولية

إذا عرف التركيب النسبي المئوي فإنه يمكن حساب صيغته, وذلك بتحديد أصغر نسبة من الأعداد الصحيحة لمولات العناصر فيه.

**الصيغة الأولية** هي الصيغة التي تبين أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب.

## خطوات حساب الصيغة الأولية من التركيب النسبي

نفرض أن كتلة المركب = ١٠٠ جرام وذلك لتحويل النسب المئوية للعناصر إلى كتلة.

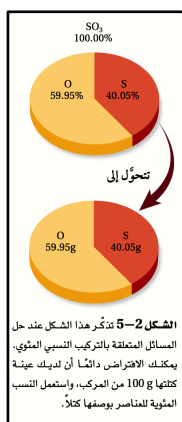
نحسب عدد المولات لكل عنصر ، عدد المولات = كتلة المادة بالجرام

الكتلة المولية

نقسم على أصغر عدد مولات ناتج لنحصل على نسب الذرات .

إذا لم تؤدي القسمة على أصغر عدد مولات ناتج إلى عدد صحيح فإننا نضرب كل أعداد مولات العناصر في رقم صحيح لتحويل الكسر إلى عدد صحيح .

وقد تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها أو مختلفة عنها.

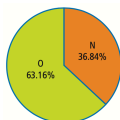


## الجدول التالي يبين طريقة حل المسألة في الشكل 2-5

| S                                                                                          | O                                                                                          | الذرات                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 40.05% S                                                                                   | 59.59 % O                                                                                  | النسبة المئوية                                              |
| 40.05 g                                                                                    | 59.59 g                                                                                    | نحول النسبة المئوية إلى كتلة بافتراض أن كتلة المركب = 100 g |
| $40.05 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32.07 \text{ g S}} = 1.249 \text{ mol S}$ | $59.95 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} = 3.747 \text{ mol O}$ | عدد المولات = كتلة العنصر<br>الكتلة المولية                 |
| $\frac{1.249 \text{ mol S}}{1.249} = 1 \text{ mol S}$                                      | $\frac{3.747 \text{ mol O}}{1.249} = 3 \text{ mol O}$                                      | نسب الذرات<br>(نقسم على أصغر عدد مولات ناتج)                |
| 1                                                                                          | 3                                                                                          | عدد الذرات                                                  |
| SO <sub>3</sub>                                                                            |                                                                                            | الصيغة الأولية                                              |

## تدريب ٢

يُمثل الرسم البياني الدائري أدناه النسب المئوية لمادة صلبة زرقاء. فما الصيغة الأولية لهذه المادة؟



أولاً، افترض أن لديك 100g من المادة، احسب عدد المولات لكل عنصر،

$$36.84 \text{ g N} \times \frac{1 \text{ mol N}}{14.01 \text{ g N}} = 2.630 \text{ mol N}$$

$$63.16 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.01 \text{ g O}} = 3.948 \text{ mol O}$$

ثانياً، احسب نسبة المولات لكل عنصر،

$$\frac{2.630 \text{ mol N}}{2.630 \text{ mol N}} = \frac{1.000 \text{ mol N}}{1.000 \text{ mol N}} = \frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol N}}$$

$$\frac{3.948 \text{ mol O}}{2.630 \text{ mol N}} = \frac{1.500 \text{ mol O}}{1.000 \text{ mol N}} = \frac{1.5 \text{ mol O}}{1 \text{ mol N}}$$

تكون نسبة N : O

1 mol N : 1.5 mol O

ثالثاً، حوّل الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة،

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة،

2 mol N : 3 mol O

الصيغة الأولية للمادة،  $\text{N}_2\text{O}_3$

## الصيغة الجزيئية

## الصيغة الجزيئية

هي الصيغة التي تعطي العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء واحد من المادة.

الصيغة الجزيئية = ن (الصيغة الأولية)

حيث " ن " تمثل عدد التكرار للصيغة الأولية .

عدد التكرار للصيغة الأولية (ن) = الكتلة المولية للصيغة الجزيئية

الكتلة المولية للصيغة الأولية

## تدريب ٣

وجد أن مركباً يحتوي على 49.98 g من الكربون و 10.47 g من الهيدروجين. فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 58.12 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

أولاً، افترض أن لديك 100 g من المركب، احسب عدد المولات لكل عنصر،

$$49.98 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} = 4.162 \text{ mol C}$$

$$10.47 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.008 \text{ g H}} = 10.39 \text{ mol H}$$

ثانياً، احسب نسبة المولات لكل عنصر،

$$\frac{4.162 \text{ mol C}}{4.162 \text{ mol C}} = \frac{1.000 \text{ mol C}}{1.000 \text{ mol C}} = \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol C}}$$

$$\frac{10.39 \text{ mol H}}{4.162 \text{ mol C}} = \frac{2.50 \text{ mol H}}{1.000 \text{ mol C}} = \frac{2.5 \text{ mol H}}{1 \text{ mol C}}$$

$$\frac{4.162 \text{ mol C}}{4.162 \text{ mol C}} = \frac{1.000 \text{ mol C}}{1.000 \text{ mol C}} = \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol C}}$$

تكون نسبة C : H

1 mol C : 2.50 mol H

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة،

2 mol C : 5 mol H

الصيغة الأولية للمركب،  $\text{C}_2\text{H}_5$

ثالثاً، احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية،

$$2 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 24.02 \text{ g C}$$

$$5 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 5.040 \text{ g H}$$

الكتلة المولية = 24.02 g + 5.040 g

29.06 g/mol = الكتلة المولية

رابعاً، نحسب مُعامل الضرب،

$$\frac{58.12 \text{ g/mol}}{29.06 \text{ g/mol}} = 2.000$$

## الدرس (2-5) صيغ الأملاح المائية

الفكرة الرئيسية الأملاح المائية مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.

### تسمية الأملاح المائية

ماء التبلور هو جزيئات الماء التي تصبح جزءاً من البلورة .

الأملاح المائية هي المواد الأيونية الصلبة التي تحتجز فيها جزيئات ماء .

**الملح المائي** هو مركب يحتوي على عدد معين من جزيئات الماء المرتبطة بذراته.

يتكون اسم الملح المائي من اسم المركب متبوعاً بمقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركب .

أمثلة/ كلوريد الكالسيوم ثنائي الماء  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

كبريتات المغنيسيوم سباعي الماء  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

### تحليل الأملاح المائية

عند تسخين ملح مائي ، تطرد جزيئات الماء تاركة وراءها الملح اللامائي.

أي أنه يتكون الملح اللامائي عند تسخين الملح المائي .

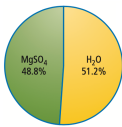
### لحساب عدد جزيئات الماء المحتجزة في الملح المائي

$$X = \frac{\text{عدد مولات الماء}}{\text{عدد مولات الملح اللامائي}}$$

حيث X تساوي عدد جزيئات الماء المحتجزة في الملح المائي .

#### تدريب

يظهر في الشكل التالي تركيب أحد الأملاح المائية. فما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟



أولاً، افترض أن لديك 100 g من العينة، احسب عدد المولات لكل مركب،

$$48.8\text{ g MgSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{120.38 \text{ g MgSO}_4} = 0.405 \text{ mol MgSO}_4$$

$$51.2\text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.02 \text{ g H}_2\text{O}} = 2.84 \text{ mol H}_2\text{O}$$

ثانياً، احسب نسبة المولات لكل مركب،

$$\frac{0.405 \text{ mol MgSO}_4}{0.405 \text{ mol MgSO}_4} = \frac{1.00 \text{ mol MgSO}_4}{1.00 \text{ mol MgSO}_4} = \frac{1 \text{ mol MgSO}_4}{1 \text{ mol MgSO}_4}$$

$$\frac{2.84 \text{ mol H}_2\text{O}}{0.405 \text{ mol MgSO}_4} = \frac{7.01 \text{ mol H}_2\text{O}}{1.00 \text{ mol MgSO}_4} = \frac{7 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol MgSO}_4}$$

صيغة هذا الملح المائي:  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

واسمه كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.

### استعمالات الأملاح اللامائية

• تستعمل الأملاح اللامائية استعمالات مهمة في مختبر الكيمياء ومن أهمها كمجففات

حيث يقوم الملح اللامائي بامتصاص الرطوبة من الهواء داخل المجفف ، ويصنع جواً جافاً صالحاً لحفظ المواد.

المعدات الإلكترونية والبصرية غالباً ما تتعب مع أكياس من المجففات التي تمنع تأثير الرطوبة في الدوائر الإلكترونية الدقيقة،

وتستعمل بعض الأملاح المائية لخص الطاقة الشمسية مثل ملح كبريتات الصوديوم المائي .

## الدرس (3-5) المقصود بالحسابات الكيميائية

الفكرة الرئيسية: تحدد كمية كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المادة الناتجة.

### علاقة المول بالحسابات

### الحسابات الكيميائية

الحسابات الكيميائية هي دراسة العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الكيميائي.

وتعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة الذي ينص على أن المادة لا تفنى ولا تستحدث في التفاعل الكيميائي إلا بقدرة الله تعالى. كمية المواد الناتجة = كمية المواد المتفاعلة

لقد تعلمت أن المعاملات في المعادلة الكيميائية تظهر العلاقات بين مولات المواد المتفاعلة ومولات المواد الناتجة.

