



## أوراق عمل للصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

2017/2016

### درس الروابط الأيونية والفلزات

تُستخدم أوراق العمل للمساعدة على أداء الأنشطة داخل الصف،

ولا تُعني عن الكتاب المدرسي

مجلس أبوظبي للتعليم  
مدرسة حمزة بن عبدالمطلب الثانوية

## المركبات الأيونية

### الرابعة الكيميائية

جميع الذرات تكون متعادلة كهربياً لأن عدد البروتونات الموجبة المكونة للنواة يتساوى مع عدد الإلكترونات السالبة التي تدور حول النواة، لكن في المقابل ليست كل الذرات مستقرة، تمتلك العديد من الذرات طاقة عالية تجعلها غير مستقرة مما يدفعها لمحاولة الوصول لحالة الاستقرار بتقليل طاقتها ويتم ذلك خلال تكوين الروابط الكيميائية حيث تفقد الذرة إلكترونات أو تكتسب أو تشارك إلكترونات تكافؤها مع ذرات أخرى.

### كيف تصل الذرات لحالة الاستقرار؟

عندما تصل الذرات لمستوى أخير ممتلئ بالإلكترونات وذلك، بفقدان إلكترونات من مستواها الأخير أو اكتساب إلكترونات أو المشاركة بها.

الرابعة الكيميائية: قوة تجاذب تنشأ بين ذرتين أو أكثر من خلال فقدان الذرة لإلكتروناتها أو اكتساب إلكترونات أو مشاركتها مع ذرات أخرى وذلك للوصول لتوزيع إلكتروني مشابه لتوزيع أقرب غاز نبيل..

### تكوين الأيون الموجب

يتكون الأيون الموجب عندما تفقد الذرة إلكترون أو أكثر من إلكترونات تكافؤها وذلك للوصول لتوزيع إلكتروني مشابه لتوزيع أقرب غاز نبيل.

#### الصوديوم



عدد البروتونات = 11  
عدد الإلكترونات = 10  
الشحنة = 0 (متعادل)

عدد البروتونات = 11  
عدد الإلكترونات = 10  
الشحنة = +1

$1s^2 2s^2 2p^6$  ذرة النيون

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  ذرة الصوديوم

$1s^2 2s^2 2p^6$  أيون الصوديوم +1

#### الألومنيوم



عدد البروتونات = 13  
عدد الإلكترونات = 10  
الشحنة = 0 (متعادل)

عدد البروتونات = 13  
عدد الإلكترونات = 10  
الشحنة = +3

$1s^2 2s^2 2p^6$  ذرة النيون

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^3$  ذرة الألومنيوم

$1s^2 2s^2 2p^6$  أيون الألومنيوم +3

الأيون الموجب (الكاتيون): هو ذرة فقدت إلكترونات أو أكثر خلال تفاعل كيميائي.

### كيف تغيرت ذرة الصوديوم عندما تحولت إلى أيون الصوديوم +1؟

لم تتحول ذرة الصوديوم إلى ذرة نيون ولكن أصبح توزيعها الإلكتروني مشابه لتوزيع الإلكترونات لغاز النيون الخامل والدليل على ذلك أن عدد البروتونات المكونة للنواة لا زال ثابتاً عند الرقم 11 وهو الرقم المميز لذرة الصوديوم.

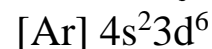
### النشاطية

تفقد ذرات الفلزات الإلكترونات الخارجية بسهولة لذلك تكون نشطة كيميائياً، ونجد فلزات المجموعتين الأولى والثانية الأنتشط على الإطلاق كذلك فلزات المجموعة 13.

المجموعة	التوزيع الإلكتروني	عدد الإلكترونات المفقودة	الشحنة
1	$ns^1$	1	1+
2	$ns^2$	2	2+
3	$ns^2 np^1$	3	3+

### أيونات الفلزات الانتقالية

الفلزات الانتقالية: الفلزات التي ينتهي توزيعها الإلكتروني في المستوى الفرعي (d) . مثل فلز الحديد وتوزيعه الإلكتروني



كما نرى أن التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية ينتهي بالتوزيع الإلكتروني  $ns^2$  لذا فإن الفلزات الانتقالية تفقد الإلكترونين بالمستوى الفرعي s وتكون أيون  $2+$  كما يمكن أن تفقد إلكترون من المستوى d مع إلكترونين من s ويصبح تكافؤها  $3+$ .

