التكافؤات الشائعة لبعض العناصر

اسم العنصر	رمزه	تكافؤه	اسم العنصر	رمزه	تكافؤه
هيدروجين	H	I	خارصين	Zn	II
ليثيوم	Li	I	أكسجين	O	II
صوديوم	Na	I	مغنيسيوم	Mg	II
بوتاسيوم	K	I	ألومنيوم	Al	III
فلور	F	I	نحاس	Cu	I ، II
كلور	Cℓ	I	حديد	Fe	II ، III
بروم	Br	I	كبريت	S	II ، IV ،VI
يود	I	I	كربون	C	II ، IV
فضة	Ag	I	رصاص	Pb	II ، IV
كالسيوم	Ca	II	فوسفور	P	III ، V

التكافؤات الشائعة لبعض الشقوق الأيونية المركبة

اسم الشق	الصيغة	تكافؤه	اسم الشق	الصيغة	تكافؤه
الأمونيوم	NH_4^+	I	السيانيد	CN^-	I
الهيدروكسيد	OH^-	I	الكربونات الهيدروجينية	HCO_3^-	I
النيتريت	NO_2^-	I	الكربونات	CO_3^{2-}	II
النيترات	NO_3^-	I	الكبريتيد	S^{2-}	II
هيبوكلوريت	$C\ell O^-$	I	الكبريتيت	SO_3^{2-}	II
الكلوريت	$C\ell O_2^-$	I	الكبريتيت الهيدروجينية	HSO_3^-	I
الكلورات	$C\ell O_3^-$	I	الكبريتات الهيدروجينية	HSO_4^-	I
الفورمات	$HCOO^-$	I	الكبريتات	SO_4^{2-}	II
الأسيتات	CH_3COO^-	I	الفوسفات	PO_4^{3-}	III

بعض الأحماض القوية (تامة التأين)

صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق الحمضي	اسم الشق الحمضي
HCl	حمض الهيدروكلوريك	Cl^-	كلوريد
HBr	حمض الهيدروبروميك	Br^-	بروميد
HI	حمض الهيدرويوديك	I^-	يوديد
HNO_3	حمض النيتريك	NO_3^-	نيترات
$HClO_3$	حمض الكلوريك	ClO_3^-	كلورات
$HClO_4$	حمض البيركلوريك	ClO_4^-	بيركلورات
H_2SO_4	حمض الكبريتيك	SO_4^{2-}	كبريتات

بعض الأحماض الضعيفة (غير تامة التأين)

صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق الحمضي	اسم الشق الحمضي
HF	حمض الهيدروفلوريك	F^-	فلوريد
HCN	حمض الهيدروسيانيك	CN^-	سيانيد
HNO_2	حمض النيتروز	NO_2^-	نيتريت
H_2CO_3	حمض الكربونيك	CO_3^{2-}	كربونات
H_3PO_4	حمض الفوسفوريك	PO_4^{3-}	فوسفات
H_2SO_3	حمض الكبريتوز	SO_3^{2-}	كبريتيت
CH_3COOH	حمض الأسيتيك	CH_3COO^-	أسيتات
$HCOOH$	حمض الفورميك	$HCOO^-$	فورمات

بعض القواعد القوية (تامة التأين)

صيغة القاعدة	اسم القاعدة	صيغة الشق القاعدي	اسم الشق القاعدي
$LiOH$	هيدروكسيد الليثيوم	Li^+	كاتيون ليثيوم
$NaOH$	هيدروكسيد الصوديوم	Na^+	كاتيون صوديوم
KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم	K^+	كاتيون بوتاسيوم
$Ba(OH)_2$	هيدروكسيد الباريوم	Ba^{2+}	كاتيون باريوم
$Ca(OH)_2$	هيدروكسيد الكالسيوم	Ca^{2+}	كاتيون كالسيوم
$Mg(OH)_2$	هيدروكسيد مغنيسيوم	Mg^{2+}	كاتيون مغنيسيوم

بعض القواعد الضعيفة (غير تامة التأين)

صيغة القاعدة	اسم القاعدة	صيغة الشق القاعدي	اسم الشق القاعدي
NH_3	الأمونيا	NH_4^+	كاتيون الأمونيوم
$Cu(OH)_2$	هيدروكسيد النحاسII	Cu^{2+}	كاتيون النحاس
$Al(OH)_3$	هيدروكسيد الألومنيوم	Al^{3+}	كاتيون الألومنيوم

تعريف الأملاح وأنواعها

السؤال الأول : اكتب المصطلح العلمي

مركبات أيونية تتكوّن من تفاعل الحمض مع القاعدة وتنتج عن اتحاد **كاتيون القاعدة** مع **انيون الحمض**

أو (مركب أيوني يتكوّن من كاتيون مصدره قاعدة و آنيون مصدره حمض) (..... الأملاح .....)

السؤال الثاني : أذكر أنواع الأملاح :

١- أملاح **متعادلة** : تتكوّن نتيجة التفاعل بين حمض **قوي** .وقاعدة **قوية**

٢- أملاح **حمضية** : تتكوّن نتيجة التفاعل بين حمض ... **قوي** .. وقاعدة ...**ضعيفة** ...

٣- أملاح **قاعدية** : تتكوّن نتيجة التفاعل بين حمض ... **ضعيف** .. وقاعدة ... **قوية** ...