**b.**

$\text{HCl}_{(aq)} + \text{KOH}_{(aq)} \rightarrow \text{KCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

الجسيمات،

1 molecule HCl + 1 formula unit KOH →  
1 formula unit KCl + 1 molecule H<sub>2</sub>O

المولات،

1 mol HCl + 1 mol KOH →  
1 mol KCl + 1 mol H<sub>2</sub>O

كتلة المواد المتفاعلة،

HCl:  $1 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 1 \text{ mol Cl} \times \frac{35.453 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}}$   
= 36.461 g HCl

KOH:  $1 \text{ mol K} \times \frac{39.098 \text{ g K}}{1 \text{ mol K}} + 1 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$   
+  $1 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 56.105 \text{ g KOH}$

كتلة المواد الناتجة،

KCl:  $1 \text{ mol K} \times \frac{39.098 \text{ g K}}{1 \text{ mol K}} + 1 \text{ mol Cl} \times \frac{35.453 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}}$   
= 74.551 g KCl

H<sub>2</sub>O:  $2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 1 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$   
= 18.015 g H<sub>2</sub>O

كتلة المواد الناتجة = 92.566 g

36.461 g HCl + 56.105 g KOH → 74.551 g KCl + 18.015 g H<sub>2</sub>O

مواد ناتجة 92.566 g = مواد متفاعلة 92.566 g

**c.**

$2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$

2 atoms Mg + 1 molecule O<sub>2</sub> →  
2 formula unit MgO

2 mol Mg + 1 mol O<sub>2</sub> → 2 mol MgO

كتلة المواد المتفاعلة،

2Mg:  $2 \text{ mol Mg} \times \frac{24.305 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 48.610 \text{ g Mg}$

O<sub>2</sub>:  $2 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 31.998 \text{ g O}$

كتلة المواد الناتجة،

2MgO:  $2 \text{ mol Mg} \times \frac{24.305 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} + 2 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$   
= 80.608 g MgO

كتلة المواد الناتجة = 80.608 g

48.610 g Mg + 31.998 g O → 80.608 g MgO

مواد ناتجة 80.608 g = مواد متفاعلة 80.608 g

**تدريب**

**a.**

$\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)}$

الجسيمات،

1 molecule N<sub>2</sub> + 3 molecules H<sub>2</sub> →  
2 molecules NH<sub>3</sub>

المولات،

1 mol N<sub>2</sub> + 3 mol H<sub>2</sub> → 2 mol NH<sub>3</sub>

كتلة المواد المتفاعلة،

N<sub>2</sub>:  $2 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 28.014 \text{ g N}$

3H<sub>2</sub>:  $6 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 6.048 \text{ g H}$

كتلة المواد المتفاعلة = 34.062 g

كتلة المواد الناتجة،

2NH<sub>3</sub>:  $2 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} + 6 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}}$   
= 34.062 g NH<sub>3</sub>

كتلة المواد الناتجة = 34.062 g

28.014 g N<sub>2</sub> + 6.048 g H<sub>2</sub> → 34.062 g NH<sub>3</sub>

مواد ناتجة 34.062 g = مواد متفاعلة 34.062 g

**النسبة المولية** نسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة الكيميائية الموزونة.

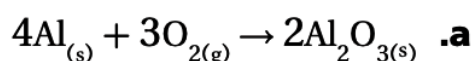
لاحظ أن عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل يحوي (n) من المواد ستكون  $n(n-1)$ .

أمثلة / التفاعلات التي فيها 4 مواد يمكن كتابة 12 نسبة مولية ،

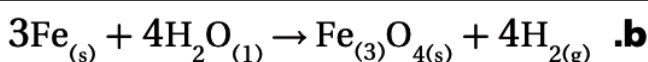
إذا التفاعل يحوي 5 مواد يمكن كتابة 20 نسبة مولية .

تدريب

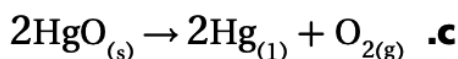
حدّد النسب المولية جميعها لكل من المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية:



|                                              |                                                          |                                                         |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| $\frac{4 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol O}_2}$ | $\frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}$ | $\frac{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol Al}}$ |
| $\frac{3 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Al}}$ | $\frac{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}{3 \text{ mol O}_2}$ | $\frac{4 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}$ |



|                                                          |                                                                  |                                                         |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| $\frac{3 \text{ mol Fe}}{4 \text{ mol H}_2\text{O}}$     | $\frac{3 \text{ mol Fe}}{4 \text{ mol H}_2}$                     | $\frac{3 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}$ |
| $\frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{3 \text{ mol Fe}}$     | $\frac{4 \text{ mol H}_2}{3 \text{ mol Fe}}$                     | $\frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{3 \text{ mol Fe}}$ |
| $\frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{4 \text{ mol H}_2}$ | $\frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{4 \text{ mol H}_2\text{O}}$ | $\frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{4 \text{ mol H}_2}$   |
| $\frac{4 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}$ | $\frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}$ | $\frac{4 \text{ mol H}_2}{4 \text{ mol H}_2\text{O}}$   |



|                                              |                                              |                                               |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $\frac{2 \text{ mol HgO}}{2 \text{ mol Hg}}$ | $\frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol Hg}}$ | $\frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol HgO}}$ |
| $\frac{2 \text{ mol Hg}}{2 \text{ mol HgO}}$ | $\frac{2 \text{ mol Hg}}{1 \text{ mol O}_2}$ | $\frac{2 \text{ mol HgO}}{1 \text{ mol O}_2}$ |

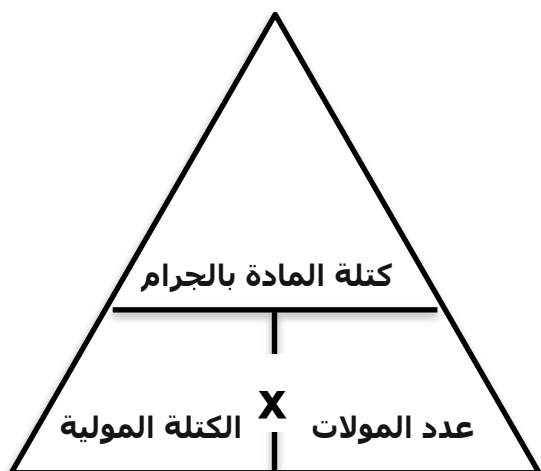
## الدرس (5-4) حسابات المعادلات الكيميائية

الفكرة الرئيسية: يتطلب حل مسألة الحسابات الكيميائية كتابة معادلة كيميائية موزونة .

### استخدام الحسابات الكيميائية

#### الحسابات الكيميائية : حساب المولات

#### تحويل الكتلة إلى مولات



$$\text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{الكتلة بالجرامات (g)}}{\text{الكتلة المولية (g)}} \times 1 \text{ mol}$$

عدد مولات المادة المجهولة (المطلوبة في المسألة) =  $\frac{\text{عدد مولات المادة المعروفة (المعطاة في المسألة)} \times \text{عدد مولات المادة المجهولة (في المعادلة)}}{\text{عدد مولات المادة المعروفة (في المعادلة)}}$

- تعد كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات الكيميائية.
- تستخدم النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية.
- تستخدم الحسابات الكيميائية لحساب كميات المواد المتفاعلة والنواتج عن تفاعل معين .

#### تدريب

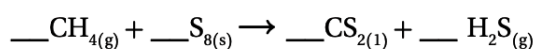
b. احسب عدد مولات  $\text{CS}_2$  الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من  $\text{S}_8$ .

$$1.5 \text{ mol S}_8 \times \frac{2 \text{ mol CS}_2}{1 \text{ mol S}_8} = 3.00 \text{ mol CS}_2$$

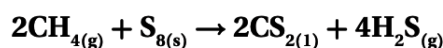
c. ما عدد مولات  $\text{H}_2\text{S}$  الناتجة؟

$$1.5 \text{ mol S}_8 \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{S}}{1 \text{ mol S}_8} = 6.00 \text{ mol H}_2\text{S}$$

يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت مُتَجًا ثاني كبريتيد الكربون  $\text{CS}_2$ ، وهو سائل يُستخدم غالبًا في صناعة السلوفان.



a. اكتب معادلة التفاعل موزونة.



#### الحسابات الكيميائية : تحويل المول إلى كتلة

#### تحويل المولات إلى كتلة

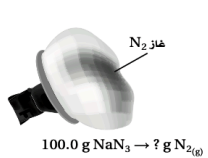
$$\text{الكتلة بالجرامات (g)} = \text{عدد المولات (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1 \text{ mol}}$$

تدريب ٨

أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم  $\text{NaN}_3$  وفقاً للمعادلة:

$$2\text{NaN}_{3(s)} \rightarrow 2\text{Na}_{(s)} + 3\text{N}_{2(g)}$$

احسب كتلة  $\text{N}_2$  الناتجة عن تحلل  $\text{NaN}_3$ ، كما يظهر في الرسم المجاور.