ما الاحتمالات الممكنة لشحنة الأيون المتكون للعناصر الانتقالية؟

$2+$  أو  $3+$  ، فمثلاً يكون الحديد أحد أيونين إما  $Fe^{2+}$  أو  $Fe^{3+}$

### تكوين الأيون السالب

تميل عناصر اللافلزات لاكتساب إلكترونات لتصل لتوزيع إلكتروني مماثل للتوزيع الإلكتروني لأقرب غاز نبيل، فمثلاً

#### الكلور

تكتسب إلكترون واحد



عدد البروتونات = 17

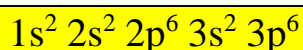
عدد الإلكترونات = 17

الشحنة = 0 (متعاد)

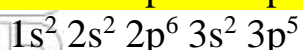
عدد البروتونات = 17

عدد الإلكترونات = 18

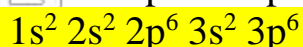
الشحنة = -1



ذرة الأرجون



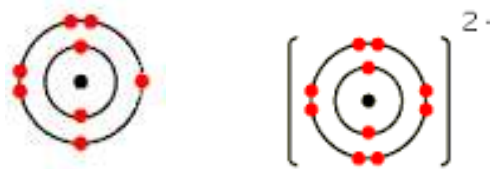
ذرة الكلور



أيون الكلوريد -1

#### الأكسجين

تكتسب إلكترونين



عدد البروتونات = 8

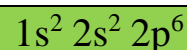
عدد الإلكترونات = 8

الشحنة = 0 (متعاد)

عدد البروتونات = 8

عدد الإلكترونات = 10

الشحنة = -2



ذرة النيون



ذرة الأكسجين



أيون الأكسيد -2

الأيون السالب (الأيون): الأيون المتكون نتيجة اكتساب ذرة اللافلز إلكترون أو أكثر. ويُضاف المقطع (يد) على اسم العنصر عندما يتحول إلى أيون فمثلاً الكلور يتحول إلى كلوريد والأكسجين يتحول إلى أيون أكسيد.

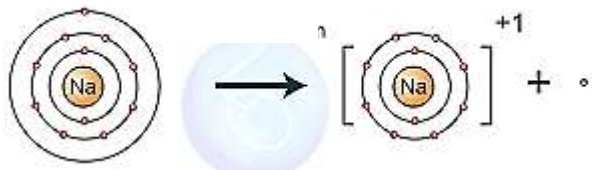
تفاوت أعداد الإلكترونات التي من الممكن أن تكتسبها ذرات عناصر اللافلزات بحسب موقع اللافلز في الجدول الدوري،

الشحنة	التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل	عدد الإلكترونات المكتسبة	التوزيع الإلكتروني	المجموعة
3-	$ns^2 np^6$	3	$ns^2 np^3$	15
2-	$ns^2 np^6$	2	$ns^2 np^4$	16
1-	$ns^2 np^6$	1	$ns^2 np^5$	17

## المركبات الأيونية والروابط الأيونية

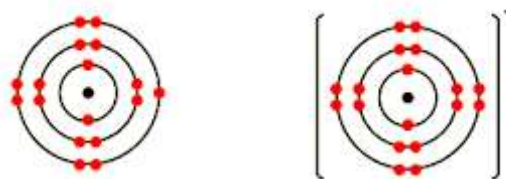
### الصوديوم

تفقد إلكترون وحيد



### الكلور

تكتسب إلكترون وحيد



عدد البروتونات = 11  
عدد الإلكترونات = 11  
الشحنة = 0 (متعاد)

