

1

الباب
الأول

العناصر الانتقالية



عناصر الفئة (s)

1	H	المجموعة (IA)	الهيدروجين
2	Be	المجموعة (IIA)	البريليوم
3	Li	المجموعة (IA)	الليثيوم
4	Ca	المجموعة (IIA)	الكالسيوم

3

Li

العدد الذري

رمز العنصر

اسم العنصر

ليثيوم

عناصر الفئة (d)

5	Sc	المجموعة (IIIB)	سكانديوم
6	Ti	المجموعة (IVB)	تيتانيوم
7	V	المجموعة (VB)	فاناديوم
8	Cr	المجموعة (VIB)	كروم
9	Mn	المجموعة (VIIB)	منغنيز
10	Fe	المجموعة (VIII)	حديد
11	Co	المجموعة (VIII)	كوبالت
12	Ni	المجموعة (VIII)	نيكيل
13	Cu	المجموعة (IB)	نحاس
14	Zn	المجموعة (IIB)	زنك
15	Ga	المجموعة (IIIB)	جالنيوم
16	Ge	المجموعة (IVB)	جرمانيوم
17	As	المجموعة (VB)	أرسنيك
18	Se	المجموعة (VIB)	سيلينيوم
19	Br	المجموعة (VIIB)	بروم
20	Kr	المجموعة (VIIIB)	كربون
21	Rb	المجموعة (IA)	روبيديوم
22	Sr	المجموعة (IIA)	سترونشيوم
23	Y	المجموعة (IIIB)	يتريوم
24	Zr	المجموعة (IVB)	زركونيوم
25	Nb	المجموعة (VB)	نيوبيوم
26	Mo	المجموعة (VIB)	موليبدنوم
27	Tc	المجموعة (VIIB)	تكنيشيوم
28	Ru	المجموعة (VIII)	روثينيوم
29	Rh	المجموعة (VIII)	روديوم
30	Pd	المجموعة (VIII)	بالاديوم
31	Ag	المجموعة (IB)	فضة
32	Cd	المجموعة (IIB)	كاديوم
33	In	المجموعة (IIIB)	إنديوم
34	Sn	المجموعة (IVB)	قصدير
35	Sb	المجموعة (VB)	أنتيمون
36	Te	المجموعة (VIB)	تيلوريوم
37	I	المجموعة (VIIB)	يود
38	Xe	المجموعة (VIIIB)	زينون
39	La	المجموعة (IIIB)	لانثانوم
40	Ce	المجموعة (IVB)	سيريوم
41	Pr	المجموعة (VB)	بروميثيوم
42	Nd	المجموعة (VIB)	نيوديميوم
43	Pm	المجموعة (VIIB)	بروميثيوم
44	Sm	المجموعة (VIII)	سamarium
45	Eu	المجموعة (VIII)	يورانيوم
46	Gd	المجموعة (VIII)	جادولينيوم
47	Tb	المجموعة (VIII)	تيربيوم
48	Dy	المجموعة (VIII)	ديسبرونيوم
49	Ho	المجموعة (VIII)	هولميوم
50	Er	المجموعة (VIII)	إربيوم
51	Tm	المجموعة (VIII)	تولميوم
52	Yb	المجموعة (VIII)	يوروبيوم
53	Lu	المجموعة (VIII)	لوتشيوم
54	Fr	المجموعة (IA)	فرانسيوم
55	Ra	المجموعة (IIA)	راديو
56	Ac	المجموعة (IIIB)	أكتينيوم
57	Th	المجموعة (IVB)	ثوريوم
58	Pa	المجموعة (VB)	بروتكتينيوم
59	U	المجموعة (VIB)	يورانيوم
60	Np	المجموعة (VIIB)	نبتونيوم
61	Pu	المجموعة (VIII)	بلوتونيوم
62	Am	المجموعة (VIII)	أميريكيوم
63	Cm	المجموعة (VIII)	كوريوم
64	Bk	المجموعة (VIII)	بركليوم
65	Cf	المجموعة (VIII)	كاليفورنيوم
66	Es	المجموعة (VIII)	إيشينيوم
67	Fm	المجموعة (VIII)	فيرميوم
68	Md	المجموعة (VIII)	مנדليفيوم
69	No	المجموعة (VIII)	نوبليوم
70	Lr	المجموعة (VIII)	لواريثميوم

عناصر الفئة (p)

13	B	المجموعة (IIIA)	بورون
14	C	المجموعة (IVA)	كربون
15	N	المجموعة (VA)	نيتروجين
16	O	المجموعة (VIA)	أكسجين
17	F	المجموعة (VIIA)	فلور
18	Ne	المجموعة (VIIIA)	نيون
19	He	المجموعة (0)	هيليوم

عناصر الفئة (f)

58	Ce	المجموعة (IIIB)	سيريوم
59	Pr	المجموعة (IVB)	بروميثيوم
60	Nd	المجموعة (VB)	نيوديميوم
61	Pm	المجموعة (VIB)	بروميثيوم
62	Sm	المجموعة (VIIB)	سamarium
63	Eu	المجموعة (VIII)	يورانيوم
64	Gd	المجموعة (VIII)	جادولينيوم
65	Tb	المجموعة (VIII)	تيربيوم
66	Dy	المجموعة (VIII)	ديسبرونيوم
67	Ho	المجموعة (VIII)	هولميوم
68	Er	المجموعة (VIII)	إربيوم
69	Tm	المجموعة (VIII)	تولميوم
70	Yb	المجموعة (VIII)	يوروبيوم
71	Lu	المجموعة (VIII)	لوتشيوم
72	Hf	المجموعة (IVB)	هافنيوم
73	Ta	المجموعة (VB)	تانتالوم
74	W	المجموعة (VIB)	ولفرينيوم
75	Re	المجموعة (VIIB)	ريناديوم
76	Os	المجموعة (VIII)	أوزونيوم
77	Ir	المجموعة (VIII)	إيريديوم
78	Pt	المجموعة (VIII)	بلاتينيوم
79	Au	المجموعة (IB)	ذهب
80	Hg	المجموعة (IIB)	زئبق
81	Tl	المجموعة (IIIB)	ثاليوم
82	Pb	المجموعة (IVB)	رصاص
83	Bi	المجموعة (VB)	بزموت
84	Po	المجموعة (VIB)	بولونيوم
85	At	المجموعة (VIIB)	أستاتين
86	Rn	المجموعة (VIIIB)	رادون
87	Fr	المجموعة (IA)	فرانسيوم
88	Ra	المجموعة (IIA)	راديو
89	Ac	المجموعة (IIIB)	أكتينيوم
90	Th	المجموعة (IVB)	ثوريوم
91	Pa	المجموعة (VB)	بروتكتينيوم
92	U	المجموعة (VIB)	يورانيوم
93	Np	المجموعة (VIIB)	نبتونيوم
94	Pu	المجموعة (VIII)	بلوتونيوم
95	Am	المجموعة (VIII)	أميريكيوم
96	Cm	المجموعة (VIII)	كوريوم
97	Bk	المجموعة (VIII)	بركليوم
98	Cf	المجموعة (VIII)	كاليفورنيوم
99	Es	المجموعة (VIII)	إيشينيوم
100	Fm	المجموعة (VIII)	فيرميوم
101	Md	المجموعة (VIII)	مندليفيوم
102	No	المجموعة (VIII)	نوبليوم
103	Lr	المجموعة (VIII)	لواريثميوم

1

العناصر
الانتقالية
Chapter One

درسنا سابقا عناصر الفئتين P , S التي تقعا علي جانبي الجدول الدوري.

العناصر الإنتقالية تحتل المنطقة الوسطي من الجدول بين عناصر P , S وتشمل هذه المنطقة علي أكثر من 60 أى أكثر من نصف عدد العناصر المعروفة وتنقسم إلي :

2 عناصر إنتقالية داخلية

1 عناصر إنتقالية رئيسية

العناصر إنتقالية الرئيسية

1 يتتابع فيها إمتلاء المستوي الفرعي d إلى 10 إلكترونات فهي تتكون من 10 أعمدة رئيسية (مقسمة الى ثماني مجموعات).

2 التركيب الإلكتروني لعناصر العمود الاول $d^1 (n-1)$, ns^2

مثال : السكندريوم $Sc_{21} : (Ar) , 4s^2 , 3d^1$

3 التركيب الإلكتروني لعناصر العمود الأخير $d^{10} (n-1)$, ns^2

مثال : الخارصين $Zn_{30} : (Ar) , 4s^2 , 3d^{10}$

علل ؟

عناصر الفئة d ثمانية مجموعات بالرغم من إنها تشكل 10 صفوف ؟

✓ لأن المجموعة الثامنة تتكون من ثلاثة صفوف رأسية.

علل ؟

تختلف المجموعة الثامنة عن باقي المجموعات ؟

✓ لأنها تضم ثلاثة أعمدة رأسية.

✓ لأن التشابه بين عناصرها أفقياً أكثر من التشابه رأسياً.

تقسم العناصر الإنتقالية لأربع سلاسل :-

السلسلة
الإنتقالية الرابعة

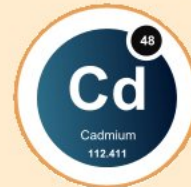
♦ يتتابع فيها امتلاء المستوي الفرعي 6d ، تقع في الدورة السابعة وتشمل 10 عناصر.

السلسلة
الإنتقالية الثالثة

♦ يتتابع فيها امتلاء المستوي الفرعي 5d ، تقع في الدورة السادسة وتبدأ بعنصر اللانثيوم $_{57}\text{La}$ ، وتنتهي بعنصر الزئبق $_{80}\text{Hg}$ ، وتشمل 10 عناصر.

السلسلة
الإنتقالية الثانية

♦ يتتابع فيها امتلاء المستوي الفرعي 4d ، تقع في الدورة الخامسة وتبدأ بعنصر اليوتريوم $_{39}\text{Y}$ ، وتنتهي بعنصر الكاديوم $_{48}\text{Cd}$ ، وتشمل 10 عناصر.

السلسلة
الإنتقالية الأولى

♦ يتتابع فيها امتلاء المستوي الفرعي 3d ، تقع في الدورة الرابعة وتبدأ بعنصر السكندريوم $_{21}\text{Sc}$ ، وتنتهي بعنصر الخارصين $_{30}\text{Zn}$ ، وتشمل 10 عناصر.



السلسلة الإنتقالية الأولى

المجموعة	3 B	4 B	5 B	6 B	7 B	8			1 B	2 B
رمز العنصر	$_{21}\text{Sc}$	$_{22}\text{Ti}$	$_{23}\text{V}$	$_{24}\text{Cr}$	$_{25}\text{Mn}$	$_{26}\text{Fe}$	$_{27}\text{Co}$	$_{28}\text{Ni}$	$_{29}\text{Cu}$	$_{30}\text{Zn}$
اسم العنصر	سكندريوم	تيتانيوم	فاناديوم	كروم	منجنيز	حديد	كوبلت	نيكل	نحاس	خارصين

السلسلة الانتقالية الثانية

- يتتبع فيها امتلاء المستوى الفرعي (4d) بالإلكترونات

التوزيع الإلكتروني : $[Kr] 3d^5 4s^2$

تقع في الدورة الخامسة

تبدأ بعنصر اليوروبيوم (^{139}Y) وتنتهي بعنصر الكاديوم (^{48}Cd)

السلسلة الانتقالية الثالثة

- يتتبع فيها امتلاء المستوى الفرعي (5d) بالإلكترونات

التوزيع الإلكتروني : $[Xe] 4f^5 5d^2$

تقع في الدورة السادسة

تبدأ بعنصر اللانثانيوم (^{57}La) ، وتنتهي بعنصر الزئبق (^{80}Hg)

السلسلة الانتقالية الرابعة

يتتبع فيها امتلاء المستوى الفرعي (6d) بالإلكترونات

تقع في الدورة السابعة

السلسلة الانتقالية الأولى

السلسلة الانتقالية الأولى : سلسلة العناصر التي يتتبع فيها امتلاء المستوى الفرعي 3 d
تشتمل على 10 عناصر وتمثل 7% من وزن القشرة الأرضية وأعلى نسبة لعنصر الحديد 5.1% هي :

الرمز	^{21}Sc	^{22}Ti	^{23}V	^{24}Cr	^{25}Mn	^{26}Fe	^{27}Co	^{28}Ni	^{29}Cu	^{30}Zn
الوزن %	0.0026	0.66	0.02	0.014	0.11	5.1	0.003	0.0089	0.0068	0.0078

الأهمية الاقتصادية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

عنصر السكنديويم (^{21}Sc)

خصائصه

يوجد بكميات صغيرة جداً موزعة على نطاق واسع من القشرة الأرضية

استخداماته

1 في صناعة طائرات الميج المقاتلة : لأنه عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الألومنيوم

تتكون سبيكة تتميز بخفتها وشدة صلابتها

2 يضاف إلى مصابيح أبخرة الزئبق المستخدمة في التصوير التلفزيوني أثناء الليل :

لإنتاج ضوء عالي الكفاءة يشبه ضوء الشمس



طائرات الميج المقاتلة

عنصر التيتانيوم (^{22}Ti)

٢

خصائصه

- ١ - عنصر شديد الصلابة مثل الصلب وأقل منه كثافة
- ٢ - يحافظ على متانته في درجات الحرارة المرتفعة

استخداماته

١ تستخدم سبائك التيتانيوم مع الألومنيوم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية :

لأنه يحافظ على متانته في درجات الحرارة المرتفعة في الوقت الذي

تخفّض فيه متانة الألومنيوم عند استخدامه بمفرده

٢ يستخدم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية :

لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أي نوع من التسمم

أهم مركباته

ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 :

يدخل في تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس ، لأن دقائقه النانوية تمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية للجلد

عنصر الفاناديوم (^{23}V)

٣

خصائصه

يستخدم في صناعة زبركات السيارات ، لأن عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الصلب ، تكون سبيكة تتميز بقساوتها العالية وقدرتها الكبيرة على مقاومة التآكل

أهم مركباته

خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5 : يستخدم كـ

- عامل حفاز في صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل
- صبغة في صناعة الزجاج والسيراميك
- عامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس
- عامل حفاز في تحضير حمض البنزويك

عنصر الكروم (^{24}Cr)

٤

خصائصه

عنصر شديد النشاط

بالرغم من أنه على درجة عالية من النشاط الكيميائي إلا أنه يقاوم فعل العوامل الجوية (عوامل الصدأ والتآكل) :

بسبب تكون طبقة غير مسامية من الأكسيد على سطحه حجم جزيئاتها أكبر من حجم ذرات الكروم تمنع استمرار التفاعل ، ويسمى ذلك باسم ظاهرة الخمول



استخداماته

يستخدم الكروم في طلاء المعادن ودباغة الجلود

أهم مركباته

أكسيد الكروم (III) Cr_2O_3 : يستخدم في عمل الأصباغ

ثاني كرومات البوتاسيوم $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: تستخدم كمادة مؤكسدة



ثاني كرومات البوتاسيوم



أكسيد الكروم

عنصر المنجنيز (25Mn)

٥

خصائصه

في حالته النقية يكون شديد الهشاشة لذلك يستخدم دائماً في صورة سبائك أو مركبات

استخداماته



١ تستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز في صناعة خطوط السكك الحديدية (لأنها أصعب من

الصلب)



٢ تستخدم سبائك الألومنيوم مع المنجنيز في صناعة عبوات المشروبات الغازية (لمقاومتها للتآكل)

أهم مركباته

١ ثاني أكسيد المنجنيز (MnO_2) : عامل مؤكسد قوي ، يدخل في صناعة العمود الجاف

٢ برمنجنات البوتاسيوم (KMnO_4) : مادة مؤكسدة ومطهرة

٣ كبريتات المنجنيز II (MnSO_4) : تستخدم كمبيد للفطريات

عنصر الحديد (26Fe)

٦

استخداماته

١ يستخدم الحديد في صناعة :

- الخرسانات المسلحة
- أبراج الكهرباء
- السكاكين
- مواسير البنادق والمدافع
- الأدوات الجراحية

٢ يستخدم كعامل حفاز في :

• صناعة غاز النشادر بطريقة (هابر - بوش)

• تحويل الغاز المائي إلى وقود سائل بطريقة (فيشر - ترويش)

ملحوظة : الغاز المائي هو خليط من غاز أول أكسيد الكربون والهيدروجين (



عنصر النيكل (^{28}Ni)

V

خصائصه

يتشابه الكوبلت مع الحديد في الخواص المغناطيسية لأن كلاهما قابل للمغنط

استخداماته

يستخدم الكوبلت في صناعة :

- المغناطيسات الدائمة
- البطاريات الجافة في السيارات الحديثة

أهم نظائره

له ١٢ نظير مشع أهمها الكوبلت 60 الذي تمتاز أشعة جاما الصادرة منه بقدرة عالية على النفاذ ،

لذلك يستخدم في :

- عمليات حفظ المواد الغذائية
- التأكد من جودة المنتجات (للكشف عن مواضع الشقوق ولحام الوصلات)
- الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها

عنصر النيكل (^{28}Ni)

A

خصائصه

- له مظهر لامع
- تتميز سبائك النيكل مع الصلب بالصلابة ومقاومة الصدأ ومقاومة الأحماض (لذلك تصنع منه أوعية لحفظ الأحماض القوية مثل فلوريد الهيدروجين السائل)

استخداماته

- يستخدم النيكل في صناعة بطاريات النيكل - كادميوم القابلة لإعادة الشحن
- يستخدم النيكل طلاء بعض المعادن ليحميها من الأكسدة والتآكل ويعطيها شكلاً أفضل
- يستخدم النيكل المجزأ كعامل حفاز في عمليات هدرجة الزيوت
- تستخدم سبائك النيكل والكروم في صناعة ملفات التسخين والأفران الكهربائية ، لأنها تقاوم التآكل حتى وهي مسخنة لدرجة الاحمرار (



عنصر النحاس (^{29}Cu)

٩

خصائصه

- يعتبر - تاريخياً - أول فلز عرفه الإنسان
- تعرف سبيكة النحاس مع القصدير باسم البرونز ،
- وهي أعلى توصيل كهربى من النحاس

استخداماته

- ١- يستخدم النحاس فى صناعة الكابلات الكهربائية لأنه موصل جيد للكهرباء
- ٢- يستخدم النحاس فى صناعة سبائك العملات المعدنية

أهم مركباته

١- كبريتات النحاس II (CuSO_4) :

تستخدم كمبيد حشري وكمبيد للفطريات فى عمليات تنقية مياه الشرب

٢- محلول فهلنج (من مركبات النحاس) :

يستخدم فى الكشف عن سكر الجلوكوز حيث يتحول لون المحلول من اللون الأزرق إلى اللون البرتقالى بواسطة سكر الجلوكوز

عنصر الزنك (^{30}Zn)

١٠

استخداماته

تتركز معظم استخدامات الزنك فى جلفنة باقى الفلزات لحمايتها من الصدأ

الجلفنة :

تغطية أسطح الفلزات بطبقة من الزنك لحمايتها

أهم مركباته

أكسيد الزنك ZnO :

يستخدم فى صناعة :

- الدهانات
- المطاط
- مستحضرات التجميل

كبريتيد الزنك ZnS :

يستخدم فى صناعة :

- الطلائع المضيئة
- شاشات الأشعة السينية



أمثلة

(١) العنصر الانتقالي الذي يستخدم في عملية هدرجة الزيوت يكون التركيب الإلكتروني لأيونه M^{3+} هو
 (أ) $[18Ar] 3d^7$ (ب) $[18Ar] 3d^8$ (ج) $[18Ar] 4s^2, 3d^7$ (د) $[18Ar] 4s^2, 3d^8$
الفكرة :

العنصر الذي يستخدم في هدرجة الزيوت هو النيكل حيث يستخدم النيكل المجزأ كعامل حفاز
 $Ni^{+3} : [Ar_{18}], 3d^7$ ويكون $Ni_{28} : [Ar_{18}]4s^2, 3d^8$
الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٢) فلز انتقالي عاكس جيد للأشعة تحت الحمراء ومقاوم للتآكل وغير سام ، لذا يرتبط بالعظام جيداً ، ما اسم هذا الفلز ؟
 (أ) النيكل (ب) الكوبلت (ج) الكروم (د) التيتانيوم
الفكرة :

فلز التيتانيوم يستخدم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية ، لأنه صلب والجسم لا يلفظه ولا يسبب أي نوع من التسمم.
الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٣) محلول الملح (X) بنفسجي اللون ويستخدم كعامل مؤكسد في معظم تفاعلات المعايرة بالأكسدة والاختزال ،
 فيما يستخدم محلول الملح (X) ؟

(أ) مادة مطهرة (ب) صناعة مستحضرات التجميل (ج) عامل حفاز (د) دباغة الجلود
الفكرة :

محلول برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ بنفسجي اللون يستخدم كعامل مؤكسد وكمادة مطهرة.
الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٤) يدخل العنصر الانتقالي (M) في تصنيع السبائك المغناطيسية ، كما يدخل بشكل أساسي في مكونات بطارية أيون الليثيوم ما
 اسم العنصر (M)

(أ) الحديد (ب) والمنجنيز (ج) الكوبلت (د) الكروم
الفكرة :

يستخدم عنصر الكوبلت في صناعة المغناطيسات والبطاريات الجافة في السيارات الحديثة.
الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

التوزيع الإلكتروني وحالات التأكسد

العنصر	3 d التركيب الإلكتروني	حالات التأكسد والشائع منها
$_{21}\text{Sc}$	$[\text{Ar}] : 4s^2, 3d^1$ ↑	3
$_{22}\text{Ti}$	$[\text{Ar}] : 4s^2, 3d^2$ ↑ ↑	4, 3, 2
$_{23}\text{V}$	$[\text{Ar}] : 4s^2, 3d^3$ ↑ ↑ ↑	5, 4, 3, 2
$_{24}\text{Cr}$	$[\text{Ar}] : 4s^1, 3d^5$ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	6, 3, 2
$_{25}\text{Mn}$	$[\text{Ar}] : 4s^2, 3d^5$ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	7, 6, 4, 3, 2
$_{26}\text{Fe}$	$[\text{Ar}] : 4s^2, 3d^6$ ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑	3, 2
$_{27}\text{Co}$	$[\text{Ar}] : 4s^2, 3d^7$ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑	4, 3, 2
$_{28}\text{Ni}$	$[\text{Ar}] : 4s^2, 3d^8$ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑	4, 3, 2
$_{29}\text{Cu}$	$[\text{Ar}] : 4s^1, 3d^9$ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	2, 1
$_{30}\text{Zn}$	$[\text{Ar}] : 4s^2, 3d^{10}$ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	2

- تقع عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى في الدورة الرابعة بعد عنصر الكالسيوم
- بعد ذلك يبدأ امتلاء الأوربتالات الخمسة للمستوي الفرعي 3d بالكترون مفرد بالتتابع حتي ذرة $_{25}\text{Mn} \leftarrow (3d^5)$
- ثم يتوالي بعد ذلك إزدواج الكترونيين في كل اوبتال $_{30}\text{Zn} \leftarrow (3d^{10})$

علل؟



يشذ التركيب الإلكتروني للكروم عن باقي عناصر السلسلة ؟

بسبب انتقال الكترون من 4s إلي 3d فهذا يجعل المستوي الفرعي 3d نصف ممتلئ فتكون الذرة أكثر استقراراً وأقل طاقة. ✓

علل؟



يشذ التركيب الإلكتروني للنحاس عن باقي عناصر السلسلة ؟

بسبب انتقال الكترون من 4s إلي 3d فهذا يجعل المستوي الفرعي 3d ممتلئ فتكون الذرة أكثر استقراراً وأقل طاقة. ✓

ملحوظة : الإمتلاء الكلي أو النصف للمستوي ليس هو العامل الوحيد لثبات التركيب الكيميائي للعنصر.

علل؟

يسهل أكسدة أيون الحديد II إلى أيون الحديد III ؟

✓ أيون الحديد III أكثر استقرارا لأن المستوي الفرعي 3d نصف ممتلئ فتكون الذرة أكثر استقرارا .



علل؟

يصعب اختزال أيون المنجنيز II إلى أيون المنجنيز III

✓ أيون المنجنيز II أكثر استقرارا لأن المستوي الفرعي 3d نصف ممتلئ فتكون الذرة أكثر استقرارا .



علل؟

تتميز العناصر الإنتقالية بتعدد حالات الأكسدة ؟

✓ لأن الإلكترونات المفقودة تخرج أولا من المستوي الفرعي 4s ثم المستوي الفرعي 3d

- ♦ تعطي جميع عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى حالة تأكسد (2+) وذلك بفقد الكتروني 4s ما عدا السكندريوم يعطي حالة تأكسد ؟ (3+) لأن في هذه الحالة يكون المستوي 3d فارغا فتكون الذرة أكثر استقراراً .
- ♦ تزداد حالات التأكسد حتي تصل إلي أقصى قيمة (7+) في عنصر المنجنيز ثم تبدأ في التناقص حتي تصل إلي الخارصين (2+) .
- ♦ أعلى عدد لأي عنصر لا يتعدي رقم المجموعة التي ينتمي إليها عدا عناصر المجموعة 1B عناصر العملة (نحاس - فضة - ذهب) فلها حالة تأكسد (2+) و (3+)
- ♦ الفلزات الممثلة مثل Na , Mg , Al غالباً لها حالة تأكسد واحدة ولا تظهر فيها .

ظاهرة تعدد حالات الأكسدة

علل؟

لا يمكن الحصول علي Na , Mg , Al , Sc بالطرق العادية ؟

✓ لأن ذلك يتسبب في كسر مستوي طاقة مكتمل لذا لا يمكن الحصول عليهم بالطرق العادية .