الخطوة 1: احسب عدد مولات  $\text{NaN}_3$ .

$$100\text{g NaN}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaN}_3}{65.02\text{g NaN}_3} = 1.538 \text{ mol NaN}_3$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات  $\text{N}_2$ .

$$1.538 \text{ mol NaN}_3 \times \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NaN}_3} = 2.307 \text{ mol N}_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة  $\text{N}_2$  بالجرامات.

$$2.307 \text{ mol N}_2 \times \frac{28.02 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 64.64 \text{ g N}_2$$

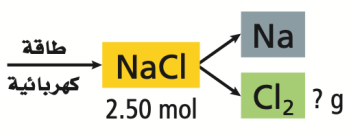
## الحسابات الكيميائية : حساب الكتل

## تحويل الكتلة إلى المولات

$$\text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{الكتلة بالجرامات (g)}}{\frac{1 \text{ mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}}}$$

تدريب ٨

يتفكك كلوريد الصوديوم إلى عناصره الأساسية؛ الكلور، والصوديوم بتمرير تيار كهربائي في محلوله. فما كمية غاز الكلور بالجرامات، التي نحصل عليها من العملية الموضحة؟



الخطوة 1: زن المعادلة الكيميائية.

$$2\text{NaCl}_{(s)} \rightarrow 2\text{Na}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)}$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات الكلور.

$$2.50 \text{ mol NaCl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol NaCl}} = 1.25 \text{ mol Cl}_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$1.25 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{70.9 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 88.6 \text{ g Cl}_2$$

## الدرس (5-5) المادة المحددة للتفاعل

الفكرة الرئيسية: يتوقف التفاعل الكيميائي عندما تستنفذ أي من المواد المتفاعلة تماما.

### لماذا تتوقف التفاعلات؟

عادة ما تكون هناك مادة متفاعلة واحدة أو أكثر هي فائضة بينما تكون هناك مادة متفاعلة واحدة فقط محددة للتفاعل وهي تحدد كمية المواد المتفاعلة الأخرى والنتيجة . ويتوقف التفاعل عند نهاية كمية المادة المحددة للتفاعل .

### المواد المحددة للتفاعل والمواد الفائضة

**المادة المحددة للتفاعل** هي المادة التي تستهلك كلياً في التفاعل وتحدد كمية المادة الناتجة.

• لذلك تبقى كميات من المواد المتفاعلة الأخرى بعد توقف التفاعل بدون استهلاك.

**المواد الفائضة** هي المواد المتبقية بعد نهاية التفاعل .

### حساب الناتج بناءً على المادة المحددة للتفاعل

### حساب المادة المحددة للتفاعل

خطوات تحديد المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة

1. حساب عدد مولات المواد المتفاعلة بمعرفة الكتل المعطاة في المسألة .

$$\text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{الكتلة بالجرامات (g)}}{\text{الكتلة المولية (g)}}$$

2. حساب النسبة المولية للمواد المتفاعلة .

$$\text{عدد مولات المادة المتفاعلة} = \frac{\text{عدد المولات من الحسابات في المسألة}}{\text{عدد المولات في المعادلة الموزونة (المعامل)}}$$

3. المادة ذات النسبة المولية الأقل تكون هي المادة المحددة للتفاعل . والمادة الأخرى (الأكثر) هي الفائضة .

4. حساب كتلة أي مادة من القانون سواءً مادة متفاعلة ( الفائضة ) أو مادة ناتجة وذلك بمقارنتها بمولات المادة المحددة للتفاعل من المعادلة ومن المسألة بطريقة المقص ( x ) .

$$\text{الكتلة بالجرامات (g)} = \text{عدد المولات (mol)} \times \text{الكتلة المولية (g)}$$

5. حساب كتلة المادة الفائضة :

• يتم مقارنة مولات المادة المحددة بمولات المادة الفائضة ، ثم نحسب كتلة المادة الفائضة

|                                                                           |               |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------|
| المقارنة بين مولات المادة المحددة ومولات المادة الفائضة أو أي مادة ناتجة. |               |
| مولات الفائضة                                                             | مولات المحددة |
| مولات الفائضة                                                             | مولات المحددة |
| (من المعادلة)                                                             | (من المسألة)  |

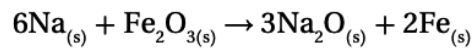
• ثم نحسب كتلة المتفاعل من المادة الفائضة .

6. يمكن حساب كتلة المتبقي من المادة الفائضة .

كتلة المتبقي من المادة الفائضة = كتلة المادة الفائضة الكلية - كتلة الكمية التي تفاعلت منها

## تدريب ٩

يتفاعل الصوديوم مع أكسيد الحديد (III) وفق المعادلة الكيميائية:



إذا تفاعل 100g من Na مع 100.0g من  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ، فاحسب كلاً مما يأتي:

a. المادة المحددة للتفاعل.

الخطوة 1: احسب عدد مولات Na.

$$100.0\text{g Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{22.99 \text{ g Na}} = 4.350 \text{ mol Na}$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

$$100.0\text{g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{159.7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} = 0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

الخطوة 3: قارن بين النسبة المولية الفعلية واللازمة لـ Na و  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

$$\frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{6 \text{ mol Na}} \quad \text{مقارنة بـ} \quad \frac{0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{4.350 \text{ mol Na}}$$

النسبة المولية الفعلية 0.1439 مقارنة بالنسبة المولية اللازمة 0.1667،

النسبة المولية الفعلية أقل من النسبة المولية اللازمة. لذا، فإن أكسيد الحديد (III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  هو المادة المحددة للتفاعل.

b. المادة الفائضة.

بما أن أكسيد الحديد (III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  هو المادة المحددة للتفاعل، فإن الصوديوم هو المادة الفائضة.

c. كتلة الحديد الناتجة.

الخطوة 1: احسب عدد مولات Fe.

$$0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}$$

$$= 1.252 \text{ mol Fe}$$

الخطوة 2: احسب كتلة Fe بالجرامات.

$$1.252 \text{ mol Fe} \times \frac{55.85 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 69.92 \text{ g Fe}$$

d. كتلة المادة الفائضة المتبقية بعد انتهاء التفاعل.

الخطوة 1: احسب عدد مولات Na اللازمة.

$$0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{6 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 3.757 \text{ mol Na}$$

الخطوة 2: احسب كتلة Na اللازمة بالجرامات.

$$3.757 \text{ mol Na} \times \frac{22.9 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 86.37 \text{ g Na}$$

$$\begin{aligned} \text{كتلة المادة اللازمة} - \text{كتلة المادة المعطاة} &= \text{كتلة المادة الفائضة} \\ &= 100.0 \text{ g Na} - 86.37 \text{ g Na} \\ &= 13.6 \text{ g Na} \end{aligned}$$

## الدرس (5-6) نسبة المردود المئوية

الفكرة الرئيسية نسبة المردود المئوية قياس لفاعلية التفاعل الكيميائي .

### ما مقدار المادة الناتجة ؟

يحتاج الكيميائيين إلى معرفة كيفية تحديد كمية الناتج في التفاعل الكيميائي .

### المردود النظري والمردود الفعلي

**المردود النظري** أكبر كمية من الناتج يمكن الحصول عليها من كمية المادة المتفاعلة المعطاة.

**المردود الفعلي** هو كمية المادة الناتجة عند إجراء التفاعل الكيميائي عملياً.

### نسبة المردود المئوية

**نسبة المردود المئوية** للنواتج هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري في صورته نسبة مئوية.

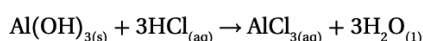
#### نسبة المردود المئوية

$$\text{نسبة المردود المئوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$$

لذا تحسب نسبة المردود المئوية بقسمة المردود الفعلي على المردود النظري مضروباً في مئة.

#### تدريب ١٠

تحتوي أقراص مضاد الحموضة على هيدروكسيد الألومنيوم  $\text{Al(OH)}_3$  لمعادلة حمض المعدة  $\text{HCl}$ . ويمكن وصف التفاعل الحادث في المعدة بالمعادلة:



احسب المردود النظري لـ  $\text{AlCl}_3$  إذا تفاعل قرص مضاد للحموضة يحتوي على 14.0g من  $\text{Al(OH)}_3$  تماماً مع حمض المعدة  $\text{HCl}$ .

الخطوة 1: احسب عدد مولات  $\text{Al(OH)}_3$ .

$$14.0\text{g Al(OH)}_3 \times \frac{1 \text{ mol Al(OH)}_3}{78.0\text{g Al(OH)}_3} = 0.179 \text{ mol Al(OH)}_3$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات  $\text{AlCl}_3$ .

$$0.179 \text{ mol Al(OH)}_3 \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{1 \text{ mol Al(OH)}_3} = 0.179 \text{ mol AlCl}_3$$

الخطوة 3: احسب كتلة  $\text{AlCl}_3$  بالجرامات.

$$0.179 \text{ mol AlCl}_3 \times \frac{133.3\text{g AlCl}_3}{1 \text{ mol AlCl}_3} = 23.9\text{g AlCl}_3$$

المردود النظري لـ  $\text{AlCl}_3$  هو 23.9g.

### نسبة المردود المئوية والجدوى الاقتصادية

- تلعب نسبة المردود المئوية دوراً مهماً في تحديد التكلفة الاقتصادية لكثير من الصناعات .
- يستخدم حمض الكبريتيك كمادة أولية في كثير من الصناعات كالأسمدة والمنظفات والمنسوجات والأصباغ .

## الفصل السادس / حالات المادة

الفكرة العامة تفسر نظرية الحركة الجزيئية الخصائص المختلفة للمواد الصلبة والسائلة والغازية .

### الدرس الأول (1-6) الغازات

**الفكرة الرئيسية** تتمدد الغازات وتنتشر ، كما أنها قابلة للانضغاط ، لأنها ذات كثافة منخفضة ، وتتكون من جسيمات صغيرة جداً دائمة الحركة .

