

## Transition Elements

## العناصر الانتقالية

درسنا في الصف الثانى عناصر الفئة (s) وعناصر الفئة (p) اللتين تقعان على جانبي الجدول الدورى الطويل - وسنتناول في هذا المجال دراسة العناصر الانتقالية التى تحتل المنطقة الوسطى فى هذا الجدول بين هاتين الفئتين. وتشتمل هذه المنطقة على أكثر من 60 عنصراً أى أكثر من نصف عدد العناصر المعروفة.

وتنقسم العناصر الانتقالية إلى قسمين رئيسيين، هما :

• العناصر الانتقالية الرئيسية Main transition elements

• العناصر الانتقالية الداخلية Inner transition elements

وسوف يكتفى بدراسة العناصر الانتقالية الرئيسية.

### العناصر الانتقالية الرئيسية أو عناصر الفئة (d)

يتتابع فى العناصر الانتقالية الرئيسية امتلاء المستوى الفرعى (d) الذى يتسع لعشرة إلكترونات، لذا فهى تتكون من عشرة أعمدة رأسية - يبدأ العمود الأول منها بعناصر يكون تركيبها الإلكتروني  $d^1 ns^2$  ثم يتتابع امتلاء المستوى الفرعى (d) حتى نصل إلى العمود الأخير ويكون لعناصره التركيب الإلكتروني الخارجى  $d^{10} ns^2$ . وهذه الأعمدة من يسار إلى يمين الجدول الدورى هى عبارة عن المجموعات IIIB , (3) IVB , (4) VB , (5) VIB , (6) VIIB , (7) بجانب المجموعة الثامنة VIII التى تشتمل على ثلاث أعمدة رأسية وهى المجموعات (8), (9), (10) وهى تختلف عن بقية المجموعات (B) فى وجود تشابه بين عناصرها الأفقية أكثر من التشابه بين العناصر الرأسية، ثم يلي المجموعة الثامنة المجموعة IB (11) ثم المجموعة IIB (12) التى لا يعتبرها عناصر انتقالية ويمكن أيضاً تقسيم العناصر الانتقالية الرئيسية إلى أربع سلاسل أفقية، هى :

<div> <div>عناصر الفئة s</div> <div>عناصر الفئة p</div> <div>عناصر الفئة d</div> <div>عناصر الفئة f</div> </div>																	
<div> <div> <div>العدد الذرى</div> <div>الرمز</div> <div>الاسم</div> </div> <div>كربون</div> </div>																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

شكل (١-١) الجدول الدورى الطويل

### ١- السلسلة الانتقالية الأولى : First transition series

بزيادة العدد الذري يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى (3d) وتقع فى الدورة الرابعة بعد الكالسيوم وتشمل عشرة عناصر تبدأ بعنصر السكنديو  $Sc_{21}$  (4s<sup>2</sup>, 3d<sup>1</sup>) وتنتهى بعنصر الخارصين  $Zn_{30}$  (4s<sup>2</sup>, 3d<sup>10</sup>)

### ٢- السلسلة الانتقالية الثانية : Second transition series

بزيادة العدد الذري يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى (4d) وتقع فى الدورة الخامسة وتشمل عشرة عناصر تبدأ بعنصر اليتريوم  $Y_{39}$  (5s<sup>2</sup>, 4d<sup>1</sup>) وتنتهى بعنصر الكاديوم  $Cd_{48}$  (5s<sup>2</sup>, 4d<sup>10</sup>)

### ٣- السلسلة الانتقالية الثالثة : Third transition series

بزيادة العدد الذري يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى (5d) وتقع فى الدورة السادسة وتشمل عشرة عناصر تبدأ بعنصر اللانثانيوم  $La_{57}$  (6s<sup>2</sup>, 5d<sup>1</sup>) وتنتهى بعنصر الزئبق  $Hg_{80}$  (6s<sup>2</sup>, 5d<sup>10</sup>)

### ٤- السلسلة الانتقالية الرابعة : Fourth transition series

بزيادة العدد الذري يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى (6d) وتقع فى الدورة السابعة.

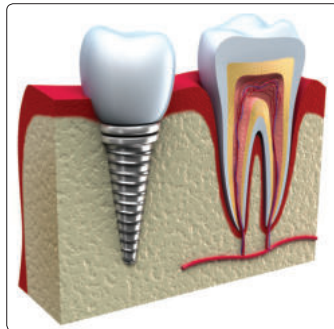
#### السلسلة الانتقالية الأولى : First transition series

تشتمل هذه السلسلة على عشرة عناصر هى الاسكنديو (Sc) والتيتانيوم (Ti) والفانديوم (V) والكروم (Cr) والمنجنيز (Mn) والحديد (Fe) والكوبلت (Co) والنيكل (Ni) والنيحاس (Cu) والخارصين (Zn).

العنصر	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
% بالوزن	0.0026	0.66	0.02	0.014	0.11	5.1	0.003	0.0089	0.0068	0.0078

وبين الجدول السابق النسبة المئوية بالوزن لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى فى القشرة الأرضية ورغم أن عناصر السلسلة الانتقالية الأولى مجتمعة يكون حوالى 7% من وزن القشرة الأرضية إلا أن أهميتها الاقتصادية كبيرة والتي نعرضها فيما يلى :

**١- السكنديو :** يوجد بكميات صغيرة جداً موزعة على نطاق واسع من القشرة الأرضية وعند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الألومنيوم تتكون سبيكة، تمتاز بخفتها وشدة صلابتها، لذا تستخدم فى صناعة طائرات الميج المقاتلة . كما إنه يضاف إلى مصابيح أبخرة الزئبق لإنتاج ضوء عالى الكفاءة، يشبه ضوء الشمس، لذا تستخدم هذه المصابيح فى التصوير التلفزيونى أثناء الليل.



(شكل ١-٢) يستخدم التيتانيوم فى عمليات زراعة الأسنان

**٢- التيتانيوم :** عنصر شديد الصلابة كالصلب Steel، ولكنه أقل منه كثافة، وتستخدم سبائكته مع الألومنيوم فى صناعة الطائرات والمركبات الفضائية لأنه يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة فى الوقت الذى تنخفض فيه متانة الألومنيوم، كما يستخدم فى عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية، لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أى نوع من التسمم. ومن مركبات التيتانيوم الشائعة، ثانى أكسيد التيتانيوم (TiO<sub>2</sub>) الذى يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس، حيث تعمل دقائقه النانوية على منع وصول الأشعة فوق البنفسجية للجلد.

**٣- الفانديوم :** عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الصلب، تتكون سبيكة تتميز بقساوة عالية وقدرة كبيرة على مقاومة التآكل لذا يستخدم في صناعة زنبركات السيارات. ومن مركباته خامس أكسيد الفانديوم  $V_2O_5$  الذي يستخدم كصبغة في صناعة السيراميك والزجاج، وكعامل حفاز في صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل.