أمثلة

(١) التركيب الإلكتروني لأيون العنصر الانتقالي X في المركب X_2O_3 به ثلاث إلكترونات مفردة ، فإن العنصر يقع في الجدول الدوري في المجموعة رقم

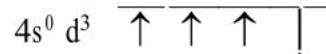
(د) 12

(ج) 11

(ب) 10

(أ) 9

الفكرة :

عندما يكون في المستوى d به ثلاث الكترونات في أيون X^{+3} فيكون هناك احتمالين هما :وعند ارجاع الثلاث الكترونات المفقودة الى الايون يكون العدد الذري للعنصر = $24 = 3+3+18$ ويكون هذا العنصر هو الكروم Cr_{24} ويكون الاحتمال الثاني : $4s^0 , d^7$ وعند ارجاع الثلاث الكترونات المفقودة الى الايون يكون العدد الذري للعنصر = $28 = 3+7+18$ ويكون هذا العنصر هو الكروم Ni_{28}

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

حالات التأكسد لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

من المعروف أن المستويين الفرعيين (4s) ، (3d) متقاربين في الطاقة ، لذا فإنه عند حدوث تأين في ذرات عناصر السلسلة الانتقالية الأولى تخرج الإلكترونات من المستوى الفرعي (4s) (الأبعد عن النواة) أولاً ثم يتتابع خروج إلكترونات المستوى الفرعي (3d) لتعطي حالات التأكسد التي يوضحها الجدول التالي :

العنصر	المجموعة	التوزيع الإلكتروني	حالات التأكسد	بعض المركبات
$_{21}\text{Sc}$	IIIB	$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^1$	+3	Sc_2O_3
$_{22}\text{Ti}$	IVB	$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^2$	+2 , +3 , +4	$\text{TiO}_2, \text{Ti}_2\text{O}_3, \text{TiO}$
$_{23}\text{V}$	VB	$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^3$	+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	$\text{CrO}_3, \text{Cr}_2\text{O}_3, \text{CrO}$
$_{25}\text{Mn}$	VIIB	$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^5$	+2 , +3 , +4 , 6 , 7	$\text{MnO}_2, \text{Mn}_2\text{O}_3, \text{MnO}, \text{KMnO}_4, \text{K}_2\text{MnO}_4$
$_{26}\text{Fe}$	VIII	$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^6$	+2 , +3	$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{FeO}$
$_{27}\text{Co}$		$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^7$	+2 , +3 , +4	$\text{CoCl}_3, \text{CoCl}_2, [\text{CoF}_6]^{-2}$
$_{28}\text{Ni}$		$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^8$	+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	ZnO
حالة التأكسد المحاطة بدائرة هي حالات التأكسد الأكثر شيوعاً أو استقراراً				

من الجدول السابق يتضح أن

- جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى تعطي حالة التأكسد (+2) عند فقد إلكترونات المستوى الفرعي 4s ، ما عدا السكندريوم فيعطي حالة تأكسد وحيدة (+3)
- تزداد حالات التأكسد من عنصر السكندريوم Sc^{+3} حتى تصل لأقصى قيمة لها (+7) في عنصر المنجنيز الذي يقع في المجموعة 7B ، ثم يبدأ التناقص بعد ذلك حتى تصل إلى حالة التأكسد (+2) في عنصر الخارصين الذي يقع في المجموعة 2B
- أعلى عدد تأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم المجموعة التي ينتمي إليها ، ويشذ عن ذلك عناصر المجموعة IB (النحاس ، الذهب ، الفضة) ، تعطي عدد تأكسد أكبر من رقم مجموعتها
- معظم العناصر الانتقالية تتميز بتعدد حالات تأكسدها ، لتتابع خروج الإلكترونات من المستويين الفرعيين $d^1 (n-1) ns^2$ المتقاربين في الطاقة

ملاحظات

لا يعطى السكندريوم إلا حالة التأكسد +3 : لأنها أكثر استقرارا حيث يكون d^0 (فارغ)
لا يختلف X^{+2} , X في عدد الإلكترونات المفردة لأي عنصر انتقالي : ماعدا الكروم والنحاس
لمعرفة أقوى عامل مؤكسد لمركبات عنصر واحد مثل المنجنيز :



Mn	MnO ₄ ⁻	MnO ₂	MnO ₄ ⁻²
zero	+7	+4	+6

عدد التأكسد

أعلى حالة تأكسد للمنجنيز : هي (+7) وحالة التأكسد الشائعة (+4)

أكسيد المنجنيز : الثنائي MnO ، والسباعي MnO₄⁻ هو الأكثر استقرارا ، بينما الرباعي MnO₂ هو الحالة الشائعة

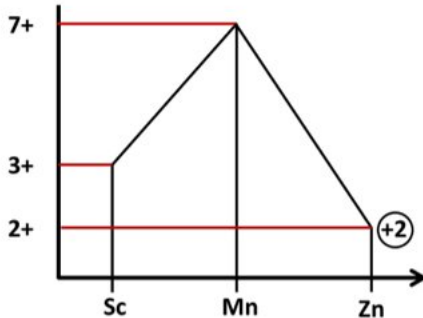
عناصر المجموعة الثامنة : Ni ، Co ، Fe

لا تعطى حالة التأكسد التي تدل على خروج كل إلكترونات 4s ، 3d وبالتالي لا تعطى حالة التأكسد +8 أو +7 بسبب زيادة شحنة النواة الفعالة وزيادة قوة جذب النواة

كلما زاد عدد التأكسد :

تقل الصفة الأيونية وتزداد الصفة التساهمية ، وتقل الصفة القاعدية وتزداد الصفة الحمضية لأكاسيد عناصر هذه المجموعة (CrO أكسيد قاعدي ، Cr₂O₃ أكسيد متردد ، CrO₃ أكسيد حمضي)

حالات التأكسد تزداد :



من عنصر السكندريوم +3 حتى تصل إلى أقصى قيمة لها في عنصر المنجنيز +7
(يقع في المجموعة VIIB) ثم تبدأ في التناقص حتى تصل إلى حالة التأكسد +2 في
الخاصين (يقع في المجموعة IIB) ، وذلك بسبب نقص نصف القطر وزيادة
طاقات جهد التأين فيصعب تأكسدها

أمثلة

(١) إذا كان X ، Y ، Z ، L تمثل أربع عناصر انتقالية أكاسيدها هي X₂O₅ ، Y₂O₃ ، Z₂O₃ ، L₂O ، فإن الترتيب الصحيح لأعداد تأكسدها في هذه الأكاسيد هو.....

(أ) Y < L < Z < X (ب) L < Y < X < Z (ج) L < Z < Y < X (د) L < Y < Z < X

الفكرة :

L₂O (أكسيد ثنائي) ، Y₂O₃ (أكسيد ثلاثي) ، Z₂O₃ (أكسيد رباعي) ، X₂O₅ (أكسيد خماسي)

الترتيب الصحيح L < Y < Z < X

عدد تأكسد L في L ₂ O	فيكون	2س + (-2) = صفر	س = 1
عدد تأكسد Y في Y ₂ O ₃	فيكون	2س + (-2×3) = صفر	س = 3
عدد تأكسد Z في Z ₂ O ₃	فيكون	2س + (-2×2) = صفر	س = 4
عدد تأكسد X في X ₂ O ₅	فيكون	2س + (-2×5) = صفر	س = 5

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٢) عنصر X انتقالي ويقع في الدورة الرابعة وله أعلى حالة تأكسد ممكنة فيها ويمكنه أن يكون جميع المركبات التالية ، عدا

(أ) XCl (ب) XCl_2 (ج) XCl_3 (د) XCl_4

الفكرة :

أعلى حالة تأكسد يكون لعنصر المنجنيز وهو +7 ولا يعطي المنجنيز حالة التأكسد +1

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٧) العنصر X من عناصر السلسلة الانتقالية الأولى ويصعب إختزاله من X^{3+} إلى X^{2+} في الظروف المعتادة فإن العنصر (X) هو

(أ) Fe (ب) Mn (ج) Co (د) Ni

الفكرة :

$\text{Fe}^{+2} : [\text{Ar}_{18}] , 3d^6$ $\text{Fe}^{+3} : [\text{Ar}_{18}] , 3d^5$

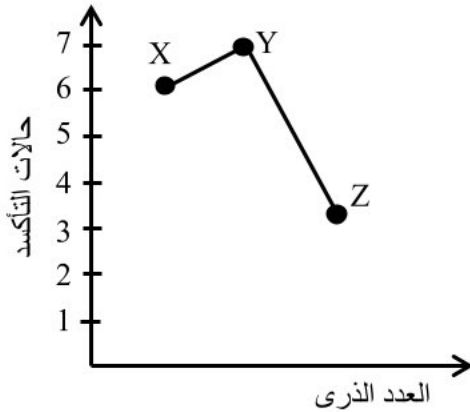
المستوى الفرعي 3d في أيون Fe^{+3} نصف ممتلئ (أكثر استقراراً) فيصعب إختزاله إلى أيون Fe^{+2} الذي يحتوى المستوى

الفرعي 3d فيه على ستة إلكترونات (أقل استقراراً)

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٤) الرسم البياني التالي يوضح العلاقة بين العدد الذري لثلاث عناصر انتقالية متتالية X ، Y ، Z وبعض أعداد تأكسدها فإن

المجموعات المحتمل وجودهم فيها هي



Z	Y	X	
VIII	VIIB	VIB	(أ)
IIIB	IIB	IB	(ب)
VIB	VB	IVB	(ج)
VB	IVB	IIIB	(د)

الفكرة :

زيادة العدد الذري للعناصر الانتقالية في الدورة الرابعة تزداد حالة التأكسد من +3 لعنصر Sc حتى تصل إلى أقصى قيمة لها +7

لعنصر Mn الذي يقع في المجموعة 7B ثم يقل بعد ذلك حتى يصل إلى +2 في حالة النحاس .

من الرسم نجد ان العنصر Y هو المنجنيز لأنه هو العنصر الوحيد الذي يعطى حالة تأكسد +7 الذي يقع في المجموعة 7B

ويسبقه الكروم الذي يعطى حالة تأكسد +6 الذي يقع في المجموعة 6B ويلى المنجنيز الحديد الذي يقع في المجموعة 8

ويعطى حالة تأكسد +3

لاحظ انه باللغة اللاتينية V = 5 و VI = 6 VII = 7 VIII = 8 IV = 4

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٨) العنصر (X) من عناصر السلسلة الانتقالية الأولى ، التركيب الإلكتروني لأحد أيوناته $3d^5 [18Ar]$ فإن العنصر هو

(أ) Zn (ب) V (ج) Sc (د) Fe

الفكرة :

التركيب الإلكتروني لأحد أيونات $3d^5$, $[Ar_{18}]$ لا يصلح لأي من الإختيارات باستثناء Fe فقط
لأن الخارصين يعطي حالة التأكسد +2 فقط ويكون d^{10} والفانديوم يكون فيه d^4 والسكانديوم d^2

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٩) أي العمليات التالية أكثر صعوبة في حدوثها ؟

(أ) $Zn^{2+} \rightarrow Zn^{3+}$ (ب) $Ti^{2+} \rightarrow Ti^{3+}$ (ج) $Sc \rightarrow Sc^{+}$ (د) $Ti \rightarrow Ti^{+}$

الفكرة :

لأن Zn^{2+} يكون المستوى d مكتمل فيكون أكثر استقرارا ويصعب نزع الكترون منه

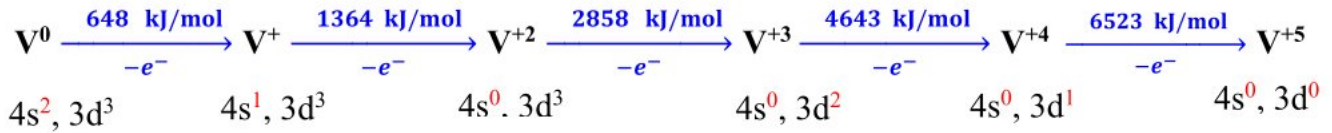
الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

جهد التأين

- طاقات التأين المتتالية لذرة العنصر الانتقالي تزداد بتدرج واضح ، لأنه كلما فقدت الإلكترونات من (4s , 3d) يزداد جذب النواة للإلكترونات المتبقية وبالتالي تزداد شحنة النواة الفعالة فيصعب خروج الإلكترونات التالية فيزداد جهد التأين

مثال

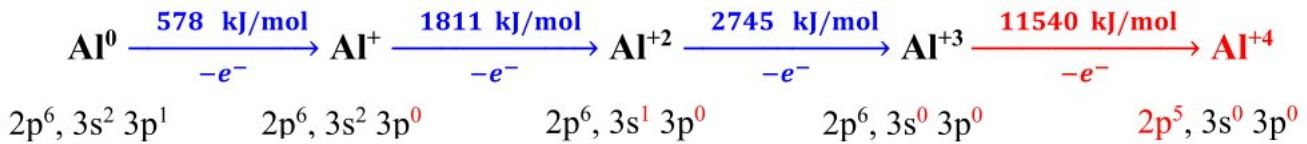
جهود تأين الفانديوم مقدرة بوحدة الكيلو جول / مول في حالات التأكسد المتتالية :



- فى الفلزات الممثلة مثل **الصوديوم** و**المغنسيوم** و**الألومنيوم** ، نجد أن الزيادة فى جهد التأين الثانى فى حالة **الصوديوم** ، والثالث فى حالة **المغنسيوم** ، والرابع فى حالة **الألومنيوم** كبيرة جداً لأنه يتسبب فى كسر مستوى طاقة مكتمل ، لذلك لا يمكن الحصول على Na^{+2} أو Mg^{+3} أو Al^{+4} بالتفاعل الكيميائى العادى

مثال

جهود تأين الألومنيوم مقدرة بوحدة الكيلو جول / مول في حالات التأكسد المتتالية :



يصعب الحصول على أيونات Na^{+2} ، Mg^{+3} ، Al^{+4} فى التفاعلات الكيميائية العادية :

لأن الزيادة فى جهد التأين الثانى فى حالة الصوديوم والثالث فى حالة المغنسيوم والرابع فى حالة الألومنيوم كبيرة جدا حيث انه يتسبب فى كسر مستوى طاقة مكتمل

كلما زاد العدد الذرى (قل الحجم الذرى) :

زاد جهد التأين ، ويكون جهد التأين أكبر ما يمكن إذا تسبب فى كسر مستوى طاقة مكتمل



ملاحظات

عند إعطاء عدة جهود تأين :

وكان جهد التأين الخامس مثلاً شاذ عن الباقي يكون عدد تأكسد العنصر +4 ويقع فى المجموعة 4B

يزداد جهد التأين بالتدرج :

حتى يصل الى حالة الاستقرار ثم يزداد زيادة كبيرة عند كسر مستوى طاقة مكتمل

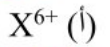
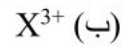
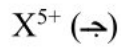
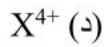
- أعلى جهد تأين أول فى عناصر السلسلة الانتقالية الأولى هو الخارصين

- أعلى جهد تأين ثانى يكون لعناصر المجموعة 1B

- أعلى جهد تأين ثالث يكون لعناصر المجموعة 2B

أمثلة

(١) عنصر انتقالي رئيسي أحد حالات تأكسده X^{3+} تسبب في جعل المستوى الفرعي d يحتوى على 2 إلكترون فإن جهد تأين العنصر يكون مرتفع جداً في حالة التأكسد



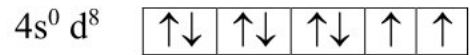
الفكرة :

عندما يكون في المستوى d به الكترونين في ايون X^{3+} فيكون هناك احتمالين هما :-



وعند ارجاع الالكترولين الى الايون يكون العدد الذري للعنصر $23 = 3 + 2 + 18$

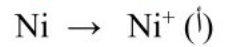
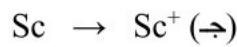
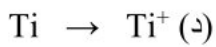
ويكون هذا العنصر هو الفانديوم $V_{23}[Ar_{18}]4s^2 3d^3$ ويكون حالة التأكسد X^{6+} يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل ويكون الاحتمال الثاني :



وعند إرجاع الثلاث الكترونات المفقودة الى الايون يكون العدد الذري للعنصر $29 = 3 + 8 + 18$

ويكون هذا العنصر هو النحاس $Cu_{29}[Ar_{18}]4s^1 3d^{10}$ ولكن حالة التأكسد X^{6+} لا يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل
الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٢) أى العناصر التالية له اكبر جهد تأين أول ؟



الفكرة :

زيادة العدد الذري للعنصر الانتقالي في الدورة (تزداد طاقة التأين ويقل نصف القطر - ويصعب تأكسد العنصر - وتزداد كثافة العنصر) والنيكل له اكبر عدد ذري ي الاختيارات المعطاة

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)



العنصر الانتقالي

هو العنصر الذي تكون فيه أورتالات F أو d مشغولة بالإلكترونات ولكنها غير ممتلئة سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات التأكسد



1 علل ؟ فلزات العملة (Cu - Ag - Au) [المجموعة 1B] فلزات انتقالية ؟

رغم أن المستوي d ممتلئ في الحالة الذرية نجد أنه في حالة التأكسد +2 ، +3

يكون المستوي الفرعي d غير ممتلئ d^8 ، d^9 .



2 فلزات الخارصين والكاديوم والزنك [المجموعة II B] فلزات غير

انتقالية ؟

لأن المستوي الفرعي d ممتلئ d^{10} سواء في الحالة الذرية أو حالة التأكسد

الوحيدة +2



1

الباب

• الخواص العامة لعناصر السلسلة الأولى

الدرس الثاني

الأيونات
الملونةالنشاط
الحفزيالخواص
المغناطيسيةالخاصية
الفلزيةنصف القطر
الذريالكتلة
الذرية

جدول لتوضيح خواص العناصر الانتقالية

العنصر	الكتلة الذرية	نصف قطر الذرة A°	الكثافة g/cm^3	درجة الانصهار $^\circ C$	درجة الغليان $^\circ C$
سكانديوم 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	8.87	1490	3520
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	2583

الجدول للاطلاع فقط

١ الكتلة الذرية

- تزداد الكتلة الذرية تدريجياً بزيادة العدد الذري
- يشذ عن ذلك عنصر النيكل ، لوجود خمسة نظائر مستقرة للنيكل المتوسط الحسابي للكتلة الذرية لها **58.7 u**

٢ نصف القطر الذري (الحجم الذري)

- التناقص في نصف القطر الذري لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى لا يكون كبيراً (يقل بمقدار صغير)
- يلاحظ الثبات النسبي لأنصاف الأقطار الذرية من الكروم إلى النحاس

يرجع ذلك إلى عاملين متعاكسين، هما :

العامل الأول : زيادة كل من شحنة النواة الفعالة والعدد الكلي للإلكترونات في الذرة - بزيادة العدد الذري لهذه العناصر ،

فتردد قوة جذب النواة للإلكترونات مما يؤدي إلى نقص نصف قطر الذرة

العامل الثاني : زيادة عدد إلكترونات المستوى الفرعي $3d$ يزيد من قوى التافر بينها مما يؤدي إلى زيادة نصف قطر الذرة

عناصر السلسلة الانتقالية الأولى **تستخدم** في إنتاج السبائك : بسبب الثبات النسبي في أنصاف أقطار هذه العناصر

أكبر العناصر في نصف القطر (الحجم الذري) هو السكنديووم ، وأقلها هو الكروم

الخاصية الفلزية

٣

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

• جميعها فلزات صلبة تمتاز بالبريق واللمعان وجودة التوصيل للحرارة والكهرباء

• تتميز عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بارتفاع درجتي انصهارها وغليانها ، وذلك بسبب قوة الرابطة الفلزية

في هذه العناصر والتي ترجع لزيادة عدد الإلكترونات المكونة لها نتيجة اشتراك إلكترونات المستويين

الفرعيين 4s ، 3d في هذا الترابط

• أعلى العناصر في درجة الغليان هو السكنديووم

• معظمها فلزات ذات كثافة عالية

تزداد عبر السلسلة بزيادة العدد الذري : بسبب زيادة الكتلة الذرية مع الثبات النسبي لأحجامها الذرية

أكبر العناصر في الكثافة : هو النحاس ، وأقلها هو السكنديووم

الكثافة تتناسب طردياً : مع الكتلة الذرية ، وعكسياً مع الحجم

هناك تباين في نشاط فلزات العناصر الانتقالية الكيميائي :

• السكنديووم شديد النشاط ، يحل محل هيدروجين الماء بنشاط شديد (تفاعل عنيف)



• الحديد متوسط النشاط ، يصدأ عند تعرضه للهواء الرطب

• النحاس محدود النشاط

درجات الغليان
والانصهار

الكثافة

النشاط
الكيميائي

أمثلة

(١) العنصر الانتقالي الأعلى في درجة الغليان والتركيب الإلكتروني لأيونه هو $[\text{Ar}_{18}]$ يكون أيونه هو

(د) Z

(ج) Y⁺

(ب) X³⁺

(أ) W²⁻

الفكرة :

السكنديووم هو أعلى عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في درجة الغليان وأيونه الوحيد هو $[\text{Ar}_{18}]$: Sc^{+3} حيث يفقد

الإلكترونات المستوي 4s والإلكترونات المستوي 3d

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

(٢) العنصر الانتقالي الذي يحتوي على إلكترون مفرد في حالته الذرية ونشط كيميائياً هو

(د) Sc

(ج) Cu

(ب) Fe

(أ) Ti

الفكرة :

العنصر الذي يحتوي على إلكترون مفرد فقط في حالته الذرية ونشط هو Sc . $\text{Sc}_{21}[\text{Ar}_{18}]4\text{S}^2 3\text{d}^1$

والنحاس أيضاً يحتوي على إلكترون مفرد في حالته الذرية ولكنه محدود النشاط $\text{Cu}_{29} : [\text{Ar}_{18}]4\text{s}^1, 3\text{d}^{10}$

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

الخواص المغناطيسية

٤

- دراسة الخواص المغناطيسية استطعنا فهم كيمياء العناصر الانتقالية

أنواع الخواص المغناطيسية :

١- الخاصية البارامغناطيسية

- خاصية تظهر في الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التي يكون فيها أوريبتالات تشغلها إلكترونات مفردة (↑)
 - ينشأ عن غزل الإلكترون المفرد حول محوره مجال مغناطيسي يتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي
- المادة البارامغناطيسية :** هي المادة التي تنجذب نحو المجال المغناطيسي الخارجي ، لوجود إلكترونات مفردة

٢- الخاصية الديامغناطيسية

- تنشأ في المواد التي تكون الإلكترونات في جميع أوريبتالاتها في حالة ازدواج (↓↑)
- المادة الديامغناطيسية :**

هي المادة التي تتنافر مع المجال المغناطيسي الخارجي ، لوجود جميع إلكتروناتها في حالة ازدواج

يمكن تحديد عدد الإلكترونات المفردة ومن ثم تحديد التركيب الإلكتروني لأيون الفلز عن طريق قياس وتقدير العزم المغناطيسية للمادة

ملاحظات



العزم المغناطيسي :

- ١- نظريا يساوى عدد الالكترونات المفردة في الأوريبتالات
- ٢- للمواد البارامغناطيسية يتراوح بين (1 - 5)
- ٣- العزم المغناطيسي للكروم = 6

الخواص البارامغناطيسية :

تعتمد على وجود أوريبتالات تحتوي على إلكترونات مفردة في أى مستوى فرعى وليس المستوى الفرعى (d) فقط

العزم المغناطيسي وقوى الجذب المغناطيسي في المواد البارامغناطيسية :

تناسب تناسب طرديا مع عدد الالكترونات المفردة

المادة البارامغناطيسية التي تقع تحت تأثير مجال خارجي : يعمل المجال على توحيد اتجاه حركتها العشوائية

عنصر الحديد (^{26}Fe) مادة بارامغناطيسية :

لأنه ينتمي للفئة d ويكون المستوى d غير مكتمل في الحالة الذرية أو في حالات تأكسده

معظم العناصر الانتقالية ومركباتها مواد بارامغناطيسية :

لأن حركة الإلكترونات المفردة حول محورها في المستوى الفرعى d ينشأ عنها مجال مغناطيسي يتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي

كلما زاد عدد الالكترونات المفردة في المواد البارامغناطيسية : زاد العزم المغناطيسي وزاد التجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي

العزم المغناطيسي للمواد الـ ديا مغناطيسية يساوي صفراً :

لأن كل إلكترونين مزدوجين يعملان في اتجاهين متضادين

يزداد الوزن الظاهري بزيادة عدد الإلكترونات المفردة :

المادة البارامغناطيسية لها وزن ظاهري أكبر ، المادة الـ ديامغناطيسية لها وزن ظاهري أقل

أيون Cu^{+2} بارامغناطيسي وأيون Cu^{+1} ديامغناطيسي :

أيون Cu^{+2} بارامغناطيسي- لوجود إلكترون مفرد في المستوى $3d^9$ بينما أيون Cu^{+1} ديامغناطيسي- لأن المستوى $3d^{10}$ تام الامتلاء

تعتبر مادة Fe_2Cl_3 بارامغناطيسية بينما مادة ZnCl_2 ديامغناطيسية :

لأنه في حالة Fe^{+3} توجد في المستوى $3d$ خمسة إلكترونات مفردة وفي حالة Zn^{+2} يكون المستوى $3d$ تام الامتلاء

العزم المغناطيسي لأيون Fe^{+3} أكبر من العزم المغناطيسي لأيون Fe^{+2} :

بسبب زيادة الإلكترونات المفردة في المستوى d في حالة أيون Fe^{+3}



كيفية التعرف على نوع المادة [بارا - ديا] مغناطيسية ، و تحديد العزم المغناطيسي :

لمعرفة نوع الخاصية المغناطيسية لمركب من مركبات العناصر الانتقالية نتبع الآتي :

١- إيجاد عدد تأكسد ذرة العنصر الانتقالي في المركب

٢- يتم توزيع العنصر الانتقالي أو أيونه حسب عدد تأكسده [بواسطة مبدأ البناء التصاعدي وقاعدة هوند]

- إذا كان المستوى الفرعي $[d^{1:9}]$: تكون المادة بارامغناطيسية ، العزم المغناطيسي = عدد الإلكترونات المفردة

- إذا كان المستوى الفرعي $[d^{10}]$: تكون ، المادة ديا مغناطيسية ، العزم المغناطيسي = صفر

- إذا كان المستوى الفرعي $[d^0]$: تكون ، المادة ديا مغناطيسية ، العزم المغناطيسي = صفر

التعرف على نوع الخاصية المغناطيسية (بارا- ديا) كما سبق

١- أي المواد التالية بارامغناطيسية و أيها ديا مغناطيسية وكم يكون العزم المغناطيسي لكل منها

Fe^{+2} ، Cu^{+2} ، $_{30}\text{Zn}$

تدريب

المادة	$_{30}\text{Zn}$	Cu^{+2}	Fe^{+2}
تركيب [3d]	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$	$\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$
عدد الإلكترونات المفردة	صفر	1	4
العزم المغناطيسي	صفر	1	4
الخاصية	ديا مغناطيسية	بارامغناطيسية	بارامغناطيسية

٢- رتب كاتيونات (الأيونات الموجبة) للمركبات التالية تصاعديا حسب قيمة العزم المغناطيسي :
(كلوريد حديد III / ثاني أكسيد التيتانيوم / أكسيد كروم III)

عدد الالكترونات المفردة	التوزيع الإلكتروني لأوربيتالاته	الأيون	المركب
5	$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	$\text{Fe}^{+3} [\text{Ar}]3d^5$	FeCl_3
3	$\uparrow \uparrow \uparrow$	$\text{Cr}^{+3} [\text{Ar}]3d^3$	Cr_2O_3
0	$\downarrow\uparrow \downarrow\uparrow \downarrow\uparrow \downarrow\uparrow$	$\text{Ti}^{+4} [\text{Ne}]3s^2, 3p^6$	TiO_2

الترتيب : $\text{FeCl}_3 > \text{Cr}_2\text{O}_3 > \text{TiO}_2$



(١) عناصر X ، Y ، Z عناصر انتقالية متتالية توجد في نهاية السلسلة الانتقالية الأولى ، أكبرها في العدد الذري العنصر X ، لها المركبات XA_2 ، YA_2 ، ZA_2 ، فإن الترتيب الصحيح حسب العزم المغناطيسي لأيوناتها هو
(أ) $Z^{2+} > Y^{2+} > X^{2+}$
(ب) $X^{2+} > Y^{2+} > Z^{2+}$
(ج) $Z^{2+} > X^{2+} > Y^{2+}$
(د) $X^{2+} > Z^{2+} > Y^{2+}$
الفكرة :

العناصر الانتقالية المتتالية التي توجد في نهاية السلسلة الانتقالية الأولى هي الكوبلت Co_{27} والنيكل Ni_{28} والنحاس Cu_{29} أكبرهما في العدد الذري هو النحاس لذلك يكون هو العنصر (X) وعليه فيكون (X) هو النحاس ، (Y) هو النيكل ، (Z) هو الكوبلت.

