

# العناصر الانتقالية

- هي عناصر الفئة ( d - f ) في الجدول الدوري
- تقع في وسط الجدول الدوري وأسفل الجدول الدوري
- تشمل على أكثر من ٦٠ عنصر
- تنقسم الى قسمين رئيسيين :
- ١- العناصر الانتقالية الرئيسية ( الفئة d )
- ٢- العناصر الانتقالية الداخلية ( الفئة f )

## التوزيع الإلكتروني للأعمدة الرأسية :

- يبدأ العمود الأول بعناصر تركيبها الإلكتروني  $(n-1)d^1 ns^2$

مثال :  $21Sc: 1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 4S^2 3d^1$

- نصل الى العمود الأخير فيكون التركيب الإلكتروني له  $(n-1)d^{10} ns^2$

مثال :  $30Zn: 1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 4S^2 3d^{10}$

3B	4B	5B	6B	7B	8	8	8	1B	2B
III B	IV B	V B	VI B	VII B	الثامنة	الثامنة	الثامنة	I B	II B
$(n-1)d^1 ns^2$	$(n-1)d^2 ns^2$	$(n-1)d^3 ns^2$	$(n-1)d^4 ns^2$	$(n-1)d^5 ns^2$	$(n-1)d^6 ns^2$	$(n-1)d^7 ns^2$	$(n-1)d^8 ns^2$	$(n-1)d^9 ns^2$	$(n-1)d^{10} ns^2$

## سلاسل العناصر الانتقالية الرئيسية :

تنقسم الى اربع سلاسل أفقية كل سلسلة تتكون من ١٠ عناصر

الانتقالية الاولى	الانتقالية الثانية	الانتقالية الثالثة	الانتقالية الرابعة
يتتابع امتلاء المستوى الفرعي ( 3d ) تقع في الدورة الرابعة تبدأ بـ الاسكانديوم $21Sc : 4S^2 3d^1$ تنتهي بـ الخارصين $30Zn : 4S^2 3d^{10}$	يتتابع امتلاء المستوى الفرعي ( 4d ) تقع في الدورة الخامسة تبدأ بـ اليتريوم $39Y : 5S^2 4d^1$ تنتهي بـ الكاديوم $48Cd : 5S^2 4d^{10}$	يتتابع امتلاء المستوى الفرعي ( 5d ) تقع في الدورة السادسة تبدأ بـ اللانثانيوم $57La : 6S^2 5d^1$ تنتهي بـ الزئبق $80Hg : 6S^2 5d^{10}$	يتتابع امتلاء المستوى الفرعي ( 6d ) تقع في الدورة السابعة تبدأ بـ الاكتينيوم $89Ac : 7S^2 6d^1$

## السلسلة الانتقالية الأولى :

3B	4B	5B	6B	7B	8	8	8	1B	2B
III B	IV B	V B	VI B	VII B	الثامنة	الثامنة	الثامنة	I B	II B
21SC	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn
(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>3</sup> 4s <sup>1</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	(Ar) <sub>3s</sub> 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>

لا تمثل أكثر من حوالى 7 ٪ من وزن القشرة الارضية

الحد يد	التيتانيوم	المنجنيز	الفانديوم	الكروم	النيكل	الغارصين	النحاس	الكوبالت	السكانديوم
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠

