مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

تم التحميل من مدونة ملخصات الثانوية العامة في اليمن
https://ye-thirdsecondr.blogspot.com

الـوحـدة الأولـى

العناصر الانتقالية

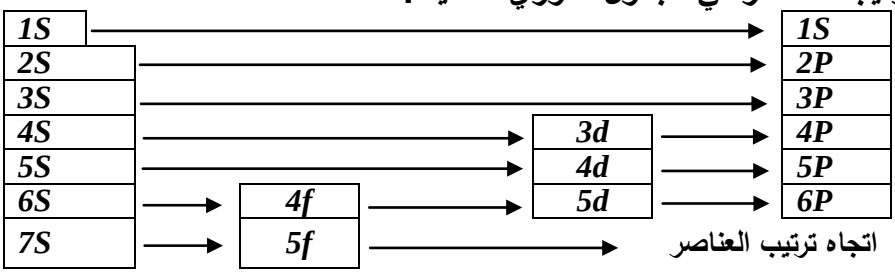
الجدول الدوري الحديث:

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

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

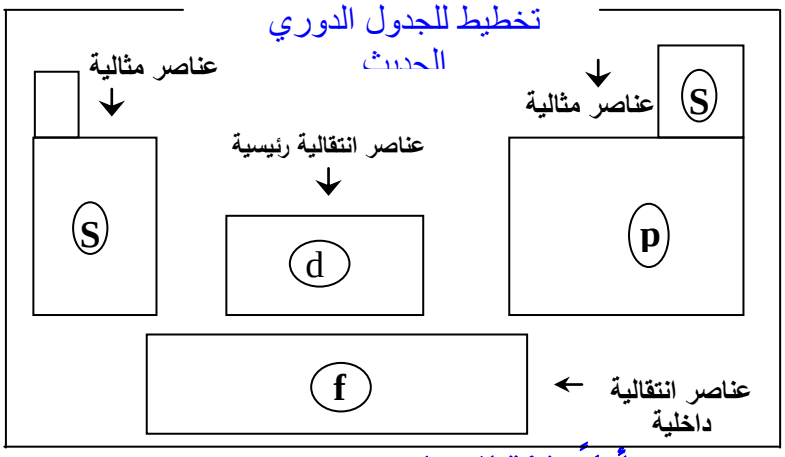
هناك أربعة مستويات فرعية هم: (***s*** ، ***p*** ، ***d*** ، ***f***) وكل مستوى فرعي يتشبع بعدد من الإلكترونات فمثلاً: { ***S = 2*** ، ***P = 6*** ، ***d = 10*** ، ***f =*** ***14***}.

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 $_{11}Na$ يكون التوزيع الإلكتروني له هو: $1S^2 \rightarrow 2S^2\ \ 2P^6 \rightarrow 3S^1$ لذلك يقع العنصر في الدورة الثالثة حيث $n = 3$ ومجموعته (IA) وعنصر الكالسيوم Ca ويكون تركيبه الإلكتروني: $1S^2 \rightarrow 2S^2 \rightarrow 2P^6 \rightarrow 3S^2\ 3P^6\ 4S^2$ لذلك يقع في الدورة الرابعة حيث $n = ٤$ ويقع في المجموعة $(2A)$.

ثانياً: فئة العناصر $[P]$:

موقعها:

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

$3A$	$\longrightarrow$	np^1
$4A$	$\longrightarrow$	np^2
$5A$	$\longrightarrow$	np^3
$6A$	$\longrightarrow$	np^4
$7A$	$\longrightarrow$	np^5
المجموعة الصفرية	$\longrightarrow$	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 الكتروناتها الخارجية في المستوى الفرعي [d]
وتسمى هذه العناصر [عناصر انتقالية] وتقع في ثلاث سلاسل وهي:

[١] السلسلة الانتقالية الأولى :

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

[٢] السلسلة الانتقالية الثانية :

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

[٣] السلسلة الانتقالية الثالثة :

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

رابعاً: فئة العناصر [f]:

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

(أ) سلسلة اللانثانيدات :

يتابع 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:

$$\boxed{^{1\rightarrow14}4f} \rightarrow \boxed{5d^1} \rightarrow \boxed{6S^2}$$

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:

(١)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.

(٢) 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: $[ns^2 d^{1\to10}]$.

