

# الوحدة الأولى

## العناصر الانتقالية

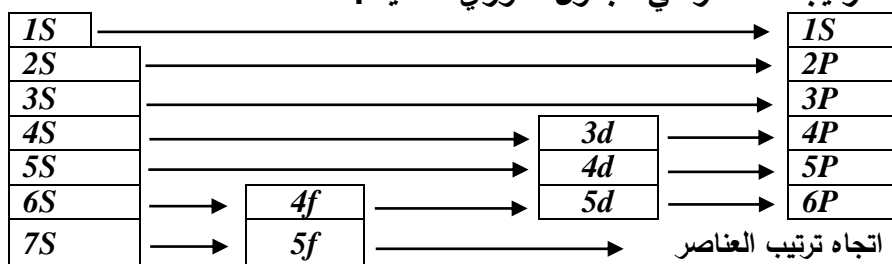
## الجدول الدوري الحديث:

تم استخدام هذا الجدول بعد اكتشاف تحت مستويات الطاقة وبذلك يكون ترتيب المستويات الفرعية لكل مستوى رئيسي كالآتي:

$1S$	←	المستوى الرئيسي الأول
$2S - 2P$	←	المستوى الرئيسي الثاني
$3S - 3P - 3d$	←	المستوى الرئيسي الثالث
$4S - 4P - 4d - 4f$	←	المستوى الرئيسي الرابع
$5S - 5P - 5d - 5f$	←	المستوى الرئيسي الخامس
$6S - 6P - 6d - 6f$	←	المستوى الرئيسي السادس
$7S - 7P - 7d - 7f$	←	المستوى الرئيسي السابع

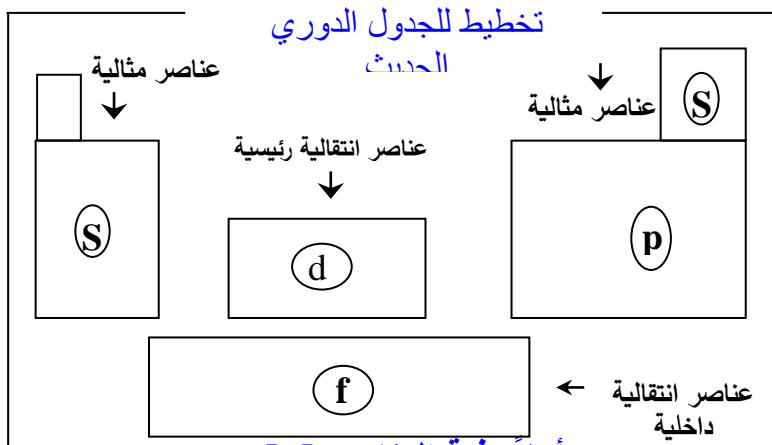
هناك أربعة مستويات فرعية هم:  $(s, p, d, f)$  وكل مستوى فرعي يتشعب بعدد من الإلكترونات فمثلاً:  $\{s = 2, p = 6, d = 10, f = 14\}$ .

## كيفية ترتيب العناصر في الجدول الدوري الحديث.



## عدد فئات الجدول الدوري مع توضيحها

أربع فئات أو مناطق رئيسية وهي: (s)، (p)، (d)، (f)



## أولاً: فئة العناصر [S]:

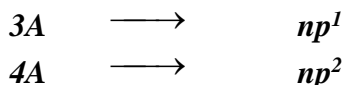
### موقعها:

المنطقة اليسرى من الجدول الدوري وهي تحتوي على العناصر التي تقع إلكتروناتها الخارجية في المستوى الفرعي [S] وتقع في مجموعتين هما:  $[ns^1]$  مع  $[ns^2]$  حيث  $[n]$  هو رقم مستوى الطاقة الأخير. ويشير  $[n]$  إلى رقم الدورة فمثلاً عنصر الصوديوم  $Na$  يكون التوزيع الإلكتروني له هو:  $1S^2 \rightarrow 2S^2 \ 2P^6 \rightarrow 3S^1$  وعنصر الكالسيوم  $Ca$  ويكون تركيبه الإلكتروني:  $1S^2 \rightarrow 2S^2 \rightarrow 2P^6 \rightarrow 3S^2 \ 3P^6 \ 4S^2$  المجموعة (2A).

## ثانياً: فئة العناصر [P]:

### موقعها:

تقع في المنطقة اليمنى من الجدول الدوري حيث تقع العناصر التي تكون إلكتروناتها الخارجية في المستوى الفرعي (P) وتشمل المجموعات:



5A	→	$np^3$
6A	→	$np^4$
7A	→	$np^5$
المجموعة الصفرية	→	$np^6$

عناصر الفئتين  $[P, S]$  ما عدا الغازات النبيلة تسمى عناصر مثالية.

### ثالثاً: فئة العناصر $[d]$ :

#### موقعها:

وسط الجدول الدوري وتحتوي على عناصر تقع إلكتروناتها الخارجية في المستوى الفرعي  $[d]$  وتسمى هذه العناصر [عناصر انتقالية] وتقع في ثلاث سلاسل وهي:

#### [1] السلسلة الانتقالية الأولى :

يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي  $[3d]$  وتشمل عشرة عناصر تبدأ من عنصر الإسكانديوم  $[21Sc]$  وتنتهي بعنصر الخارصين  $[30Zn]$  وتقع في الدورة الرابعة حيث  $n = 4$ .

#### [2] السلسلة الانتقالية الثانية :

يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي  $[4d]$  وتشمل عشرة عناصر وتبدأ بعنصر اليوتريوم  $[39Y]$  وتنتهي بالكاديوم  $[48Cd]$  وتقع في الدورة الخامسة حيث  $n = 5$ .

#### [3] السلسلة الانتقالية الثالثة :

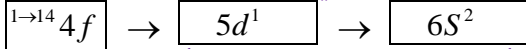
يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي  $[5d]$  وتشمل عشرة عناصر وتبدأ بعنصر اللانثانيوم  $[57La]$  وتنتهي بالزئبق  $[80Hg]$  وتقع في الدورة السادسة حيث  $n = 6$ .

#### رابعاً: فئة العناصر $[f]$ :

وتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي  $(f)$  وتتنقسم إلى سلسلتين هما :

#### (أ) سلسلة اللانثانيدات :

يتتابع امتلاء المستوى الفرعي  $[4f]$  وتتكون من أربعة عشرة عنصراً. ونلاحظ أن المستوى الأخير (مستوى التكافؤ) لجميع هذه العناصر هو  $[6s^2]$  وذلك لأن التوزيع الإلكتروني لها ينتهي كما يلي:



أي أن المستويات الثلاثة الأخيرة غير مكتملة.. وبما أن التوزيع الإلكتروني الخارجي لها واحد لذلك فهي شديدة التشابه في الخواص بحيث يصعب فصلها عن بعضها ومن هنا جاءت تسميتها عناصر أرضية نادرة. علل : تسمى اللانثانيدات بالعناصر الأرضية النادرة ؟

#### (ب) سلسلة الأكتينيدات :

وفيها يتتابع امتلاء المستوى الفرعي  $[5f]$  وهي أيضاً تتكون من أربعة عشرة عنصراً لاحتواء المستوى الفرعي  $5f$  على سبعة أفلاك وكلها عناصر ذات نشاط إشعاعي لعدم استقرار أنويتها وعموماً يطلق على اللانثانيدات والأكتينيدات معاً (عناصر انتقالية داخلية).