**٤- الكروم :** عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائي لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية. ويرجع سبب ذلك إلى تكون طبقة من الأكسيد على سطحه ويكون حجم جزيئات الأكسيد المتكون أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه مما يعطى سطحاً غير مسامياً من طبقة الأكسيد تمنع استمرار تفاعل الكروم مع أكسجين الجو. ويستخدم الكروم في طلاء المعادن ودباغة الجلود.

ومن مركبات الكروم الشائعة أكسيد الكروم (III)  $Cr_2O_3$  الذي يستخدم في عمل الأصباغ وثاني كرومات البوتاسيوم  $K_2Cr_2O_7$  التي تستخدم كمادة مؤكسدة

**٥- المنجنيز :** لا يستخدم المنجنيز وهو في حالته النقية لهشاشته الشديدة، لذا يستخدم دائماً في صورة سبائك أو مركبات. وتستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز في صناعة خطوط السكك الحديدية، لأنها أصلب من الصلب وتستخدم سبائك الألومنيوم مع المنجنيز في صناعة عبوات المشروبات الغازية Drinks Cans لمقاومتها للتآكل. ومن مركبات المنجنيز الهامة : ثاني أكسيد المنجنيز  $MnO_2$  وهو عامل مؤكسد قوى ويستخدم في صناعة العمود الجاف وبمرنجات البوتاسيوم  $(KMnO_4)$  كمادة مؤكسدة ومطهرة وكبريتات المنجنيز  $MnSO_4 \cdot II$  كمبيد للفطريات.

**٦- الحديد :** يستخدم في الخرسانات المسلحة وأبراج الكهرباء والسكاكين ومواسير البنادق والمدافع والأدوات الجراحية، كما يستخدم كعامل حفاز في صناعة غاز النشادر بطريقة (هاير - بوش) وفي تحويل الغاز المائي (خليط من الهيدروجين وأول أكسيد الكربون) إلى وقود سائل بطريقة (فيشر - تروبش).

**٧- الكوبلت :** يشبه الكوبلت الحديد في أن كلاهما قابل للتغنط ويستخدم في صناعة المغناطيسات وكذلك في البطاريات الجافة في السيارات الحديثة.

وللكوبلت اثنا عشر نظيراً مشعاً أهمها الكوبلت 60 الذي تمتاز أشعة جاما الصادرة منه بقدرة عالية على النفاذ لذا يستخدم في عمليات حفظ المواد الغذائية وفي التأكد من جودة المنتجات حيث يكشف عن مواقع الشقوق ولحام الوصلات، ويستخدم في الطب في الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها.

**٨- النيكل :** يستخدم النيكل في صناعة بطاريات النيكل - كادميوم القابلة لإعادة الشحن، تتميز سبائك النيكل مع الصلب بالصلابة ومقاومة الصدأ ومقاومة الأحماض، وتستخدم سبائك النيكل والكروم في ملفات التسخين والأفران الكهربائية، لأنها تقاوم التآكل حتى وهي مسخنة لدرجة الاحمرار وتطلى معادن كثيرة بالنيكل ليحميها من الأكسدة والتآكل ويعطيهما شكلاً أفضل. كما يستخدم النيكل المجزأ في عمليات هدرجة الزيوت.

**٩- النحاس :** يعتبر النحاس - تاريخياً - أول فلز عرفه الإنسان وتعرف سبيكته مع القصدير باسم البرونز، والنحاس موصل جيد للكهرباء، لذا يستخدم في صناعة الكابلات الكهربائية وسبائك العملات المعدنية. ومن مركبات النحاس الشهيرة كبريتات النحاس  $(CuSO_4) \cdot II$  الذي يستخدم كمبيد حشري وكمبيد للفطريات في عمليات تنقية مياه الشرب. ويستخدم محلول فهلنج - وهو من مركبات النحاس - في الكشف عن سكر الجلوكوز، حيث يتحول من اللون الأزرق إلى اللون البرتقالي.

**١٠- الخارصين :** تتركز معظم استخدامات الخارصين في جلفنة باقي الفلزات، لحمايتها من الصدأ. ومن مركبات الخارصين الشهيرة، أكسيد الخارصين  $ZnO$  الذي يدخل في صناعة الدهانات والمطاط ومستحضرات التجميل ومركب كبريتيد الخارصين  $ZnS$  الذي يستخدم في صناعة الطلائع المضئية وشاشات الأشعة السينية.

### التركيب الإلكتروني وحالات التأكسد :

يوضح الجدول الآتي التركيب الإلكتروني لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى وحالات التأكسد المختلفة لها وحالات تأكسدها الشائعة.

العنصر	المجموعة	التركيب الإلكتروني	حالات التأكسد والشائعة منها	بعض المركبات
$_{21}\text{Sc}$	IIIB	$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^1$	3	$\text{Sc}_2\text{O}_3$
$_{22}\text{Ti}$	IVB	$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^2$	3, 2, ④	$\text{TiO}_2, \text{Ti}_2\text{O}_3, \text{TiO}$
$_{23}\text{V}$	VB	$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^3$	3, 2, 3, 4, ⑤	$\text{V}_2\text{O}_5, \text{VO}_2, \text{V}_2\text{O}_3, \text{VO}$
$_{24}\text{Cr}$	VIB	$[\text{Ar}], 4s^1, 3d^5$	2, ③, 6	$\text{CrO}_3, \text{Cr}_2\text{O}_3, \text{CrO}$
$_{25}\text{Mn}$	VII B	$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^5$	2, 3, ④, 7, 6	$\text{MnO}_2, \text{Mn}_2\text{O}_3, \text{MnO}$ $\text{KMnO}_4, \text{K}_2\text{MnO}_4$
$_{26}\text{Fe}$	VIII	$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^6$	2, ③, 6	$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{FeO}$
$_{27}\text{Co}$		$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^7$	2, ②, 3, 4	$[\text{CoF}_6]^{2-}, \text{CoCl}_3, \text{CoCl}_2$
$_{28}\text{Ni}$		$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^8$	2, ②, 3, 4	$\text{NiO}_2, \text{Ni}_2\text{O}_3, \text{NiO}$
$_{29}\text{Cu}$	IB	$[\text{Ar}], 4s^1, 3d^{10}$	1, ②	$\text{CuO}, \text{Cu}_2\text{O}$
$_{30}\text{Zn}$	IIB	$[\text{Ar}], 4s^2, 3d^{10}$	②	$\text{ZnO}$

(الجدول للإطلاع فقط)

ويلاحظ من الجدول ما يلي :

١ - تقع عناصر المجموعة الانتقالية الأولى في الدورة الرابعة بعد الكالسيوم وتركيبه الإلكتروني  $[\text{Ar}], 4s^2$  :  $_{20}\text{Ca}$  ويبدأ بعد ذلك امتلاء الأوربييتالات الخمسة للمستوى الفرعي (3d) بالإلكترون مفرد وفي كل أوربييتال بالتتابع حتى نصل إلى المنجنيز ( $3d^5$ ) ثم يتوالى بعد ذلك ازدواج إلكترونين في كل أوربييتال حتى نصل إلى الخارصين ( $3d^{10}$ ) (قاعدة هوند).