عدد البروتونات = 11  
عدد الإلكترونات = 10  
الشحنة = +1

عدد البروتونات = 17  
عدد الإلكترونات = 18  
الشحنة = -1

عدد البروتونات = 17  
عدد الإلكترونات = 18  
الشحنة = -1

$1s^2 2s^2 2p^6$  ذرة النيون

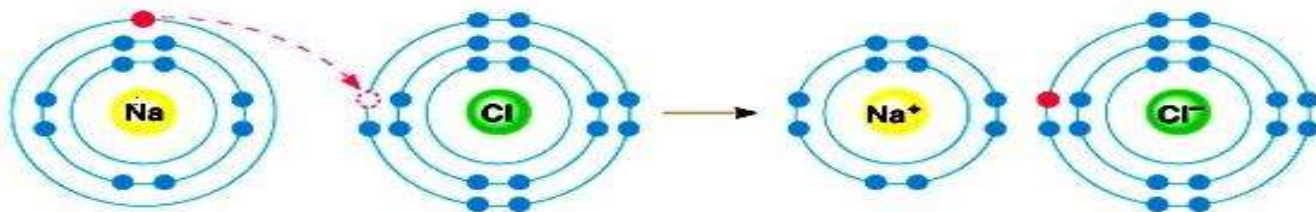
$1s^2 2s^2 2p^6$  ذرة الأرجون

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  ذرة الصوديوم

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  ذرة الكلور

$1s^2 2s^2 2p^6$  أيون الصوديوم  $1+$

$1s^2 2s^2 2p^6$  أيون الكلوريد  $1-$



تفقد ذرة الصوديوم الإلكترون وتكتسبه ذرة الكلور ويتحول الصوديوم إلى أيونات موجبة ويتحول الكلور إلى أيونات سالبة ويربط بينهما التجاذب الإلكتروني ستاتيكي.

الرابطة الأيونية: القوة الكهروستاتيكية التي تجذب الشحنات المختلفة في المركب الأيوني.

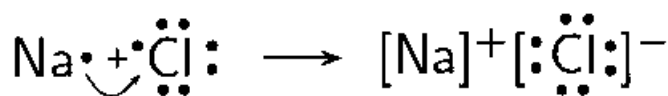
المركب الأيوني: المركب الذي يتكون نتيجة روابط أيونية.

### المركبات الأيونية الثنائية

هي المركبات التي تتكون بين أيون موجب ناتج عن فلز مع أيون سالب ناتج عن لافلز مثل كلوريد الصوديوم (NaCl) المتكون بين الصوديوم والكلور وكذلك أكسيد المغنيسيوم (MgO) المتكون بين المغنيسيوم والأكسجين.

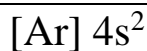
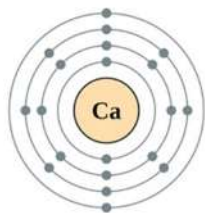
### الشحنات وتكوين المركبات الأيونية

لابد أن يكون المركب الناتج متعادلاً الشحنة إجمالاً فعدد الإلكترونات التي تفقدها ذرات الفلز لابد أن تساوي عدد الشحنات التي تكتسبها ذرات اللافلز. كان هذا واضحاً في عدد الشحنات التي يحملها أيون الصوديوم وكذلك في المقابل عدد الشحنات التي يحملها أيون الكلوريد.



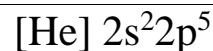
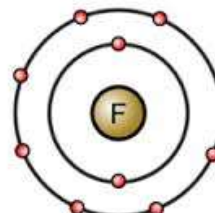
يمكن القياس على نفس المستوى عندما يتفاعل الكالسيوم مع الفلور،

الكالسيوم

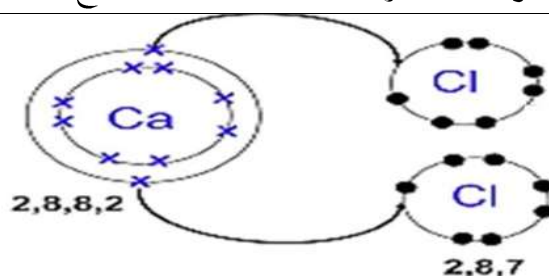


يحتاج أن يفقد إلكترونين حتى يستقر

الفلور

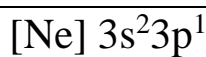
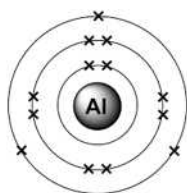