## الجدول الدوري أربعة أنواع أو فئات: (1) عناصر مثالية:

- عناصر الفئتين  $s, p$  ما عدا عناصر المجموعة الصفرية ومن خواصها:
- تتميز بامتلاء جميع مستويات الطاقة بالإلكترونات ما عدا مستوى الطاقة الأخير.
- يتطابق التركيب الإلكتروني لها مع رقم الدورة والمجموعة والتكافؤ.
- تميل إلى الوصول إلى التركيب  $ns^2 / np^6$  للمستويات الخارجية عن طريق الفقد أو الاكتساب أو المشاركة الإلكترونية.

## (2) عناصر انتقالية رئيسية: وهي عناصر الفئة ( $d$ ) ومن خواصها:

- تتميز بأن مستوى الطاقة الأخير وقبل الأخير غير مكتملين.
  - تتميز بتعدد حالات التأكسد. التوزيع الإلكتروني لها:  $[ns^2 d^{1 \rightarrow 10}]$ .
- ## (3) عناصر انتقالية داخلية: وهي عناصر الفئة ( $f$ ) ومن خواصها:
- مستويات الطاقة الثلاثة الأخيرة غير مكتملة. التوزيع الإلكتروني لسلسلة اللانثانيدات ينتهي بـ:  $4f^{1 \rightarrow 14} / 5d^1 / 6s^2$ .

- التوزيع الإلكتروني لسلسلة الأكتينيدات ينتهي بـ:  $5f^{1 \rightarrow 14} / 5d^1 / 7s^2$ .

## (4) عناصر نبيلة:

وهي عناصر الفئة ( $p$ ) عدا الهيليوم ومن خواصها:

- جميع مستويات الطاقة فيها مكتملة.
- كلها غازات وتقع في آخر مجموعة بعد السابعة الرئيسية.
- التوزيع الإلكتروني لها ينتهي بـ:  $\{np^6\}$ .

## وصف الجدول الدوري الحديث:

- (ثمانية عشرة) مجموعة رأسية.
- عدد الدورات (سبع) دورات أفقية. القانون الدوري يعتمد على ترتيب العناصر تصاعدياً حسب الزيادة في العدد الذري. يتوافق مع مبدأ البناء التصاعدي أي أن كل عنصر يزيد عن العنصر الذي يسبقه بإلكترون واحد فقط.
- تبدأ كل دورة بملئ مستوى طاقة جديد بإلكترون واحد وتنتهي بغاز خامل.
- في المجموعة الواحدة نجد أن عناصرها متشابهة في الخواص والتركيب الإلكتروني وكذلك مستوى الطاقة الأخير ولكنها تختلف في عدد الكم الرئيسي.

## العناصر الانتقالية

الجدول الدوري مقسم إلى أربع فئات (تكتلات) وهي الفئات  $f, d, p, s$ . وتم دراسة عناصر الفئة ( $s, p$ ) سابقاً وهي تعرف بالعناصر الأساسية ومجموعاتها تأخذ الحرف ( $A$ ). انظر الجدول الدوري وحدد موقع العناصر الانتقالية.

1		2		العناصر الانتقالية الرئيسية (d) التكتل										3						4		5		6		7		0	
(I)		(II)												(III)		(IV)		(V)		(VI)		(VII)		(VIII)					
1	H											He																	
2	Li	Be											B		C	N	O	F	Ne										
3	Na	Mg											Al		Si	P	S	Cl	Ar										
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr											
5	Rb	Sr											In		Sn	Sb	Te	I	Xe										
6	Cs	Ba											Tl		Pb	Bi	Po	At	Rn										
7	Fr	Ra											Nh		Fl	Mc	Lv	Ts	Og										

### موقع العناصر الانتقالية :

- 1) تقع في منتصف وأسفل الجدول الدوري في الدورات الرابعة والخامسة والسادسة والسابعة .
- 2) محصورة بين عناصر المجموعتين  $III A$  ،  $IIA$  .
- 3) تتمثل العناصر الانتقالية في التكتلين (الفئتين)  $f$  ،  $d$  .

### العنصر الانتقالي :

هو العنصر الذي تكون فيه مدارات المستوى الفرعي  $d$  أو  $f$  مشغولة بالإلكترونات ولكنها غير ممتلئة امتلاء تام سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات تأكسده (أيوناته).

### مثال توضيحي

الاسكانديوم عنصر انتقالي لامتلاكه للمستوى الفرعي  $3d$  غير ممتلئ كما هو موضح في توزيعه الإلكتروني:  $21Sc [18Ar] 3d^1 4s^2$   
ما الغلاف الفرعي غير مكتمل بالإلكترونات لهذه الذرات  $26Fe$  ،  $30Zn$  ،  $80Hg$  و  $29Cu$  وهل هذه العناصر انتقالية أم لا ولماذا ؟  
لتحديد المستوى الفرعي غير مكتمل بالإلكترونات نقوم بالتوزيع الإلكتروني لتلك الذرات كما يلي:



نلاحظ من التوزيع الإلكتروني أن ذرة الحديد فقط هي التي تمتلك مستوى فرعي  $3d$  غير مكتمل وبالتالي يعتبر عنصر الحديد عنصر انتقالي - أما ذرة (  $80Hg$  ،  $30Zn$  ) فكل منهما عنصر غير انتقالي (علل) ؟  
ج/ لأن المستوى الفرعي ( $d$ ) مكتمل بالإلكترونات سواء منفردا أو في حالة أيوناته.

بينما نلاحظ أن ذرة النحاس تمتلك مستوى فرعي  $3d^{10}$  ممتلئ بالإلكترونات في الحالة العادية بينما في حالة أيوناته يكون المستوى  $3d^9$  أي غير ممتلئ بالإلكترونات لذلك فإن النحاس يعتبر عنصر انتقالي .

### تقسيم العناصر الانتقالية :

إلى قسمين هما:

(1) عناصر انتقالية رئيسية *Main Transition elements*  
 (2) عناصر انتقالية داخلية *Inner Transition elements*

أولا : العناصر الانتقالية الرئيسية :

(1) هي عناصر الفئة *d* وهذه العناصر جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستويين الرئيسيين الأخيرين .

(2) العناصر الانتقالية الرئيسية يتم فيها امتلاء المستوى الفرعي (*d*) تدريجيا بالكترون واحد كلما زاد العدد الذري حتى يكتمل المستوى الفرعي بعشرة إلكترونات ومن هذا نجد أن:

أ- العناصر الانتقالية الرئيسية تتكون من عشرة أعمدة رأسية (مجموعات) وتأخذ الحرف (*B*) وتقع في الدورات الرابعة والخامسة والسادسة.