٢ - يشذ عن التركيب الإلكتروني المتوقع عنصران هما الكروم  $_{24}\text{Cr}$  ( $4s^1, 3d^5$ ) وكذلك عنصر النحاس  $_{29}\text{Cu}$  ( $4s^1, 3d^{10}$ ) حيث نجد في ذرة الكروم أن المستويين الفرعيين 4s, 3d نصف ممتلئين، في ذرة النحاس نجد أن المستوى الفرعي 4s نصف ممتلئ والمستوى الفرعي 3d تام الامتلاء - ويفسر ذلك بأن الذرة تكون أقل طاقة أي أكثر استقراراً عندما يكون المستوى الفرعي نصف ممتلئ ( $d^5$ ) أو تام الامتلاء ( $d^{10}$ ) ويلاحظ أن الامتلاء الكامل أو النصفى للمستوى الفرعي، ليس هو العامل الوحيد لثبات التركيب الإلكتروني للعنصر في المركب.

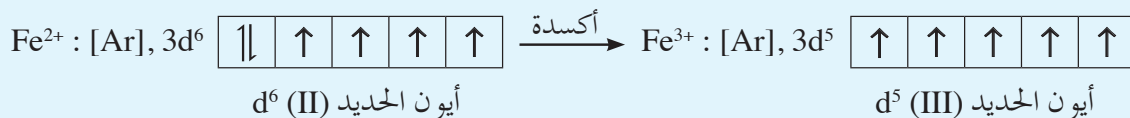
**تدریب**

لماذا يسهل تأكسد أيون الحديد (II) إلى أيون الحديد (III) ،

بينما يصعب تأكسد أيون المنجنيز (II) إلى أيون المنجنيز (III) ؟

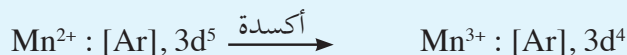
### الحل :

التركيب الإلكتروني لذرة الحديد هو  ${}_{26}\text{Fe} : [\text{Ar}], 4s^2, 3d^6$



أيون الحديد (III) أكثر استقرارًا لأن المستوى الفرعي 3d نصف ممتلئ ( $d^5$ ) لذا يسير التفاعل في اتجاه تكوين التركيب الأكثر استقرارًا.

${}_{25}\text{Mn} : [\text{Ar}], 4s^2, 3d^5$  التركيب الإلكتروني لذرة المنجنيز هو

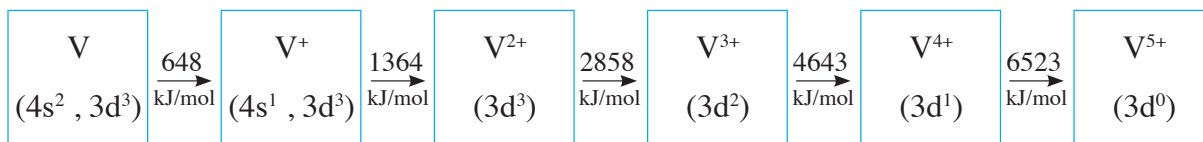


يلاحظ أن المستوى الفرعي 3d في أيون  $Mn^{2+}$  نصف ممتلئ ( $d^5$ ) لذا فهو أكثر استقراراً من أيون  $Mn^{3+}$  وتصبح عملية الأكسدة.

٣- تعطى جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى حالة التأكسد (+2) وذلك بفقد إلكترونى المستوى الفرعى 4s (ما عدا السكندسيوم) وفي حالات التأكسد الأعلى تفقد إلكترونات من المستوى الفرعى 3d

٤- تزداد حالات التأكسد من عنصر السكانيديوم حتى تصل إلى أقصى قيمة لها في عنصر المنجنيز (7+) الذي يقع في المجموعة السابعة (B). ثم تبدأ في التناقص بعد ذلك حتى تصل إلى حالة التأكسد (2+) في عنصر الخارصين ويقع في المجموعة الثانية (B) ومن ذلك يتضح أن أعلى عدد تأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم المجموعة التي ينتمي إليها ما عدا عناصر المجموعة IB وهي النحاس والفضة والذهب.

٥- تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها بينما لا نلاحظ هذه الظاهرة في الفلزات الممثلة التي غالباً ما يكون لها حالة تأكسد واحدة - ويفسر ذلك أن الإلكترونات المفقودة من الذرة عند تأكسد العناصر الانتقالية تخرج من المستوى الفرعي  $4s$  ثم المستوى الفرعي القريب منه في الطاقة  $3d$  بالتتابع لذا نجد طاقات التأين المتتالية لذرة الفلز الانتقالي تزداد بتدرج واضح كما يتبين من جهود تأين الفاناديوم مقدرة بالكيلوجول / مول في حالات التأكسد المتتالية.

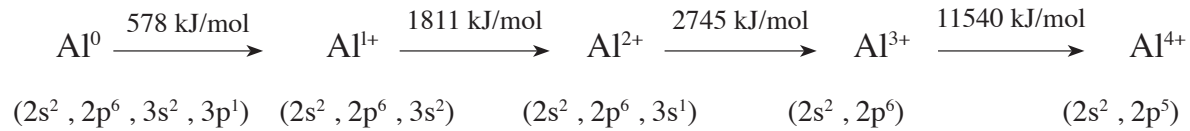






أما في الفلزات المثلثة مثل الصوديوم والمغنسيوم والألومنيوم فنجد أن الزيادة في جهد التأين الثاني في حالة الصوديوم والثالث في حالة المغنسيوم والرابع في حالة الألومنيوم كبيرة جداً وذلك لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل لذا فلا يمكن الحصول على  $Na^{2+}$  أو  $Mg^{3+}$  أو  $Al^{4+}$  بالتفاعل الكيميائي العادي.

**تطبيق :**



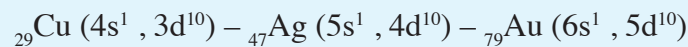
٦- بعد استعراضنا لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى وتركيبها الإلكتروني وحالات تأكسدها يمكننا الآن أن نصل إلى تعريف للعناصر الانتقالية بوجه عام **كما يلي :**

**العنصر الانتقالي :**

هو العنصر الذي تكون فيه الأوربيتالات d أو f مشغولة ولكنها غير ممتلئة سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات تأكسده.

**تدريب ١**

هل تعتبر فلزات العملة Coinage metals وهي النحاس والفضة والذهب عناصر انتقالية علماً بأن التركيب الإلكتروني لأوربيتالاتها الخارجية هو :

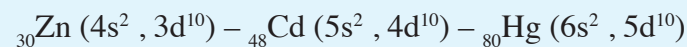


**الحل :**

يتضح أن المستوى الفرعي (d) للفلزات الثلاثة ممتلئ بالإلكترونات ( $d^{10}$ ) في الحالة الذرية ولكن عندما تكون في حالة تأكسد (+2) أو (+3) نجد أن المستوى الفرعي (d) يكون غير ممتلئ ( $d^9$ ) أو ( $d^8$ ) إذن فهي عناصر انتقالية.