يكفيه أن يكتسب إلكترون وحيد ليستقر



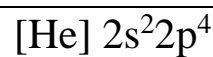
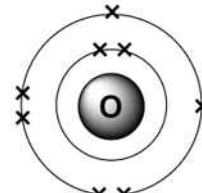
كذلك عندما يتفاعل الألومنيوم مع الأكسجين

الألومنيوم

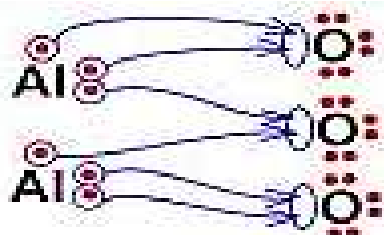


يحتاج أن يفقد ثلاث إلكترونات حتى يستقر

الأكسجين



يكفيه أن يكتسب إلكترونين ليستقر

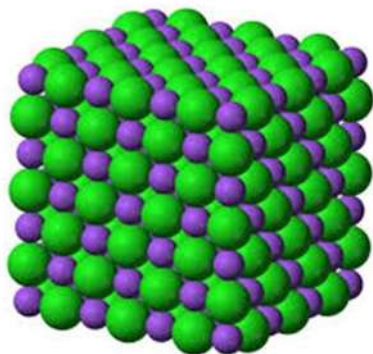




## المركبات الأيونية عديدة الذرات

من الممكن أن تتكون مركبات أيونية بين عنصر فلزي (يكون الأيون الموجب) ومجموعة من العناصر اللافلزية والتي ترتبط معاً (وتكون الأيون السالب)

الصيغة	العناصر	المركب
$\text{SiO}_3^{2-}$	السيليكون والأكسجين	السيليكات
$\text{FO}_3^{1-}$	الفلور والأكسجين	الفلورات
$\text{ClO}_3^{1-}$	الكلور والأكسجين	الكلورات
$\text{BrO}_3^{1-}$	البروم والأكسجين	البرومات
$\text{IO}_3^{1-}$	اليود والأكسجين	اليودات
$\text{BO}_3^{3-}$	البورون والأكسجين	البورات
$\text{CO}_3^{2-}$	الكربون والأكسجين	الكربونات



### خواص المركبات الأيونية

يتحكم البناء الفيزيائي للمركبات الأيونية في خواصها، ويتكون البناء الفيزيائي من عدد كبير من الأيونات الموجبة والسالبة والتي يتحدد عددها بحسب عدد الإلكترونات التي يفقدها الفلز وعدد الإلكترونات التي يكتسبها اللافلز. فمثلاً تترتب الأيونات في بلورة كلوريد الصوديوم بحيث يحاط كل أيون موجب بستة أيونات سالبة والعكس صحيح، وبذلك تكون النسبة النهائية للأيونات (1:1) ويكون الشكل النهائي للبلورة مكعباً.

الشبكة البلورية: ترتيب هندسي ثلاثي الأبعاد يحاط فيه الأيون الموجب بالأيونات السالبة وكذلك يحاط الأيون السالب بالأيونات الموجبة.

### الخواص الفيزيائية

#### درجات الانصهار والغليان

تتسم المركبات الأيونية بدرجات انصهار وغليان مرتفعة وذلك بسبب قوة الرابطة الأيونية والتي ترتبط بالتجاذب بين الأيونات الموجبة والسالبة المكونة للبلورة، كذلك تمتاز بألوان زاهية بسبب وجود الفلزات الانتقالية داخل الشبكة البلورية.