$(Z) d \rightarrow {}_{27}\text{Co}^{+2} : [\text{Ar}]_{18}, 3d^7$ يحتوي المستوى الفرعي $3d$ على 3 إلكترونات مفردة
 $(Y) d \rightarrow {}_{28}\text{Ni}^{+2} : [\text{Ar}]_{18}, 3d^8$ يحتوي المستوى الفرعي $3d$ على 2 إلكترون مفردة
 $(X) d \rightarrow {}_{29}\text{Cu}^{+2} : [\text{Ar}]_{18}, 3d^9$ يحتوي المستوى الفرعي $3d$ على 1 إلكترون مفرد
العزم المغناطيسي يزداد بزيادة عدد الالكترونات المفردة
الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

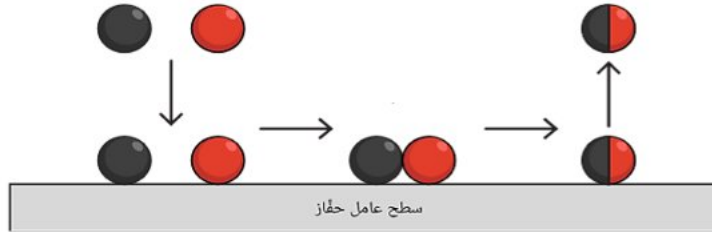
(٢) المادة الكيميائية التي لها أقل عزم مغناطيسي هي

Fe_2O_3 (أ) CuO (ب) CrO (ج) MnO_2 (د)
الفكرة :

$(\text{Fe}^{+3}) d \rightarrow {}_{26}\text{Fe}^{+3} : [\text{Ar}]_{18}, 3d^6$ يحتوي المستوى الفرعي $3d$ على 4 إلكترونات مفردة
 $(\text{Cr}^{+2}) d \rightarrow {}_{24}\text{Cr}^{+2} : [\text{Ar}]_{18}, 3d^4$ يحتوي المستوى الفرعي $3d$ على 4 إلكترونات مفردة
 $(\text{Mn}^{+4}) d \rightarrow {}_{25}\text{Mn}^{+4} : [\text{Ar}]_{18}, 3d^3$ يحتوي المستوى الفرعي $3d$ على 3 إلكترونات مفردة
 $(\text{Cu}^{+2}) d \rightarrow {}_{29}\text{Cu}^{+2} : [\text{Ar}]_{18}, 3d^9$ يحتوي المستوى الفرعي $3d$ على 1 إلكترون مفرد
أقل عزم يكون اقل عدد من الالكترونات المفردة
الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

تعتبر الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية (لها نشاط حفزي) :

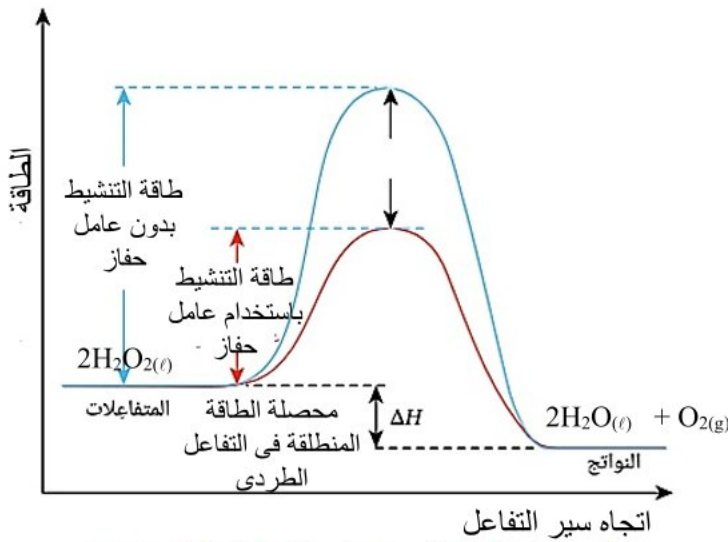
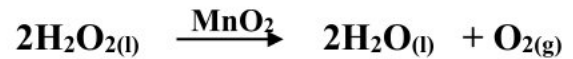
بسبب استخدام إلكترونات 4s ، 3d في تكوين روابط بين الجزيئات المتفاعلة وذرات سطح الفلز مما يؤدي إلى إضعاف الرابطة بين الجزيئات المتفاعلة وزيادة تركيز المتفاعلات على سطح الحافز فتقل طاقة التنشيط وهو ما يزيد من سرعة التفاعل



أمثلة على العوامل الحفازة

١ ثاني أكسيد المنجنيز :

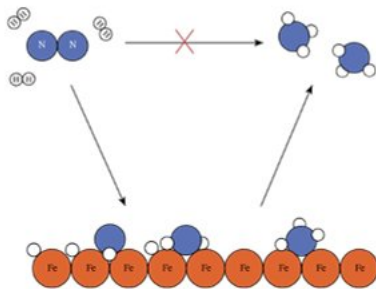
يستخدم في عملية انحلال فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2



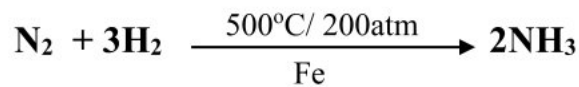
أثر MnO_2 كعامل حفز في تفاعل انحلال H_2O_2

٢ النيكل المجزأ :

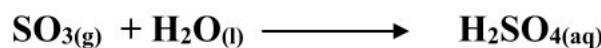
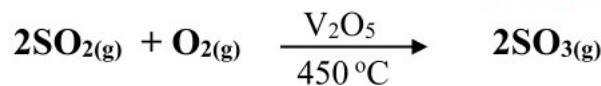
يستخدم كعامل حفاز في عمليات هدرجة الزيوت



٣ الحديد المجزأ : يستخدم كعامل حفاز في تحضير غاز النشادر بطريقة هابر - بوش



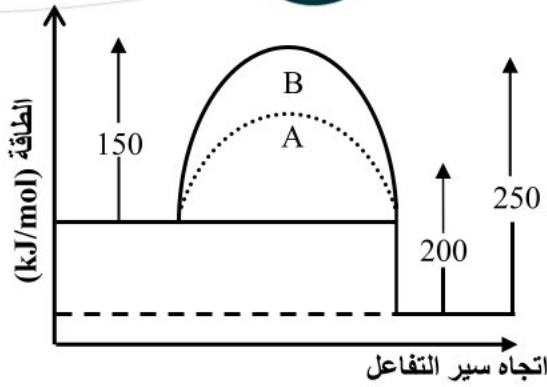
٤ خامس أكسيد الفانديوم V_2O_5 : يستخدم كعامل حفاز في صناعة حمض الكبريتيك بطريقة التلامس



ملحوظة :

أكبر طاقة في منحى طاقة تفاعل طارد هي طاقة التنشيط الغير محفزة للتفاعل العكسي
العامل الحفاز يستخدم في التفاعلات الكيميائية فقط (لا يستخدم في عمليات التحليل الكهربى)

تطبيق



الشكل المقابل يوضح طاقة التنشيط قبل وبعد استخدام عنصر انتقالي كعامل حفاز أجب عن الأسئلة الآتية :

- ١- ماذا يمثل المنحنيين A - B
- ٢- ما قيمة طاقة التنشيط بعد استخدام عامل حفاز
- ٣- ما قيمة طاقة التنشيط بدون استخدام عامل حفاز
- ٤- هل هذا التفاعل طارد أم ماص للحرارة و لماذا
- ٥- حدد طاقة هذا التفاعل
- ٦- التغير في المحتوى الحرارى

الإجابة :

١- المنحنى A طاقة التنشيط باستخدام عامل حفاز والمنحنى B طاقة التنشيط بدون استخدام العامل الحفاز

$$\text{طاقة التنشيط باستخدام عامل حفاز} = 200 - 100 = 100 \text{ kJ/mol}$$

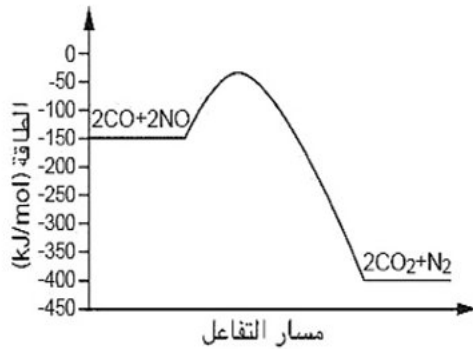
$$150 \text{ kJ/mol} - 100 \text{ kJ/mol}$$

٤- طارد للحرارة لأن المحتوى الحرارى للنواتج اقل من المتفاعلات

$$= 250 - 150 = 100 \text{ kJ/mol}$$

٥- الطاقة المنطلقة من التفاعل

٦- التغير في المحتوى الحرارى يساوى طاقة التفاعل بعكس الإشارة لذلك يساوى ($\Delta H = - 100 \text{ kJ/mol}$)



تطبيق

ادرس الشكل المقابل الذى يعبر عن التفاعل الانعكاسى الآتى :



- ١- احسب قيمة ΔH للتفاعل الطردى
- ٢- هل هذا التفاعل طارد أم ماص للحرارة
- ٣- احسب مقدار طاقة التنشيط للتفاعل العكسى

الإجابة :

١- قيمة ΔH للتفاعل الطردى

$$\Delta H = - 400 - (- 150) = - 250 \text{ kJ/mol}$$

٢- التفاعل طارد لأن المحتوى الحرارى للنواتج اقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات و ($\Delta H = -$)

٣- طاقة التنشيط للتفاعل العكسى

$$= - 50 - (- 400) = 350 \text{ kJ/mol}$$

1

الباب

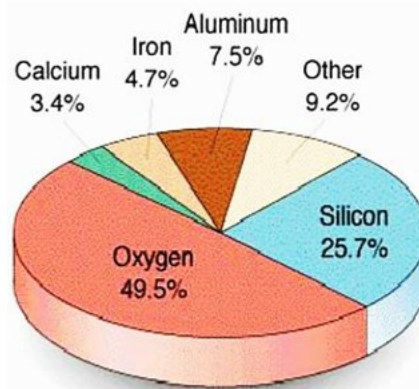
- من فلز الحديد
- إلى ما قبل خواص الحديد

الدرس الثالث



- يعتبر الحديد عصب الصناعات الثقيلة
- يحتل الترتيب الرابع (بعد عناصر الأكسجين والسيليكون والألومنيوم) من حيث الانتشار في القشرة الأرضية
- يحتل الحديد الترتيب الثاني في العناصر الفلزية بعد الألومنيوم
- يشكل 5.1 % من وزن القشرة الأرضية ، وتزداد كميته تدريجياً كلما اقتربنا من باطن الأرض
- لا يوجد الحديد بشكل حر إلا في النيازك المتساقطة من الفضاء الخارجي (90 %)

فلز
الحديد



تطبيق هام علي ميزان جوي

يعتبر الحديد عصب الصناعات الثقيلة ويحتل الترتيب الرابع من حيث الانتشار في القشرة الأرضية بعد الأكسجين والسيلكون والالومنيوم.

يكون حوالي 5.1 % من وزن القشرة الأرضية وتزيد كميته كلما اقتربنا من باطن الأرض ولا يوجد بشكل حر إلا في النيازك 90% .

يوجد الحديد في القشرة الأرضية على هيئة خامات طبيعية تحتوي على مختلف أكاسيد الحديد مختلطة بالشوائب.



العوامل التي تحدد مدى صلاحية خام الحديد منه

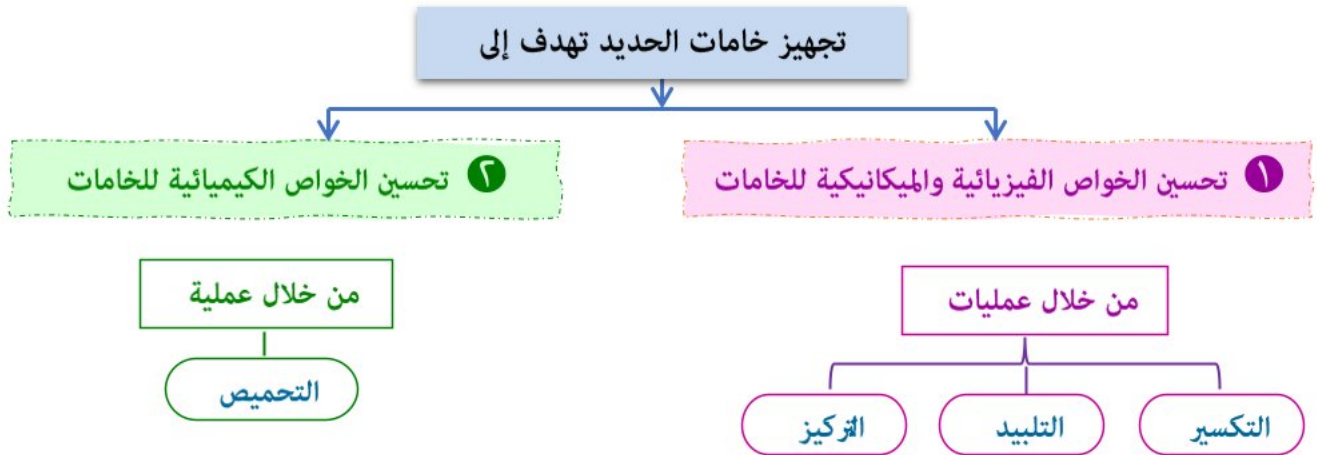


الخام واسمه الكيميائي	الصيغة الكيميائية	الخواص	نسبة الخام في الحديد	أماكن تواجده في مصر
المجنيتيت أكسيد الحديد المغناطيسي	$Fe_3 O_4$	أسود اللون له خواص مغناطيسية	45% - 70%	غرب اسوان الواحات البحرية
الهيماتيت أكسيد الحديد III	$Fe_2 O_3$	أحمر داكن سهل الاختزال	50% - 60%	الواحات البحرية
الليمونيت أكسيد الحديد II المتهدرت	$2Fe_2 O_3 , 3H_{20}$	أصفر اللون سهل الاختزال	50% - 60%	الواحات البحرية
السيدرت كربونات الحديد II	$Fe Co_3$	رمادي مصفر سهل الاختزال	30% - 42%	

✓ يتم استخلاص الحديد من خاماته عن طريق ٣ عمليات : تجهيز خامات الحديد - اختزال خام الحديد - إنتاج الحديد

استخلاص الحديد من خاماته

تتم عملية استخلاص الحديد من خاماته (التعدين) بهدف الحصول على الحديد في صورة يمكن استخدامها عملياً



أولاً : تجهيز خامات الحديد

تتم عمليات التجهيز لتحقيق ما يلي :



١ تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية لخامات الحديد

١- عمليات تكسير خامات الحديد

تتم عمليات تكسير خام الحديد للحصول على أحجام أصغر مناسبة لعمليات الاختزال

٢- عمليات تلييد خامات الحديد

تنتج عن عمليات التكسير والطحن وتنظيف غازات الأفران العالية كميات هائلة من الخام الناعم الذي لا يمكن استخدامه مباشرة

في الخطوة التالية من عملية الاستخلاص (وهي عملية الاختزال)

- لذلك تجرى لهذا الخام الناعم ما يسمى بعملية التلييد

عملية التلييد :

هي عملية تجميع حبيبات خام الحديد الناعمة في أحجام أكبر تكون متماثلة ومتجانسة تناسب عملية الاختزال

التكسير والتلييد : عمليات فيزيائية فيها تظل كتلة الخام ثابتة

٣- عملية تركيز خامات الحديد

تهدف هذه العملية إلى زيادة نسبة الحديد في خاماته عن طريق :

فصل الشوائب والمواد الغير مرغوب فيها عن الخامات والتي تكون متحدة معها كيميائياً أو مختلطة بها

الطرق المستخدمة في عملية التركيز :

- خاصية التوتر السطحي
- الفصل المغناطيسي
- الفصل الكهربائي

عملية الفصل بالتوتر السطحي : عملية فيزيائية تقلل من كتلة الخام

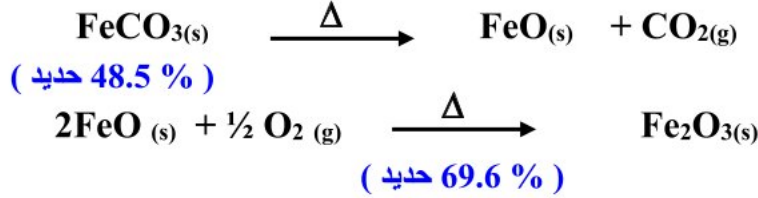
تحسين الخواص الكيميائية لخامات الحديد

عملية التخميص : تسخين خام الحديد بشدة في الهواء

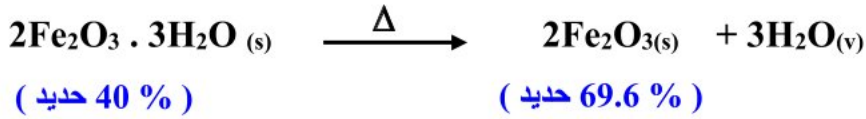
الفرض من عملية التخميص :

أ- تجفيف الخام والتخلص من الرطوبة ورفع نسبة الحديد في الخام

مثال : تخميص خام السبديريت

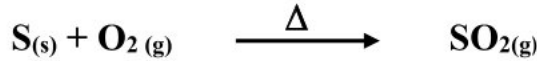


مثال : تخميص خام الليمونيت



ب- أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت والفسفور

أكسدة الكبريت



أكسدة الفوسفور



أثناء عملية التخميص :

ملاحظات

أ- تقل كتلة الخام بينما تظل كتلة الحديد ثابتة ، بينما تزداد نسبة الحديد في الخام

ب- يتم التخلص من الفوسفور والكبريت :

- في حالة صلابة في عملية التركيز
- في حالة غازية في عملية التخميص



عند تخميص :

السبديريت : تزداد نسبة الحديد بمقدار 21 %

الليمونيت : تزداد نسبة الحديد بمقدار 29.6 %

أمثلة

(١) كل ما يلي يهدف إلى تحسين الخواص الفيزيائية لخام الحديد قبل الاختزال ، عدا

- (أ) أكسدة بعض الشوائب
(ب) ربط وتجميع الحبيبات
(ج) زيادة نسبة الحديد بالخام
(د) التكسير والطحن لصخور الخام

الفكرة :

تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية لخام الحديد قبل الاختزال تتم عن طريق عمليات (التكسير - التليد - التركيز)

أما أكسدة الشوائب فهي من عمليات تحسين الخواص الكيميائية

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٢) من العمليات الفيزيائية التي تمر بها خامات الحديد وتؤدي إلى تقليل كتلة الخام

- (أ) التحميص (ب) التلبيد (ج) التكسير (د) التوتر السطحي

الفكرة :

يتم استبعاد التحميص لأن عملية التحميص من العمليات الكيميائية وليست الفيزيائية والذي يؤدي إلى زيادة نسبة الحديد في الخام وتقليل كتلة الخام أيضا ولكن من العمليات الفيزيائية هي عملية التركيز التي تتضمن (التوتر السطحي - الفصل الكهربائي - الفصل المغناطيسي)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٣) كل مما يلي يمكن إجراؤه لخام الحديد قبل اختزاله ، عدا

- (أ) تحويل الأحجام التي لا تناسب الاختزال إلى أحجام مناسبة (ب) التفاعل مع غاز CO في درجة حرارة عالية
(ج) استخدام الفصل المغناطيسي لتقليل الشوائب (د) التخلص من الرطوبة وتسخينه بشدة في الهواء

الفكرة :

التفاعل مع غاز CO في درجة حرارة عالية لأن هذه العملية تمثل عملية اختزال

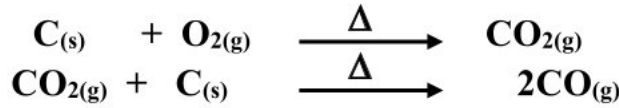
الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

ثانياً : اختزال خامات الحديد

يتم فيها اختزال أكاسيد الحديد إلى الحديد وتتم بإحدى طريقتين تبعاً للعامل المختزل المستخدم :

١ الفرن العالي

يتم الاختزال بغاز أول أكسيد الكربون الناتج من فحم الكوك



- تفاعل الاختزال

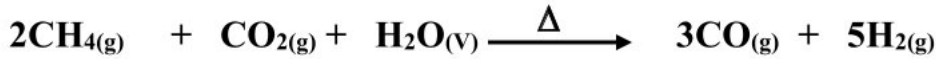


دور فحم الكوك في الفرن العالي :

يحترق ويعطى غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتفاعل مع الزيادة من فحم الكوك مكوناً غاز أول أكسيد الكربون الذي يقوم بدور العامل المختزل

٢ فرن مدرّكس

يتم الاختزال بخليط غازي أول أكسيد الكربون والهيدروجين (الغاز المائي) الناتجين من الغاز الطبيعي (نسبة غاز الميثان فيه 93 %)



- تفاعل الاختزال



ثالثاً : إنتاج الحديد

بعد عملية اختزال خامات الحديد في الفرن العالي أو فرن مدرّكس تأتي المرحلة الثالثة وهي إنتاج الأنواع المختلفة من الحديد مثل (الحديد الزهر - الحديد الصلب)

إنتاج الحديد الصلب :

تعتمد صناعة الصلب على عمليتين أساسيتين هما :

١ - التخلص من الشوائب الموجودة في الحديد الناتج من أفران الاختزال

٢ - إضافة بعض العناصر إلى الحديد لإكساب الصلب الخواص المطلوبة للأغراض الصناعية

طرق صناعة الصلب :

الفرن
الكهربى

الفرن
المفتوح

المحول
الأكسجينى

السبائك

السبيكة : مادة تتكون من فلزين أو أكثر أو من فلز ولافلز أو أكثر

طرق تحضير السبائك :

- ١- طريقة الصهر : يتم فيها صهر الفلزات مع بعضها وترك المصهور ليبرد تدريجياً
 - ٢- الترسيب الكهربى : يتم فيها ترسيب فلزين أو أكثر كهربياً فى نفس الوقت
- مثال :** سبيكة النحاس الأصفر (نحاس + خارصين)



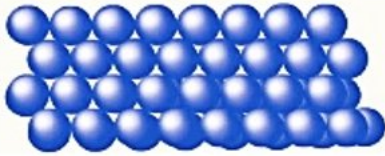
استخدام سبيكة النحاس الأصفر :

تغطية المقابض الحديدية حيث يتم ترسيبها كهربياً من محلول يحتوى على أيونات النحاس والخارصين على هذه المقابض

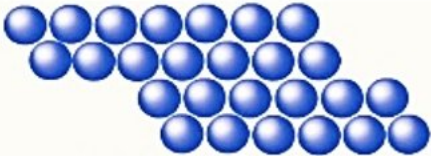
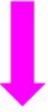
أنواع السبائك

السبائك البينية

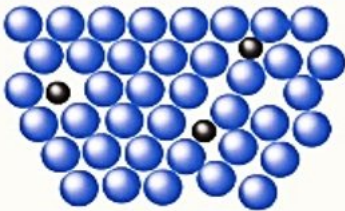
١



عند الطرق



انزلاق طبقات الفلز فى الشبكة البلورية عند الطرق عليها



تأثير دخول ذرات صغيرة

- يتكون أك فلز نقي مثل الحديد من شبكة بلورية من ذرات الفلز مرصوفة رصاً محكماً بينها مسافات بينية
- عند الطرق على الفلز النقي تتحرك كل طبقة من ذرات الفلز فوق الطبقة الأخرى
- عند إدخال ذرات فلز آخر حجم ذراته أقل من حجم ذرات الفلز النقي فى المسافات البينية للشبكة البلورية للفلز الأسمى فإن ذلك :
- يعوق انزلاق طبقات الفلز على بعضها مما يزيد من صلابة الفلز الأسمى بالإضافة إلى تأثير بعض خواصه الفيزيائية الأخرى مثل قابلية الطرق والسحب ودرجات الانصهار والتوصيل الكهربى والخواص المغناطيسية

