مقدمة

بسم الله و الحمد لله و الصلاة و السلام على رسول الله , اللهم لا سهل الا ماجعلته سهلا , و برحمتك تجعل الصعب سهلا .

أما بعد .....

ابنائى الطلاب :

تحية و تقدير اقدمها لكم , على أمل أن تجدوا فى هذا الكتاب المعلم و الموجه الذى يعينكم على فهم كل الصعاب و يأخذ بأيديكم الى طريق النجاح و التفوق .

و قد عملت قدر استطاعتى على أن يكون هذا الكتاب متضمناً جميع المواضيع الرئيسية فى كتاب الصف الثالث الثانوى .

وهذا الكتاب ليس المقصود منه منع الطالب من التفكير و انما هو وسيلة للصعود بالطالب الى مستوى الفهم و ليس الحفظ .

و أخيراً أمل أن أنال الأجر و الثواب من الله على هذا العمل و أن يحوز على ثقة الجميع و أن أكون قد وفقت فى مساعدة الطلاب على فهم مادة الكيمياء بطريقة سهلة و مبسطة .

أ . ســـــيد الزويدى

فى حالة وجود استفسار أو ملاحظة يرجى التواصل على رقم 01111634555 أو عبر فيس بوك (سيد الزويدى) أو مجموعة الرسالة فى الكيمياء .

(المقدمة + العناصر الانتقالية)

مراجعة عامة على ماسبق

أولا : كتابة الصيغ الكيميائية :

المجموعات الذرية :

المجموعة	الرمز	التكافؤ
بيكربونات	(HCO_3)	أحادى
أمونيوم	(NH_4)	أحادى
نيترات	(NO_3)	أحادى

المجموعة	الرمز	التكافؤ
اسيتات	CH_3COO	احادى
كربونات	(CO_3)	ثنائى
كبريتات	(SO_4)	ثنائى

نيتريت	(NO_2)	أحادى
هيدروكسيد	(OH)	أحادى
برمنجانات	(MnO_4)	احادى
ميتا الومينات	(AlO_2)	احادى
ثيوسيانات	(SCN)	احادى
بيكبريتات	(HSO_4)	احادى
كلورات	(ClO_3)	احادى
سداسى فلوروفوسفيد	(PF_6)	احادى

ثيوكبريتات	(S_2O_3)	ثنائى
كبريتيت	(SO_3)	ثنائى
ثانى كرومات او بيكرومات	(Cr_2O_7)	ثنائى
منجانات	(MnO_4)	ثنائي
كرومات	(CrO_4)	ثنائى
رباعى ثيونات	(S_4O_6)	ثنائى
فوسفات	(PO_4)	ثلاثى

رموز بعض العناصر :

العنصر	الرمز	التكافؤ
هيدروجين	H	ا
كلور	Cl	1
فلور	F	1
بروم	Br	1
يود	I	1
صوديوم	Na	1
بوتاسيوم	K	1

العنصر	الرمز	التكافؤ
نحاس	Cu	1، 2
فضة	Ag	1، 2
ذهب	Au	1، 2، 3
حديد	Fe	2 , 3
باريوم	Ba	2
كالسيوم	Ca	2
ماغنسيوم	Mg	2
خارصين	Zn	2
أكسجين	O	2

العنصر	الرمز	التكافؤ
ألومنيوم	Al	3
فوسفور	P	5
كربون	C	4
سيليكون	Si	2 ، 4 , 6

مجموعة من الرموز تحفظ جيدا

حمض الكبريتيك	H_2SO_4
حمض الكبريتوز	H_2SO_3
حمض النيتريك	HNO_3
حمض النيتروز	HNO_2
حمض الهيدروكلوريك	HCl
حمض الهيدروفلوريك	HF
حمض الهيدروبروميك	HBr

أمثلة محلولة

نيترات كالسيوم		كبريتات ماغنسيوم		فوسفات أمونيوم	
Ca	NO_3	Mg	SO_4	NH_4	PO_4
2	1	2	2	1	3
$Ca(NO_3)_2$		$MgSO_4$		$(NH_4)_3PO_4$	

بيكربونات كالسيوم		كبريتات ألومنيوم		كلوريد أمونيوم	
Ca	HCO_3	Al	SO_4	NH_4	Cl
2	1	3	2	1	1
$Ca(HCO_3)_2$		$Al_2(SO_4)_3$		NH_4Cl	

تدريب اكتب الصيغة الكيميائية لكل من :

كلوريد حديدIII	كلوريد حديدII	ثانى كرومات البوتاسيوم	اكسيد حديد II
كبريتات حديدIII	كبريتات حديدII	اكسيد حديد III	ثانى اكسيد الكبريت

ثانى اكسيد الكربون	ثالث اكسيد الكبريت	خامس اكسيد فوسفور	هيدروكسيد حديدIII
حمض الكبريتيك	حمض الهيدروكلوريك	حمض النيتريك	هيدروكسيد صوديوم
اول اكسيد الكربون	الاكسجين	الهيدروجين	الكلور
نترات فضة	كبريتات الومنيوم	أكسيد الومنيوم	كبريتات رصاصII
اسيتات رصاصII	كلوريد امونيوم	ثيوكبريتات صوديوم	كبريتيت الصوديوم
بيكبريتات نحاسII	كلوريد صوديوم	فلوريد بوتاسيوم	يوديد فضة

المعادلة الكيميائية : مجموعة من الرموز والصيغ تعبر عن المواد المتفاعلة و المواد الناتجة و شروط التفاعل ان وجدت .

لاحظ : لابد ان تكون المعادلة الكيميائية موزونة لتحقيق قانون بقاء المادة .

امثلة على وزن المعادلة الكيميائية :

1- $Al_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Al_2O_{3(s)}$

2- $Al + CuSO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + Cu$

3- $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$

4- $AgNO_3 + NaCl \rightarrow NaNO_3 + AgCl$

5- $AgNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + Ag$

6- $CaO + HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$

7- $Ca(OH)_2 + HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$

8- $FeCl_3 + NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 + NaCl$

9- $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

10- $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

11- $H_2SO_4 + MgO \rightarrow MgSO_4 + H_2O$

12- $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

14- $H_2SO_4 + NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

ثانيا :التوزيع الالكترونى

- تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة و الكترونات سالبة الشحنة .
- تدور الالكترونات حول النواة فى عدد من مستويات الطاقة الرئيسية .
- مستويات الطاقة الرئيسية تأخذ الرموز (K → Q) و عددها سبع مستويات .

K	L	M	N	O	P	Q
1	2	3	4	5	6	7

- كل مستوى طاقة رئيسى به عدد من المستويات الفرعية .
- مستويات الطاقة الفرعية يرمز لها بالرموز (s , p , d , f)
- يسبق كل مستوى طاقة فرعى رقم يحدد مستوى الطاقة الرئيسى الذى ينتمى اليه هذا المستوى مثل : 5d , 5f , 4s , 3p و هكذا .
- كل مستوى فرعى يتكون من عدد من الأوربيتالات .
- أى أوربيتال فى أى مستوى فرعى يتشبع بـ 2 إلكترون .

المستوى الفرعى	S	p	d	f
عدد الأوربيتالات	1	3	5	7
عدد الإلكترونات	2	6	10	14

قواعد التوزيع الالكترونى :

1. **مبدء البناء التصاعدى** (توزيع الالكترونات على المستويات الفرعية)

أغنية كيميائية توضح طريقة ملء مستويات الطاقة الفرعية بالإلكترونات

إس / إس / بس / بس / دبس / دبس / فدبس / فدب

✓ بالنسبة للرقم اللى قبل المستوى الفرعى يكون كلأتى :

1. أول S يأخذ رقم 1
2. أول P يأخذ رقم 2
3. أول d يأخذ رقم 3
4. أول f يأخذ رقم 4

2. **التوزيع الالكترونى المختصر بإستخدام الغاز الخامل** :

$_{2}He$: 2s هيليوم	$_{10}Ne$: 3s نيون	$_{18}Ar$: 4s ارجون	$_{36}Kr$: 5s كربتون	$_{54}Xe$: 6s زينون	$_{86}Rn$: 7s رادون

التوزيع بمبدأ البناء التصاعدى		التوزيع بالغاز الخامل	
العنصر	التوزيع الإلكتروني	العنصر	التوزيع الإلكتروني
الكلور $_{17}Cl$	$1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^2, 3P^5$	الكلور $_{17}Cl$	$(_{10}Ne)\ 3S^2\ 3P^5$
الكالسيوم $_{20}Ca$	$1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^2, 3P^6, 4S^2$	الكالسيوم $_{20}Ca$	$(_{18}Ar)\ 4S^2$

مطب صناعى : اذا انتهى التوزيع الإلكترونى للعنصر بالمستوى الفرعى d وكان يحتوى على (4) أو (9) إلكترونات ، فلابد من إنتقال إلكترون من المستوى الفرعى 4s الى المستوى الفرعى 3d ليصبح المستوى الفرعى d مكتمل أو نصف مكتمل مما يجعل الذرة أكثر استقرار .

$_{29}Cu$	$\{Ar\}\ 4s^1, 3d^{10}$
$_{24}Cr$	$\{Ar\}\ 4s^1, 3d^5$

علل : التوزيع الإلكترونى للنحاس $_{29}Cu$ ينتهى بـ $4s^1, 3d^{10}$ و ليس $4s^2, 3d^9$ ؟؟.

ج : نتيجة انتقال واحد الكترون من المستوى الفرعى 4s الى المستوى الفرعى 3d فيصبح الـ 3d مكتمل و تكون الذرة أكثر استقرارا .

تدريب : أكتب التوزيع الالكترونى لذرات العناصر الاتية بمبدء البناء التصاعدى :

$_{11}Na$ ، $_{9}F$ ، $_{26}Fe$ ، $_{30}Zn$ ، $_{8}O$ ، $_{13}Al$

3. قاعدة هوند (توزيع الالكترونات على الاوربيتالات) :

نكتب التوزيع الالكترونى المختصر و نوزع الالكترونات على أوربيتالات المستويات الفرعية بعد رمز الغاز الخامل :

التوزيع الالكترونى المختصر : 26 Fe : {Ar} , $4s^2$, $3d^6$

تدريب : أكتب التوزيع الالكترونى لذرات العناصر الاتية بقاعدة هوند :

$_{23}V$, $_{21}Sc$, $_{24}Cr$, $_{30}Zn$, $_{27}Co$, $_{25}Mn$

عدد التأكسد:-

هو عدد يمثل الشحنة الكهربية (الموجبة أو السالبة) التى تبدو على الأيون أو الذرة سواء كان المركب أيونياً أو تساهمياً .

قواعد حساب أعداد التاكسد

1. عدد تأكسد اى عنصر منفرد مهما كان عدد ذرات يساوى صفر (O_2 , O_3 , P_4 , Cu , H_2)
2. عدد تأكسد أى مجموعة ذرية أو الأيون يساوى الشحنة التى تكتب أعلاه .
3. عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى و منها (Na , Li , K) فى مركباتها دائماً (+1)
وعناصر المجموعة الثانية ومنها (Mg , Ca , Ba) فى جميع مركباتها دائما(2 +)
وعناصر المجموعة الثالثة و منها (Al) فى جميع مركباته دائما (3+) .
4. عدد تأكسد الأكسجين فى جميع مركباته 2 -
5. عدد تأكسد الفلور سالب واحد (1-) دائما لأنه اعلى العناصر سالبية كهربية .
6. عدد تأكسد الكلور Cl و البروم Br و اليود I سالب واحد ما عدا مركباتها مع الأكسجين .
7. عدد تأكسد الهيدروجين فى جميع مركباته (+1)

8.مجموع اعداد تأكسد عناصر أى مركب متعادل = صفر .

مثال (1):- احسب عدد تأكسد الكروم فى ثانى كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) .

الحل:- المركب متعادل عدد تأكسده = 0

$K_2Cr_2O_7 = 0$

$(7x -2) + 2Cr + (2 \times 1) = 0$

$-14 + 2Cr + 2 = 0$

$2Cr = +12$

$Cr = +6$

مثال (2):- احسب عدد تأكسد الكبريت فى SO_3^{-2}

الحل:- المركب متأين عدد تأكسده = -2

$SO_3 = -2$

$S + (3 \times -2) = -2$

$S - 6 = -2$

$S = -2 + 6 = +4$

مثال 3 : احسب عدد تاكسد النيتروجين $(NH_4)^+(NO_3)^-$

$NH_4 = +1$ $N + (4x1) = +1$ $N + 4 = +1$ $N = -3$	$NO_3 = -1$ $N + (3x-2) = -1$ $N - 6 = -1$ $N = +5$
$N = (-3, +5)$	

مثال 3 : احسب عدد تاكسد الكبريت $Na_2S_2O_3$

$Na_2S_2O_3$

$(2 x1) + 2S + (3 \times -2) = 0$

$2 + 2S - 6 = 0$

$2S = +4$

$S = +2$

مثال 4 : احسب عدد تاكسد المنجنيز Na_2MnO_4

Na_2MnO_4

$(2 \times 1) + Mn + (4x-2) = 0$

$2 + Mn - 8 = 0$

$Mn = +6$

الاكسدة :-

هى عملية فقد إلكترونات ينتج عنها زيادة فى الشحنة الموجبة أو نقص الشحنة السالبة

الاختزال:-

هو عملية اكتساب إلكترونات ينتج عنها نقص فى الشحنة الموجبة أو زيادة الشحنة السالبة

هناك معادلات لا يحدث فيها أكسدة أو إختزال و السبب فى ذلك أن هذا النوع من المعادلات يحدث فيه تبادل بيت الأيونات دون انتقال الإلكترونات .

أمثلة : تفاعلات التعادل و منها :

- **تفاعلات الأحماض مع كربونات أو بيكربونات الفلزات .**

$$2HCl + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

$$H_2SO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

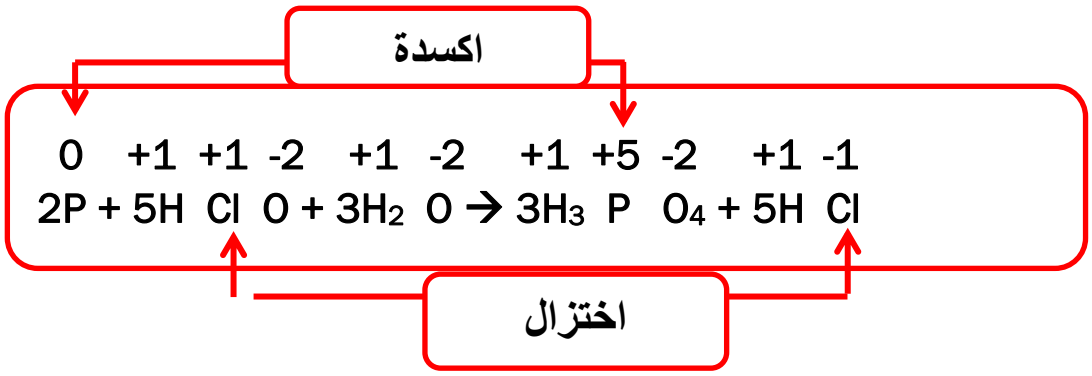
- **تفاعلات الأحماض مع أكسيد او هيدروكسيد الفلز .**

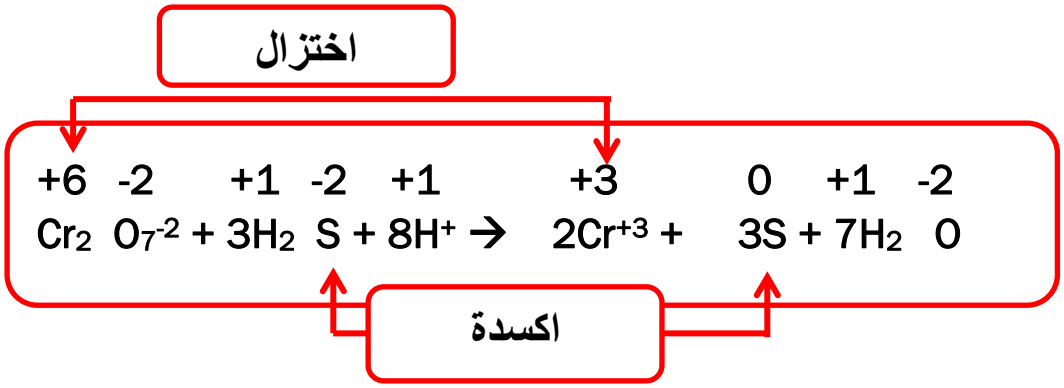
$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

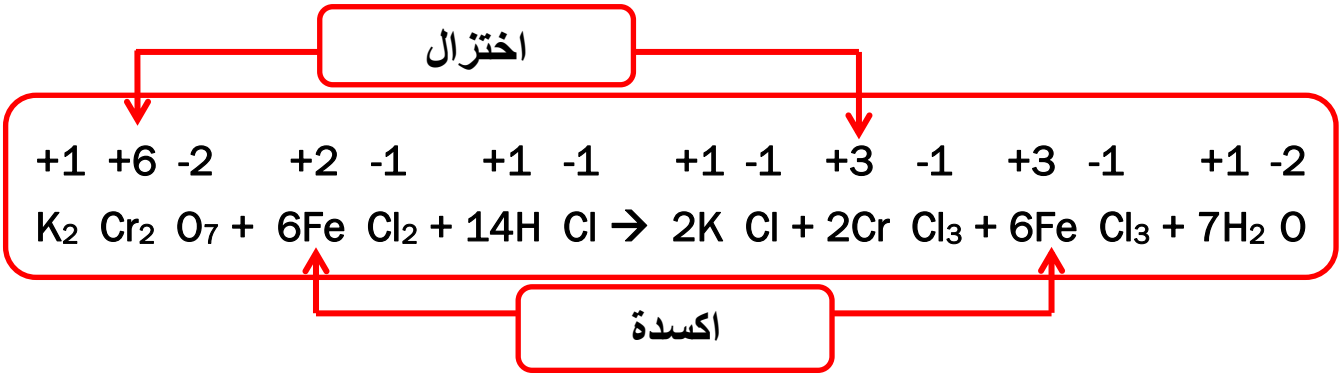
- **تفاعلات محاليل الأملاح مع بعضها .**

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl + NaNO_3$$

مسائل الاكسدة و الاختزال :







الباب الأول : العناصر الانتقالية :

1A												2A	3A	4A	5A	6A	7A	0
1 H هيدروجين																		2 He هيليوم
3 Li ليثيوم												4 Be بريليوم	5 B بورون	6 C كربون	7 N نيتروجين	8 O اكسجين	9 F فلور	10 Ne نيون
11 Na صوديوم												12 Mg ماغنسيوم	13 Al الومنيوم	14 Si سيليكون	15 P فوسفور	16 S كبريت	17 Cl كلور	18 Ar ارجون
19 K بوتسيوم	20 Ca كالسيوم	21 Sc سكانديوم	22 Ti تيتانيوم	23 V فانديوم	24 Cr كروم	25 Mn منجنيز	26 Fe حديد	27 Co كوبلت	28 Ni نيكل	29 Cu نحاس	30 Zn خارصين		31 Ga جاليوم	32 Ge جرمانيوم	33 As زرنيخ	34 Se سيلنيوم	35 Br بروم	36 Kr كريبتون
37 Rb روبيديوم	38 Sr سترانشيوم	39 Y يتريوم	40 Zr زركونيوم	41 Nb نيوبيوم	42 Mo موليبدنيوم	43 Tc تكنيتيوم	44 Ru روثنيوم	45 Rh روديوم	46 Pd بلاديوم	47 Ag فضة	48 Cd كادميوم		49 In انديوم	50 Sn قصدير	51 Sb انتيمون	52 Te تيلوريوم	53 I يود	54 Xe زينون
55 Cs سيزيوم	56 Ba باريوم	57 La لانثانيوم	72 Hf هافنيوم	73 Ta تنتاليوم	74 W تنجستين	75 Re رينيوم	76 Os اوزميوم	77 Ir ايريديوم	78 Pt بلاتين	79 Au ذهب	80 Hg زئبق		81 Tl ثاليوم	82 Pb رصاص	83 Bi بزموت	84 Po بولونيوم	85 At استاتين	86 Rn رادون

3B 4B 5B 6B 7B المجموعة الثامنة 1B 2B

87 Fr فرانسيوم	88 Ra راديوم	89 Ac اكتينيوم	104 Rf رذرفوردنيوم	105 Db ديوبنيوم	106 Sg سيبرجيوم	107 Bh بوهريوم	108 Hs هاسيوم	109 Mt ميثانديوم	110 Ds دارمستديوم	111 Rg رونتجنيوم

لانثانيدات	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
اكتنيدات	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

معلومات تهمك عن العناصر الانتقالية :

1. تحتل المنطقة الوسطى من الجدول الدورى بين الفئتين **s , p**
2. تحتوى على اكثر من **60** عنصر اى اكثر من نصف عدد العناصر المعروفة .
3. تبدء فى الظهور من الدورة الرابعة .
4. تنقسم الى قسمين رئيسيين هما :
   - ✓ العناصر الانتقالية الرئيسية " سوف يكتفى بدراستها "
   - ✓ العناصر الانتقالية الداخلية .

العناصر الانتقالية الرئيسية :

عناصر يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى **(d)** الذى يتسع لعشرة الكترونات .

مميزاتها

1. تتكون من عشرة أعمدة رأسية .
2. يبدء العمود الأول منها بعناصر تركيبها الإلكترونى $n\ s^2$, $(n-1)\ d^1$ ثم يتتابع إمتلاء المستوى الفرعى **(d)** حتى نصل إلى العمود الأخير و يكون التركيب الإلكترونى لعناصره $(n-1)\ d^{10}$, $n\ s^2$.
3. ترتيب هذه الأعمدة من اليسار إلى اليمين هو :

3B	4B	5B	6B	7B	المجموعة الثامنة			1B	2B
IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

4. المجموعة الثامنة تتكون من **3** أعمدة رأسية هى **(10 , 9 , 8)** و هى تختلف عن بقية المجموعات **(B)** (علل) لوجود تشابه بين عناصرها الأفقية اكبر من التشابهة بين العناصر الرأسية .
5. المجموعة الثامنة يليها مجموعتين هما : **(11) IB , (12) IIB**

6. يمكن تقسيم عناصرها أفقيا إلى 4 سلاسل أفقية هى :

- السلسلة الانتقالية الاولى (3d)
- السلسلة الانتقالية الثانية (4d)
- السلسلة الانتقالية الثالثة (5d)
- السلسلة الانتقالية الرابعة (6d)

س : قارن بين السلاسل الانتقالية الرئيسية الاربعة :

السلسلة الانتقالية الأولى	السلسلة الانتقالية الثانية	السلسلة الانتقالية الثالثة	السلسلة الانتقالية الثالثة
مجموعة من العناصر يتم فيها امتلاء المستوى الفرعى 3d	مجموعة من العناصر يتم فيها امتلاء المستوى الفرعى 4d	مجموعة من العناصر يتم فيها امتلاء المستوى الفرعى 5d	مجموعة من العناصر يتم فيها امتلاء المستوى الفرعى 6d
تقع فى الدورة الرابعة بعد الكالسيوم	تقع فى الدورة الخامسة بعد الإسترانشيوم	تقع فى الدورة السادسة بعد الباريوم	تقع فى الدورة السابعة بعد الراديوم
تشمل 10 عناصر من السكانديوم ($_{21}$Sc) الى الخارصين ($_{30}$Zn)	تشمل 10 عناصر من اليتريوم ($_{39}$Y) الى الكادميوم ($_{48}$Cd)	تشمل 10 عناصر من اللانثانيوم ($_{57}$La) الى الزئبق ($_{80}$Hg)	

تدريبات متنوعة

السؤال الاول :علل لما يأتى :

1. تتكون كل سلسلة من سلاسل العناصر الانتقالية من عشرة أعمدة رأسية ؟؟.
2. تختلف المجموعة الثامنة عن باقية المجموعات (B) ؟؟

السؤال الثانى :ما المقصود بكل من :

1. العناصر الانتقالية الرئيسية :
2. السلسلة الانتقالية الرئيسية الاولى :
3. السلسلة الانتقالية الرئيسية الثانية :
4. السلسلة الانتقالية الرئيسية الثالثة :
5. السلسلة الانتقالية الرئيسية الرابعة :

السؤال الثالث : اكمل ما يأتى :

1. تقع السلسلة الإنتقالية الرئيسية الأولى بعد عنصر .....

2. العناصر الإنتقالية تحتل المنطقة ..... فى الجدول الدورى بين الفئتين .....و .....

3. تقع عناصر السلسلة الإنتقالية الرئيسية الثالثة فى الدورة ..... و تبدء بعنصر ..... و تركيبه الإلكترونى ..... و تنتهى بعنصر ..... و تركيبه الإلكترونى .....

السلسلة الانتقالية الاولى :

" تحفظ العناصر بأعدادها الذرية "

3B	4B	5B	6B	7B	المجموعة الثامنة			1B	2B
21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
سكانديوم	تيتانيوم	فانديوم	كروم	منجنيز	حديد	كوبلت	نيكل	نحاس	خارصين

1. تمثل عناصر السلسلة الإنتقالية الرئيسية الأولى مجتمعة حوالى 7 % من وزن القشرة الأرضية و ترتيب عناصرها تنازليا حسب النسبة المئوية بالوزن هو :

العنصر	الترتيب	النسبة المئوية بالوزن
الحديد	1	6,3
التيتانيوم	2	0,66
المنجنيز	3	0,11
الفانديوم	4	0,02
الكروم	5	0,014
النيكل	6	0,0089
الخارصين	7	0,0078
النحاس	8	0,0068
الكوبلت	9	0,003
السكانديوم	10	0,0026

الأهمية الأقتصادية لعناصر السلسلة الأنتقالية الأولى

السكانديوم :

يوجد بكميات صغيرة جدا موزعة على نطاق واسع فى القشرة الارضية .