(٣) عناصر انتقالية داخلية: وهي عناصر الفئة(f)ومن خواصها:

- مستويات الطاقة الثلاثة الأخيرة غير مكتملة. التوزيع الإلكتروني لسلسلة اللنثانيدات ينتهي بـ: $4f^{1\to14}/5d^1/6S^2$.
- التوزيع الإلكتروني لسلسلة الأكتينيدات ينتهي بـ: $5f^{1\to14}/5d^1/7S^2$

(٤) عناصر نبيلة:

وهي عناصر الفئة (p) عدا الهيليوم ومن خواصها:

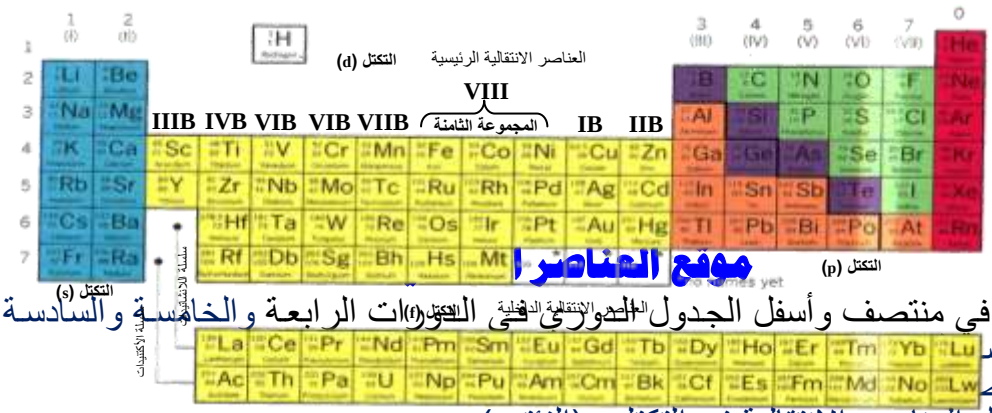
- جميع مستويات الطاقة فيها مكتملة.
- كلها غازات وتقع في آخر مجموعة بعد السابعة الرئيسية.
- التوزيع الإلكتروني لها ينتهي بـ: $\{np^6\}$.

وصف الجدول الدوري الحديث:

- (ثماني 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 [s, p, d, f] . وتم دراسة عناصر الفئة (s, p) سابقا وهي تعرف بالعناصر الأساسية ومجموعاتها تأخذ الحرف (A) . انظر الجدول الدوري وحدد موقع العناصر الانتقالية.



١) تقع في منتصف وأسفل الجدول الدوري في المجموعات الرابعة والخامسة والسادسة
٢) محص
٣) تتمثل العناصر الانتقالية في التكتلين (الفئتين) d, f .

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: $_{21}Sc\ [_{18}Ar]\ 3d^1\ 4S^2$

ما الغلاف الفرعي غير مكتمل بالإلكترونات لهذه الذرات $_{80}Hg$, $_{30}Zn$, $_{26}Fe$
$_{29}Cu$ وهل هذه العناصر انتقالية أم لا ولماذا ؟

لتحديد المستوى الفرعي غير مكتمل بالإلكترونات نقوم بالتوزيع الإلكتروني لتلك الذرات كما يلي:

$_{26}Fe\ [_{18}Ar]\ 3d^6\ 4S^2$
$_{30}Zn\ [_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4S^2$
$_{80}Hg\ [_{54}Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6S^2$
$29Cu\ [_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4S^1$

نلاحظ من التوزيع الإلكتروني أن ذرة الحديد فقط هي التي تمتلك مستوى فرعي ***3d*** غير مكتمل وبالتالي يعتبر عنصر الحديد عنصر انتقالي - أما ذرة ($_{30}Zn$ ، $_{80}Hg$) فكل منهما عنصر غير انتقالي **(علل) ؟**

ج/ لأن المستوى الفرعي (***d***) مكتمل بالإلكترونات سواء منفردا أو في حالة آيوناته.

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 بالالكترونات لذلك فإن النحاس يعتبر عنصر انتقالي .

تقسيم العناصر الانتقالية :

إلى قسمين هما:

(١) **عناصر انتقالية رئيسية** ***Main Transition elements***.

(٢) **عناصر انتقالية داخلية** ***Inner Transition elements***

أولا : العناصر الانتقالية الرئيسية :

(١) هي عناصر الفئة ***d*** وهذه العناصر جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ماعدا المستويين الرئيسيين الأخيرين .

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

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

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

IIB ← IB ← VIII ← VIIB ← VIB ← VB ← IVB ← IIIB

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	أهـم صفـاتهـا
IB	نحاس- فضة - ذهب $_{79}Au$, $_{47}Ag$, $_{29}Cu$	تتميز عناصر هذه المجموعة بخمولها الكيميائي ولذا فهي تستخدم لعمل النقود - والحلي وتسمى هذه العناصر بفلزات العملات (علل).