****ملاحظة** : الأملاح التي تتكون من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة : تصنف كأملاح حمضية أو قاعدية أو متعادلة تبعا لقيمة **ثابت تأين الحمض K_a** و **ثابت تأين القاعدة K_b**

السؤال الثالث : ضع علامة (√) بين القوسين المقابلين للإجابة الصحيحة التي تكمل كلاً من العبارات التالية :

١- الملح الناتج من تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية (الملح المتعادل) هو :

( ) NH_4Cl (√) $NaCl$ ( ) CH_3COOK ( ) $Fe(NO_3)_3$

٢- الملح الحمضي من الأملاح التالية هو :

(√) NH_4Cl ( ) $NaBr$ ( ) CH_3COONa ( ) KI

٣- الملح القاعدي من الأملاح التالية هو :

( ) NH_4Cl ( ) Na_2SO_4 (√) $HCOOK$ ( ) NH_4NO_3

السؤال الرابع : اكمل ؟ :- ينتج ملح كلوريت الحديد II $Fe(C\ell O_2)_2$ من تفاعل هيدروكسيد الحديد (II) $Fe(OH)_2$ مع حمض ..... $HC\ell O_2$ .....

السؤال الخامس : أكمل الناقص في الجدول التالي :

م	صيغة الملح	صيغة الحمض المكوّن للملح	صيغة القاعدة المكوّنة للملح
١	$NH_4C\ell$	$HC\ell$	NH_3
٢	Na_2SO_4	H_2SO_4	NaOH
٣	CH_3COOK	CH_3COOH	KOH
٤	Na_2CO_3	H_2CO_3	NaOH

السؤال السادس :- اختر من المجموعة (ب) ما يناسب المجموعة (أ) وضع الرقم المناسب ؟

	المجموعة (أ)		المجموعة (ب)
3	ملح متعادل	1	HCOOK
6	حمض ضعيف	2	NH_3
1	ملح قاعدي	3	$BaSO_4$
2	قاعده ضعيفة	4	$Cu(NO_3)_2$
4	ملح حمضي	5	$HClO_4$
		6	CH_3COOH

تسمية الشقوق الحمضية

السؤال الأول : أكمل التالي :

١- تسمية الشقوق الحمضية للأحماض **غير الأكسجينية**

أ – **لا تحتوي** على هيدروجين :..... اسم اللافلز (أو المجموعة الذرية) + يد .....

ب- **تحتوي** على هيدروجين :.....[اسم اللافلز (أو المجموعة الذرية) + يد + هيدروجيني] .....

صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق	اسم الشق الحمضي
HF	حمض الهيدروفلوريك	F^-	فلوريد
HCl	حمض الهيدروكلوريك	Cl^-	كلوريد
HBr	حمض الهيدروبروميك	Br^-	بروميد
HI	حمض الهيدرويوديك	I^-	يوديد
HCN	حمض الهيدروسيانيك	CN^-	سيانيد
H_2S	حمض الهيدروكبريتيك	HS^-	كبريتيد هيدروجيني
		S^{2-}	كبريتيد

٢- تسمية الشقوق الحمضية للأحماض **الأكسجينية** تُسمى الأحماض الأكسجينية حسب عدد تأكسد الذرة المركزية (ذرة اللافلز)

صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق	اسم الشق الحمضي
HClO	حمض هيبوكلوروز	ClO^-	هيبوكلوريت
$HClO_2$	حمض كلورزو	ClO_2^-	كلوريت
H_2SO_3	حمض كبريتوز	HSO_3^-	كبريتيت هيدروجيني
		SO_3^{2-}	كبريتيت
H_2CO_3	حمض كربونيك	HCO_3^-	كربونات هيدروجيني
		CO_3^{2-}	كربونات
H_2SO_4	حمض كبريتيك	HSO_4^-	كبريتات هيدروجيني
		SO_4^{2-}	كبريتات
H_3PO_4	حمض فوسفوريك	$H_2PO_4^-$	فوسفات ثنائي الهيدروجين
		HPO_4^{2-}	فوسفات أحادي الهيدروجين
		PO_4^{3-}	فوسفات

ملاحظة :إذا كان الشق يحتوي على هيدروجين (بدول) يكتب **بعد** اسم المجموعة الذرية :

(أحادي – ثنائي – ثلاثي) الهيدروجين **(H : أحادي - H_2 : ثنائي - H_3 ثلاثي)**

تسمية الأملاح

١- تسمية الأملاح غير الهيدروجينية التي تحتوي على فلزات :

أ - أعداد تأكسد ثابتة : [اسم الشق الحمضي + اسم الفلز(أو الأمونيوم)]

ب - أعداد تأكسد متغيرة : [اسم الشق الحمضي + اسم الفلز + عدد تأكسد الفلز]

السؤال الأول : أكمل الناقص في الجدول التالي :

صيغة الملح	اسم الملح (عدد تأكسد الفلز ثابت)	صيغة الملح	اسم الملح (عدد تأكسد الفلز متغير)
$NH_4C\ell$	كلوريد الأمونيوم	$CuC\ell$	كلوريد النحاس I
$NaC\ell$	كلوريد الصوديوم	$CuC\ell_2$	كلوريد النحاس II
K_2SO_4	كبريتات البوتاسيوم	Cu_2SO_4	كبريتات النحاس I
$NaNO_2$	نيتريت الصوديوم	$CuSO_4$	كبريتات النحاس II
KNO_3	نيترات البوتاسيوم	Cu_2S	كبريتيد النحاس I
$Ca(NO_3)_2$	نيترات الكالسيوم	CuS	كبريتيد النحاس II
$MgSO_4$	كربونات المغنسيوم	$FeSO_4$	كبريتات الحديد II
K_3PO_4	فوسفات البوتاسيوم	$Fe_2(SO_4)_3$	كبريتات الحديد III
K_2S	كبريتيد البوتاسيوم	$FeCl_2$	كلوريد الحديد II
CH_3COONa	اسيتات الصوديوم	$FeCl_3$	كلوريد الحديد III
$HCOOK$	فورمات البوتاسيوم	FeS	كبريتيد الحديد II