#### نظرية الحركة الجزيئية

وصف سلوك المادة بالاعتماد على حركة جسيماتها.

#### فروض نظرية الحركة الجزيئية

**1- حجم الجسيمات** تتكون الغازات من جسيمات ذات أحجام صغيرة جداً مقارنة بحجوم الفراغات التي تفصل بينها ، كما أنها متباعدة ولذلك تنعدم قوى التجاذب والتنافر فيما بينها .

**2- حركة الجسيمات** إن حركة جسيمات الغاز مستمرة وعشوائية. وتعد التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة .

**التصادم المرن** هو التصادم الذي لا تُفقد فيه الطاقة الحركية ولكنها تنتقل بين الجسيمات المتصادمة.

**3- طاقة الجسيمات** ينتج عن حركة الجسيمات طاقة حركية يحددها عاملان هما : كتلة الجسيم ، وسرعته .

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

**العلاقة الرياضية لطاقة الجسيم الحركية**

حيث: KE = الطاقة الحركية،  $m$  = كتلة الجسيم،  $v$  = سرعة الجسيم المتجهة.

تستخدم **درجة الحرارة** مقياساً لمتوسط الطاقة الحركية لجسيمات المادة .

#### تفسير سلوك الغازات

تساعد نظرية الحركة الجزيئية على تفسير سلوك الغازات .

(الخواص المؤثرة على سلوك الغازات )

**1- كثافة الغاز منخفضة .** الكثافة تعني كتلة الجسم في وحدة الحجم .

**2- الانضغاط والتمدد .**

**3- الانتشار والتدفق**

#### الانتشار والتدفق

**الانتشار** يصف حركة تداخل المواد معاً.

**التدفق** يحدث عندما يخرج الغاز من ثقب صغير .

تنتشر الجسيمات الخفيفة أسرع من الجسيمات الثقيلة .

## قانون جراهام

ينص على أن معدل سرعة تدفق الغاز تتناسب عكسيًا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية.

قانون جراهام:

$$\frac{1}{\sqrt{\text{الكتلة المولية}}} \propto \text{معدل التدفق}$$

يتناسب معدل انتشار أو تدفق الغاز عكسيًا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية له:

يستخدم قانون جراهام للمقارنة بين غازين في الانتشار أو في التدفق .

$$\frac{\sqrt{\text{الكتلة المولية لـ B}}}{\sqrt{\text{الكتلة المولية لـ A}}} = \frac{\text{معدل انتشار A}}{\text{معدل انتشار B}}$$

تدريب ١

احسب نسبة معدل التدفق لكل من النيتروجين  $N_2$  والنيون  $Ne$ .

$$\frac{\text{معدل انتشار } N_2}{\text{معدل انتشار } Ne} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ } Ne}{\text{الكتلة المولية لـ } N_2}} = \sqrt{\frac{20.18}{28.02}} = 0.849$$

## ضغط الغاز

العلاقة عكسية بين الضغط والمساحة .

لذلك يكون ضغط الحذاء ذو الكعب العالي (مساحة أقل) أكبر من ضغط الحذاء المسطح (مساحة أكبر) على السطوح اللينة .

**الضغط** هو القوة الواقعة على وحدة المساحة.

## ضغط الهواء

**الضغط الجوي** هو ضغط جزيئات الهواء في كل الاتجاهات ، ويتأثر حسب الموقع لأنه يتأثر بالجاذبية.

## أجهزة قياس الضغط الجوي

العالم الفيزيائي الإيطالي تورشلي هو أول من أثبت وجود ضغط للهواء .

**1- البارومتر** (جهاز صممه تورشلي) وهو أداة تستخدم لقياس الضغط الجوي.

**2- المانومتر** أداة تستخدم لقياس ضغط الغاز المحصور.

## وحدات قياس الضغط

**1- باسكال (Pa) ومنها كيلو باسكال (KPa)**

**2- الضغط الجوي (atm)**

**3- ملم زئبق**

**4- تور**

**5- رطل**

**6- بار**

| الجدول 6-1 مقارنة بين وحدات قياس الضغط      |                      |                      |
|---------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| الوحدة                                      | العدد المساوي لـ atm | العدد المساوي لـ kPa |
| كيلو باسكال (kPa)                           | 101.3 kPa            | —                    |
| الضغط الجوي (atm)                           | —                    | 0.009869 atm         |
| ملمترات زئبق (mm Hg)                        | 760 mm Hg            | 7.501 mm Hg          |
| تور (torr)                                  | 760 torr             | 7.501 torr           |
| رطل/بوصة مربعة (psi or lb/in <sup>2</sup> ) | 14.7 psi             | 0.145 psi            |
| بار (bar)                                   | 1.01 bar             | 100 kPa              |

**يعتمد الضغط الجزئي للغاز على**

- 1- عدد مولات الغاز 2- حجم الوعاء 3- درجة حرارة خليط الغازات .
- ولا يعتمد الضغط الجزئي للغاز على نوع الغاز .

**قانون دالتون للضغوط الجزئية****قانون دالتون للضغوط الجزئية**

ينص على إن الضغط الكلي لخليط من الغاز يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

**قانون دالتون للضغوط الجزئية للغازات**

$P_{total}$  تمثل مجموع الضغوط (الضغط الكلي)  
 $P_{total} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$   
 $P_1$  و  $P_2$  و  $P_3$  تمثل الضغوط الجزئية للغازات وحتى  
الضغط الجزئي لآخر غاز في الخليط  $P_n$   
لحساب الضغط الكلي لخليط الغازات أضف الضغوط الجزئية إلى كل الغازات معاً.

**تدريب ٢**

احسب الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين في خليط من غاز الهيليوم وغاز الهيدروجين، علماً بأن الضغط الكلي 600 mm Hg والضغط الجزئي للهيليوم يساوي 439 mm Hg.

$$600 \text{ mm Hg} - 439 \text{ mm Hg} = 161 \text{ mm Hg}$$

**تدريب ٣**

أوجد الضغط الكلي لخليط غاز مكوّن من أربعة غازات بضغوط جزئية على النحو الآتي: 5.00 kPa و 4.56 kPa و 3.02 kPa و 1.20 kPa.

$$1.20 \text{ kPa} + 3.02 \text{ kPa} + 4.56 \text{ kPa} + 5.00 \text{ kPa} = 13.78 \text{ kPa}$$

**استخدام قانون دالتون**

- يستخدم قانون دالتون للضغوط الجزئية لتحديد ضغط كل غاز في خليط من الغازات .

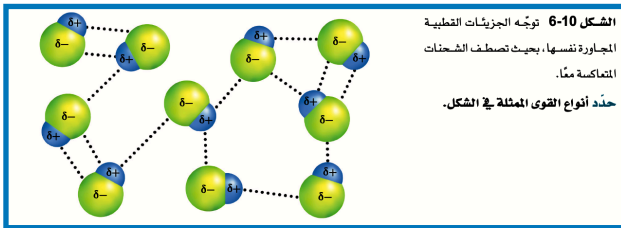
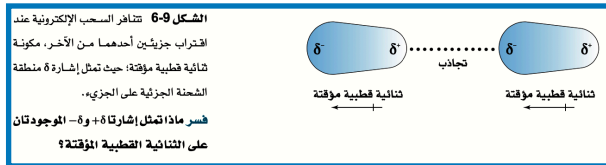
## الدرس الثاني (2-6) قوى التجاذب

**الفكرة الرئيسية** تحدد القوى بين الجزيئات - ومنها قوى التشنت ، والقوى الثنائية القطبية ، والروابط الهيدروجينية - حالة المادة عند درجة حرارة معينة .

### القوى بين الجزيئات

قارن بين قوتي التجاذب الجزيئية وقوى التجاذب بين الجزيئات ؟

### مقارنة بين قوى التجاذب بين الجزيئات



| الجدول 6-2 | المقارنة بين قوى التجاذب داخل الجزيئات | أسس التجاذب                                     | النموذج | نوع الرابطة |
|------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|-------------|
| أيونية     | NaCl                                   | الشحنات السالبة والموجبة.                       |         |             |
| التساهمية  | H <sub>2</sub>                         | النواة الموجبة والإلكترونات المشتركة.           |         |             |
| الفلزية    | Fe                                     | الأيونات الفلزية الموجبة والإلكترونات المتحركة. |         |             |

### قوى التشنت

تعتبر قوى التجاذب بين الجزيئات غير القطبية مثل جزيئات الأكسجين قوى تشنت .

### قوى التشنت

- قوى تجاذب ضعيفة تنشأ بين الجزيئات غير القطبية، وتعرف بقوى "لندن" .
- تنشأ قوى التشنت بين كافة الجزيئات ولكنها ضعيفة ويزداد تأثيرها بزيادة عدد الإلكترونات .
- وتزداد قوى التشنت بزيادة الحجم الذري . مثلاً قوى التشنت بين جزيئات اليود أكبر منها في البروم .

### قوى ثنائية القطبية

تحتوي الجزيئات القطبية على قوى ثنائية قطبية دائمة بين الجزيئات للشحنات الجزئية السالبة والموجبة .