#### توصيل الكهرباء

يعتمد توصيل الكهرباء على توافر الشحنات حرة الحركة، ولأن الشحنات تكون متماسكة في حالة المواد الأيونية الصلبة فإنها لا توصل الكهرباء. أما وعلى العكس من ذلك في حالة المصهور أو المحلول فإنها توصل التيار الكهربائي بسبب تواجد الجسيمات المشحونة حرة الحركة.

الإلكتروليت: المركب الأيوني الذي يوصل محلوله التيار الكهربائي.

#### الصلابة

تتميز المركبات الأيونية بالقوة والصلابة، وهذا بسبب التماسك الواضح بين الشحنات المختلفة المكونة للمركب الأيوني.

عند الطرق على البلورة الأيونية فإن الشحنات تتحرك على طول البلورة مما يسبب إعادة ترتيبها بحيث تتقابل الشحنات المتشابهة فيؤثر النافر بينها على تماسك البلورة مما يجعلها تتشقق وتفتت.



### الطاقة والروابط الأيونية

التفاعل الطارد للحرارة: التفاعل الذي يطلق الطاقة أثناء حدوثه.

التفاعل الماص للحرارة: التفاعل الذي يمتص طاقة أثناء حدوثه.

تُوصف التفاعلات التي يتكون خلالها مركبات أيونية بأنها تفاعلا طاردة للحرارة حيث أن طاقة الأيونات في حالة المركب أقل من طاقة الأيونات في حالة الذرات المفردة، لذا عند اتحادها واستقرارها ينطلق الفرق في الطاقة. عندما تكتسب البلورة نفس القدر من الطاقة التي تطلقه أثناء تكونها فإنها تتفكك إلى مكوناتها الأساسية.

### طاقة الشبكة البلورية

طاقة الشبكة البلورية: الطاقة اللازمة لفصل أيونات 1 مول من المادة الأيونية، في هذه الحالة تكون طاقة ممتصة، وتزداد بزيادة التجاذب بين مكونات المركب.

وهي كذلك نفس مقدار الطاقة المنطلقة أثناء تكون نفس ال 1 مول، وفي هذه الحالة تكون طاقة منطلقة.

### ترتبط طاقة الشبكة بـ

#### مقدار الحجم

- ✓ تقل طاقة الشبكة بزيادة حجوم الأيونات المكونة للمركب.
- ✓ كلما زادت حجوم الأيونات زادت المسافات بينها مما يقلل من قوى التجاذب وبالتالي يقلل من طاقة الشبكة.
- ✓ المركبات التي يكونها أيون الليثيوم أقوى من التي يكونها أيون البوتاسيوم لأن الليثيوم أصغر في الحجم من البوتاسيوم.

#### مقدار الشحنة

- ✓ تزيد طاقة الشبكة بزيادة الشحنة التي تحملها الأيونات المكونة للمركب.
- ✓ مركب MgO له طاقة شبكة أكبر ب 4 مرات من المركب NaF
- ✓ يحمل أيون Mg شحنة +2 وأيون O شحنة -2
- ✓ يحمل أيون Na شحنة +1 وأيون F شحنة -1

## صيغ المركبات الأيونية وأسمائها

وحدة الصيغة الكيميائية: الصيغة الكيميائية لمركب أيوني.

حيث أن المركب الأيوني يتكون من كم هائل من الأيونات الموجبة والسالبة فإن أصغر قيمة يمكن استخلاصها من نسب تواجد الأيونين الموجب والسالب هي ما يكتب عند كتابة وحدة الصيغة، فنجد أن  $\text{CaCl}_2$  هي أصغر نسبة تتواجد في مركب كلوريد الكالسيوم، وفي النهاية نجد الشحنة الإجمالية على المركب تساوي صفر.

### الأيونات أحادية الذرات

الأيون أحادي الذرات: أيون يتكون من ذرة واحدة فقط إما موجبة ناتجة من فلز أو سالبة ناتجة من لافلز.

تتكون المركبات الأيونية الثنائية من ترابط أيونين أحادي الذرات أحدهما موجب والآخر سالب، ويكون الأيون أحادي الذرة بغض النظر عن شحنته أو قيمة هذه الشحنة فأيونات (الفلور  $\text{F}^{1-}$ )، (المغنيسيوم  $\text{Mg}^{2+}$ ) و (الألومنيوم  $\text{Al}^{3+}$ ) هي أيونات أحادية بالرغم من اختلاف شحنتها أو قيمة الشحنة.