رقم المجموعة	عناصرها والتوزيع الإلكتروني	أهـــم صفـاتهـــا
	$(n-1)d^{10}\ ns^1$ (غاز نبيل)	
IIB	**الخارصين - الكادميوم - الزئبق** $_{80}Hg$, $_{48}Cd$, $_{30}Zn$ $(n-1)d^{10}\ ns^2$ (غاز نبيل)	تتميز عناصر هذه المجموعة بكيمياء بسيطة حيث أنها تمتلك حالات تأكسد محدودة بالمقارنة ببقية العناصر الانتقالية الأخرى ، فمثلا عنصر الخارصين والكادميوم يظهران في حالة التأكسد(+٢) ماعدا الزئبق يوجد في حالة التأكسد : (+٢) و (+١)
IIIB	(Y) (Sc) سكانديوم - يوتريوم - لنثانيوم - اكتينيوم (Ac) , (La) $(n-1)d^1\ ns^2$ (غاز نبيل)	أكثر العناصر الانتقالية نشاطا كيميائيا . حيث أن جهود تأكسدها تتقارب مع جهود تأكسد الفلزات القلوية (عناصر الإقلاء والاقلاء الأرضية IA , IIA) . فهي تتفاعل مع الماء بشدة. $2Sc + 6H_2O \rightarrow 2Sc(OH)_3 + 6H_2\uparrow$ س/ علل عناصر المجموعة الثالثة IIIB أكثر العناصر الانتقالية نشاطا كيميائياً .
IVB	تيتانيوم Ti - زركونيوم zr - هافنيوم Hf 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 IVB غالية الثمن . **ملاحظة هامة :** عنصر التيتانيوم من العناصر الهامة نظرا لوفرة وجوده في القشرة الأرضية ـ ويتميز بأنه يقاوم التآكل ويحافظ على متانته في درجات الحرارة العالية أكثر من الألومنيوم. **س/ علل : يصعب فصل عناصر المجموعة IVB من خاماتها ؟**
VB	الفاناديوم $_{23}V$ - نيوبيوم Nb - تنتاليوم Ta $(n-1)d^3\ ns^2$ (غاز نبيل)	لها جهود تأكسد عالية ولذا لا تتأثر بالأحماض المعدنية القوية مثل HCl ولا بعوامل مؤكسدة قوية مثل الكلور . س/ علل : لا تتأثر عناصر المجموعة VB بالعوامل المؤكسدة القوية ؟
VIB	كروم $_{24}Cr$ - موليبيديوم Mo - تنجستن W $(n-1)d^5\ ns^2$ (غاز نبيل)	تتميز عناصرها بمقاومتها العالية للتأكل وتقاوم فعل العوامل الجوية بسبب تكون طبقة أكسيد غير مسامية على سطوحها تمنع استمرار الأكسدة س/ علل : تتميز عناصر المجموعة VIB بأنها تقاوم التآكل بفعل العوامل الجوية ؟
VIIB	المنجنيز Mn - تكنيتيوم Tc - رينيوم Re $(n-1)d^5\ ns^2$ (غاز نبيل)	تتميز عناصر هذه المجموعة بأن المستوى الفرعي nd^5 يحتوي على خمسة إلكترونات وهي في حالة نصف إملاء للمستوى الفرعي d- أشهر عناصر هذه المجموعة هو عنصر المنجنيز الذي يعد العنصر الثالث عشر من حيث الوفرة في القشرة الأرضية وهو يمتلك أعداد تأكسد متعددة وهي [+٢ ، +٣ ، +٤ ، +٦ ، +٧]
VIII	تشتمل على تسع	قسمت إلى ثلاث ثلاثيات أفقية وسميت كل

رقم المجموعة	عناصرها والتوزيع الإلكتروني	أهـم صفـاتهـا
	عناصر تشغل الأعمدة رقم ٨ ، ٩ ، ١٠	ثلاثية بأشهر عنصر فيها ولها أهمية صناعية كبيرة مثل ثلاثية الحديد [***Ni*** , ***Co*** , ***Fe***] ثلاثية البلاديوم [***Ru*** , ***Rh*** , ***Pd***] ثلاثية البلاتين [***Os*** , ***Ir*** , ***Pt***] وتتميز بخمولها الشـديد ولـذا يصـنع منهـا الحلـي 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 :

قُسمـــت العناصـــر الانتقاليـــة الرئيسـية (الفئـــة ***d***) إلـــى ثـــلاث سلاسـل علـــى أساس ... [الأولـى – الثانيـة – الثالثـة] حيث يتم تدريجيا ملء المستوى الفرعي (***d***) الواقع تحت الغلاف الخارجي مثلاً.

السلسلة الأولى الانتقالية :

تقع في الدورة الرابعة ويتم فيها امتلاء المستوى الفرعي ***3d*** تدريجيا وهي تتميز بالتوزيع الإلكتروني التالي: $[_{18}Ar]\ 3d^{1-10}\ 4S^{2}$

ويشذ عن ذلك العنصرين التاليين:

١- الكروم الذي لـه التوزيع الإلكتروني $[_{18}Ar]\ 3d^{5}\ 4S^{1}$ نتيجة انتقال الإلكترون من ***4S*** إلى ***3d*** حتـى يصـبح المسـتويين الفـرعين ***4S*** ، ***3d*** نصـف ممتلـئ بالإلكترونـات وبـذلك تصبح ذرة الكروم أكثر استقرارا.