السكانديوم	الحديد
<p>- يضاف الى الألومنيوم لتكوين سبيكة خفيفة وشديدة الصلابة لذلك يستخدم في صناعة طائرات الميج</p> <p><b>المقاتلة (علل)</b></p> <p>- يضاف الى مصابيح بخرة الزئبق <b>(علل)</b> لانتاج ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس وتستخدم هذه المصابيح في التصوير الليلي</p>	<p>الخرسانات المسلحة - مواسير البنادق والمدافع الأدوات الجراحية - أبراج الكهرباء - السكاكين</p> <p><b>- عامل حفز في كل من</b></p> <p>- صناعة النشادر بطريقة (هابر بوش)</p> <p>- تحويل الغاز المائي الى وقود سائل بطريقة (فيشر ترويش)</p> <p>الغاز المائي (خليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين)</p>
التيتانيوم	الكوبالت
<p>- يشبه الصلب في الصلابة وأقل كثافة</p> <p>- سبائكه مع الألومنيوم تستخدم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية (علل)</p> <p>يحافظ على متانته في درجات الحرارة العالية</p> <p>- عمليات زراعة الاسنان والمفاصل الصناعية لان الجسم لا يلفظه ولا يسبب اى تسمم</p> <p><b>- ثاني أكسيد التيتانيوم TiO<sub>2</sub> :</b></p> <p>مركبات الحماية من الشمس حيث دقائقه النانوية تمنع الاشعة فوق البنفسجية</p>	<p>يشبه الحديد في القابلية للمغنطة</p> <p>- صناعة المغناطيسات والبطاريات الجافة</p> <p>- له ١٢ نظير أهمهم <b>الكوبالت 60</b> أشعة جاما الصادرة منه :</p> <p>لها قدرة عالية على النفاذ</p> <p>يستخدم في حفظ المواد الغذائية والتأكد من جودة المنتجات حيث تكشف عن الشقوق ولحام الوصلات</p> <p>في الطب للكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها</p>

الفناديوم	النيكل
يضاف الى الصلب لتكوين سبائك شديدة القساوة ومقاومة للتآكل لذلك يستخدم في زنبركات السيارات - خامس أكسيد الفناديوم $V_2O_5$ : صبغ في صناعة السيراميك والزجاج حفاز في صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل	بطاريات النيكل كادميوم قابلة لاعادة الشحن سبائك النيكل مع الصلب (صلابة - مقاومة للصدأ والاحماض) سبائك النيكل كروم في ملفات التسخين والافران الكهربائية (تقاوم التآكل ولو مسخنة) تطلى المعادن بالنيكل لحمايتها من التآكل والاكسدة ويعطيها شكل أفضل يستخدم النيكل الجزأ في هدرجة الزيوت
الكروم	النحاس
- يستخدم في طلاء المعادن و دباغة الجلود - عنصر نشط جدا ولكنه يقاوم فعل العوامل الجوية ( لتكون طبقة من الاكسيد أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه مما يعطى سطحاً غير مسامياً من طبقة الاكسيد تمنع استمرار التفاعل مع الاكسجين ) أكسيد الكروم $Cr_2O_3$ III : الاصبغ ثاني كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_3$ : مادة مؤكسدة	اول فلز عرفه الانسان - سبيكته مع القصدير تسمى بـ البرونز سبائك العملة و الكابلات الكهربائية ( علل ) لانه جيد التوصيل الكهربى كبريتات النحاس $CuSO_4$ II مبيد ( حشرى - فطريات ) تنقية مياه الشرب محلول فهلنج : الكشف عن سكر الجلوكوز يتحول من اللون الأزرق الى البرتقالى
المنجنيز	الخنارصين
- هش جدا لا يستخدم في الصورة النقية - سبائك الحديد مع المنجنيز في خطوط السكك الحديدية لأنها اصب من الصلب - سبائك الألومنيوم مع المنجنيز في عبوات المشروبات الغازية لمقاومتها للتآكل ثاني أكسيد المنجنيز $MnO_2$ : عامل مؤكسد و العمود الجاف برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ : مؤكسدة ومطهرة كبريتات المنجنيز $MnSO_4$ II : مبيد للفطريات	- جلفنة الفلزات لمنع الصدأ - أكسيد الخنارصين $ZnO$ : الدهانات والمطاط ومستحضرات التجميل - كبريتيد الخنارصين $ZnS$ : الطلاءات المضيئة و شاشات الاشعة السينية

## التوزيع الإلكتروني للسلسلة الانتقالية الأولى:

21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn
(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	(Ar) <sub>18</sub> 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>