السبيكة البينية :

هى سبيكة تتكون عند إدخال ذرات فلز أصغر حجماً فى المسافات البينية للشبكة البلورية لفلز نقي (ذراته أكبر حجماً) بغرض تحسين خواصه الفيزيائية

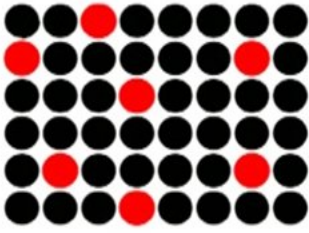
مثال :

سبيكة الحديد والكربون (الحديد الصلب)



السبائك الاستبدالية

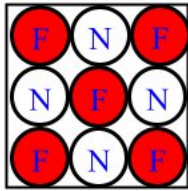
٢



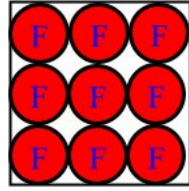
هى سبيكة تستبدل فيها بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات فلز آخر له نفس القطر والشكل البلورى والخواص الكيميائية

أمثلة:

- سبيكة الحديد والكروم (الصلب الذى لا يصدأ)
- سبيكة النحاس والذهب
- سبيكة الحديد والنيكل



سبيكة الحديد والكروم

الصلب الذى لا يصدأ
من السبائك الاستبدالية

سبيكة النحاس والذهب

سبائك المركبات البيئغلية

٣

السبيكة البيئغلية:

هى سبيكة تتحد العناصر المكونة لها اتحاداً كيميائياً فتنتج مركبات كيميائية لها خواص جديدة

- ١- تكون صلبة
- ٢- تتكون من فلزات لا تقع فى مجموعة واحدة فى الجدول الدورى
- ٣- الصيغ الكيميائية لها لا تخضع لقوانين التكافؤ المعروفة

مميزاتها

أمثلة:

- سبيكة السيمنتيت : Fe_3C
- سبيكة الرصاص والذهب : Au_2Pb
- سبيكة (الألومنيوم والنيكل)
- سبيكة (الألومنيوم والنحاس)
- (المعروفتين باسم الديورألومين)

خلاط ماء مصنوع من
سبيكة الديورألومين

أمثلة

(١) في الجدول التالي يوضح أنصاف أقطار أربع عناصر انتقالية في السلسلة الانتقالية الأولى A ، B ، C ، D

العنصر	A	B	C	D
نصف القطر (A)	1.15	1.16	1.62	1.17

كل مما يلي يمكن أن يكون سبيكة استبدالية ماعدا

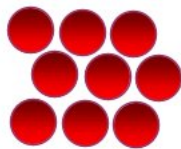
(أ) A ، C (ب) A ، B (ج) D ، A (د) B ، D

الفكرة :

السبيكة الاستبدالية تتكون بين عناصر متشابهة في نصف القطر وجميع العناصر A ، B ، D لها تقريبا نصف القطر ماعدا

العنصر

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)



X



Y



Z

(٢) في الشكل السابق (X) ، (Y) ، (Z) ثلاثة عناصر كيميائية مختلفة مستخدمة في صناعة ثلاثة أنواع من السبائك :

(أ) السبيكة (١) تنتج من خلط مصهور (X) مع مصهور (Y)

(ب) السبيكة (٢) تنتج من خلط مصهور (Y) مع مصهور (Z)

(ج) (السبيكة (٣) تنتج من تفاعل (Y) مع (Z) فإن أنواع السبائك الثلاثة هي

(أ) السبيكة (١) بينية / السبيكة (٢) بينفلزية / السبيكة (٣) استبدالية

(ب) السبيكة (١) استبدالية / السبيكة (٢) بينفلزية / السبيكة (٣) بينية

(ج) السبيكة (١) بينفلزية / السبيكة (٢) استبدالية / السبيكة (٣) بينية

(د) السبيكة (١) استبدالية / السبيكة (٢) بينية / السبيكة (٣) بينفلزية

الفكرة :

السبيكة (١) تنتج من خلط مصهور (X) مع مصهور (Y) سبيكة استبدالية لتقارب نق كل منهما

السبيكة (٢) تنتج من خلط مصهور (Y) مع مصهور (Z) سبيكة بينية ، اختلاف أنصاف أقطار كل منهما ولم يحدث تفاعل

السبيكة (٣) تنتج من تفاعل (Y) مع (Z) سبيكة بينفلزية

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٣) أربعة عناصر A ، B ، C ، D تتميز بالصفات التالية :

-العنصر (A) يقع في المجموعة 3A

-العنصر (B) يكون مع القصدير سبيكة البرونز

-العنصر (C) يستخدم كعامل حفاز في صناعة النشادر

-العنصر (D) عنصر غير انتقالي يقع في الفئة d

لتغطية جسم معدني بالنحاس الأصفر فإننا نستخدم

(أ) D , B (ب) A , C (ج) A , B (د) C , D

الفكرة :

العنصر (A) هو الألومنيوم والعنصر (B) هو النحاس والعنصر (C) هو الحديد والعنصر (D) هو الخارصين . لتغطية جسم

بالنحاس الأصفر فإننا نستخدم عنصر النحاس (B) وعنصر الخارصين (D)

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٤) عنصر (X) ممثل يقع في الدورة الثانية ، المستوى الخارجي له يحتوي على 4 إلكترونات ، وعنصر (Y) انتقالي رئيسي يقع في

السلسلة الانتقالية الأولى تحتوى ذرته على أربعة إلكترونات مفردة ، عند خلط العنصرين تتكون

(أ) سبيكة بينفلزية (ب) سبيكة بينية (ج) سبيكة استبدالية وبينية (د) سبيكة بينفلزية واستبدالية

الفكرة :

العنصر (X) هو الكربون والعنصر (Y) هو الحديد والسبيكة التي تتكون عند خلطهما هي سبيكة الحديد الصلب (سبيكة

بينية) يكون فيها الحديد غير متفاعل مع الكربون

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

1

الباب

- من خواص الحديد
- إلى نهاية الباب

الدرس الثالث

الخواص الفيزيائية للحديد

- تعتمد الخواص الفيزيائية للحديد على مدى نقائه وطبيعة الشوائب الموجودة فيه

أهم الخواص الفيزيائية للحديد :

- ١- سهل التشكيل (لين نسبياً) ، قابل للسحب والطرق
- ٢- له خواص مغناطيسية
- ٣- ينصهر عند 1538°C
- ٤- كثافته مرتفعة 7.87 gm / cm^3
- الحديد النقي ليس أك أهمية صناعية لأنه لين نسبياً ، ليس شديد الصلابة
- يمكن إنتاج عدد هائل من أنواع الصلب وسبائك الحديد لها صفات عديدة تجعله صالحاً لاستخدامات كثيرة

الخواص الكيميائية للحديد

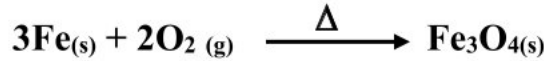
التركيب الإلكتروني : $26 \text{ Fe}^{56} : [\text{Ar}] 4\text{S}^2, 3\text{d}^6$

تتعدد حالات تأكسد الحديد وأهمها :

- ١- حالة التأكسد (+ 2) التي تقابل خروج إلكترونين من المستوى (4s)
- ٢- حالة التأكسد (+ 3) التي تقابل خروج إلكترونين من المستوى (4s) وإلكترون من المستوى (3d) (تمثل الحالة الأكثر ثباتاً بسبب الامتلاء النصفى للمستوى (3d⁵))
- لا يعطى الحديد حالة تأكسد (+ 8) التي تدل على خروج جميع إلكترونات المستويين الفرعيين (4s , 3d) بخلاف العناصر التي تسبقه
- جميع حالات التأكسد الأعلى من (+3) ليست ذات أهمية

١ تأثير الهواء (الأكسجين) على الحديد

يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو غاز الأكسجين ،
مكوناً أكسيد حديد مغناطيسي



٢ تأثير بخار الماء على الحديد

يتفاعل بخار الماء مع الحديد المسخن لدرجة الاحمرار (500°C) مكوناً أكسيد حديد مغناطيسي ويتصاعد غاز الهيدروجين

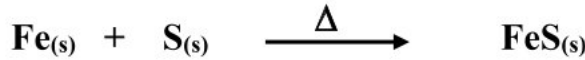


٣ تفاعل الحديد مع اللافلزات

يتفاعل الحديد مع الكلور مكوناً كلوريد حديد III



يتفاعل الحديد مع الكبريت مكوناً كبريتيد حديد II



عند تفاعل الحديد الساخن مع غاز الكلور يتكون كلوريد حديد III ولا يتكون كلوريد حديد II :

لأن غاز الكلور عامل مؤكسد يحول كلوريد الحديد II إلى كلوريد الحديد III

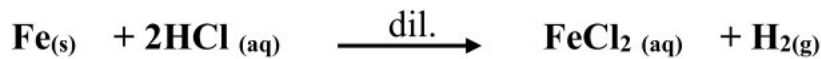
٤ تفاعل الحديد مع الأحماض

يتدرج أثر الحمض على الحديد تبعاً لقوته وتركيزه كما يلي :

الحديد مع الأحماض المخففة

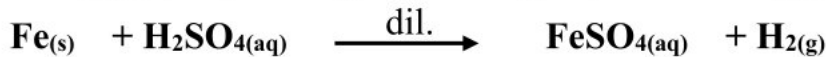
الحديد وحمض الهيدروكلوريك المخفف :

يذوب الحديد في حمض الهيدروكلوريك المخفف مكوناً كلوريد الحديد II ويتصاعد غاز الهيدروجين



الحديد وحمض الكبريتيك المخفف :

يذوب الحديد في حمض الكبريتيك المخفف مكوناً كبريتات الحديد II ويتصاعد غاز الهيدروجين



عند تفاعل الحديد مع الأحماض المخففة تتكون أملاح الحديد II ولا تتكون أملاح حديد III :

لأن الهيدروجين الناتج عامل مختزل يحول أملاح الحديد III إلى أملاح حديد II

الحديد مع الأحماض المركزة

الحديد وحمض الكبريتيك المركز :

يتفاعل مع حمض الكبريتيك المركز الساخن مكوناً كبريتات حديد II وكبريتات حديد III وثاني أكسيد الكبريت وبخار ماء



الحديد وحمض النيتريك المركز :

لا يتفاعل الحديد مع حمض النيتريك المركز ، بسبب تكون طبقة رقيقة غير مسامية من الأكسيد على سطح الحديد تمنع استمرار التفاعل ، وتسبب خمولاً ظاهرياً للحديد

ظاهرة الخمول الكيميائي :

هي ظاهرة تكون طبقة غير مسامية من الأكسيد على سطح الحديد عند تفاعله مع حمض النيتريك المركز تمنع استمرار التفاعل

التخلص من ظاهرة الخمول :

إزالة الطبقة المتكونة بالحك (طريقة ميكانيكية أو فيزيائية)

أو إذابتها في حمض الهيدروكلوريك المخفف (طريقة كيميائية)

التمييز بين حمض الكبريتيك المخفف و حمض الكبريتيك المركز

الاستنتاج	المشاهدة	التجربة
يكون الحمض المخفف	حدث فرقة ولهب أزرق بسبب تصاعد غاز الهيدروجين	بإضافة برادة الحديد الى كل منهما مع تعريض الغازات الناتجة لشظية مشتعلة
يكون الحمض المركز	إذا لم يحدث تفاعل	
الاستنتاج	المشاهدة	التجربة
يكون الحمض المركز	تحول لون الورقة من البرتقالي إلى الأخضر	إضافة برادة الحديد إلى كل منهما مع تعريض الغازات الناتجة لورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم البرتقالية المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز
يكون الحمض المخفف	يظل اللون البرتقالي كما هو	

أمثلة

(١) يمكن استخدام برادة الحديد في التمييز بين كل من

(أ) حمض الكبريتيك المركز وحمض النيتريك المركز (ب) حمض الهيدروكلوريك المخفف وحمض الكبريتيك المخفف.

(ج) كبريتات الحديد II وكبريتات الحديد III (د) أكسيد الحديد III وكبريتات الحديد III

الفكرة :

يمكن التمييز بين حمض الكبريتيك المركز وحمض النيتريك المركز عن طريق برادة الحديد

حيث في حالة حمض الكبريتيك يتصاعد غاز SO_2 ذو الرائحة النفاذة والذي يخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك أما في حالة حمض النيتريك لا يحدث تفاعل بسبب حدوث ظاهرة الخمول.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

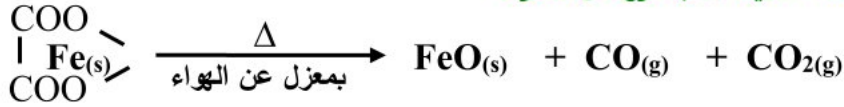
أكاسيد الحديد

أكسيد الحديد II (FeO)

يحضر أكسيد الحديد II بعدة طرق منها :

أ- بتسخين أكسالات الحديد II بمعزل عن الهواء

تحضيره



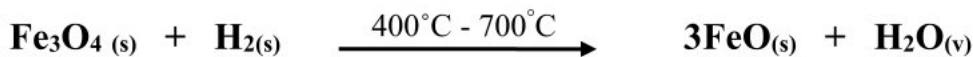
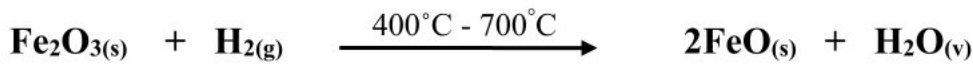
عند تحضير أكسيد الحديد II من أكسالات الحديد II يتم التسخين بمعزل عن الهواء :

حتى لا يتأكسد أكسيد الحديد II الناتج إلى أكسيد حديد III

ملاحظات

عند تسخين أكسالات الحديد II بمعزل عن الهواء يتكون أكسيد الحديد II ولا يتكون أكسيد حديد III :

لأن غاز أول أكسيد الكربون الناتج من التفاعل عامل مختزل يحول أكسيد حديد III إلى أكسيد الحديد II

ب- اختزال الأكاسيد الأعلى (Fe₃O₄ ، Fe₂O₃) بالهيدروجينيمكن تحضير أكسيد الحديد II باختزال الأكاسيد الأعلى (Fe₃O₄ ، Fe₂O₃) بأول أكسيد الكربون

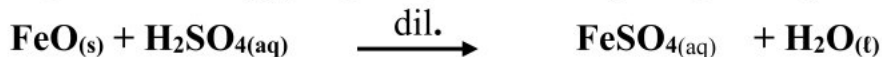
١- مسحوق أسود اللون ، لا يذوب في الماء

خواصه

٢- يتأكسد أكسيد الحديد II بسهولة في الهواء الساخن مكوناً أكسيد حديد II



٣- يتفاعل أكسيد الحديد II مع الأحماض المعدنية المخففة (مثل حمض الكبريتيك المخفف) مكوناً أملاح الحديد II وماء





أكسيد الحديد III (Fe₂O₃)

يوجد أكسيد الحديد III في الطبيعة في خام الهيماتيت

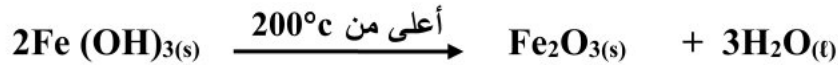
يحضر أكسيد الحديد III بعدة طرق منها :

تحضيره

١- إضافة محلول قلوى (مثل هيدروكسيد الأمونيوم) إلى محاليل أملاح الحديد III ، فيترسب هيدروكسيد

الحديد III لونه (بنى محمر)

- عند تسخين هيدروكسيد الحديد III عند درجة حرارة أعلى من 200°C نحصل على أكسيد الحديد III



٢- تسخين كبريتات الحديد II لدرجة الاحمرار



١- مسحوقه **أحمر اللون** ، لا يذوب في الماء

٢- يستخدم كلون **أحمر** في الدهانات

خواصه

٣- يتفاعل III مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة ، مكوناً أملاح الحديد III وبخار الماء



أكسيد الحديد المغناطيسي (Fe₃O₄)



• يوجد أكسيد الحديد المغناطيسي في الطبيعة ويعرف **بالمجنتيت**

• أكسيد مختلط من أكسيد حديد II (FeO) وأكسيد حديد III (Fe₂O₃)

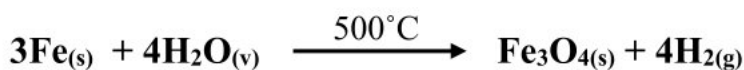
لذلك الصيغة الكيميائية له هي مجموع الصيغتين معاً (Fe₃O₄)

وجوده

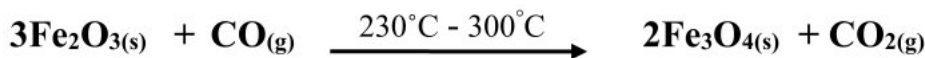
يحضر أكسيد الحديد المغناطيسي بعدة طرق منها :

أ- من الحديد المسخن لدرجة الاحمرار بفعل الهواء أو بخار الماء

تحضيره



ب- باختزال أكسيد الحديد III



١- مسحوق أسود اللون ، له خواص مغناطيسية قوية

٢- يتفاعل مع الأحماض المركزة الساخنة مكوناً أملاح حديد II ، III مما يدل على أنه أكسيد مختلط



- يتأكسد أكسيد الحديد المغناطيسي عند التسخين في الهواء مكوناً أكسيد حديد III



عند تسخين كبريتات الحديد II يتكون أكسيد الحديد III ولا يتكون أكسيد الحديد II :

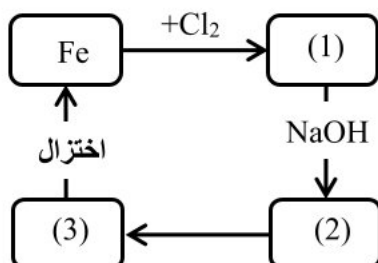
لأن أكاسيد الكبريت الناتجة عوامل مؤكسدة

التمييز بين أكسيد الحديد المغناطيسي و الحديد

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
إضافة حمض مخفف الى كل منهما مع تعريض الغازات الناتجة لشظية مشتعلة	حدوث فرقة تصاعد غاز الهيدروجين	يكون الحديد
	إذا لم تحدث فرقة	يكون أكسيد الحديد المغناطيسي

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
إضافة حمض كبريتيك مركز إلى كل منهما مع تعريض الغازات الناتجة لورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم البرتقالية المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز	تحول لون الورقة من البرتقالي إلى الأخضر	يكون الحديد
	يظل اللون البرتقالي كما هو	يكون أكسيد الحديد مغناطيسي

أمثلة



(١) ادرس المخطط التالي : المركبات (١) ، (٢) ، (٣) هي على الترتيب

(أ) (١) FeCl_3 / (٢) Fe_2O_3 / (٣) $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(ب) (١) FeCl_2 / (٢) Fe_2O_3 / (٣) $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(ج) (١) FeCl_2 / (٢) FeO / (٣) $\text{Fe}(\text{OH})_2$

(د) (١) FeCl_3 / (٢) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ / (٣) Fe_2O_3

الفكرة :

عند تفاعل الحديد مع الكلور الساخن ينتج المركب (١) FeCl_3

عند تفاعل المركب (١) FeCl_3 مع NaOH ينتج المركب (٢) $\text{Fe}(\text{OH})_3$

عند تسخين المركب (٢) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ لدرجة حرارة أكبر من 200°C ينتج المركب (٣) Fe_2O_3

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٢) عند تسخين المركبات (FeCO_3 ، Fe_3O_4 ، FeO) كل على حدة بشدة في الهواء الجوى ومقارنة كتلة الناتج الصلب بعد التسخين فإن

($\text{Fe} = 56$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$)

(ب) تزداد كتلة FeCO_3 وتقل كتلة FeO

(أ) تقل كتلة FeCO_3 وتزداد كتلة Fe_3O_4

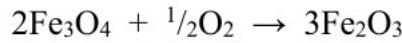
(د) تزداد كتلة FeCO_3 ولا تتأثر كتلة Fe_3O_4

(ج) لا تتأثر كتلة Fe_3O_4 وتزداد كتلة FeO

الفكرة :

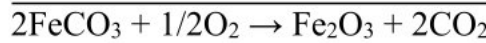
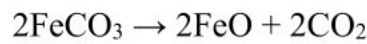
- في حالة اكسيد الحديد II تتحد مع الاكسجين ويتكون اكسيد الحديد III فتزداد الكتلة $2\text{FeO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

- في حالة اكسيد الحديد المغناطيسي يتحد مع الاكسجين ويتكون مركب واحد فقط وهو اكسيد الحديد III فتزداد الكتلة



- في حالة تسخين كربونات الحديد II في الهواء يتكون اكسيد الحديد II ثم يتأكسد ليتكون اكسيد الحديد III وبعد جمع

المعادلتين نجد انه في المعادلة النهائية الموزونة كتلة $2\text{FeCO}_3 = 232$ جرام وكتلة $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 160$ جرام



الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٣) عند إضافة حمض كبريتيك مخفف إلى أنبوبة اختبار تحتوى على خليط من أكسيد حديد II وأكسيد حديد III ، فإنه بعد إتمام التفاعل سوف تحتوى الأنبوبة على

(أ) كبريتات حديد III وأكسيد الحديد III وهيدروجين

(ب) أكسيد الحديد II وأكسيد الحديد III وثاني أكسيد الكبريت

(ج) كبريتات حديد II وأكسيد حديد III وماء

(د) كبريتات حديد II وهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت

الفكرة :

أكسيد الحديد (II) يتفاعل مع حمض الكبريتيك المخفف وينتج كبريتات حديد (II) وماء ، ولا يتفاعل أكسيد الحديد

(III) مع حمض الكبريتيك المخفف

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

(٤) عند تسخين أملاح الحديد II في الهواء الجوى بشدة يتكون مركب صلب (X) وعند إضافة حمض الكبريتيك المركب

الساخن إلى المركب (X) يتكون مركب آخر (Y) وبمقارنة خواص المركبين (X) ، (Y) نجد أن

(أ) المركب (Y) أكبر من المركب (X) في العزم المغناطيسى وكلاهما ملون.

(ب) المركب (X) يساوى المركب (Y) في العزم المغناطيسى وكلاهما غير ملون.

(ج) المركب (X) أكبر من المركب (Y) في العزم المغناطيسى وأحدهما ملون.

(د) المركب (X) يساوى المركب (Y) في العزم المغناطيسى وكلاهما ملون.