٢- النحاس $_{29}Cu$ الذي لـه 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 .

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

٢) الكروم والنحاس عناصر انتقالية لأنهما يمتلكان مستوى فرعي (***d***) غير ممتلئ بالالكترونات 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 $_{21}Sc$	$[_{18}Ar]\ 3d^1\ 4S^2$	+3	+3
تيتانيوم $_{22}Ti$	$[_{18}Ar]\ 3d^2\ 4S^2$	2, 3, 4	+4
فاناديوم $_{23}V$	$[_{18}Ar]\ 3d^3\ 4S^2$	2,3,4,5	+5
كروم $_{24}Cr$	$[_{18}Ar]\ 3d^5\ 4S^1$	2,3,4,5,6	+3
منجنيز $_{25}Mn$	$[_{18}Ar]\ 3d^5\ 4S^2$	2,3,4,5,6,7	+2 , +4
حديد $_{26}Fe$	$[_{18}Ar]\ 3d^6\ 4S^2$	2,3,4,5,6	+3
كوبلت $_{27}Co$	$[_{18}Ar]\ 3d^7\ 4S^2$	2,3,4,5	+2
نيكل $_{28}Ni$	$[_{18}Ar]\ 3d^8\ 4S^2$	2,3,4,5	+2
نحاس $_{29}Cu$	$[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4S^1$	1,2	+2
خارصين $_{30}Zn$	$[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4S^2$	2	+2

تقع ف
كلما زاد ال
عناصر تت

تقع ف
كلما زاد العدد الذري وهي تبدأ بعنصر اللانثان $_{57}La$ ثم تليه أربعة عشر عنصراً انتقالياً 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 (سلسلتي اللانثانيدات والاكتنيدات)

وهي عناصر جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ماعدا 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 :

(١) 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 $_{58}Ce$ توزيعه هو $[_{54}Xe]\ 4f^1\ 5d^1\ 6S^2$ وتنتهي بعنصر $_{71}Lu$ توزيعه هو $[_{54}Xe]\ 4f^{14}\ 5d^1\ 6S^2$.

(٢) سلسلة الأكتنيدات Actinide Series

هي عناصر يتم فيها امتلاء المستوى الفرعي ***5f*** تدريجياً بزيادة إلكترون كلما زاد العدد الذري ولقد سميت عناصرها بسلسلة الاكتنيدات لأن خواصها مطابقة إلى حد ما بخواص عنصر الاكتينيوم الذي تليه عناصر السلسلة.

تبدأ عناصر السلسلة بعنصر الثوريوم $_{90}Th$ توزيعه هو $[_{86}Rn]\ 5f^1\ 6d^1\ 7S^2$ وتنتهي بعنصر اللورنسيوم $_{103}Lr$ **توزيعه هو :** $[_{86}Rn]\ 5f^{14}\ 6d^1\ 7S^1$.

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:

١- عناصرها يتم فيها امتلاء المستوى الفرعي ***d*** أو ***f*** تدريجياً بزيادة إلكترون كلما زاد العدد الذري.

٢- جميعها يتمتع بخواص فلزية (لها بريق معدني / موصلة جيدة للحرارة والكهرباء / معظمها قابلة للسحب والطرق / درجة انصهارها وغليانها عالية).

٣- جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ماعدا المستويين الأخيرين كما في عناصر الفئة(*d*) أو الثلاثة الأخيرة كما في عناصر الفئة (*f*).

٤- تمتلك أعداد تأكسد متعددة كما في حالات تأكسد المنجنيز.

٥- أكاسيد فلزات عناصر الانتقال لها تأثير قاعدي يختلف عن أكاسيد الفلزات العادية (**علـــل**) 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 العادية	الفلزات الانتقالية
▪ عناصر اساسيه مجموعاتها تاخذ الحرف(*A*). ▪ جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستوى الأخير. ▪ لها أعداد تأكسد محدودة. ▪ أكاسيدها لها خواص قاعدية واضحة مثل: عناصر فلزات الأقلاء والأقلاء الأرضية. ▪ تنشأ نتيجة الملئ التدريجي للأغلفة *S* أو *P*.	▪ عناصر انتقالية مجموعاتها تاخذ الحرف(*B*). ▪ جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستويين أو الثلاث المستويات الرئيسية الأخيرة. ▪ لها أعداد تأكسد متعددة. ▪ لأكاسيدها خواص قاعدية غير واضحة لأنها تعتمد على أعداد تأكسدها. ▪ تنشأ نتيجة الملئ التدريجي للأغلفة الفرعية *d* أو *f*.

الحديد $_{26}Fe$

التوزيع الإلكتروني له هو ← $[_{18}Ar]\ 3d^6\ 4S^2$

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

يعتبر الحديد أكثر الفلزات الانتقالية استعمالاً للأسباب الآتية:

١) وفرة وجوده في القشرة الأرضية.
٢) سهولة استخلاصه من خاماته.
٣) 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 (+٢ ، +٣).