1. تضاف نسبة ضئيلة منه إلى الألومنيوم فتتكون سبيكة تستخدم فى صناعة طائرات الميج المقاتلة (علل) لأن هذه السبيكة تمتاز بخفتها و شدة صلابتها .
2. يضاف الى مصابيح أبخرة الزئبق .

مصابيح ابخرة الزئبق المضاف اليها السكانديوم هى مصابيح تستخدم فى التصوير التلفزيونى أثناء الليل (علل) لأنها تستخدم لإنتاج ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس

التيتانيوم :

عنصر شديد الصلابة كالصلب و لكنه أقل منه الكثافة .

1. تستخدم سبائكه مع الالومنيوم فى صناعة الطائرات و المركبات الفضائية (علل) لأنه يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة فى الوقت الذى تنخفض فيه متانة الالومنيوم.
2. يستخدم فى عمليات زرع الاسنان و المفاصل الصناعية (علل) لأن الجسم لا يلفظه و لا يسبب اى نوع من التسمم .

3. أهم مركباته الشائعة ثانى أكسيد التيتانيوم(TiO_2) الذى يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس (علل) حيث تعمل دقائقه النانوية على منع وصول الاشعة فوق البنفسجية للجلد .

الفانديوم :

1. تضاف نسبة ضئيلة منه الى الصلب فتتكون سبيكة تستخدم فى صناعة زنبركات السيارات (علل) لأنها تتميز بقساوة عالية و قدرة كبيرة على مقاومة التأكل .
2. اهم مركباته خامس أكسيد الفانديوم V_2O_5 الذى يستخدم :
   - كعامل حفاز فى صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل .
   - كصبغ فى صناعة السيراميك و الزجاج .

معلومة للإطلاع فقط

القساوة : تعنى مدى مقاومة المعدن للخدش أو مقدرة المعدن على خدش المعادن الاخرى .

الكروم :

عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائى لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية (علل) بسبب تكون طبقة من الأكسيد على سطحه و يكون حجم جزيئات الأكسيد المتكون أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه مما يعطى سطحاً غير مساميا من الأكسيد تمنع إستمرار تفاعل الكروم مع أكسجين الجو .

1. يستخدم الكروم فى طلاء المعادن و دباغة الجلود .
2. من مركباته الشائعة :

- ✓ أكسيد الكروم III (Cr_2O_3) الذى يستخدم فى عمل الاصباغ .
- ✓ ثانى كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ التى تستخدم كمادة مؤكسدة .

المنجنيز :

لا يستخدم و هو فى حالته النقية و انما يستخدم فى صورة سبائك أو مركبات (علل) لهشاشته الشديدة .

1. تستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز فى صناعة خطوط السكك الحديدية (علل) لأنها أصلب من الصلب .
2. تستخدم سبائك الالومنيوم مع المنجنيز فى صناعة المشروبات الغازية (الكانز) (علل) لمقاومتها للتأكل .

3. من أهم مركباته :

- ✓ ثانى أكسيد المنجنيز (MnO_2) : و هو عامل مؤكسد قوى و يستخدم فى صناعة العمود الجاف (حجر البطارية) .
- ✓ برمنجانات البوتاسيوم ($KMnO_4$) : تستخدم كمادة مطهرة و مؤكسدة .
- ✓ كبريتات المنجنيز II ($MnSO_4$) : تستخدم كمبيد للفطريات .

الحديد :

1. يستخدم فى الخرسانات المسلحة و أبراج الكهرباء .
2. يستخدم صناعة السكاكين و مواسير البنادق و المدافع و الادوات الجراحية .
3. يستخدم كعامل حفاز فى تحضير النشادر بطريقة (هابر – بوش)
4. يستخدم كعامل حفاز فى تحويل الغاز المائى ($CO + H_2$) الى وقود سائل بطريقة (فيشر – تروبش)

الغاز المائى : خليط من الهيدروجين و غاز أول أكسيد الكربون يستخدم كوقود سائل .

طريقة فيشر و تروبش : طريقة يستخدم فيها الحديد كعامل حفاز فى تحويل الغاز المائى الى

وقود سائل .

الكوبلت :

1. يشبه الحديد فى أن كلاهما قابل للتمغنط ويستخدما فى صناعة المغناطيسات .
2. فى البطاريات الجافة فى السيارات الحديثة .
3. له 12 نظير مشع و أهم نظائره الكوبلت 60 الذى تصدر عنه أشعة جاما التى تمتاز بقدرة عالية على النفاذ و لذلك يستخدم فى :

- حفظ المواد الغذائية .
- التاكد من جودة المنتجات حيث يكشف عن مواقع الشقوق و لحام الوصلات .
- يستخدم فى الطب فى الكشف عن الاورام الخبيثة و علاجها .

النيكل :

1. يستخدم النيكل فى صناعة بطاريات النيكل – كادميوم القابلة لإعادة الشحن .
2. تطلى به معادن كثيرة (علل) لحمايتها من الأكسدة و الصدأ و يعطيها شكلاً أفضل .
3. يستخدم النيكل المجزأ فى هدرجة الزيوت .
4. تتميز سبائك النيكل مع الصلب بالصلابة و مقاومة الصدأ و مقاومة الاحماض .

5. تستخدم سبائك النيكل مع الكروم فى صناعة ملفات التسخين و الافران الكهربية (علل) لأنها تقاوم التأكل حتى و هى مسخنة لدرجة الاحمرار .

النحاس :

يعتبر النحاس تاريخياً أول فلز عرفه الانسان .

1. يستخدم فى صناعة الكابلات الكهربية (علل) لأنه جيد التوصيل للكهرباء .
2. يدخل النحاس فى صناعة سبائك العملات المعدنية .
3. سبيكته مع القصدير تعرف بإسم البرونز .
4. اهم مركباته الشهيرة كبريتات نحاس (II) $CuSO_4$

و الذى يستخدم :

- يستخدم كمبيد حشرى و كمبيد للفطريات فى عملية تنقية مياة الشرب .
- تكوين محلول فهلنج .

محلول فهلنج :

من مركبات النحاس و يستخدم فى الكشف عن سكر الجلوكوز حيث يتحول من اللون الازرق الى اللون البرتقالى .

الخارصين :

1. تتركز معظم إستخدامات الخارصين فى جلفنة الفلزات (علل) لحمايتها من الصدأ .
2. من أهم مركباته الشهيرة :
   - أكسيد الخارصين **ZnO** الذى يدخل فى صناعة الدهانات و المطاط و مستحضرات التجميل .
   - كبريتيد الخارصين **ZnS** الذى يستخدم فى صناعة الدهانات المضيئة و شاشات الاشعة السينية

معلومة للإطلاع فقط

الطلائات المضيئة : عبارة عن بودرة مضيئة تضىء فى الظلام لفترة تصل إلى **10** ساعات، فهى عبارة عن مادة جديدة فى تكوينها تعطى الإضاءة فى الظلام على شكل صورة، وأيضاً لأسطح المعادن والزجاج الموجودة فى الظلام .

و الدهانات المضيئة تتكون من تركيبة كيميائية من كبريتيد الزنك وألومينات السترونشيوم، حيث يستخدم كبريتيد الزنك فى الملابس المضيئة لمزيد من الأمان والسلامة لمن يرتديها، وتستخدم الدهانات المضيئة أيضاً فى إضاءة مخارج الصالات العامة ودور السينما، ولتحديد اتجاه الطرق وملابس العاملين فى بناء الطرق والشوارع وعمال المناجم .

كما أنه من الممكن طباعة الدهانات المضيئة على الملابس لتكون أداة عرض، وتوجد من هذه الدهانات **9** ألوان رئيسية .

و هذه الأصباغ والدهانات تستمد قدرتها على الإضاءة من الحبيبات الموجودة فى تكوينها لتجميع الطاقة من الضوء وتقوم بتجميعها على السطح الذى تريد إضاءته فى الظلام، ويستمد الشحن من أى مصدر للإضاءة مثل: آشعة الشمس .

كما إن الدهانات المضيئة دهانات صديقة للبيئة ولا تضر بصحة الإنسان، كما أن هذه الدهانات غير المرئية تظهر تحت الآشعة فوق البنفسجية ..

تدريبات متنوعة

السؤال الاول :علل لما ياتى :

1. تستخدم سبيكة السكانديوم مع الالومنيوم فى صناعة طائرات الميج المقاتلة ؟؟.
   ج :لأنها تتماز بخفتها و شدة صلابتها .

2. يضاف السكانديوم الى مصابيح أبخرة الزئبق ؟؟.
   ج : لأنها تستخدم لإنتاج ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس .

3. تستخدم مصابيح أبخرة الزئبق المضاف إليها السكانديوم فى التصوير التلفزيونى أثناء الليل ؟؟ .
   ج : لأنها تستخدم لإنتاج ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس لذلك تستخدم فى التصوير التلفزيونى الليلى .

4. تستخدم سبائك التيتانيوم مع الألومنيوم فى صناعة الطائرات و المركبات الفضائية ؟؟.
   ج : لأنه يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة فى الوقت الذى تنخفض فيه متانة الالومنيوم .

5. يستخدم التيتانيوم فى عمليات زراعة الأسنان و المفاصل الصناعية ؟؟ .
   ج : لأن الجسم لا يلفظه و لا يسبب اى نوع من التسمم .

6. يستخدم ثانى أكسيد التيتانيوم فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس ؟؟ .
   ج : حيث تعمل دقائقه النانوية على منع وصول الاشعة فوق البنفسيجية للجلد .

7. يستخدم الصلب المضاف إليه الفانديوم فى صناعة زنبركات السيارات ؟؟ .
ج : لأنها تتميز بقساوة عالية و قدرة كبيرة على مقاومة التأكل .

8. أهمية خامس اكسيد الفانديوم ؟؟ .
ج : لأنه يستخدم :
- كعامل حفاز فى صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل .
- كصبغ فى صناعة السيراميك .

9. الكروم على درجة كبيرة من النشاط الكيميائى و لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية ؟؟ .
ج : بسبب تكون طبقة من الأكسيد على سطحه و يكون حجم جزيئات الأكسيد المتكون أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه مما يعطى سطحاً غير مساميا من الأكسيد تمنع إستمرار تفاعل الكروم مع أكسجين الجو .

10. لا يستخدم المنجنيز فى حالته النقية و إنما يستخدم فى صورة سبائك او مركبات ؟؟ .
ج : لهشاشته الشديدة .

11. تستخدم سبائك الحديد من المنجنيز فى صناعة خطوط السكك الحديدية ؟؟. .
ج : لأنها أصلب من الصلب .

12. تستخدم سبائك الالومنيوم مع المنجنيز فى صناعة عبوات المياة الغازية ؟؟ .
ج : لمقاومتها للتأكل .

13. يستخدم الحديد و الكوبلت فى صناعة المغناطيسات ؟؟ .
ج: لأن كلاهما قابل للتمغنط .

14. اهمية اشعة جاما الناتجة من كوبلت 60 ؟؟.
ج : تصدر عنه أشعة جاما التى تمتاز بقدرة عالية على النفاذ و لذلك يستخدم فى :
- حفظ المواد الغذائية .
- التاكد من جودة المنتجات حيث يكشف عن مواقع الشقوق و لحام الوصلات .
- يستخدم فى الطب فى الكشف عن الاورام الخبيثة و علاجها .

15. اهمية طريقة (فيشر و تربش) ؟؟.
ج : تحويل الغاز المائى الى وقود سائل .

16. تستخدم سبائك اليكل و الكروم فى صناعة ملفات التسخين و الافران الكهربية ؟؟.
ج : لأنها تقاوم التأكل حتى و هى مسخنة لدرجة الاحمرار .

17. تطلى الكثير من المعادن بالنيكل ؟؟ .
ج : لحمايتها من الأكسدة و الصدأ و يعطيها شكلاً أفضل .

18. يستخدم النحاس فى صناعة الكابلات الكهربية ؟؟.
ج : لأنه جيد التوصيل للكهرباء .

19. أهمية إستخدام كبريتات النحاس عند تنقية مياه الشرب ؟؟ .
ج : لأنه يستخدم كمبيد للفطريات فى عملية تنقية مياة الشرب .

20. تتركز معظم إستخدامات الخارصين فى جلفنة الفلزات ؟؟.
ج : لحمايتها من الصدأ .

السؤال الثانى : اكتب المصطلح العلمى الدال على كل من :

1. عنصر انتقالى رئيسى يوجد بكميات قليلة جدا موزعة على نطاق واسع فى القسرة الارضية .
ج : السكانديوم .

2. سبائك تمتاز بخفتها ة صلابتها و تستخدم فى صناعة طائرات الميج المقاتلة .
ج : سبائك السكانديوم و الالومنيوم .

3. مصابيح تستخدم لإنتاج ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس و يستخدم فى التصوير التلفزيونى أثناء الليل .
ج : مصابيح الزئبق المضاف اليها السكانديوم .

4. عنصر يستخدم فى عمليات زرعة الاسنان و المفاصل الصناعية .
ج : التيتانيوم .

5. مركب يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس لأن دقائقة النانوية تمنع وصول الاشعة فوق البنفسيجة الى الجلد (و اذكر رمزه) .
ج : ثانى اكسيد التيتانيوم TiO_2

6. مركب يستخدم كصبغ فى صناعة السيراميك و الزجاج و كعامل حفاز فى صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل (و اذكر رمزه) .
ج : خامس اكسيد الفانديوم V_2O_5

7. عنصر انتقالى رئيسى على درجة كبيرة من النشاط الكيميائى و لكنة يقاوم فعل العوامل الجوية
ج : الكروم .

8. طريقة يستخدم فى الحديد كعامل حفاز لتحضير غاز النشادر .
ج : طريقة (هابر – بوش) .

9. طريقة يستخدم فيها الحديد فى تحويل الغاز المائى الى وقود سائل .
ج : طريقة (فيشر -- تروبش)

10. عنصر انتقالى له إثناعشر نظير مشع .
ج : الكوبلت

11. بطاريات قابلة لإعادة الشحن يستخدم النيكل فى صناعتها .
ج : بطارية النيكل - كادميوم .

12. سبائك تتميز بالصلابة و بقدرتها على مقاومة الصدأ و مقاومة الاحماض .
ج :سبائك النيكل مع الصلب .

13. من مركبات النحاس يستخدم فى الكشف عن سكر الجلوكوز .
ج : محلول فهلنج .

14. يعتبر تاريخيا أول فلز عرفه الانسان .

ج : النحاس .

15. عنصر انتقالى رئيسى يستخدم فى جلفنة باقى الفلزات لحمايتها من الصدأ .

ج : الخارصين .

س : كيف يمكنك الكشف عن سكر الجلوكوز ؟؟.

ج : بإضافة قطرات من محلول فهلنج حيث يتحول من اللون الازرق الى اللون البرتقالى .

التركيب الالكترونى و حالات التاكسد

العنصر	المجموعة	التركيب الالكترونى	حالات التاكسد و الشائع منها	بعض المركبات
$_{21}Sc$	3B	$\{Ar\}\ 4s^2 , 3d^1$	3	Sc_2O_3
$_{22}Ti$	4B	$\{Ar\}\ 4s^2 , 3d^2$	2 , 3 , **4**	TiO_2 , Ti_2O_3 , TiO
$_{23}V$	5B	$\{Ar\}\ 4s^2 , 3d^3$	2 , 3 , 4 , **5**	$V_2O_5 , VO_2 , V_2O_3 , VO$
$_{24}Cr$	6B	$\{Ar\}\ 4s^1 , 3d^5$	2 , **3** , 6	CrO_3 , Cr_2O_3 , CrO
$_{25}Mn$	7B	$\{Ar\}\ 4s^2 , 3d^5$	2 , 3 , **4** , 6 , 7	$MnO_2 , Mn_2O_3 , MnO , KMnO_4 , K_2MnO_4$
$_{26}Fe$	8	$\{Ar\}\ 4s^2 , 3d^6$	2 , **3**	Fe_2O_3 , FeO
$_{27}Co$	8	$\{Ar\}\ 4s^2 , 3d^7$	**2** , 3 , 4	$\{CoF_6\}^{2-} , CoCl_3 , CoCl_2$

$_{28}Ni$	8	$\{Ar\}\ 4s^2\ ,\ 3d^8$	2 , 3 , 4	$NiO_2\ ,\ Ni_2O_3\ ,\ NiO$
$_{29}Cu$	1B	$\{Ar\}\ 4s^1\ ,\ 3d^{10}$	1 , 2	$CuO\ ,\ Cu_2O$
$_{30}Zn$	2B	$\{Ar\}\ 4s^2\ ,\ 3d^{10}$	2	ZnO

الجدول للإطلاع فقط

ملاحظات على الجدول

[1] تقع عناصر السلسة الإنتقالية الأولى بعد الكالسيوم $(_{20}Ca)$ فى الدورة الرابعة وتركيبه الإلكترونى $[_{18}Ar]4s^2$ حيث يتتابع فيها امتلاء أوربيتالات المستوى الفرعى (3d) الخمسة بالإلكترونات المفردة حتى نصل إلى المنجنيز $(3d^5)$ ثم يحدث إزدواج فى الإلكترونات حتى نصل إلى الخارصين (الزنك) $(3d^{10})$.

يشذ التركيب المتوقع لكل من:

(أ) الكروم $(_{24}Cr)$ يكون : $[Ar]3d^5 4s^1$

(ب) النحاس $(_{29}Cu)$ يكون : $[Ar]3d^{10} 4s^1$

نتيجة إنتقال واحد إلكترون من (4s) إلى (3d) حتى يكون (3d) نصف ممتلئ كما فى الكروم أو تام الامتلاء كما فى النحاس ويكون (s) نصف ممتلئ وبذلك تكون الذرة أكثر استقراراً.

[2] الذرة تكون أقل طاقة وأكثر استقراراً عندما يكون المستوى الفرعى (d) فى إحدى الحالات الآتية:-

خالى(d^0)	نصف ممتلئ (d^5)	تام الامتلاء (d^{10})
Ti^{4+}, Sc^{3+}	Mn^{2+}, Fe^{3+}	Zn^{2+}

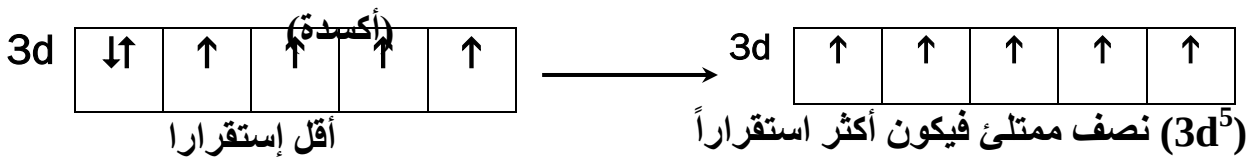
لاحظ أن الامتلاء الكامل أو الإمتلاء النصفى للمستوى الفرعى ليس هو العامل الوحيد لثبات التركيب الإلكترونى للعنصر فى المركب .

خد بالك من الجزئية دى كويس :

يسهل أكسدة Fe^{2+} إلى Fe^{3+} (علل) لأنه يتحول من الأقل استقرار الى الأكثر إستقرار حيث يكون المستوى الفرعى d نصف مكتمل فى حالة Fe^{3+} وهذا يجعل الذرة أكثر استقرار .

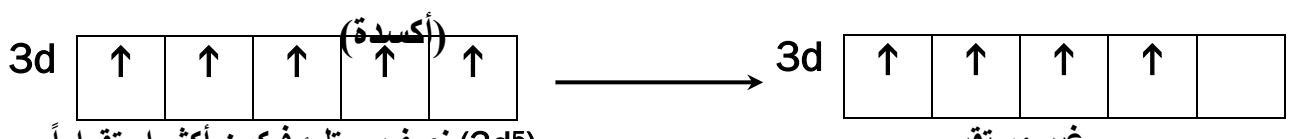
Fe^{3+}

Fe^{2+}



يصعب أكسدة Mn^{2+} إلى Mn^{3+} (علل) لأنه يتحول من الأكثر إستقرار حيث يكون المستوى الفرعى d نصف مكتمل إلى الأقل إستقرار .

Mn^{2+} Mn^{3+}



[3] تتميز العناصر الإنتقالية بتعدد حالات تأكسدها(علل) لأن الالكترونات المفقودة عند تأكسد العنصر تخرج من المستوى الفرعى (4s) أولاً ثم المستوى الفرعى القريب منه فى الطاقة (3d) بالتتابع .

لاحظ : فى الفلزات الممثلة مثل الصوديوم و الماغنسيوم و الألومنيوم نجد أن الزيادة فى جهد التاين الثانى فى حالة الصوديوم و الثالث فى حالة الماغنسيوم و الرابع فى حالة الألومنيوم كبيرة جدا لأنه يتسبب فى كسر مستوى طاقة مكتمل .

علل : لا يمكن الحصول على Na^{+2} , Mg^{+3} , Al^{+4} بالتفاعل الكيميائى العادى ؟؟.

ج : لأن الزيادة فى جهد التأين الثانى فى حالة الصوديوم و الثالث فى حالة الماغنسيوم و الرابع فى حالة الألومنيوم كبيرة جدا لأنه يتسبب فى كسر مستوى طاقة مكتمل .

[4] تعطى جميع عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى حالة التأكسد (2 +) و ذلك بفقد إلكترونى المستوى الفرعى (4s) أولا وفى حالات التاكسد الأعلى تفقد الإلكترونات من المستوى الفرعى (3d)

لاحظ : السكانديوم الوحيد الذى يعطى حالة تأكسد +3 مباشرة لأن فى هذه الحالة يكون ($3d^0$) فارغاً تماماً من الإلكترونات و تكون الذرة أكثر ثباتاً .

[5] تعطى أقصى حالات التأكسد عندما تفقد الذرة جميع إلكترونات المستويين s , d. مثل : Mn^{7+}, Cr^{4+}, V^{5+}, Ti^{4+}

[6] تزداد حالات التاكسد حتى تصل أقصاها (+7) فى حالة المنجنيز ثم تقل حتى تصل الى (+2) فى الخارصين

[7] عدد التأكسد لأى عنصر لا يتعدى رقم مجموعته و يشذ عن ذلك المجموعة (1B) وتشمل عناصر العملة و هى النحاس و الفضة و الذهب حيث تعطى حالة تأكسد (+2 و + 3) .

علل : يصعب الحصول على أيون سكانديوم Sc^{+4} ؟؟.

ج : لأن ذلك يتسبب فى كسر مستوى طاقة مكتمل.

علل : السكانديوم الوحيد الذى يعطى حالة تأكسد +3 مباشرة ؟؟.

ج : لأن فى هذه الحالة يكون ($3d^0$) فارغاً تماماً من الإلكترونات و تكون الذرة أكثر ثباتاً .

علل : طاقة التاين للعنصر الانتقالى تزداد بتدرج و اضح ؟؟.

علل تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تاكسدها ؟؟.

ج : لأن الالكترونات المفقودة عند تأكسد العنصر تخرج من المستوى الفرعى (4s) أولاً ثم المستوى الفرعى القريب منه فى الطاقة (3d) بالتتابع .

العنصر الانتقالى:-

هو العنصر الذى تكون فيه الأوربيتالات (d^{1-9}) أو (f^{1-13}) مشغولة ولكنها غير تامة الامتلاء سواء فى الحالة الذرية أو فى أى حالة من حالات تأكسده

علل : تعتبر عناصر العملة (النحاس و الفضة و الذهب) عناصر انتقالية (IB)؟؟.

ج : تعتبر عناصر انتقالية لأن المستوى الفرعى (d) للعناصر الثلاثة ممتلئ بالإلكترونات فى الحالة الذرية و لكن عندما تكون حالة التأكسد (+2) أو (+3) يكون المستوى الفرعى (d) غير ممتلئ (d^8) , (d^9) اذن فهى عناصر انتقالية .

النحاس $[_{29}Cu]$	الفضة $[_{47}Ag]$	الذهب $[_{79}Au]$
$[_{18}Ar]\ 3d^{10}, 4s^1$	$[_{36}Kr]\ 4d^{10}, 5s^1$	$[_{54}X]\ 4f^{14}, 5d^{10}, 6s^1$

علل : لا تعتبر عناصر الخارصين و الكادميوم و الزئبق عناصر انتقالية ؟؟.

علل : لا تعتبر عناصر المجموعة (IIB) عناصر انتقالية ؟؟.

ج : لا تعتبر عناصر انتقالية لأن المستوى الفرعى (d^{10}) تام الامتلاء سواء فى الحالة الذرية أو حتى فى حالة التأكسد +2 .

الخواص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الاولى

أولا : الكتلة الذرية : تزداد تدريجيا بزيادة العدد الذرى .

علل : يشذ النيكل فى التدرج فى الكتلة الذرية عن باقى عناصر السلسلة الانتقالية ؟؟.

ج : يرجع ذلك لوجود خمسة نظائر مستقرة للنيكل المتوسط الحسابى لها **58,7 U** .

ثانيا : نصف القطر : يلاحظ ان انصاف الاقطار الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الرئيسية الاولى :

- لا تتغير كثيرا عند الانتقال عبر السلسلة الانتقالية الاولى .
- الثبات النسبى لنصف القطر من الكروم الى النحاس .

علل :الثبات النسبى لنصف القطر من الكروم الى النحاس فى عناصر السلسلة الانتقالية الاولى ؟؟.