**قوى ثنائية القطبية** قوة التجاذب بين مناطق مختلفة الشحنة في الجزيئات القطبية .

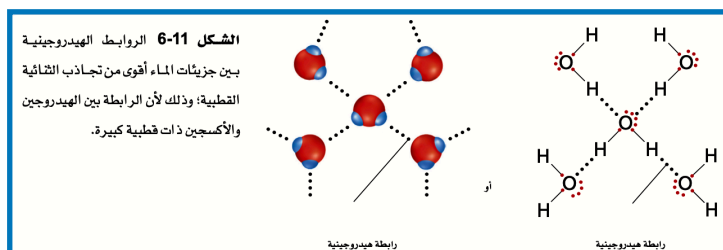
### الروابط الهيدروجينية

نوع خاص من القوى الثنائية القطبية ، وتحدث بين الجزيئات التي تحتوي على هيدروجين مرتبط بذرة ذات كهروسالبية عالية وجزيء آخر يحوي ذرة كهروسالبية عالية .

### الرابطة الهيدروجينية

هي رابطة تنشأ بين الجزيئات التي تحتوي ذرات هيدروجين متحدة بذرات ذات كهروسالبية عالية كالفلور والأكسجين والنيتروجين .

الرابطة الهيدروجينية تفسر سبب وجود الماء في حالة سائلة عن درجة حرارة الغرفة مقارنة بالمركبات المقاربة له في الكتلة المولية والتي تكون في حالة غازية مثل الميثان والأمونيا .



## الدرس الثالث : (3-6) المواد السائلة والصلبة

**الفكرة الرئيسية** لجسيمات المواد الصلبة والسائلة قدرة محدودة على الحركة ، كما يصعب ضغطها بسهولة .

### السوائل

#### ( الخواص العامة للمواد السائلة )

يمكن تطبيق نظرية الحركة الجزيئية على الغازات وكذلك أيضاً على السوائل والمواد الصلبة .

### الكثافة والضغط

تكون السوائل أكثر كثافة من الغازات عند درجة حرارة 25C وضغط جوي 1atm .

### الميوعة

تصنف الغازات والسوائل على أنها موائع ، بسبب قابليتها للانتشار والانسياب .

وتنسب السوائل أبطأ من انتشار الغازات عند درجة الحرارة نفسها .

### اللزوجة

هي خاصية تلاحظها عند محاولتك إخراج العسل من القارورة.

**اللزوجة** هي مقياس مقاومة السائل للتدفق والانسياب.

ليست كل السوائل لزجة . وقد اكتشف العلماء مفهوم الميوعة الفائقة .

### العوامل المؤثرة على لزوجة السائل

- نوع القوى بين الجزيئات ( طردي ) .

- حجم الجسيمات وشكلها وكتلتها ( طردي ) .

- درجة الحرارة ( عكسي ) .

### لماذا يجب أن يبقى زيت المحرك لزجاً ؟

ليقلل من احتكاك الأجزاء الداخلية للمحرك .

### التوتر السطحي

لا يتساوى تأثير القوى بين الجزيئات في جسيمات السائل جميعها ، فالجسيمات وسط السائل تتجذب إلى الجزيئات في كل الاتجاهات ، حيث تختلف عن الجسيمات على سطح السائل حيث لا يوجد تجاذب من الأعلى .

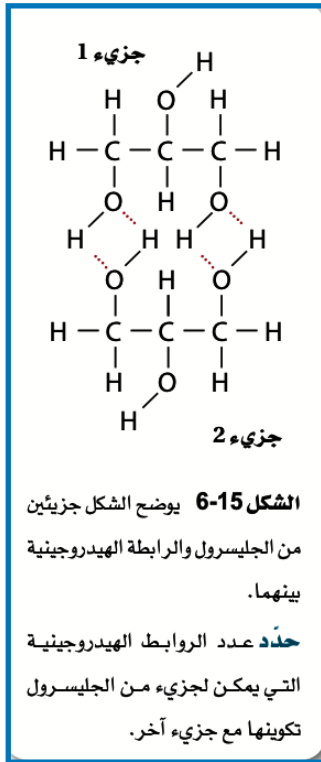
**التوتر السطحي** الطاقة اللازمة لزيادة مساحة سطح السائل بمقدار معين .

وهذه الظاهرة مقياس لمقدار قوة السحب إلى الداخل بواسطة الجسيمات الموجودة داخل السائل .

- للماء توتر سطحي عالي بسبب الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته ، ولذلك تكون قطرات الماء كروية الشكل مما يساعد العنكبوت على السير فوق سطح ماء البركة دون أن يغوص .

### العوامل الخافضة للتوتر السطحي

هي المركبات التي تعمل على خفض التوتر السطحي للماء . مثل الصابون والمنظفات .



## التماسك والتلاصق

**التماسك** يصف قوة الترابط بين **الجسيمات المتماثلة** .

**التلاصق** يصف قوة الترابط بين **الجسيمات المختلفة** .

**مثال/ الماء هاللي الشكل** في المخبار المدرج وذلك لأنّ قوة تلاصق الماء مع الزجاج أقوى من التماسك بين جزيئات الماء مع بعضها .

بينما **الزئبق محدب** وذلك لأنّ قوة التماسك بين جزيئات الزئبق أقوى من التلاصق مع الزجاج .

**الخاصية الشعرية** تظهر عندما يرتفع الماء إلى أعلى في الأنبوب الأسطواناني إذا كان رفيعاً جداً.

## المواد الصلبة

### (الخواص العامة للمواد الصلبة)

المواد الصلبة لها شكل وحجم ثابت ولا تعتبر من الموائع .

### كثافة المواد الصلبة

معظم المواد الصلبة أكثر كثافة من معظم السوائل . بينما كثافة الماء في الحالة الصلبة أقل من كثافة الماء السائل وذلك بسبب الروابط الهيدروجينية التي تجعل جزيئات الماء المتجمد متباعدة عن بعضها .

## المواد الصلبة البلورية

### المادة الصلبة البلورية

هي مادة ذراتها أو أيوناتها أو جزيئاتها مرتبة في شكل هندسي منتظم.

**وحدة البناء** هي أصغر ترتيب للذرات في الشبكة البلورية يحمل التماثل نفسه.

**تصنيف المواد الصلبة البلورية**

- المواد الصلبة الذرية - المواد الصلبة الجزيئية - المواد الصلبة التساهمية الشبكية
- المواد الصلبة الأيونية - المواد الصلبة الفلزية .

| أنواع المواد الصلبة البلورية                |                                                                                         |                                                | الجدول 5-6        |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| أمثلة                                       | خصائص الحالة الصلبة                                                                     | وحدة الجسيمات                                  | النوع             |
| عناصر المجموعة 18                           | ليينة إلى ليينة جداً، درجة انصهار منخفضة، رديئة التوصيل.                                | الذرات                                         | ذرية              |
| $I_2, H_2O, NH_3, CO_2, C_{12}H_{22}O_{11}$ | متوسطة اللين، تتفاوت درجات الانصهار بين المنخفضة والمرتفعة نسبياً، رديئة التوصيل.       | جسيمات                                         | الجزيئية          |
| الألماس C الكوارتز $SiO_2$                  | صلبة جداً، درجة انصهار مرتفعة، رديئة التوصيل عادة.                                      | ترتبط الذرات بروابط تساهمية                    | التساهمية الشبكية |
| $NaCl, KBr, CaCO_3$                         | صلبة، هشة، درجة انصهار مرتفعة، رديئة التوصيل.                                           | أيونات                                         | الأيونية          |
| جميع العناصر الفلزية                        | ليينة إلى صلبة، درجة انصهار بين المنخفضة والمرتفعة، قابلة للسحب والطرق، ممتازة التوصيل. | الذرات يحيط بها إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة | الفلزية           |

**التأصل**

هو ظاهرة وجود عنصر مثل الكربون بثلاثة أشكال في الحالة الفيزيائية نفسها (صلبة أو سائلة أو غازية) .  
 مثال / الكربون يستطيع تكوين ثلاثة أنواع من المواد الصلبة التساهمية الشبكية وهي الألماس ، والجرافيت ، والبيكمنستر فوليرين .

**المواد الصلبة غير المتبلورة**

**المواد الصلبة غير المتبلورة** هي المواد التي لا تترتب فيها الجسيمات بنمط مكرر ومنتظم ، ولا تحتوي على بلورات.

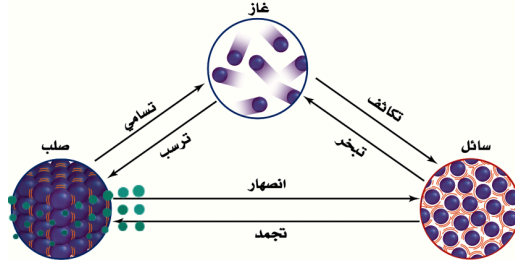
- تتكون هذه المواد الصلبة غير المتبلورة عادةً عندما تُبرَّد المواد المنصهرة بسرعة كبيرة ، بحيث لا تتكون البلورات.
- أمثلة على المواد الصلبة غير المتبلورة / الزجاج ، المطاط ، المواد البلاستيكية .

## الدرس الرابع (6-4) تغيرات الحالة الفيزيائية

**الفكرة الرئيسية** تتغير حالة المادة عند إضافة الطاقة إليها أو انتزاعها منها .

### تغيرات الحالة الفيزيائية الماصة للطاقة

عند إضافة أو انتزاع الطاقة من نظام معين تتغير حالة المادة الفيزيائية إلى حالة أخرى .