**تدريب ٢**

هل تعتبر فلزات الخارصين والكاديوم والزنك عناصر انتقالية علماً بأن التركيب الإلكتروني لأوربيتالاتها الخارجية هو :



**الحل :**

يتضح أن المستوى الفرعي (d) للفلزات الثلاثة ممتلئ بالإلكترونات ( $d^{10}$ ) سواء في الحالة الذرية أو في حالة التأكسد (+2) لذا لا تعتبر هذه الفلزات انتقالية لأنها تكون ممتلئة المستوى الفرعي (d) في الحالة الذرية وفي الحالة المتأينة.

## الباب الأول : العناصر الإنتقالية

### الخواص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى :

يوضح الجدول التالي بعض البيانات الخاصة بعناصر هذه المجموعة والتي يمكن الخروج منها بالخصائص العامة التي تتميز بها هذه العناصر فيما يلي : (الجدول للاطلاع فقط)

العنصر	الكتلة الذرية	نصف قطر الذرة Å	الكثافة g/cm <sup>3</sup>	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C
اسكانديوم Sc	45.0	1.44	3.10	1397	3900
تيتانيوم Ti	47.9	1.32	4.42	1680	3130
فاناديوم V	51.0	1.22	6.07	1710	3530
كروم Cr	52.0	1.17	7.19	1890	2480
منجنيز Mn	54.9	1.17	7.21	1247	2087
حديد Fe	55.9	1.16	7.87	1538	2800
كوبلت Co	58.9	1.16	8.70	1490	3520
نيكل Ni	58.7	1.15	8.90	1492	2800
نحاس Cu	63.5	1.17	8.92	1083	2582

١- الكتلة الذرية : تزداد الكتلة الذرية بالتدريج بزيادة العدد الذري ويشذ عن ذلك النيكل ويرجع ذلك لوجود

خمسة نظائر مستقرة للنيكل المتوسط الحسابي لها 58.7u

٢- نصف قطر الذرة : يلاحظ أن أنصاف الأقطار الذرية لا تتغير كثيراً عند انتقالنا عبر السلسلة الانتقالية الأولى كما يلاحظ الثبات النسبي لنصف القطر من الكروم إلى النحاس. ويرجع ذلك إلى عاملين متعاكسين:

( أ ) العامل الأول ويعمل على نقص نصف قطر الذرة بزيادة العدد الذري حيث تزداد شحنة النواة الفعالة لهذه العناصر وكذلك يزداد عدد إلكترونات الذرة من الاسكانديوم إلى النحاس فيزداد جذب النواة للإلكترونات ويعمل على نقص في نصف قطر الذرة.

( ب ) العامل الثاني ويعمل على زيادة نصف قطر الذرة وهو تزايد عدد إلكترونات المستوى الفرعي 3d فتزداد قوى التنافر بينها. ونتيجة لتأثير هذين العاملين المتعاكسين نلاحظ الثبات النسبي في أنصاف أقطار هذه العناصر. وهذا يفسر سبب استخدام هذه العناصر في إنتاج السبائك.

٣- الخاصية الفلزية : تظهر الخاصية الفلزية بوضوح بين عناصر هذه السلسلة ويتضح ذلك فيما يلي :

( أ ) جميعها فلزات صلبة تمتاز باللمعان والبريق وجودة التوصيل للحرارة والكهرباء.

( ب ) لها درجات انصهار وغليان مرتفعة ويعزى ذلك إلى الترابط القوي بين الذرات والذي يتضمن اشتراك إلكترونات 4s ، 3d في هذا الترابط.

(ج) معظمها فلزات ذات كثافة عالية وتزداد الكثافة عبر السلسلة بزيادة العدد الذرى لأن الحجم الذرى لهذه العناصر ثابت تقريباً وعلى ذلك فالعامل الذى يؤثر فى الزيادة التدريجية فى الكثافة هو زيادة الكتلة الذرية.

(د) هناك تباين فى نشاط فلزات العناصر الإنتقالية الكيميائى - فالنحاس فلز محدود النشاط - وبعضها متوسط النشاط كالحديد الذى يصدأ عند تعرضه للهواء وبعضها شديد النشاط مثل السكندريوم الذى يحل محل هيدروجين الماء بنشاط شديد.

٤- الخواص المغناطيسية : كان لدراسة الخواص المغناطيسية الفضل الكبير فى فهمنا لكيمياء العناصر الانتقالية. وهناك أنواع مختلفة من الخواص المغناطيسية نستعرض منها نوعان :

(أ) الخاصية البارامغناطيسية : وتظهر هذه الخاصية فى الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التى يكون فيها أوربيتالات تشغلها إلكترونات مفردة ( $\uparrow$ ) وكما نعرف ينشأ عن غزل الإلكترون المفرد حول محوره مجال مغناطيسى يتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى.

وتعرف المادة البارامغناطيسية : بأنها المادة التى تنجذب نحو المجال المغناطيسى نتيجة لوجود إلكترونات مفردة - وتتناسب قوى الجذب المغناطيسى فى المواد البارامغناطيسية مع عدد الإلكترونات المفردة ومعظم مركبات العناصر الانتقالية مواد بارامغناطيسية.

(ب) الخاصية الديامغناطيسية Diamagnetism : وتنشأ هذه الخاصية فى المواد التى تكون الإلكترونات فى جميع لأوربيتالاتها فى حالة ازدواج ( $\uparrow\downarrow$ ) فىكون عزمها المغناطيسى يساوى صفراً لأن كل إلكترونين مزدوجين يعملان فى اتجاهين متضادين.

المادة الديامغناطيسية : هى المادة التى تتنافر مع المجال المغناطيسى نتيجة لوجود جميع إلكتروناتها فى حالة ازدواج.

تدريب

أى المواد الآتية ديامغناطيسى وأيها بارامغناطيسى : ذرة الخارصين ( $d^{10}$ ) Zn ، أيون النيكل ( $d^8$ ) (II) ، كلوريد الحديد ( $d^6$ ) (II)

الحل :

الذرة أو الأيون	التوزيع الإلكتروني لأوربيتالات d	عدد الإلكترونات المفردة	الخاصية المغناطيسية
Zn	$d^{10}$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$	zero	ديامغناطيسى
$Ni^{2+}$	$d^8$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$	2	بارامغناطيسى
$Fe^{2+}$	$d^6$ $\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	4	بارامغناطيسى

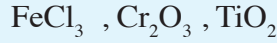
ويمكن عن طريق قياس وتقدير العزوم المغناطيسية للمادة تحديد عدد الإلكترونات المفردة ومن ثم

تحديد التركيب الإلكتروني لأيون الفلز.