الفكرة :

عند تسخين أملاح الحديد ينتج أكسيد الحديد (II) الذى يتأكسد بواسطة اكسجين الهواء الجوى

إلى أكسيد الحديد (III) (المركب الصلب (X) Fe_2O_3)

وعند تفاعل حمض الكبريتيك المركز الساخن مع أكسيد حديد (III) ينتج كبريتات حديد (III) (Y)

المركبين X، Y تحتوي على ايون الحديد الثلاثي يحتوي على ٥ إلكترونات مفردة في $3d^5$

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٥) مركبان كيميائيان (A)، (B) عند تسخين المركب (A) ينتج عنه غاز يستخدم في اختزال أكاسيد الحديد وعند تسخين

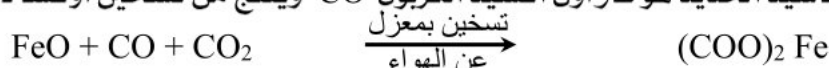
المركب (B) ينتج عنه غاز يغير لون ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز من

اللون البرتقالي إلى اللون الأخضر. أي من الاختيارات التالية يعبر تعبيراً صحيحاً عن المركبين (A)، (B)؟

(B)	(A)	
كبريتات الحديد II	أكسالات الحديد II	(أ)
هيدروكسيد الحديد III	كبريتات الحديد II	(ب)
أكسيد الحديد III	كبريتات الحديد III	(ج)
كلوريد الحديد III	كربونات الحديد II	(د)

الفكرة :

الغاز الذي يستخدم في اختزال أكاسيد الحديد هو غاز اول اكسيد الكربون CO وينتج من تسخين أوكسالات الحديد II



الغاز الذي يغير لون ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز من اللون البرتقالي إلى

اللون الأخضر هو غاز ثاني اكسيد الكبريت SO_2



الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

(٦) للحصول على أكسيد الحديد مغناطيسي من كلوريد الحديد III، فإن العمليات التي يجب إجراؤها على الترتيب هي

(أ) التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك - الأكسدة - الاختزال

(ب) التفاعل مع قلوي - التفكك الحراري - الاختزال

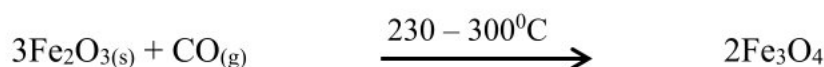
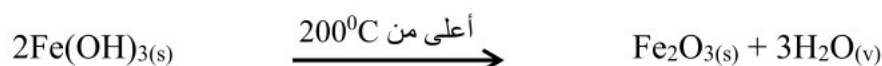
(ج) الأكسدة - الاختزال - التفكك الحراري

(د) التفكك الحراري - الأكسدة - التفاعل مع محلول قلوي

الفكرة :

للحصول على أكسيد حديد مغناطيسي من كلوريد حديد III، فإن العمليات التي يجب إجراؤها على الترتيب هي :- التفاعل

مع محلول قلوي - التفكك الحراري - الاختزال



الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

2

الباب
الثاني

التحليل الكيميائي



- من بداية الباب
- ما قبل الكشف عن الكاتيونات

الدرس الأول

التحليل الكيميائي

التحليل الكيميائي أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي تساهم بدور كبير في :

- تقدم علم الكيمياء
- تطوير المجالات العلمية المختلفة كما يتضح مما يلي :

دور التحليل الكيميائي في مجال الطب

- ١- تقدير نسب السكر والزلزال والبولينا والكوليسترول
- ٢- تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء ، مما يسهل من مهمة الطبيب في التشخيص والعلاج

دور التحليل الكيميائي في مجال الزراعة

- ١- معرفة خواص التربة من حيث الحموضة أو القاعدية
- ٢- معرفة نوع ونسب العناصر الموجودة بالتربة وبالتالي إمكانية تحسين خواصها ومعالجتها بإضافة الأسمدة المناسبة

دور التحليل الكيميائي في مجال الصناعة

- تحديد مدى مطابقة الخامات والمنتجات الصناعية للمواصفات القياسية

دور التحليل الكيميائي في مجال البيئة

- ١- معرفة وقياس محتوى المياه والأغذية من الملوثات البيئية الضارة
- ٢- معرفة نسب غازات أول أكسيد الكربون و ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الهواء الجوى



تحليل فوري لنسبة السكر في الدم



جهاز pH الرقمي المستخدم في قياس حموضة أو قاعدية التربة



قياس نسبة الملوثات في الهواء

أنواع التحليل الكيميائي

تتم عملية التحليل الكيميائي لمعرفة الصيغ الجزيئية للمواد ، أو مجموعة المركبات المكونة للمواد إذا كانت مخلوطاً

التحليل الوصفي (الكيفي) :

يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت :

- نقية (عنصر أو ملح بسيط)
- مخلوط من عدة مواد

التحليل الكمي :

يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة المجهولة

ملحوظة :

لابد من إجراء عملية التحليل الكيفي أولاً للتعرف على مكونات المادة ، حتى يمكن اختيار أنسب الطرق لتحليلها كميًا

التحليل الكيميائي الوصفي

التحليل الكيميائي الوصفي :

هو سلسلة من التفاعلات المناسبة التي تجري للكشف عن المكونات الأساسية لمادة مجهولة ، على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات

إذا اتضح من التحليل الوصفي للمادة أنها :

نقية :

يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية مثل :

- درجة الانصهار
- درجة الغليان
- الكتلة المولية

مخلوط :

يجب أولاً فصل المواد النقية كل على حدى ثم الكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة

فروع التحليل الكيميائي الوصفي

تحليل المركبات العضوية :

يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة للتعرف على المركب

تحليل المركبات غير العضوية :

يتم فيه الكشف عن الأيونات التي يتكون منها المركب الغير عضوي (الأملاح الأيونية البسيطة)

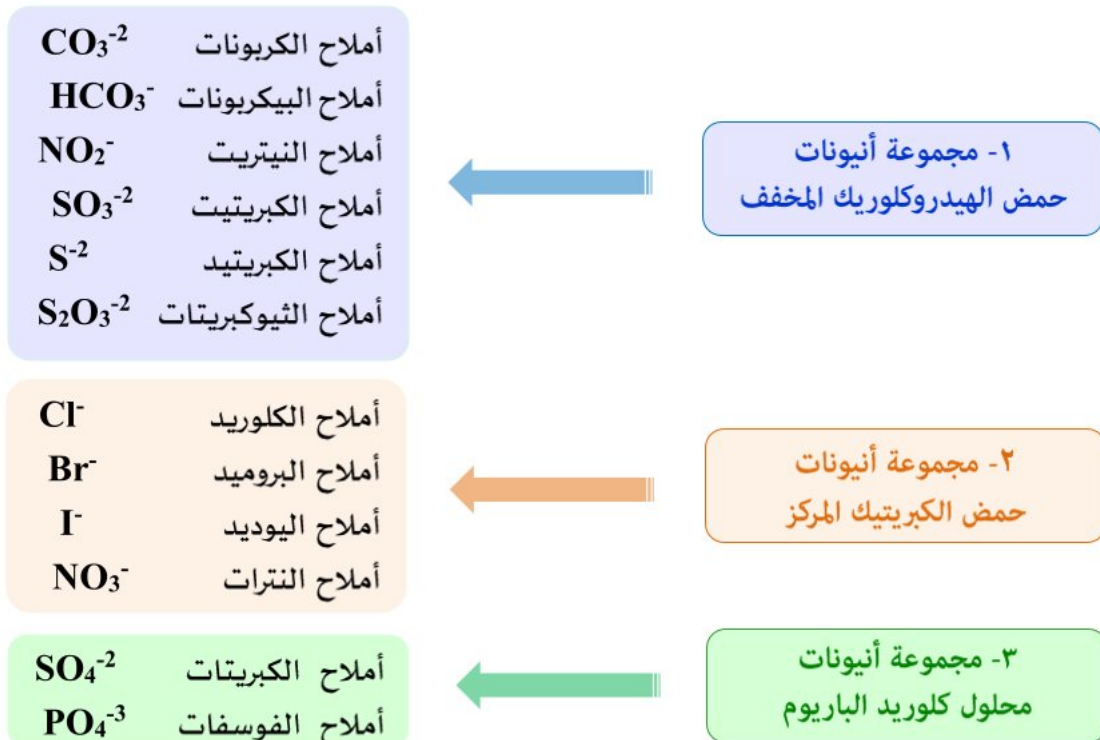
ويشمل الكشف عن :

- الأيونات (الشقوق الحامضية)
- الكاتيونات (الشقوق القاعدية)

الكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية) في المركبات الغير عضوية

أولاً

تنقسم الأنيونات إلى ثلاثة مجموعات لكل منها كاشف معين تسمى به المجموعة :



الأساس العلمى للكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية)

الحمض الأكثر ثباتاً يطرد الأحماض الأقل ثباتاً (السهل التطاير أو الانحلال) في صورة غازات يمكن التعرف عليها من ألوانها أو رائحتها أو أى خاصية مميزة أخرى

الأساس
العلمى

الفرق بين ثبات الحمض وقوة الحمض :

- ثبات الحمض دليل على عدم تطايره (يكون أقل تطاير) ويكون أعلى فى درجة الغليان ، بمعنى الأكثر ثباتاً يكون أقل تطايراً والعكس
- قوة الحمض هى قابليته للتأين (أيونات هيدروجين موجبة وأيونات سالبة)

تصنيف الأحماض من حيث الثبات :

أحماض عالية الثبات	أحماض متوسطة الثبات	أحماض ضعيفة الثبات
حمض الكبريتيك H_2SO_4	حمض الهيدروكلوريك HCl	حمض الكربونيك H_2CO_3
حمض الفوسفوريك H_2PO_4	حمض الهيدروبروميك HBr	حمض النيتروز HNO_2
	حمض الهيدرويوديك HI	حمض الكبريتوز H_2SO_3
	حمض النيتريك HNO_3	حمض الثيوكبريتيك $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$
		حمض هيدروكبريتيك H_2S

مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

تشتمل هذه المجموعة على أنيونات :



الأساس العلمي للكشف عن أنيونات المجموعة

حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من الأحماض التي اشتقت منها هذه الأنيونات وعند تفاعل الحمض مع أملاح هذه الأنيونات فإنه يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً والسهلة التطاير والانحلال على هيئة غازات يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ، ويفضل التسخين الهين الذي يساعد على طرد الغازات

الأساس
العلميالكشف عن أنيون الكربونات CO_3^{-2}

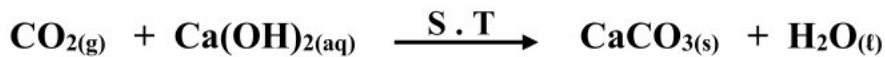
1

التجربة الأساسية الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح الكربونات

المشاهدة :

- يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير
- يمرر غاز ثاني أكسيد الكربون في ماء الجير لمدة قصيرة (Short time)



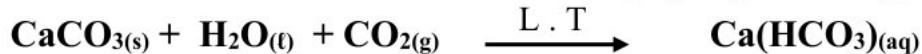
تعكر ماء الجير الرائق عند إمرار غاز ثاني أكسيد الكربون فيه لمدة قصيرة :

بسبب تكون ملح كربونات الكالسيوم شحيح الذوبان في الماء

لا يمرر غاز ثاني أكسيد الكربون في ماء الجير لمدة طويلة عند الكشف عنه :

حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم الناتجة عن تفاعل ماء الجير مع CO_2 إلى بيكربونات الكالسيوم (التي

تذوب في الماء) فيختفى الراسب



ملاحظات

فيديو تجارب
مجموعة HCl

٢) البيكربونات HCO_3^-

✗ يحدث فوران لنصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون .



✗ الكشف عن الغاز الناتج : يعكم ماء الجيم الرائق .



✗ جميع بيكربونات الفلزات تذوب في الماء .

ملحوظة

٣) الكبريتيت SO_3^{2-} ✗ ينصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ذو الرائحة النفاذة .

✗ الكشف عن الغاز الناتج :

يحول ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ المحمضة بمحضر الكبريتيك المركز إلى اللون الأخضر .٤) الثيوكبريتات $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ✗ ينصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، و يظهر راسب أصفر نثبة لتعلق الكبريت في المحلول .٥) الكبريتيد S^{2-} ✗ ينصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ذو الرائحة الكريهة .

✗ الكشف عن الغاز الناتج : يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات رصاص II .

٦) النيتريت NO_2^- ✗ ينصاعد غاز أكسيد النيتريك NO عديم اللون الذي يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر .

ملصقة / أي حمض ثنائي البروتون يعنى عنده H_2 بقدر يعطى نوعين من الأملاح .

١ مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المضعف ($dil HCl$)

لو حفظت الجدول الصغير ده أنت عديت خلاص

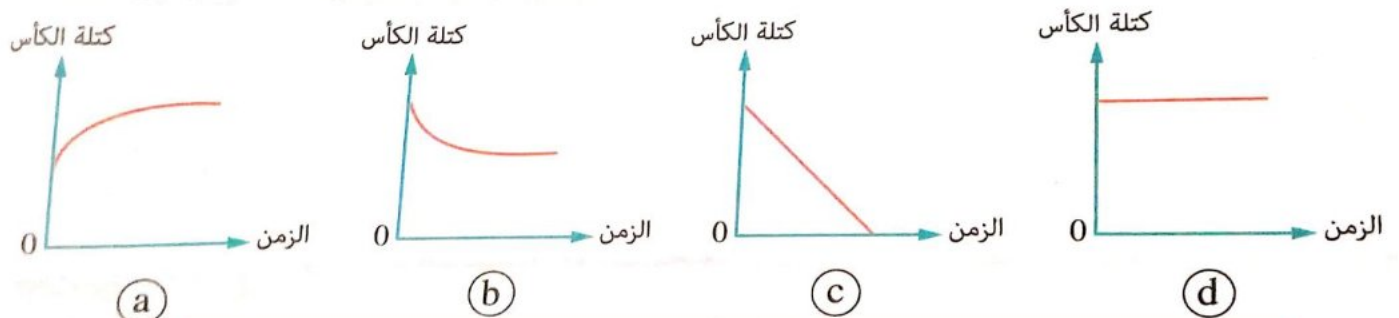
الأسق الحامضى (الأنيون)	الكاسف	المساهرة) الغاز المتصاعد عند إجراء التفاعل
كربونات CO_3^{2-}	$dil HCl$	يحدث فوران ويتصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق إذا مر لفترة قصيرة
بيكربونات HCO_3^-		يحدث فوران ويتصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق إذا مر لفترة قصيرة
كبريتيت SO_3^{2-}		تصاعد غاز SO_2 الذى له رائحة نفاذة ويخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم البرتقالية المحمضة بحمض الكبريتيك المركز
كبريتيد S^{2-}		تصاعد غاز H_2S الذى له رائحة البيض الفاسد ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص II
ثيوكربونات $S_2O_3^{2-}$		تصاعد غاز H_2S الذى له رائحة خانقة ويتكون راسب أصفر من الكبريت المعلق S
نيتريت NO_2^-		تصاعد غاز أكسيد النيتريك NO عديم اللون الذى يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى بنى محمر

عل لما يأتى

(١) يستخدم حمض الهيدروكلوريك فى الكشف عن 6 أنيونات على الرغم أنه أكثر نباتاً من 5 أحماض ؟

لأن الكربونات والبيكربونات مستقرة من حمض واحد وهو حمض الكربونيك .

٢- أياً من الأشكال البنيانية الآتية يعبر عن كتلة كأس تحتوى على خليط من كربونات الصوديوم و ذرة من حمض الهيدروكلوريك المضعف بمرور الوقت ؟



٣- تتفق أملاح الكربونات والبيكربونات فى كل مما يأتى ، عدا انها

(أ) تستق من حمض واحد .

(ب) تذوب جميعها فى الماء .

(ج) تتفاعل مع حمض HCl المضعف مكونة غاز CO_2

(د) تتفاعل محاليلها مع محلول $MgSO_4$ مكونة راسب أبيض فى ظروف مختلفة .

ثانياً : مجموعات أنيونات حمض الكبريتيك المركز

تشمل هذه المجموعة الأنيونات التالية : كلوريد Cl^- ، البروميد Br^- ، اليوديد I^- ، النيترات NO_3^-

أساس الكشف :

حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التي اشتقت منها هذه الأنيونات فيستطيع أن يطردها في صورة غازات يمكن التعرف عليها بكاشف مناسب .

١ الكلوريد Cl^-

⊗ ينصاع غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون .
 $2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{conc / \Delta} Na_2SO_4 + 2HCl \uparrow$

⊗ الكشف عن الغاز الناتج : يكون سحب بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر .

٢ البروميد Br^-

⊗ ينصاع غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون .
 $2NaBr + H_2SO_4 \xrightarrow{conc / \Delta} Na_2SO_4 + 2HBr \uparrow$

⊗ يتأكسد جزء من الغاز المنصاع بفعل حمض الكبريتيك و تنفصل أجرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار ورقة مبللة

بمحلول النشا .
 $2HBr + H_2SO_4 \xrightarrow{conc} 2H_2O + SO_2 + Br_2 \uparrow$

٣ اليوديد I^-

⊗ ينصاع غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون .
 $2KI + H_2SO_4 \xrightarrow{conc / \Delta} Na_2SO_4 + 2HI \uparrow$

⊗ يتأكسد جزء من الغاز المنصاع بفعل حمض الكبريتيك و تنفصل أجرة اليود و تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين و تسبب

تزرق ورقة مبللة بمحلول النشا .
 $2HI + H_2SO_4 \xrightarrow{conc} 2H_2O + SO_2 + I_2 \uparrow$

٤ النيترات NO_3^-

⊗ تنصاع أجرة من ثاني أكسيد النيتروجين ندية لتحلل حمض النيتريك المنفصل .



⊗ تزداد كثافة الأجرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس .



ثالثاً : مجموعات أنيونات محلول كلوريد الباريوم

نُشْمَل هذِهِ الْمَجْمُوعَةُ الْأَنْيُونَاتِ النَّالِيَةِ : كبريتات SO_4^{2-} ، الفوسفات PO_4^{3-}

أساس الكشف :

هذه الأنيونات لا تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أو مع حمض الكبريتيك المركز لكن تعطي محاليل أملاحها راسب مع محلول كلوريد الباريوم .

١ الكبريتات SO_4^{2-}

يُتكوّن راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف .

٢ الفوسفات PO_4^{3-}

يُتكوّن راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف .



التجارب التأكيدية لأنيونات الشقوق الحامضية

[١] التجربة التأكيدية : محلول الملاح + محلول كبريتات الماغنيسيوم

١ مع الكربونات يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك .



٢ مع البيكربونات يتكون راسب أبيض بعض التسخين .



هناك فرق بين ثبات الحمض وقوة الحمض ، حيث أن الثبات يدل على التطاير ودرجة الغليان ولكن القوة تدل على تأين الحمض ، وعلى هذا مفهوم الحمض القوي والحمض الثابت كما يلي :

الحمض القوي : هو الحمض تام التأين في الماء وجيد التوصيل الكهربائي .

الحمض الثابت : هو الحمض الأعلى في درجة الغليان والأقل تطايراً ولا يتأثر بدرجة الحرارة .

تقسيم الأحماض حسب الاستقرار (تبعاً للثبات إلى ثلاث مجموعات)

١ أحماض ضعيفة الثبات وضعيفة الاستقرار

الحمض وصيغته الكيميائية		أنيون الحمض		مثال لمليح من أملاح الحمض	
حمض الكربونيك	H_2CO_3	كربونات	CO_3^{-2}	كربونات صوديوم	Na_2CO_3
		بيكربونات	HCO_3^{-}	بيكربونات صوديوم	$NaHCO_3$
حمض الكبريتوز	H_2SO_3	كبريتيت	SO_3^{-2}	كبريتيت صوديوم	Na_2SO_3
حمض الهيدروكبريتيك	H_2S	كبريتيد	S^{-2}	كبريتيد صوديوم	Na_2S
حمض الثيوكبريتيك	$H_2S_2O_3$	ثيوكبريتات	$S_2O_3^{-2}$	ثيوكبريتات صوديوم	$Na_2S_2O_3$
حمض النيتروز	HNO_2	نيتريت	NO_2^{-}	نيتريت صوديوم	$NaNO_2$

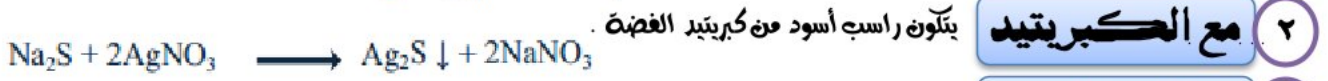
٢ أحماض متوسطة الثبات و متوسطة الاستقرار

الحمض وصيغته الكيميائية		أنيون الحمض		مثال لمليح من أملاح الحمض	
حمض الهيدروكلوريك	HCl	كلوريد	Cl^{-}	كلوريد صوديوم	$NaCl$
حمض الهيدروبروميك	HBr	بروميد	Br^{-}	بروميد صوديوم	$NaBr$
حمض الهيدروإيوديك	HI	إيوديد	I^{-}	إيوديد صوديوم	NaI
حمض النيتريك	HNO_3	نترات	NO_3^{-}	نترات صوديوم	$NaNO_3$

٣ أحماض ثابتة ومستقرة

الحمض وصيغته الكيميائية		أنيون الحمض		مثال لمليح من أملاح الحمض	
حمض الكبريتيك	H_2SO_4	كبريتات	SO_4^{-2}	كبريتات صوديوم	Na_2SO_4
حمض الفوسفوريك	H_3PO_4	فوسفات	PO_4^{-3}	فوسفات صوديوم	Na_3PO_4

[٢] التجربة التأكيدية : محلول املح + محلول نيزرات الفضة



يتكون راسب أبيض مصفر من كلوريد الفضة يصبح بنفسجياً عند تعرضه للضوء ، يذوب في محلول النشادر المركز .



يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصبح داكناً عند تعرضه للضوء ، يذوب ببطء في محلول النشادر المركز .



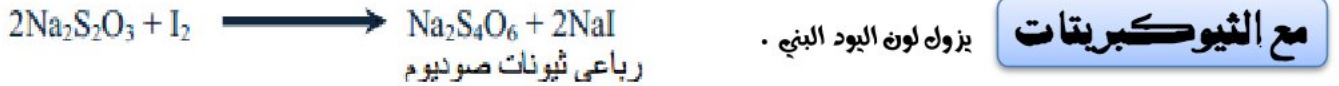
يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر .



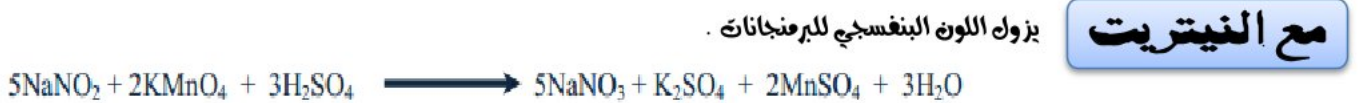
يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب في كل من محلول النشادر و حمض النيتريك .



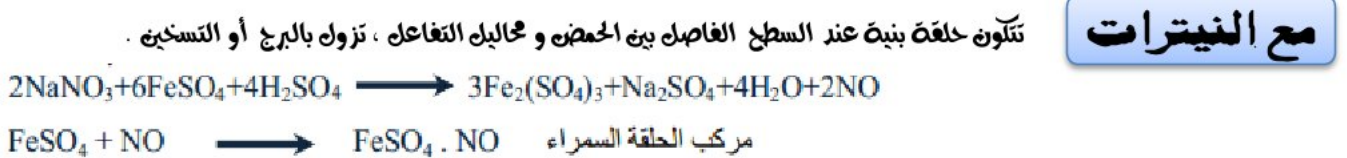
[٣] التجربة التأكيدية : محلول املح + محلول اليود



[٤] التجربة التأكيدية : محلول املح + محلول برمناتات بوناسيوم محمضة بحمض كبريتيك مركز .



[٥] التجربة التأكيدية : محلول املح + محلول حيث التحضير من كبريتات الحديد II + حمض كبريتيك مركز .



[٦] التجربة التأكيدية : محلول املح + محلول أسيتات الرصاص II



ذوبانية بعض الأملاح الشائعة في الماء

الذوبان في الماء	الانيون
جميعها تذوب في الماء .	أملاح الصوديوم والبيوتاسيوم والأمونيوم والنترات والبيكربونات
كلها تذوب في الماء ، ماعدا الفضة (Ag^+) .	النيتريت
كلها تذوب في الماء ، ماعدا $[Ag^+, Hg^+, Ba^{+2}]$	الأستات
كلها تذوب في الماء ، ماعدا $[Ag^+, Hg^+, Pb^{+2}, Cu^{+1}]$	الكلوريدات
كلها تذوب في الماء ، ماعدا $[Ag^+, Hg^{+2}, Pb^{+2}]$	بروميدات
كلها تذوب في الماء ، ماعدا $[Ag^+, Hg^{+2}, Pb^{+2}, Bi^{+3}]$	يوديدات
كلها تذوب في الماء ، ماعدا $[Pb^{+2}, Hg^+, Ba^{+2}]$	الثيوكبريتات
كلها تذوب في الماء ، ماعدا $[Ag^+, Ba^{+2}, Sr^{+2}, Pb^{+2}, Cu^{+1}]$	كبريتات
كلها لا تذوب في الماء ، ماعدا (الصوديوم ، البوتاسيوم ، الأمونيوم)	فوسفات
كلها لا تذوب في الماء ، ماعدا (الصوديوم ، البوتاسيوم ، الأمونيوم)	كربونات
جميعها لا تذوب في الماء ، ماعدا (الصوديوم ، البوتاسيوم ، الأمونيوم)	كبريتيت
كلها لا تذوب في الماء ، ماعدا (الصوديوم ، البوتاسيوم ، الأمونيوم)	أكاسيد
كلها لا تذوب في الماء ، ماعدا $Na^+, NH_4^+, K^+, Ba^{+2}, Sr^{+2}, Ca^{+2}$	أوكسالات
كلها لا تذوب في الماء ، ماعدا $Na^+, K^+, NH_4^+, Ba^{+2}, Sr^{+2}, Ca^{+2}$	كبريتيدات
كلها لا تذوب في الماء ، ماعدا $Na^+, K^+, NH_4^+, Ba^{+2}, Sr^{+2}, Ca^{+2}$	هيدروكسيدات

١- أضيف محض الهيدروكلوريك الضف للـ صلب صيفته الأيمائية (A₂X) فتصاعد غاز يكون مع ورقة مبللة بمحلول (Y₂B) راسب أسود ، فإن الأنيون (Y) يكون

(أ) CH₃COO (ب) S²⁻ (ج) SO₃²⁻ (د) HCO₃⁻

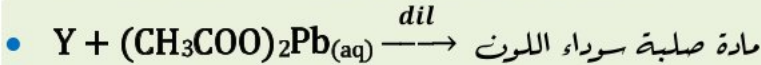
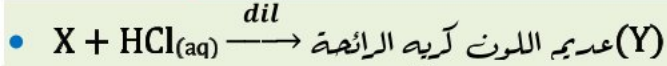
٢- عند إمرار غاز نافي أكسيد الكبريت في محلول نافي كرومات البوتاسيوم البرتقالية المحمضة ، فإن العبارات التالية صحيحة ؟

- (أ) يزداد اللون البرتقالي .
(ب) يخفنى اللون البرتقالي ويصبح المحلول عديم اللون .
(ج) يتكون راسب أخضر من كبريتات الكروم III
(د) يتلون المحلول باللون الأخضر لتكون كبريتات الكروم III

٣- تتفاعل المادة (X) مع محض الهيدروكلوريك الضف مكونة غاز يتفاعل مع محلول نافي كرومات البوتاسيوم المحمض مكوناً مادة خضراء اللون ، ما اسم المادة (X) ؟

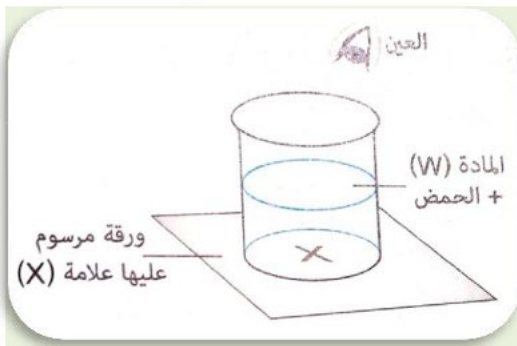
- (أ) كلوريد البوتاسيوم .
(ب) كبريتات الصوديوم .
(ج) كربونات الصوديوم .
(د) كبريتيت البوتاسيوم .

٤- تبعاً لنواتج التفاعلين القابلين :



أياً مما يأتى يعبر عن كل من أنيون المركب (X) والغاز (Y) ؟

الاختبارات	أنيون المركب (X)	الغاز (Y)
(أ)	SO ₃ ²⁻	SO ₂
(ب)	Cl	HCl
(ج)	S ²⁻	H ₂ S
(د)	CO ₃ ²⁻	CO ₂



٥- في تجربة معملية : قام أحد الطلاب بالخطوتين التاليتين :

- وضع ورقة مرسوم عليها علامة X أسفل الدرف الوضوع فيه خليط من المادة (W) مع محض الهيدروكلوريك الضف .
 - قاس الزمن المستغرق في اختفاء العلامة X عند النظر إليها من خلال خليط التفاعل (كما بالسلك القابل) ،
- أياً من المواد الآتية تعبر عن المادة (W) ؟

- (أ) نيتريت الصوديوم . (ب) بيكربونات الصوديوم . (ج) كبريتيت الصوديوم . (د) ثيوكبريتات الصوديوم .