- تبدأ في الظهور اعتباراً من الدورة الرابعة بعد عنصر الكالسيوم  $^{20}\text{Ca}: (\text{Ar})_{18} 3d^0 4s^2$
  - ثم يبدأ امتلاء الاوربيتالات الخمس للمستوى الفرعي d بالكترون مفرد (قاعدة هوند) حتى نصل الى المنجنيز  $^{25}\text{Mn}: (\text{Ar})_{18} 3d^5 4s^2$  ثم بعد ذلك يبدأ الازدواج حتى نصل الى الخارصين  $^{30}\text{Zn}: (\text{Ar})_{18} 3d^{10} 4s^2$
- ملاحظة هامة :**

- شذوذ التركيب الإلكتروني للكروم والنحاس :

**بالنسبة للكروم :**  $^{24}\text{Cr}: (\text{Ar})_{18} 3d^5 4s^1$

ينتقل الكترون من 4s الى 3d ليصبح كلاهما نصف ممتلئ

**بالنسبة للنحاس :**  $^{29}\text{Cu}: (\text{Ar})_{18} 3d^{10} 4s^1$

ينتقل الكترون من 4s الى 3d ليصبح 4s نصف ممتلئ و 3d ممتلئ

**التفسير :** تكون الذرة أقل في الطاقة وأكثر أستقراراً في حالة الامتلاء أو نصف الامتلاء ولكن ليس ذلك هو العامل الوحيد للثبات

### تطبيقات :

١- يسهل أكسدة ايون الحديد II الى أيون الحديد III

**ذرة الحديد :**  $^{26}\text{Fe}: (\text{Ar})_{18} 3d^6 4s^2$

**أيون الحديد II :**  $^{26}\text{Fe}: (\text{Ar})_{18} 3d^6 4s^0$

يفقد الحديد ٢ الكترون من المستوى الفرعي 4s

**أيون الحديد III :**  $^{26}\text{Fe}: (\text{Ar})_{18} 3d^5 4s^0$  أكثر أستقراراً ( نصف امتلاء )

يفقد أيون الحديد II الكترون من المستوى 3d ليصبح نصف ممتلئ ب ٥ الكترون لذلك يسهل الاكسدة ليسير التفاعل في اتجاه تكوين المركب الأكثر أستقراراً

٢- يصعب أكسدة أيون المنجنيز II الى ايون المنجنيز III

**ذرة المنجنيز :**  $^{25}\text{Mn}: (\text{Ar})_{18} 3d^5 4s^2$

**أيون المنجنيز II :**  $^{25}\text{Mn}: (\text{Ar})_{18} 3d^5 4s^0$

يفقد المنجنيز ٢ الكترون من المستوى الفرعي 4s

**أيون المنجنيز III :**  $^{25}\text{Mn}: (\text{Ar})_{18} 3d^4 4s^0$

في الايون III يصبح المستوى الفرعي 3d به اربع الكترونات وهذا التحول من الايون II الى الايون III صعب لان الايون II أكثر أستقراراً حيث يكون المستوى 3d نصف ممتلئ .

## حالات التأكسد :

- ١- تعطى جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى حالة التأكسد (+2) لأن يحدث ذلك بفقد الكتروني 4S أولا (لأنه المستوى الخارجي)

### ملاحظة :

- ١- في حالات التأكسد الأعلى من +2 تفقد الالكترونات من 3d
- ٢- لا يعطى السكندريوم حالة التأكسد (+2) ولكن يعطى (+3) وهى الأكثر شيوعا لأن يفقد الكتروني 4S و الكترون 3d في وقت واحد
- ٢- تزداد حالات التأكسد من عنصر السكندريوم حتى تصل الى أقصى قيمة لها في عنصر المنجنيز (+7) (حيث يفقد المنجنيز الكترونات الـ 4S و 3d)
- ٣- تعطى أقصى حالات التأكسد عند فقد الذرة جميع إلكترونات المستويين s , d .  
مثل :  $Mn^{7+}$  ,  $V^{5+}$  ,  $Ti^{4+}$
- ٤- بعد ذلك تتناقص أعداد التأكسد حتى نصل الى حالة التأكسد (+2) في عنصر الخارصين (لأن يبدأ حدوث الازدواج داخل المستوى الفرعي 3d)
- ٥- أعلى عدد تأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم المجموعة التي ينتمي إليها عناصر 1B النحاس والفضة والذهب لأنها تعطى حالة +2 او +3
- ٦- تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها (علل)  
لأن الالكترونات المفقودة من الذرة تخرج من المستوى الفرعي 4S ثم المستوى الفرعي القريب منه في الطاقة 3d بالتتابع