ج : يرجع ذلك الى عاملين متعاكسين هما :

- ✓ العامل الاول : هو زيادة الشحنة الفعالة للنواة بزيادة العدد الذرى فيزداد قوة جذب النواة للإلكترونات و يعمل على نقص نصف القطر .
- ✓ العامل الثانى : هو تزايد عدد إلكترونات المستوى الفرعى **(3d)** فتزداد قوى التنافر بينها و يعمل على زيادة نصف القطر .

علل : إستخدام عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى فى صناعة السبائك ؟؟.

ج : بسبب الثبات النسبى فى أنصاف أقطارها .

ثالثا : الخاصية الفلزية : **علل : عناصر السلسلة الانتقالية تعتبر فلزات نموذجية**

لأنها تتميز بـ :

1. جميعا فلزات صلبة تمتاز باللمعان و البريق و جودة التوصيل الحرارى و الكهربى .
2. لها درجات انصهار و غليان مرتفعة .
3. معظمها فلزات ذات كثافة عالية .
4. متباينة فى النشاط الكيميائى فالنحاس فلز محدود النشاط -- و بعضها متوسط النشاط مثل الحديد الذى يصدأ عند تعرضه للهواء الجوى -- و بعضها شديد النشاط مثل السكانديوم الذى يحل محل هيدروجين الماء بشده .

علل : إرتفاع درجات غليان و إنصهار عناصر السلسلة الإنتقالية الإولى ؟؟.

ج : بسبب الترابط القوى بين الذرات نتيجة إشتراك إلكترونات **(3d , 4s)** فى هذا الترابط .

علل : معظم عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى ذات كثافة عالية ؟؟.

ج : لأن الحجم الذرى لهذه العناصر ثابت تقريبا و على ذلك فالعامل الذى يؤثر فى الزيادة التدريجية للكثافة هو زيادة الكتلة الذرية .

رابعا : الخواص المغناطيسية :

لاحظ :كان لدراسة الخواص المغناطيسية الفضل الكبير فى فهم كيمياء العناصر الانتقالية :

انواع الخواص المغناطيسية :

1. **الخاصية البارامغناطيسية :** هى المادة التى تنجذب نحو المجال المغناطيسى الخارجى نتيجة وجود الكترونات مفردة .

لاحظ :

- تظهر هذة الخاصية فى الايونات أو الذرات أو الجزيئات التى يكون فيها أوربيتالات تشغلها إلكترونات مفردة (علل) حتى ينشأ عن غزل (دوران) الالكترون المفرد حول محوره مجال مغناطيسى يتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى .
- تتناسب قوى الجذب المغناطيسى فى المواد البارامغناطيسية تناسب طرديا مع عدد الالكترونات المفردة .
- معظم مركبات العناصر الانتقالية مواد بارامغناطيسية .

العزم المغناطيسى : هو عدد الالكترونات المفردة فى المستوى الفرعى (d) .

لاحظ :

- يمكن عن طريق قياس و تقدير العزوم المغناطيسية للمادة تحديد عدد الالكترونات المفردة و من ثم تحديد التركيب الالكترونى لأيون الفلز .

---

2. **الخاصية الديا مغناطيسية :** هى المادة التى تتنافر مع المجال المغناطيسى نتيجة لوجود جميع إلكتروناتها فى حالة إزدواج .

لاحظ :

- تنشأ هذه الخاصية فى المواد التى تكون الالكترونات فى جميع أوربيتالاتها (d) فى حالة **إزدواج** فيكون عزمها المغناطيسى يساوى **صفراً** (علل) لأن كل الكترونين مزدوجين يعملان فى اتجاهين متضادين .

تدريب

أى المواد الاتية ديامغناطيسية و ايها بارا مغناطيسية: ذرة الخارصين($Zn\ (d^{10})$) , أيون النحاس II ((d^9)) , كلوريد الحديد II ((d^6))

الحل :

الذرة أو الايون	التوزيع الالكترونى لأوربيتالات d	عدد الالكترونات المفردة	الخاصية المغناطيسية
Zn	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	صفر	ديا مغناطيسى
Cu^{+2}	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑	1	بارا مغناطيسى
Fe^{+2}	↓↑ ↑ ↑ ↑ ↑	4	بارا مغناطيسى

تدريب

رتب الكاتيونات الاتية تصاعديا ، حسب عزمها المغناطيسى

$FeCl_3$, Cu_2Cl_2 , Cr_2O_3 , TiO_2

الحل :

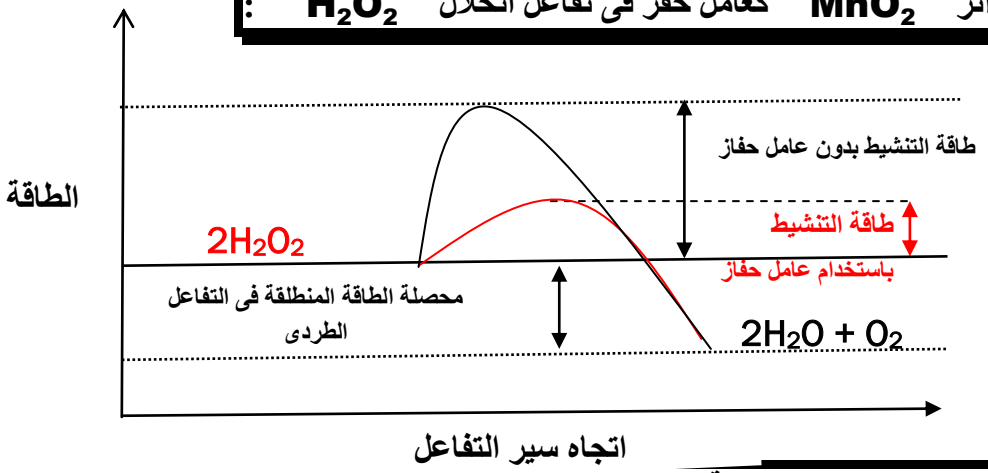
الكاتيون	التوزيع الالكترونى لأوربيتالات d	عدد الالكترونات المفردة	الترتيب

خامسا : النشاط الحفزى :

علل : الفلزات الانتقالية عوامل حفز ميثالية ؟؟.

ج : لأن إلكترونات المستويين 3d , 4s فى تكوين روابط بين الجزيئات المتفاعلة و ذرات سطح الفلز مما يؤدى إلى تركيز هذه المتفاعلات على سطح الحافز و إلى إضعاف الرابطة فى الجزيئات المتفاعلة مما يقلل طاقة التنشيط و يساعد على سرعة التفاعل .

س : وضح بالرسم البيانى أثر MnO_2 كعامل حفز فى تفاعل انحلال H_2O_2 :



س : وضح بالمعادلات إستخدام العناصر الانتقالية كعوامل حفازة ؟؟.

1. الحديد المجزأ فى تحضير غاز النشادر بطريقة (هابر – بوش) :

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[Fe]{500\,^{\circ}C\ /\ 600atm} 2NH_3$$

2. خامس اكسيد الفانديوم كعامل حفاز فى تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس :

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow[450^{\circ}]{V_2O_5} 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

سادساً : الأيونات الملونة :

معظم مركبات العناصر الإنتقالية و محاليلها المائية ملونة

تفسير اللون فى المواد :

1. عند سقوط الضوء المرئى على المادة فإنها تمتص لون معين و تظهر باللون المتمم (المنعكس) له و هو الذى تراه به العين .
2. اذا إمتصت المادة جميع ألوان الضوء المرئى (أبيض) تظهر للعين سوداء .

3. اذا عكست المادة جميع الألوان الساقطة عليها و لم تمتص أيا منها تظهر للعين باللون الأبيض .

جدول يوضح أزواج الألوان المتتامة	
أزرق B	برتقالى O
أخضر G	احمر R
بنفسجى V	أصفر Y

العلاقة بين ألوان أيونات العناصر الإنتقالية و تركيبها الالكترونى :

1. اللون فى العناصر الإنتقالية يرجع الى الإمتلاء الجزئى للمستوى الفرعى (d^{1-9}) أى وجود إلكترونات منفردة فى أوربيتالات المستوى الفرعى (d) .

2. العناصر أو الأيونات التى تتميز بإحتوائها على أوربيتالات d فارغة (d^0) أو ممتلئة تماما (d^{10})

س : علل : مركبات الكروم (III) تظهر لونها باللون الأخضر ؟؟.

ج : لأنها تمتص اللون الأحمر و تظهر باللون المتمم له و هو اللون الأخضر .

الحديد

1. عصب الصناعات الثقيلة .
2. ترتيبه الرابع بين العناصر المعروفة فى القشرة الارضية بعد الاكسجين و السيليكون و الالومنيوم .
3. يكون 6,3% من وزن القشرة الارضية و تزداد كميته تدريجياً كلما اقتربنا من باطن الأرض .
4. لا يوجد بشكل حر إلا فى النيازك (90%) .

5. يوجد فى القشرة الأرضية على هيئة خامات طبيعية تحتوى على مختلف أكاسيد الحديد مختلطة بشوائب .

أسس إختيار خام الحديد للإستخلاص :

1. نسبة الحديد فى الخام .
2. تركيب الشوائب المصاحبه له .
3. العناصر الضارة المختلطة معه مثل الكبريت و الفوسفور و الزرنيخ و غيرها .

أهم خامات الحديد التى تستخدم فى تصنيعه

الخام	الاسم الكيميائى	الصيغة الكيميائية	الخواص	نسبة الحديد فى الخام	اماكن وجوده فى مصر
الهيماتيت	أكسيد حديد III	Fe_2O_3	- لونه أحمر داكن . - سهل الاختزال .	50-60%	الجزء الغربى لمدينة أسوان الواحات البحرية
الليمونيت	أكسيد حديد III المتهدرت	$2Fe_2O_3.3H_2O$	- أصفر اللون . - سهل الاختزال .	20-60%	الواحات البحرية
المجنتيت	اكسيد الحديد المغناطيسى	Fe_3O_4	- إسود اللون . - له خواص مغناطيسية	45-70%	الصحراء الشرقية
السيدريت	كربونات الحديد II	$FeCO_3$	- لونه رمادى مصفر . - سهل الاختزال .	30-42%	---------

خطوات استخلاص الحديد من خاماته :

1. تجهيز خامات الحديد .
2. الإختزال .
3. إنتاج الحديد .

أولا : تجهيز خامات الحديد :

الغرض منها :

1. تحسين الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للخامات و تتضمن :

أ - **عمليات التكسير** : عملية الهدف منها الحصول على الحجم المناسب لعمليات الإختزال .

ب - **عمليات التلبيد** : عملية الغرض منها ربط و تجميع الحبيبات الناعمة فى أحجام أكبر تكون متماثلة و متجانسة .

لاحظ : الكميات الهائلة من الخام الناعم (حبيبات) المستخدمة فى عملية التلبيد تنتج عن عمليات التكسير و الطحن و عن عمليات تنظيف غازات الافران .

علل : لا يمكن استخدام الخام الناعم فى الافران العالية مباشرة ؟؟.

ج : لصغر أحجامها التى لا تناسب عملية الاختزال .

ج - **عمليات التركيز :** عملية الغرض منها زيادة نسبة الحديد و ذلك بفصل الشوائب و المواد غير المرغوب فيها و التى تكون متحدة معها كيميائيا أو مختلطة بها .

لاحظ : تتم عمليات التركيز بإستخدام خاصية التوتر السطحى أو الفصل المغناطيسى أو الكهربى .

2. تحسين الخواص الكيميائية و تتضمن :

عملية التحميص : عملية الهدف منها تحسين الخواص الكيميائية للخام و تتم بتسخين الخام بشدة فى الهواء بغرض :

أ – تجفيف الخام و التخلص من الرطوبة و رفع نسبة الحديد فى الخام :

$$FeCO_3 \xrightarrow{\Delta} FeO + CO_2$$

48,5 % حديد

$$2FeO + \tfrac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3$$

69,6 % حديد

$$2Fe_2O_3 . 3H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 3H_2O$$

69,6 % حديد

40 % حديد

ب – أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت و الفوسفور .

$$S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$$

$$4P + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_5$$

ثانيا : إختزال خامات الحديد :

عملية يتم فيها اختزال أكاسيد الحديد الى حديد بإحدى طريقتين تبعاً لنوع العامل المختزل المستخدم .

الفرن العالى	
العامل المختزل	أول أكسيد الكربون .
مصدر العامل المختزل	فحم الكوك
معادلات الحصول العامل المختزل	$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2$ $CO_2 + C \xrightarrow{\Delta} 2CO$
معادلة اختزال خام اكسيد الحديد III	$3CO + Fe_2O_3 \xrightarrow{\Delta} 2Fe + 3CO_2$

فرن مدركس	
العامل المختزل	الغاز المائى و هو خليط من أول أكسيد الكربون و الهيدروجين .
مصدر العامل المختزل	الغاز الطبيعى و الذى يحتوى على 93% من غاز الميثان CH_4
معادلات الحصول العامل المختزل	$2CH_4 + CO_2 + H_2O \xrightarrow{\Delta} 3CO + 5H_2$
معادلة اختزال خام اكسيد الحديد III	$2Fe_2O_3 + 3CO + 3H_2 \xrightarrow{\Delta} 4Fe + 3CO_2 + 3H_2O$

ثالثا: إنتاج الحديد :

بعد عملية اختزال خامات الحديد فى الفرن العالى أو فرن مدركس تأتى المرحلة الثالثة و هى انتاج الانواع المختلفة من الحديد مثل الحديد الزهر و الحديد الصلب .

الصلب : تعتمد صناعة الصلب على عمليتين أساسيتين هما :

1. التخلص من الشوائب الموجودة فى الحديد الناتج من افران الاختزال .
2. إضافة بعض العناصر الى الحديد لتكسب الصلب الناتج الخواص المطلوبة للأغراض الصناعية .

لاحظ : تتم صناعة الصلب بإستخدام واحد من ثلاث انواع معروفة من الافران هى :

1. المحولات الاكسجينية .
2. الفرن المفتوح .
3. الفرن الكهربى .

خواص الحديد

أولا : الخواص الفيزيائية :

تعتمد الخواص الفيزيائية للحديد على نقائه و طبيعة الشوائب به ، و يمكن إنتاج عدد هائل من انواع الصلب و سبائك الحديد لها صفات عديدة تجعلها صالحة لإستخدامات كثيرة .

و فيما يلى أهم الخواص للحديد النقى :

1. الحديد النقى ليس له أى اهمية صناعية (علل) فهو لين نسبياً و ليس شديد الصلابة .
2. يسهل تشكيله .
3. قابل للسحب و الطرق .
4. له خواص مغناطيسية .
5. ينصهر عند درجة 1538^0C و كثافته $7,87\ g/cm^3$

ثانيا : الخواص الكيميائية :

خد بالك :

1. بخلاف العناصر التى قبله فى السلسلة الإنتقالية الأولى لا يعطى الحديد حالة تأكسد تدل على خروج جميع إلكترونات المستويين الفرعيين (4s , 3d) و هى ثمان إلكترونات .
2. جميع حالات التأكسد الأعلى من (+3) ليست ذات أهمية .
3. له حالة تأكسد (+2) تقابل خروج إلكترونى المستوى الفرعى (4s) .
4. حالة التأكسد (+3) تقابل (3d) نصف ممتلئ (حالة ثبات) .

و فيما يلى أهم تفاعلات الحديد:

[1] تأثير الهواء أو الأكسجين :-

يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو الأكسجين و يتكون أكسيد حديد مغناطيسى

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

---

[2] أثر بخار الماء :-

يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار عند درجة 500 مع بخار الماء ويتكون أكسيد حديد مغناطيسى ويتصاعد الهيدروجين.

$$3Fe + 4H_2O \xrightarrow{500\ ^0c} Fe_3O_4 + 4H_2$$

[3] مع اللافلزات :-

اولا : الكلور :-

: يتكون كلوريد حديد (III) ولا يتكون كلوريد حديد (II) لأن الكلور عامل مؤكسد.

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

علل لما يأتى :عند تفاعل الكلور مع الحديد يتكون كلوريد الحديد III ؟؟.

ج .....

ثانيا : الكبريت :-

يتكون كبريتيد حديد (II) .

$$Fe + S \xrightarrow{\Delta} FeS$$ (الحديد الزهر)

---

[4] مع الأحماض:-

أولاً: الأحماض المخففة :

علل : يذوب الحديد فى الأحماض المخففه ليعطى أملاح حديد II و لا يتكون أملاح حديد III

ج : لأن الهيدروجين الناتج عامل مختزل يختزلها .

مثال 1 : مع حمض الهيدروكلوريك المخفف :

$$Fe + 2HCl \xrightarrow{dil} FeCl_2 + H_2$$

مثال 2 : مع حمض الكبريتيك المخفف :

$$Fe + H_2SO_4 \xrightarrow{dil} FeSO_4 + H_2$$

مثال 3 : التفاعل مع حمض النيتريك المخفف : **لإطلاع فقط :**

عندما يتفاعل حمض النيتريك المخفف مع الحديد لا يتكون املاح حديد II و انما يتكون املاح حديد III لأن حمض النيتريك عامل مؤكسد قوى يؤكسد املاح حديد II الى أملاح حديد III , كذلك لا يتصاعد غاز الهيدروجين لأنه يختزل حمض النيتريك الى ماء و غاز أكسيد نيتريك عديم اللون .

$$4HNO_3 + Fe \xrightarrow{dil} Fe(NO_3)_3 + 2H_2O + NO$$

ثانياً : الأحماض المركزة:-

اولا :مع حمض الكبريتيك المركز الساخن :-

يعطى كبريتات حديد (II) و كبريتات حديد (III) وثانى أكسيد كبريت وماء

$$3Fe + 8H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} FeSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 4SO_2 + 8H_2O$$

ثانيا :مع حمض الهيدروكلوريك المركز :- للإطلاع فقط

$$3Fe + 8HCl \xrightarrow[\Delta]{Conc} FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2$$

ثالثا :مع حمض النيتريك المركز:-

يحدث خمول للحديد لتكون طبقة رقيقة من الأكسيد على سطح الفلز تحميه من استمرار التفاعل يمكن ازلتها بالحك او اذابتها فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

سؤال كيف تميز بس جامد قوى !!!!!!

1 . كيف تفرق بين حمض الكبريتيك المخفف و حمض الكبريتيك المركز ؟؟.

ج : بإضافة الحديد الى كل منهما مع تقريب شظيه مشتعلة فإذا :
- ✓ حدث فرقعة ولهب ازرق يكون الحمض المخفف بسبب تصاعد غاز الهيدروجين .
- ✓ لم يحدث شئ يكون الحمض المركز .

اللعب بالمعادلات (وحشنا و الله)

من أكسيد الحديد III كيف تحصل على كل من (مع توضيح اجابتك بالمعادلات)

1. كلوريد حديد III فقط .

ج :

2. خليط من كلوريد حديد II و كلوريد حديد III .

ج :

3. كبريتات حديد II فقط .

ج :

4. خليط من كبريتات حديد II و كبريتات حديد III .

ج :

5. أكسيد حديد مغناطيسى بطريقتين مختلفتين .

ج :

6. طبقة غير مسامية من الأكسيد .

ج :

أكاسيد الحديد :

[1] أكسيد الحديد II **FeO**

تحضيره:- " اتنين تسخين و اتنين اختزال "

[1] بتسخين أوكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء :-

$$\begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix} \diagdown\!\diagup Fe \xrightarrow{\text{تسخين بمعزل عن الهواء}} FeO + CO_2 + CO$$

علل : عند تسخين أكسالات حديد II يتكون اكسيد حديد II و لا يتكون اكسيد حديد III

ج : لأن أول أكسيد الكربون عامل مختزل .

---

[2] بتسخين كربونات حديد II

$$FeCO_3 \xrightarrow{\Delta} FeO + CO_2$$

---

[3] باختزال الأكاسيد الأعلى منه بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون :-

$$\xrightarrow[400 - 700\ ^oC]{}$$

$Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow 2FeO + H_2O$

$Fe_3O_4 + H_2 \xrightarrow{400 - 700\ ^oC} 3FeO + H_2O$

خواصه :

1. مسحوق أسود لا يذوب فى الماء .
2. يتأكسد بسهولة فى الهواء الساخن و يتكون أكسيد حديد (III)

$4FeO + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3$

3. يتفاعل مع الأحماض المخففة يعطى أملاح حديد (II) والماء .

$FeO + H_2SO_4 \xrightarrow{dil} FeSO_4 + H_2O$

للإطلاع فقط :

$FeO + 2HCl \xrightarrow{dil} FeCl_2 + H_2O$

[2] أكسيد الحديدIII Fe_2O_3

تحضيره :-

أولا : عند إضافة محلول قلوى مثل هيدروكسيد الأمونيوم أو هيدروكسيد الصوديوم الى محاليل أملاح الحديد III (مثل كلوريد حديد III او كبريتات حديد III) يترسب هيدروكسيد الحديد III (بنى محمر) و عند تسخين هيدروكسيد حديد III عند درجة حرارة اعلى من 200^0C ْ يتحول الى أكسيد حديد III .

$FeCl_3 + 3NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4Cl$

$Fe_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$

$2Fe(OH)_3 \xrightarrow{\text{اعلى من } 200\ ^oC} Fe_2O_3 + 3H_2O$

سؤال خطير و بيجى كتيييييييررررررررر جدا

من كلوريد الحديد III كيف تحصل على اكسيد الحديد III ؟؟.

الإجابة من غير كلام !!!!!! اكتب المعادلتين اللى فوق من الأخر و خلص نفسك يا خيبه .

-

-

ثانيا : بتسخين كبريتات حديد (II) :-

$2FeSO_4 \quad Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$

ثالثا : بتسخين اكسيد الحديد المغناطيسى [نأكسده بنصف أكسجين]

$2Fe_3O_4 + ½\ O_2 \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_3$

الخواص : -

1. يوجد فى الطبيعة فى خام الهيماتيت .
2. لا يذوب فى الماء .
3. يستخدم كلون أحمر فى الدهانات .
4. يتفاعل مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة يعطى أملاح حديد (III) وماء :

$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

$Fe_2O_3 + 6HCl \xrightarrow[\Delta]{Conc} 2FeCl_3 + 3H_2O$

[3] أكسيد حديد مغناطيسى :- (Fe_3O_4)

تحضيره:-

[1] باختزال أكسيد حديد (III) :-

$3Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{230 - 300\ ^oC} 2Fe_3O_4 + CO_2$

[2] من الحديد المسخن لدرجة الاحمرار بفعل الهواء أو بخار الماء :

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

$3Fe + 4H_2O \xrightarrow{500\ ^oc} Fe_3O_4 + 4H_2$

خواصه

[1] مغناطيس قوى .

[2] يوجد فى الطبيعة و يعرف بالمجنيتيت و هو أكسيد مختلط من أكسيدى حديد II و حديد III.

[2] يتأكسد الى أكسيد حديد III عند تسخينه فى الهواء :

$$2Fe_3O_4 + \tfrac{1}{2}\ O_2 \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_3$$

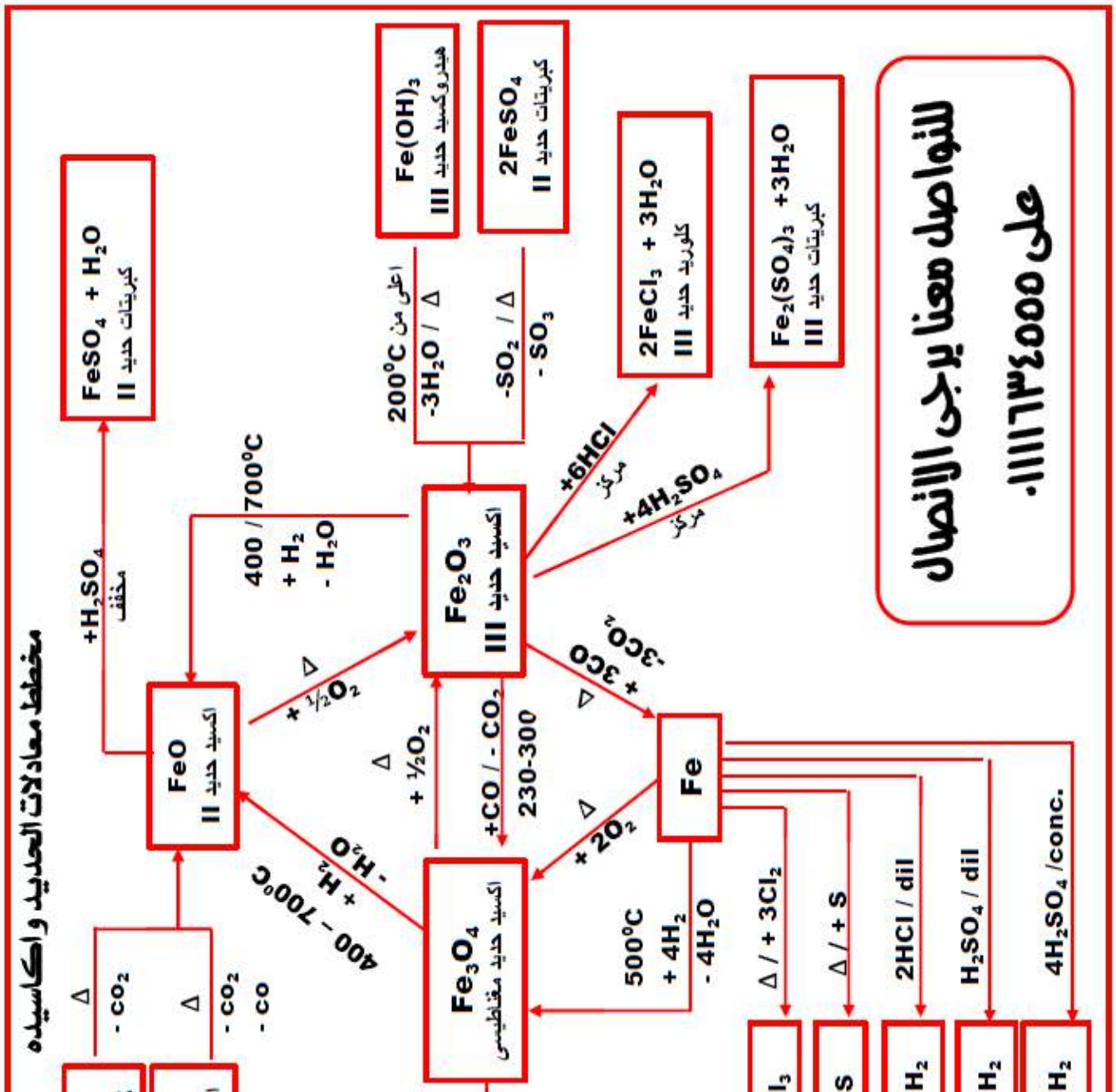
[3] يتفاعل مع الأحماض المركزة الساخنة يعطى أملاح حديد (II) وأملاح حديد (III) مما يدل على انه أكسيد مركب من (أكسيد حديد II وأكسيد حديد III)

$$Fe_3O_4 + 8HCl \xrightarrow[\Delta]{Conc} FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$$

$$Fe_3O_4 + 4H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} FeSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O$$

تحذير هام :

المعادلتين السابقتين شبه معادلتى تفاعل الحديد مع الأحماض المركزة أوعى تتلخبط



السبائك

السبيكة : تتكون من فلزين أو أكثر مثل (الحديد و الكروم) أو (الحديد و المنجنيز) أو (الحديد و الفانديوم) أو (الحديد و النيكل) و يمكن ان تتكون من فلز و عناصر لا فلزية مثل الكربون

س : أكتب نبذة مختصره عن طرق تحضير السبائك مع ذكر مثال ؟؟.