ب- هذه المجموعات مرتبة من اليسار إلى يمين الجدول كما يلي :



وعناصر هذه المجموعات (*B*) مختلفة كثيرا في نشاطها عن عناصر المجموعات الأساسية التي تأخذ الحرف (*A*) ويتضح ذلك من خلال الجدول التالي:

رقم المجموعة	عناصرها والتوزيع الإلكتروني	أهم صفاتها
<i>IB</i>	نحاس - فضة - ذهب $79Au, 47Ag, 29Cu$ $(n-1)d^{10} ns^1$ (غاز نبيل)	تتميز عناصر هذه المجموعة بخمولها الكيميائي ولذا فهي تستخدم لعمل النقود - والحلي وتسمى هذه العناصر بفلزات العملات (علل).
<i>IIIB</i>	الخارصين - الكاديوم - الزئبق $80Hg, 48Cd, 30Zn$ $(n-1)d^{10} ns^2$ (غاز نبيل)	تتميز عناصر هذه المجموعة بكيمياء بسيطة حيث أنها تمتلك حالات تأكسد محدودة بالمقارنة ببقية العناصر الانتقالية الأخرى ، فمثلا عنصر الخارصين والكاديوم يظهران في حالة التأكسد (2+) ما عدا الزئبق يوجد في حالة التأكسد : (2+) و (1+)
<i>IIIB</i>	<i>(Y) (Sc)</i> سكانديوم - يوتريوم - لثانيوم - اكتينيوم <i>(Ac), (La)</i> $(n-1)d^1 ns^2$ (غاز نبيل)	أكثر العناصر الانتقالية نشاطا كيميائيا . حيث أن جهود تأكسدها تتقارب مع جهود تأكسد الفلزات القلوية ( عناصر الإقلاء والإقلاء الأرضية ، <i>IA, IIA</i> ) . فهي تتفاعل مع الماء بشدة. $2Sc + 6H_2O \rightarrow 2Sc(OH)_3 + 6H_2 \uparrow$ س/ علل عناصر المجموعة الثالثة <i>IIIB</i> أكثر العناصر الانتقالية نشاطا كيميائياً .
<i>IVB</i>	ثيتانيوم <i>Ti</i> - زركونيوم <i>Zr</i> - هافنيوم <i>Hf</i> التوزيع الإلكتروني لعناصر المجموعة : $(n-1)d^2 ns^2$ (غاز نبيل)	توجد في الطبيعة بنسبة أعلى من عنصر الرصاص والنحاس ولكن يصعب فصلها من خاماتها ويتطلب ذلك عوامل مختزلة قوية جدا ولذا فلزات المجموعة <i>IVB</i> غالية الثمن . <u>ملاحظة هامة</u> : عنصر الثيتانيوم من العناصر الهامة نظرا لوفرة وجوده في القشرة الأرضية - ويتميز بأنه يقاوم التآكل ويحافظ على متانته في



رقم المجموعة	عناصرها والتوزيع الإلكتروني	أهم صفاتها
		درجات الحرارة العالية أكثر من الألومنيوم. س/ علل : يصعب فصل عناصر المجموعة <b>IVB</b> من خاماتها ؟
<b>VB</b>	الفاناديوم $^{23}V$ - نيوبيوم <b>Nb</b> - تنطاليوم <b>Ta</b> $(n-1)d^3 ns^2$ (غاز نبيل)	لها جهود تأكسد عالية ولذا لا تتأثر بالأحماض المعدنية القوية مثل <b>HCl</b> ولا بعوامل مؤكسدة قوية مثل الكلور . س/ علل : لا تتأثر عناصر المجموعة <b>VB</b> بالعوامل المؤكسدة القوية ؟
<b>VIB</b>	كروم $^{24}Cr$ - موليبديوم <b>Mo</b> - تنجستن <b>W</b> $(n-1)d^5 ns^2$ (غاز نبيل)	تتميز عناصرها بمقاومتها العالية للتآكل وتقاوم فعل العوامل الجوية بسبب تكون طبقة أكسيد غير مسامية على سطوحها تمنع استمرار الأكسدة س/ علل : تتميز عناصر المجموعة <b>VIB</b> بأنها تقاوم التآكل بفعل العوامل الجوية ؟
<b>VIIB</b>	المنجنيز <b>Mn</b> - تكنيتيوم <b>Tc</b> - رينيوم <b>Re</b> $(n-1)d^5 ns^2$ (غاز نبيل)	تتميز عناصر هذه المجموعة بأن المستوى الفرعي $nd^5$ يحتوي على خمسة إلكترونات وهي في حالة نصف إملء للمستوى الفرعي <b>d</b> - أشهر عناصر هذه المجموعة هو عنصر المنجنيز الذي يعد العنصر الثالث عشر من حيث الوفرة في القشرة الأرضية وهو يمتلك أعداد تأكسد متعددة وهي [ $2+$ ، $3+$ ، $4+$ ، $6+$ ، $7+$ ]
<b>VIII</b>	تشتمل على تسع عناصر تشغل الأعمدة رقم 8 ، 9 ، 10	قسمت إلى ثلاث ثلاثيات أفقية وسميت كل ثلاثية بأشهر عنصر فيها ولها أهمية صناعية كبيرة مثل ثلاثية الحديد [ <b>Ni</b> ، <b>Co</b> ، <b>Fe</b> ] ثلاثية البلاديوم [ <b>Ru</b> ، <b>Rh</b> ، <b>Pd</b> ] ثلاثية البلاتين [ <b>Os</b> ، <b>Ir</b> ، <b>Pt</b> ] وتتميز بخمولها الشديد ولذا يصنع منها الحلبي والأدوات المختبرية وفي صناعة الأسنان الطبية .



عناصر المجموعة الثامنة VIII لم تأخذ الحرف (B) بسبب اختلاف خواصها عن خواص مجموعات العناصر الأساسية (A).

### التركيب الإلكتروني وحالات التأكسد للعناصر الانتقالية :

فُسمت العناصر الانتقالية الرئيسية ( الفئة d ) إلى ثلاث سلاسل على أساس ... [ الأولى - الثانية - الثالثة ] حيث يتم تدريجياً ملء المستوى الفرعي (d) الواقع تحت الغلاف الخارجي مثلاً.

### السلسلة الأولى الانتقالية :

تقع في الدورة الرابعة ويتم فيها امتلاء المستوى الفرعي 3d تدريجياً وهي تتميز بالتوزيع الإلكتروني التالي:  $[18Ar] 3d^{1-10} 4S^2$  ويشذ عن ذلك العنصرين التاليين:

- 1- الكروم الذي له التوزيع الإلكتروني  $[18Ar] 3d^5 4S^1$  نتيجة انتقال إلكترون من 4S إلى 3d حتى يصبح المستويين الفرعيين 4S ، 3d نصف ممتلئ بالإلكترونات وبذلك تصبح ذرة الكروم أكثر استقراراً.
- 2- النحاس  $_{29}Cu$  الذي له التوزيع الإلكتروني  $_{18}Ar 3d^{10} 4S^1$  نتيجة انتقال إلكترون من 4S إلى 3d وتصبح المستوى الفرعي 3d مكتمل بعشرة إلكترونات وتصبح الذرة أكثر استقراراً .

1) تكون الذرة أكثر استقرار عندما يكون المستوى d نصف ممتلئ  $d^5$  أو تام الامتلاء  $d^{10}$  أو خالي  $d^0$  ما في حالة أيون  $Sc^{+3}$ .

2) الكروم والنحاس عناصر انتقالية لأنهما يمتلكان مستوى فرعي (d) غير ممتلئ بالإلكترونات في حالة أيوناتهم .

### حالات التأكسد للعناصر الانتقالية:

#### حالة التأكسد:

• هي حالة العنصر بعد أن يفقد عدد من الإلكترونات أو يكتسب عدد من الإلكترونات أثناء تفاعله أو ارتباطه بالعناصر الأخرى مكونة شحنات موجبة وسالبة.