شحنة الأيون	العناصر	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

عدد التأكسد: الشحنة التي يحملها الأيون أحادي الذرة.

يشير عدد التأكسد إلى عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة خلال تكون الأيون فعدد تأكسد الصوديوم في مركب كلوريد الصوديوم يساوي +1 وعدد تأكسد الكلور يساوي -1. تختلف أعداد التأكسد الممكنة للعناصر الانتقالية والتي تقع ضمن المجموعات من 3 إلى 12 في الجدول الدوري وكذلك بعض عناصر المجموعة 13 و 14 كما بالجدول التالي

الأيونات الشائعة	المجموعة
$\text{Sc}^{3+}, \text{Y}^{3+}, \text{La}^{3+}$	3
$\text{Ti}^{2+}, \text{Ti}^{3+}$	4
$\text{V}^{2+}, \text{V}^{3+}$	5
$\text{Cr}^{2+}, \text{Cr}^{3+}$	6
$\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Tc}^{2+}$	7
$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$	8
$\text{Co}^{2+}, \text{Co}^{3+}$	9
$\text{Ni}^{2+}, \text{Pd}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Pt}^{4+}$	10
$\text{Cu}^+, \text{Cu}^{2+}, \text{Ag}^+, \text{Au}^+, \text{Au}^{3+}$	11
$\text{Zn}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$	12
$\text{Al}^{3+}, \text{Ga}^{2+}, \text{Ga}^{3+}, \text{In}^+, \text{In}^{2+}, \text{In}^{3+}, \text{Tl}^+, \text{Tl}^{3+}$	13
$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Pb}^{4+}$	14





الأيون	الاسم	الأيون	الاسم
$IO_4^-$	البيرايودات	$NH_4^+$	الأمونيوم
$CH_3COO^-$	الأسيتات (الخلات)	$NO_2^-$	النتريت
$H_2PO_4^-$	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	$ClO^-$	الهيوكلورايت
$CrO_4^{2-}$	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

### أسماء الأيونات والمركبات الأيونية

#### تسمية الأيونات الأكسجينية السالبة

بسبب اختلاف عدد ذرات الأكسجين الممكنة للأيون الأكسجيني تختلف التسمية، فمثلاً الجزيئات التي تحتوي على عدد أكبر من الأكسجين تنتهي أسماؤها بالمقطع (ات) والتي تحتوي على عدد أقل تنتهي أسماؤها بالمقطع (يت)