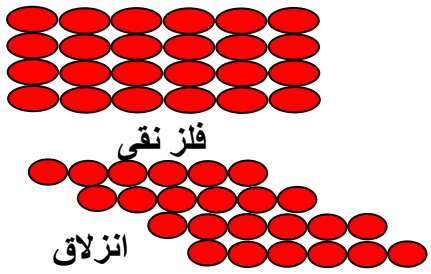
1. تحضر السبائك عادة بصهر الفلزات مع بعضها و ترك المنصهر ليبرد تدريجيا .
2. الترسيب الكهربى : بالترسيب الكهربى لفلزين أو أكثر فى نفس الوقت .

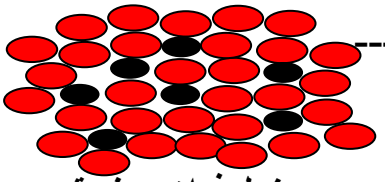
مثال على الترسيب الكهربى :تغطية المقابض الحديدية بالنحاس الاصفر (نحاس و خارصين) و ذلك بترسيبه كهربيا على هذه المقابض من محلول يحتوى على أيونات النحاس و الخارصين .

أنواع السبائك :

مقدمة :

- يتكون اى فلز نقى من شبكة بلورية من ذرات الفلز مرصوصة رصا محكما بينها مسافات بينية .
- عند الطرق عليها يمكن أن تتحرك طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى .





أنواع السبائك :

1. **السبائك البينية :**

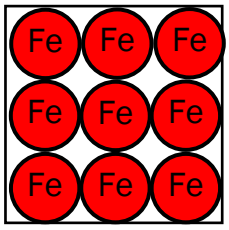
يتم فيها إدخال ذرات فلز أقل حجما فى المسافات البينية

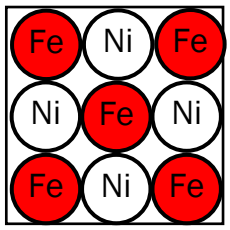
للشبكة البللورية للفلز الاصلى (أكبر حجما) مما يعوق إنزلاق الطبقات فتزيد صلابة الفلز بالإضافة الى تأثر بعض خواصه الفيزيائية الأخرى مثل قابلية الطرق و السحب و درجات الانصهار و التوصيل الكهربى و الخواص المغناطيسية .

مثال : *سبيكة الحديد و الكربون (الحديد الصلب)* .

---

2. السبائك الإستبدالية : يتم فيها إستبدال بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات فلز أخر .





مميزات العناصر المكونة لها (شروطها) :

- لهما نفس القطر .
- لهما نفس الشكل البلورى .
- لهما نفس الخواص الكيميائية .

أمثلة :

- *سبيكة (الحديد و الكروم) فى الصلب الذى لا يصدأ .*
- *سبيكة (الذهب و النحاس) .*
- *سبيكة الحديد و النيكل .*

3. سبائك المركبات البينفلزية :

و فيها تتحد العناصر المكونة للسبيكة اتحاداً كيميائيا فتتكون مركبات كيميائية .

مميزات العناصر المكونة لها (شروطها) :

- مركبات صلبة .
- لا تخضع صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ .
- تتكون من فلزات لا تقع فى مجموعة واحدة فى الجدول الدورى .

أمثلة :

- *سبيكة (الالومنيوم - النيكل) Ni_3Al و المعروفة بإسم الديور ألومين .*
- *سبيكة (الرصاص - الذهب) Au_2Pb .*

تدريبات متنوعة

السؤال الاول : صنف السبائك الأتية من حيث النوع التى تنتمى اليه :

1. الحديد الصلب .
ج :
2. الصلب الذى لا يصدأ .
ج :
3. سبيكة الحديد و الكربون .
ج :
4. الديور ألومين .
ج :
5. سبيكة (الرصاص – الذهب) .
ج :
6. سبيكة (الحديد و النيكل) .
ج :
7. سبيكة (الالومنيوم – النيكل)
ج :
8. سبيكة (الذهب و النحاس) .
ج :
9. سبيكة (الحديد و الكروم) .
ج :

قارن بين السبائك الاستبدالية و سبائك المركبات البينفلزية من حيث :

- التعريف .
- الأمثلة .
- المميزات (شروط تكوين كل منهما) .

الاجابة :

المقارنة	السبائك الاستبدالية	سبائك المركبات البنفلزية
التعريف		
المميزات		
الامثلة		

(التحليل الكيميائى)

التحليل الكيميائى :

أحد فروع علم الكيمياء يهدف الى التعرف على نوع العناصر المكونة للمادة و نسبة كل عنصر و كيفية ارتباط هذه العناصر مع بعضها للوصول الى الصيغة الجزيئية للماة او لمجموعة المركبات المكونة للمادة اذا كانت مخلوط .

أهمية التحليل الكيميائى فى المجالات العلمية المختلفة :

1. **مجال الطب :**
   - ✓ تشخيص و علاج بعض الامراض مثل تقدير نسب السكر و الزلال و البولينا و الكوليسترول.
   - ✓ تقدير كمية المادة الفعالة فى الدواء .
2. **مجال الزراعة :**
   - ✓ تحسين خواص التربة و بالتالى تحسين المحاصيل من خلال التجارب التى تجرى على التربة لمعرفة خواصها من حيث الحموضة أو القاعدية و معرفة نوع و نسب العناصر الموجودة بها .
   - ✓ معالجة التربة بالأسمدة المناسبة لها .
3. **مجال خدمة البيئة :**
   - ✓ معرفة و قياس محتوى المياة و الاغذية من الملوثات البيئية الضارة .
   - ✓ قياس نسب غازات أول أكسيد الكربون و ثانى أكسيد الكبريت و أكاسيد النتيروجين فى الجو .
4. **مجال الصناعة :**
   - ✓ التحليل الكيميائى للخامات و المنتجات المستخدمة فى صناعة معينة يساعد على تحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية .

انواع التحليل الكيميائى :

أولاً : التحليل الوصفى (الكيفى أو النوعى) :

يهدف الى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوط من عدة مواد .

أو :

سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الاساسية للمادة على اساس التغيرات الحادثة فى هذه التفاعلات .

ثانيا : التحليل الكمى :

يهدف الى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الاساسية للمادة .

لاحظ :

لابد من اجراء عمليات التحليل الكيفى أولاً للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن إختيار أنسب الطرق لتحليلها كمياً .

أولاً : التحليل الوصفى (الكيفى أو النوعى) :

تتوقف الطريقة التى يتم الكشف بها على نوع المادة بحيث :

- ✓ اذا كانت المادة نقية يتم التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية مثل درجة الانصهار و درجة الغليان و الكتلة المولية و .....الخ .
- ✓ اذا كانت مخلوطاً فيجب اولا فصل المواد النقية كلاً على حده ثم نكشف عنها بالطرق الكيميائية بإستخدام الكواشف المناسبة .

فروع (أنواع) التحليل الوصفى (الكيفى أو النوعى) :

أولاً : تحليل المركبات العضوية :

يتم فيها الكشف عن العناصر و المجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب .

ثانيا : تحليل المركبات غير العضوية :

يتم فيه التعرف على الايونات التى يتكون منها المركب غير العضوى و يشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدى او الايون الموجب) و الانيونات (الشق الحمضى أو الايون السالب) .

سنكتفى فى دراسة التحليل الوصفى على الكشف عن الكاتيونات و الانيونات فى المركبات الغير عضوية :

أولا : الكشف عن الانيونات (الشق الحمضى) :

يمكن تقسيم الانيونات الى ثلاث مجموعات لكل منها كاشف معين وهذه المجموعات هى :

1. **مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك (HCl)المخفف :**

و هذه الأنيونات هى الكربونات و البيكربونات و الكبريتيت و الثيوكبريتات و الكبريتيد و النيتريت .

2. **مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) :**

و هذه الانيونات هى الكلوريد و البروميد و اليوديد و النيترات .

3. **مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم ($BaCl_2$) :**

و هذه الانيونات هى الفوسفات و الكبريتات .

أولا : مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl) :

الأساس العلمى :

حمض الهيدروكلوريك أثبت من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات و عند تفاعل الحمض مع أملاح هذه الأنيونات فان الحمض الأكثرثباتا يطرد هذه الأحماض الاقل ثبات و سهلة التطاير أو الانحلال على هيئة غازات يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب و يفضل التسخين الهين .

علل : يفضل التسخين الهين عند اجراء الكشف عن أنيونات المجموعة الاولى ؟؟.

ج : لأن التسخين الهين يساعد على طرد الغازات .

التجربة الاساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف .

اسم الأنيون : الكربونات $(CO_3)^{2-}$

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك) الى الملح الصلب .

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يحدث فوران شديد و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق .

لاحظ : يمرر غاز ثانى اكسيد الكربون فى ماء الجير لفترة قصيرة (علل) حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم الى بيكربونات الكالسيوم و يختفى الراسب .

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم فيتكون راسب ابيض على البارد يذوب فى حمض الهيدروكلوريك .

$$Na_2CO_3 + MgSO_4 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

$$MgCO_3 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

لاحظ : جميع كربونات الفلزات :

- ✓ تذوب فى الاحماض .
- ✓ لا تذوب فى الماء ما عدا كربونات الصوديوم و كربونات البوتاسيوم و كربونات الامونيوم .

علل : يتعكر ماء الجير الرائق عند إمرار غاز ثانى أكسيد الكربون فيه لفترة قصيرة و يزول الراسب عند إمراره لفترة طويلة ؟؟.

ج : يتعكر عند امرار غاز ثانى اكسيد الكربون لفترة قصيرة لتكوين كربونات الكالسيوم التى لا تذوب فى الماء .

و يزول الراسب بسبب تحول كربونات الكالسيوم الى بيكربونات الكالسيوم الذى يذوب فى الماء .

اسم الأنيون : البيكربونات $(HCO_3)^{-}$

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك) الى الملح الصلب .

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يحدث فوران شديد و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق .

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكون راسب ابيض بعد التسخين .

$$2NaHCO_3 + MgSO_4 \rightarrow Mg(HCO_3)_2 + Na_2SO_4$$

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} MgCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$$

لاحظ : جميع أملاح البيكربونات : تذوب فى الماء .

اسم الأنيون : النيتريت $(NO_2)^-$

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك) الى الملح الصلب .

$NaNO_2 + HCl \rightarrow NaCl + HNO_2$ حمض نيتروز

$3HNO_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O + 2NO$ غاز اكسيد نيتريك عديم اللون

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يتصاعد غاز اكسيد النيتريك عديم اللون الذى يتحول عند فوهة الانبوبة الى اللون البنى المحمر .

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول برمنجانات البوتاسيوم البنفسيجية المحمضة بحمض الكبريتيك المركز فيزول اللون البنفسجى للبرمنجانات .

$$5NaNO_2 + 2H_2SO_4 + 3KMnO_4 \rightarrow 5NaNO_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$$

اسم الأنيون : الثيوكبريتات $(S_2O_3)^{2-}$

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك) الى الملح الصلب .

$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 \uparrow + S$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ذو الرائحة النفاذة و يظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول .

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول اليود فيزول لون اليود البنى .

$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$ رباعى ثيونات الصوديوم

اسم الأنيون : الكبريتيد S^{2-}

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك) الى الملح الصلب .

$$Na_2S + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2S \uparrow$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذى الرائحة الكريهة (بيض فاسد) و الذى يسود ورقة مبللة بمحلول اسيتات الرصاص II .

$$(CH_3COO)_2Pb + H_2S \rightarrow 2CH_3COOH \text{ حمض الاسيتك } + PbS$$

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب اسود من كبريتيد الفضة .

$$Na_2S + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2S + 2NaNO_3$$

اسم الأنيون : الكبريتيت $(SO_3)^{2-}$

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك) الى الملح الصلب .

$$Na_2SO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 \uparrow$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ذى الرائحة النفاذة و الذى يخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز .

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب ابيض من كبريتيت الفضة يسود بالتسخين .

$$Na_2SO_3 + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2SO_3 \downarrow + 2NaNO_3$$

تدريبات متنوعة

السؤال الاول : أضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف الى ثلاث املاح صلبة فأمكن ملاحظة الظواهر الاتية علما بأن الاملاح الثلاثة املاح لفلز الصوديوم .

الاول : تصاعد غاز نفاذ الرائحة يسبب إخضرار ورقة ترشيح مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز .

الثانى : تصاعد غاز عديم اللون يتحول الى غاز بنى محمر قرب فوهة الانبوبة .

الثالث : تصاعد غاز عديم اللون نفاذ الرائحة و تعلق مادة صفراء .

أذكر الشق الحمضى للأملاح الثلاث و اكتب معادلات التفاعل .

الحل :

الاول : ملح كبريتيت الصوديوم و الشق الحمضى كبريتيت

(خلى عندك ..... و اكتب المعادلات)

الثانى : ملح نيتريت الصوديوم و الشق الحمضى نيتريت

(خلى عندك ..... و اكتب المعادلات)

الثالث : ثيوكبريتات الصوديوم و الشق الحمضى ثيوكبريتات .

(خلى عندك ..... و اكتب المعادلات)

<u>السؤال الثانى : علل لما يأتى موضحا الاجابات بالمعادلات كلما امكن :</u>

1. لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف للتمييز بين ملح كربونات و بيكربونات الصوديوم .

ج :

2. يزول اللون البنفسجى لمحلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك عند إضافة محلول نيتريت البوتاسيوم .

ج :

<u>السؤال الثالث : أذكر استخدامات الكواشف الاتية :</u>

1. نيترات الفضة :

2. برمنجانات البوتاسيوم البنفسيجية :

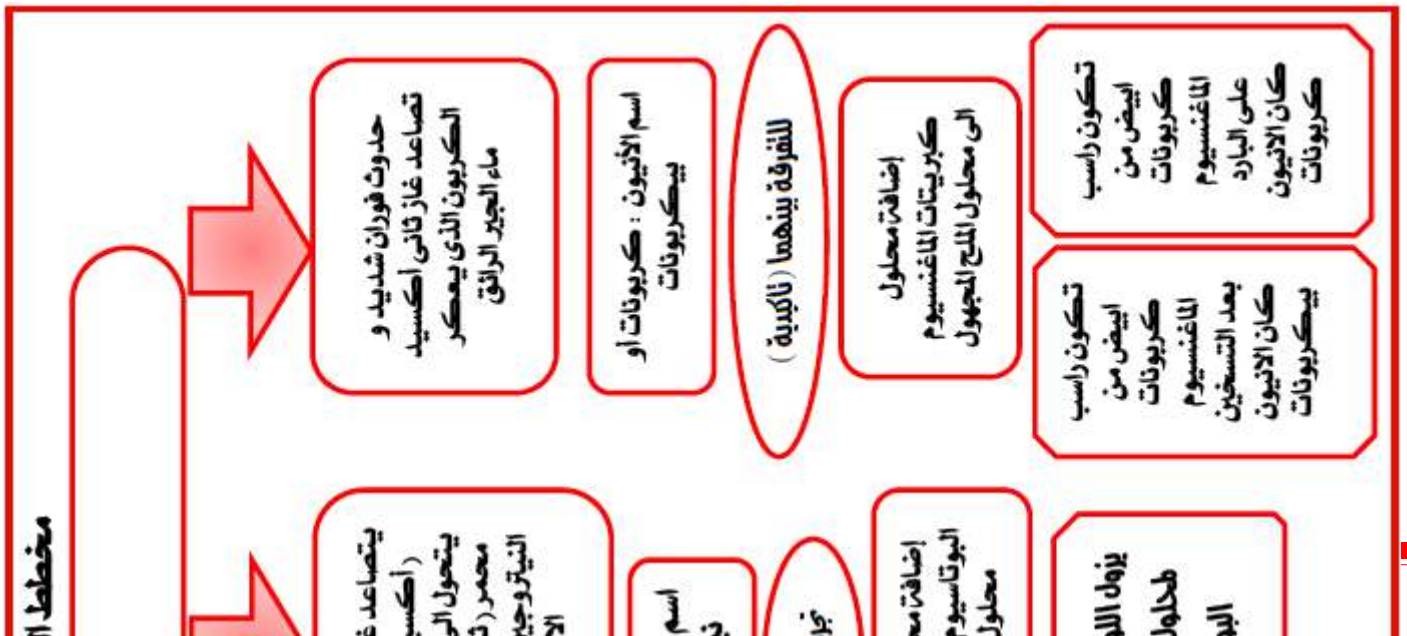
3. ثانى كرومات البوتاسيوم البرتقالية :

4. ماء الجير الرائق :

5. كبريتات الماغنسيوم :

6. اسيتات الرصاص :

7. محلول اليود :



مجموعة حمض الكبريتيك المركز

الاساس العلمى :

حمض الكبريتيك أكثر ثباتاً من الاحماض التى تشتق منها هذه الانيونات و عند إضافة حمض الكبريتيك المركز لأملاح هذه الانيونات ثم التسخين تنفصل هذه الاحماض فى صورة غازية يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة .

التجربة الاساسية : **الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين .**

اسم الأنيون : النيترات $(NO_3)^-$

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الكبريتيك) الى الملح الصلب .

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} 2HNO_3 + Na_2SO_4$$

$$4HNO_3 \xrightarrow[\Delta]{Conc} 4NO_2\uparrow + 2H_2O + O_2\uparrow$$

$$4HNO_3 + Cu \xrightarrow[\Delta]{Conc} Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2\uparrow$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يتصاعد أبخرة بنية حمراء من ثانى أكسيد النيتروجين (علل) لتحلل حمض النيتريك المنفصل و تزداد كثافة الابخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس .

تجربة تأكيدية للأنيون :

إختبار الحلقة السمراء :

محلول ملح النيترات + محلول حديث التحضير من كبريتات حديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلى لجدار الانبوبة فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض و محاليل التفاعل و تزول بالرج أو التسخين .

$$2NaNO_3+6FeSO_4+4H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 3Fe_2(SO_4)_3+Na_2SO_4+4H_2O+2NO$$

$FeSO_4 + NO \rightarrow FeSO_4 . NO$ مركب الحلقة البنية

اسم الأنيون : البروميد Br^-

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الكبريتيك) الى الملح الصلب .

$$2NaBr + H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} 2HBr + Na_2SO_4$$

$$2HBr + H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} 2H_2O + SO_2 + Br_2$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئيا بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا .

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة فيتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصبح داكنا عند تعرضه للضوء -- يذوب ببطء فى محلول النشادر المركز .

$$AgNO_3 + NaBr \rightarrow AgBr\downarrow + NaNO_3$$

اسم الأنيون : اليوديد I^-

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الكبريتيك) الى الملح الصلب .

$$2KI + H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} 2HI + K_2SO_4$$

$$2HI + H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} 2H_2O + SO_2 + I_2$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزء منه بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة اليود المميزة بلونها البنفسجى عند التسخين و تسبب زرقة ورقة مبللة بمحلول النشا .

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة فيتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب فى محلول النشادر .

$$AgNO_3 + NaI \rightarrow AgI\downarrow + NaNO_3$$

اسم الأنيون : الكلوريد Cl^-

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (حمض الكبريتيك) الى الملح الصلب .

$$2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{Conc} 2HCl + Na_2SO_4$$

الغاز الناتج و الكشف عنه :

يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون الذى يكون سحب بيضاء كثيفة مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر (الامونيا) .

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة فيتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يصبح بنفسجى عند تعرضه للضوء -- يذوب فى محلول النشادر المركز .

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

تدريبات متنوعة

السؤال الاول : أضيف حمض الكبريتيك المركز الى اربع املاح صلبة فأمكن ملاحظة الظواهر الاتية علما بأن الاملاح الثلاثة املاح لفلز البوتاسيوم .

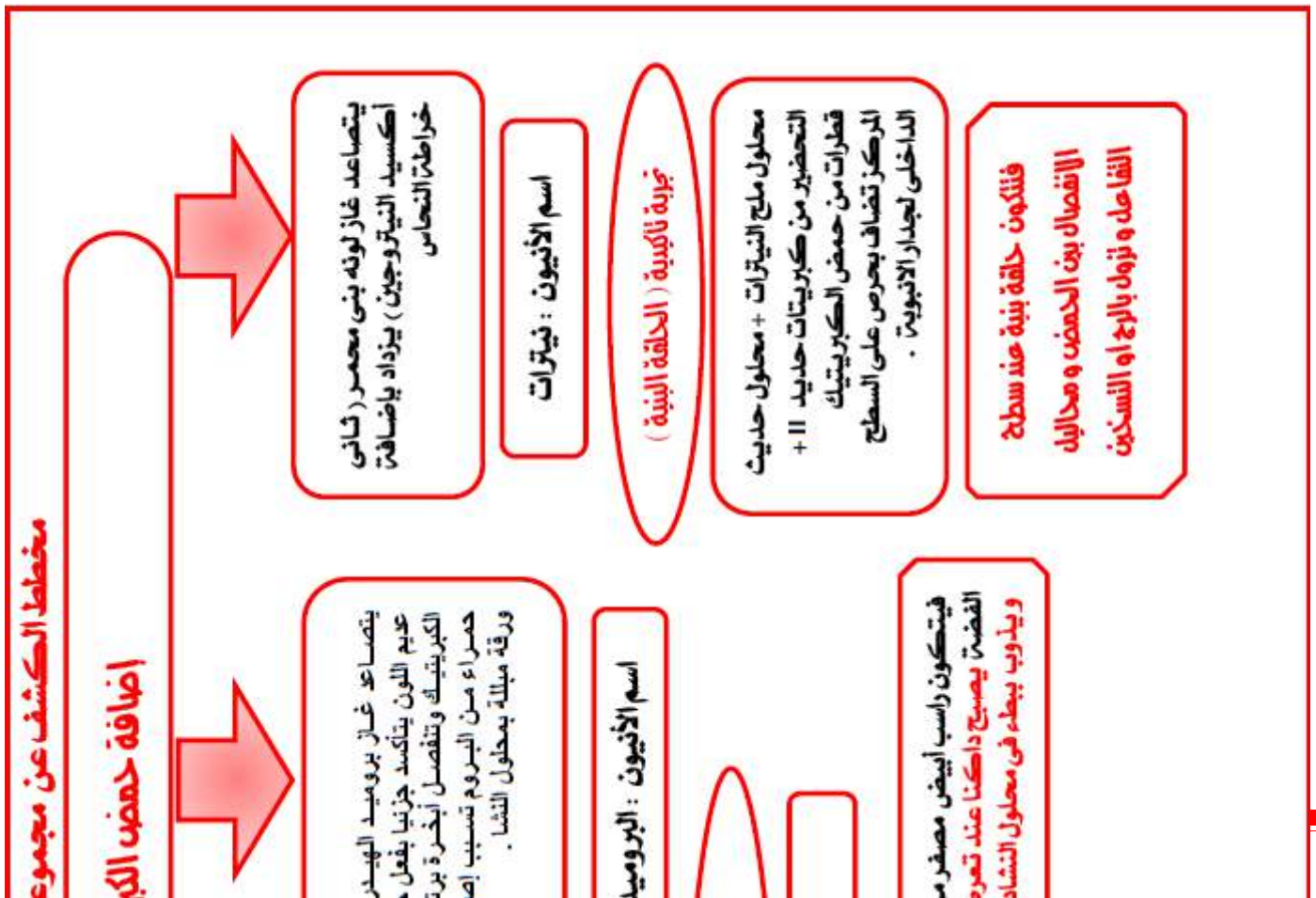
الاول : تصاعد غاز عديم اللون يكون سحب بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر .

الثانى : تصاعد غاز عديم اللون يتأكسد جزئيا بواسطة حمض الكبريتيك و تنفصل منه ابخرة برتقالية حمراء تسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا .

الثالث : تصاعد غاز عديم اللون يتأكسد بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك و تنفصل منه ابخرة تسبب زرقة ورقة مبللة بمحلول النشا .

الرابع :تصاعد ابخرة بنية حمراء و تزداد كثافة الابخرة بإضافة القليل من النحاس .

أذكراسم الملح و اسم الشق الحمضى للأملاح الثلاث و اكتب معادلات التفاعل .



مجموعة محلول كلوريد الباريوم

الأساس العلمى :

انيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز و لكن هذه الانيونات تعطى محاليل املاحها راسبا مع محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

التجربة الاساسية : محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

اسم الأنيون : الفوسفات $(PO_4)^{3-}$

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (محلول كلوريد الباريوم) الى محلول الملح .

$$2Na_3PO_4 + 3BaCl_2 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 \downarrow + 6NaCl$$

الراسب الناتج و الكشف عنه :

يتكون راسب ابيض من فوسفات الباريوم يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة فيتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب فى محلول النشادر و حمض النيتريك .

$$3AgNO_3 + Na_3PO_4 \rightarrow Ag_3PO_4 \downarrow + 3NaNO_3$$

اسم الأنيون : الكبريتات $(SO_4)^{2-}$

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (محلول كلوريد الباريوم) الى محلول الملح .

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2NaCl$$

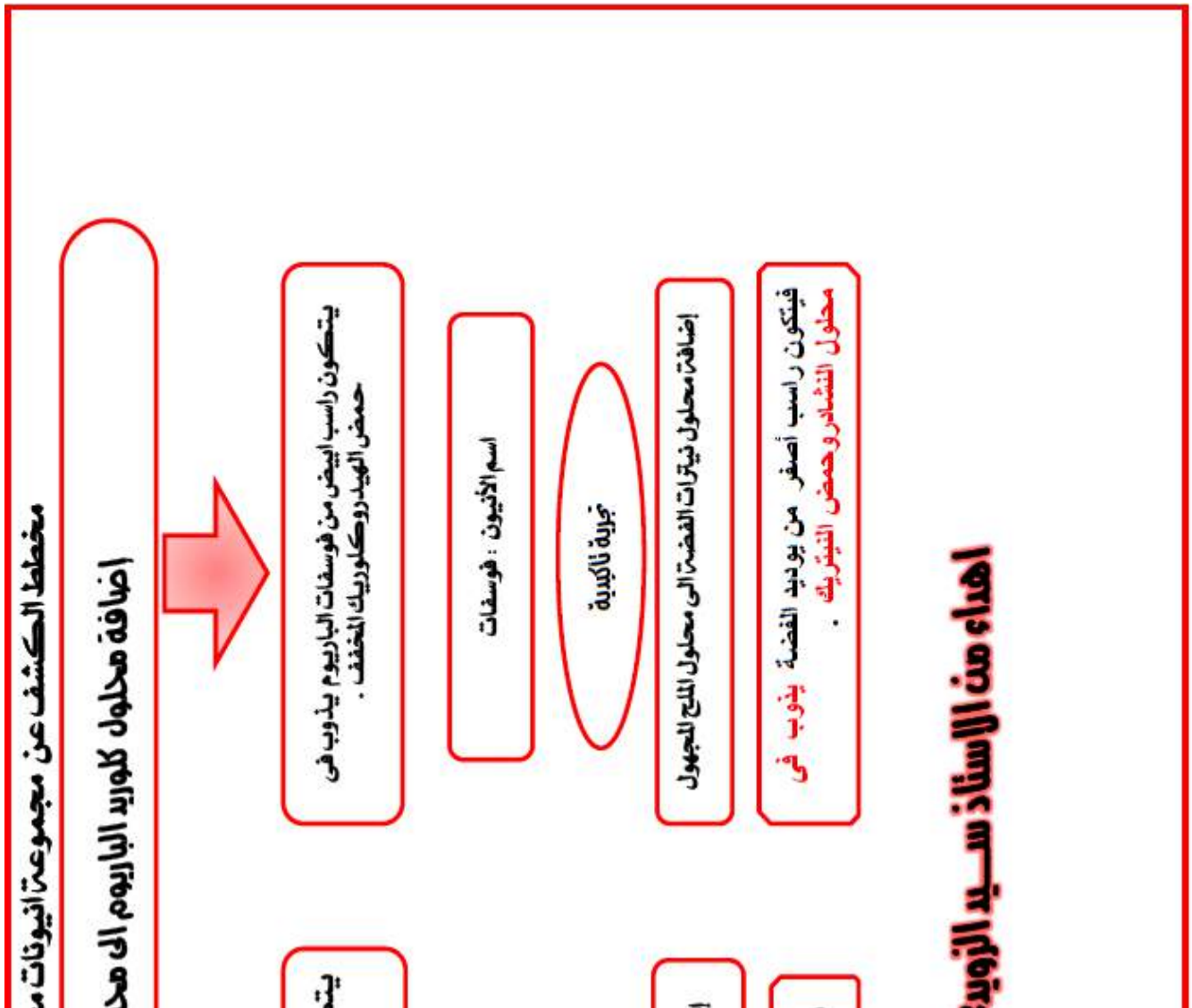
الراسب الناتج و الكشف عنه :

يتكون راسب ابيض من كبريتات الباريوم لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

تجربة تأكيدية للأنيون :

محلول الملح + محلول اسيتات الرصاص II فيتكون راسب ابيض من كبريتات الرصاص II

$$Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2CH_3COONa$$



الكشف عن الشقوق القاعدية فى الاملاح البسيطة

علل : الكشف عن الشقوق القاعدية أكثر تعقيدا من الكشف عن الشقوق الحامضية ؟؟.

ج : بسبب كثرة الشقوق القاعدية و التداخل فيما بينها بالإضافة الى امكانية وجود الشق الواحد فى أكثر من حالة تأكسد .

لاحظ : تقسم الشقوق القاعدية الى ست مجموعات تحليلية بناء على اختلاف ذوبان املاح هذه الفلزات فى الماء منها :

المجموعة التحليلة الاولى :

الأساس العلمى :

كلوريدات المجموعة التحليلة الاولى هى كلوريدات الفلزات شحيحة الذوبان فى الماء و هى كلوريد الفضة (I) و كلوريد الرصاص (II) و كلوريد الزئبق (I) و لذلك ترسب على هيئة كلوريدات بإضافة كاشف المجموعة و هو حمض الهيدروكلوريك المخفف .

كاتيونات المجموعة : Hg^{1+} , Ag^{1+} , Pb^{2+}

المجموعة التحليلة الثانية :

الأساس العلمى :

يمكن ترسيب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كبريتيدات فى الوسط الحمضى و يتم ذلك بإذابة الملح فى الماء و إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف (علل) ليصبح المحلول حمضى ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين .

احد كاتيونات هذه المجموعة هو كاتيون النحاس (II)

الكشف عن كاتيون النحاس (II)

التجربة : إضافة كاشف المجموعة ($HCl + H_2S$) الى محلول ملح النحاس (II) .

$$CuSO_4 + H_2S \rightarrow H_2SO_4 + 2CuS \downarrow$$

الراسب الناتج و الكشف عنه :

يتكون راسب اسود من كبريتيد النحاس II يذوب فى حمض النيتريك الساخن .

المجموعة التحليلة الثالثة :

الأساس العلمى :

يمكن ترسيب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة هيدروكسيدات بإضافة هيدروكسيد الامونيوم و ذلك عندما لا تكون مختلطة بكاتيونات أخرى .

من كاتيونات هذه المجموعة :

- كاتيون الحديد (II)
- كاتيون الحديد (III)
- كاتيون الالومنيوم .

التجربة الاساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الامونيوم)

اسم الكاتيون : الالومنيوم Al^{3+}

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (هيدروكسيد الامونيوم) الى محلول الملح .

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$$

الراسب الناتج و الكشف عنه :

يتكون راسب ابيض جيلاتينى من هيدروكسيد الالومنيوم يذوب فى الاحماض المخففة و فى محلول الصودا الكاوية .

تجربة تأكيدية للكاتيون :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم فيتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الالومنيوم يذوب فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم مكوناً ميتا الومينات الصوديوم و الماء .

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3Na_2SO_4$$

$$Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAlO_2 + 2H_2O$$

اسم الكاتيون الحديد II : Fe^{2+}

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (هيدروكسيد الامونيوم) الى محلول الملح .

$$FeSO_4 + 2NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

الراسب الناتج و الكشف عنه :

يتكون راسب ابيض من هيدروكسيد الحديد II يتحول الى ابيض مخضر عند التعرض للهواء الجوى و يذوب فى الاحماض .

تجربة تأكيدية للكاتيون :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم فيتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II .

$$FeSO_4 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$$

اسم الكاتيون الحديد III : Fe^{3+}

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (هيدروكسيد الامونيوم) الى محلول الملح .

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$$

$$FeCl_3 + 3NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4Cl$$

الراسب الناتج و الكشف عنه :

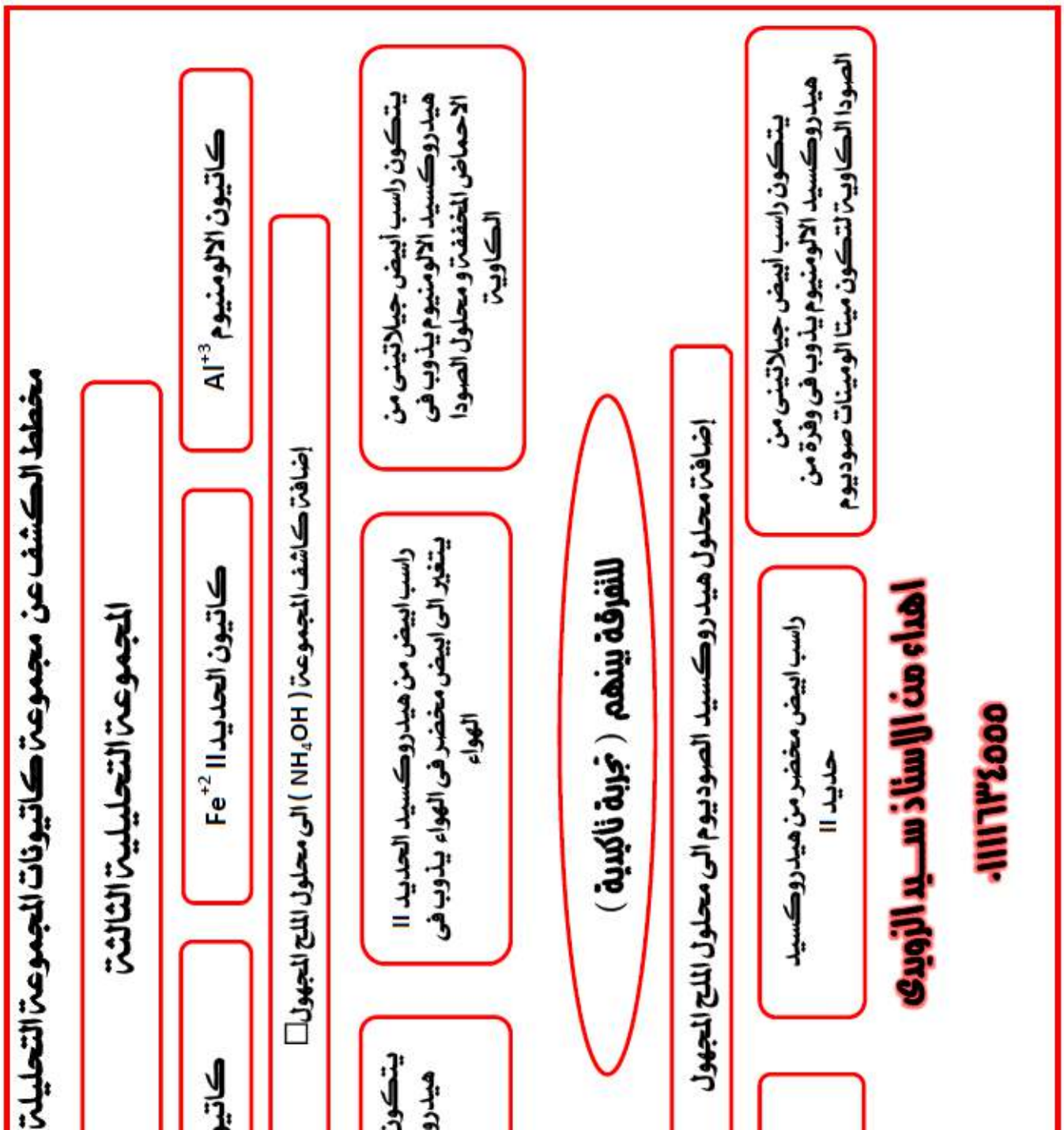
يتكون راسب جيلاتينى لونه بنى محمر من هيدروكسيد الحديد III يذوب فى الاحماض .

تجربة تأكيدية للكاتيون :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم فيتكون راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد III

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6NaOH \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3Na_2SO_4$$

$$FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$$



المجموعة التحليلة الخامسة :

الأساس العلمى :

يمكن ترسيب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كربونات بإضافة محلول كربونات الامونيوم و ذلك عندما لا تكون مختلطة بكاتيونات أخرى .

من كاتيونات هذه المجموعة :كاتيون الكالسيوم Ca^{+2}

التجربة الاساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (محلول كربونات الامونيوم)

اسم الكاتيون : الكالسيوم Ca^{2+}

التجربة : إضافة كاشف المجموعة (محلول كربونات الامونيوم) الى محلول الملح .

$$Ca\boxed{Cl_2 + (NH_4)_2}CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + 2NH_4Cl$$

الراسب الناتج و الكشف عنه :

يتكون راسب ابيض من كربونات الكالسيوم يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف و يذوب كذلك فى الماء المحتوى على CO_2 .

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

تجربة تأكيدية للكاتيون (1) :

محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف فيتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم .

$$Ca\boxed{Cl_2 + H_2}SO_4 \rightarrow CaSO_4 \downarrow + 2HCl$$

تجربة تأكيدية للكاتيون (2) :

بالكشف الجاف : كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تكسب لهب بنزن لون أحمر طوبى .

مراجعة على ماسبق دراسته فى الصف الاول و الثانى الثانوى

المول : هو كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادروا من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات صيغة أو إلكترونات) .

الكتلة المولية : مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة فى تركيب الجزئ أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام .

حساب الكتلة الجزيئية :

علماً بأن :	
C =	12
Cl =	35.5
Na =	23
O =	16
N =	14
H =	1

أمثلة محلولة

إحسب الكتلة الجزيئية لكل من

1 - الكربون C :

الكتلة الجزيئية ل C = 1 × 12 = 12 جم .

---

2 - الكلور Cl_2:

الكتلة الجزيئية لـ Cl_2 = 2 × 35.5 = 71 جم .

---

3 - الصوديوم Na:

الكتلة الجزيئية لـ Na = 1 × 23 = 23 جم .

---

5 - ثانى اكسيد الكربون CO_2

الكتلة الجزيئية لـ CO_2 = (1 × 12) + (2 × 16) = 12 + 32 = 44 جم .

---

6 - النشادر (الأمونيا) NH_3

الكتلة الجزيئية لـ NH_3 = (1 × 3) + (1 × 14) = 3 + 14 = 17 جم .

---

7 - الماء H_2O

الكتلة الجزيئية لـ H_2O = (2 × 1) + (16 × 1) = 2 + 16 = 18 جم .

---

8 - الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$

الكتلة الجزيئية لـ $C_6H_{12}O_6$ =

---

9 - كربونات الصوديوم Na_2CO_3

الكتلة الجزيئية لـ Na_2CO_3

عدد أفوجادروا : عدد الجزيئات أو الذرات أو الايونات الموجودة فى واحد مول من اى مادة و يساوى $6,02 \times 10^{23}$

الحجم الجزيئى : الحجم الذى تشغله الكتلة الجزيئية من أى غاز فى STP ويساوى 22,4 لتر .

كثافة الغاز : كتلة وحدة الحجوم من أى غاز فى STP .

المحلول المولارى : محلول يحتوى اللتر منه على واحد مول من المذاب .

التركيز المولارى : عدد المولات المذابة فى حجم معين من المذيب .

كتلة المادة g	
عدد المولات	الكتلة المولية

حجم الغاز L	
عدد المولات	22,4

عدد الجزيئات أو الذرات أو الأيونات	
عدد المولات	$6,02 \times 10^{23}$

عدد المولات	
التركيز M	حجم المحلول L

$$\text{كثافة غاز (g / L)} = \frac{\text{الكتلة المولية (g / mol)}}{\text{22,4 (L /mol)}} \quad \text{فى STP}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لعنصر فى مركب (g / g \%)} = \frac{\text{كتلة العنصر فى مول المركب} \times 100}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لمركب فى عينة غير نقية} = \frac{\text{كتلة المركب فى العينة} \times 100}{\text{كتلة العينة غير النقية}}$$

مسائل تتحدث عن مادة و احدة

إحسب كتلة 0.5 مول من الماء , علماً بأن O = 16 , H = 1

الحل : الكتلة الجزيئية لـ H_2O = (2 × 1) + (1 × 16) = 2 + 16 = 18 جم .
كتلة المادة = عدد المولات × الكتلة الجزيئية = 0.5 × 18 = 9 جم .

إحسب عدد مولات 98 جم من حمض الكبريتيك H_2SO_4 علماً بأن :
H = 1 , O = 16 , S= 32

الحل : الكتلة الجزيئية لـ H_2SO_4 = (2 × 1) + (1 × 32) + (4 × 16) = 98 جم .
عدد المولات = كتلة المادة ÷ الكتلة الجزيئية = 98 ÷ 98 = 1 مول .

الصيغة الكيميائية لفيتامين (C) هى ($C_6H_8O_6$) إحسب عدد مولات الفيتامين الموجودة فى قرص من الفيتامين كتلته 44 جم .

الحل : الكتلة الجزيئية لـ $C_6H_8O_6$ = (6 × 12) + (8 × 1) + (6 × 16) = 176 جم .
عدد المولات = كتلة المادة ÷ الكتلة الجزيئية = 44 ÷ 176 = 0,25 مول .

أول أكسيد الكربون CO أحد ملوثات الهواء ينتج من إحتراق الوقود , إحسب الكتلة بالجرام الموجودة فى 2,61 مول منه . (C=12 , O =16)

الحل : الكتلة الجزيئية لـ CO = (1 × 12) + (1 × 16) = 28 جم .
كتلة المادة = عدد المولات × الكتلة الجزيئية = 2,61 × 28 = 73,08 جم .

إحسب عدد جزيئات 0.5 مول من الماء ؟؟. (H = 1 , O = 16)

الحل : عدد الجزيئات = عدد المولات × $6,02 \times 10^{23}$ = $0.5 \times 6,02 \times 10^{23}$
= $3,01 \times 10^{23}$ جزئ .

إحسب عدد مولات غاز النشادر الموجودة فى حجم 72 لتراً فى معدل الضغط و درجة الحرارة . ؟؟.

الحل : عدد المولات = حجم الغاز ÷ 22,4 = 72 ÷ 22,4 = 2,2 مول .

إحسب التركيز بالمول / لتر لمحلول حمض الكبريتيك يحتوى على 250 ملليلتر منه على 12,25 جم من الحمض الخالص . (H=1 , S=32 , O=16)

الحل : الحجم باللتر = 250 ÷ 1000 = 0,25 لتر .
الكتلة الجزيئية H_2SO_4 = (2×1) + (32×1) + (4 ×16) = 98 جم .
عدد المولات = كتلة المادة ÷ الكتلة الجزيئية = 12,25 ÷ 98 = 0,125 مول .
التركيز = عدد المولات ÷ الحجم باللتر = 0,125 ÷ 0,25 = 0,5 مول / لتر .

إحسب عدد جزيئات 16 جم من ثانى أكسيد الكبريت علماً بأن :
(S = 32 , O = 16)

الكتلة الجزيئية SO_2 = (1 × 32) + (2 × 16) = 64 جم .
عدد المولات = كتلة المادة ÷ الكتلة الجزيئية = 16 ÷ 64 = 0,25 مول
عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد أفوجادروا = 0,25 × $6,02 \times 10^{23}$ = $1,505 \times 10^{23}$ جزئ

إحسب كثافة غاز الأكسجين فى م .ض . د ؟؟. (O = 16)

الحل : الكتلة الجزيئية لـ O_2 = (2 × 16) = 32 جم @ الحجم الجزيئى = 22,4 لتراً
الكثافة = الكتلة الجزيئية ÷ الحجم الذرى = 32 ÷ 22,4 = 1.43 جم / لتر.

لديك 2,75 جم من غاز ثانى أكسيد الكربون , إوجد الأتى :((O = 16 , C = 12))

- حجم غاز ثانى أكسيد الكربون .
- عدد جزيئات الغاز الموجودة فى هذة الكتلة .
- كثافة الغاز فى الظروف القياسية .

الحل :
الكتلة الجزيئية لـ CO_2 = (1 × 12) + (2 × 16) = 44 جم .
عدد المولات = كتلة المادة ÷ الكتلة الجزيئية = 2,75 ÷ 44 = 0,0625 مول .
حجم الغاز = عدد المولات × 22,4 = 0,0625 × 22,4 = 1,4 لتراً .
عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد أفوجادروا = 0,0625 × $6,02 \times 10^{23}$ = 3,7625 × 10^{23}جزئ
الكثافة = الكتلة الجزيئية ÷ الحجم الجزيئى = 44 ÷ 22,4 = 1,964 جم / لتراً .

مسائل تتحدث عن مادتين أو أكثر

1. نحدد المطلوب (بعد إحسب) و نحدد المعطى (بعد الرقم مباشرة فى المسألة) .
2. نوجد علاقة بين المطلوب و المعطى (معادلة) .
3. نحدد عدد مولات المطلوب و المعطى من المعادلة .
4. التحويل كلأتى :

الكتلة بالجرام = عدد المولات × الكتلة الجزيئية

عدد الجزيئات = عدد المولات x $6,02 \times 10^{23}$

عدد اللترات (الحجم باللتر) = عدد المولات × 22,4

إحسب عدد جزيئات بخار الماء الناتجة من تفاعل 0,1 جم من الهيدروجين مع كمية كافية من الأكسجين .
(H = 1 , O = 16)

الحل :

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

H_2 2 مول ⟶ H_2O 2 مول

0,1 جم ⟶ س جزئ

4 = 2×2 جم ⟶ 2 x 6,02 x 10^{23} جزئ

H_2
2 = 1 × 2

عدد جزيئات بخار الماء = $\frac{0.1 \times 12,04 \times 10^{23}}{4}$ = ... جزئ

كربيد السيليكون مادة تستخدم فى تحضير أوراق السنفرة و ينتج من التفاعل الأتى :
$SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$
إحسب كتلة كربيد السيليكون التى تنتج من 15 جم كربون (Si =28 , C=12)

الحل :

$SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$

C 3 مول ⟶ 1 مول SiC

15 جم ⟶ كتلة كربيد السيليكون

36 = 12 × 3 جم ⟶ 40 × 1 جم

SiC
28 + 12
40 =

كتلة كربيد السيليكون = $\frac{15 \times 40}{36}$ = 16,666 جم

سخن 5,263 جم من عينة من كربونات الكالسيوم الغير النقى فتبقى بعد التسخين الشديد 3,063 جم , إحسب النسبة المئوية للشوائب فى العينة .
(C = 12 , Ca = 40 , O = 16)

المعادلة :

$CaCO_3 \longrightarrow CO_2 + CaO$

عند تسخين كربونات الكالسيوم غير النقية تنحل حراريا و يتصاعد غاز CO_2

كتلة غاز ثانى اكسيد الكربون المتصاعد = كتلة العينة قبل التسخين – كتلة العينة بعد التسخين

$CaCO_3$ 1 مول ⟶ CO_2 1 مول

كتلة كربونات الكالسيوم ⟶ 2,2 جم

100 × 1 جم ⟶ 44 × 1 جم

CO_2
32 + 12
44 =

$CaCO_3$
40+12+32
100 =

كتلة كربونات الكالسيوم = $\frac{2,2 \times 100}{44}$ = 5 جم

كتلة الشوائب = (5,263 - 5) = 0.263 جم

النسبة المئوية للشوائب = $\frac{100 \times 0.263}{}$ = 4,9 %

5,263

10 جم من مخلوط الطباشير (كربونات الكالسيوم) و الرمل , عولجت بحمض الهيدروكلوريك المخفف فتصاعد 2.2 جم من ثانى أكسيد الكربون , إحسب النسبة المئوية للرمل فى العينة . (C = (12 , Ca = 40 , O = 16)

المعادلة : حمض الهيدروكلوريك يتفاعل فقط مع كربونات الكاليسوم فى المخلوط

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CO_2 + CaCl_2 + H_2O$$

$CaCO_3$ مول 1 ⟶ CO_2 مول 1

كتلة كربونات الكالسيوم ⟶ 2,2 جم

100 جم ⟶ 44 جم

$CaCO_3$
100= 40+12+48
CO_2
44=12+32 جم

كتلة كربونات الكالسيوم = $\frac{2,2 \times 100}{44}$ = 5 جم

كتلة الرمل = كتلة العينة - كتلة كربونات الكالسيوم

5 = 5 – 10 جم

النسبة المئوية للرمل = $\frac{100 \times 5}{10}$ = 50 %

أضيف مقدار كاف من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى 5جم مخلوط من كربونات الصوديوم و ملح الطعام فنتج 560 مل CO_2 فى الظروف القياسية .
إحسب النسبة المئوية لملح الطعام . (C=12 , Na=23 , H=1 , O=16 , Cl=35.5)

المعادلة :حمض الهيدروكلوريك يتفاعل مع كربونات الصوديوم و ليس ملح الطعام

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow CO_2 + 2NaCl + H_2O$$

Na_2CO_3 مول 1 ⟶ CO_2 مول 1

كتلة كربونات الصوديوم ⟶ 0.56 لتراً

106 x 1 جم ⟶ 22,4 × 1

Na_2CO_3
(23 × 2)+12+48
106= جم

كتلة كربونات الصوديوم = $\frac{0,56 \times 106}{22,4}$ = 2,65 جم

كتلة كلوريد الصوديوم = 5 - 2.65 = 2.35 جم

النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم = $\frac{100 \times 2,35}{5}$ = ... %

ثانيا : التحليل الكمى

يتم التحليل الكمى بثلاث طرق هى :

- تحليل حجمى .
- تحليل وزنى .
- تحليل بإستخدام أجهزة .