العناصر الانتقالية تتميز بحالات تأكسد متعددة وأعلى رقم تأكسد يتفق مع رقم المجموعة ما عدا عنصر النحاس أي عناصر المجموعة IB .  
يوضح التوزيع الإلكتروني لعناصر السلسلة الأولى وحالات تأكسدها

العنصر	التركيب الإلكتروني	حالات التأكسد	حالة التأكسد الأكثر شيوعا
اسكانديوم $_{21}Sc$	$[18Ar] 3d^1 4s^2$	+3	+3
تيتانيوم $_{22}Ti$	$[18Ar] 3d^2 4s^2$	2, 3, 4	+4
فاناديوم $_{23}V$	$[18Ar] 3d^3 4s^2$	2,3,4,5	+5
كروم $_{24}Cr$	$[18Ar] 3d^5 4s^1$	2,3,4,5,6	+3
منجنيز $_{25}Mn$	$[18Ar] 3d^5 4s^2$	2,3,4,5,6,7	+2, +4
حديد $_{26}Fe$	$[18Ar] 3d^6 4s^2$	2,3,4,5,6	+3
كوبلت $_{27}Co$	$[18Ar] 3d^7 4s^2$	2,3,4,5	+2
نيكل $_{28}Ni$	$[18Ar] 3d^8 4s^2$	2,3,4,5	+2
نحاس $_{29}Cu$	$[18Ar] 3d^{10} 4s^1$	1,2	+2
خارصين $_{30}Zn$	$[18Ar] 3d^{10} 4s^2$	2	+2

أعداد التأكسد للعناصر في مركباتها

IA		IIA		VIII										IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA		VIII A																																																							
H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	104	105	106	107	108	109
1+	1+	2+	3+	4+	3+	2+	1+	.	1+	2+	3+	4+	3+	2+	1+	.	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	8+	7+	6+	5+	4+	3+	2+	1+	.	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	8+	7+	6+	5+	4+	3+	2+	1+	.	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	8+	7+	6+	5+	4+	3+	2+	1+	.									

أربعة عشر عنصرا انتقاليا داخل ملئ المستوى الفرعي  $4f$  وتنتهي بعنصر الزئبق وهي تشمل على عشرة عناصر لها التوزيع الإلكتروني التالي:  $_{54}Xe$   $5d^{1-10} 6s^2$  زينون.

ثانيا : العناصر الانتقالية الداخلية ( سلسلي اللانثانيدات والاكثيدات )

وهي عناصر جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستويات الرئيسية الثلاثة الأخيرة ويتم فيها امتلاء المستوى الفرعي  $4f$ ,  $5f$  الواقع في مستوى تحت الغلاف الخارجي بمقدار غلافين ولذا سميت بالعناصر الانتقالية الداخلية. تنقسم العناصر الانتقالية الداخلية إلى سلسلتين هما :

### (1) سلسلة اللانثانيدات *Lanthanide Series*

هي عناصر يتم فيها امتلاء المستوى الفرعي  $4f$  تدريجياً بزيادة إلكترون كلما زاد العدد الذري ولقد سميت عناصرها اللانثانيدات لأنها تلي عنصر اللانثان الذي تليه عناصر السلسلة. وهي تبدأ بعنصر السيريوم  $^{58}\text{Ce}$  توزيعه هو  $[^{54}\text{Xe}] 4f^4 5d^1 6s^2$  وتنتهي بعنصر  $^{71}\text{Lu}$  توزيعه هو  $[^{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^1 6s^2$ .

### (2) سلسلة الأكتينيدات *Actinide Series*

هي عناصر يتم فيها امتلاء المستوى الفرعي  $5f$  تدريجياً بزيادة إلكترون كلما زاد العدد الذري ولقد سميت عناصرها بسلسلة الأكتينيدات لأن خواصها مطابقة إلى حد ما بخواص عنصر الأكتينيوم الذي تليه عناصر السلسلة. تبدأ عناصر السلسلة بعنصر الثوريوم  $^{90}\text{Th}$  توزيعه هو  $[^{86}\text{Rn}] 5f^1 6d^1 7s^2$  وتنتهي بعنصر اللورنسيوم  $^{103}\text{Lr}$  توزيعه هو :  $[^{86}\text{Rn}] 5f^{14} 6d^1 7s^1$ .

وضعت عناصر سلسلة اللانثانيدات والاكتنيدات أسفل الجدول الدوري لكي تحافظ على شكل الجدول كذلك لاختلاف خواصها عن خواص العناصر الانتقالية الرئيسية.

### الخواص العامة للعناصر الانتقالية:

- 1- عناصرها يتم فيها امتلاء المستوى الفرعي  $d$  أو  $f$  تدريجياً بزيادة إلكترون كلما زاد العدد الذري.
- 2- جميعها يتمتع بخواص فلزية (لها بريق معدني) / موصلة جيدة للحرارة والكهرباء / معظمها قابلة للسحب والطرق / درجة انصهارها وغليانها عالية).
- 3- جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستويين الأخيرين كما في عناصر الفئة ( $d$ ) أو الثلاثة الأخيرة كما في عناصر الفئة ( $f$ ).
- 4- تمتلك أعداد تأكسد متعددة كما في حالات تأكسد المنجنيز.
- 5- أكاسيد فلزات عناصر الانتقال لها تأثير قاعدي يختلف عن أكاسيد الفلزات العادية (علل) لأن الخواص القاعدية والحمضية لعناصر الانتقال تعتمد على أعداد تأكسدها ( حالات تأكسدها ) فكلما زاد عدد التأكسد قلت الخاصية القاعدية وزادت الخاصية الحمضية.

## مقارنة بين خواص العناصر الانتقالية والعناصر غير الانتقالية.

الفلزات الانتقالية	الفلزات العادية
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ عناصر انتقالية مجموعاتها تأخذ الحرف (B).</li> <li>■ جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستويين أو الثلاث المستويات الرئيسية الأخيرة.</li> <li>■ لها أعداد تأكسد متعددة.</li> <li>■ لأكاسيدها خواص قاعدية غير واضحة لأنها تعتمد على أعداد تأكسدها.</li> <li>■ تنشأ نتيجة الملى التدريجي للأغلفة الفرعية <math>d</math> أو <math>f</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ عناصر أساسية مجموعاتها تأخذ الحرف (A).</li> <li>■ جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستوى الأخير.</li> <li>■ لها أعداد تأكسد محدودة.</li> <li>■ أكاسيدها لها خواص قاعدية واضحة مثل: عناصر فلزات الألقاء والألقاء الأرضية.</li> <li>■ تنشأ نتيجة الملى التدريجي للأغلفة <math>S</math> أو <math>P</math>.</li> </ul>

### الحديد $^{26}Fe$

### التوزيع الإلكتروني له هو $[18Ar] 3d^6 4S^2$ ←

سوف نكتفي بدراسة إحدى عناصر الانتقال الأكثر شيوعاً وأهمية صناعته وهو عنصر الحديد.

يعتبر الحديد أكثر الفلزات الانتقالية استعمالاً للأسباب الآتية:

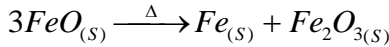
- (1) وفرة وجوده في القشرة الأرضية.
- (2) سهولة استخلاصه من خاماته.
- (3) الحديد النقي يمكن العمل منه أنواع مختلفة من الحديد مثل [ الحديد الصلب / الزهر / الحديد المطاوع / سبائك الحديد ].

### خامات الحديد:

نظراً لأن الحديد عنصر نشط - نوعاً ما - فهو لا يوجد في الطبيعة منفرداً ولكن يوجد على هيئة مركبات أهمها أكاسيد الحديد المختلفة وفيها يمتلك الحديد حالتي التأكسد ( $2+$  ،  $3+$ ).