#### أيونات الكبريت

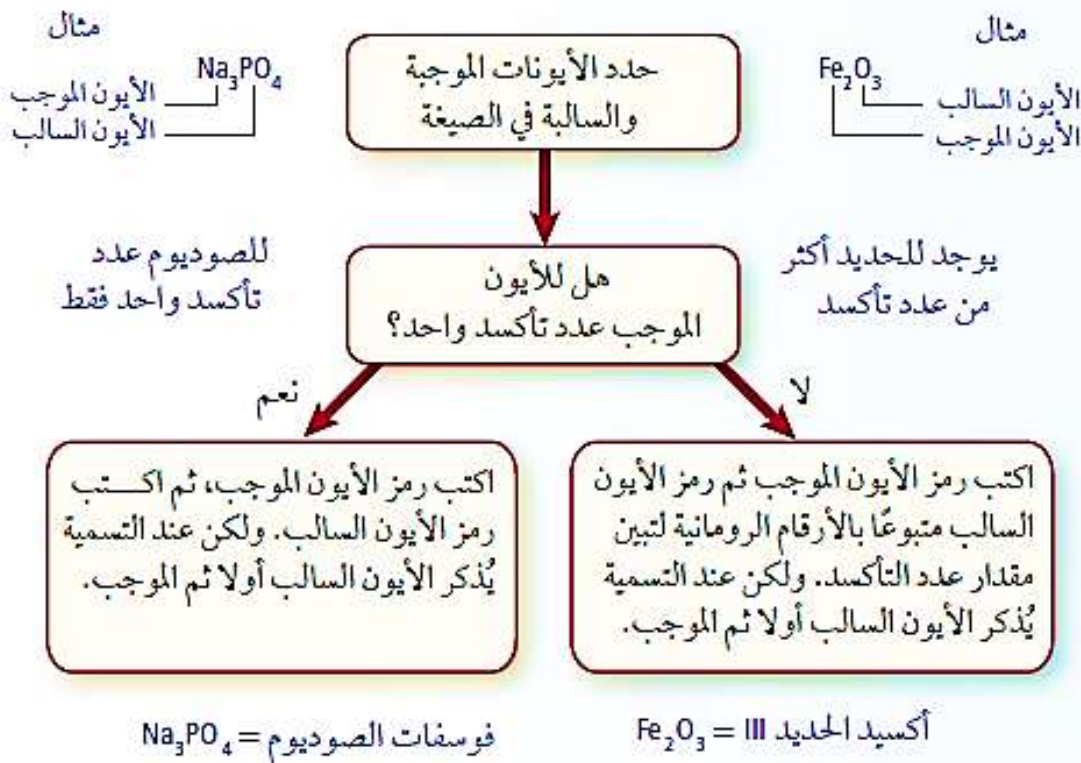
$NO_3^-$	$NO_2^-$	$SO_4^{2-}$	$SO_3^{2-}$
النترات	النتريت	الكبريتات	الكبريتيت

عندما يكون اللافلز أربعة أشكال مختلفة من الأيونات الأكسجينية فتكون التسمية كالتالي،

$ClO^-$	$ClO_2^-$	$ClO_3^-$	$ClO_4^-$
هيوكلوريت	كلوريت	كلورات	بيركلورات

#### تسمية المركبات الأيونية

- 1) يذكر اسم الأيون السالب أولاً متبوعاً باسم الأيون الموجب.
- 2) يُستخدم اسم العنصر في حالة كان موجباً في أيون أحادي الذرة.
- 3) يُضاف المقطع (يد) لاسم العنصر في حال تكوينه لأيون سالب أحادي الذرة.
- 4) يُكتب عدد تأكسد العنصر المكون للأيون الموجب في حال كان له أكثر من عدد تأكسد.

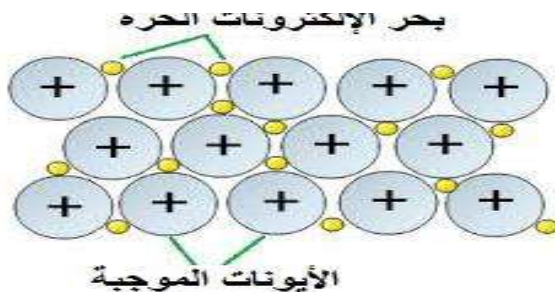


## الروابط الفلزية وخواص الفلزات

ما أوجه الشبه بين الروابط في الفلزات والروابط في المركبات الأيونية؟

- (1) الروابط تعتمد على التجاذب بين الشحنات المختلفة.
- (2) تكون الفلزات شبكات بلورية شبيهة بتلك التي تكونها المركبات الأيونية.

### بحر الإلكترونات



بدلاً من مشاركة إلكترونات التكافؤ أو فقدانها تتداخل مستويات الطاقة الخارجية في الفلز مع بعضها، ويحيط بحر الإلكترونات بالأيونات الموجبة مكونين معاً الشبكة الفلزية. لا ترتبط الإلكترونات بذرة محددة ولكنها تنتقل بحرية من ذرة إلى أخرى. نموذج بحر الإلكترونات: التداخل الناتج بين مستويات الطاقة الخارجية لأيونات الفلز والتي تحيط بها الإلكترونات. الإلكترونات الحرة: الإلكترونات التي تتحرك بحرية خلال الأيونات الموجبة المكونة للشبكة الفلزية. الرابطة الفلزية: قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة وبحر الإلكترونات الحرة في الشبكة الفلزية.