### الانصهار

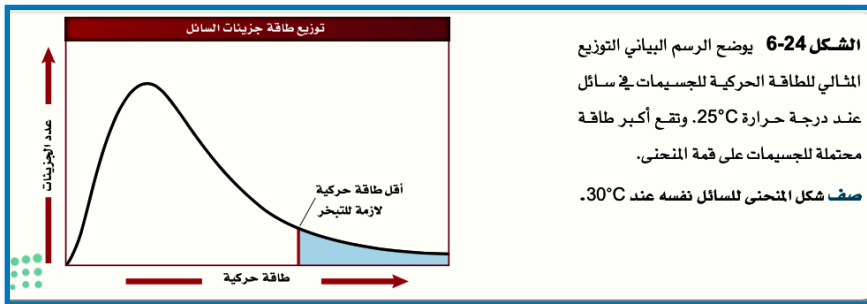
إن درجة الحرارة التي تكون عندها المادة في الحالة السائلة والصلبة هي من الخواص الفيزيائية المميزة للمواد الصلبة .

### درجة الانصهار

هي درجة الحرارة التي تنكسر عندها القوى التي تربط جسيمات الشبكة البلورية بعضها ببعض ، فتتحول المادة إلى الحالة السائلة.

### التبخير

اختبار الرسم البياني ؟ صف ما يحدث للجسيمات في المنطقة المظلمة في الشكل المقابل .



تكون الجسيمات في الحالة الغازية .

**التبخير** هو العملية التي يتحول من خلالها السائل إلى غاز أو بخار

**التبخير السطحي** هو التبخر الذي يحدث عند سطح السائل .

**ضغط البخار** الضغط الناشئ عن البخار فوق سطح السائل.

**درجة الغليان** هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الخارجي أو الضغط الجوي.

### التسامي

هو تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة .

## تغيرات الحالة الفيزيائية الطاردة للطاقة

### التجمد

التبريد يفقد الجسيمات طاقتها الحركية ويقلل سرعتها فيحدث التجمد . والتجمد عكس الانصهار .

**درجة التجمد** درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل إلى صلب بلوري.

### التكاثف

**التكاثف** عملية تحول البخار إلى سائل . والتكاثف عكس عملية التبخر .

### الترسب

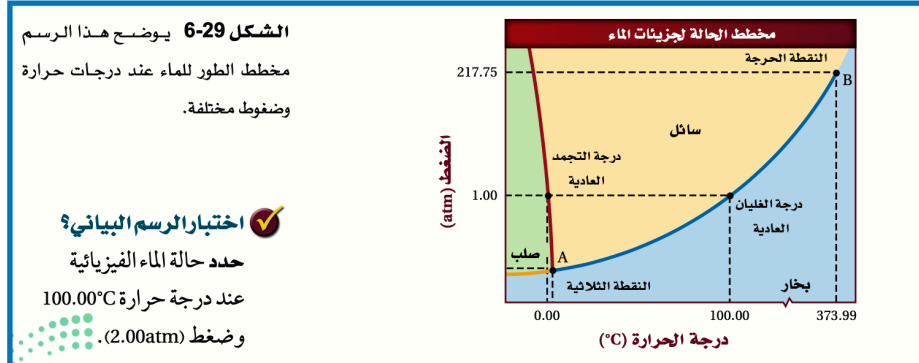
**الصقيع الذي يحدث في الشتاء هو مثال على الترسب .**

**الترسب** هو عملية تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة دون المرور بالحالة السائلة، والترسب عكس التسامي.

## مخطط الحالة الفيزيائية (الطور)

### مخطط الحالة الفيزيائية (الطور)

رسم بياني للضغط مقابل درجة الحرارة يوضح حالة المادة تحت ظروف مختلفة من درجة الحرارة والضغط.



سائل .

### النقطة الثلاثية

نقطة على الرسم البياني تمثل درجة الحرارة والضغط حيث يوجد عندها الماء في حالاته الثلاث معاً.

### النقطة الحرجة

هي النقطة التي تمثل كلاً من الضغط ودرجة الحرارة التي لا يمكن للماء بعدها أن يكون في الحالة السائلة.



## الفصل السابع / الغازات

الفكرة العامة تستجيب الغازات لتغيرات كل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم وعدد الجسيمات بطرائق يمكن التنبؤ بها .

### الدرس الأول (7-1) قوانين الغازات

الفكرة الرئيسية إن تغير الضغط أو درجة الحرارة أو الحجم لكمية ثابتة من غاز ستؤثر على المتغيرين الآخرين.  
**قانون بويل**

ضغط الغاز وحجمه مترابطان . وقد وصف هذه العلاقة العالم الإيرلندي روبرت بويل .

#### كيف يرتبط الضغط مع الحجم ؟

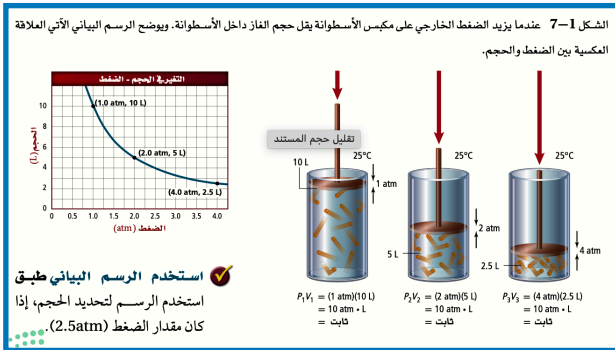
• المنحنى المقابل يوضح العلاقة العكسية بين الضغط والحجم ،

• العلاقة العكسية تعني أنه إذا زاد أحد المتغيرين يقل الآخر.

• عند ثبات كمية الغاز ودرجة الحرارة فإنه :

- عند مضاعفة ضغط الغاز فإنه يقل حجمه إلى النصف ،

وكذلك عن تقليل الضغط إلى النصف يتضاعف حجم الغاز .



**قانون بويل** حجم كمية محددة من الغاز يتناسب عكسيا مع الضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة حرارته.

#### قانون بويل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad P: \text{تمثل الضغط}, V: \text{تمثل الحجم}$$

حاصل ضرب ضغط كمية محددة من الغاز في حجمها عند ثبوت درجة حرارتها يساوي كمية ثابتة.

#### تدريب ٢

إذا كان ضغط عينة من غاز الهيليوم في إناء حجمه 1.00 L هو 0.988 atm، فما مقدار ضغط هذه العينة إذا نُقِلَتْ إلى وعاء حجمه 2.00 L؟

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{(0.988 \text{ atm}) (1.00 \text{ L})}{2.00 \text{ L}} = 0.494 \text{ atm}$$

#### تدريب ١

افترض أن درجة الحرارة وكمية الغاز ثابتتان في المسائل الآتية ؛  
 إذا كان حجم غاز عند ضغط 99.0 kPa هو 300 mL،  
 وأصبح الضغط 188 kPa فما الحجم الجديد؟

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 P_1}{P_2}$$

$$V_2 = \frac{(300.0 \text{ mL}) (99.0 \text{ kPa})}{188 \text{ kPa}} = 158 \text{ mL}$$

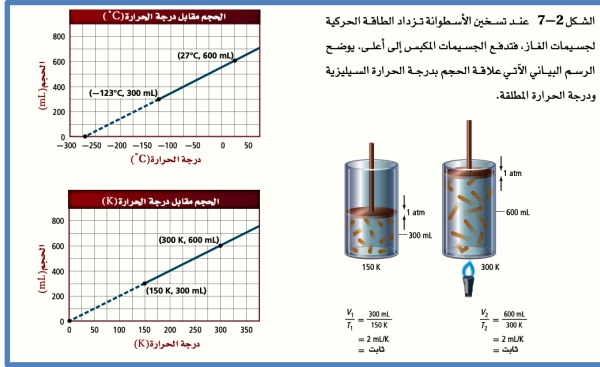
## قانون شارل

## كيف يرتبط الحجم مع درجة الحرارة ؟

درس جاك شارل العالم الفرنسي العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات كمية الغاز وضغطه ووجد أن الحجم يزداد عند زيادة درجة الحرارة في علاقة طردية بينهما .

## رسم العلاقة بين درجة الحرارة والحجم

• المنحنى المقابل يوضح علاقة طردية بين الحجم ودرجة الحرارة بالكلفن.



• فعند مضاعفة درجة الحرارة بالكلفن k يتضاعف الحجم .

**الصفء المطلق** أقل قيمة ممكنة لدرجة الحرارة التي تكون عندها طاقة الذرات أقل ما يمكن ، وهو الصفء على تدرج كلفن k.

ويتم تحويل درجة الحرارة بالسيليزية (المئوية) إلى كلفن بالطريقة (  $T_K = 273 + T_C$  )

**قانون شارل** حجم كمية محددة من الغاز تتناسب طرديا مع درجة حرارته .

قانون شارل

V تمثل الحجم

T تمثل درجة الحرارة بالكلفن

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

حاصل قسمة حجم كمية محددة من الغاز على درجة حرارته بالكلفن عند ثبوت ضغطه يساوي كمية ثابتة.

تدريب ٤

شغل غاز عند درجة حرارة 89 °C حجمًا مقداره (0.67 L). عند أي درجة سيليزية سيزيد الحجم ليصل 1.12 L ؟

$$T_1 = 89^\circ\text{C} + 273 = 362\text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1}$$

$$T_2 = \frac{(362\text{ K})(1.12\text{ L})}{0.67\text{ L}} = 605\text{ K}$$

$$605\text{ K} - 273\text{ K} = 332^\circ\text{C}$$

تدريب ٣

افترض أن الضغط وكمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية :

ما الحجم الذي يشغله الغاز في البالون الموجود أدناه عند درجة 250 K ؟



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{(4.3\text{ L})(250\text{ K})}{350\text{ K}} = 3.1\text{ L}$$

## قانون جاي لوساك

## كيف ترتبط درجة الحرارة مع الضغط ؟

وجد جاي لوساك أن درجة الحرارة المطلقة تتناسب طرديا مع الضغط عند ثبوت الحجم .