مثال :

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

$$3FeO_{(S)} \xrightarrow{\Delta} Fe_{(S)} + Fe_2O_{3(S)}$$

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	٤٥ - ٥٠%
المجناتيت	Fe_3O_4	أكسيد الحديد المغناطيسي	أسود	٤٠ - ٧٠%
الليمونيت	$Fe_2O_3.nH_2O$	أكسيد الحديد (III) المائي	أصفر	٥٧.١٤%

١) أكسيد الحديد المغناطيسي عبارة عن خليط من أكسيد الحديد (II) وأكسيد الحديد (III) ولذا للحديد في أكسيد الحديد المغناطيسي حالتين تأكسد مختلفتين (+٢،+٣).

٢) يعتبر أكسيد الحديد المغناطيسي من أهم خامات الحديد (علل). لأنه من الممكن فصله بسهولة من الصخور المخلطة معه بواسطة مغناطيس قوي نظرا لاحتوائه على نسبة كبيرة من الحديد.

٣) استخلاص الحديد من خام الهيماتيت يعد اقتصاديا (علل). ويرجع ذلك لسهولة اختزال خام الهيماتيت.

٤) يعرف أكسيد الحديد المائي (المميأ) بالصدأ *Rust*.

٥) هناك خامات أخرى للحديد أقل أهمية مثل السيدريت $FeCO_3$ نظراً لأن نسبة الحديد فيها قليلة.

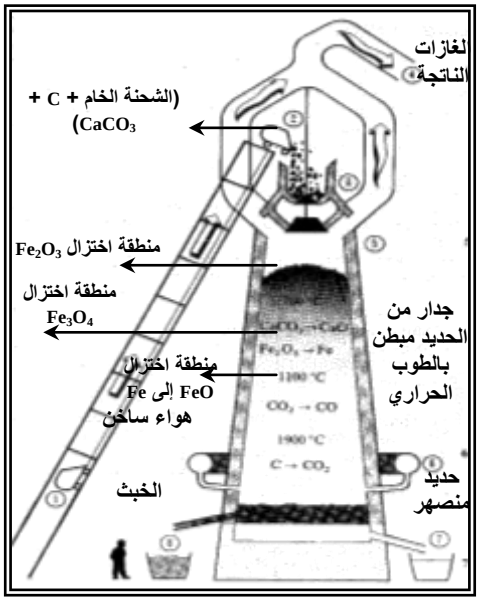
استخلاص الحديد (تعدين الحديد) Extraction of Iron

المقصود باستخلاص الحديد (التعدين) 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)



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

٢) 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 وتنطلق حرارة (تفاعل طارده) تؤدي إلى رفع درجة حرارة الفرن من ٨٠٠م° إلى ١٩٠٠م°.

$$CO_2 \xrightarrow{\Delta} C + O_2 \qquad \Delta H = -394\ KJ$$

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

$$CO_2 + C \xrightarrow{\Delta} 2CO_2 \qquad \Delta H = +174Kj$$

٣) 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:

$$3Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{\Delta} 2Fe_3O_4 + CO_2$$

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

$$Fe_3O_4 + CO \xrightarrow{\Delta} 3FeO + CO_2$$

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

$$FeO + CO \xrightarrow{\Delta} Fe + CO_2$$

دور الحجر الجيري في استخلاص الحديد من خام Fe_2O_3

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

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$$

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

$$CaO + SiO_2 \xrightarrow{\Delta} CaSiO_3$$

سليكات الكالسيوم

$$3CaO + P_2O_5 \xrightarrow{\Delta} Ca_3(PO_4)_2$$

فوسفات الكالسيوم

الخبث

$$CaO + Al_2O_3 \xrightarrow{\Delta} Ca(AlO_2)_2$$

الومنتات الكالسيوم

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.

١) الحديد الناتج من الفرن العالي يحتوي على ٩٥% حديد و ٤% كربون والباقي بعض الشوائب مثل السليكون، المنجنيز، الفوسفور، والكبريت.
٢) الخبث الناتج من الفرن العالي يستخدم في صناعة الإسمنت ورصف الطرق .

(١) الخواص الفيزيائية للحديد:

١- الحديد النقي في حالته الصلبة فلز فضي اللون مائل للسواد.
٢- قابل للطرق والسحب.
٣- موصل جيد للحرارة والكهرباء.
٤- كثافته عند ٢٠° م تساوي ٧.٨٤٤ جم/سم^3 ودرجة انصهاره ١٥٣٥م° وغليانه ٢٧٥٠م°.
٥- عند إنصهاره يزداد حجمه بمقدار ٤.٤ %

(٢) الخواص الكيميائية للحديد:

١) 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

$$4Fe + 2H_2O + 3O_2 \longrightarrow 2(Fe_2O_3 . H_2O)$$ صدأ الحديد

جـ)الهواء الساخن :