٦ ما التغير اللوني الحادث عند إضافة وفرة من محلول يوديد البوتاسيوم بيطء إلى محلول محمض من برمنجنات البوتاسيوم ؟

- (أ) عديم اللون ← اللون البنفسجي .
(ب) اللون البنفسجي ← اللون البنفسجي .
(ج) عديم اللون ← اللون البنفسجي .
(د) اللون البنفسجي ← عديم اللون .

سؤال / Open Book / ماذا يحدث عند التسخين الشديد لمركب الحلقة البنية (FeSO₄.NO) ؟

١. تتحول الحلقة البنية ويتكون الهيماتيت Fe₂O₃ نتيجة لتكون NO و FeSO₄.
٢. يتصاعد غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO₂) البني المحمر عند فوهة الأنبوبة.
٣. تتصاعد غازات الكبريت وهي ثاني أكسيد الكبريت (SO₂) وثالث أكسيد الكبريت (SO₃).

سؤال / اختر الإجابة الصحيحة مما يأتي :

١. عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول اللعنين (A) ، (B)
 - تكون راسب (X) في حالة محلول الملح (A) يذوب بسرعة في محلول النشادر المركز.
 - تكون راسب (Y) في حالة محلول الملح (B) يذوب ببطء في محلول النشادر المركز.

فإن الراسبين (X) ، (Y) على الترتيب هما

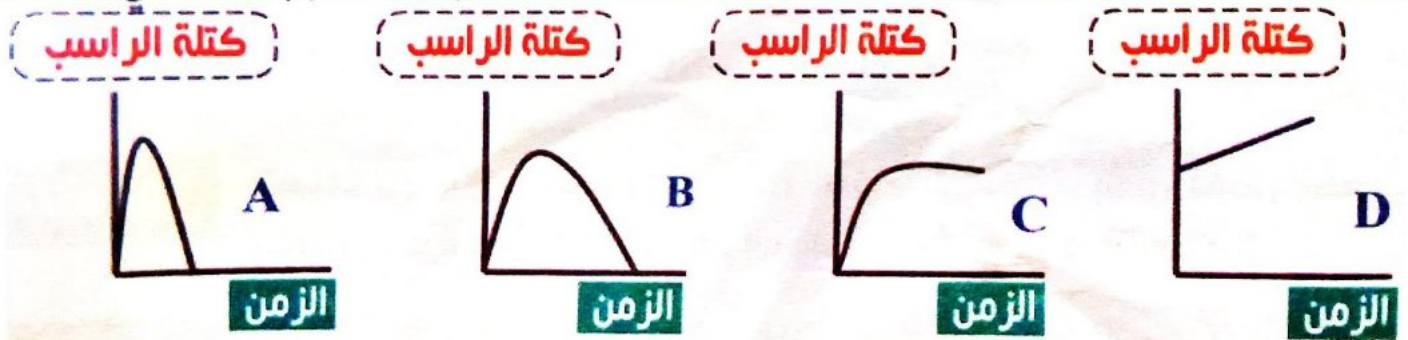
(X) AgCl / (Y) AgI (ب)

(X) AgCl / (Y) AgBr (ا)

(X) AgI / (Y) BaSO₄ (د)

(X) AgBr / (Y) AgI (ج)

٢. لديك ثلاث محاليل من كلوريد الصوديوم ، يوديد الصوديوم ، بروميد الصوديوم . أضيف لكل منهما محلول نترات الفضة ، ثم أضيف محلول النشادر : ادرس الأشكال البيانية التالية ، ثم أجب عما يأتي :



١. الشكل الذي يعبر عن محلول كلوريد الصوديوم هو

D (د)

C (ج)

B (ب)

A (ا)

٢. الشكل الذي يعبر عن محلول يوديد الصوديوم هو

D (د)

C (ج)

B (ب)

A (ا)

٣. الشكل الذي يعبر عن محلول بروميد الصوديوم هو

D (د)

C (ج)

B (ب)

A (ا)

- ٢- ما الأيونات الموجودة في المحلول الناتج من إضافة ذرة من نترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم ؟

(ب) Cl^- , NO_3^- , Na^+

(ا) Na^+ , Cl^-

(د) Ag^+ , NO_3^- , Na^+

(ج) Cl^- , Na^+ , Ag^+

ملامحظات هامة

١ يتشابه تفاعل محلول كلوريد الباريوم مع محلول فوسفات الصوديوم وكبريتات الصوديوم في تكون أملاح شحيحة الذوبان في الماء .

٢ محلول نترات الفضة يعطى راسباً أبيض مع كل من : ١ كبريتات الصوديوم . ٢ خلاص الرصاص II .

٣ يعتبر حمض الهيدروكلوريك والكبريتيك من الكواشف العامة ، بينما محلول نترات الفضة من أهم الكواشف النوعية لأنه أكبر كاشف لأكبر عدد من الأيونات ، وكذلك محلول البود والبرمنجنات من الكواشف النوعية .

٤ محلول نترات الفضة ليس عامل مؤكسد أو مختزل .

٥ معنى ذوبان راسب معين أنه نقص تركيز أحد الأيونات أو كلاهما بمقدار معين في مذيب مناسب .

٦ غازات NO و HBr و HI تتأكسد ، بينما غازات HCl و CO₂ و NO₂ لا تتأكسد .

٧ التفاعلات الأكثر حساسية : هي تفاعلات التي يتفاعل فيها الكاشف مع الأيون خلال وقت قصير ، مثل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم .

٨ أي أنيونين تختبر بينهم في :

١ لو معاً ملح صلب يبقى باستخدام كاشف المجموعة .

٢ لكن لو معاً محلول الطلع يبقى لازم باستخدام التجربة التأكيدية .

اختر الإجابات الصحيحة مما يأتي :

١- إذا كانت لديك مخلوط من BaSO₄ ، Ba₃(PO₄)₂ ؛ فما يلي بعد صميحاً ؟

(أ) يمكن فصل كل منهما عن الآخر بإضافة HCl الضف والترسيب .

(ب) يمكن فصل كل منهما الآخر بإضافة الماء والترسيب .

(ج) BaSO₄ لا يذوب في الماء ويذوب في HCl الضف .

(د) Ba₃(PO₄)₂ يذوب في الماء ويذوب في HCl الضف .

٢- أيون يكون راسب مع كل من أيونات الفضة وأيونات الباريوم .

(أ) النترات (ب) البيكربونات (ج) الكلوريد (د) الفوسفات

٣- يتفاعل محلول نترات الرصاص (II) مع محلول كبريتات الصوديوم مكوناً المادتين (A) ، (B) .

ما العملية التابعة لفصل المادتين (A) ، (B) عن بعضهما ؟

(أ) عملية التبلر . (ب) عملية التقطير البسيط . (ج) عملية الترسيب . (د) عملية الترسيب .

٤- يعتبر تلوث مياه الشرب بعنصر الرصاص من أهم مسببات الأمراض ، لذلك تقوم محطات تنقية المياه بإزالة أيونات الرصاص ، ما المادة التي يمكن استخدامها لهذا الغرض ؟

(أ) بيكربونات الصوديوم . (ب) كبريتات المغنسيوم . (ج) أسيتات الرصاص II . (د) نترات الفضة .

(٢) الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية)

علل : الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيداً من الشق الحامضي ؟

✧ لكثرة الشقوق القاعدية و تداخلها فيما بينها و لكل شق أكثر من حالة تأكسد .

🔴 **أساس الكشف :**

✍ تقسم الشقوق القاعدية إلى ستة مجموعات تسمى المجموعات التحليلية و لكل مجموعة كاشف معيّن يسمى **بكاشف المجموعة** .

✍ يعتمد هذا التقسيم على إختلاف ذوبان أملاح هذه الفلزات في الماء .

أولاً : المجموعة التحليلية الأولى

🔴 **تشمل هذه المجموعة الكاتيونات التالية :** فضة I ، زئبق I ، رصاص II

🔴 **أساس الكشف :**

كلوريدات فلزات المجموعة التحليلية الأولى شحيحة الذوبان في الماء ، لذا ترسب هذه الفلزات على هيئة كلوريدات بإضافة كاشف المجموعة .

ثانياً : المجموعة التحليلية الثانية

🔴 **تشمل هذه المجموعة الكاتيونات التالية :** أيون النحاس II

🔴 **كاشف المجموعة :**

غاز كبريتيد هيدروجين في وسط حامضي .

🔴 **أساس الكشف :**

ترسيب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي عن طريق إذابة الملح في الماء ثم إضافة حمض هيدروكلوريك مخفف ليصير المحلول حامضياً ثم يمر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين .

النحاس (II) Cu^{2+}

✍ يتكون راسب أبيض أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب في حمض النيتريك الساخن .



ثالثاً : المجموعة التحليلية الثالثة

تشمل هذه المجموعة الكاتيونات التالية : أيون الألومنيوم III ، أيون الحديد II ، أيون الحديد III

كاشف المجموعة :

هيدروكسيد الأمونيوم (NH_4OH) .

أساس الكشف :

ترسيب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة هيدروكسيدات .

١) الألومنيوم Al^{3+}

يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في الأحماض المخففة و محلول الصودا الكاوية .

٢) الحديد (II) Fe^{2+}

يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الحديد (II) يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء و يذوب في الأحماض .

٣) الحديد (III) Fe^{3+}

يتكون راسب جيلاتيني بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III) يذوب في الأحماض .



التجربة التأكيدية : محلول اطلح + محلول هيدروكسيد الصوديوم

يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم .

مع الألومنيوم



يذوب الراسب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم مكوناً مينا ألومينات الصوديوم .



يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II) .

مع الحديد (II)



يتكون راسب بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III) .

مع الحديد (III)



رابعاً : المجموعة التحليلية الخامسة

تشمل هذه المجموعة الكاتيونات التالية : أيون الكالسيوم II

كاشف المجموعة :

كربونات الأمونيوم $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

أساس الكشف :

ترسيب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كربونات بإضافة محلول كربونات الأمونيوم .

الكالسيوم Ca^{2+} يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف و الماء المخلو على CO_2 .

التجربة التأكيدية : محلول الماء + حمض كبريتيك مخفف

يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم .

مع الكالسيوم



الكشف الجاف لكاتيونات الكالسيوم المتطايرة

نكسب لهب بترن لون أحمر طوبي .

تشغف / اختر الإجابة الصحيحة مما يأتي :

١ - أهرت التجارب التالية على الملح (B)

التجربة	محلل الملح + محلل برمنجنات البوتاسيوم المحمضة	محلل الملح + محلل كربونات الأمونيوم
المشاهدة	يختفي لون محلل البرمنجنات	راسب أبيض

تدل المشاهدات على أن الملح (B) هو

Na₂SO₄ (د)NaNO₂ (ج)Ca(NO₂)₂ (ب)Ca(NO₃)₂ (أ)

٢- خلط من هيدروكسيد الحديد III مع هيدروكسيد الأمونيوم والمصنوع على هيدروكسيد الحديد III من هذا الخليط يمكن إضافة مادة إلى الخليط ثم الترسيع .

AlCl₃ (د)NH₄OH (ج)

NaOH (ب)

NaCl (أ)

أسئلة هامة وممتازة جداً

١ لديك وعاء محتوي على أيونات $Ag^+_{(aq)}$, $Cu^{+2}_{(aq)}$, $Ca^{+2}_{(aq)}$ كيف يمكن فصلها عن بعضها ؟

أولاً : بإضافة وفرة من حمض الهيدروكلوريك المخفف (dil HCl) إلى المحلول :

تترسب أيونات الفضة على هيئة راسب أبيض من كلوريد الفضة ثم تفصل بالترشيح وتتبقى أيونات Cu^{+2} و Ca^{+2} في المحلول .

ثانياً : إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) على المحلول :

تترسب أيونات النحاس II على هيئة راسب أسود من كبريتيد النحاس II (CuS) ثم تفصل بالترشيح وتتبقى أيونات Ca^{+2} في المحلول .

ثالثاً : إضافة محلول كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$ إلى المحلول :

تترسب أيونات الكالسيوم على هيئة راسب أبيض من كربونات الكالسيوم ثم تفصل بالترشيح .

٢ لديك محلول محتوي على كاتيونات Fe^{+2} , Pb^{+2} , Ca^{+2} كيف يمكن فصلها ؟

أولاً : بإضافة HCl المخفف يترسب فقط Pb^{+2}

لأنه من المجموعة التحليلية الأولى التي تترسب كاتيوناتها على هيئة كلوريدات .

ثانياً : إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم ينفصل Fe^{+2} بينما لا يترسب Ca^{+2}

لأن هيدروكسيد الكالسيوم يذوب في الماء .

٣ أُمى من الكاتيونات الآتية ينتمي للمجموعة التحليلية الخامسة ؟

$(Sr^{+2} , Na^+ , Ba^{+2} , K^+ , Ca^{+2})$

بما أن كاتيونات المجموعة التحليلية الخامسة تترسب على هيئة كربونات شحيحة الذوبان في الماء وهي Ba^{+2} , Ca^{+2} , Sr^{+2} , بينما (Na^+ , K^+) فإن كربوناتهما قابلة للذوبان في الماء .

تدريب Open Book اكتب الاسم الكيميائي والصيغة الكيميائية للأملح التالية :

① عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الملح يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك وعند إضافة محلول الأمونيا إلى محلول نفس الملح يتكون راسب بني محمر هيلاتيني .

② عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح يتكون غاز عديم اللون يكون سحب بيضاء كثيفة مع غاز النشادر وعند تعريض الملح إلى لهب بترن غير المضي يكتسب اللهب لون احمر طوبى .

تراكم معرفي [مفاهيم وقوانين سبق دراستها]

المول : الكتلة الذرية أو الجزيئية معبراً عنها بالجرامات ، وحدة قياسها : الجرام .

المول : كمية المادة التي تحتوي على عدد الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو الإلكترونات في مول واحد من المادة .

$$\text{كتلة المول من } \text{CO}_2 = 12 + 16 \times 2 = 44 \text{ جم} \quad [C = 12 , O = 16]$$

مثال

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}}$$

$$\text{عدد الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو الإلكترونات} = \text{عدد المولات} \times \text{عدد أفوجادرو}$$

عدد أفوجادرو: هو عدد ثابت يمثل عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة الموجودة في مول واحد من المادة و يساوي 6.02×10^{23}

المول من أي غاز يشغل حجم قدره ٢٢,٤ لتر .

$$\text{حجم الغاز} = \text{عدد المولات} \times 22,4$$

at (S.T.P)

$$\text{كثافة الغاز} = \frac{\text{كتلة المول}}{22.4}$$

حجم / لتر

$$\text{التركيز المولاري} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}}$$

مولار

$$\text{النسبة المئوية لعنصر في مركب} = 100 \times \frac{\text{كتلة العنصر بالجرام في مول واحد من المركب}}{\text{كتلة مول واحد من المركب}}$$

$$\text{النسبة المئوية لمركب في عينة غير نقية} = 100 \times \frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة الغير نقية}}$$

الكتل الذرية للعناصر

S	P	Si	Al	Mg	Na	O	N	C	Li	H
٣٢	٣١	٢٨	٢٧	٢٤	٢٣	١٦	١٤	١٢	٧	١
F	Ba	Ag	Zn	Cu	Fe	Mn	Cr	Ca	K	Cl
١٩	١٣٧	١٠٨	٦٥	٦٣.٥	٥٦	٥٥	٥٢	٤٠	٣٩	٣٥.٥

مثال (١) احسب كتلة 0.25 مول من كربونات الكالسيوم CaCO_3 ؟

$$100 \text{ g} = 16 \times 3 + 12 + 40 = \text{CaCO}_3 \text{ كتلة المول} \leftarrow$$

$$\text{كتلة المادة} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول} \leftarrow$$

$$25 \text{ g} = 100 \times 0.25 =$$

مثال (٢) احسب عدد مولات كربونات الصوديوم في 21.2 g منها ؟

$$106 \text{ g} = 16 \times 3 + 12 + 23 \times 2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ كتلة المول} \leftarrow$$

$$0.2 \text{ mol} = \frac{21.2}{106} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} = \text{عدد المولات} \leftarrow$$

مثال (٢) احسب كتلة 11.2 L من غاز الكلور Cl_2 ؟

$$71 \text{ g} = 35.5 \times 2 = \text{Cl}_2 \text{ كتلة المول من} \leftarrow$$

$$\frac{\text{حجم الغاز}}{22.4} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} \leftarrow$$

$$\frac{11.2}{22.4} = \frac{\text{س}}{71} \leftarrow$$

$$35.5 \text{ g} = \frac{11.2 \times 71}{22.4} = \text{س} \leftarrow$$

مثال (٤) **إحسب الحجم الذي يشغله 8 g من غاز الأكسجين O₂ ؟**

$$32 \text{ g} = 16 \times 2 = \text{O}_2 \text{ كتلة المول من}$$

$$0.25 \text{ mol} = \frac{8}{32} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} = \text{O}_2 \text{ عدد مولات}$$

$$22.4 \times \text{عدد المولات} = \text{حجم الغاز}$$

$$5.6 \text{ L} = 22.4 \times 0.25 =$$

مثال (٥) **إحسب كثافة غاز الكلور Cl₂ ؟**

$$3.17 \text{ g / L} = \frac{71}{22.4} = \frac{\text{كتلة المول}}{22.4} = \text{Cl}_2 \text{ كثافة غاز}$$

علل: كثافة غاز CO₂ < كثافة غاز O₂ ؟

❖ لأن كتلة المول من CO₂ < كتلة المول من O₂

$$1.96 \text{ g / L} = \frac{44}{22.4} = \frac{\text{كتلة المول}}{22.4} = \text{CO}_2 \text{ كثافة غاز}$$

$$1.43 \text{ g / L} = \frac{32}{22.4} = \frac{\text{كتلة المول}}{22.4} = \text{O}_2 \text{ كثافة غاز}$$

مثال (٦) **إحسب النسبة المئوية للكربون في الميثان CH₄ ؟**

$$75 \% = 100 \times \frac{12}{16} = \text{النسبة}$$

مثال (٧) **إحسب النسبة المئوية للنيتروجين في نترات الأمونيوم NH₄NO₃ ؟**

أحب بنفسك

تدريب

(١) ينتج من معادلة الاختزال التالية : $Al^{+3} + 3e \longrightarrow \dots\dots\dots$

- أ- مول ، أيون ألومنيوم
ب- مول ، أيون Al^{+3}
ج- مول ، ذرة ألومنيوم
د- 3 مول ، ذرة ألومنيوم

(٢) يلزم مول من الإلكترونات عند اختزال أيون الكالسيوم

- أ- 1
ب- 2
ج- 3
د- 4

(٣) الصيغة الجزيئية لكبريتات العنصر M هي M_2SO_4 وكتلته الجزيئية 142 g تكون الكتلة الذرية للعنصر M (S = 32 , O = 16)

- أ- 12
ب- 22
ج- 23
د- 38

(٤) كتلة المول من جزيئات الأكسجين كتلة المول من ذرات الأكسجين

- أ- تساوي
ب- ضعف
ج- نصف

(٥) أكبر وحدة كتلية للنيتروجين هي :

- أ- مول واحد
ب- جرام واحد
ج- ذرة واحدة
د- جزئ واحد

(٦) أصغر وحدة كتلية للنيتروجين هي :

- أ- مول واحد
ب- جرام واحد
ج- ذرة واحدة
د- جزئ واحد

(٧) 26.5 g من كربونات الصوديوم تساوي : (Na = 23 , C = 12 , O = 16)

- أ- 0.25 mol
ب- 1 mol
ج- 2 mol
د- 0.05 mol

(٨) عدد مولات 2 g هيدروجين عدد مولات 2 g أكسجين (H = 1 , O = 16)

- أ- أكبر من
ب- أقل من
ج- يساوي

(٩) حجم غاز الهيدروجين الناتج من التفاعل : $CO + 3H_2CH_4 \longrightarrow H_2O + \dots\dots\dots$ في S.T.P يساوي :

- أ- 6 L
ب- 3 L
ج- 67.2 L
د- $3 \times 6.02 \times 10^{23} L$

(١٠) عدد لترات الأكسجين الناتجة من تحلل 36 g من الماء في الظروف القياسية يساوي :

(H = 1 , O = 16)

- أ- 22.4 L
ب- 44.8 L
ج- 11.2 L
د- 5.2 L

(١١) الحجم الذي يشغله 15 g من غاز الإيثان C_2H_6 يماثل الحجم الذي يشغله من غاز الإيثين C_2H_4

في الظروف القياسية من الضغط والحرارة (C = 12 , H = 1)

- أ- 15 g
ب- 14 g
ج- 28 g
د- 7 g

(١٢) 0.3 g من غاز في S.T.P تشغل حجمًا قدره 224 ml

(O = 16 , C = 12 , H = 1 , N = 14 , S = 32)

- أ- SO_2
ب- NO_2
ج- C_4H_{10}
د- C_2H_6



التحليل الكمي



أولاً : التحليل الحجمي

نعتمد هذه الطريقة على قياس حجوم المواد المراد تقديرها .

فيه يتم إضافة محلول من مادة معلومة التركيز إلى حجم معلوم من مادة مجهولة التركيز .

المعايرة : عملية يتم فيها إضافة مادة معلومة التركيز و الحجم إلى مادة أخرى معلومة التركيز و الحجم و مجهولة الحجم .

المحلول القياسي : هو محلول معلوم التركيز و يستخدم في تقدير محلول آخر مجهول التركيز .

لإختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب الذي يتم بين محلولي المادتين وهذه التفاعلات قد تكون :

(١) **تعاادل :** هي تفاعلات تعتمد على اتحاد الأيونات (H^+ من الحمض مع OH^- من القاعدة)

(٢) **أكسدة وإختزال :** هي التفاعلات التي يحدث فيها تغير في أعداد تأكسد بعض المواد المتفاعلة ونستخدم في تقدير المواد المؤكسدة

(٣) **ترسيب :** هي تفاعلات اتحاد الأيونات عدا (H^+ ، OH^-) والتي يمكن أن تعطى نواتج شديدة الذوبان في الماء (رواسب)

أمثلة

(١) إذا كانت المراد تقديرها **حمض** يستخدم في المعايرة محلول قياسي من **قلوي أو قاعدة** .

(٢) إذا كانت المادة المراد تقديرها ذات خصائص **قاعدية** يستخدم في المعايرة محلول قياسي من **حمض** .

نقطة نهاية التفاعل : هي النقطة التي يتم عندها تمام التعادل بين الحمض و القاعدة .

هذه النقطة غير مرئية ويمكن الاستدلال عليها بإضافة **الأدلة**

الأدلة : هي مواد كيميائية يتغير لونها حسب الوسط .

لون الدليل في الوسط			اسم الدليل
المتعادل	القلوي	الحمضي	
برتقالي	أصفر	أحمر	ميثيل برتقالي
أخضر	أزرق	أصفر	بروموثيمول
عديم اللون	أحمر دموي	عديم اللون	فينولفثالين
بنفسجي	أزرق	أحمر	عباد الشمس

تقدير تركيز محلول من هيدروكسيد باستخدام محلول قياسي معلوم تركيزه (0.1 M)

من حمض الهيدروكلوريك . □

الخطوات

تدريب
عربي

(١) باستخدام الماصة يتم نقل 25 ml من محلول هيدروكسيد صوديوم مجهول التركيز إلى دروق مخروطي .

(٢) يضاف إلى هذا المحلول نقطتين من دليل مناسب .

(٣) تملأ الساحة بمحلول حمض الهيدروكلوريك HCl القياسي (0.1 M) .

(٤) يضاف محلول الحمض قطرة قطرة حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل (نقطة التعادل) .



(٥) يمكن تعيين تركيز القلوي المجهول من العلاقة :

$$\frac{ma \cdot va}{na} = \frac{mb \cdot vb}{nb}$$

تركيز الحمض : M1 □

تركيز القلوي : M2 □

حجم الحمض : V1 □

حجم القلوي : V2 □

عدد مولات الحمض من المعادلة : Ma □

عدد مولات القلوي من المعادلة : Mb □

القوانين المستخدمة لحل المسائل

$$(1) \text{ المولارية (M) } = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول} \times \text{الحجم باللتر}}$$

$$(2) \text{ النسبة المئوية (\%) } = 100 \times \frac{\text{كتلة العينة النقية}}{\text{كتلة العينة غير النقية}}$$

(3) عند نقطة التعادل :

$$\frac{ma \cdot va}{na} = \frac{mb \cdot vb}{nb}$$

قوانين هامة في الباب الثاني

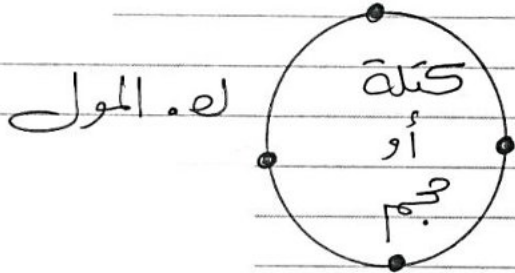
التطبيقات

• له ماء التبخر = له لعينة - له لعينة
قبل التسخين بعد التسخين
«د الكبير» «الهفتر»

• عدد مولات ماء التبخر

المرتب	X H ₂ O
له لعينة بعد التسخين	له ماء التبخر
له المول من المركب	له المول من الماء
* نقسم على أقل رقم	

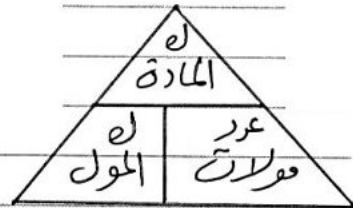
ملاحظات



• معالجة
غير نقية لمعالجة

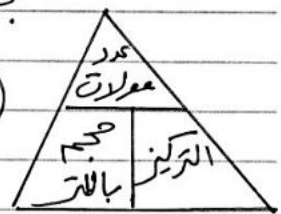
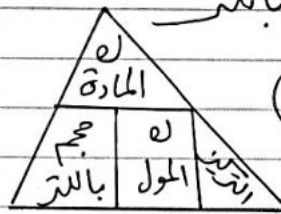
يبحث دا مقام النسبة المئوية

$$\text{عدد مولات} = \frac{\text{له المادة}}{\text{له المول}}$$



عدد مولات

$$\text{التركيز} = \frac{\text{عدد مولات}}{\text{حجم بالتر}} \quad \text{أو}$$



$$\text{النسبة المئوية} = \frac{\text{له لعينة نقية}}{\text{له لعينة غير نقية}} \times 100\%$$

هام جداً

قاعدة	معطى
$m_b =$	$m_a =$
$v_b =$	$v_a =$
$n_b =$	$n_a =$

أفكار ومسابائل المعايرة

الفكرة الأولى : يطلب حجم أو تركيز لحمض أو قلوي (فكرة مباشرة) ؛ نعمل إيه ؟

① نكتب المعادلة موازنة .