2- تسمية الأملاح الهيدروجينية التي تحتوي على فلزات :

أ - أعداد تأكسد ثابتة : [اسم الشق الحمضي + اسم الفلز(أو الأمونيوم) + (احادي أو ثنائي أو ثلاثي) الهيدروجين]

ب-أعداد تأكسد متغيرة : [اسم الشق الحمضي + اسم الفلز + عدد تأكسد الفلز (احادي أو ثنائي أو ثلاثي) الهيدروجين]

السؤال الثاني : أكمل الناقص في الجدول التالي :

الأملاح الهيدروجينية للفلزات ذات أعداد التأكسد الثابتة		الأملاح الهيدروجينية للفلزات ذات أعداد التأكسد المتغيرة	
$NaHSO_4$	كبريتات الصوديوم الهيدروجينية	$Fe(HSO_4)_2$	كبريتات الحديد II الهيدروجينية
$NaHCO_3$	كربونات الصوديوم الهيدروجينية	$Fe(H_2PO_4)_3$	فوسفات الحديد III ثنائية الهيدروجين
$Ca(HCO_3)_2$	كربونات الكالسيوم الهيدروجينية		

تميؤ الأملاح

السؤال الأول : اكتب المصطلح العلمي

تفاعل بين أيونات الملح وجزيئات الماء لتكوين حمض وقاعدة أحدهما أو كلاهما ضعيف

(تميؤ الملح)

السؤال الثاني : تصنف محاليل الأملاح إلى :

١- **محاليل متعادلة** تنتج عن **ذوبان** ملح متعادل ناتج عن تفاعل حمض **قوي** مع قاعدة **قوية**

٢- **محاليل قاعدية** تنتج عن تميؤ ملح قاعدي ناتج عن تفاعل حمض **ضعيف** مع قاعدة **قوية**

٣- **محاليل حمضية** تنتج عن تميؤ ملح حمضي ناتج عن تفاعل حمض **قوي** مع قاعدة **ضعيفة**

ملاحظة : محاليل الأملاح التي تتكون من **حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة** : تصنف كأملاح حمضية أو قاعدية أو متعادلة تبعا **للقوة النسبية للأحماض الضعيفة (K_a) والقواعد الضعيفة (K_b)**

السؤال الثالث : أكمل الناقص حسب الجدول التالي :

اسم الملح	الصيغة الكيميائية	اسم الشق الذي يتميأ	قيمة pH لمحلوله (7 أو أكبر من7 أو أصغر من 7)	تأثيره محلوله على تباع الشمس
كلوريد النحاس (II)	$CuC\ell_2$	كاتيون النحاس	أصغر من 7	يتلون باللون الأحمر
أسيتات البوتاسيوم	CH_3COONa	أنيون الأسيتات	أكبر من7	يتلون باللون الأزرق
كلوريد الأمونيوم	$NH_4C\ell$	كاتيون الأمونيوم	أصغر من 7	يتلون باللون الأحمر
نيترات الصوديوم	$NaNO_3$		7	لا يتأثر
سيانيد البوتاسيوم	KCN	أنيون السيانيد	أكبر من7	يتلون باللون الأزرق

السؤال الرابع : ضع علامة (√) بين القوسين المقابلين للإجابة الصحيحة التي تكمل كلاً من العبارات التالية :

١- أحد الأملاح التالية لا يحدث له تميؤ عند إضافة الماء إليه :

( ) NH_4NO_3 (√) Na_2SO_4 ( ) NaCN ( ) Na_2CO_3

٢- محلول الملح الذي له أكبر قيمة أس هيدروجيني (pH) من محاليل الأملاح التالية هو :

( ) NaBr ( ) NH_4Cl (√) Na_2CO_3 ( ) $FeC\ell_3$

٣- محلول الملح الذي له أقل قيمة أس هيدروجيني (pH) من محاليل الأملاح التالية هو :

( ) $CaCl_2$ ( ) HCOONa ( ) KNO_3 (√) $CuSO_4$

٤- إذا كانت قيمة ثابت التأين للأمونيا ($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$) و قيمة ثابت التأين لحمض الهيدروسيانيك ($K_a = 5 \times 10^{-10}$) فإن محلول سيانيد الأمونيوم :

( ) قيمة الأس الهيد روجيني (PH) للمحلول أقل من7 ( ) يعتبر محلولاً حمضياً

(√) قيمة الأس الهيد روجيني (PH) للمحلول أكبر من7 ( ) يعتبر محلولاً متعادلاً

ثابت حاصل الإذابة(K_{sp})

المحلول يتكوّن من **مذاب** و **مذيب**

أنـواع المحاليـل حسب كمية المادة المذابة

- محلول **غير مشبع**
- محلول **مشبع.**
- محلول **فوق مشبع**

السؤال الأول : اكتب المصطلح العلمي ؟

١- المحلول الذي يحتوي على كمية من المادة المذابة **أقل مما في المحلول المشبع** عند الظروف ذاتها وله القدرة على إذابة كميات إضافية من المذاب عند إضافتها إلية من دون ترسيب (**المحلول الغير مشبع**)

٢- المحلول الذي يحتوي على **أكبر كمية من المذاب** وليس له القدرة على إذابة أي كمية إضافية من المذاب فيه عند درجة حرارة معينة بحيث تترسب أي كمية إضافية من المذاب ويكون في حالة اتزان ديناميكي

(**المحلول المشبع**)