يتأكسد الحديد إذا سخن في الهواء مكوناً أكسيد الحديد المغناطيسي.

$$Fe_3O_4 \xrightarrow{\Delta} 3Fe + 2O_2$$

٢) تأثير اللافلزات:

أ) مع الكبريت (عامل مختزل):

يتحد الكبريت مع الحديد بالتسخين مكوناً كبريتيد الحديد (II) FeS

$$\xrightarrow{\Delta} Fe + S$$

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. $2FeCl_3 \xrightarrow{\Delta} 2Fe + 3Cl_2$

٣) تأثير الماء على الحديد:

نظرا 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 ؟

مثـــال :

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

$$3Fe + 4H_2O \xrightarrow{\text{حرارة}} Fe_3O_4 + 4H_2 \uparrow$$

٤) 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).

$$Fe + 2HCl \xrightarrow{\text{مخفف أو مركز}} FeCl_2 + H_2 \uparrow$$

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)

$$Fe + H_2SO_2\ (dill) \longrightarrow FeSO_4 + H_2 \uparrow$$

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)

$$3Fe + 8H_2SO_4\ (\text{مركز}) \xrightarrow{\Delta} FeSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 4SO_2 + 8H_2$$

التفسيـــر :

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.

أمـلاح الحـديـد

أمـلاح الحـديـد ***II***	أمـلاح الحـديـد ***III***
وهي تتميز بالآتي: ١- حالة تأكسد الحديد فيها +٢. ٢- أقل ثباتاً. ٣- التوزيع الإلكتروني لأيون الحديد Fe^{+2} هو: $[_{18}Ar]\ 3d^6\ 4S^0$ أمثلة : * كبريتيد الحديد (***II***) ***FeS***. * كبريتات الحديد (***II***) $FeSO_4$. * كلوريد الحديد (***II***) $FeCl_2$	**وهي تتميز بالآتي:** ١) حالة تأكسد الحديد فيها +٣. ٢) أكثر ثباتاً لأن المستوى الفرعي ***3d*** في حالة نصف امتلاء. ٣) التوزيع الإلكتروني لأيون الحديد Fe^{+3} هو: $[_{18}Ar]\ 3d^5\ 4S^0$ أمثلة : * كلوريد الحديد (***III***) $FeCl_3$ * كبريتات الحديد ***III*** $Fe_2(SO4)_3$

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***)
محلول ملح الحديد + محلـــول هيدروكسيد الصوديوم أو الأمونيوم	يتكـون راسـب أخضـر باهـت مـن هيدروكسيد الحديد (***II***) $FeCl_{2aq} + 2NaOH_{aq} \rightarrow$ $Fe(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$ راسب أخضر باهت	يتكـون راسـب بنـي محمـر مـن هيدروكسيد الحديد (***III***) $FeCl_{3aq} + 3NaOH_{aq} \rightarrow$ $Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$ راسب بني محمر
محلول ملح الحديد + محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم	لا يتكون راسب أزرق قاتم	يتكون راسب أزرق قاتم من حديدو سيانيد الحديد ***III*** $4FeCl_{3aq}+3K_4[Fe(CN)_6]$ $\rightarrow 12KCl+Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$
محلول ملح الحديد +	يتكون راسب أزرق قاتم من حديدي	لا يتكون راسب أزرق قاتم

محلول حديدي سيانيد البوتاسيوم	سيانيد الحديد (II) : $3FeCl_{2aq}+2K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow 6KCl+Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$	
محلول ملح الحديد + ثيوسيانات البوتاسيوم	لا يتكون راسب أو لون	يتكون لون أحمر دموي من ثيوسيانات الحديد (III): $FeCl_3aq + 3KCNS \rightarrow 3KCl+ Fe(CNS)_3$

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

س١/ حدِّد موقع العناصر الانتقالية في الجدول الدوري.

ج١/ 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* .

س٢/ ما الفروق الرئيسية بين الفلزات العادية والفلزات الانتقالية؟

ج٢/:

الفلزات العادية	الفلزات الانتقالية
▪عناصر أساسية مجموعاتها تأخذ الحرف(A). ▪جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستوى الأخير. ▪لها أعداد تأكسد محدودة. ▪أكاسيدها لها خواص قاعدية واضحة مثل: عناصر فلزات الأقلاء والأقلاء الأرضية. ▪تنشأ نتيجة الملئ التدريجي للأغلفة S أو P.	▪عناصر انتقالية مجموعاتها تأخذ الحرف(B). ▪جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ما عدا المستويين أو الثلاث المستويات الرئيسية الأخيرة. ▪لها أعداد تأكسد متعددة. ▪لأكاسيدها خواص قاعدية غير واضحة لأنها تعتمد على أعداد تأكسدها. ▪تنشأ نتيجة الملئ التدريجي للأغلفة الفرعية d أو f.