**قانون جاي لوساك** ضغط مقدار محدد من الغاز يتناسب طرديا مع درجة حرارته بالكلفن عند ثبوت الحجم .  
من أمثلة وتطبيقات قانون جاي لوساك قدر الضغط .

قانون جاي لوساك

P تمثل الضغط

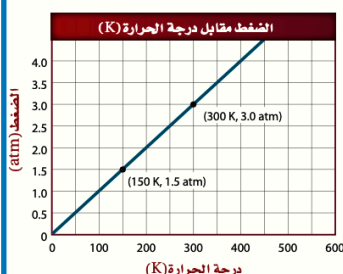
$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

T تمثل درجة الحرارة بالكلفن

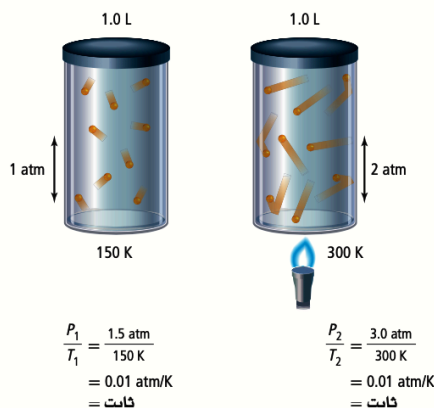
حاصل قسمة الضغط على درجة الحرارة بالكلفن لمقدار محدد من الغاز ذي حجم ثابت يساوي مقداراً ثابتاً.

• المنحنى التالي يوضح علاقة طردية بين الضغط ودرجة الحرارة بالكلفن.

الشكل 3-7 عند تسخين الأسطوانة تزداد الطاقة الحركية للجسيمات، مما يؤدي إلى زيادة اصطداماتها بجدار الإناء وزيادة قوتها. ولأن حجم الأسطوانة ثابت فإن ضغط الغاز يزداد.



استخدم الرسم البياني قارن بين الرسوم  
البيانية في الشكلين 2-7 و 3-7.



تدريب

يوجد غاز هيليوم في أسطوانة حجمها 2 L ، تحت تأثير ضغط جوي مقداره 1.12 atm ، فإذا أصبح ضغط الغاز 2.56 atm ، عند درجة حرارة 36.5 °C ، فما قيمة درجة حرارة الغاز الابتدائية؟

$$T_2 = 36.5 ^\circ\text{C} + 273 = 309.5 \text{ K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_2 P_1}{P_2}$$

$$T_1 = \frac{(309.5 \text{ K}) (1.12 \text{ atm})}{2.56 \text{ atm}} = 135 \text{ K}$$

$$135 \text{ K} - 273 \text{ K} = -138 ^\circ\text{C}$$

تدريب

افترض أن حجم الغاز ومقداره ثابتان في المسائل الآتية:

إذا كان ضغط إطار سيارة 1.88 atm عند درجة حرارة 25.0 °C . فكم يكون الضغط إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 37.0 °C ؟

$$T_1 = 25.0 ^\circ\text{C} + 273 = 298 \text{ K}$$

$$T_2 = 37.0 ^\circ\text{C} + 273 = 310 \text{ K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{(1.88 \text{ atm}) (310 \text{ K})}{298 \text{ K}} = 1.96 \text{ atm}$$

## القانون العام للغازات

يمكن جمع قانون بويل وشارل وجاي - لوساك في قانون واحد يطلق عليه قانون الغازات العام .

**القانون العام للغازات** يحدد العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة والحجم لكمية محددة من الغاز .

## القانون العام للغازات

$$P = \text{تمثل الضغط} , V = \text{تمثل الحجم}$$

$$T = \text{تمثل درجة الحرارة بالكلفن}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

حيث حاصل ضرب الضغط في الحجم مقسومًا على درجة الحرارة بالكلفن لمقدار محدد من الغاز يساوي مقدارًا ثابتًا.

## استخدام القانون العام للغازات

- يساعدك القانون العام للغازات على حل المسائل التي تتضمن أكثر من متغير .
- يمكننا القانون العام للغازات من اشتقاق القوانين السابقة من خلال تذكر المتغير الثابت في كل حالة .

## تدريب ٨

يحتوي بالون على 146.0 mL من الغاز المحصور تحت ضغط مقداره 1.30 atm، ودرجة حرارة 5.0 °C. فإذا تضاعف الضغط وانخفضت درجة الحرارة إلى 2.0 °C. فكم يكون حجم الغاز في البالون؟

$$T_1 = 5.0^\circ\text{C} + 273 = 278\text{ K}$$

$$T_2 = 2.0^\circ\text{C} + 273 = 275\text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 T_2 V_1}{P_2 T_1}$$

$$V_2 = \frac{(1.30 \text{ atm})(275 \text{ K})(146.0 \text{ mL})}{(2.60 \text{ atm})(278 \text{ K})} = 72 \text{ mL}$$

## تدريب ٧

افترض أن مقدار الغاز ثابت في المسائل الآتية :

تحدث عينة من الهواء في حقنة ضغطًا مقداره 1.02 atm، عند 22.0 °C، ووضعت هذه الحقنة في حمام ماء يغلي (درجة حرارة 100.0 °C)، وازداد الضغط إلى 1.23 atm بدفع مكبس الحقنة إلى الداخل، مما أدى إلى نقصان الحجم إلى 0.224 mL. فكم كان الحجم الابتدائي؟

$$T_1 = 22.0^\circ\text{C} + 273 = 295\text{ K}$$

$$T_2 = 100.0^\circ\text{C} + 273 = 373\text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_1 = \frac{P_2 T_1 V_2}{T_2 P_1}$$

$$V_1 = \frac{(0.224 \text{ mL})(295 \text{ K})(1.23 \text{ atm})}{(373 \text{ K})(1.02 \text{ atm})} = 0.214 \text{ mL}$$

## ملخص قوانين الغازات

| القانون    | الجدول 7-1               | قوانين الغازات                      |
|------------|--------------------------|-------------------------------------|
| القانون    | بويل                     | شارل                                |
| الصيغة     | $P_1 V_1 = P_2 V_2$      | $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ |
| ما الثابت؟ | كمية الغاز ودرجة الحرارة | كمية الغاز والضغط                   |
| رسم تنظيبي |                          |                                     |

## الدرس الثاني (2-7) قانون الغاز المثالي

الفكرة الرئيسية يربط قانون الغاز المثالي عدد المولات مع كل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم .

### مبدأ أفوجادرو

**مبدأ أفوجادرو** إن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحوي العدد نفسه من الذرات عند نفس درجة الحرارة والضغط .

### الحجم وعدد المولات

• المول الواحد من أي مادة يحتوي على  $6.02 \times 10^{23}$  من الجسيمات .

**الحجم المولاري** هو الحجم الذي يشغله 1mol من الغاز عند الظروف المعيارية STP (0c) (1 atm) .

• بين أفوجادرو أن 1mol من أي غاز يشغل حجماً مقداره 22.4 L/mol بوصفه معامل تحويل عندما يكون الغاز في الظروف المعيارية .

• (ويستخدم هذا المعامل في حل المسائل عند الظروف المعيارية) .

$$V = n \times 22.4$$

لحساب n عدد المولات ، ولحساب الحجم

$$n = \frac{V}{22.4}$$

وهذا المعامل

حيث n هي عدد المولات V هو الحجم .

#### تدريب ١٠

ما كتلة غاز ثاني أكسيد الكربون بالجرامات، الموجودة في بالون حجمه 1.0 L في الظروف المعيارية STP؟

احسب عدد مولات  $\text{CO}_2$  :

$$1.0 \text{ L} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22.4 \text{ L}} = 0.045 \text{ mol CO}_2$$

احسب كتلة  $\text{CO}_2$  بالجرامات :

$$0.045 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44.0 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 2.0 \text{ g CO}_2$$

#### تدريب ٩

ما حجم الوعاء اللازم لاحتواء 0.0459 mol من غاز النيتروجين  $\text{N}_2$  في الظروف المعيارية STP؟

$$V = 0.0459 \text{ mol} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 1.03 \text{ L}$$

### قانون الغاز المثالي

• يمكن جمع كل من مبدأ أفوجادرو وقوانين بويل وشارل وجاي - لوسالك في علاقة رياضية واحدة تصف العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة وعدد مولات الغاز .

• الغاز المثالي هو الذي تنطبق عليه افتراضات نظرية الحركة الجزيئية ، حيث أن الغازات تتميز بأحجامها الصغيرة والفراغات الكبيرة بين جزيئاتها وقوى تجاذبها ضعيفة جداً .