٣- المحلول الذي يحتوي على كمية من المادة المذابة **أكبر مما في المحلول المشبع** عند الظروف ذاتها

(**المحلول الفوق مشبع**)

٤- كمية المذاب اللازمة لإنتاج محلول مشبع في كمية محددة من المذيب عند رجة حرارة معينة

(**الذوبانية**)

٥ - حاصل ضرب تركيز أيونات المركب الأيوني والتي تتواجد في حالة اتزان في محلولها المشبع ، كل مرفوع إلى أس يساوي عدد مولات الأيونات الموجودة في المعادلة الموزونة عند درجة حرارة معينة (**ثابت حاصل الإذابة**)

السؤال الثاني : اكتب المعادلة الموزونة لتفكك المركبات التالية مع التعبير عن ثابت حاصل الإذابة لكل معادلة عند الاتزان

(١) هيدروكسيد النيكل : $Ni(OH)_2$

معادلة التفكك الموزونة : $Ni(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Ni^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$

التعبير عن ثابت حاصل الإذابة $K_{SP} = [Ni^{+2}][OH^{-}]^2$

(٢) كرومات الفضة : Ag_2CrO_4

معادلة التفكك الموزونة : $Ag_2CrO_{4\,(s)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + CrO_4^{-2}{}_{(aq)}$

التعبير عن ثابت حاصل الإذابة $K_{SP} = [Ag^{+}]^2 [CrO_4^{-2}]$

تابع ثابت حـــاصل الإذابـــة

الذوبانية (تركيز المحلول الشبع) x عدد مولات الأيون (في الصيغة) = تركيزالأيون

خطوات حساب تركيز أيونات المركب بمعلومية K_{sp} أو العكس

نفرض أن : تركيز المحلول المشبع(الذوبانية) = X

(AgCl) : عدد مولات أيونات المركب = 2	(CaF_2) : عدد مولات أيونات المركب = 3
معادلة التفكك : $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$	معادلة التفكك : $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^-$
تركيز الأيون : X X	تركيز الأيونات : X 2X
حاصل الإذابة : $K_{sp} = X^2$	حاصل الإذابة : $K_{sp} = 4X^3$

السؤال الأول : مسائل على ثابت حاصل الإذابة Ksp

١) إذا علمت أن ثابت حاصل الإذابة لمحلول مشبع متزن من فلوريد الكالسيوم CaF_2 يساوي (3.9×10^{-11}) عند درجة حرارة (25 °C) المطلوب : حساب أ- تركيز المحلول المشبع

(أ) معادلة التفكك : $CaF_{2(s)} \leftrightarrows Ca^{2+}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$

تركيز الأيونات : X 2X

$K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2 = 4X^3$

$3.9 \times 10^{-11} = 4X^3$ X (الذوبانية) $= 2.14 \times 10^{-4}$ M

ب - تركيز كل من كاتيونات الكالسيوم [Ca^{2+}] وأنيونات الفلوريد [F^-] في المحلول

تركيزالأيون = الذوبانية (تركيز المحلول الشبع) x عدد مولات الأيون (في الصيغة)

$[Ca^{2+}] = 2.14 \times 10^{-4}$ M $[F^-] = 2 \times 2.14 \times 10^{-4} = 4.28 \times 10^{-4}$ M

٢) إذا كان تركيز كاتيونات الفضة [Ag^+] في محلول مشبع متزن من أوكسالات الفضة ($Ag_2C_2O_4$) يساوي (2.2×10^{-4}) M المطلوب : حساب

أ - تركيز المحلول المشبع

(أ) معادلة التفكك : $Ag_2C_2O_{4(s)} \rightarrow 2Ag^+_{(aq)} + C_2O_4^{-2}{}_{(aq)}$

تركيز الأيونات : 2X X

تركيزالأيون = الذوبانية (تركيز المحلول الشبع) x عدد مولات الأيون (في الصيغة)

$2.2 \times 10^{-4} = 2$ x (تركيز المحلول الشبع X) $\rightarrow$ (تركيز المحلول الشبع X) $= 1.1 \times 10^{-4}$ M

ب - حساب تركيز أنيونات الأوكسالات [$C_2O_4^{2-}$] في المحلول

$[C_2O_4^{2-}] = 1.1 \times 10^{-4}$ M

ج - حساب قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) للملح

$K_{sp} = [Ag^+]^2 [C_2O_4^{2-}]$

$K_{sp} = (2.2 \times 10^{-4})^2 \times 1.1 \times 10^{-4}$ $K_{sp} = 5.324 \times 10^{-12}$

٣) إذا كان تركيز محلول مشبع متزن من كبريتيد الفضة (Ag_2S) يساوي M (1×10^{-5})

المطلوب : حساب أ - تركيز كاتيونات الفضة في المحلول

(أ) معادلة التفكك : $Ag_2S_{(s)} \leftrightarrows 2Ag^+_{(aq)} + S^-_{(aq)}$

تركيز الأيونات : X 2X

أ - تركيزا لأيون = الذوبانية (تركيز المحلول الشبع X) x عدد مولات الأيون (في الصيغة)

$[Ag^+] = 2 \times 10^{-5}$ M $[Ag^+] = 2 \times 1 \times 10^{-5}$

ب - تركيز أنيونات الكبريتيد $[S^{2-}]$ في المحلول

تركيزالأيون = الذوبانية (تركيز المحلول الشبع) x عدد مولات الأيون (في الصيغة)

$[S^{2-}] = 1 \times 10^{-5}$ M

ج - قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) للملح

$K_{sp} = [Ag^+]^2 [S^{2-}]$

$K_{sp} = (2 \times 10^{-5})^2 \times 1 \times 10^{-5}$ $K_{sp} = 4 \times 10^{-15}$