### مثال :

عند تسخين أكسيد الحديد (II) ينحل إلى حديد وأكسيد حديد (III) طبقاً للمعادلة الآتية :



### أهم خامات الحديد : يوضحها الجدول الآتي:

اسم الخام	الرمز الكيميائي	الاسم الكيميائي	لونه	نسبة الحديد فيه
الهيماتيت	$Fe_2O_3$	أكسيد الحديد (III) اللامائي	أحمر داكن	45 - %50
المجناتيت	$Fe_3O_4$	أكسيد الحديد المغناطيسي	أسود	40 - %70

الليمونيت	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	أكسيد الحديد (III) المائي	أصفر	57.14%
-----------	-----------------------	---------------------------	------	--------

- (1) أكسيد الحديد المغناطيسي عبارة عن خليط من أكسيد الحديد (II) وأكسيد الحديد (III) ولذا للحديد في أكسيد الحديد المغناطيسي حالتين تأكسد مختلفتين (+2، +3).
- (2) يعتبر أكسيد الحديد المغناطيسي من أهم خامات الحديد (علل). لأنه من الممكن فصله بسهولة من الصخور المخلطة معه بواسطة مغناطيس قوي نظراً لاحتوائه على نسبة كبيرة من الحديد.
- (3) استخراج الحديد من خام الهيماتيت يعد اقتصادياً (علل). ويرجع ذلك لسهولة اختزال خام الهيماتيت.
- (4) يعرف أكسيد الحديد المائي (الممياً) بالصدأ *Rust*.
- (5) هناك خامات أخرى للحديد أقل أهمية مثل السبيريت  $FeCO_3$  نظراً لأن نسبة الحديد فيها قليلة.

### استخلاص الحديد (تعددين الحديد) *Extraction of Iron*

المقصود باستخلاص الحديد (التعددين) هو الحصول على الحديد في صورة يمكن استخدامه بعدها عملياً.

#### طريقة استخلاص الحديد من خاماته:

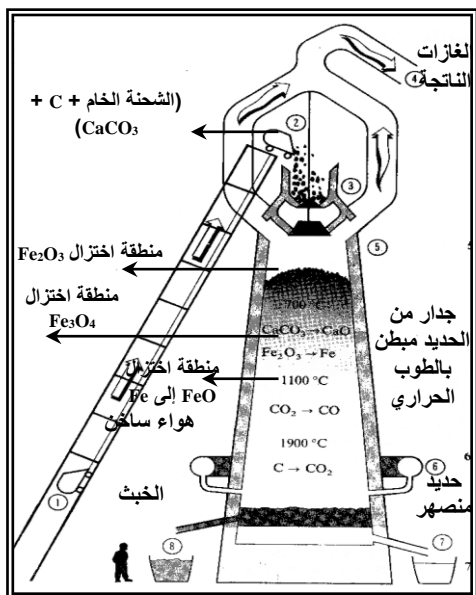
يستخلص الحديد من خاماته عن طريق عملية اختزال هذه الخامات بواسطة عوامل مختزلة قوية بحيث أن تكون هذه العوامل المختزلة رخيصة الثمن (علل)

حتى نستطيع أن نحصل على كميات كبيرة من الحديد.

أهم المواد المختزلة والأقل تكلفة هو الكربون (فحم الكوك).

خطوات استخلاص الحديد من خام الهيماتيت بواسطة الفرن العالي (اللافح)

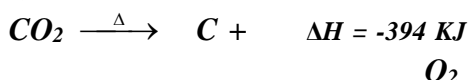




1) يضاف إلى الفرن من خلال الفتحة العلوية الشحنة وهي عبارة عن (خام الحديد + فحم الكوك + الحجر الجيري).

2) يدفع إلى داخل الفرن هواء ساخن مضغوط أو أكسجين نقي وتحدث التفاعلات الآتية التي توضح دور فحم الكوك.

أ - يتأكسد الكربون بالهواء الساخن إلى ثاني أكسيد الكربون وتنتقل حرارة (تفاعل طارده) تؤدي إلى رفع درجة حرارة الفرن من 800م<sup>5</sup> إلى 1900م<sup>5</sup>.

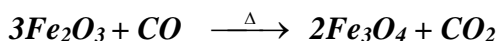


ب- يُختزل ثاني أكسيد الكربون بواسطة الكربون إلى أول أكسيد الكربون (عامل الاختزال الفعال) في تفاعل ماص للحرارة .

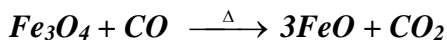


3) تحدث عملية اختزال خام الحديد  $Fe_2O_3$  بواسطة  $CO$  (عامل الاختزال الفعال) في سلسلة من الخطوات.

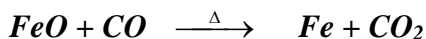
أ) عند المنطقة العليا يتم اختزال  $Fe_2O_3$  حسب المعادلة الآتية:



ب) عند المنطقة الوسطى من الفرن يتم اختزال  $Fe_3O_4$  إلى  $FeO$  حسب المعادلة الآتية:

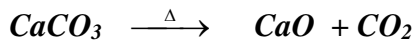


ج) يتم اختزال  $FeO$  أسفل المنطقة الوسطى إلى  $Fe$  حسب المعادلة الآتية:

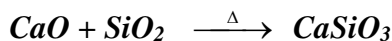


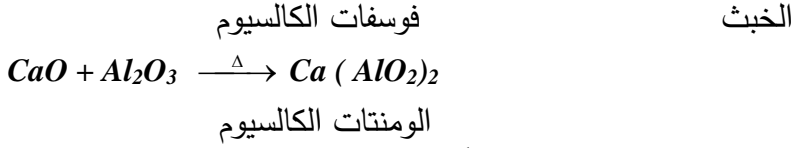
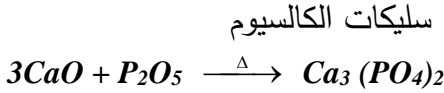
### دور الحجر الجيري في استخلاص الحديد من خام $Fe_2O_3$

1) للحجر الجيري دور هام في التخلص من الشوائب حيث يتفكك بالحرارة إلى أكسيد الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون طبقاً للمعادلة الآتية:



2) يتفاعل أكسيد الكالسيوم الناتج وهو أكسيد قاعدي مع أكاسيد الشوائب الحمضية مثل  $[P_2O_5, SiO_2]$  ، أو الأكاسيد الأمفوتيرية مثل  $[Al_2O_3]$  لتكوين ما يسمى بالخبث  $Slage$  طبقاً للمعادلات الآتية:





ويتجمع الخبث في قاع الفرن طافياً فوق سطح الحديد المصهر لأن كثافته أقل من كثافة الحديد ويخرج الخبث من فتحات خاصة أعلى فتحات خروج مصهور الحديد.

- (1) الحديد الناتج من الفرن العالي يحتوي على 95% حديد و 4% كربون والباقي بعض الشوائب مثل السليكون، المنجنيز، الفوسفور، والكبريت.  
 (2) الخبث الناتج من الفرن العالي يستخدم في صناعة الإسمنت ورصف الطرق .

### (1) الخواص الفيزيائية للحديد:

- 1- الحديد النقي في حالته الصلبة فلز فضي اللون مائل للسواد.
- 2- قابل للطرق والسحب.
- 3- موصل جيد للحرارة والكهرباء.
- 4- كثافته عند 20° م تساوي 7.844 جم/سم<sup>3</sup> ودرجة انصهاره 1535م<sup>5</sup> و غليانه 2750م<sup>5</sup>.
- 5- عند إنصهاره يزداد حجمه بمقدار 4.4 %

### (2) الخواص الكيميائية للحديد:

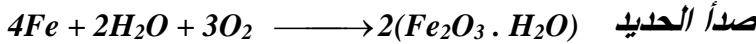
#### (1) تأثير الهواء على الحديد:

(أ)الهواء الجاف:

لا يتأثر الحديد بالهواء الجاف في درجات الحرارة العادية نظراً لأن الحديد أقل الفلزات النشطة نشاطاً كيميائياً.