② نستخرج معطيات المسألة .

③ نعوض في القانون لإيجاد المطلوب .

مثال ① أمريت معايرة 20 mL من محلول هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 باستخدام حمض HCl (0.05 M) وعند تمام التفاعل استهلك 25 mL من الحمض ، أصب تركيز Ca(OH)_2 ؟

الإجابة



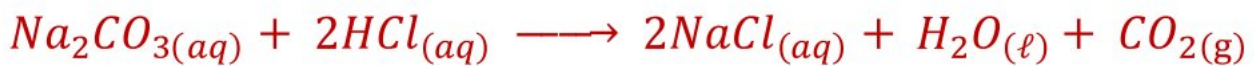
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.05 \times 25 \times 10^{-3}}{2} = \frac{M_b \times 20 \times 10^{-3}}{1}$$

$$0.03125 \text{ mol/L} = M_b \text{ (تركيز قلوي)}$$

مثال ② أصب حجم حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L اللازم لمعايرة 20 mL من محلول كربونات الصوديوم 0.5 mol/L حتى تمام التفاعل .

الإجابة



$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times V_a}{2} = \frac{0.5 \times 20 \times 10^{-3}}{1}$$

$$3 \text{ L} = V_a \text{ (حجم الحمض)}$$

الفكرة الثانية

مثال 1 أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم الزائدة في 25 mL والتي تستهلك عند معايرة 15 mL من حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L علماً بأن : $[Na = 23, O = 16, H = 1]$

الإجابة



$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 15 \times 10^{-3}}{1} = \frac{M_b \times 25 \times 10^{-3}}{1}$$

$$0.06 \text{ mol/L} = (M_b \text{ تركيز قلوي})$$

◀ الكتلة المولية من NaOH = 23 + 16 + 1 = 40 g/mol

$$0.06 \text{ g} = 40 \times 0.025 \times 0.6 = \text{NaOH} \times \text{الكتلة المولية} \times \text{الحجم بالتر} \times \text{التركيز (g)}$$

مثال 2 تفاعل 150 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم محتوي اللتر منه على 16 g مع

75 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك ، أوجد تركيز الحمض ؟

علماً بأن : $[Na = 23, O = 16, H = 1]$

الإجابة

فكرة المسألة : إيجاد تركيز NaOH بالخطوات العادية ثم يتم التعويض في القانون لإيجاد تركيز الحمض Ma

◀ الكتلة المولية من NaOH = 23 + 16 + 1 = 40 g/mol

$$\therefore \text{عدد مولات NaOH} = \frac{16}{40} = 0.4 \text{ mol} \quad \therefore \text{حجم المحلول} = 1 \text{ لتر}$$

$$\therefore \text{التركيز} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} = \frac{0.4}{1} = 0.4 \text{ M}$$



$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

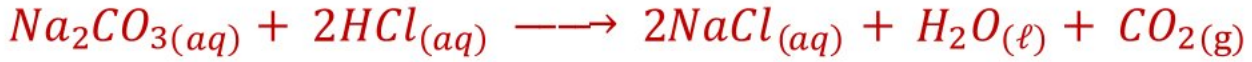
$$\frac{M_a \times 75 \times 10^{-3}}{1} = \frac{0.4 \times 150 \times 10^{-3}}{1}$$

$$0.8 \text{ mol/L} = (M_a \text{ تركيز الحمض})$$

الفكرة الثالثة

مثال 1 ما كتلة حمض الهيدروكلوريك اللازمة لتعادل مع 22 mL من محلول كربونات الصوديوم تركيزه 0.11 M علماً بأن : $[Na = 23, O = 16, H = 1, Cl = 35.5, C = 12]$

الإجابة



$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.11 \times 22 \times 10^{-3}}{1} = \frac{\text{عدد المولات التفاعلة}}{2}$$

◀ عدد مولات الحمض = 0.00484 مول .

◀ كتلة الحمض التفاعل = عدد المولات $\times$ الكتلة المولية لـ HCl = $36.5 \times 0.00484 = 0.176 \text{ g}$

مثال 1 مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم ، لزم لعايرة 0.1 g منه حتى تمام التفاعل 10 mL من حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L ، أحسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط ؟ علماً بأن : $[Na = 23, O = 16, H = 1]$

الإجابة



$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 10 \times 10^{-3}}{1} = \frac{\text{عدد المولات التفاعلة}}{1}$$

◀ عدد مولات HCl = $0.01 \times 0.1 = 0.001$ مول .

من معادلة التفاعل نجد أن :

عدد مولات NaOH = عدد مولات HCl $\therefore$ عدد مولات NaOH = 0.001 mol

◀ الكتلة المولية من NaOH = $1 + 16 + 23 = 40 \text{ g/mol}$

$\therefore$ كتلة NaOH = عدد مولات $\times$ الكتلة المولية = $0.001 \times 40 = 0.04 \text{ g}$

$\therefore$ نسبة NaOH = $100 \times \frac{0.04}{0.1} = 40 \%$

قانون التصفيف

طرق حل مسائل التصفيف

الطريقة الأولى : من (قانون التصفيف) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

الطريقة الثانية : ويتم فيها الحل بخطوتين :

① عدد مولات المحلول الأول = التركيز $\times$ الحجم بالتر

عدد المولات

التركيز

② حجم المحلول الثاني =

من قانون التركيز نحسب :

مثال ① أحسب حجم الماء اللازم اضافته الى 200 mL من محلول NaOH تركيزه 0.3 M لتحويله الى محلول تركيزه 0.1 M

الإجابة

$$0.3 \times 200 = 0.1 \times V_2 \quad \leftarrow M_1V_1 = M_2V_2$$

$$V_2 = \frac{0.3 \times 200}{0.1} = 600 \text{ mL} = 0.6 \text{ L}$$

$$400 \text{ mL} = 200 - 600 = \text{حجم الماء المضاف} \quad \leftarrow$$

مثال ② عند تخفيف 150 mL من حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.4 M الى حجم قدره 400 mL ، فكم يكون التركيز المولاري للمحلول الناتج ؟

الإجابة

$$\because M_1V_1 = M_2V_2 \quad \Rightarrow \quad 0.4 \times 150 = M_2 \times 400 \quad \Rightarrow \quad M_2 = \frac{0.4 \times 150}{400} = 0.15 \text{ M}$$

مثال ② أحسب حجم محلول الصودا الكاوية تركيزه 0.6 M اللازم اضافته الى 750 mL من محلول آخر من الصودا الكاوية الذي تركيزه 0.2 M ليصبح تركيز المحلول الناتج 0.3 M

الإجابة

$$(MV)_t = M_1V_1 + M_2V_2$$

$$0.3 (V_1 + 750) = (0.6 \times V_1) + (0.2 \times 750)$$

$$0.3 V_1 + 225 = 0.6 V_1 + 150$$

$$225 - 150 = (0.6 - 0.3) V_1 \quad \Rightarrow \quad 75 = 0.3 V_1$$

$$V = \frac{75}{0.3} = 250 \text{ mL} = 0.25 \text{ L}$$

الفكرة الرابعة

مثلي ①

اضيف 1.5 L من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.5 M الى 2 L من حمض الكبريتيك تركيزه 0.3 M .
ما هي المادة الزائدة ؟ و ما عدد مولاتها المتبقية بدون تفاعل ؟



$$m_a = 0.3 \quad \& \quad m_b = 0.5$$

$$v_a = 2 \quad \& \quad v_b = 1.5$$

$$n_a = 1 \quad \& \quad n_b = 2$$

$$\frac{m_a v_a}{n_a} = \frac{m_b v_b}{n_b}$$

$$\frac{0.3 \times 2}{1} = \frac{0.5 \times 1.5}{2}$$

$$0.6 = 0.375$$

∴ المادة الزائدة هي : حمض الكبريتيك

سؤال ② استنتج لون خليط التفاعل الناتج عن خلط 50 mL من حمض الكبريتيك تركيزه 0.2 M مع 100 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 M به قطرات من دليل عباد الشمس .

أولاً : التحليل الكمي الكتلي

نعتمد التحليل الكتلي على فصل المكون المراد تقديره ثم نعين كتلته و يتم فصل المكون بإحدى الطريقتين :

(ب) طريقة الترسيب

(أ) طريقة التطاير

(أ) طريقة التطاير

نعتمد هذه الطريقة على أساس تطاير المادة المراد تقديرها و تجري عملية التقدير بجمع المادة المتطايرة و نعين كتلتها أو نعين النقص في الكتلة الأصلية .

اختبر الإجابة الصحيحة مما يأتي :

١- عند خلط حجمين متساويين من محلول حمض النيتريك وهيدروكسيد الكالسيوم تركيز كل منهما 0.5 M ، يكون المحلول الناتج

- (أ) حمضي . (ب) قلوي . (ج) متعادل . (د) متردد .

٢- عند خلط حجمين متساويين من محلول حمض HCl و KOH تركيز كل منهما 0.1 M يكون المحلول الناتج

- (أ) حمضي . (ب) قلوي . (ج) متعادل . (د) متردد .

٣- عند خلط حجمين متساويين من محلول حمض H_2SO_4 و KOH لهما نفس التركيز ، يكون المحلول الناتج

- (أ) حمضي . (ب) قلوي . (ج) متعادل . (د) متردد .

٤- المحلول القياسي المستخدم لتقدير تركيز محلول حمض الهيدروكلوريك هو

- (أ) كلوريد صوديوم . (ب) كبريتات كالسيوم . (ج) أسيتات الأمونيوم . (د) كربونات صوديوم .

٥- عند خلط 50 mL من حمض الكبريتيك 0.2 M إلى 100 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 M ، يصبح لون دليل عباد الشمس

- (أ) أصفر . (ب) أزرق . (ج) أرجواني . (د) أحمر .

٦- عدد مولات الحمض في المعايرة نصف عدد مولات القلوي عندما

- (أ) $n_a = n_b$ (ب) $2n_a = n_b$ (ج) $n_a = 2n_b$ (د) $n_a = 3n_b$

٧- تم معايرة 20 mL من محلول NaOH تركيزه 0.1 M من محلول حمض HCl تركيزه 0.1 M ، فإذا تم استبدال حمض الهيدروكلوريك بحمض الكبريتيك تركيزه 0.1 M ، فما حجم حمض الكبريتيك المستخدم ؟

- (أ) نصف حجم حمض HCl (ب) ضعف حجم حمض HCl (ج) يساوي حجم حمض HCl (د) ضعف حجم القلوي NaOH

٨- أضيف 20 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol/L إلى محلول حمض الكبريتيك حجمه 10 mL وتركيزه 0.2 mol/L

أي الاختيارات التالية يعبر عن نوع المحلول الناتج وتأثيره على لون اللكاشف ؟

الاختيارات	نوع المحلول	تأثيره على لون اللكاشف
(أ)	قاعدي	يحول لون محلول عباد الشمس إلى الأزرق
(ب)	حمضي	يحول لون الميثيل البرتقالي إلى الأحمر
(ج)	حمضي	يحول لون دليل الفينولفثالين إلى الأحمر
(د)	متعادل	يحول لون أزرق برونيمول إلى الأخضر

٩- ما حجم حمض H_2SO_4 تركيزه 0.05 M اللازم للمعادلة تماماً مع 80 mL من محلول NaOH تركيزه 0.13 M ؟

- (أ) 104 mL (ب) 52 mL (ج) 26 mL (د) 10.4 mL

١٠- يتغير لون دليل الفينولفثالين مع

- (أ) $HCl_{(aq)}$ (ب) $KOH_{(aq)}$ (ج) $H_2O_{(l)}$ (د) $NaCl_{(aq)}$

١١- يلزم 20 mL من محض الهيدروكلوريك تركيزه 1 M كمحلول قياسي لمعايرة 1.063 g من كربونات الصوديوم لتعديد درجة نقائه ، ما النسبة المئوية لنقاء كربونات الصوديوم ؟ " علماً بأن كتلة $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106 \text{ g/mol}$ "

(أ) 98.7 % (ب) 99 % (ج) 99.7 % (د) 97.8 %

١٢- عند إضافة 25 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى 50 mL من محض الكبريتيك تستهلك كل التفاعلات ، أياً مما يأتي يعبر عن تركيز كل منهما ؟

- (أ) تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم يساوي أربعة أمثال تركيز محض الكبريتيك .
 (ب) تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم له نفس تركيز محض الكبريتيك .
 (ج) تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم ضعف تركيز محض الكبريتيك .
 (د) تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم نصف تركيز محض الكبريتيك .

١٣- تم خلط 100 mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم يحتوي على 12.6 g من KOH الذائب مع 100 mL من محض النيتريك يحتوي على 5.6 g من HNO_3 الذائب ، $[H = 1, N = 14, O = 16, K = 39]$ ما اللون الذي يتلون به خليط التفاعل عند إضافة قطرات من دليل أزرق برومونيوم البه ؟

(أ) أخضر باهت . (ب) أصفر . (ج) أزرق . (د) أحمر .

١٤- أياً من مخاليط المحاليل الآتية يحول لون دليل البتيل البرتقالي إلى اللون الأحمر ؟
 $[HCl = 36.5 \text{ g/mol}, NaOH = 40 \text{ g/mol}, H_2SO_4 = 98 \text{ g/mol}, Ca(OH)_2 = 74 \text{ g/mol}]$

- (أ) 20 mL من محلول يحتوي على 3.65 g من HCl + 20 mL من محلول يحتوي على 4 g من NaOH
 (ب) 20 mL من محلول يحتوي على 9.8 g من H_2SO_4 + 20 mL من محلول يحتوي على 7.4 g من $Ca(OH)_2$
 (ج) 10 mL من محلول يحتوي على 3.65 g من HCl + 20 mL من محلول يحتوي على 0.4 g من NaOH
 (د) 20 mL من محلول يحتوي على 9.8 g من H_2SO_4 + 10 mL من محلول يحتوي على 7.4 g من $Ca(OH)_2$

١٥- يستخدم عند إجراء تفاعل المعايرة

- (أ) محض وقاعدة بنزوات في الماء . (ب) محض لا يذوب في الماء وقاعدة تذوب فيه .
 (ج) محض يذوب في الماء وقاعدة لا تذوب فيه . (د) محض وقاعدة لا يذوبان في الماء .

١٦- عند تعيين تركيز حجم معلوم من HCl بواسطة المعايرة ، نستخدم محلول قياسي من

- (أ) ملح الطعام . (ب) كربونات صوديوم . (ج) فلوريد الهيدروجين . (د) محض الكبريتيك .

١٧- يكون تركيز OH^- أكبر من تركيز H^+ في محلول مائي لـ

- (أ) محض الفسفوريك . (ب) محض الخليك . (ج) الصودا الكاوية . (د) الماء .

النظائر

مثال 1 إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ هي 2.6903 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها عند 2.2923 g ، أحسب النسبة المئوية لماء التبخر من كلوريد الباريوم المتهدرت ، ثم أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت .
($\text{O} = 16 , \text{H} = 1 , \text{Cl} = 35.5 , \text{Ba} = 137$)

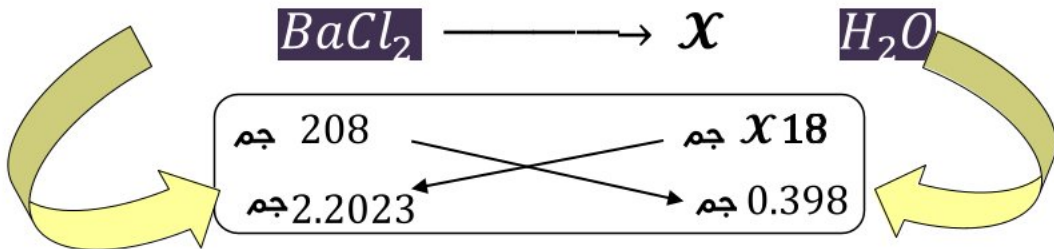
الإجابة

◀ كتلة ماء التبخر = كتلة العينة قبل التسخين - كتلة العينة بعد التسخين

$$0.398 \text{ g} = 2.2923 - 2.6903 =$$

◀ النسبة المئوية لماء التبخر = $\frac{\text{كتلة ماء التبخر} \times 100}{\text{الكتلة الأصلية (العينة)}} = \frac{100 \times 0.398}{2.6903} = 14.79 \%$

◀ كتلة المول من كلوريد الباريوم = $208 \text{ g/mol} = 137 + (35.5 \times 2)$



∴ عدد مولات جزيئات ماء التبخر (X) = $\frac{0.398 \times 208}{2.2923 \times 18} = 2 \text{ mol}$

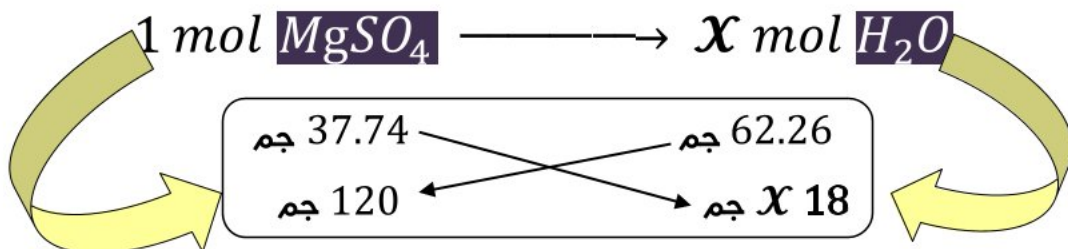
◀ الصيغة الجزيئية لكلوريد الباريوم المتهدرت هي : $[\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$

مثال 2 أحسب عدد مولات ماء التبخر في عينة من كبريتات الماغنسيوم المتهدرتة ، إذا علمت أنها تحتوي على 62.26% من كتلتها ماء تبخر .
($\text{H} = 1 , \text{Mg} = 24 , \text{S} = 32 , \text{O} = 16$)

الإجابة

◀ كتلة كبريتات الماغنسيوم $(\text{MgSO}_4) = 100 - 62.26 = 37.74 \text{ g}$

◀ كتلة المول من كبريتات الماغنسيوم = $120 \text{ g/mol} = (16 \times 4) + 32 + 24$



∴ عدد مولات جزيئات ماء التبخر (X) = $\frac{62.26 \times 120}{37.74 \times 18} = 11 \text{ mol}$

◀ الصيغة الجزيئية لملح كبريتات الماغنسيوم المتهدرت هي : $[\text{MgSO}_4 \cdot 11\text{H}_2\text{O}]$

مثال 3 أحسب النسبة المئوية للماء في عينة من كلوريد الصوديوم سخنت فكانت النتائج كالتالي :

(أ) كتلة الجفنة فارغة = 9.0005 جم

(ب) كتلة الجفنة والعينة بها = 9.4211 جم

(ج) كتلة الجفنة والعينة بعد التجفيف = 9.4143 جم

الإجابات

◀ كتلة العينة = $9.0005 - 9.4211 = 0.4206$ جم

◀ كتلة الملح الجاف = $9.0005 - 9.4143 = 0.4138$ جم

◀ كتلة ماء التبخر = $0.4138 - 0.4206 = -0.0068$ جم

◀ نسبة ماء التبخر = $\frac{100 \times 6.8 \times 10^{-3}}{0.4206} = 1.616\%$

(ب) طريقة الترسيب

• نعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المركب المراد تعيين كتلته على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان في الماء.

• يفصل هذا المركب بواسطة ورق ترشيح.

ورقة الترشيح: نوع من ورق ترشيح يُحترق إحترافاً كاملاً ولا يتبقى منه أي رماد .

• ثم ننقل ورقة الترشيح وعليناها الراسب في بونقة إحترق و يُحترق تماماً حتى لنطابق ورقة الترشيح و يبقى الراسب .

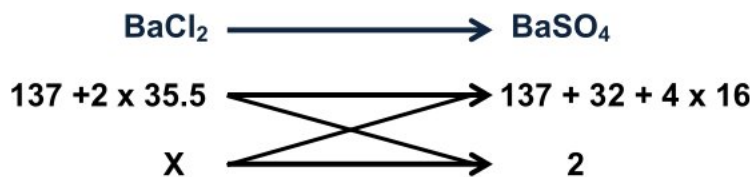
مثال (٩)

اضيف محلول كبريتات الصوديوم الى محلول كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد ان كتلتها تساوي 2 g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم ؟

[Ba = 137, Cl = 35.5 , s = 32 , O = 16]

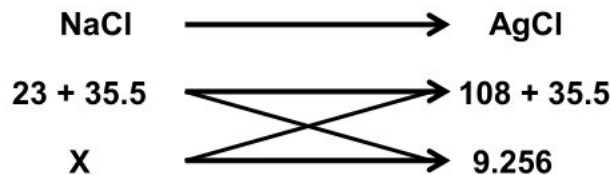
ما نشوف إحسب كتلة أو (رقم + جرام) ← هات كتلة المول .

ملحوظة



$$X = \frac{2 \times 208}{233} = 1.785 \text{ g}$$

اذيب 4 g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء و اضيف اليه وفرة من محلول نترات الفضة
فترسب 9.256 g من كلوريد الفضة ، احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في العينة ؟
[Ag = 108 , Na = 23 , Cl = 35.5]

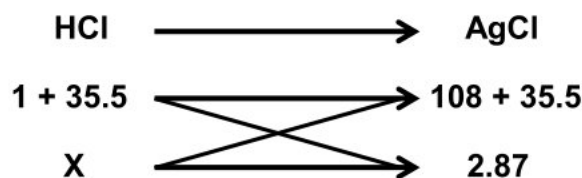


$$X = \frac{58.5 \times 9.256}{143.5} = 3.77 \text{ g}$$

∴ النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم النقي = $99.3 \% \text{ g} = 100 \times \frac{3.77}{4}$

اضيف 50 m من محلول حمض الهيدروكلوريك الى محلول نترات الفضة فترسب 2.87 g من
كلوريد الفضة احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.5 M الذي يتعادل مع 20 m
من هذا الحمض ؟
[Ag = 108, H = 1 , Cl = 35.5]

◀ مسألة ربط بين المعايرة و الترسيب [نعين تركيز حمض HCl (أولاً)]



$$X = \frac{36.5 \times 2.87}{143.5} = 0.73 \text{ g}$$

$$0.4 \text{ M} = 0.05 \times \frac{0.73}{36.5} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المحلول} \times \text{الحجم باللتر}} \quad \therefore \text{تركيز الحمض} =$$



$$m_a = 0.4 \quad \& \quad m_b = 0.5$$

$$v_a = 20 \quad \& \quad v_b = ??$$

$$n_a = 1 \quad \& \quad n_b = 1$$

$$\frac{m_a v_a}{n_a} = \frac{m_b v_b}{n_b} \Rightarrow \frac{0.4 \times 20}{1} = \frac{0.5 \times v_b}{1}$$

الباب الأول (8 درجات)

العناصر الإنتقالية

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي :

- (1) عنصر انتقالي بالسلسلة الإنتقالية الأولى يعطي عدد تأكسد أعلى من رقم مجموعته الرئيسية .
- (2) عنصران من السلسلة الإنتقالية الأولى لكل منهما حالة تأكسد واحدة
- (3) عنصر انتقالي لا يكون مركبات ملونة .
- (4) عنصر انتقالي عزمه في حالته الذرية وفي حالة تأكسده (+2) يساوي (5)
- (5) عنصر انتقالي يستخدم كعامل حفاز في صناعة غاز النشادر بطريقة (هابر / بوش)
- (6) تغطية الحديد بالخرصين لحمايته من الصدأ.
- (7) أكسيد فلز انتقالي يستخدم في صناعة اصباغ السيراميك والزجاج .
- (8) طريقة تحويل الغاز المائي (خليط من الهيدروجين وأول أكسيد الكربون) إلي وقود سائل.
- (9) مركب عضوي للحديد ينتج عن تسخينه (3) أكاسيد يمكن الحصول علي فلز الحديد من أحدهم .
- (10) أحد مركبات الحديد لا يخضع لقوانين التكافؤ
- (11) الحديد الناتج من الفرن الكهربائي .
- (12) أحد خامات الحديد أثناء انحلالة حرارياً تنتج كمية كبيرة من بخار الماء .
- (13) أحد خامات الحديد يصعب أكسدته
- (14) زيادة نسبة الحديد في خاماته عن طريق فصل الشوائب باستخدام خاصية التوتر السطحي .
- (15) عملية تجميع حبيبات خام الحديد الناعم في احجام اكبر متماثلة ومتجانسة.
- (16) تسخين خام الحديد بشدة للتخلص من الرطوبة ورفع نسبة الحديد فيه.
- (17) عملية الهدف منها الحصول على احجام صغيرة من خام الحديد تناسب عملية الإختزال

السؤال الثاني : ما المقصود بـ :

- (1) الألوان المتمة .
- (2) السبيكة الإستبدالية

السؤال الثالث : اكتب التفسير العلمي :

- (1) رغم نشاط الكروم إلا أنه يقاوم العوامل الجوية .
- (2) لا يفضل استخدام عنصري المنجنيز والحديد في الحالة النقية .
- (3) يصعب إختزال Fe^{3+} إلي Fe^{2+} بينما يسهل إختزال Mn^{3+} إلي Mn^{2+}
- (4) لا يعد الخارصين عنصر انتقالي .
- (5) يعتبر النحاس والفضة والذهب عنصر انتقالي رغم امتلاء تحت المستوى (d) بالإلكترونات
- (6) تستخدم مركبات المنجنيز كعوامل حفز مثالية .
- (7) ارتفاع درجة غليان وانصهار عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى .
- (8) سهولة فصل مخلوط من برادة الحديد مع مسحوق الخارصين
- (9) عدد التأكسد +8 لا يتواجد في عناصر المجموعة الرأسية الثامنة .
- (10) يختلف الحديد عن العناصر التي قبله في السلسلة الإنتقالية الأولى.
- (11) يشذ التركيب الإلكتروني لعنصري الكروم و النحاس عن تركيب عناصر السلسلة الأولى ، وكذلك Mo_{42} عن باقي عناصر السلسلة الإنتقالية الثانية
- (12) العناصر الإنتقالية في الدورات (4 / 5 / 6) من الجدول الدوري (27) عنصر وليس (30) عنصر.
- (13) تتميز العناصر الإنتقالية بتعدد حالات تأكسدها.
- (14) لا يمكن الحصول على مركبات فيها السكانيديوم +4 و الماغنسيوم +3
- (15) بتسخين كبريتات الحديد II يتكون أكسيد الحديد III
- (16) تفاعل الحديد مع الأحماض المخففة يعطي ملح حديد II وليس III بينما عند تفاعله مع الكلور يتكون ملح حديد III
- (17) المجناتيت أكسيد مختلط (مركب) .
- (18) عند تسخين أوكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء يتكون أكسيد الحديد (II) ولا يتكون أكسيد الحديد (III)

(14) كبريتات الخارصين من أكسيد الحديد II

(15) كلوريد حديد II من أوكسالات حديد II

(16) نزع الماء من خام الليمونيت.