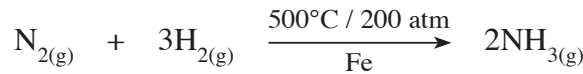


تدريب

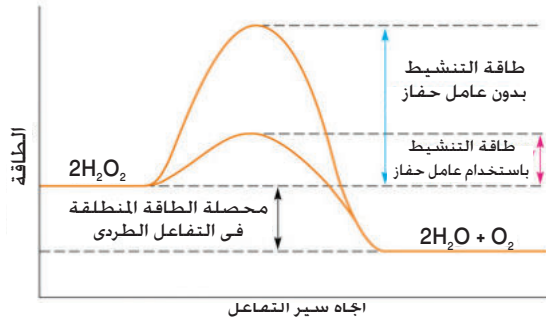
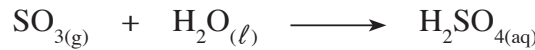
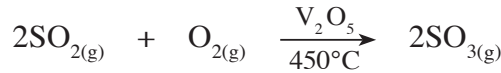
رتب كاتيونات المركبات الآتية تصاعدياً، حسب عزمها المغناطيسي :



**هـ- النشاط الحفزي Catalytic activity :** تعتبر الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية، فالنيكل المجزأ يستخدم في عمليات هدرجة الزيوت والحديد المجزأ في تحضير غاز النشادر بطريقة هابر - بوش.



كما يستخدم خامس أكسيد الفاناديوم  $\text{V}_2\text{O}_5$  كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس.



أثر  $\text{MnO}_2$  كعامل حفز في تفاعل انحلال  $\text{H}_2\text{O}_2$   
(شكل ١ - ٣)

وترجع أهمية فلزات السلسلة الانتقالية الأولى كعوامل حفز إلى استخدام إلكترونات  $4s, 3d$  في تكوين روابط بين الجزيئات المتفاعلة وذرات سطح الفلز مما يؤدي إلى تركيز هذه المتفاعلات على سطح الحافز وإلى أضعاف الرابطة في الجزيئات المتفاعلة مما يقلل طاقة التنشيط ويساعد في سرعة التفاعل.

**٦- الأيونات الملونة Coloured ions :** معظم مركبات العناصر الانتقالية ومحاليلها المائية ملونة ويوضح الجدول

التالي ألوان بعض الأيونات المتهدرة لفلزات السلسلة الانتقالية الأولى :

(الجدول للإطلاع فقط)

اللون	عدد إلكترونات (3d) في الأيون	اللون	عدد إلكترونات (3d) في الأيون
أصفر	$(3d^5) \text{Fe}^{3+}_{(aq)}$	عديم اللون	$(3d^0) \text{Sc}^{3+}_{(aq)}$
أخضر	$(3d^6) \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	بنفسجي محمر	$(3d^1) \text{Ti}^{3+}_{(aq)}$
أحمر	$(3d^7) \text{Co}^{2+}_{(aq)}$	أزرق	$(3d^2) \text{V}^{3+}_{(aq)}$
أخضر	$(3d^8) \text{Ni}^{2+}_{(aq)}$	أخضر	$(3d^3) \text{Cr}^{3+}_{(aq)}$
أزرق	$(3d^9) \text{Cu}^{2+}_{(aq)}$	بنفسجي	$(3d^4) \text{Mn}^{3+}_{(aq)}$
عديم اللون	$(3d^{10}) \text{Zn}^{2+}_{(aq)} \text{Cu}^{+}_{(aq)}$	أحمر (وردي)	$(3d^5) \text{Mn}^{2+}_{(aq)}$

### تفسير اللون في المواد :

من المعروف أن لون المادة ينتج من امتصاص بعض فوتونات منطقة الضوء المرئي والذي تراه العين هو محصلة مخلوط الألوان المتبقية (المنعكسة) فإذا امتصت المادة جميع ألوان الضوء المرئي (الأبيض) تظهر للعين سوداء وإذا لم تمتص أيًا منها ظهرت بيضاء - وعندما تمتص المادة لونًا معينًا يظهر لونها باللون المتمم له Complementary colour ويبين الجدول اللون الذي تمتصه المادة واللون المتمم له (المنعكس) وهو الذي تراه به العين.

فمثلا مركبات الكروم (III) تمتص اللون الأحمر لذا يظهر لونها باللون الأخضر.

ويوضح كل من الجدول والشكل التاليين أزواج الألوان المتتامة :



اللون الذي تمتصه المادة	اللون المتمم الذي تراه العين
V بنفسجي	Y أصفر
B أزرق	O برتقالي
G أخضر	R أحمر
Y أصفر	V بنفسجي
R أحمر	G أخضر

### العلاقة بين ألوان أيونات العناصر الانتقالية وتركيبها الإلكتروني :

(شكل ١ - ٤) الألوان المتتامة

بمراجعة الجدول الذي يبين ألوان أيونات العناصر الانتقالية المتهدرتة نجد أن أيونات  $Sc^{3+}$  (d<sup>0</sup>) ،  $Cu^{1+}$  (d<sup>10</sup>) ،  $Zn^{2+}$  (d<sup>10</sup>) غير ملونة - كذلك نجد أيونات العناصر غير الانتقالية - فهي تتميز إما باحتوائها على أوربيتالات d فارغة (d<sup>0</sup>) أو ممتلئة تمامًا (d<sup>10</sup>). من ذلك نستنتج أن اللون في أيونات العناصر الانتقالية يعزى إلى الامتلاء الجزئي (e : 9 : 1) لأوربيتالات المستوى الفرعي (d) أي لوجود إلكترونات منفردة في أوربيتالات (d).

## Iron

## الحديد



يعتبر الحديد عصب الصناعات الثقيلة. ويأتى ترتيب الحديد الرابع بين العناصر المعروفة فى القشرة الأرضية بعد عناصر الأكسجين والسيليكون والألومنيوم حيث يكون 5.1% من وزن القشرة الأرضية وتزداد كميته تدريجياً كلما اقتربنا من باطن الأرض. ولا يوجد الحديد بشكل حر إلا فى النيازك (90%). ويوجد الحديد فى القشرة الأرضية على هيئة خامات طبيعية تحتوى على مختلف أكاسيد الحديد مختلطة بشوائب وتحدد صلاحية خام الحديد للاستخلاص بنسبة الحديد فيه وبتركيب الشوائب المصاحبة له وبوجود العناصر الضارة المختلطة معه مثل الكبريت والفوسفور والزرنيخ وغيرها. ويوضح الجدول الآتى أهم خامات الحديد التى تستخدم فى تصنيعه.