(ب)الهواء الرطب:

يتأثر الحديد بالهواء الرطب مكوناً صدأ الحديد



(ج)الهواء الساخن :

يتأكسد الحديد إذا سخن في الهواء مكوناً أكسيد

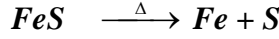


#### (2) تأثير اللافلزات:



### (أ) مع الكبريت (عامل مختزل):

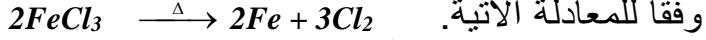
يتحد الكبريت مع الحديد بالتسخين مكوناً كبريتيد الحديد (II)



### (ب) مع الكلور:

إمرار غاز الكلور على حديد ساخن لدرجة الاحمرار يتكون كلوريد الحديد III (علل)؟

ج/لأن غاز الكلور عامل مؤكسد يؤكسد الحديد (II) إلى الحديد (III) وفقاً للمعادلة الآتية.

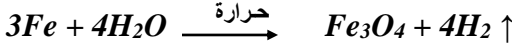


### (3) تأثير الماء على الحديد:

نظراً لأن الحديد يقع في السلسلة الكهروكيميائية قبل الهيدروجين فهو يحل محل الهيدروجين في مركباته مثل (الماء - الأحماض). أي أن الحديد يختزل الهيدروجين من الماء والأحماض ولذا يعتبر الحديد من المواد المختزلة. علل الحديد من المواد المختزلة؟

### مثال :

تفاعل الحديد الساخن مع بخار الماء ومكوناً أكسيد الحديد المغناطيسي + هيدروجين.

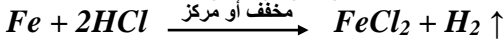


### (4) تأثير الأحماض على الحديد:

#### (أ) مع حمض الهيدروكلوريك:

يتفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أو المركز ويعطي كلوريد الحديد

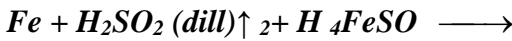
(II) وليس كلوريد حديد (III) (علل).



يرجع ذلك لأن غاز الهيدروجين الناتج يختزل كلوريد الحديد (III) إلى كلوريد الحديد (II).

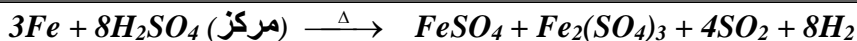
#### (ب) مع حمض الكبريتيك:

يتفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف ويعطي كبريتات الحديد (II) ولا يعطي كبريتات الحديد (III) (علل)



لا يتفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المركز لتكوين طبقة من أكسيد الحديد المغناطيسي التي تحيط بالحديد وتمنع استمرار تفاعله ولكن يتفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المركز الساخن

(عامل مؤكسد) ويعطي كبريتات الحديد (II) وكبريتات الحديد (III)



**التفسير :**

حمض الكبريتيك المركز الساخن عامل مؤكسد يؤكسد الحديد إلى كبريتات الحديد III ويختزل الحمض إلى  $[H_2O, SO_2]$  وغاز ثاني أكسيد الكبريت يختزل بعض كبريتات الحديد (III) إلى كبريتات الحديد II .

**لا يتأثر الحديد بحمض النيتريك المركز (علل) ويرجع ذلك لتكوين طبقة من أكسيد الحديد المغناطيسي التي لا تذوب في الماء والأحماض وتحيط بفلز الحديد وتمنعه من استمرار التفاعل.**

### أملاح الحديد

أملاح الحديد III	أملاح الحديد II
<p>وهي تتميز بالآتي:</p> <p>1) حالة تأكسد الحديد فيها +3.</p> <p>2) أكثر ثباتاً لأن المستوى الفرعي <math>3d</math> في حالة نصف امتلاء.</p> <p>3) التوزيع الإلكتروني لأيون الحديد هو: <math>[18Ar] 3d^5 4S^0</math> <math>Fe^{+3}</math></p> <p>أمثلة:</p> <p>* كلوريد الحديد (III) <math>FeCl_3</math></p> <p>* كبريتات الحديد III <math>Fe_2(SO_4)_3</math></p>	<p>وهي تتميز بالآتي:</p> <p>1- حالة تأكسد الحديد فيها +2.</p> <p>2- أقل ثباتاً.</p> <p>3- التوزيع الإلكتروني لأيون الحديد <math>Fe^{+2}</math> هو: <math>[18Ar] 3d^6 4S^0</math></p> <p>أمثلة:</p> <p>* كبريتيد الحديد (II) <math>FeS</math>.</p> <p>* كبريتات الحديد (II) <math>FeSO_4</math>.</p> <p>* كلوريد الحديد (II) <math>FeCl_2</math></p>

**طرق الكشف عن أيون الحديد في محاليل أملاحه**

**(التمييز بين أيون الحديد II وأيون الحديد II في أملاحهما)**

التجربة	المشاهدة مع $Fe^{+2}$ (الحديد II)	المشاهدة مع $Fe^{+3}$ (الحديد III)
---------	-----------------------------------	------------------------------------

يتكون راسب بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III) $FeCl_{3aq} + 3NaOH_{aq} \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$ راسب بني محمر	يتكون راسب أخضر باهت من هيدروكسيد الحديد (II) $FeCl_{2aq} + 2NaOH_{aq} \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$ راسب أخضر باهت	محلول ملح الحديد + محلول هيدروكسيد الصوديوم أو الأمونيوم
يتكون راسب أزرق قاتم من حديدو سيانيد الحديد III $4FeCl_{3aq} + 3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow 12KCl + Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow$	لا يتكون راسب أزرق قاتم	محلول ملح الحديد + محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم
لا يتكون راسب أزرق قاتم	يتكون راسب أزرق قاتم من حديدي سيانيد الحديد (II) : $3FeCl_{2aq} + 2K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow 6KCl + Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow$	محلول ملح الحديد + محلول حديدي سيانيد البوتاسيوم
يتكون لون أحمر دموي من ثيوسيانات الحديد (III): $FeCl_{3aq} + 3KCNS \rightarrow 3KCl + Fe(CNS)_3$	لا يتكون راسب أو لون	محلول ملح الحديد + ثيوسيانات البوتاسيوم

## الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

س1/ حدّد موقع العناصر الانتقالية في الجدول الدوري.

ج1/ تقع العناصر الانتقالية في منتصف وأسفل الجدول الدوري محصورة بين عناصر المجموعتين IIA ، IIIA الأساسيتين ويبدأ تواجدها في الدورة الرابعة ثم الخامسة حتى السابعة وهي تتمثل في التكتلين d و f .