أولاً : التحليل الحجمى : طريقة تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها .

لاحظ : يتم التحليل الحجمى عن طريقة عملية تسمى المعايرة .

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

او : عملية تعيين تركيز حمض أو قاعدة بمعلومية الحجم اللازم منها للتعادل مع حمض أو قاعدة معلوم الحجم و التركيز .

أدوات عملية المعايرة :

1. الماصة : نقل حجم معلوم من محلول القلوى الى الدورق المخروطى .
2. الدورق المخروطى : معايرة القلوى .
3. السحاحة : تملأ بالمحلول القياسى (الحمض) .
4. المحلول القياسى .
5. دليل مناسب .

المحلول القياسى مادة معلومة الحجم و التركيز تستخدم فى قياس مادة مجهولة .

ملاحظة :

يستخدم محلول قياسى حمضى اذا اكانت المادة المراد تقديرها ذات خواص قاعدية .

يستخدم محلول قياسى قاعدية اذا اكانت المادة المراد تقديرها ذات خواص حمضية .

لاحظ : عند إختيار المحلول القياسى لابد من معرفة نوع التفاعل المناسب الذى يتم بين محلولى المادتين كما يلى :

م	نوع التفاعل	الإستخدام
1	تفاعلات التعادل	تفاعلات تستخدم فى تقدير تركيز الأحماض و القواعد
2	تفاعلات أكسدة و إختزال :	تفاعلات تستخدم فى تقدير تر كيز المواد المؤكسدة و المختزلة .
3	تفاعلات الترسيب :	تفاعلات تستخدم فى تقدير تركيز المواد التى يمكن أن تعطى نواتج شحيحة الذوبان فى الماء

الأدلة :

مواد كيميائية يتغير لونها بتغير وسط التفاعل و تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل .

أهمية الادلة : تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل .

نقطة نهاية التفاعل (End point)

هى النقطة التى يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض و القاعدة .

أمثلة لبعض الأدلة المستخدمة فى تفاعلات التعادل :

الدليل	اللون فى الوسط الحمض	اللون فى الوسط القاعدى	اللون فى الوسط المتعادل
الميثيل البرتقالى	أحمر	أصفر	برتقالى
الفينولفثالين	عديم اللون	أحمر	عديم اللون
عباد الشمس	أحمر	أزرق	أرجوانى
أزرق بروموثيمول	أصفر	أزرق	أخضر فاتح

لاحظ :للتفرقة بين :

1. حمض قوى و قاعدة قوية يستخدم أحد الدليلين (عباد الشمس أو أزرق بروموثيمول) .
2. حمض قوى و قاعدة ضعيفة يستخدم دليل الميثيل البرتقالى .
3. حمض ضعيف و قاعدة قوية يستخدم دليل الفينولفثاليين .

علل : لا يستخدم دليل الفينولفثالين فى الكشف عن الاحماض ؟؟.

ج : لأنه عديم اللون فى الوسط الحمضى .

علل : لا يستخدم محلول قاعدى فى التمييز بين دليل عباد الشمس و دليل الأزرق بروموثيمول ؟؟.

ج : لأن لونهما ازرق فى الوسط القاعدى .

علل : لا يستخدم محلول حمضى فى التمييز بين دليل عباد الشمس و دليل الميثيل اليرتقالى ؟؟.

ج : لأن لونهما أحمر فى الوسط القاعدى .

مثال على عملية المعايرة :

س :إشرح عملياً كيف يمكنك تعيين تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم معلوم الحجم بمعلومية حمض الهيدروكلوريك معلوم التركيز .

1. يتم نقل 25 مل من هيدروكسيد الصوديوم من محلول

القلوى الى دورق مخروطى بإستخدام ماصة
و يضاف إليه قطرتين من محلول دليل مناسب مثل عباد الشمس
أو ازرق بروموثيمول .

2. نملأ السحاحة بالمحلول القياسى حمض الهيدروكلوريك تركيز (0,1 مولر) .

3. يضاف محلول الحمض الى محلول القلوى بالتدريج حتى يتغير لون الدليل مشيراً الى نهاية التفاعل
(نقطة التعادل) .

المعادلة : $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

4. نطبق القانون الأتى :

القانون المستخدم فى المعايرة :

	القاعدة	الحمض
عدد المولات فى المعادلة	n_b	n_a
الحجم المستخدم	V_2	V_1
تركيز المحلول المستخدم	M_2	M_1

القانون $\dfrac{V_2 \times M_2}{n_b}$ (قاعدة) $= \dfrac{V_1 \times M_1}{n_a}$ (حمض)

الصيغ الكيميائية لبعض الأحماض و القواعد المستخدمة فى عملية المعايرة

بعض الاحماض		بعض القواعد	
الحمض	الصيغة الكيميائية	القاعدة	الصيغة الكيميائية
حمض الهيدروكلوريك	HCl	هيدروكسيد الصوديوم	$NaOH$
حمض النيتريك	HNO_3	هيدروكسيد بوتاسيوم	KOH
حمض الكبريتيك	H_2SO_4	هيدروكسيد كالسيوم	$Ca(OH)_2$

مسائل المعايرة (ثلاث أفكار)

مسائل المعايرة بمجهول واحد :

ارشادات الحل :

1. كتابة معادلة التفاعل رمزية موزونة .
2. نكون جدول حل مسالة المعايرة .
3. نعوض لايجاد المجهول .

أجريت معايرة **20ml** من محلول هيدروكسيد الكالسيوم بإستخدام حمض الهيدروكلوريك (**0,5 mol/L**) و عند تمام التفاعل استهلك **25ml** من الحمض .
إحسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم .

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

	القاعدة	الحمض
عدد المولات فى المعادلة	1	2
الحجم المستخدم	20 L	25 L
تركيز المحلول المستخدم	س	0,5 M

القانون $\dfrac{V_2 \times M_2}{n_b} = \dfrac{V_1 \times M_1}{n_a}$

$$\frac{\times\ 0{,}5}{\frac{20}{1}} = \frac{20 \times \text{س}}{1}$$

و كمل انت و هات المجهول

إحسب حجم حمض الهيدروكلوريك (**0.1** مولارى) اللازم لمعايرة **20** ملليلتر من محلول كربونات الصوديوم (**0.5** مولارى) حتى تمام التفاعل .

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + 2H_2O + CO_2$$

	قاعدة	حمض
عدد المولات فى المعادلة	1	2
الحجم	20	سـ
التركيز	0,5 L	0,1 L

القانون $\dfrac{V_2 \times M_2}{n_b} = \dfrac{V_1 \times M_1}{n_a}$

$$\frac{\text{س} \times 0.1}{2} = \frac{0.5 \times 20}{1}$$

و كمل انت و هات المجهول

أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم (25 ملليلتر) مع حمض الكبريتيك 0.1 مولارى ، فكان حجم الحمض المستهلك عند نقطة التكافؤ هى 8 ملليلتر . إحسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم .

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

	قاعدة	حمض
عدد المولات فى المعادلة	2	1
الحجم	25	8
التركيز	س	0,1

القانون $\frac{V_2 \times M_2}{n_b} = \frac{V_1 \times M_1}{n_a}$

$$\frac{25 \times \text{س}}{2} = \frac{8 \times 0.1}{1}$$

$$\text{س} = \frac{8 \times 0.1 \times 2}{25 \times 1} = 0.064 \text{ مولر}$$

أذيب (5.3) جم من كربونات الصوديوم في الماء المقطر حتى أصبح حجم المحلول 0.8 لتر
ثم أخذ (50) ملل من هذا المحلول فتعادل مع (10) ملل من حمض الهيدروكلوريك .
إحسب تركيز الحمض بالمول / لتر

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

كتلة كربونات الصوديوم 5,3 جم .

الكتلة الجزيئية Na_2CO_3 = (16 ×3) + (12 × 1) + (23 × 2) = 106 جم .

عدد المولات = 5,3 ÷ 106 = 0,05 مول .

الحجم باللتر = 0,8 لتر .

التركيز = 0,05 ÷ 0,8 = 0,0625 مولر .

	قاعدة	حمض
عدد المولات فى المعادلة	1	2
الحجم	50	10
التركيز	0,0625	س

القانون $\frac{V_2 \times M_2}{n_b} = \frac{V_1 \times M_1}{n_a}$

$$\frac{0,0625 \times 50}{1} = \frac{10 \times س}{2}$$

$$س = \frac{50 \times 0,0625 \times 2}{10 \times 1} = 0.064 \text{ مولر}$$

مسائل المعايرة بمجهولين:

و هذه المسالة تحل بالخطوات الأتية :

1. نكتب معادلة التفاعل رمزية موزونة
2. نكون جدول المعايرة و نحول الحجم الى لتر بالقسمة على 1000
3. نحسب عدد المولات .
4. نحسب ك. الجزيئية .
5. نحسب الكتلة = عدد المولات × الكتلة الجزيئية .

احيانا يطلب النسبة المئوية :

النسبة المئوية = (الكتلة المحسوبة × 100) ÷ كتلة العينة غير النقية

مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد الصوديوم , لزم لمعايرة

0,1 جم منه حتى تمام التفاعل **10** ملليمتر من **0,1** مولارى حمض الهيدروكلوريك .
إحسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط .

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

حمض	قاعدة	
1	1	عدد المولات فى المعادلة
0.01 لتر	عدد المولات	الحجم
0,1		التركيز

القانون $\dfrac{V_2 \times M_2}{n_b} = \dfrac{V_1 \times M_1}{n_a}$

$$\frac{\text{عدد المولات}}{1} = \frac{0.01 \times 0.1}{1}$$

عدد المولات = 0.1 × 0.01 = 0.001 مول .

ك الجزيئية NaOH = 1 + 23 + 16 = 40 جم .

الكتلة بالجرام = عدد المولات × ك الجزيئية

الكتلة بالجرام = 0.001 × 40 = 0.04 جم .

النسبة المئوية = (100 × 0.04) ÷ 0.1 = ... %

ثالثا : مسائل معايرة يطلب فيها نوع المحلول :

و هذه المسألة تحل بالخطوات الأتية :

1. نكتب معادلة التفاعل رمزية موزونة
2. نكون جدول المعايرة .
3. المادة التى يكون عدد مولاتها أكبر تكون هى المادة الزائدة التى تحدد نوع المحلول .
4. اذا طلب عدد المولات الزائد نطرح عدد مولات الحمض من مولات القاعدة .

أضيف لتر من محلول كربونات الصوديوم **0,3** مولر الى لتر من محلول حمض الهيدروركلوريك **0,4** مولر .
ما نوع المحلول ؟. و ما المادة الزائدة ؟. و كم مول منها زائدا ؟.

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

حمض	قاعدة	
2	1	عدد المولات فى المعادلة
1 لتر	1 لتر	الحجم

0,4	0,3	التركيز

0,2	0,3	عدد المولات النهائى

واضح من جدول المعايرة ان عدد مولات القاعدة أكبر من عدد مولات الحمض
المحلول قاعدى .
المادة الزائدة هى القاعدة .
عدد المولات الزائدة = 0,3 - 0,2 = 0,1 مول .

ثانيا : التحليل الكمى الوزنى(الكتلى) :

التحليل الكمى الكتلى (الوزنى):

طريقة تعتمد على فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته .

طرق فصل هذا المكون

1. طريقة التطاير .	2. طريقة الترسيب .

طريقة التطاير

تبنى هذه الطريقة على أساس تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره وتجرى عملية التقدير إما بجمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها أو بتعيين النقص فى كتلة المادة الأصلية .

خطوات حل المسألة :
لابد أن يعطى فى المسألة معلومات لتحديد :
الكتلة المتهدرته = ...

فكرة رقم 1

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2 .xH_2O$ تساوى 2,6903 جم
و سخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2,2923 ، إوجد عدد مولات جزيئات ماء التبلر
و صيغته الجزيئية ثم إحسب النسبة المئوية لماء التبلر .

(O = 16 , H = 1 , Cl = 35.5 , Ba = 137)

الحل :

كتلة المادة المتهدرت = 2,6903جم .

الكتلة الجافة = 2,2923 جم .

كتلة ماء التبلر = 2,6903 – 2,2923 = 0,398 جم

الكتلة الجزيئية $BaCl_2$ = (1 × 137) +(2× 35,5) = 208 جم

عدد مولات جزيئات الماء فى الصيغة = $\frac{208 \times 0,398}{18 \times 2,2923}$ = 2 مول جزي.

الصيغة الجزيئية هى $BaCl_2.2H_2O$

نسبة ماء التبلر = $\frac{100 \times 0,398}{2,2923}$ = 14,79 %

فكرة رقم 2

أكتب الصيغة الكيميائية لبلورات كلوريد الحديد III من المعلومات الأتية :

(Fe = 56 , Cl = 35.5)

كتلة زجاجة الوزن فارغة = 9,375 جم .

كتلة الزجاجة وبها كلوريد الحديد المتهدرت = 10,7275 جم .

كتلة الزجاجة بعد التسخين = 10.1875 جم .

الحل :

كتلة المادة المتهدرت = 10.7275 – 9.375 = 1.3525 جم .

الكتلة الجافة = 10.1875 – 9.375 = 0.8125 جم .

كتلة ماء التبلر = 1.3525 – 0.8125 = 0.54 جم

الكتلة الجزيئية $FeCl_3$ = 56 + (35.5 × 3) = 162.5 جم

عدد مولات جزيئات الماء فى الصيغة = $\frac{162.5 \times 0.54}{18 \times 0.8125}$ = 6 مول جزئ .

الصيغة الجزيئية هى $FeCl_3.6H_2O$

طريقة الترسيب

طريقة تعتمد على ترسيب العنصر أو المركب المراد تقديره على هيئة مركب نقى غير قابل للذوبان فى الماء و ذو تركيب كيميائى معروف و ثابت

ورق ترشيح عديم الرماد

نوع من ورق الترشيح يحترق إحتراقاً كاملاً و لا يترك أى رماد و ذلك حتى لا يؤثر على كتلة الراسب

إشرح خطوات تعين كتلة مادة بطريقة الترسيب ؟؟.	
1	يفصل المركب على ورق ترشيح عديم الرماد .
2	تنقل ورقة الترشيح و عليها الراسب فى بوتقة إحتراق و تحرق تماماًحتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح و يبقى الراسب .
3	من كتلة الراسب نحدد كتلة العنصر أو المركب .

أضيف محلول كبريتات الصوديوم الى محلول كلوريد الباريوم حتي تمام ترسيب كبريتات الباريوم و تم فصل الراسب بالترشيح و التجفيف فوجد أن كتلته = 2 جم ، إحسب كتلة كلوريد الباريوم فى المحلول . O = 16

(, S = 32 , Na = 23 , Cl = 35.5 , Ba = 137)

الحل :

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$$

$BaCl_2$ 1 مول → $BaSO_4$ 1 مول

كتلة كلوريد الباريوم → 2 جم

208 × 1 → 233 جم × 1

$BaCl_2$ = 137 + (35.5 ×2)

$BaSO_4$ = 137 + 32 + (16 ×4)

كتلة كلوريد الباريوم = $\frac{208 \times 2}{233}$ = 1.785 جم .

إذيب 2 جم من كلوريد الصوديوم غير النقى فى الماء و أضيف اليه وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628 كلوريد الفضة .

إحسب: 1- كتلة كلوريد الصوديوم . 2- نسبة الكلور فى كلوريد الفضة .

3 - نسبة الكلور فى العينة . 4- نسبة الكلور فى كلوريد الصوديوم .

(Ag = 108 , Na = 23 , Cl = 35.5)

الحل : اولاً : المعادلة :

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$$

NaCl 1 مول → AgCl 1 مول

كتلة كلوريد الصوديوم → 4.628

58.5 جم → 143.5جم

NaCl

58.5 جم = 35.5+ 23

AgCl

143.5 = 35.5+108

كتلة كلوريد الصوديوم = $\frac{4.628 \times 58.5}{143.5}$ = ... جم .

ثانياً : المعادلة : Cl ⟶ AgCl

AgCl 1 مول → Cl 1 مول

4.628 جم → كتلة الكلور

143.5 → جم 35.5

كتلة الكلور = $\frac{4.628 \times 35.5}{143.5}$ = 1.144جم .

نسبة الكلور فى كلوريد الفضة = $\frac{100 \times 1.144}{4.628}$ = 24.7 %

ثالثاً :

نسبة الكلور فى العينة = $\frac{100 \times 1.144}{2}$ = 57.2 %

رابعاً :

نسبة الكلور فى كلوريد الصوديوم = $\frac{100 \times 1.144}{1.899}$ = 60.24 %

(الاتزان الكيميائى)

النظام المتزن : نظام ساكن على المستوى المرئى و نظام ديناميكى على المستوى غير المرئى .

الضغط البخارى : هو ضغط بخار الماء الموجود فى الهواء عند درجة حرارة معينة .

ضغط بخار الماء المشبع هو أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يتواجد فى الهواء عند درجة حرارة معينة .

إشرح نشاط يوضح الإتزان فى الأنظمة الفيزيائية :

1- نضع كمية من الماء فى إناء مغلق على موقد (حدوث عمليتين متضادتين) .
2- فى بداية التسخين يكون معدل تبخير الماء هو العملية السائدة يصاحبها زيادة فى الضغط البخارى .
3- تستمر عملية التبخير حتى يتساوى الضغط البخارى مع ضغط بخار الماء المشبع .
4- تحدث عملية الإتزان و تتساوى سرعة التبخير مع سرعة التكثيف و يتساوى عدد جزيئات الماء التى تتبخر مع عدد جزيئات البخار التى تتكثف .

ماء سائل ⇌ (تكثيف / تبخير) ماء بخار

أنواع التفاعلات الكيميائية

1 - تفاعلات تامة (غير إنعكاسية) 2 - تفاعلات إنعكاسية

التفاعلات التامة (غير إنعكاسية)

هى تفاعلات تسير فى إتجاه واحد غالبا (الاتجاه الطردى تقريبا) حيث يصعب على المواد الناتجة التى تحتوى على راسب او غاز أن تتحد مع بعضها مرة أخرى لتكوين المواد المتفاعلة تحت نفس ظروف اجراء التفاعل .

ملاحظة التفاعلات التامة تكون مصحوبة بخروج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة راسب أو غاز .

امثلة :

1. تفاعل محلول كلوريد الصوديوم الى محلول نترات الفضة تفاعل تام (علل) بسبب تكون راسب أبيض من كلوريد الفضة : $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)} \downarrow$

2. تفاعل شريط من الماغنسيوم مع محلول حمض الهيدروكلوريك تفاعل تام (علل) بسبب تصاعد غاز الهيدروجين : $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)} \uparrow$

3. الانحلال الحرارى لنترات النحاس تفاعل تام (علل) بسبب تكون راسب اسود من اكسيد النحاس و يتصاعد غاز الاكسجين و غاز ثانى اكسيد النيتروجين :

$$2Cu(NO_3)_{2(s)} \rightarrow 2CuO_{(s)} \downarrow + 4NO_{2(g)} \uparrow + O_{2(g)} \uparrow$$

4. تفاعل التعادل بين حمض الهيدروكلوريك و هيدروكسيد الصوديوم تفاعل تام (علل) لأن كلاهما مواد تامة التاين فى الماء : $NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

التفاعلات الإنعكاسية

هى تفاعلات تسير فى كلا الإتجاهين الطردى و العكسى و تكون المواد المتفاعلة و المواد الناتجة من التفاعل موجودة بإستمرار فى حيز التفاعل .

مثال :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

نشاط يوضح التفاعلات الإنعكاسية

1- نضيف مول من حمض الخليك (الأستيك) إلى مول من الكحول الإيثيلى .
2- يتكون مول من الإستر (خلات الإيثيل) و مول من الماء و هى مواد متعادلة التأثير على عباد الشمس .
3- نضيف ورقة عباد شمس زرقاء إلى الخليط .

الملاحظة : تحول روقة عباد الشمس الزرقاء إلى حمراء

التفسير : التفاعل السابق من التفاعلات الإنعكاسية التى تسير فى كلا الإتجاهين الطردى و العكسى و بالتالى فإن المواد المتفاعلة و المواد الناتجة من التفاعل موجودة بإستمرار فى حيز التفاعل وهذا يفسر حموضة خليط التفاعل لوجود حمض الخليك .

الإتجاه الطردى $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$
الإتجاه العكسى $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$

التفاعل الكلى $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

علل : تفاعل حمض الأستيك مع الكحول الإيثيلى تفاعل إنعكاسى ؟؟.

ج : لأنه يسير فى الإتجاهين الطردى و العكسى و جميع المواد المتفاعلة و الناتجة موجودة بإستمرار فى حيز التفاعل .

علل : تضاف قطرات من حمض الكبريتيك المركز إلى هذا التفاعل ؟؟.

ج : لإمتصاص الماء و منع حدوث التفاعل العكسى .

الإتزان الكيميائى فى التفاعلات الإنعكاسية :

هو نظام ديناميكى يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسى و تثبت تركيزات المتفاعلات و النواتج .

ملاحظة : يظل الإتزان قائماً مادامت جميع المواد المتفاعلة و الناتجة فى حيز التفاعل و مادامت ظروف التفاعل مثل الضغط و درجة الحرارة ثابتة .

س : حدد نوع التفاعلات الأتية مع ذكر السبب :

1 - $NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} = NaCl_{(aq)} + H_2O_{(aq)}$ تفاعل تام لأن حمض الهيدروكلوريك و هيدروكسيد الصوديوم مواد تامة التأين فى الماء
$2AgNO_{3(aq)} + BaCl_{2(aq)} = Ba(NO_3)_{(aq)} + 2AgCl_{(s)}$ تفاعل تام لخروج كلوريد الفضة على هيئة راسب .
3 - $2Cu(NO_3)_{2\,(aq)} = 2CuO_{(S)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ تفاعل تام لخروج أكسيد نحاس على هيئة راسب و خروج غاز الأكسجين و خروج غاز ثانى أكسيد النيتروجين .
4 - $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} = CO_{2(aq)} + H_{2\,(g)}$ فى إناء مغلق تفاعل إنعكاسى لأن الإناء مغلق فيمنع خروج الغاز من حيز التفاعل وبذلك تكون جميع المواد فى حيز التفاعل .
5 - $2AgNO_{3(aq)} + BaCl_{2(aq)} = Ba(NO_3)_{(aq)} + 2AgCl_{(s)}$ إناء مغلق تفاعل تام لخروج كلوريد الفضة على هيئة راسب من حيز التفاعل .

علل : الإتزان الكيميائى عملية ديناميكية و ليست ساكنة ؟؟.

ج : لأنه بالرغم من تساوى معدل التفاعل الطردى مع العكسى إلا ان حدوث التفاعل مستمراً فى كلاً الإتجاهين .

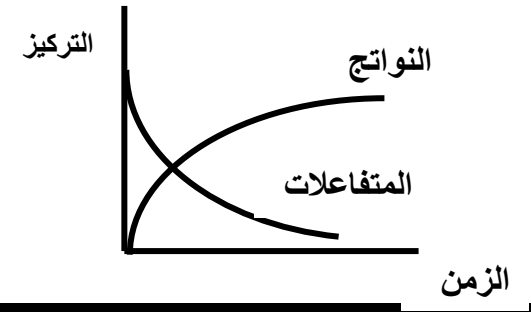
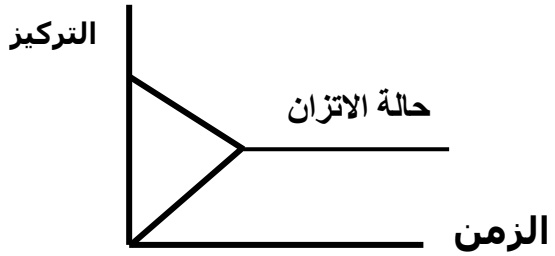
معدل التفاعل الكيميائى

او " سرعة التفاعل الكيميائى " مقدار التغير فى تركيز المواد المتفاعلة فى وحدة الزمن .

ملاحظات عامة :

1 - التركيز يقاس بالمول / لتر .
2 - الزمن يقاس بالثوانى أو بالدقائق .
3 - معدل التفاعل يرمز له بالرمز (r) .

العلاقة بين التركيز و الزمن

تفاعل تام	تفاعل انعكاسى
يقل تركيز المواد المتفاعلة حتى تستهلك تقريبا و يزيد تركيز المواد الناتجة من التفاعل .	يقل تركيز المواد المتفاعلة و يزيد تركيز المواد الناتجة من التفاعل إلى أن يصلا إلى حالة الإتزان .
الشكل البيانى الذى يوضح العلاقة	
	

أنواع التفاعلات من حيث السرعة :

تفاعلات لحظية : تفاعل نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم لتكوين راسب أبيض شحيح الذوبان فى الماء من كلوريد الفضة بمجرد خلط المواد المتفاعلة .