الخام	الاسم الكيميائى	الصيغة الكيميائية	الخواص	نسبة الحديد فى الخام	أماكن وجوده فى مصر
الهيماتيت	أكسيد الحديد (III)	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	- لونه أحمر داكن - سهل الاختزال	50 - 60 %	الجزء الغربى لمدينة أسوان - الواحات البحرية
الليمونيت	أكسيد الحديد (III) المتهدرت	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	- أصفر اللون - سهل الاختزال	20 - 60 %	الواحات البحرية
المجنتيت	أكسيد الحديد المغناطيسى	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	- أسود اللون - له خواص مغناطيسية	45 - 70 %	الصحراء الشرقية
السيدريت	كربونات الحديد (II)	$\text{FeCO}_3$	- لونه رمادى مصفر - سهل الاختزال	30 - 42 %	-

### استخلاص الحديد من خاماته :

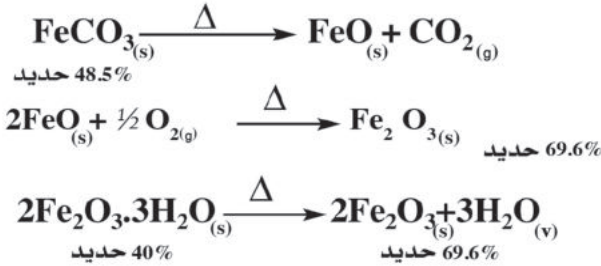
أولاً : تجهيز خامات الحديد :  
تتم عمليات التجهيز عادة لتحقيق ما يلى :

١- تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية للخامات وتتضمن :

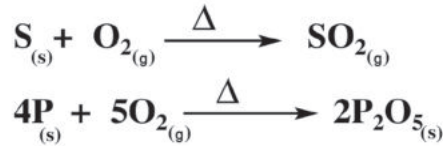
- عمليات التكسير : بهدف الحصول على الحجم المناسب لعمليات الاختزال.
- عمليات التلبيد : تنتج عن عمليات التكسير والطحن وعن عمليات تنظيف غازات الأفران العالية كميات هائلة من الخام الناعم الذى لا يمكن استخدامه فى الأفران العالية مباشرة. لذا تخضع هذه الأحجام الدقيقة للمعالجة بغرض ربط وتجميع الحبيبات فى أحجام أكبر تكون متماثلة ومتجانسة وتسمى هذه العملية بالتلبيد.
- عمليات التركيز : وهى العمليات التى تجرى بهدف زيادة نسبة الحديد وذلك بفصل الشوائب والمواد غير المرغوب فيها عن الخامات التى تكون متحدة معها كيميائياً أو مختلطة بها وتتم عمليات التركيز لفصل الشوائب المختلفه معه باستخدام خاصية التوتر السطحي أو الفصل المغناطيسى أو الكهربى.

### التحميص:

وتتم هذه العملية بتسخين الخام بشدة في الهواء وذلك بغرض :  
(أ) تجفيف الخام و التخلص من الرطوبة و رفع نسبة الحديد في الخام.



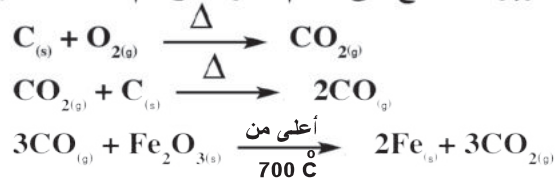
(ب) أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت و الفوسفور:



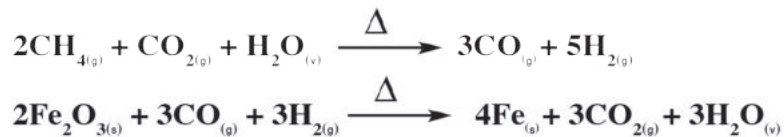
### ثانياً : اختزال خامات الحديد :

يتم في هذه المرحلة اختزال أكاسيد الحديد إلى حديد، بإحدى طريقتين تبعاً للعامل المختزل المستخدم.

(أ) الاختزال بغاز أول أكسيد الكربون الناتج من فحم الكوك، وتتم هذه العملية في الفرن العالي



(ب) الاختزال بخليط غازي أول أكسيد الكربون والهيدروجين (الغاز المائي) الناتجين من الغاز الطبيعي (نسبة غاز الميثان  $\text{CH}_4$  فيه 93%) وتتم هذه العملية في فرن مدرّكس.



### ثالثاً: انتاج الحديد :

بعد عملية اختزال خامات الحديد فى الفرن العالى أو فرن مدرّكس تأتى المرحلة الثالثة وهى انتاج الأنواع المختلفة من الحديد مثل الحديد الزهر أو الصلب .

### الصلب Steel

تعتمد صناعة الصلب على عمليتين أساسيتين هما :

- ١- التخلص من الشوائب الموجودة فى الحديد الناتج من أفران الاختزال .
- ٢- إضافة بعض العناصر الى الحديد لتكسب الصلب الناتج الخواص المطلوبة للأغراض الصناعية .

★ وتتم صناعة الصلب باستخدام واحد من ثلاثة أنواع معروفة من الأفران هى:

- ١- المحولات الأكسجينية .
- ٢- الفرن المفتوح .
- ٣- الفرن الكهربائى .



### السبائك

السبيكة هي مايتكون عادة من فلزين أو أكثر مثل الحديد والكروم، الحديد والمنجنيز، الحديد والفاناديوم، الحديد والنيكل، ويمكن أن تتكون من فلز وعناصر لافلزية مثل الكربون.

### تحضير السبائك :

١- تحضر السبائك عادة بصهر الفلزات مع بعضها وترك المنصهر ليبرد تدريجياً.

٢- الترسيب الكهربى :

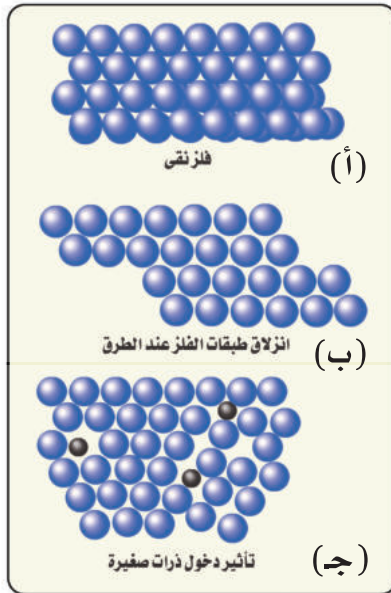
يمكن الحصول على السبائك بالترسيب الكهربى لفلزين أو أكثر فى نفس الوقت ، مثل تغطية المقابض الحديدية بالنحاس الأصفر ( نحاس + خارصين ) وذلك بترسيبه كهربياً من محلول يحتوى أيونات النحاس والخارصين على هذه المقابض .

### أنواع السبائك :

#### ١- السبائك البينية :

يتكون أى فلز نقى - كالحديد - من شبكة بلورية من ذرات الفلز مرصوصة رصاً محكماً بينها مسافات بينية شكل (١-٥أ) وعند الطرق يمكن أن تتحرك طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى شكل (١-٥ب) ولكن إذا أدخل فلز آخر حجم ذراته أقل من حجم ذرات الفلز النقى فى المسافات البينية للشبكة البلورية للفلز الأصلى، فإن ذلك يعوق إنزلاق الطبقات (شكل ١-٥ج) وهو مايزيد من صلابة الفلز بالإضافة إلى تأثير بعض خواصه الفيزيائية الأخرى مثل : قابلية الطرق والسحب ودرجات الإنصهار والتوصيل الكهربى والخواص المغناطيسية.