السؤال الثاني : ضع علامة (√) بين القوسين المقابلين للإجابة الصحيحة التي تكمل كلاً من العبارات التالية :

١- تركيز كاتيون البوتاسيوم $[K^+]$ في محلول مشبع متزن من كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) يساوي :

( ) تركيز أيون الكرومات في المحلول (√) ضعف تركيز أيون الكرومات في المحلول

( ) نصف تركيز أيون الكرومات في المحلول ( ) مربع تركيز أيون الكرومات في المحلول

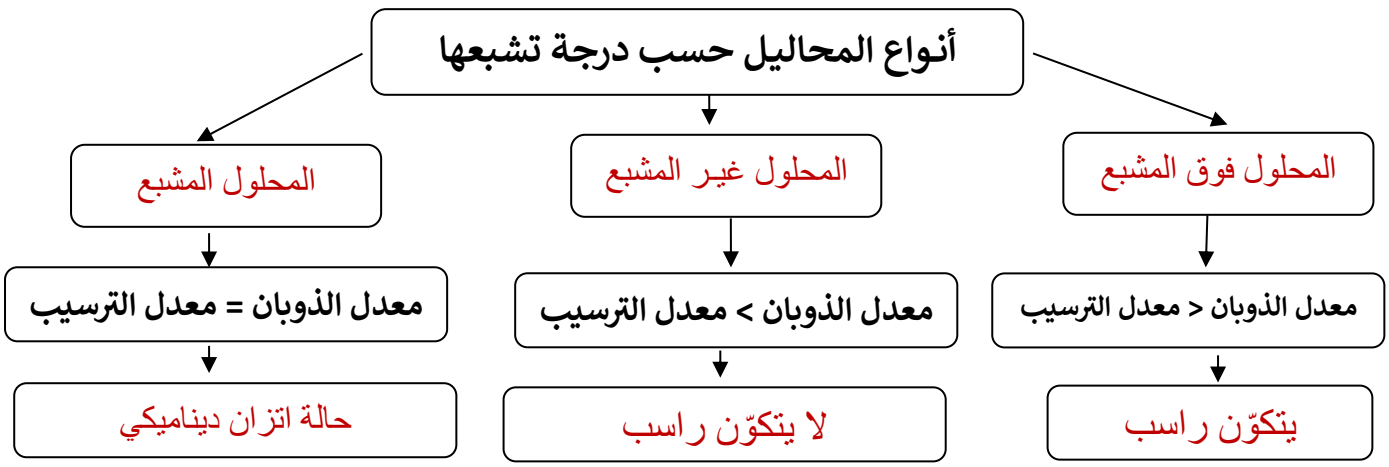
٢- إذا كانت قيمة ثابت حاصل الإذابة لمحلول مشبع من يوديد الفضة (Ag I) تساوي (8.3×10^{-17}) فإن تركيز المحلول المشبع يساوي :

( ) 2.74×10^{-6} ( ) 4.15×10^{-17}

(√) 9.11×10^{-9} ( ) 1.66×10^{-16}

س : أكمل الفراغات في المخطط التالي مستعينا بالمصطلحات التالية

المحلول المشبع – المحلول فوق المشبع – المحلول غير المشبع – حالة اتزان ديناميكي – يتكوّن راسب - لا يتكوّن راسب



الحاصل الأيوني (Q)

العلاقة بين ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) والحاصل الأيونـــي (Q)

السؤال الأول : اكتب المصطلح العلمي ؟

حاصل ضرب تركيز الأيونات الموجودة في المحلول (غير المشبع أو المشبع أو فوق المشبع) كل مرفوع إلى أس يساوي عدد مولاته في الصيغة (الحاصل الأيوني (Q))

السؤال الثاني : حدد نوع المحلول (مشبع – غير مشبع – فوق مشبع) ثم اختر الإجابة المناسبة

١) إذا كان : (Q) أصغر من (K_{sp}) : المحلول غير مشبع : [ذوبان - ترسيب – متزن]

٢) إذا كان : (Q) أكبر من (K_{sp}) : المحلول فوق مشبع : [ذوبان - ترسيب – متزن]

٣) إذا كان : (Q) يساوي (K_{sp}) : المحلول مشبع : [ذوبان - ترسيب – متزن]

حالات الذوبان والترسيب :

	الترسيب	الذوبـان
الشروط	(Q) أكبر من (K_{sp})	(Q) أصغر من (K_{sp})
الحالات	وجود أيون مشترك مثل : $AgC\ell$ مع $NaC\ell$: AgCl مع $AgNO_3$ (أو أي أمثلة أخرى)	عدم وجود أيون مشترك : (١) تكوين أيون متراكب : عند إضافة محلول الأمونيا إلى مركب أيوني (٢) تكوين إلكتروليت ضعيف : عند إضافة حمض قوي إلى مركب أيوني

أكبر (K_{sp}) يكون أكبر ذوباناً ،،،، أقل (K_{sp}) يكون أقل ذوبانا ويترسب أولاً [بشرط تساوي مولات المركبات]

السؤال الثالث : علل مع التوضيح بالمعادلات :

١ - يذوب كربونات الكالسيوم الشحيح الذوبان في الماء عند إضافة حمض الهيدركلوريك إليه

معادلة تفكك الملح $CaCO_{3(s)} \leftrightarrows Ca^{+2}_{(aq)} + CO_3^{-2}{}_{(aq)}$

معادلة تأين الحمض $HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

تكون الإلكتروليت الضعيف $2H_3O^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \leftrightarrows H_2CO_{3(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

- لأن أنيون الكربونات (CO_3^{2-}) في المحلول يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف ويتكون إلكتروليت ضعيف H_2CO_3
- يقل تركيز أنيون الكربونات [CO_3^{2-}] - يُصبح (Q) أقل من K_{sp}.
- فيختل الاتزان وحسب مبدأ لوشاتيليه يزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي أي اتجاه الذوبان.