تفاعلات بطيئة نسبياً: تفاعل التصبن و هو تفاعل الزيوت النباتية مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون و الجلسرين .

تفاعلات بطيئة جداً : يتطلب حدوثها شهوراً عديدة مثل تفاعل تكوين صدأ الحديد

العوامل التى تؤثر على معدل التفاعل (سرعة) التفاعل الكيميائى :

1. طبيعة المواد المتفاعلة .
2. تركيز المواد المتفاعلة .
3. درجة الحرارة .
4. الضغط .
5. العوامل الحفازة .
6. الضوء .

العوامل التى تؤثر على نظام فى حالة اتزان (نظام متزن) :

1. التركيز.
2. درجة الحرارة .
3. الضغط .

أولاً : طبيعة المواد المتفاعلة

يقصد بها عاملين :

1. نوع الترابط فى المواد المتفاعلة .
2. مساحة السطح المعرض للتفاعل .

1 - نوع الترابط فى المواد المتفاعلة :

المركبات الأيونية	المركبات التساهمية
تفاعلاتها لحظية و سريعة جداً لأن التفاعل يتم بين أيونات المواد المتفاعلة بمجرد خلطها .	تفاعلاتها بطيئة عادة مثل المركبات العضوية لأن التفاعل يتم بين الجزيئات غير المتأينة .

2 - مساحة السطح المعرض للتفاعل :

كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل زادت سرعة التفاعل

وضح بنشاط عملى اثر مساحة السطح على سرعة التفاعل ؟؟.

الخطوات	الملاحظة	الإستنتاج
1. نحضر كتلتين متساويتين من الخارصين احداهما على شكل مسحوق و الأخرى على هيئة قطعة واحدة . 2. أضف الى كل منهما حجم متساوى من حمض	التفاعل فى حالة المسحوق اسرع من التفاعل فى حالة القطعة الواحدة	كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل زادت سرعة التفاعل .

الهيدروكلوريك المخفف		

علل : المركبات الأيونية تفاعلاتها سريعة ؟؟.

ج :لأن التفاعل يتم بين أيونات المواد المتفاعلة بمجرد خلطها .

علل : المركبات التساهمية تفاعلاتها بطيئة ؟؟.
علل : المركبات العضوية تفاعلاتها بطيئة ؟؟.

ج : تفاعلاتها بطيئة عادة مثل المركبات العضوية لأن التفاعل يتم بين الجزيئات غير المتأينة .

2 ـ مساحة السطح المعرض للتفاعل :

كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل زادت سرعة التفاعل

علل : تفاعل حجم معين من حمض الهيدروكلوريك المخفف مع مسحوق الخارصين أسرع من تفاعله مع قطعة واحدة من الخارصين لها نفس الكتلة ؟؟.

ج :لأن مساحة السطح فى حالة مسحوق الخارصين أكبر ، و كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل زادت سرعة التفاعل .

علل : يفضل إستخدام النيكل المجزأ عن قطع النيكل فى هدرجة الزيوت ؟؟.

ج :لأن مساحة السطح فى حالة النيكل المجزأ أكبر ، و كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل زادت سرعة التفاعل .

علل : تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع قطعة ماغنسيوم أبطأ من تفاعله مع مسحوق الماغنسيوم ؟؟.

ج :لأن مساحة السطح فى حالة مسحوق الماغنسيوم أكبر ، و كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل زادت سرعة التفاعل .

كلما زاد التركيز (زاد عدد الجزيئات المتفاعلة) فتزيد فرص التصادم و تزيد سرعة التفاعل .

قانون فعل الكتلة :

أصحاب القانون	العالمان النرويجيان " جولدبرج " و " فاج "
أهمية القانون	يحدد العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائى و تركيز المواد المتفاعلة .
نص القانون	عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائى تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل (كل مرفوع لأس يساوى عدد مولات الجزيئات أو الايونات فى معادلة التفاعل الموزونة)

س : إشرح نشاط يوضح قانون فعل الكتلة ؟؟.

س : إشرح نشاط يوضح تأثير التركيز على معدل التفاعل ؟؟.

الخطوات	الملاحظة	الإستنتاج
1 - نضيف كلوريد الحديد (III) ذو اللون الأصفر الباهت تدريجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم (عديم اللون)	يصير لون خليط التفاعل أحمر دموى لتكون ثيوسيانات الحديد (III) ذات اللون الأحمر الدموى .	عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائى تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل .
2 - نضيف المزيد من كلوريد الحديد III ذو اللون الأصفر الباهت .	يزداد لون المحلول إحمراراً مما يدل على تكوين مزيد من ثيوسيانات الحديد(III) و يسير التفاعل فى الإتجاه الطردى	
3 - نضيف المزيد من كلوريد الأمونيوم .	تقل درجة اللون الأحمر الدموى مما يدل على نقص تركيز ثيوسيانات الحديد (III) و يسير التفاعل فى الإتجاه العكسى .	

$$\underset{\text{اصفر باهت}}{FeCl_3} + \underset{\text{عديم اللون}}{3NH_4SCN} \rightleftharpoons \underset{\text{احمر دموى}}{Fe(SCN)_3} + 3NH_4Cl$$

إستنتاج قانون فعل الكتلة

$$FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$$

عند الإتزان يتساوى معدل التفاعل الطردى r_1 مع معدل التفاعل العكسى r_2

أولاً : معدل التفاعل الطردى :

$r_1 \ \alpha \ [FeCl_3] \ [NH_4SCN]^3$

$r_1 = k_1 [FeCl_3] \ [NH_4SCN]^3$

ثانياً : معدل التفاعل العكسى :

$r_2 \ \alpha \ [Fe(SCN)_3] \ [NH_4Cl]^3$

$r_2 = k_2 [Fe(SCN)_3] \ [NH_4Cl]^3$

عند الإتزان نجد أن : $r_1 = r_2$

$$k_1 [FeCl_3] \ [NH_4SCN]^3 = k_2 [Fe(SCN)_3] \ [NH_4Cl]^3$$

$$\frac{k_1}{k_2} = K_c = \frac{[Fe(SCN)_3] \ [NH_4Cl]^3}{[FeCl_3] \ [NH_4SCN]^3}$$

لاحظ :

k_1 ثابت معدل التفاعل الطردى .

K_2 ثابت معدل التفاعل العكسى .

[ ] الأقواس تدل على التركيز بالمول / لتر .

Kc يسمى ثابت الإتزان لهذا التفاعل .

ثابت الإتزان بدلالة التركيز Kc

النسبة بين ثابت معدل التفاعل الطردى K_1 و ثابت معدل التفاعل العكسى K_2 .

طريقة الحساب :

$$K_c = \frac{\text{حاصل ضرب تركيز النواتج}}{\text{حاصل ضرب تركيز المتفاعلات}}$$

ملاحظات هامة :

1. ثابت الإتزان ليس له وحده تمييز .
2. عند كتابة معادلة حساب ثابت الإتزان لا يكتب تركيز الماء النقى كمذيب (علل) لأن تركيزه ثابت مهما إختلفت كميته و قيمته لا تتغير بدرجة ملموسة .

من الاخر بخصوص الماء خد بالك :

- اذا لم يحدد حالة الماء فى المعادلة يكتب فى معادلة ثابت الاتزان .
- اذا كان الماء يستخدم كمذيب (فى المتفاعلات) لا يكتب فى معادلة ثابت الاتزان .
- اذا كان الماء أحد نواتج التفاعل يكتب فى معادلة ثابت الاتزان حتى و لو كان سائل .

3. عند كتابة معادلة حساب ثابت الإتزان لا يكتب تركيز المواد الصلبة و الرواسب لأن تركيزها ثابت مهما إختلفت كميتها و قيمتها لا تتغير بدرجة ملموسة .

4. القيمة الصغيرة لثابت الإتزان (kc < 1) تعنى أن :
- تركيز المتفاعلات أكبر من تركيز النواتج .
- التفاعل لا يسير بشكل جيد نحو تكوين النواتج .
- التفاعل العكسى له دور فعال .

علل : من المعادلة الاتية نجد ان كلوريد الفضة شحيح الذوبان فى الماء ؟؟.

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl_{(aq)}^{-} \quad , Kc = 1.7x\ 10^{-10}$$

ج : لأن قيمة Kc أصغر من الواحد الصحيح و التفاعل العكسى له دور فعال و يدل على عدم ذوبانية كلوريد الفضة فى الماء .

5. القيمة الكبيرة لثابت الإتزان (kc < 1) تعنى أن :
- تركيز النواتج أكبر من تركيز المتفاعلات .
- التفاعل يستمر الى قرب نهايته .
- التفاعل الطردى هو السائد .

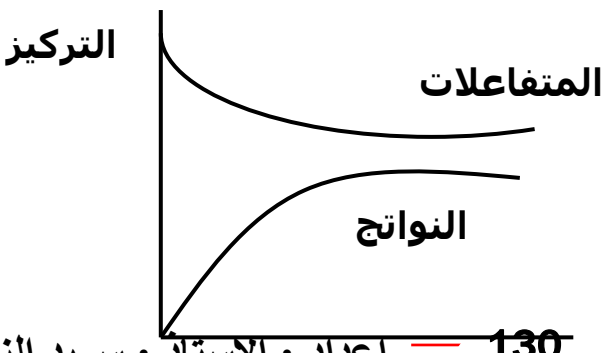
علل : من المعادلة الاتية نجد صعوبة انحلال كلوريد الهيدروجين الى عنصريه ؟؟.

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(g)} \quad , Kc = 4.4x\ 10^{32}$$

ج : لأن قيمة Kc أكبرمن الواحد الصحيح و هى تعنى أن التفاعل يسير قرب نهايته أى فى اتجاه تكوين كلوريد الهيدروجين و ليس تفككه .

6. القيمة العددية لثابت الاتزان لا تتغير بيتغير تركيز المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة عند نفس درجة الحرارة .

وضح بالرسم العلاقة بين التركيز و الزمن لتفاعل انعكاسى يكون معدل التفاعل الطردى فيه أكبر من معدل التفاعل العكسى ؟؟.



وضح بالرسم العلاقة بين التركيز و الزمن لتفاعل انعكاسى يكون معدل التفاعل العكسى فيه أكبر من معدل التفاعل الطردى ؟؟.

مسائل على ثابت الإتزان :

القانون الدال على ثابت الإتزان يكون صحيحاً إذا كانت المعادلة الكيميائية موزونة ، زن المعادلة التالية أولاً ثم أكتب القانون الصحيح لثابت الإتزان :

$$HCl + O_2 \rightleftharpoons Cl_2 + H_2O$$

الحل :

وزن المعادلة

$$4HCl + O_2 \rightleftharpoons 2Cl_2 + 2H_2O$$

لاحظ أن H_2O حالته غير معروفة لذلك سوف يتم كتابته فى المعادلة كلأتى :

$$Kc = \frac{[Cl_2]^2 [H_2O]^2}{[HCl]^4 [O_2]}$$

أكتب قانون ثابت الإتزان للتفاعل الإنعكاسى التالى :

$$CuO_{(S)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Cu_{(s)} + H_2O_{(g)}$$

الحل :

$$Kc = \frac{[H_2O]}{[H_2]}$$

إحسب ثابت الإتزان للتفاعل الأتى :

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

إذا علمت أن تركيزات اليود و الهيدروجين و يوديد الهيدروجين عند الإتزان هى على الترتيب 0.221 ، 0.221 ، 1.563 مول / لتر .

الحل :

$$Kc = \frac{[HI]^2}{[H2]\ [I_2]}$$

$$Kc = \frac{[1.563]^2}{[0.221]\ [0.221]}$$

$$Kc = 50$$

إحسب قيمة ثابت الإتزان للتفاعل الإنعكاسى الأتى :

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

إذا علمت أن التركيزات الجزيئية عند درجة 400 هى كما يلى :

$N_2O_4 = 0.213$, $NO_2 = 0.0032$ M /L

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$Kc = \frac{[0.0032]^2}{[0.213]}$$

$$Kc = 4.80 \times 10^{-5}$$

إحسب قيمة ثابت الإتزان للتفاعل الإنعكاسى الأتى :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

إذا علمت أن التركيزات الجزيئية عند درجة 400 هى كما يلى :

$N_2 = 1.2$ M/L , $H_2 = 0.8$ M/L , $NH_3 = 0.28$ M/L

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3\ [N_2]}$$

$$Kc = \frac{[0.28]^2}{[0.8]^3\ [1.2]}$$

$$Kc = 0.127$$

أذكر نص قانون فعل الكتلة مع التمثيل بالتفاعل الأتى :

$$FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$$

و أكتب صيغة ثابت الإتزان له ، وما تأثير إضافة كمية زائدة من ثيوسيانات الأمونيوم للتفاعل السابق .

جاوب إنت و خلى عندك ثقة فى نفسك :

من تجارب عملية للتفاعل الأتى :

$$A + B \rightleftharpoons AB$$

أمكن الحصول على البيانات الموضحة فى الجدول التالى مقدرة بوحدات مول / لتر

التجربة	تركيز A	تركيز B	تركيزAB
1	0,6	0,22	0,42
2	0,3	1,56	1,5
3	0,2	0,8	0,5

هل هذه النتائج تحقق قانون فعل الكتلة أم لا ..... و لماذا ؟؟

الحل : يتم حساب Kc لكل تجربة كلأتى :

التجربة الأولى :

$$Kc = \frac{0,42}{0,6 \times 0,22} = 3,18$$

التجربة الثانية :

$$Kc = \frac{1,5}{1,56 \times 0,3} = 3,2$$

التجربة الثالثة :

$$Kc = \frac{0,5}{0,8 \times 0,2} = 3,1$$

النتائج تحقق قانون فعل الكتلة لتساوى قيمة Kc تقريباً فى الحالات الثلاثة .

من تجارب عملية للتفاعل الأتى :

$$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

أمكن الحصول على البيانات الموضحة فى الجدول التالى مقدرة بوحدات مول / لتر

التجربة	تركيز PCl_5	تركيز PCl_3	تركيز Cl_2
1	0,0023	0,23	0,055
2	0,01	0,15	0,37
3	0,085	0.99	0,47

هل هذه النتائج تحقق قانون فعل الكتلة أم لا ..... و لماذا ؟؟

الحل : يتم حساب Kc لكل تجربة كلأتى :

التجربة الأولى :

$$Kc = \frac{0,055 \times 0,23}{0,0023} = 5,50$$

التجربة الثانية :

$$Kc = \frac{0,37 \times 0,15}{0,01} = 5,55$$

التجربة الثالثة :

$$Kc = \frac{0,47 \times 0,99}{0,085} = 5,47$$

النتائج تحقق قانون فعل الكتلة لتساوى قيمة Kc تقريباً فى الحالات الثلاثة .

مسألة تربط الباب السادس بالباب السابع

عند تفاعل المادة (A) مع المادة (B) لتكوين المواد (C , D) كانت كميات هذه المواد عند الإتزان بوحدات المول على الترتيب هى (2 , 2 , 0,6 , 0,6) إحسب ثابت الإتزان لهذا التفاعل إذا علمت أن حجم وسط التفاعل 2 لتر .

الحل :

تركيز A = عدد المولات / الحجم باللتر = 2 / 2 = 1 مولارى

تركيز B = عدد المولات / الحجم باللتر = 2 / 2 = 1 مولارى

تركيز C = عدد المولات / الحجم باللتر = 0,6 / 2 = 0,3 مولارى

تركيز D = عدد المولات = 0,6 = 0,3 مولارى

الحجم باللتر 2

المعادلة : $A + B \rightleftharpoons C + D$

$$Kc = \frac{[C]\ [D]}{[A]\ [B]}$$

$$Kc = \frac{[0.3]\ [0.3]}{[1]\ [1]}$$

$$Kc = 0.09$$

ثالثاً : درجة الحرارة

يمكن تفسير أثر درجة الحرارة على التفاعل الكيميائى فى ضوء **نظرية التصادم** .

نظرية التصادم :

يشترط لحدوث التفاعل الكيميائى أن تصطدم جزيئات المواد المتفاعلة بحيث تكون الجزيئات المتصادمة ذات السرعات العالية جداً فقط هى التى تتفاعل **علل** لأن طاقتها الحركية العالية تمكنها من كسر الروابط بين الجزيئات فيحدث التفاعل الكيميائى

طاقة التنشيط :

هى الحد الأدنى من الطاقة التى يجب أن يمتلكها الجزئ لكى يتفاعل عند الإصطدام .

الجزيئات المنشطة : هى الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها .

ماذا تستنتج من نظرية التصادم التى تفسر تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائى ؟؟

ج : نستنتج أن زيادة درجة الحرارة يزيد من نسبة الجزيئات المنشطة و بالتالى يزيد معدل التفاعل الكيميائى .

علل لما يأتى :

1 - زيادة درجة الحرارة تؤدى إلى زيادة سرعة التفاعل الكيميائى ؟؟.

ج : لأن زيادة درجة الحرارة تؤدى إلى زيادة نسبة الجزيئات المنشطة و بالتالى يزيد معدل التفاعل الكيميائى .

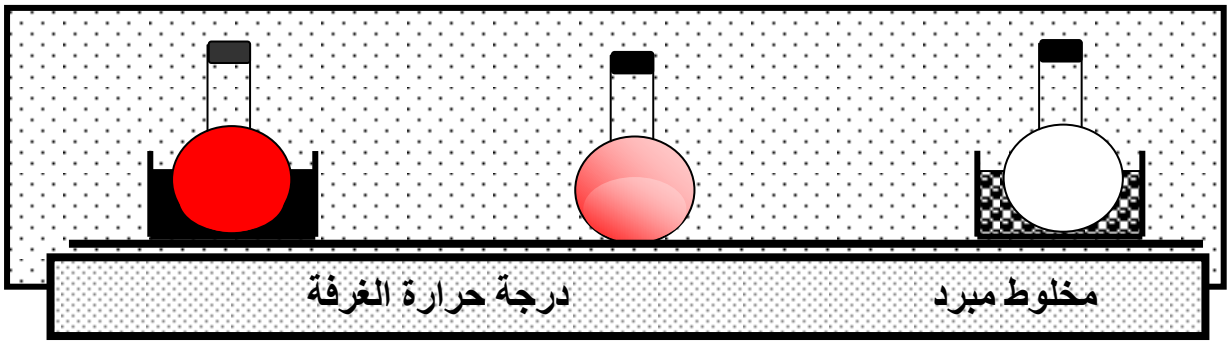
---

2 – جزيئات المتفاعلات ذات السرعات العالية جداً هى التى تتفاعل فقط ؟؟.

ج : لأن طاقتها الحركية العالية تمكنها من كسر الروابط بين الجزيئات فيحدث التفاعل الكيميائى .

ملاحظة : **وجد أن كثيراً من التفاعلات الكيميائية تتضاعف سرعتها تقريباً إذا إرتفعت درجة الحرارة بمقدار عشر درجات مئوية .**

إشرح نشاط يوضح تأثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل متزن :



1 – نضع دورق زجاجى يحتوى على غاز ثانى أكسيد النيتروجين المعروف بلونه البنى المحمر فى إناء به مخلوط مبرد .

الملاحظة 1 : تقل درجة اللون البنى المحمر حتى تزول .

2 - نخرج الدورق من المخلوط المبرد و نتركه ليعود إلى درجة حرارة الغرفة ($25\ ^0C$) .

الملاحظة 2 : اللون البنى المحمر يبدأ فى الظهور حتى يعود إلى ما كان عليه قبل وضعه فى المخلوط المبرد و تزداد درجة اللون البنى المحمر بإرتفاع درجة الحرارة و يمكن

تمثيل ما حدث بالاتزان التالى .

$$Heat + N_2O_4 \text{ عديم اللون} \underset{\text{تسخين}}{\overset{\text{تبريد}}{\rightleftharpoons}} 2NO_2 \text{ بنى محمر}$$

الإستنتاج :

نستنتج ان ازاحة (امتصاص) الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة ينتج عنها سير التفاعل فى الاتجاه الطردى الذى ينتج فيه حرارة .

ملخص اثر درجة الحرارة على تفاعل متزن :

1. **فى التفاعل الطارد (Heat فى النواتج أو ΔH سالبة) :**
   - **عند التبريد (سحب الحرارة) يسير التفاعل فى الإتجاه الطردى .**
   - **عند التسخين يسير التفاعل فى الإتجاه العكسى .**
2. **فى التفاعل الماص (Heat فى المتفاعلات أو ΔH موجبة) :**
   - **عند الترييد (سحب الحرارة) يسير التفاعل فى الإتجاه العكسى .**
   - **عند التسخين يسير التفاعل فى الإتجاه الطردى .**

أذكر أثر درجة الحرارة على تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى التفاعل الأتى :

$$2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2 + Heat$$

الحل :

التفاعل طارد للحرارة و عند :

التبريد ينشط التفاعل فى الإتجاه الطردى و يزيد تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون حسب قاعدة لوشاتلييه .

التسخين ينشط التفاعل فى الإتجاه العكسى و يقل تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون حسب قاعدة لوشاتلييه .

أى من التفاعلات الأتية طارد و ايها ماص للحرارة :

1. $Heat + CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$
2. $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO - Heat$
3. $C + O_2 \rightleftharpoons CO_2 + Heat$

الحل :

1. **تفاعل ماص لأن Heat فى المتفاعلات .**
2. **تفاعل ماص لأن Heat تعود بعكس الإشارة فى المتفاعلات .**

3. تفاعل طارد لأن Heat فى النواتج .

فى أى من التفاعلات الأتية تتوقع زيادة نسبة التفكك مع زيادة درجة الحرارة :

1. $NO(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2} O_2 + \frac{1}{2} N_2 \ , \Delta H = (-)$
2. $SO_3 \rightleftharpoons SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \ , \ \Delta H = (+)$
3. $N_2H_4 \rightleftharpoons N_2 + 2H_2 \ , \ \Delta H = (-)$

الحل :التفاعل الثانى ماص للحرارة و عند التسخين يسير فى الإتجاه الطردى فتزيد نسبة التفكك .

وضح بالمعادلات الرمزية ماذا يحدث عند :

1. إضافة محلول كلوريد الحديديك بالتدريج إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم ثم وضح ما يحدث عند إضافة المزيد من كلوريد الحديديك و ماذا تستنتج من ذلك .
2. وضع دروق زجاجى به غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى إناء به مخلوط مبرد موضحاً ماذا يحدث عند إخراج الدورق من المخلوط المبرد ثم وضعه فى ماء ساخن .

جاوب بنفسك يا كبير :

أكمل المعادلة الأتية :

$$N_2 + H_2 + O_2 \rightleftharpoons \text{.....} + \text{.....}$$

جزئ غيرمنشط جزئ منشط

جزئ منشط

هام جدا جدا :

- اذا كانت العلاقة بين KC و درجة الحرارة علاقة طردية كان التفاعل ماص للحرارة
- اذا كانت العلاقة بين Kc و درجة الحرارة علاقة عكسية كان التفاعل طارد للحرارة

س :للتفاعل التالى قيمتان لثابت الاتزان عند درجتى حرارة مختلفتين :

$H_2 + I_2 = 2HI \ , K_c = 67 \ at \ 850\ ^oC$

$H_2 + I_2 = 2HI \ , K_c = 50 \ at \ 448\ ^oC$

هل التفاعل طارد أم ماص ؟. مع تفسير اجابتك ؟.

الاجابة : التفاعل ماص للحرارة لأن العلاقة بين K_C و درجة الحرارة علاقة طردية

رابعاً : الضغـــط

لاحظ أن :

1. تركيز المواد فى المحاليل يعبر عنها بالمولارية و يعبر عنها بوضع المادة بين قوسين [ ]
2. اذا كانت المواد الداخلة فى التفاعل أو الناتجة منه فى الحالة الغازية فإن التعبير عن التركيز يتم بإستخدام الضغط الجزئى لها .
3. الضغط على علاقة عكسية مع الحجم (عدد المولات) .
4. يؤثر الضغط عند حدوث نقص حجم (عدد مولات) أحد جانبى المعادلة عن الجانب الأخر

لمعرفة تأثير الضغط على تفاعل متزن لابد من :

1. نحسب عدد المولات على جانبى المعادلة .
2. عند زيادة الضغط ينشط التفاعل فى إتجاه عدد المولات الأقل (حجم أقل) حسب قاعدة لوشاتلييه .
3. عند نقص الضغط يسير التفاعل فى إتجاه المولات الأعلى (حجم أعلى) حسب قاعدة لوشاتلييه .
4. إذا تساوى عدد المولات (الحجم) على جانبى المعادلة فإن الضغط لايؤثر .

K_P : ثابت الاتزان فى التفاعلات الغازية للدلالة على تركيز المواد معبرا عنه بالضغط الجزئى .

قارن بين K_C و K_P ؟؟.

K_C	K_P
النسبة بين ثابت معدل التفاعل الطردى K_1 و ثابت معدل التفاعل العكسى K_2	ثابت الاتزان فى التفاعلات الغازية للدلالة على تركيز المواد معبرا عنه بالضغط الجزئى

طريقة الحساب :

$$K_p = \frac{\text{حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للنواتج}}{\text{حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمتفاعلات}}$$

يرمز لضغط الغاز كلأتى = (رمز الغاز P) $^{\text{عدد المولات}}$

مسائل على ثابت الإتزان بدلالة الضغط :

إحسب ثابت الإتزان للتفاعل الإنعكاسى الأتى :

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

إذا علمت أن الضغوط الجزيئية لـ اليود و الهيدروجين و يوديد الهيدروجين عند الإتزان هى على الترتيب 0,221 ، 0,221 ، 1,563 ضغط جو .