ويعرف مثل هذا النوع من السبائك باسم السبائك البينية ومن أمثلتها سبيكة الحديد والكربون (الحديد الصلب)



شكل (١-٥)

## ٢- السبائك الاستبدالية :

فى هذا النوع من السبائك تستبدل بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات فلز آخر له نفس القطر والشكل البلورى والخواص الكيميائية مثل سبيكة (الحديد والكروم) فى الصلب الذى لا يصدأ وسبيكة (الذهب والنحاس)، وسبيكة (الحديد والنيكل).

## ٣- سبائك المركبات البينفلزية :

فى هذا النوع من السبائك تتحد العناصر المكونة للسبيكة اتحادا كيميائيا فتتكون مركبات كيميائية، لا تخضع صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ المعروفة، وهى مركبات صلبة تتكون من فلزات لا تقع فى مجموعة واحدة من الجدول الدورى، ومن أمثلتها سبيكتى (الألومنيوم - النيكل) و (الألومنيوم - النحاس) والمعروفتين بإسم الديور ألومين وسبيكة (الرصاص - الذهب)  $Au_2 Pb$  والسيمنتيت  $Fe_3C$ .

## خواص الحديد

ليس للحديد النقى أى أهمية صناعية فهو لين نسبيا ليس شديد الصلابة، يسهل تشكيكه، قابل للسحب والطرق، له خواص مغناطيسية ينصهر عند  $1538^{\circ}C$  وكثافته  $7.87g/cm^3$ . وتعتمد الخواص الفيزيائية للحديد على نقائه وطبيعة الشوائب به، ويمكن إنتاج عدد هائل من أنواع الصلب وسبائك الحديد لها صفات عديدة تجعله صالحاً لاستخدامات كثيرة.

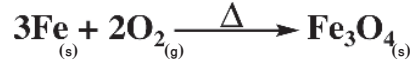


### الخواص الكيميائية :

- بخلاف العناصر التي قبله في السلسلة الانتقالية الأولى لا يعطى الحديد حالة تأكسد تدل على خروج جميع الإلكترونات المستويين الفرعيين (4s,3d) وهى ثمان إلكترونات .
- جميع حالات التأكسد الأعلى من (+3) ليست ذا أهمية .
- له حالة تأكسد (+2) تقابل خروج الكترونى المستوى الفرعى (4s) وحالة تأكسد (+3) تقابل (3d<sup>5</sup>) نصف ممتلئ ( حالة ثبات ) .

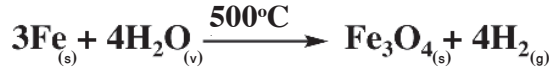
#### ١- تأثير الهواء :

يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو الأكسجين ليعطى أكسيد حديد مغناطيسى



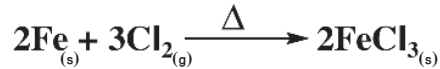
#### ٢- افاعل بخار الماء :

يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار (500°C) مع بخار الماء ليعطى أكسيد حديد مغناطيسى وهيدروجين .



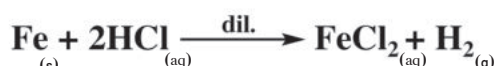
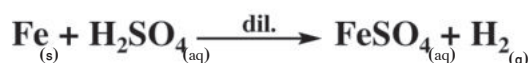
#### ٣- مع اللافلزات :

يتفاعل مع الكلور ويعطى كلوريد حديد (III) ويتحد مع الكبريت مكونا كبريتيد حديد (II)



#### ٤- مع الأحماض :

يذوب الحديد في الأحماض المعدنية المخففة ليعطى أملاح حديد (II) ولا يتكون أملاح الحديد (III) لأن الهيدروجين الناتج يختزلها .



- يتفاعل مع حمض الكبريتيك المركز الساخن ليعطى كبريتات حديد (II) وكبريتات حديد (III) وثاني أكسيد الكبريت وماء .



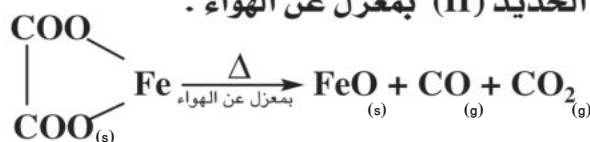
- يسبب حمض النيتريك المركز خمولا ظاهريا للحديد لتكون طبقة رقيقة من الأكسيد على سطح الفلز تحميه من استمرار التفاعل، ويمكن إزالة هذه الطبقة بالحك أو باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف.

### أكاسيد الحديد

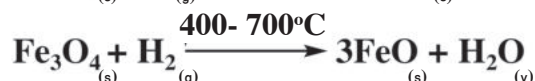
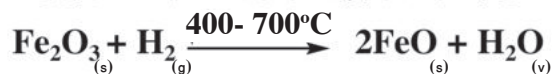
#### ١- أكسيد الحديد (II) :FeO

##### تحضيره :

١- بتسخين أو كسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء .



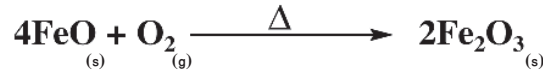
٢- باختزال الأكاسيد الأعلى بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون .



• خواصه :

١- مسحوق أسود لا يذوب فى الماء .

٢- يتأكسد بسهولة فى الهواء الساخن .



٣- يتفاعل مع الأحماض المعدنية المخففة منتجاً أملاح الحديد (II) والماء .



٢- أكسيد الحديد (III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  :

• تحضيره :

١- عند إضافة محلول قلوئى إلى محاليل أملاح الحديد (III) يترسب هيدروكسيد

الحديد (III) (بنى محمر) .

وعند تسخين الهيدروكسيد عند درجة أعلى من  $200^\circ\text{C}$  يتحول إلى أكسيد حديد (III)



٢- عند تسخين كبريتات الحديد (II) ينتج أكسيد الحديد (III) .



• وجوده :

يوجد فى الطبيعة فى خام الهيماتيت .

• خواصه :

١- لا يذوب فى الماء .

٢- يستخدم كلون أحمر فى الدهانات .

٣- يتفاعل مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة معطياً أملاح الحديد (III) والماء .



مثال :-



٣- الأكسيد الأسود ( أكسيد الحديد المغناطيسي )  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ :

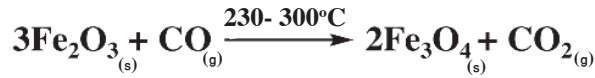
• وجوده :-

يوجد في الطبيعة ويعرف بالجنيتيت، وهو أكسيد مختلط من أكسدي حديد (II) وحديد (III).

• تحضيره :-

١- من الحديد المسخن لدرجة الأحمرار بفعل الهواء أو بخار الماء .

٢- باختزال أكسيد الحديد (III) .



• خواصه :-

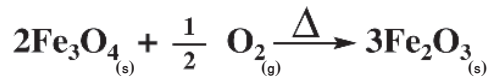
١- مغناطيس قوى .

٢- يتفاعل مع الأحماض المركزة الساخنة معطياً أملاح حديد (II) وحديد (III) مما

يدل على أنه أكسيد مركب .