٢- يذوب ملح كبريتيد الحديد II الشحيح الذوبان في الماء عند إضافة في محلول حمض النيتريك

معادلة تفكك الملح $FeS_{(s)} \leftrightarrows Fe^{+2}_{(aq)} + S^{-2}_{(aq)}$

معادلة تأين الحمض $HNO_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$

تكون الإلكتروليت الضعيف $2H_3O^+_{(aq)} + S^{-2}_{(aq)} \leftrightarrows H_2S_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

- لأن أنيون الكبريتيد (S^{2-}) في المحلول يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف ويتكون إلكتروليت ضعيف H_2S
- يقل تركيز أنيون الكبريتيد [S^{2-}] - يُصبح (Q) أقل من K_{sp}.
- فيختل الاتزان وحسب مبدأ لوشاتيلييه يزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي أي اتجاه الذوبان.

٣- يذوب كلوريد الفضة الشحيح الذوبان في الماء عند إضافة محلول الأمونيا إليه .

معادلة تفكك كلوريد الفضة $AgCl_{(s)} \leftrightarrows Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

$2NH_{3(aq)} + Ag^+_{(aq)} \rightarrow [Ag(NH_3)_2]^+$

لأن كاتيون الفضة في المحلول يتحد مع الأمونيا مكوناً معها كاتيون الفضة الأموني المتراكب $[Ag(NO_3)_2]^+$ وهو أيون ثابت، فيقل تركيز أيون الفضة وتُصبح (Q) أقل من (K_{sp}) ويختل الاتزان وبحسب مبدأ لوشاتيليه يُزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي (اتجاه الذوبان).

٤- يترسب كلوريد الباريوم من محلوله المشبع عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المركز إليه

معادلة تفكك كلوريد الفضة $AgCl_{(s)} \leftrightarrows Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

معادلة تفكك حمض الهيدروكلوريك : $HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

- بسبب وجود أيون الكلوريد (Cl^-) المشترك - يزداد تركيز أنيون الكلوريد $[Cl^-]$ - تُصبح (Q) أكبر من (K_{sp})

- يختل الاتزان وحسب مبدأ لوشاتليه يزاح موضع الاتزان نحو الاتجاه العكسي مسبباً ترسيب بعض من AgCl الذائب في المحلول

السؤال الرابع : ضع علامة (√) بين القوسين المقابلين للإجابة الصحيحة التي تكمل كلاً من العبارات التالية :

١- الأيون المشترك في المحلول المكون من (HCOOH) والملح (HCOONa) هو:
( ) $HCOO^+$ (√) $HCOO^-$ ( ) H^+ ( ) Na^+

٢- يمكن ترسيب كلوريد الفضة من محلوله المشبع المتزن بإضافة محلول :
( ) الأمونيا ( ) نيتريت الصوديوم (√) كلوريد الصوديوم ( ) كبريتات الصوديوم

٣- عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين في محلول مشبع متزن من كبريتيد الرصاص يؤدي إلى :
( ) زيادة قيمة K_{sp} لكبريتيد الرصاص ( ) تقليل قيمة (K_{sp}) لكبريتيد الرصاص
(√) تقليل تركيز كاتيونات الرصاص في المحلول ( ) زيادة تركيز $[S^{2-}]$ في المحلول

٤- عند إضافة قليل من محلول نيترات الفضة إلى محلول مشبع متزن من كلوريد الفضة فإنه يعمل على :
( ) زيادة كمية المادة المذابة من كلوريد الفضة (√) تقليل كمية المادة المذابة من كلوريد الفضة
( ) زيادة قيمة K_{sp} لكلوريد الفضة ( ) تقليل قيمة K_{sp} لكلوريد الفضة

٥- يمكن إذابة كبريتيد الخارصين من محلولة المشبع المتزن بإضافة محلول:
( ) كبريتيد البوتاسيوم ( ) كلوريد الخارصين ( ) كبريتات الخارصين (√) حمض النيتريك المركز

٦- إضافة محلول الأمونيا إلى محلول مشبع متزن من كلوريد الفضة يؤدي إلى :
(√) ذوبان كلوريد الفضة المترسب ( ) تقليل قيمة K_{sp} لكلوريد الفضة
( ) ترسيب كلوريد الفضة من المحلول ( ) زيادة قيمة K_{sp} لكلوريد الفضة

٧- جميع المحاليل التالية تعمل على ترسيب كلوريد الفضة AgCl من محلولة المشبع عدا واحدا منها، وهو
( ) HCl (√) KNO_3 ( ) $AgNO_3$ ( ) NaCl

٨- إذا كان ثابت حاصل الإذابة لكل من (MnS , CdS , CoS , ZnS) هي على الترتيب
($6x10^{-16}$, $1x10^{-28}$, $3x10^{-26}$, 1×10^{-24}) أمر في محاليلهم المشبعة في وقت واحد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S فإن المادة التي تترسب أولاً هي :
( ) MnS ( ) CoS ( ) ZnS (√) CdS

٩- يترسب الملح من محلوله المشبع إذا كان الحاصل الأيوني للمحلول :
( ) أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (√) أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة
( ) يساوي قيمة ثابت حاصل الإذابة ( ) نصف قيمة ثابت حاصل الإذابة