س2/ ما الفروق الرئيسية بين الفلزات العادية والفلزات الانتقالية؟

ج2/:

الفلزات الانتقالية	الفلزات العادية
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ عناصر انتقالية مجموعاتها تأخذ الحرف (B).</li> <li>■ جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستويين أو الثلاث المستويات الرئيسية الأخيرة.</li> <li>■ لها أعداد تأكسد متعددة.</li> <li>■ لا أكاسيدها خواص قاعدية غير واضحة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ عناصر أساسية مجموعاتها تأخذ الحرف (A).</li> <li>■ جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستوى الأخير.</li> <li>■ لها أعداد تأكسد محدودة.</li> <li>■ أكاسيدها لها خواص قاعدية واضحة مثل:</li> </ul>

عناصر فلزات الإفلاء والإفلاء الأرضية. • تنشأ نتيجة الملى التدريجي للأغلفة S أو P.	لأنها تعتمد على اعداد تأكسدها • تنشأ نتيجة الملى التدريجي للأغلفة الفرعية d أو f.
--	--

### س3/ ما المقصود بالعنصر الانتقالي؟

ج3/ العنصر الانتقالي: هو العنصر الذي تكون فيه مدارات المستوى الفرعي  $d$  أو  $f$  مشغولة بالإلكترونات ولكنها غير ممتلئة امتلاء تام سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات تأكسده (أيوناته).

س4/ ما الخواص العامة للعناصر الانتقالية؟ ارسم جدولاً من تصميمك محدداً فيه هذه الخواص.

### ج4/ الخواص العامة للعناصر الانتقالية:

- (1) عناصرها يتم فيها امتلاء المستوى الفرعي  $d$  أو  $f$  تدريجياً بزيادة إلكترون كلما زاد العدد الذري.
- (2) جميعها يتمتع بخواص فلزية (لها بريق معدني / موصلة جيدة للحرارة والكهرباء / معظمها قابلة للسحب والطرق / درجة انصهارها وغلوانها عالية).
- (3) جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستويين الأخيرين كما في عناصر الفئة ( $d$ ) أو الثلاثة الأخيرة كما في عناصر الفئة ( $f$ ).
- (4) تمتلك أعداد تأكسد متعددة كما في حالات تأكسد المنجنيز.
- (5) أكاسيد فلزات عناصر الانتقال لها تأثير قاعدي يختلف عن أكاسيد الفلزات العادية.

س5/ بيّن علام يعتمد تصنيف عناصر الفئة ( $d$ ) إلى السلسلات الأولى والثانية والثالثة.

ج5/ يعتمد تصنيف عناصر الفئة ( $d$ ) إلى السلسلات الأولى والثانية والثالثة على التوزيع الإلكتروني في المستوى الفرعي ( $d$ ) فمثلاً:

- \*السلسلة الأولى: تعتمد على نتيجة الملى التدريجي للمستوى الفرعي  $3d$ .
- \*السلسلة الثانية: تعتمد على نتيجة الملى التدريجي للمستوى الفرعي  $4d$ .
- \*السلسلة الثالثة: تعتمد على نتيجة الملى التدريجي للمستوى الفرعي  $5d$ .

س6/ لماذا تُعد عناصر الفئة ( $f$ ) من العناصر الانتقالية الداخلية؟

ج6/ تُعد عناصر الفئة ( $f$ ) من العناصر الانتقالية الداخلية: لأن عناصر الفئة ( $f$ ) جميع مستوياتها مكتملة ما عدا المستويات الثلاثة الأخيرة وعند التوزيع الإلكتروني يتم تدريجياً ملء الغلاف الفرعي  $f$  الواقع في مستوى تحت الغلاف الخارجي بمقدار غلافين ولذا سميت بالعناصر الانتقالية الداخلية.

س7/ لأكاسيد الحديد أسماء ورموز كيميائية مختلفة. ما أسماء هذه الخامات وما رموزها الكيميائية؟

اسم الخام	الرمز الكيميائي	الاسم الكيميائي
الهيماتيت	$Fe_2O_3$	أكسيد الحديد (III) اللاماني
المجناتيت	$Fe_3O_4$	أكسيد الحديد المغناطيسي
الليمونيت	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	أكسيد الحديد (III) المائي

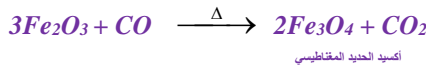
ج17

س18/ وضح بالرسم كيف تتم عملية اختزال خام الحديد في الفرن العالي (اللافج) مدعماً إجابتك بالمعادلات الكيميائية.

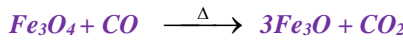
ج18/ راجع رسم الفرن العالي ص16.

تتم عملية اختزال الحديد في الفرن العالي بواسطة أول أكسيد الكربون وهو العامل المختزل الفعال الناتج من أكسدة فحم الكوك حيث تتم عملية الاختزال لخام الحديد على ثلاث مراحل وهي:

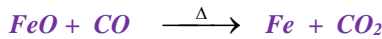
(1) المرحلة الأولى (منطقة اختزال أكسيد الحديد (III) الهيماتيت بواسطة أول أكسيد الكربون:



(2) المرحلة الثانية (منطقة اختزال أكسيد الحديد المغناطيسي بواسطة CO):



(3) المرحلة الثالثة: (منطقة اختزال أكسيد الحديد (II) FeO بواسطة CO):



س19/ أين يقع عنصر الحديد من بين العناصر الانتقالية الأخرى في الجدول الدوري؟  
ج19/ يقع عنصر الحديد: في الدورة الرابعة ضمن عناصر السلسلة الانتقالية الأولى وفي المجموعة الثامنة وهو أول عنصر في ثلاثية الحديد التي تشمل على (الحديد /الكوبلت/ النيكل).

س10/ كيف يمكن الكشف عن أملاح الحديد في المعمل؟

ج10/ يمكن الكشف عن أملاح الحديد: بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم أو الأمونيوم أو محلول حديدوسيانييد البوتاسيوم أو محلول حديدي سيانييد البوتاسيوم أو ثيوسيانات البوتاسيوم ويوضح ذلك الجدول الآتي:

التجربة	المشاهدة مع $Fe^{+2}$ (الحديد II)	المشاهدة مع $Fe^{+3}$ (الحديد III)
محلول ملح الحديد + محلول هيدروكسيد الصوديوم أو الأمونيوم	يتكون راسب أخضر باهت من هيدروكسيد الحديد (II) $FeCl_{2aq} + 2NaOH_{aq} \rightarrow$ $Fe(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$ راسب أخضر باهت	يتكون راسب بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III) $FeCl_{3aq} + 3NaOH_{aq} \rightarrow$ $Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$ راسب بني محمر

يتكون راسب أزرق قاتم من حيدرو سيانيد الحديد III $4FeCl_{3aq} + 3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow 12KCl + Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow$	لا يتكون راسب أزرق قاتم	محلول ملح الحديد + محلول حيدرو سيانيد البوتاسيوم
لا يتكون راسب أزرق قاتم	يتكون راسب أزرق قاتم من حديدي سيانيد الحديد (II) : $3FeCl_{2aq} + 2K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow 6KCl + Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow$	محلول ملح الحديد + محلول حديدي سيانيد البوتاسيوم
يتكون لون أحمر دموي من ثيوسيانات الحديد (III): $FeCl_{3aq} + 3KCNS \rightarrow 3KCl + Fe(CNS)_3$	لا يتكون راسب أو لون	محلول ملح الحديد + ثيوسيانات البوتاسيوم

س11/ علل لما يأتي تعليلاً علمياً :

- (أ) لا يتأثر الحديد بحمض الكبريتيك وحمض النيتريك المركزين:  
(ب) يعتبر الحديد من المواد المختزلة.  
(ج) يضاف الحجر الجيري إلى المزيج المسمى بالشحنة عند  
استخلاص الحديد من خاماته  
(د) الحديد من أكثر الفلزات الانتقالية استخداماً.  
(هـ) توضع سلسلتي اللانثانيدات والأكتينيدات أسفل الجدول.