٣- يتأكسد إلى أكسيد الحديد (III) عند تسخينه في الهواء .



التقويم

السؤال الأول :

اختر الاجابة الصحيحة من بين الاجابات التالية :

- ١- عند تفاعل الحديد مع الكبريت يعطى .....  
 أ-  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$       ب-  $\text{FeSO}_4$   
 ج-  $\text{Fe}_2\text{S}_3$       د-  $\text{FeS}$
- ٢- يذوب الحديد فى الأحماض المخففة وينتج .....  
 أ- أملاح حديد (II)      ب- أكسيد حديد (II)  
 ج- أملاح حديد (III)      د- أكسيد حديد (III)
- ٣- أكسيد الحديد الأسود أكسيد مختلط لذلك عند تفاعله مع الأحماض المركزة الساخنة يعطى .....  
 أ- أملاح حديد (II)      ب- أملاح حديد (III)  
 ج- (أ ، ب ) معاً      د - أكسيد حديد (III)
- ٤- عند اختزال أكسيد الحديد المغناطيسى عند درجة من  $400-700^\circ\text{C}$  ينتج .....  
 أ-  $\text{Fe}$       ب-  $\text{FeO}$   
 ج-  $\text{Fe}_2\text{O}_3$       د-  $\text{FeSO}_4$
- ٥- يتفاعل  $\text{FeO}$  مع الأحماض المخففة منتجا .....  
 أ- ملح الحديد (II) فقط      ب - ملح الحديد (III) فقط  
 ج- ملح الحديد (II) وماء      د - ملح الحديد (III) وماء
- ٦- عند تسخين كبريتات حديد (II) ينتج أكسيد حديد (III)، ثانى أكسيد الكبريت و .....  
 أ - الهيدروجين      ب- الماء  
 ج- ثالث أكسيد الكبريت      د- كبريتيد الهيدروجين
- ٧- نوع من السبائك تتحد فيه العناصر المكونة للسبيكة اتحادا كيميائيا هى .....

أ - السبائك البينية

ب - السبائك الاستبدالية

ج - سبائك المركبات البينفلزية

د - (أ ، ب) معا

٨ - سبيكة الحديد و الكروم من السبائك.....

أ - البينية

ب - الاستبدالية

ج - المركبات البينفلزية

د - (أ ، ج) معا

السؤال الثاني:

اختر من العمود (ب) التركيب الإلكتروني لعناصر العمود (أ) ثم ما يناسبه من

الاستخدامات من العمود (ج):

(أ) العنصر	(ب) التركيب الإلكتروني	(ج) الاستخدامات
١ - تيتانيوم ( $_{22}\text{Ti}$ )	أ - $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$	I - يستخدم أحد مركباته كمادة مؤكسدة ومطهرة
٢ - كروم ( $_{24}\text{Cr}$ )	ب - $[\text{Ar}] 3d^7 4s^2$	II - يستخدم في هدرجة الزيوت
٣ - منجنيز ( $_{25}\text{Mn}$ )	ج - $[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$	III - يستخدم نظيره المشع (60) في عمليات حفظ الأغذية
٤ - كوبلت ( $_{27}\text{Co}$ )	د - $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$	IV - يستخدم في دباغة الجلود
٥ - نيكل ( $_{28}\text{Ni}$ )	هـ - $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$	V - تستخدم سبائكه مع الألومنيوم في صناعة المركبات الفضائية
٦ - نحاس ( $_{29}\text{Cu}$ )	و - $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$	VI - يدخل في تركيب محلول فهلنج
		VII - يستخدم في صناعة زبركات السيارات

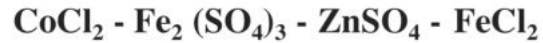
### السؤال الثالث :

ماذا يحدث عند :

- ١- تسخين هيدروكسيد حديد (III) إلى أعلى من 200°C .
- ٢- تسخين كبريتات حديد (II) تسخيناً شديداً.
- ٣- تفاعل الهيماتيت مع حمض الكبريتيك المركز الساخن .
- ٤- تسخين أكسيد الحديد المغناطيسي بشدة في الهواء .
- ٥- تسخين أوكسالات حديد (II) بمعزل عن الهواء .
- ٦- اختزال أكسيد حديد (III) بالهيدروجين .

### السؤال الرابع :

أ- صنف ما يلي إلى مواد ديامغناطيسية ومواد بارامغناطيسية :



ب- صنف ما يلي إلى مواد ملونة ومواد غير ملونة:

- ١ - أيون حديد (II)      ٢ - أيون حديد (III)
- ٣ - أيون تيتانيوم (III)      ٤ - أيون سكانديوم (III)
- ٥ - أيون نيكل (II)      ٦ - أيون خارصين (II)

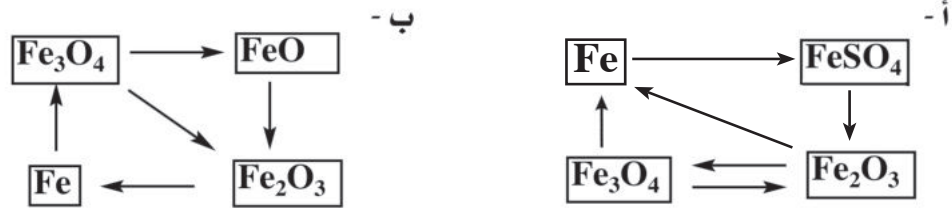
### السؤال الخامس :

- وضح الدور الذي يقوم به كل من :

- ١ - فحم الكوك في الفرن العالي .
- ٢ - الغاز الطبيعي في فرن مدركس .

السؤال السادس :

اكتب المعادلات التى تعبر عن المخططات التالية :



السؤال السابع :

علل لما يأتى :

- ١- يشذ عن التركيب الالكترونى المتوقع لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى كل من الكروم و النحاس .
- ٢- رغم النشاط الكيميائى العالى للكروم إلا أنه يقاوم فعل العوامل الجوية .
- ٣- تعتبر فلزات العملة (النحاس - الفضة - الذهب ) عناصر إنتقالية .
- ٤- النقص فى الحجم الذرى خلال السلسلة الإنتقالية الأولى لا يكون كبيراً .
- ٥- ارتفاع درجات الإنصهار ودرجات الغليان لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى .
- ٦- كثير من الفلزات الانتقالية ومركباتها تتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى .
- ٧- عند تفاعل الحديد مع الأحماض المعدنية المخففة تنتج أملاح الحديد (II) وليس أملاح الحديد (III).
- ٨ - لا يكون الإسكانديوم مركبات يكون عدد تأكسده فيها 4 +
- ٩ - أيونات  $Zn^{2+}$  ،  $Sc^{3+}$  غير ملونة.
- ١٠ - كلوريد الحديد (III) مادة بارامغناطيسية.
- ١١ - يسبب حمض النيتريك المركز خموراً للحديد.
- ١٢ - لمعظم العناصر الإنتقالية نشاط حفزى .



# الباب الثانى

## التحليل الكيميائى