س٣/ ما المقصود بالعنصر الانتقالي؟

ج٣/ **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).

س٤/ ما الخواص العامة للعناصر الانتقالية؟ ارسم جدولاً من تصميمك محدِّداً فيه هذه الخواص.

ج٤/ **الخواص العامة للعناصر الانتقالية:**

١) عناصرها يتم فيها امتلاء المستوى الفرعي *d* أو *f* تدريجياً بزيادة إلكترون كلما زاد العدد الذري.
٢) جميعها يتمتع بخواص فلزية (لها بريق معدني / موصلة جيدة للحرارة والكهرباء / معظمها قابلة للسحب والطرق / درجة انصهارها وغليانها عالية).
٣) جميع مستوياتها الرئيسية مكتملة ماعدا المستويين الأخيرين كما في عناصر الفئة (*d*) أو الثلاثة الأخيرة كما في عناصر الفئة (*f*).
٤) تمتلك أعداد تأكسد متعددة كما في حالات تأكسد المنجنيز.
٥) أكاسيد فلزات عناصر الانتقال لها تأثير قاعدي يختلف عن أكاسيد الفلزات العادية.

س٥/ بـيِّن عـلام يعتمـد تصـنيف عناصـر الفئـة (d) إلـى السلسـلات الأولـى والثانية والثالثة.

ج٥/ يعتمد تصنيف عناصر الفئة (d) إلى السلاسل الأولى والثانية والثالثة على التوزيع الإلكتروني في المستوى الفرعي (d) فمثلاً:

***السلسلة الأولى:** تعتمد على نتيجة الملء التدريجي للمستوى الفرعي **3d**.

***السلسلة الثانية:** تعتمد على نتيجة الملء التدريجي للمستوى الفرعي **4d**.

***السلسلة الثالثة:** تعتمد على نتيجة الملء التدريجي للمستوى الفرعي **5d**.

س٦/ لماذا تُعد عناصر الفئة (f) من العناصر الانتقالية الداخلية؟

ج٦/ 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.

س٧/ لأكاسيد الحديد أسماء ورموز كيميائية مختلفة. ما أسماء هذه الخامات وما رموزها الكيميائية؟

ج٧/

اسم الخام	الرمز الكيميائي	الاسم الكيميائي
الهيماتيت	Fe_2O_3	**أكسيد الحديد (III) اللامائي**
المجناتيت	Fe_3O_4	**أكسيد الحديد المغناطيسي**
الليمونيت	$Fe_2O_3.nH_2O$	**أكسيد الحديد (III) المائي**

س٨/ وضح بالرسم كيف تتم عملية اختزال خام الحديد في الفرن العالي (اللافح) مدعماً إجابتك بالمعادلات الكيميائية.

ج٨/ راجع رسم الفرن العالي صـــ١٦.

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:

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

$$3Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{\Delta} 2Fe_3O_4 + CO_2$$

أكسيد الحديد المغناطيسي

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

$$Fe_3O_4 + CO \xrightarrow{\Delta} 3Fe_3O + CO_2$$

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

$$FeO + CO \xrightarrow{\Delta} Fe + CO_2$$

س٩/ أين يقع عنصر الحديد من بين العناصر الانتقالية الأخرى في الجدول الدوري؟

ج٩/ **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).

س١٠/ كيف يمكن الكشف عن أملاح الحديد في المعمل؟

ج١٠/ **يمكن الكشف عن أملاح الحديد:** بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم أو الأمونيوم أو محلول حديدوسياتيد البوتاسيوم أو محلول حديدي سياتيد البوتاسيوم أو ثيوسيانات البوتاسيوم ويوضح ذلك الجدول الآتي:

التجربة	المشاهدة مع Fe^{+2}(الحديد II)	المشاهدة مع Fe^{+3}(الحديد III)
محلول ملح الحديد + محلـــول هيدروكسيد الصوديوم أو الأمونيوم	يتكـون راسـب أخضـر باهـت مـن هيدروكسيد الحديد (II) $FeCl_{2aq} + 2NaOH_{aq} \rightarrow$ $Fe(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$ راسب أخضر باهت	يتكـــون راســب بنـــي محمـــر مـــن هيدروكسيد الحديد (III) $FeCl_{3aq} + 3NaOH_{aq} \rightarrow$ $Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$ راسب بني محمر
محلول ملح الحديد + محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم	لا يتكون راسب أزرق قاتم	يتكون راسب أزرق قاتم من حديدو سيانيد الحديد III $4FeCl_{3aq}+3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow 12KCl+Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$
محلول ملح الحديد + محلول حديدي سيانيد البوتاسيوم	يتكون راسب أزرق قاتم من حديدي سيانيد الحديد (II) : $3FeCl_{2aq}+2K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow 6KCl+Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$	لا يتكون راسب أزرق قاتم
محلول ملح الحديد + ثيوسيانات البوتاسيوم	لا يتكون راسب أو لون	يتكون لون أحمر دموي من ثيوسيانات الحديد (III): $FeCl_3aq + 3KCNS \rightarrow 3KCl+ Fe(CNS)_3$

س١١/ علل لما يأتي تعليلاً علمياً :

أ) لا يتأثر الحديد بحمض الكبريتيك وحمض النيتريك المركزين:

ب) يعتبر الحديد من المواد المختزلة.