**ثابت الغاز المثالي** يرمز له بالرمز R وتساوي 0.0821 عندما يكون الضغط atm .

$$\text{ثابت} = R = \frac{PV}{nT}$$

## قانون الغاز المثالي يصف القانون السلوك الفيزيائي للغاز المثالي

من حيث الضغط و الحرارة و الحجم وعدد مولات الغاز المتوفرة  $PV=nRT$ 

| قيم R                              | الجدول 2-7 |
|------------------------------------|------------|
| وحدات R                            | قيمة R     |
| $\frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$  | 0.0821     |
| $\frac{L \cdot kPa}{mol \cdot K}$  | 8.314      |
| $\frac{L \cdot mmHg}{mol \cdot K}$ | 62.4       |

التحول بين وحدات الضغط  
 $1 atm = 760 mmHg = 760 Torr = 1.01325 Pa = 101.325 kPa$

قانون الغاز المثالي

$P$  = الضغط.  
 $V$  = الحجم.  
 $n$  = عدد المولات.  
 $R$  = ثابت الغاز المثالي.  
 $T$  = درجة الحرارة بوحدة كلفن.

$PV = nRT$

إن حاصل ضرب الضغط في الحجم مقسوماً على كمية معينة من الغاز عند درجة حرارة ثابتة يساوي مقداراً ثابتاً

## تدريب ١١

ما درجة حرارة 2.49 mol من الغاز الموجود في إناء سعته 1.00 L، وتحت ضغط مقداره 143 kPa.

احسب الضغط بوحدة atm :

$$143 \text{ kPa} \times \frac{1.00 \text{ atm}}{101.3 \text{ kPa}} = 1.41 \text{ atm}$$

احسب درجة الحرارة بوحدة K :

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{(1.41 \text{ atm})(1.00 \text{ L})}{(2.49 \text{ mol}) \left(0.0821 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}\right)} = 6.96 \text{ K}$$

احسب درجة الحرارة بوحدة °C :

$$6.90 \text{ K} - 273 = -266 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

## تدريب ١٢

احسب حجم 0.323 mol من غاز ما عند درجة حرارة 256 K وضغط جوي مقداره 0.90 atm.

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0.323 \text{ mol}) \left(0.0821 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}\right) (256 \text{ K})}{(0.90 \text{ atm})} = 7.54 \text{ L}$$

## قانون الغاز المثالي - الكتلة المولية والكثافة

## الكتلة المولية وقانون الغاز المثالي

$PV = nRT$   $n = \frac{m}{M}$  بالتعويض  $PV = \frac{mRT}{M}$  ( m الكتلة بالجرام ، M الكتلة المولية )

$$M = \frac{mRT}{PV}$$

## الكثافة وقانون الغاز المثالي

$M = \frac{mRT}{PV}$   $D = \frac{m}{V}$  بالتعويض  $M = \frac{DRT}{P}$  ( D الكثافة ، V الحجم ، m الكتلة بالجرام )

$$D = \frac{MP}{RT}$$

## الغاز الحقيقي والغاز المثالي

- في الحقيقة ليس هناك غاز مثالي وإن اعتبر العلماء ذلك حسب فرضيات نظرية الحركة الجزيئية ،  
ولذا فإنّ المثالية تختفي في الغاز في بعض الظروف من الضغط ودرجة الحرارة ويظهر الغاز عندها حقيقياً .

### أقصى ضغط ودرجة حرارة

- س / متى يكون الغاز المثالي غير مناسب للاستخدام مع الغاز الحقيقي ؟

ج /

تحيد معظم الغازات الحقيقية في سلوكها عن الغاز المثالي عند الضغط العالي و درجات الحرارة المنخفضة.

### القطبية و حجم الجسيمات

- بسبب قطبية جزيئات الغاز لا تسلك الغازات القطبية سلوك الغاز المثالي بعكس الغازات غير القطبية.
  - تميل جسيمات الغاز الكبيرة الى الابتعاد عن السلوك المثالي أكثر من جسيمات الغاز الصغيرة.
- معنى ذلك أن قطبية الجزيئات وكبر حجم الجسيمات تجعل الغاز يبتعد عن السلوك المثالي .

## الدرس الثالث (3-7) الحسابات المتعلقة بالغازات

**الفكرة الرئيسية** عندما تتفاعل الغازات فإن المعاملات في المعادلات الكيميائية الموزونة التي تمثل هذه التفاعلات تشير إلى أعداد المولات والحجوم النسبية للغازات .

### ○ الحسابات الكيميائية للتفاعلات المتضمنة للغازات

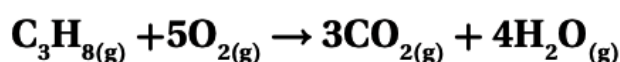
- المعادلة الكيميائية الموزونة تبين المعاملات للمواد المتفاعلة والنواتج ، ولذا فإن معاملات المواد الغازية لا تمثل عدد المولات فقط بل تمثل الحجوم النسبية أيضاً حسب مبدأ أفوجادرو .

### ○ الحسابات الكيميائية : حساب الحجم

- لإيجاد غاز متفاعل أو ناتج في التفاعل الكيميائي يجب عليك معرفة المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل وحجم غاز آخر مشارك في التفاعل على الأقل .
- المعاملات في المعادلة الموزونة تمثل النسب الحجمية للغازات المشاركة في التفاعل .
- لا تحدد الظروف من الضغط ودرجة الحرارة لأن الغازات في وعاء واحد والتأثير سيكون نفسه في كل الغازات .

تدريب ١٢

كم لترًا من غاز البروبان  $C_3H_8$  يلزم لكي تحترق حرقًا كاملاً مع 34.0 L من غاز الأكسجين؟

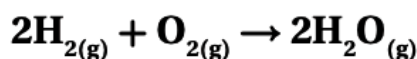


من المعادلة الموزونة :  $\frac{1 \text{ L } C_3H_8}{5 \text{ L } O_2}$

$$34.0 \text{ L } O_2 \times \frac{1 \text{ L } C_3H_8}{5 \text{ L } O_2} = 6.80 \text{ L } C_3H_8$$

تدريب ١٣

ما حجم غاز الهيدروجين اللازم للتفاعل تمامًا مع 5.00 L من غاز الأكسجين لإنتاج الماء؟



من المعادلة الموزونة :  $\frac{2 \text{ L } H_2}{1 \text{ L } O_2}$

$$5.00 \text{ L } O_2 \times \frac{2 \text{ L } H_2}{1 \text{ L } O_2} = 10.0 \text{ L } H_2$$

## ○ الحسابات الكيميائية : حسابات الحجم - الكتلة

- المعادلة الكيميائية الموزونة تبين أعداد المولات و الحجوم النسبية للغازات فقط وليس كتلتها .
- لذا يجب أن يتم تحويل كل الكتل المعطاة إلى مولات أو حجوم قبل استخدامها جزءا من النسبة .
- تذكر أيضاً أن وحدة درجة الحرارة يجب أن تكون بالكلفن .

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>تدريبات ١٤</p> <p>نترات الأمونيا مكوّن شائع في الأسمدة الكيميائية. استخدم التفاعل التالي لحساب كتلة نترات الأمونيوم الصلبة التي يجب أن تُستخدم للحصول على 0.100 L من غاز أول أكسيد نثائي النيتروجين.</p> $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>احسب عدد المولات <math>\text{N}_2\text{O}</math> ،</p> $1.0 \text{ L N}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}}{22.4 \text{ L N}_2\text{O}} = 0.00446 \text{ mol N}_2\text{O}$ <p>احسب عدد المولات <math>\text{NH}_4\text{NO}_3</math> ،</p> <p>من المعادلة الموزونة ، <math>\frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{1 \text{ mol N}_2\text{O}}</math></p> $0.00446 \text{ mol N}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{1 \text{ mol N}_2\text{O}}$ $= 0.00446 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$ <p>احسب كتلة <math>\text{NH}_4\text{NO}_3</math> بالجرامات ،</p> $0.00446 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{80.03 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}$ $= 0.357 \text{ g NH}_4\text{NO}_3$ |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

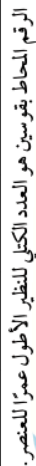
تعتمد العمليات الصناعية على الحسابات الكيميائية ومن الأمثلة على ذلك :

- إنتاج الأمونيا من غاز النيتروجين لصنع الأسمدة .
- غاز الإيثين  $\text{C}_2\text{H}_4$  أو الإيثيلين وهو المادة الخام لصنع بلمر (البولي إيثين  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ) المستخدم في صنع العديد من مستلزمات الحياة اليومية .
- الصيغة العامة لتفاعل البلمرة



تم والله الحمد

ملخص منهج كيمياء 2-1 "مسارات"



صفوف العناصر الأفقية تدعى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين، كما يزداد.

سلسلة اللاثاينيدات

سلسلة الأكاديميات

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

## ملخص منهج كيمياء 2-1

السنة الثانية – مسارات

إعداد الأستاذ / هاري محمد المالكي

هدفنا مساعدة الطالب في الاستعداد للاختبارات النهائية وللاختبار التحصيلي .

الملخص لا يغني الطالب عن الكتاب ولكنه يساعده كثيراً .

يحتوي الملخص كل معلومات المنهج بلا استثناء .

يحتوي الملخص بعض المسائل التدريبية كتطبيق على القوانين .

يسعدنا متابعتكم ورعائكم لنا على حساباتنا التالية

قناتنا في اليوتيوب كيمياء3311

Chemistry3311h

حساب تويتر كيمياء3311

Chemistry3311h

حساب انستجرام / Chemistry3311

قروب تليجرام / كيمياء3311

طبعة ١٤٤٧هـ / ٢٠٢٥م

الحقوق محفوظة للأستاذ هاري محمد المالكي

لا مانع من طباعتها للمعلمين والطلاب - ولا يسمح بنشرها في المواقع الإلكترونية