(17) رفع نسبة الحديد في خام السبيريت

■ السؤال السابع : قارن بين :

(1) المادة البارا مغناطيسية و الدايا مغناطيسية ، من حيث التعريف و العزم المغناطيسي .

(2) قارن بين الفرن العالي وفرن مدرّكس من حيث :

Ⓐ مصدر الحصول على العامل المختزل مع ذكر المعادلة

Ⓑ العامل المختزل . Ⓒ معادلة الحصول على الحديد .

■ السؤال الثامن : كيف تميز عملياً :

(1) حديد وأكسيد حديد مغناطيسي .

(2) حمض الكبريتيك وحمض النيتريك المركزين

■ السؤال التاسع : اذكر نوع السبائك :

(1) الحديد والكربون . (2) الحديد والكروم .

(3) النحاس والذهب . (4) الرصاص والذهب .

(5) السيمنتيت . (6) الديور ألومين .

(7) النحاس الأصفر .

■ السؤال العاشر : اذكر استخدامات

(1) ثاني أكسيد تيتانيوم (2) برمنجنات بوتاسيوم

(3) ثاني كرومات بوتاسيوم (4) كبريتات النحاس

(5) أكسيد خارصين (6) كبريتيد خارصين

(7) أكسيد كروم III (8) كبريتات منجنيز

(9) ثاني أكسيد منجنيز (10) الهيماتيت.

(19) قد يتكون أكسيد حديد(III) عند تسخين

أوكسالات الحديد(II).

(20) يسمى ناتج تفاعل الحديد مع حمض هيدروكلوريك

مخفف بكلوريد حديد (II) وليس بكلوريد حديد فقط

بينما يسمى ناتج تفاعل الخارصين مع حمض هيدروكلوريك

مخفف بكلوريد خارصين فقط وليس بكلوريد خارصين (II)

■ السؤال الرابع : صوب الأخطاء العلمية :

(1) أنشط فلزات السلسلة الإنتقالية الأولى هو الكروم

(2) يستخدم فهلنج في الكشف عن سكر الجلوكوز

حيث يتحول من اللون الاحمر إلى اللون البرتقالي.

(3) اللون المتعمم للون الأزرق هو اللون البنفسجي

(4) عند إختزال أكسيد الحديد المغناطيسي عند درجة

حرارة من (400-700 °C) ينتج الحديد.

■ السؤال السادس : وضع بالمعادلات :

(1) معادلة الأكسدة الحادثة في عملية صناعة حمض

الكبريتيك ؟ مع ذكر اسم الطريقة المستخدمة في هذه

الصناعة ؟ وما اسم العامل الحفاز

(2) أكسدة شوائب الفوسفور في خامات الحديد

(3) تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع ناتج أكسدة

أكسيد الحديد .

(4) تفاعل حمض الكبريتيك المركز الساخن مع ناتج

تسخين الحديد لدرجة الإحمرار في وجود بخار الماء .

(5) تأثير حمض كبريتيك مركز ساخن على الحديد.

(6) هيدروكسيد حديد III من الحديد.

(7) أكاسيد الحديد الثلاثة من الحديد.

(8) أكسيد حديد II من هيدروكسيد حديد III

(9) أكسيد الحديد II من أكسيد الحديد المختلط.

(10) أكسيد حديد III من كلوريد حديد III

(11) أكسيد حديد مغناطيسي من كبريتات حديد II

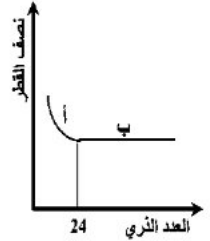
(12) كبريتيد الحديد II من أكسيد حديد III

(13) كبريتات حديد III من أوكسالات الحديد II

السؤال الثاني عشر : أشكال بيانية



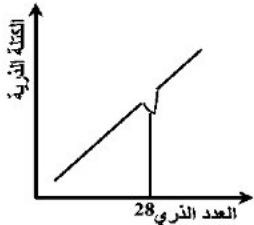
(1) الشكل يمثل العلاقة بين العدد الذري والكثافة لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى فسرهما ؟ مع توضيح لماذا تكون كثافة الحديد أعلى من التيتانيوم .



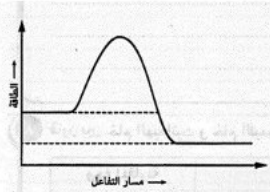
(2) الشكل يمثل العلاقة بين العدد الذري ونصف القطر لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى علي مرحلتين (أ) ، (ب)

(a) فسر في ضوء دراستك هذه العلاقة .

(b) وضح كيف أمكن استخدام العلاقة السابقة في المرحلة (ب) في صناعة أحد أنواع السبائك ثم أذكره .



(3) الشكل يمثل العلاقة بين العدد الذري والكتلة الذرية لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى فسر عدم انتظام هذه العلاقة .



(4) الشكل يعبر عن مسار الطاقة لأحد التفاعلات . اختر الاجابة من الجدول

الاختيارات	١	ب	د	ج
إشارة طاقة التنشيط	سالبة	سالبة	موجبة	موجبة
إشارة ΔH للتفاعل	موجبة	سالبة	موجبة	سالبة

السؤال الحادي عشر : أسئلة متنوعة

(1) خاصية تميز النيكل ^{28}Ni بصفته عنصر انتقالي وما عدد الالكترونات المزدوجة الموجودة في مستوى الطاقة الرئيسي الثالث ($n=3$) في النيكل ^{28}Ni

(2) استنتج العدد الذري : للعنصر الانتقالي (X) الذي يتميز فيه المستويين الفرعيين $3d, 4s$ بالامتلاء النصفى (3) دار حوار بين جراح ومهندس إنشاءات حول أهمية الحديد ، اذكر أهمية للحديد في المجال المهني لكلاهما (4) لديك أربع سيقان متماثلة للعناصر الآتية :

$\text{Ti} - \text{Ni} - \text{Cu} - \text{Fe}$ أيهما يمتلك أكبر قدرة على التوصيل الكهربى ، مع تفسير أجابتك ؟

(5) ما الأيونات التي لا يمكن الحصول عليها بالتفاعلات الكيميائية العادية ؟

($^{21}\text{Sc}^{+2} / \text{Mn}^{+4}_{25} / ^{27}\text{Co}^{+2} / ^{30}\text{Zn}^{+}$)

(6) صنف المواد الآتية : حسب خواصها المغناطيسية:

$\text{TiO}_2 - \text{ZnSO}_4 - \text{V}_2\text{O}_5 - \text{COCl}_2$

(7) ما عوامل صلاحية خامات الحديد لاستخلاص الحديد

(8) خاصيتين فيزيائيتين يستفاد بهما في عمليات تركيز خامات الحديد .

(9) أجريت تجربتان معمليتان كالتالي :

* التجربة الأولى : أربع أنابيب اختبار وضع بكل منهما المركبات التالية وهى : كبريتات الحديد II وكبريتات الحديد III وكبريتات المنجنيز II وكبريتات المنجنيز III ثم تركهم في الهواء الجوي لفترة كافية .

* التجربة الثانية : أربع أنابيب اختبار مماثلة وضع بكل منهما المركبات التالية وهى : كبريتات الحديد II وكبريتات الحديد III وكبريتات المنجنيز II وكبريتات المنجنيز III ثم أضيف إلي الأربع أنابيب قليلاً من براءة الحديد وحمض الكبريتيك المخفف . اذكر ماذا يحدث للون كل مركب من هذه المركبات في الحالتين .. مع التفسير .

(10) اذكر استخداما واحدا لمركب أكسيد الحديد II مع تحديد الخطأ الوارد في وصف الحالة الفيزيائية لأحد التفاعلات أو النواتج في التفاعل الآتى ؟ مع ذكر ما يؤكد صحة إجابتك؟

(11) أيهما قيمته أكبر : طاقة التأين الرابع للألومنيوم $\text{FeO}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \xrightarrow{\text{dill}} \text{FeSO}_{4(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{v})}$

أم للفناديوم (^{23}V) ؟ مع التفسير

التحليل الكيميائي

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي :

- (1) أيون يكون راسب أبيض مصفر عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملحه .
- (2) تحليل كيميائي يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة .
- (3) تفاعلات هامة لتقدير مواد شحيحة الذوبان في الماء .
- (4) تحليل كيميائي يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية أو مخلوطاً من عدة مواد .
- (5) عملية تعيين تركيز حجم معلوم من حمضي بمعلومية حجم وتركيز قلوي يتعادل معه تماماً .
- (6) كاشف المجموعة التحليلية الخامسة .
- (7) الدليل الذي يعطى لون أصفر في الوسط القاعدي
- (8) عملية تهدف الى التعرف على نوع العناصر المكونة لمادة ما ونسبة كل عنصر فيها .
- (9) محلول معلوم التركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز .
- (10) كمية المادة التي تحتوي على عدد افوجادرو من الجزيئات .
- (11) نقطة يتم عندها تمام التعادل بين الحمض والقاعدة .

السؤال الثاني : اكتب اسم الغاز وطريقة

التعرف عليه (بدون معادلات) :

- (1) حمض كبريتيك مركز ساخن مع نترات صوديوم .
- (2) حمض الكبريتيك المركز مع كلوريد الصوديوم .
- (3) حمض الهيدروكلوريك المخفف مع نيتريت الصوديوم
- (4) حمض كبريتيك مركز ساخن مع يوديد بوتاسيوم

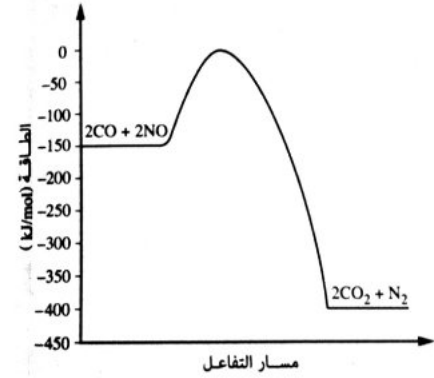
السؤال الثالث : استنتج اسم وصيغة الملح :

- (1) عند إضافة حمض هيدروكلوريك مخفف للملح الصلب تصاعد غاز عديم اللون يحول لون ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز من اللون البرتقالي إلى اللون الأخضر مع ظهور معلق لونه أصفر ، وعند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول الملح يتكون راسب بني محمر .

(6)



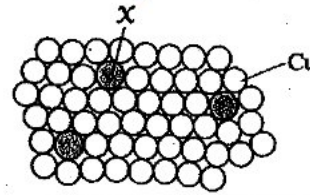
الشكل المقابل يعبر عن التفاعل الإنعكاسي :



أ) احسب قيمة ΔH للتفاعل الطردى ؟

ب) هل هذا التفاعل طارد أم ماص للحرارة ؟

ج) احسب مقدار طاقة تنشيط التفاعل العكسي ؟



(7) الشكل يعبر عن

سبيكة النحاس الأصفر

ما اسم العنصر X ؟

انتهى الباب الأول

خالص الأمنيات بالتوفيق والنجاح

- (9) تزداد الأبخرة البنية المحمرة الناتجة من تسخين حمض الكبريتيك المركز مع ملح نترات الصوديوم عند إضافة قليل من خراطة النحاس إلى التفاعل.
- (10) يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف في الكشف عن أيون الكبريتيت ولا يستخدم في الكشف عن أيون الكبريتات.

السؤال السادس : ظلل الإجابة الأصح :

(1) أي من الهيدروكسيدات التالية يمكنه الذوبان في زيادة محلول هيدروكسيد الصوديوم ؟

- (a) هيدروكسيد خارصين (b) هيدروكسيد ألومنيوم (c) هيدروكسيد نحاس II (d) (a) و (b) فقط .

(2) بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ... يتكون راسب أبيض يذوب في الزيادة منه وعند إضافة هذا المحلول المجهول لكبريتات الباريوم يتكون لون

- (a) $FeCl_3$ / بني محمر . (b) $Al_2(SO_4)_3$ / أبيض . (c) $CaSO_4$ / أبيض . (d) $FeCl_2$ / أبيض مخضر

(3) يكون راسب مع كلا من Ag^+ و Ba^{+2}

- (a) فوسفات (b) نترات (c) بيكربونات (d) كلوريد

(4) عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول

كبريتات الصوديوم ، يتكون راسب

- (a) أبيض (b) أصفر (c) أزرق (d) بنفسجي

(5) بإضافة حمض هيدروكلوريك مخفف ملح مجهول ،

يتصاعد غاز يحول لون ورقة مبللة بـ $K_2Cr_2O_7$

المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز من البرتقالي إلى

الأخضر يكون الشق الحامضي للملح المجهول

- (a) NO_3^- (b) CO_3^{2-} (c) SO_3^{2-} (d) S^{2-}

(6) تفاعل محلول ملح مع محلول نترات الفضة

يتكون راسب أصفر يذوب في محلول النشادر .

- (a) الكلوريد (b) البروميدي (c) اليوديدي (d) الفوسفات

(7) تترسب كاتيونات التحليلية الثانية على هيئة

- (a) كربونات (b) كبريتيدات

- (c) كلوريدات (d) هيدروكسيدات

(2) بإضافة حمض كبريتيك مركز للملح الصلب و تسخين تصاعد أبخرة برتقالية تسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا ، وبإضافة محلول هيدروكسيد أمونيوم لمحلول الملح يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الأحماض المخففة .

(3) محلول ملح قسم إلى جزئين في أنبوتي اختبار ،

أضيف للقسم الأول : محلول نترات الفضة فتكون راسب

أبيض تحول إلى اللون البنفسجي في الضوء ، وعندما أضيف

محلول كربونات أمونيوم للقسم الثاني تكون راسب أبيض .

(4) عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلولين

مختلفين لأملح الكلوريدات تكون في المحلول الأول راسب

أبيض جيلاتيني وفي المحلول الثاني راسب بني محمر ، اكتب

صيغة الراسبين المتكونين .

(5) عند إضافة محلول أسيتات الرصاص (II) إلى محلول

الملح يتكون راسب أبيض وعند إضافة محلول النشادر إلى

محلول الملح يتكون راسب أبيض جيلاتيني .

السؤال الرابع : اذكر الأساس العلمي لـ ؟ :

(1) التحليل الحجمي (2) التحليل الوزني

(3) طريقة التطاير. (4) طريقة الترسيب

(5) التجربة الأساسية للكشف عن الشقوق الحامضية

السؤال الخامس : اكتب التفسير العلمي :

(1) الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيداً من

الكشف عن الشق الحامضي.

(2) تستخدم الأدلة في التعرف على نقطة نهاية

التفاعل في تفاعلات التعادل .

(3) يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف للتعرف

بين ملحي كربونات الصوديوم و نيتريت الصوديوم

(4) عدم تكون راسب عند إضافة محلول كبريتات

الماغنسيوم إلى محلول بيكربونات الصوديوم إلا بعد

التسخين. (موضحاً ذلك بالمعادلة الرمزية) .

(5) لا يستخدم محلول قاعدي في التمييز بين دليبي عباد

الشمس و أزرق بروموثيمول .

(6) يجب إجراء التحليل الوصفي قبل الكمي.

(7) لا يستخدم دليل الفينولفثالين في التمييز بين

المحاليل الحامضية و المتعادلة .

(8) لا يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف في

الكشف عن أنيون الفوسفات .

(17) محلول الملح (X) يحتوي علي نوعين من الأيونات وعند تفاعله مع HCl يكون غاز يعكر ماء الجير الراق عند اضافته محلول نترات الفضة اليه يكون راسب أصفر ما الأنيونين الموجودين في المحلول (X) ؟

- (a) I^- / CO_3^{2-} (b) Cl^- / CO_3^{2-} (c) Cl^- / SO_4^{2-} (d) I^- / SO_4^{2-}

(18) عند خلط حجوم متساوية من محلول HCl تركيزه 0.5 M ومحلول Na_2CO_3 تركيزه 0.5 M يكون المحلول الناتج

- (a) متعادل (b) متردد (c) حمضي (d) قلوي

■ السؤال السابع : صوب الأخطاء العلمية

- (1) يستخدم محلول قياسي من **حمض النيتريك** لتقدير تركيز حجم معلوم من حمض الهيدروكلوريك.
(2) يمكن ترسيب كاتيونات المجموعة التحليلية **الخامسة** على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي .
(3) يتلون عباد الشمس في الوسط المتعادل باللون **البرتقالي**
(4) تترسب أيونات Al^{+3} عند إمرار غاز H_2S في محلول حامضي لأحد أملاحه .

■ السؤال الثامن : مسائل متنوعة:

- (1) احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في محلول حجمه 20 ml والتي تستهلك عند معايرة 8 ml من حمض الكبريتيك 0.1 mol/L
(2) يتفاعل 12 ml من محلول تركيزه 0.2 M يحتوي على أيونات X^{+m} تماماً مع 8 ml من محلول تركيزه 0.1 M يحتوي على أيونات Y^{-n} لتكوين ملح صيغته الأولية $X_n Y_m$ ، أوجد صيغة هذا الملح .
(3) أذيب 10 g من عينة غير نقية من KOH في الماء و أكمل المحلول إلى 500 ml فإذا تعادل 10 ml من المحلول مع 150 ml من محلول HCl تركيزه 0.2 M احسب نسبة KOH في العينة .
[H = 1 / O = 16 / K = 39]
(4) احسب حجم الماء اللازم اضافته إلى 200 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.3 M لتحويله إلى محلول تركيزه 0.1 M

(8) من فلزات المجموعة التحليلية الأولى

- (a) الفضة (b) الألومنيوم (c) النحاس (d) الكالسيوم
(9) يتصاعد غاز عديم اللون يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بمحلول النشادر عند إضافة حمض كبريتيك مركز لمحلول

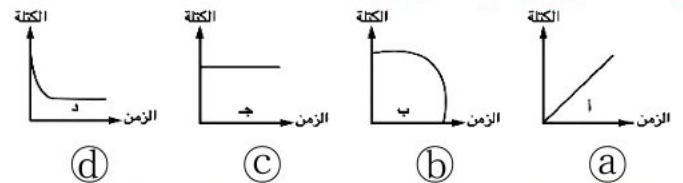
- (a) النترات (b) اليوديد (c) البروميد (d) الكلوريد
(10) إذا أضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى احد الاملاح وتصاعد غاز نفاذ الرائحة وتكون راسب اصفر فان أنيون الملح يكون

- (a) S^{2-} (b) SO_3^{2-} (c) CO_3^{2-} (d) $S_2O_3^{2-}$

(11) كتلة $Mg(OH)_2$ اللازمة لمعادلة 125ml من حمض HCl تركيزه 0.136 M تساوي g

- (a) 0.2465 (b) 0.493 (c) 0.986 (d) 1.972

(12) عند تسخين عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت في بوتقة تسخيننا شديدا يحدث تغير في كتلتها يعبر عنه بالشكل البياني التالي



(13) أذيب 2 g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628 g من AgCl فإن نسبة NaCl في العينة

- (a) 64.4% (b) 84.4% (c) 94.4% (d) 74.4%
(Na = 23 , Cl = 35.5 , Ag = 108)

(14) أي المواد التالية يمكن استخدامها لتقليل الرائحة النفاذة لغاز النشادر .

- (a) SO_2 (b) HCl (c) CO_2 (d) H_2S

(15) الكاتيون الذي يترسب على هيئة كلوريد شحيح الذوبان في الماء هو

- (a) Cu^{+2} (b) Al^{+3} (c) Hg^{+} (d) Fe^{+2}

(16) يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف في

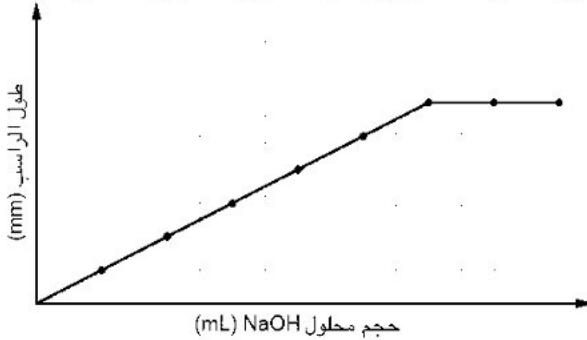
الكشف عن أنيون و كاتيون

- (a) الكربونات والكالسيوم (b) النيتريت والفضة
(c) الكبريتات والزنك (d) الفوسفات والرصاص

(9) محلول هيدروكسيد الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك باستخدام دليل الفينولفثالين؟

السؤال العاشر : أسئلة متنوعة :

- (1) تنتج غازات كبريتيد الهيدروجين H_2S و ثاني أكسيد الكربون CO_2 و ثاني أكسيد الكبريت SO_2 من الأنشطة الصناعية مسببة تلوثاً شديداً للبيئة .
اقترح حلاً للتخلص من هذه الغازات الملوثة للهواء .
- (2) ما التغير اللوني الحادث عند إضافة قطرات من :
(a) دليل أزرق بروموثيمول إلى محلول كلوريد الصوديوم
(b) دليل الميثيل البرتقالي إلى محلول كلوريد الأمونيوم .
- (3) قارن من حيث : (الذوبان في الماء) بين :
كربونات الصوديوم وكربونات الماغنسيوم
- (4) ما أثر تقريب كاتيونات الكالسيوم إلى منطقه غير مضيئة من لهب بنزن؟
- (5) اذكر : طريقتين مختلفتين للكشف عن النشادر؟
- (6) ما المقصود بـ : ورق ترشيح عديم الرماد؟ ولماذا يستخدم في عملية التحليل الكمي بطريقة الترسيب.
- (7) يوضح الشكل البياني المقابل ارتفاع الراسب المتكون في أنبوبة اختبار عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كلوريد حديد (III)



- وضح على نفس الشكل البياني التغير الحادث في شكل المنحنى عند استبدال محلول كلوريد الحديد (III) بمحلول كلوريد ألومنيوم، مع التفسير
- (8) اشرح تجربة عملية لتعيين : تركيز محلول NaOH باستخدام حمض HCl 0.1 مولر.

انتهى الباب الثاني

(5) النحاس أول فلز اكتشفه الانسان .

- (a) كيف يمكن الكشف على أيون النحاس II
- (b) أوجد عدد جزيئات ماء التبليز ، عند تسخين عينة من كبريتات النحاس II المتهدرتة $CuSO_4 \cdot xH_2O$ كتلتها 2.495 g تسخيناً شديداً إلى أن تثبت كتلتها فوجدت 1.595 g
- (6) أذيب 2 g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628 g من كلوريد الفضة ، احسب نسبة الكلور في العينة .
(Na = 23 / Cl = 35.5 / Ag = 107.88)
- (7) استخدم محلول نترات الفضة للفرقة بين أيونين فنتج 2.25 g من راسب أصفر اللون لمح الفضة يذوب في محلول النشادر .

(a) ما هو هذا الأنيون ؟ (b) احسب كتلة نترات الفضة

- (8) أذيبت عينة من (كلوريد الصوديوم وكبريتات البوتاسيوم) كتلتها 4.5 g في الماء المقطر ثم أضيف إلى المحلول كمية من نترات الفضة حتى تمام الترسيب . ثم رشح الراسب المتكون وجفف فوجد أن : كتلة الراسب 5.5 g ، احسب نسبة $NaCl$ النقي في العينة .
- (9) احسب عدد مولات ماء التبليز في عينة من كبريتات الماغنسيوم المتهدرتة ، إذا علمت أنها تحتوى على 62.26% من كتلتها ماء تبليز .

- (10) أضيف 25 ml من كربونات الصوديوم تركيزه 0.3 M إلى 25 ml من حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.4 M ما المادة الزائدة و كم مول تبقى منها ؟

السؤال التاسع : كيف تميز عملياً :

بدون استخدام كواشف:

- (1) ملح كلوريد الرصاص (II) وكلوريد البوتاسيوم؟
 - (2) ملح كلوريد الفضة وملح كلوريد الصوديوم؟
 - (3) محلولي بيكربونات ماغنسيوم و بوتاسيوم ؟
- كيف تميز عملياً بدون معادلات كيميائية :
- (4) كبريتات الباريوم وفوسفات الباريوم؟
 - (5) محلولي ملح الحديد (II) وملح الحديد (III) ؟
 - (6) يوديد الفضة وفوسفات الفضة ؟
 - (7) محلولي هيدروكسيد الأمونيوم وهيدروكسيد الصوديوم
 - (8) محاليل كبريتات الأمونيوم وكبريتات الألومنيوم .