جـ) يضاف الحجر الجيري إلى المزيج المسمى بالشحنة عند استخلاص الحديد من خاماته.

د) الحديد من أكثر الفلزات الانتقالية استخداماً.

هـ) توضع سلسلتي اللانثانيدات والأكتنيدات أسفل الجدول.

ج١١/ (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 إلكتروني المستوى الفرعي $4S$ والكترون من المستوى الفرعي $3d$ أثناء تفاعله.

(جـ) 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:**

١- وفرة وجوده في القشرة الأرضية. ٢ - سهولة استخلاصه من خاماته.

٣ - يمكن تشكيله إلى أنواع مختلفة من الحديد والسبائك.

(هـ) ويرجع ذلك لاختلاف خواصهما عن خواص العناصر الإنتقالية الرئيسية كذلك لنحافظ على شكل الجدول بحيث لا يكون الجدول طويلاً جداً.

س١/ ما هو دور كل من: (فحم الكوك / الحجر الجيري) في استخلاص الحديد من خاماته بواسطة الفرن العالي؟

ج١/ *** دور الفحم الكوك:**

١) يتأكسد إلى CO_2 ويرفع من درجة حرارة الفرن من ٨٠٠م° إلى ١٩٠٠م° .

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + heat$$

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

$$CO_2 + C \xrightarrow{\Delta} 2CO$$

*** 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.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$$

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

$$CaO + SiO_2 \xrightarrow{\Delta} CaSiO_3$$
$$3CaO + P_2O_5 \xrightarrow{\Delta} Ca_3(pO_4)_2$$
$$CaO + Al_2O_3 \xrightarrow{\Delta} Ca(AlO_2)_2$$

س٢/ وضح بالمعادلات فقط ما هو دور أول أكسيد الكربون في اختزال أكسيد الحديد (II) إلى الحديد.

ج٢/

$$2\ Fe_3O_4 + CO_2 \xrightarrow{\Delta} 3\ Fe_2O_3 + CO$$
$$Fe_3O_4 + CO \xrightarrow{\Delta} 3FeO + CO_2$$
$$FeO + CO \xrightarrow{\Delta} Fe + CO_2$$

س٣/ ما أثر كل من [الهواء الجوي / الماء / الأحماض المخففة (H_2SO_4 ، HCl)] على الحديد؟

ج٣/ *** تأثير الهواء الجوي:**

أ) الجاف: لا يؤثر.

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

$$2Fe + \tfrac{3}{2}O_2 + nH_2O \xrightarrow{\text{هواء رطب}} Fe_2O_3 \cdot nH_2O$$

جـ) يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الإحمرار مع أكسجين الهواء الجوي مكوناً أكسيد الحديد المغناطيسي.

$$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4$$

***تأثير المـاء:**

أ) الماء الخالي من الهواء لا يؤثر.

ب) الماء العادي يغطيه بطبقة من صدأ الحديد.

جـ) بخار الماء: عند إمرار بخار الماء على الحديد الساخن يتأكسد ويعطي أكسيد الحديد المغناطيسي.

$$3Fe + 4H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4 + 4H_2\uparrow$$

*** تأثير الأحماض المخففة:**

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

$$Fe + 2HCl \xrightarrow{\Delta} FeCl_2 + H_2\uparrow$$

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

$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$$

س٤/ لديك ملحان من أملاح الحديد هما كلوريد الحديد (*II*) وكلوريد الحديد (*III*) كيف يمكنك التمييز بينهما بتجربة واحدة؟

ج٤/ 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*). (يتكون)
- محلول ملح كلوريد الحديد (*III*) + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← راسب بني محمر من هيدروكسيد الحديد (*III*). (يتكون)

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

س٥/ علل لما يأتي :

١) يسهل أكسدة أيون Fe^{++} إلى أيون Fe^{+++} .

٢) شذوذ التركيب الإلكتروني للكروم والنحاس.

٣) عناصر المجموعة IIB [Zn ، Cd ، Hg] عناصر غير انتقالية.

٤) تعدد حالات التأكسد للعناصر الانتقالية .

الإجابة :

١) 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} ($3d^6$).

٢) 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:

$$\underset{24}{Cr} \quad \underset{18}{Ar} \quad 3d^5\ 4S^1$$

$$\underset{29}{Cu} \quad \underset{18}{Ar} \quad 3d^{10}\ 4S^1$$

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

٤) يرجع ذلك لفقدها لأكثر من إلكترون من المستوى الفرعي (S) ثم المستوى الفرعي (d) .