الفلزات الانتقالية	الفلزات الممثلة
تعدد حالات التأكسد	حالة تأكسد واحدة
لأن طاقات التأين المتتالية لذرة الفلز الانتقالي تزداد بتدرج واضح	لأن الزيادة في جهد التأين الثاني أو الثالث أو الرابع تكون كبيرة جدا
أي ليست زيادة كبيرة فيسهل الفقد	لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل

## حالات التأكسد لعناصر السلسلة الانتقالية الاولى

Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Sc
	1+								
2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	
		3+	3+	3+	3+	3+	3+	3+	3+
			4+	4+	4+	4+	4+	4+	
				5+	5+	5+	5+		
				6+	6+	6+			
					7+				

عدد التأكسد المفضل الاكثر ثباتا

علل : في الفلزات الممثلة مثل الصوديوم و الماغنسيوم و الألومنيوم نجد أن الزيادة في جهد التآين الثاني في حالة الصوديوم و الثالث في حالة الماغنسيوم و الرابع في حالة الألومنيوم كبيرة جدا

لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل .

علل : لا يمكن الحصول على  $Na^{+2}$  ,  $Mg^{+3}$  ,  $Al^{+4}$  بالفاعل الكيميائي العادي

لأن الزيادة في جهد التآين الثاني في حالة الصوديوم و الثالث في حالة الماغنسيوم و

الرابع في حالة الألومنيوم كبيرة جدا لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل .  
العنصر الانتقالي :

العنصر الذ يكون فيه الاوربيتالات d أو f مشغولة ولكنها غير ممتلئة  
بالإلكترونات سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات التأكسد

ملاحظات :

١- فلزات العملة عناصر انتقالية بالرغم من ان المستوى الفرعي 3d ممتلئ

المستوى الفرعي d ممتلئ في الحالة الذرية  $d^{10}$

ولكن في حالة التأكسد  $+2$  أو  $+3$  يكون المستوى الفرعي d يكون غير ممتلئ  $d^8$  أو  $d^9$

٢- فلزات الخارصين والكاديوم والزئبق عناصر غير انتقالية

المستوى الفرعي d ممتلئ في الحالة الذرية  $d^{10}$

وأيضا في حالة التأكسد  $+2$  يكون المستوى الفرعي d ممتلئ  $d^{10}$

## الخواص العامة للعناصر الانتقالية

### ١- الكتلة الذرية :

تزداد الكتلة الذرية بالتدرج بزيادة العدد الذري من اليسار الى اليمين  
ملاحظة : يشذ عنصر النيكل  
لوجود خمس نظائر مستقرة المتوسط الحسابي لها 58.7 u

### ٢- أنصاف الأقطار :

لا تتغير كثيرا عند الانتقال من اليسار الى اليمين (ثبات نسبى من الكروم الى النحاس)

العامل الاول	العامل الثانى
يقل نصف القطر	يزيد نصف القطر
زيادة العدد الذري تزداد الشحنة الموجبة	تزايد عدد الكترونات المستوى الفرعى
الفعالة للنواة ويزداد عدد الالكترونات	3d فتزيد قوة التنافر بين الالكترونات
السالبة فيزداد جذب النواة للالكترونات	فيزيد نصف القطر و الحجم الذرى
ويقل نصف قطر الذرة والحجم الذرى	

### ٣- الخاصية الفلزية :

تظهر بوضوح بين عناصر هذه السلسلة

- ١- جميعها فلزات صلبة لها بريق وجيدة التوصيل الحرارى والكهربى
  - ٢- درجات انصهارها و غليانها مرتفعة لقوة الرابطة الفلزية بين ذراتها لاشتراك الكترونات 4s و 3d في الترابط
  - ٣- فلزات عالية الكثافة
- تزداد الكثافة بزيادة العدد الذرى ( علل ) للثبات النسبى في الحجم الذرى والزيادة التدريجية في الكتلة الذرية