الحل :

$$Kp = \frac{(pHI)^2}{(pH_2) \times (pI_2)}$$

$$Kp = \frac{(1,563)^2}{(0,221) \times (0,221)}$$

$$Kp = 50$$

إحسب قيمة ثابت الإتزان للتفاعل الإنعكاسى الأتى :

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

إذا علمت أن الضغوط الجزيئية لمواد التفاعل هى كما يلى :

ضغط جزيئى $N_2O_4 = 0.213$, ضغط جزيئى $NO_2 = 0.0032$

$$Kp = \frac{(pNO_2)^2}{(pN_2O_4)}$$

$$Kp = \frac{(0.0032)^2}{(0.213)}$$

$$Kp = 4,08 \times 10^{-5}$$

إحسب قيمة ثابت الإتزان للتفاعل الإنعكاسى الأتى :

$$\mathbf{N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}}$$

إذا علمت أن الضغوط الجزيئية هى كما يلى :

ضغط جزيئيى $N_2 = 1.2$, $H_2 = 0.8$, $NH_3 = 0.28$

$$Kp = \frac{(pNH_3)^2}{(pH_2)^3 \times (pN_2)}$$

$$Kp = \frac{(0.28)^2}{(0.8)^3 \times (1.2)}$$

Kp = 0,127

فى التفاعل الإنعكاسى الأتى :

$$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

1. ما عدد مولات الغاز المتفاعلة .
2. ما عدد مولات الغاز الناتجة .
3. أى من طرفى المعادلة سوف يزداد بزيادة الضغط .
4. أى من طرفى المعادلة سوف يزداد بنقصان الضغط .

$$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

1 مول (حجم أقل) 2 مول (حجم أكبر)

1. عدد مولات الغاز المتفاعلة = 1 مول .
2. عدد مولات الغازات الناتجة = 2 مول .
3. بزيادة الضغط يقل الحجم و يسير التفاعل فى الإتجاه العكسى (تزيد المتفاعلات) .
4. بنقصان الضغط يزيد الحجم و يسير التفاعل فى الإتجاه الطردى (تزيد النواتج) .

فى التفاعل الإنعكاسى الأتى :

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

إلى أى جهة سوف يزاح التفاعل بزيادة الضغط و لماذا ؟؟ .

الحل :

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

2 مول

2 مول

الحجم متساوى على جانبى المعادلة و بالتالى لن تؤثر الزيادة فى الضغط على أى من جهتى التفاعل

التفاعل الإنعكاسى الأتى فى حالة إتزان :

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$$

إذا رغبت فى زيادة تركيز غاز ثانى اكسيد الكربون $CO_{2(g)}$, الناتج من التفاعل ، أذكر تأثير زيادة أو نقصان العوامل التالية لتحقيق هذه الرغبة .

(الضغط -- درجة الحرارة -- تركيز $O_{2(g)}$)

الحل :

أولاً : الضغط :

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} + Heat$$

2 مول

3 مول

بزيادة الضغط يقل الحجم و ينشط التفاعل فى الإتجاه الطردى حسب قاعدة لوشاتلييه و يزيد تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون. .

ثانياً : .درجة الحرارة :

التفاعل طارد للحرارة (Heat فى النواتج) و عند نقص درجة الحرارة ينشط التفاعل فى الإتجاه الطردى حسب قاعدة لوشاتلييه و يزيد تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون .

ثالثًا : . تركيز غاز $O_{2(g)}$:

عند زيادة تركيز غاز $O_{2(g)}$ يزيد تركيز المتفاعلات و يقل تركيز النواتج و ينشط التفاعل فى الإتجاه الطردى حسب قاعدة لوشاتلييه و يزيد تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون .

علل : تستخدم أوانى الضغط (البريستو) فى طهى الطعام ؟؟.

ج : لأنها ترفع درجة الحرارة فى وقت قصير فتسرع التفاعل فيتم طهى الطعام بسرعة .

علل : ينصح بعدم تسخين إسطوانات الغاز للحصول الغاز ؟؟.

ج : لأن رفع درجة الحرارة يزيد من الضغط داخل إسطوانة الغاز فتنفجر الإسطوانة .

علل : تتم صناعة غاز النشادر تحت تبريد و ضغط مرتفع ؟؟.

ج : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 , \Delta H = (-92\ K.J)$

2 مول 4 مول

لأنه عند زيادة الضغط أو التبريد على تفاعل غازى متزن ينشط التفاعل فى الإتجاه الذى يقل عدد المولات حسب قاعدة لوشاتلييه و يزداد معدل تكون غاز النشادر .

علل : لا تتم صناعة غاز أكسيد النيتريك تحت ضغط مرتفع مثل غاز النشادر ؟؟.

ج : $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$

2 مول 2 مول

لتساوى عدد المولات (الحجم) على جانبى المعادلة وبالتإلى لا يؤثر الضغط بالزيادة أو النقصان .

س : إختر الإجابة الصحيحة :

زيادة الضغط يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية التى تتميز بـ :

1. المواد الداخلة فى التفاعل و الناتجة من التفاعل فى حالة غازية .
2. حدوث نقص فى حجم الغازات الناتجة بالنسبة لحجم الغازات المتفاعلة .
3. تكون تلك التفاعلات انعكاسية .
4. جميع الإجابات السابقة صحيحة .

س :أذكر دور العالم لوشاتلييه فى علم الكيمياء ؟؟.

ج : وضع قاعده تعرف بإسمه و هى تصف تأثير العوامل المختلفة من تركيز و ضغط و حرارة على الأنظمة المتزنة .

قاعدة لوشاتلييه :

إذا حدث تغير فى أحد العوامل المؤثرة على نظام فى حالة إتزان مثل التركيز و الضغط و درجة الحرارة فإن النظام ينشط فى الإتجاه الذى يقلل أو يلغى تأثير هذا التغير .

ما المقصود بقاعدة لوشاتلييه مع ذكر تطبيقاتها فى التفاعل الأتى لتأثير التغير فى كل من الضغط و درجة الحرارة و التركيز و إضافة حفاز مثل V_2O_5 على إنتاج غاز ثالث أكسيد الكبريت .

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \quad , \Delta H = -Ve$$

الحل :

أولاً : الضغط :

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$

2 مول (حجم أقل)

3 مول (حجم أكبر)

بزيادة الضغط يقل الحجم و يسير التفاعل فى الإتجاه الطردى حسب قاعدة لوشاتلييه و يزيد تركيز غاز ثالث أكسيد الكبريت .

بنقص الضغط يزيد الحجم و يسير التفاعل فى الإتجاه العكسى حسب قاعدة لوشاتلييه و يقل تركيز غاز ثالث أكسيد الكبريت .

ثانياً : درجة الحرارة :

التفاعل طارد للحرارة (ΔH سالبة) و عند :

نقص درجة الحرارة يسير التفاعل فى الإتجاه الطردى حسب قاعدة لوشاتلييه و يزيد تركيز غاز ثالث أكسيد الكبريت .

زيادة درجة الحرارة يسير التفاعل فى الإتجاه العكسى حسب قاعدة لوشاتلييه و يقل تركيز غاز ثالث أكسيد الكبريت .

ثالثا : تركيز غاز $O_{2(g)}$ أو $SO_{2(g)}$:

عند زيادة تركيز غاز $O_{2(g)}$ أو تركيز غاز $SO_{2(g)}$ يزيد تركيز المتفاعلات و يقل تركيز النواتج و يسير التفاعل فى الإتجاه الطردى حسب قاعدة لوشاتلييه و يزيد تركيز غاز ثالث أكسيد الكبريت .

عند نقص تركيز غاز $O_{2(g)}$ أو تركيز غاز $SO_{2(g)}$ يقل تركيز المتفاعلات و يزيد تركيز النواتج و يسير التفاعل فى الإتجاه العكسى حسب قاعدة لوشاتلييه و يقل تركيز غاز ثالث أكسيد الكبريت .

رابعاً : إضافة عامل حفاز V_2O_5 :

يزيد من سرعة التفاعل الطردى و العكسى معا دون أن يؤثر على وضع الاتزان .

خامساً : العامل الحفاز

مقدمة :

- ✓ لايفضل زيادة سرعة التفاعلات البطيئة عن طريق التسخين (علل) لأن تكاليف الطاقة اللازمة للتسخين لإحداث هذه التفاعلات ستكون عالية جدا مما يؤدى الى رفع اسعار السلع المنتجة لتحميل تكاليف الطاقة على اسعارها .

- ✓ من هنا يبرز دور الكيميائى فى المصنع الذى يتضمن البحث عن أفضل السبل لزيادة الانتاج و تحسينه بأقل التكاليف .
- ✓ وجد أن معظم التفاعلات البطيئة يمكن إسراعها باستعمال مواد تزيد من معدلها دون الحاجة لزيادة درجة الحرارة و تسمى هذه المواد بالعوامل الحفازة .

العامل الحفاز : مادة يلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائى دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان .

أهمية العامل الحفاز :

1. يقلل من طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل دون الحاجة لرفع درجة الحرارة .
2. يسرع التفاعل العكسى و الطردى فى نفس الوقت لذلك لا يؤثر على وضع الاتزان .

أمثلة على استخدامات العامل الحفاز :

1. تستخدم فى أكثر من 90 % من العمليات الصناعية مثل الأسمدة و البتروكيمياويات و الاغذية .
2. توضع فى المحولات الحفزية فى شكمانات السيارات (عللل) لتحويل غازات الإحتراق الملوثة للجو إلى نواتج أمنة .
3. الإنزيمات .

الإنزيمات : جزيئات من البروتين تتكون داخل الخلايا الحية

أهمية الانزيمات : تعمل كعوامل حفز للعديد من العمليات البيولوجية و الصناعية

فى التفاعل الإنعكاسى الأتى : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$

أذكر أثر إستخدام عامل حفاز فى التفاعل السابق على كل من :

(وضع الإتزان -- سرعة التفاعل - إنتاج غاز كلوريد الهيدروجين HCl (g))

الحل :

العامل الحفاز لا يؤثر على وضع الإتزان .

العامل الحفاز يزيد من سرعة التفاعل الطردى و العكسى معاً .

العامل الحفاز لا يؤثر على إنتاج غاز كلوريد الهيدروجين .

أكتب نبذة مختصرة عن دور العامل الحفاز فى سرعة التفاعل الكيميائى مع ذكر أمثلة لأهم إستخدامات العوامل الحفازة .

الحل : أجب بنفسك

س :أذكر أهمية كل من :
1 - المحول الحفاز :
2 - الإنزيمات :

ج : جاوب بنفسك .

سادساً : الضوء

هناك بعض التفاعلات الكيميائية التى تتأثر بالضوء مثل :

1. **عملية التمثيل (البناء) الضوئى :**

يقوم الكلورفيل فى النبات بإمتصاص الضوء و تكوين الكربوهيدرات فى وجود ثانى أكسيد الكربون و الماء .

---

2. **أفلام التصوير التى تحتوى على بروميد الفضة فى طبقة جيلاتينية :**

طريقة العمل :

- ✓ عندما يسقط الضوء عليها فإنه يعمل على اكساب أيون الفضة الموجب لإلكترون من أيون البروميد السالب .
- ✓ ايون البروميد السالب يتحول الى عنصر البروم الذى يمتص فى الطبقة الجلاتينية .
- ✓ ايون الفضة الموجب يتحول الى عنصر الفضة .

$$Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$$

كلما زادت شدة الضوء كلما زادت كمية الفضة المتكونة .

وضح بالمعادلات الرمزية كلما أمكن ماذا يحدث عند سقوط الضوء على أفلام التصوير التى تحتوى على بروميد الفضة .

الحل : أجب بنفسك

الإتزان الأيونى

المحاليل الالكتروليتية :

محاليل المواد التى تتفكك (أيونية) أو تتأين (تساهمية) عند ذوبانها فى الماء و توصل التيار الكهربى .

المركبات الايونية :

مواد صلبة متأينة تماما و عند ذوبانها فى الماء تتفكك الى أيونات موجبة و سالبة و محاليلها جيدة التوصيل للتيار الكهربى .

أو مركبات ترتبط أيوناتها الموجبة و السالبة بقوى الجذب الالكتروستاتيكية .

من الاخر كده اى مركب ايونى يسأل عنه فى الاختيارات يكون متأين و يتفكك فى الماء

المركبات التساهمية :

- الروابط بين ذراتها تساهمية .
- بعض المركبات التساهمية تتأين فى الماء مثل غاز كلوريد الهيدروجين و حمض الخليك النقى .
- غاز كلوريد الهيدروجين تام التاين فى الماء و محلوله جيد التوصيل للتيار الكهربى و لا يتأثر توصيله للتيار الكهربى بالتخفيف .
- حمض الخليك يكون تأينه محدود و ضعيف التوصيل للتيار الكهربى و يزداد توصيله للتيار الكهربى بالتخفيف .

التأين : هو عملية تحول جزيئات غير متأينة إلى أيونات .

أنواع التأين

تأين تام	تأين ضعيف
هو عملية تحول كل الجزيئات غير المتأينة الى أيونات و يحدث فى الإلكتروليتات القوية .	هو عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة الى أيونات و يحدث فى الإلكتروليتات الضعيفة .

علل : محلول كلوريد الهيدروجين و محلول حمض الخليك فى البنزين لا يوصلا التيار الكهربى ؟؟.

ج :لعدم وجود أيونات حرة لأنهما يذوبان فى البنزين دون حدوث تأين .

علل : تزيد درجة توصيل حمض الخليك للتيار الكهربى بالتخفيف ؟؟.

ج : لأنه من الأحماض ضعيفة التأين فى الماء و التى يزيد تأينها بالتخفيف دلالة على وجود جزيئات من الحمض لم تتأين .

علل : لا تتأثر درجة توصيل محلول حمض الهيدروكلوريك للتيار الكهربى بالتخفيف ؟؟.

ج : لأنه من الاحماض تامة التأين فى الماء .

علل : لا ينطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية ؟؟.

ج : لأن محاليلها تامة التأين .

علل : يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة فقط ؟؟.

ج : لأن محاليلها تحتوى بإستمرار على حالة من الإتزان بين الجزيئات غير المتأينة و الأيونات

س : وضح بالمعادلات تأين كل من :

1. حمض الهيدروكلوريك .
2. حمض الأسيتيك (الخليك) .

الحل :

1. $HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$

2. $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه)

هو الأيون الناتج من إتحاد أيون الهيدروجين الموجب الناتج من تأين الأحماض فى محاليلها المائية مع جزئ الماء .

علل : لا يوجد أيون الهيدروجين الناتج من تأين الأحماض فى محاليلها المائية منفرداً ؟؟.

ج : لأنه ينجذب إلى زوج الإلكترونات الحر الموجود على ذرة أكسجين أحد جزيئات الماء و يرتبط مع جزئ الماء برابطة تناسقية .

اشرح تجربة توضح بها اثر التخفيف على تاين محلولين احداهما لكلوريد الهيدروجين و الأخر لحمض الخليك ؟؟.

الخطوات	الملاحظة	الإستنتاج
1. اختبر التوصيل الكهربى لحمض الأستيك النقى و كلوريد الهيدروجين الذائب فى البنزين	عدم اضاءة المصباح	كلا المحلولين لا يحتوى على ايونات تعمل على توصيل التيار
2. نحضر محلولين (0.1 مولر) من	المصباح يضئ بشده فى حالة	حمض الهيدروكلوريك يحتوى على وفرة

حمض الهيدروكلوريك و حمض الأستيك ثم نختبر التوصيل الكهربى لهذين المحلولين	حمض الهيدروكلوريك بينما يضئ إضاءة خافتة فى حالة حمض الخليك .	من الأيونات عكس حمض الأستيك .
3. نخفف المحلولين من 0.1 مولر الى 0.001 مولر و نختبر توصيل التيار الكهربى فى كل منهما (شدة اضاءة المصباح) .	شدة الإضاءة لا تتأثر بتخفيف حمض الهيدروكلوريك بينما تزداد بتخفيف حمض الخليك	ـ المركبات التساهمية مثل غاز كلوريد الهيدروجين و حمض الأستيك تتاين فى و جود الماء . ـ تاين غاز كلوريد الهيدروجين تاين تام . ـ تاين حمض الأستيك تأين ضعيف

س : كيف تفرق بين محلول كلوريد الهيدروجين فى الماء و محلوله فى البنزين ؟؟.

الإجابة : بإمرار التيار الكهربى فى كل منهما :
فإذا مر التيار الكهربى كان محلوله فى الماء لأنه تام التأين فى الماء و جيد التوصيل للتيار الكهربى , بينما إذا لم يمر التيار الكهربى كان محلوله فى البنزين لأنه يذوب دون تأين .

س : كيف تفرق بين حمض أسيتيك نقى و أخر مخفف ؟؟.

الاجابة : بإمرار التيار الكهربى فى كل منهما :
فإذا مر التيار الكهربى كان حمض أسيتيك مخففاً لأنه ضعيف التأين فى الماء و يزيد توصيله للتيار الكهربى بالتخفيف بينما إذا لم يمر التيار الكهربى كان الحمض النقى

الإتزان الأيونى

نوع من الإتزان ينشأ فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها و بين الأيونات الناتجة عنها .

$$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$$

مادة الكتروليتية — أيونات حرة

ضعيفة

ملاحظات هامة :

اذا اعطى فى سؤال معادلة تاين حمض ضعيف و سأل عن أثر إضافة المواد الاتية :

1. **إضافة قطرات من حمض (حمض هيدروكلوريك) :**
يزيد تركيز أيون الهيدرونيوم و نكمل الشرح حسب قاعدة لوشاتلييه .

2. **إضافة قطرات من قلوى (هيدروكسيد صوديوم) :**
يقل تركيز أيون الهيدرونيوم و نكمل الشرح حسب قاعدة لوشاتلييه .

مثال : فى التفاعل المتزن التالى :

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

وضح مع التفسير كيف تؤثر التغيرات التالية على تركيز أيون الاسيتات ؟

1. إضافة كمية من الماء إلى المخلوط.
2. إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك
3. إضافة قطرات من هيدروكسيد الصوديوم .

الحل :

1. ينشط التفاعل فى الاتجاه الطردى حسب قاعدة لوشاتلييه و يزيد تركيز أيون الاسيتات .
2. ينشط التفاعل فى الاتجاه العكسى حسب قاعدة لوشاتلييه و يقل تركيز أيون الاسيتات .
3. ينشط التفاعل فى الاتجاه الطردى حسب قاعدة لوشاتلييه و يزيد تركيز أيون الاسيتات .

ملاحظات هامة :

اذا أعطى فى سؤال معادلة تاين قلوى ضعيف و سأل عن أثر إضافة المواد الاتية :

1. **إضافة قطرات من حمض (حمض هيدروكلوريك) :**
   يقل تركيز أيون الهيدروكسيل و نكمل الشرح حسب قاعدة لوشاتلييه .
2. **إضافة قطرات من قلوى (هيدروكسيد صوديوم) :**
   يزيد تركيز أيون الهيدروكسيل و نكمل الشرح حسب قاعدة لوشاتلييه .

مثال : فى التفاعل المتزن التالى :

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

وضح مع التفسير كيف تؤثر التغيرات التالية على تركيز أيون الامونيوم ؟

1. إضافة كمية من الماء إلى المخلوط .
2. إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك .
3. إضافة قطرات من هيدروكسيد الصوديوم .

الحل :

1. .....
.....

2. .....
.....

3. .....

.....

قانون إستفالد (1988)

أهمية القانون	يحدد العلاقة الكمية بين درجة التأين أو التفكك (ألفا α) و التركيز (C) بالمول/لتر
نص القانون	عند ثبوت درجة الحرارة تزداد درجة التأين (α) بزيادة درجة التخفيف لتظل قيمة Ka ثابتة .
	أو : كلما زاد التخفيف (قل التركيز) زادت درجة التفكك و العكس
الشكل الرياضى	$Ka = \alpha^2 \times C$ Ka ثابت تأين أو تفكك الحمض α درجة التفكك أو التأين . C تركيز الحمض

إستنتاج قانون إستفالد

نفرض أن لدينا حمضاً أحادى البروتون صيغته HA عند إذابته فى الماء يتفكك حسب المعادلة :

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

و بفرض أن : 1 مول من الحمض الضعيف قد أذيب فى (V) لتر من المحلول .

فإذا كانت عدد المولات المفككة (α) مول .

فإن عدد المولات غير المفككة من الحمض (1 - α)

درجة التفكك = عدد المولات المفككة ÷ عدد المولات الكلية قبل التفكك .

	HA	⇌	H^+	+	A^-
عدد المولات	(1 - α)		α		α

و بتطبيق قانون فعل الكتلة على معادلة تاين الحمض :

$$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

و حيث أن التركيز = (عدد المولات) ÷ الحجم باللتر

تكون تركيزات المواد عند الإتزان بالمول / لتر هى :

$$[H^+] = \frac{\alpha}{V} \quad \& \quad [A^-] = \frac{\alpha}{V} \quad \& \quad [HA] = \frac{(1-\alpha)}{V}$$

و بالتعويض فى قانون فعل الكتلة نجد أن :

$$Ka = \frac{\frac{\alpha}{V} \times \frac{\alpha}{V}}{\frac{(1-\alpha)}{V}} \Rightarrow Ka = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

و حيث أن الحمض ضعيف التأين نجد أن المقدار (α – 1) يمكن إهماله

و حيث أن تركيز الحمض (C) = $\frac{1}{V}$

و بذلك يمكن كتابة المعادلة السابقة على النحو التالى :

$$Ka = \alpha^2 \times C$$

ملاحظات خطيرة جدا :

تتناسب قوة الحمض تناسباً طردياً مع ثابت تأينه (Ka) ، أى كلما زادت قمية ثابت التأين زادت قوة الحمض و العكس .

يا ريت تحفظ هذه الأحماض بالرموز :

اسم الحمض	الصيغة الجزيئية	ثابت التأين
حمض الكبريتوز	H_2SO_3	1.7×10^{-2}
حمض الهيدروفلوريك	HF	6.7×10^{-4}
حمض النيتروز	HNO_2	5.1×10^{-4}
حمض الخليك	CH_3COOH	1.8×10^{-5}
حمض الكربونيك	H_2CO_3	4.4×10^{-7}
حمض البوريك	H_3BO_3	5.8×10^{-10}

إذا علمت أن ثابت تأين حمض الكبريتوز و حمض الهيدروفلوريك و حمض النيتروز و حمض الخليك و حمض البوريك و حمض الكربونيك هى:

1.7×10^{-2} , 6.7×10^{-4} , 5.1×10^{-4} , 1.8×10^{-5} , 5.8×10^{-10} , 4.4×10^{-7} على الترتيب .

رتب هذه الأحماض حسب قوتها تصاعديا .

الحل :

الكبريتوز > الهيدروفلوريك > النيتروز > الخليك > الكربونيك > البوريك

1.7×10^{-2} > 6.7×10^{-4} > 5.1×10^{-4} > 1.8×10^{-5} > 4.4×10^{-7} > 5.8×10^{-10}

لأن قوة الحمض تتناسب طردياً مع ثابت تأينه .

حساب تركيز أيون الهيدرونيوم للأحماض الضعيفة

$$[\ H_3O\ ]^+ = \sqrt{Ka \times C}$$

Ka : ثابت تأين أو تفكك الحمض .

$[\ H_3O\ ]^+$: تركيز أيون الهيدرونيوم (الهيدروجين) .

C : تركيز الحمض .

إستنتاج القانون

يتفكك حمض الخليك تركيزه (C) عند إذابته فى الماء حسب المعادلة :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

و بتطبيق قانون فعل الكتلة على معادلة تاين الحمض :

$$Ka = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

و يتضح من المعادلة أن $[\ CH_3COO^-\ ] = [H_3O^+]$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[CH_3COOH]}$$

و حيث أن تركيز الحمض $C_a = [CH_3COOH]$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a}$$

$$[\ H_3O\ ]^+ = \sqrt{K_a \times C_a}$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيل للقواعد الضعيفة

$$[\ OH^-\ ] = \sqrt{K_b \times C_b}$$

K_b : ثابت تأين أو تفكك القاعدة .

$[\ OH\ ]^-$: تركيز أيون الهيدروكسيل .

C_b : تركيز القاعدة .

إستنتاج القانون

يذوب النشادر تركيزه (C) فى الماء و يحدث التفاعل المتزن الأتى:

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

و بتطبيق قانون فعل الكتلة على معادلة تاين القاعدة :

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

و يتضح من المعادلة أن $[\ OH^-\ ] = [\ NH_4^+\ ]$

$$K_b = \frac{[\ OH^-\ ]^2}{[\ NH_3\ ]}$$

و حيث أن تركيز القاعدة $C_b = [NH_3]$

$$K_b = \frac{[\ OH^-\ ]^2}{C_b}$$

$$[\ OH^-\ ] = \sqrt{K_b \times C_b}$$

ملخص القوانين السابقة و المرتبطة ببعضها

الأحماض	القواعد
$K_a = \alpha^2 \times C_a$	$K_b = \alpha^2 \times C_b$
$\alpha = \sqrt{K_a \div C_a}$	$\alpha = \sqrt{K_b \div C_b}$
$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a}$	$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b}$
$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$	$[OH^-] = \sqrt{K_b \times C_b}$
$[H_3O^+] = \alpha \times C_a$	$[OH^-] = \alpha \times C_b$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$PH = -\log[H_3O^+]$	$POH = -\log[OH^-]$
PH 0 ---------- 7 ----------14 حمضى متعادل قاعدى	$pH + pOH = 14$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} \quad @ \quad [OH^-] = 10^{-POH}$$

عدد المولات = كتلة المادة بـ g ÷ الكتلة المولية

التركيز = عدد المولات ÷ الحجم باللتر L