ج11/ (أ) ويرجع ذلك لتكوين طبقة من أكسيد الحديد المغناطيسي التي لا تذوب  
في الماء والأحماض وتحيط بفلز الحديد وتمنعه من استمرار التفاعل.  
(ب) ويرجع ذلك إلى أن الحديد يسبق الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية  
ولذا فهو يحل محل الهيدروجين في مركباته (الماء والأحماض).  
(إجابة أخرى): ويرجع ذلك إلى أن الحديد يختزل الهيدروجين من الماء  
والأحماض أي يحل محل الهيدروجين في مركباته كذلك الحديد يميل إلى  
فقد الكتروني المستوى الفرعي 4s وإلكترون من المستوى الفرعي 3d أثناء  
تفاعله.

(ج) ويرجع ذلك للتخلص من أكاسيد الشوائب الحمضية مثل  $SiO_2$  ،  $P_2O_5$  ،  
أو الأمفوتيرية مثل  $Al_2O_3$  حيث تتفاعل هذه الشوائب مع أكسيد الكالسيوم الناتج  
من تسخين الحجر الجيري مكونة الخبث الذي يطفو فوق الحديد المنصهر  
ثم يتم خروجه بذلك.

(د) ويرجع ذلك للأسباب الآتية:  
1- وفرة وجوده في القشرة الأرضية. 2 - سهولة استخلائه من  
خاماته

3 - يمكن تشكيله إلى أنواع مختلفة من الحديد والسبائك.  
(هـ) ويرجع ذلك لاختلاف خواصهما عن خواص العناصر الانتقالية الرئيسية  
كذلك لتحافظ على شكل الجدول بحيث لا يكون الجدول طويلاً جداً.

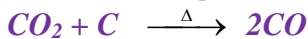
س1/ ما هو دور كل من: ( فحم الكوك / الحجر الجيري ) في استخلاص الحديد  
من خاماته بواسطة الفرن العالي؟

ج1/ \* دور الفحم الكوك:

1) يتأكسد إلى  $CO_2$  ويرفع من درجة حرارة الفرن من 800م<sup>5</sup> إلى  
1900م<sup>5</sup> .

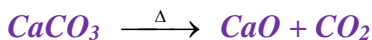


(2) يتم اختزال  $CO_2$  بواسطة فحم الكوك إلى أول أكسيد الكربون وهو العامل المختزل الفعال الذي يقوم باختزال خام الحديد إلى الحديد.

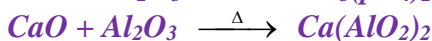
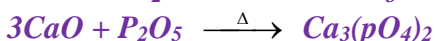
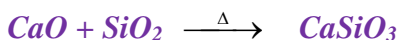


\* دور الحجر الجيري:

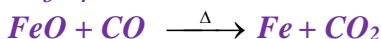
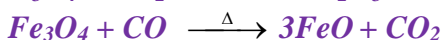
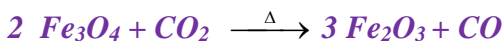
■ للحجر الجيري دور مزدوج أيضاً فهو يتفكك إلى ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  الذي يختزل إلى  $CO$  وهو العامل المختزل الفعال لاختزال خام الحديد إلى الحديد.



■ (يتحلل بالحرارة) إلى أكسيد الكالسيوم: الذي يتحد مع الأكاسيد الحمضية والأمفوتيرية مكونة الخبث (الشوائب) الذي يتجمع ويطفو فوق سطح الحديد المنصهر ويمنعه من التأكسد.



س2/ وضح بالمعادلات فقط ما هو دور أول أكسيد الكربون في اختزال أكسيد الحديد (II) إلى الحديد.

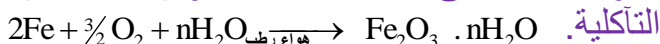


س3/ ما أثر كل من [ الهواء الجوي / الماء / الأحماض المخففة ( $H_2SO_4$  ،  $HCl$ ) ] على الحديد؟

ج3/ \* تأثير الهواء الجوي:

(أ) الجاف: لا يؤثر.

(ب) الرطب: ينطفئ سطحه نتيجة تكوين طبقة من صدأ الحديد (*rust*)



(ج) يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الإحمرار مع أكسجين الهواء الجوي

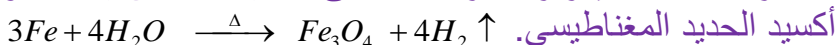


\* تأثير الماء:

(أ) الماء الخالي من الهواء لا يؤثر.

(ب) الماء العادي يغطيه بطبقة من صدأ الحديد.

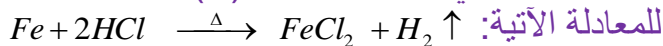
(ج) بخار الماء: عند إمرار بخار الماء على الحديد الساخن يتأكسد ويعطي



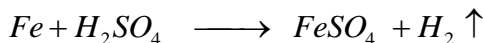
\* تأثير الأحماض المخففة:



أ) حمض الهيدروكلوريك المخفف: يتأثر الحديد بحمض الهيدروكلوريك المخفف ويعطي كلوريد الحديد (II) ويتصاعد غاز الهيدروجين طبقاً



ب) حمض الكبريتيك المخفف: يتأثر الحديد بحمض الكبريتيك المخفف ويعطي كبريتات الحديد (II) ويتصاعد الهيدروجين طبقاً للمعادلة الآتية:



س4/ لديك ملحان من أملاح الحديد هما كلوريد الحديد (II) وكلوريد الحديد (III) كيف يمكنك التمييز بينهما بتجربة واحدة؟

ج4/ يمكن التمييز بين ملح كلوريد الحديد (II) وملح كلوريد الحديد (III) بواسطة هيدروكسيد الصوديوم أو الأمونيوم حيث إن:

■ محلول ملح كلوريد الحديد (II) + محلول هيدروكسيد الصوديوم  
راسب أخضر من هيدروكسيد الحديد (II).

■ محلول ملح كلوريد الحديد (III) + محلول هيدروكسيد الصوديوم  
راسب بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III).

يمكن استخدام أي طريقة أخرى كما هو موضح في جدول التعرف على أيون الحديد (II) والحديد (III).

س15/ علل لما يأتي :

- 1) يسهل أكسدة أيون  $Fe^{++}$  إلى أيون  $Fe^{+++}$ .
- 2) شذوذ التركيب الإلكتروني للكروم والنحاس.
- 3) عناصر المجموعة IIB [  $Hg$  ،  $Cd$  ،  $Zn$  ] عناصر غير انتقالية.
- 4) تعدد حالات التأكسد للعناصر الانتقالية.

الإجابة :

1) يرجع ذلك إلى أن أكسدة أيون  $Fe^{++}$  إلى أيون  $Fe^{+++}$  تصل بالمستوى الفرعي  $3d^5$  بحالة نصف امتلاء وهي الحالة الأكثر استقراراً من حالة أيون  $Fe^{+2}$  ( $3d^6$ ).

2) يرجع ذلك إلى أن الذرة تكون أكثر استقراراً عندما يكون المستوى الفرعي (d) نصف ممتلئ  $d^5$  أو ممتلئ  $d^{10}$  وعليه يكون توزيع هذه العناصر هو:



3) يرجع ذلك لاكتمال المستوى الفرعي (d) في الحالة الذرية وفي حالة التأكسد.

4) يرجع ذلك لفقدتها لأكثر من إلكترون من المستوى الفرعي ( $S$ ) ثم  
المستوى الفرعي ( $d$ ) .