### ٤- متباينة النشاط الكيميائى

النحاس	الحديد	السكانديوم
محدود النشاط	متوسط النشاط	شديد النشاط
	يصدأ عند تعرضه للهواء	يحل محل هيدروجين الماء

## ٤- الخواص المغناطيسية :

الخاصية البارامغناطيسية	الخاصية الديامغناطيسية
تنجذب الى المجال المغناطيسى الخارجى <b>تكون المادة بارا</b> اذا احتوت اوريبتالات d (الايون او الذرة او الجزىء) على الكترونات مفردة - <u>غزل الالكترن المفرد</u> ينشأ عنه مجال مغناطيسى يتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى	تتنافر مع المجال المغناطيسى الخارجى <b>تكون المادة دايا</b> اذا كانت اوريبتالات d (الايون او الذرة او الجزىء) جميع الكتروناتها مزدوجة - <u>كل الكترونين مزدوجين</u> يعملان في اتجاهين متضادين فيكون العزم المغناطيسى يساوى صفر

## المادة البارامغناطيسية :

مادة تنجذب نحو المجال المغناطيسى  
نتيجة لوجود الكترونات مفردة

## المادة الديامغناطيسية :

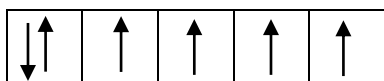
مادة تتنافر مع المجال المغناطيسى  
نتيجة جميع الكتروناتها في حالة ازدواج

## ملاحظات :

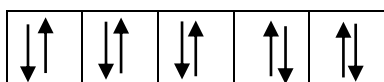
- تتناسب قوة الجذب المغناطيسى في المواد البارامغناطيسية مع عدد الالكترونات المفردة
  - معظم مركبات العناصر الانتقالية مواد بارامغناطيسية
  - يمكن تحديد التركيب الالكترونى لايون الفلز عن طريق :
- قياس وتقدير العزوم المغناطيسية للمادة وتحديد عدد الالكترونات المفردة  
أمثلة :

## الحالة الذرية :

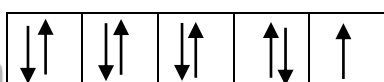
ذرة الحديد  $^{26}\text{Fe}$  : بارامغناطيسية عزم = ٤



ذرة الخارصين  $^{30}\text{Zn}$  : دايا عزم = صفر



ذرة النحاس  $^{29}\text{Cu}$  : بارامغناطيسية عزم = ١

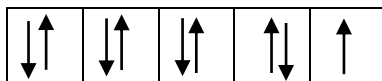




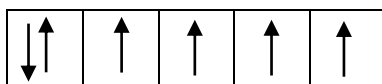
## الايونات

ملاحظة :

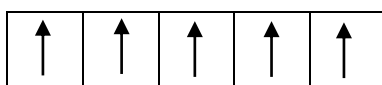
عند تكوين مركبات العناصر الانتقالية وتحول الذرات الى ايونات تفقد أولا الكترونات المستوى الفرعي 4S ليعطي أولا الايون +2  
أيون النحاس II : بارا عزم = 1



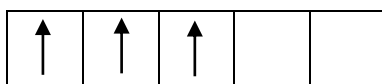
أيون الحديد II : بارا عزم = 4 ( كلوريد الحديد II )  $\text{FeCl}_2$



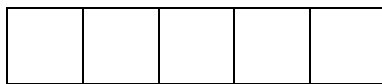
أيون الحديد III : بارا عزم = 5 ( كلوريد الحديد III )  $\text{FeCl}_3$