* ١٠- يذوب الملح شحيح الذوبان في محلوله المشبع إذا كان حاصل ضرب تركيز الأيونات في المحلول :
(√) أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة للملح ( ) أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة للملح
( ) مساويا لقيمة ثابت حاصل الإذابة للملح ( ) ضعف قيمة ثابت حاصل الإذابة للملح

١١ - ذوبانية محلول مشبع من فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ تساوي
( ) ثلث تركيز أيون الفوسفات (√) ثلث تركيز أيون الكالسيوم
( ) ضعف تركيز أيون الفوسفات ( ) ثلاثة أضعاف تركيز أيون الفوسفات

١٢ - تركيز أيون الفوسفات في محلول مشبع من فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ يساوي
( ) ثلث تركيز المحلول المشبع. ( ) نصف تركيز المحلول المشبع.
( ) ثلاث أمثال تركيز المحلول المشبع . (√) ضعف تركيز المحلول المشبع.

١٣ – عند إضافة محلول NaCl إلى محلول مشبع متزن من كلوريد الفضة AgCl يؤدي إلى :
(√) يقل ذوبان AgCl ( ) يتكون أيون متراكب
( ) يزداد ذوبان AgCl ( ) يقل تركيز أيون الكلوريد [$C\ell^-$]

السؤال الخامس : **أنبوبتين (أ ، ب) يوجد في الأنبوبة (أ) محلول مشبع متزن من كلوريد الفضة ويوجد في الأنبوبة (ب)_محلول مشبع من كربونات الكالسيوم ، فإذا أضيف إلى كلا الأنبوبتين حمض الهيدروكلوريك ، أكمل الجدول التالي**

	الأنبوبة (أ)	الأنبوبة (ب)
كمية المادة المذابة	تقل	تزداد
كمية المادة المترسبة	تزداد	تقل
قيمة الحاصل الأيوني (Q)	تزداد	تقل
قيمة K_{sp}	تظل ثابته	تظل ثابته

السؤال السادس : **اختر من العمود (أ) ما يناسب إتمام التفاعلات في العمود (ب) ثم اكتب الرقم أمام كل تفاعل ؟**

	العمود (أ)		العمود (ب)
1	إضافة محلول HNO_3	5	لترسيب كلوريد الرصاص (II) شحيح الذوبان في الماء في محلولها المشبع المتزن.
2	إضافة محلول $AgNO_3$	4	لترسيب كبريتات الباريوم شحيحة الذوبان في الماء في محلولها المشبع المتزن.
3	إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم	1	لزيادة ذوبان هيدروكسيد النحاس (II) شحيح الذوبان في الماء في محلولها المشبع المتزن.
4	إضافة محلول Na_2SO_4	2	لترسيب يوديد الفضة شحيح الذوبان في الماء في محلولها المشبع المتزن.
5	إضافة محلول NaCl		

مسائل على الحاصل الأيوني

(١) أضيف (80 m L) من محلول نيترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ تركيزه ($2x10^{-6}$ M) إلى (20m L) من محلول كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 تركيزه ($2x10^{-5}$) ، بين بالحساب هل يترسب كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ أم لا ؟ علماً بأن ثابت حاصل الإذابة له يساوي ($K_{sp} = 9.1 \times 10^{-6}$)

K_2SO_4	$Ca(NO_3)_2$
$C = 2x10^{-5}$ M V =20m L = 0.02L	$C = 2x10^{-6}$ M V = 80 m L = 0.08 L
١ – حساب عدد المولات $n = c \times v$	
$n = 2x10^{-5} \times 0.02 = 4 \times 10^{-7}$ mol	$n = 2x10^{-6} \times 0.08 = 1.6 \times 10^{-7}$ mol
٢ – حساب التركيز بعد خلط المحلولين $c = \frac{n}{v}$ بحيث الحجم $V_{(مخلوط)} = 0.02 + 0.08 = 0.1$ L	
$C = \frac{4 \times 10^{-7}}{0.1}$ $C = 4 \times 10^{-6}$ M	$C = \frac{1.6 \times 10^{-7}}{0.1}$ $c = 1.6 \times 10^{-6}$ M
٣ – حساب تركيز الأيونات من العلاقة تركيزالأيون = الذوبانية (تركيز المحلول الشبع) x عدد مولات الأيون (في الصيغة	
$[SO_4^{-2}] = 1 \times 4 \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-6}$ M	$[Ca^{+2}] = 1 \times 1.6 \times 10^{-6} = 1.6 \times 10^{-6}$ M

معادلة التفكك $CaSO_{4(s)} \leftrightarrows Ca^{+2}_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)}$

$Q = [Ca^{+2}][SO_4^{-2}] = 1.6 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}$ $Q = 6.4 \times 10^{-12}$

أي أن Q اصغر من K_{sp} وبالتالي **لا يحدث ترسيب**

(٢) أضيف (100m L) من محلول نيترات الرصاص II $Pb(NO_3)_2$ تركيزه ($9x10^{-3}$ M) إلى (300mL) من محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه ($8x10^{-3}$ M) ، بين بالحساب هل يترسب فلوريد الرصاص II PbF_2 أم لا ؟ علماً بأن ثابت حاصل الإذابة له يساوي ($K_{sp} = 2.7 \times 10^{-8}$)