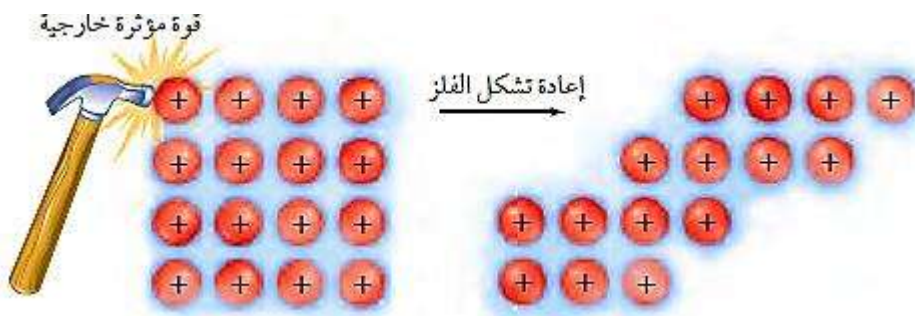
### خواص الفلزات

#### درجات الانصهار والغليان

للفلزات درجات انصهار وغليان مرتفعة وذلك بسبب قوة الرابطة الفلزية، إلا أن درجة الانصهار تكون أقل من المتوقع وذلك لأن الأيونات الموجبة والإلكترونات السالبة ليست بحاجة لطاقة كبيرة كي تتزلق فوق بعضها إلا أنها تحتاج لطاقة كبيرة لفصل الأيونات عن بعضها تماماً وهو ما ينعكس على ارتفاع درجة الغليان.

تفاوت درجات غليان الفلزات فنجد الزئبق السائل في درجات الحرارة العادية والذي يُستخدم في مقاييس الحرارة وفي المقابل نجد درجة انصهار التنجستين تساوي  $3422^{\circ}\text{C}$  لذا يُستخدم كفتيل للمصباح و في صنع المركبات الفضائية.

#### قابلية الطرق والسحب



قابلية الطرق: قابلية تحول المادة إلى صفائح رقيقة.

قابلية السحب: قابلية المادة لتتحول إلى أسلاك.

الفلزات قابلة للطرق والسحب، وذلك لأن الجسيمات تتحرك بواسطة الشد أو الدفع مع التأكيد على أن الترابط قوي جداً بين الأيونات الموجبة وبحر الإلكترونات مما يجعل غالبية الفلزات متينة للغاية.

## توصيل الحرارة والكهرباء

بسبب حرية حركة الإلكترونات تكون الفلزات موصلة جيدة للحرارة والكهرباء، وليس هذا فقط بل إنها السبب الرئيسي للمعان بعض المعادن وبريقها.

## الصلابة والقوة

كلما زادت عدد الشحنات الموجبة والسالبة في الشبكة الفلزية كان الفلز أقوى، إن الفلزات الانتقالية لا تُشارك في الشبكة بإلكترونات المستوى الفرعي s فقط بل وكذلك بعض إلكترونات d وهذا ما يجعلها أقوى وأصلب.

## لماذا يكون الحديد والنيكل أقوى وأصلب من الليثيوم والصوديوم؟

الليثيوم والصوديوم معادن لينة وكذلك كافة الفلزات القلوية (فلزات المجموعة الأولى) وذلك لأنها تُشارك في الشبكة الفلزية بإلكترون وحيد. وفي المقابل تُشارك عناصر الحديد والنيكل بإلكترونات المستوى الفرعي s وبعض إلكترونات d وهذا ما يجعلها أقوى وأصلب.

## السبائك الفلزية

السيبكية: خليط من العناصر ذات الخواص الفلزية الفريدة. مثل الفولاذ والبرونز.

## خواص السبائك

تختلف خواص السبائك عن العناصر المكونة لها بالرغم من أنها خليط وليست مركب. فالفولاذ مثلاً مصنوع من الحديد مخلوط بعناصر منها الكربون إلا أنه أكثر قوة.