أيون الكروم III : بارا عزم = 3 ( أكسيد الكروم III )  $\text{Cr}_2\text{O}_3$



أيون التيتانيوم III : دايا عزم = صفر ( ثاني أكسيد التيتانيوم )  $\text{TiO}_2$



### الفلزات الانتقالية عوامل حفز قوية ( علل )

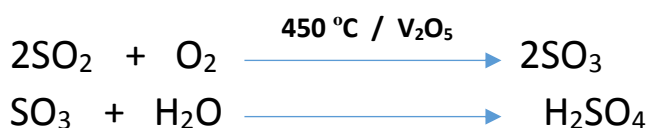
لاستخدام الكترولونات 3d و 4s في تكوين روابط بين جزيئات المواد المتفاعلة وذرات سطح الفلز مما يزيد تركيز المواد المتفاعلة على سطح الحافز وإضعاف الرابطة في الجزيئات المتفاعلة مما يقلل طاقة التنشيط ويزيد سرعة التفاعل

أمثلة :

١- الحديد المجزأ : تحضير غاز النشادر بطريقة هابر - بوش

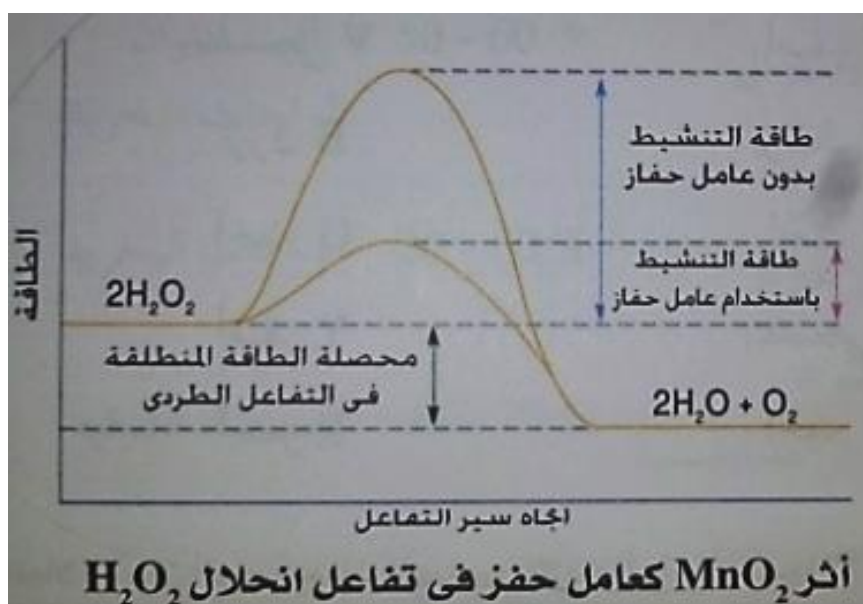


٢- خامس أكسيد الفانديوم  $\text{V}_2\text{O}_5$  : تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس



٣- النيكل المجزأ : هدرجة الزيوت

٣- ثاني أكسيد المنجنيز  $\text{MnO}_2$  : أجليال فوق أكسيد الهيدروجين الى ماء وأكسجين



### الايونات الملونة :

معظم مركبات العناصر الانتقالية ومحاليلها المائية ( ايوناتها ) ملونة ( علل )  
- بسبب الامتلاء الجزئي لاوربياتالات لمستوى الفرعى 3d ( من 1 الى 9 ) أي لوجود  
الكترونات منفردة في اوربياتالات 3d ( الحالة الذرية أو الايون )  
بعض ايونات الفلزات الانتقالية غير ملونة ( كذلك العناصر الغير انتقالية ) علل  
- عندما تكون اوربياتالات d فارغة تماما  $d^0$  أو تكون ممتلئة تماما  $d^{10}$

### تفسير اللون في المواد :

لون المادة ينتج عندما يصل للعين خليط الألوان المنعكسة ( المتبقية ) بعد امتصاص  
المادة لبعض الألوان ( الفوتونات الضوئية ) ويسمى اللون المنعكس باللون المتمم

اللون الممتص	بنفسجي	أزرق	أخضر	أصفر	أحمر
اللون المتمم	أصفر	برتقالي	أحمر	بنفسجي	أخضر

مثال : مركبات الكروم ( III ) : تمتص اللون الأحمر وتظهر باللون الأخضر