NaF	$Pb(NO_3)_2$
$C = 8x10^{-3}$ M V =300m L = 0. 3L	$C = 9x10^{-3}$ M V = 100m L = 0.1 L
١ – حساب عدد المولات $n = c \times v$	
$n = 8 \times 10^{-3} \times 0.3 = 2.4 \times 10^{-3}$ mol	$n = 9 \times 10^{-3} \times 0.1 = 9x10^{-4}$ mol
٢ – حساب التركيز بعد خلط المحلولين $c = \frac{n}{v}$ بحيث الحجم $V_{(مخلوط)} = 0.3 + 0.1 = 0.4$ L	
$C = \frac{2.4 \times 10^{-3}}{0.4}$ $C = 6 \times 10^{-3}$ M	$C = \frac{9x10^{-4}}{0.4}$ $c = 2.25 \times 10^{-3}$ M
٣ – حساب تركيز الأيونات من العلاقة تركيزالأيون = الذوبانية (تركيز المحلول الشبع) x عدد مولات الأيون (في الصيغة	
$[F^-] = 1 \times 6 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-3}$ M	$[Pb^{+2}] = 1 \times 2.25 \times 10^{-3} = 2.25 \times 10^{-3}$ M

معادلة التفكك $PbF_{2(s)} \leftrightarrows Pb^{+2}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$

$Q = [Pb^{+2}][F^-]^2 = 2.25 \times 10^{-3} \times (6 \times 10^{-3})^2$ $Q = 8.1 \times 10^{-8}$

أي أن Q اكبر من K_{sp} وبالتالي **يحدث ترسيب**

(٣) عند إضافة محلول حجمه (300 mL) ويحتوي على 8×10^{-4} مول من نيترات الخارصين $Zn(NO_3)_2$ إلى محلول اخر حجمه (500mL) ويحتوي على 2×10^{-4} مول من كبريتيد الصوديوم Na_2S ، بين بالحساب هل يترسب كبريتيد الخارصين Zn S أم لا ؟ علماً بأن ثابت حاصل الإذابة له يساوي ($K_{sp} = 2 \times 10^{-25}$)

$Zn(NO_3)_2$	Na_2S
$n = 8 \times 10^{-4}$ mol V = 300m L = 0.3 L	$n = 2 \times 10^{-4}$ mol V = 500m L = 0. 5 L

١ – حساب التركيز بعد خلط المحلولين $c = \frac{n}{v}$ بحيث الحجم $V_{(مخلوط)} = 0.5 + 0.3 = 0.8$ L

$C = \frac{8 \times 10^{-4}}{0.8}$ $C = 1 \times 10^{-5}$ M	$C = \frac{2 \times 10^{-4}}{0.8}$ $C = 2.5 \times 10^{-4}$ M

٢ – حساب تركيز الأيونات من العلاقة تركيزالأيون = الذوبانية (تركيز المحلول الشبع) x عدد مولات الأيون (في الصيغة

$[Zn^{+2}] = 1 \times 1 \times 10^{-5} = 1 \times 10^{-5}$ M	$[S^{-2}] = 1 \times 2.5 \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-4}$ M

معادلة التفكك $Zn S_{(s)} \leftrightarrows Zn^{+2}{}_{(aq)} + S^{-2}{}_{(aq)}$

$Q = [Zn^{+2}][S^{-2}] = 1 \times 10^{-5} \times 2.5 \times 10^{-4}$ $Q = 2.5 \times 10^{-9}$

أي أن Q اكبر من K_{sp} وبالتالي **يحدث ترسيب**

(٤) أضيف (100 mL) من محلول نيترات الفضة ($AgNO_3$) تركيزه (6×10^{-3} M) إلى (200 mL) من محلول كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) تركيزه (9×10^{-3} M). بين بالحساب هل يترسب كلوريد الفضة AgCl أم لا علما بأن ثابت حاصل الإذابة لكلوريد الفضة ($K_{sp}(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$)

$AgNO_3$	$CaCl_2$
C = 6×10^{-3} M V = 100m L = 0.1 L	C = 9×10^{-3} M V =200m L = 0. 2 L

١ – حساب عدد المولات n = c x v

$n = 6 \times 10^{-3} \times 0.1 = 6 \times 10^{-4}$ mol	$n = 9 \times 10^{-3} \times 0.2 = 1.8 \times 10^{-3}$ mol

٢ – حساب التركيز بعد خلط المحلولين $c = \frac{n}{v}$ بحيث الحجم $V_{(مخلوط)} = 0.2 + 0.1 = 0.3$ L

$C = \frac{6 \times 10^{-4}}{0.3}$ $C = 2 \times 10^{-3}$ M	$C = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{0.3}$ $C = 6 \times 10^{-3}$ M

٣ – حساب تركيز الأيونات من العلاقة تركيزالأيون = الذوبانية (تركيز المحلول الشبع) x عدد مولات الأيون (في الصيغة

$[Pb^{+2}] = 1 \times 2 \times 10^{-3} = 0.012$ M	$[Cl^{-}] = 2 \times 6 \times 10^{-3} = 0.012$ M

معادلة التفكك $AgCl_{(s)} \leftrightarrows Ag^{+}{}_{(aq)} + Cl^{-}{}_{(aq)}$

$Q = [Ag^{+}][Cl^{-}] = 0.012 \times 2 \times 10^{-3}$ $Q = 2.4 \times 10^{-5}$

أي أن Q اكبر من K_{sp} وبالتالي **يحدث ترسيب**

٥- أضيف (0.5 L) من محلول نيترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ تركيزه (0.001 M) إلى (0.5 L) من محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 تركيزه (0.0008 M) ، بين بالحساب هل يترسب كربونات الكالسيوم $Ca SO_4$ أم لا ؟ علماً بأن ثابت حاصل الإذابة له يساوي ($K_{sp} = 2.8 \times 10^{-9}$)

(اجب في الصفحة المقابلة)