المحاليل المائية للأملاح:

تذكرة بأهم الصيغ والتكافؤات:

الأيون	الرمز	التكافؤ
الصوديوم	Na	+1
البوتاسيوم	K	
الأمونيوم	NH_4	
الفضة	Ag	
الكالسيوم	Ca	+2
الرصاص	Pb	
المغنزيوم	Mg	
الباريوم	Ba	

الأيون	الرمز	التكافؤ
الكلوريد	Cl	-1
اليوديد	I	
السيانيد	CN	
النترات	NO_3	
الخلات	CH_3COO	
النملات	$HCOO$	
كبريتات	SO_4	-2
كربونات	CO_3	
كبريت	S	
كرومات	CrO_4	
فوسفات	PO_4	-3

تعريف الملح:

تتشكل الأملاح من تفاعل الحموض مع الأسس وفق التفاعل العام التالي:

ملح+ماء ⟶ حمض+أساس

مثال: تفاعل حمض كلور الماء مع هيدروكسيد الصوديوم:

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

الملح: هو عبارة عن مركب قطبي (علل) لأنه مركب أيوني يتألف من جزأين:

جزء أساسي موجب، أيون معدني أو أكثر، او جذر أمونيوم أو أكثر.

وجزء حمضي سالب، أيون لا معدني أو أكثر، أو جذر حمضي أو أكثر.

أكمل الجدول الآتي:

اسم الملح	صيغة الملح	الجزء الأساسي	الجزء الحمضي
نترات الصوديوم	$NaNO_3$		
كبريتات الأمونيوم	$(NH_4)_2SO_4$		
كلوريد البوتاسيوم	KCl		
خلات الصوديوم	CH_3COONa		

تصنّف الأملاح وفقاً لذوبانيتها:

1- **أملاح ذوّابة**: قيمة ذوبانيتها أكبر من $0.1\ mol.L^{-1}$ عند الدرجة $25°C$.

2- **أملاح قليلة الذوبان**: قيمة ذوبانيتها أقل من $0.001\ mol.L^{-1}$ عند الدرجة $25°C$.

ملاحظة:

أولاً – الأملاح الذوّابة:

تكون المحاليل المائية للأملاح الذوّابة حمضيّة أو أساسيّة أو معتدلة، ويعود هذا الاختلاف إلى قوة الحموض والأسس التي اشتقت منها تلك الأملاح.

لدى دراسة الأملاح الذوابة، يجب التمييز بين أمرين هامين جداً:

1- إماهة الملح:

وهي عبارة عن انحلال "تأين" الملح في الماء وبما أنها أملاح ذوّابة لذلك تُعد تامة التأين ويشار إليها بـ (→)

تطبيق: اكتب معادلة إماهة ملح كلوريد البوتاسيوم.

$$KCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

2- حلمهة الملح:

تفاعل أيون الملح الناتج عن الحمض الضعيف، أو الأساس الضعيف، أو كليهما مع الماء، وهو تفاعل عكوس (⇄) ينتج عنه الحمض أو الأساس الضعيف، وغالباً يرافقه تغيّر في قيمة pH المحلول.

ملاحظة هامة: الأيونات الناتجة من حمض قوي أو أساس قوي حياديّة، لا تتفاعل مع الماء أي لا تتحلمه.

سندرس الآن أربع حالات:

1- الملح الناتج من تفاعل حمض قوي وأساس قوي:

أمثلة على هذا النوع من الأملاح:

كلوريد الصوديوم	كلوريد البوتاسيوم	كلوريد الكالسيوم	نترات الصوديوم
$NaCl$	KCl	$CaCl_2$	$NaNO_3$
نترات البوتاسيوم	نترات الكالسيوم	كبريتات الصوديوم	كبريتات البوتاسيوم
KNO_3	$Ca(NO_3)_2$	Na_2SO_4	K_2SO_4

تطبيق: محلول مائي لملح كلوريد الصوديوم، المطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة هذا الملح. 2- حدد طبيعة الوسط الناتج، مع التعليل.

2- الملح الناتج من تفاعل حمض قوي وأساس ضعيف:

أمثلة على هذا النوع من الأملاح:

كلوريد الأمونيوم	نترات الأمونيوم	كبريتات الأمونيوم
NH_4Cl	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$

محلول مائي لملح نترات الأمونيوم، المطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة هذا الملح. 2- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح، ثم حدد طبيعة الوسط الناتج مع التعليل.

3- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح K_h.

4- استنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأين المحلول المائي للنشادر K_b.

نتيجة:

عند حلمهة الأملاح الناتجة عن حمض قوي وأساس ضعيف:

- يتحلمه الأيون الناتج عن الأساس الضعيف، وتكون قيمة $pH < 7$
- العلاقة التي تربط بين ثابت الحلمهة وثابت تأين الأساس الضعيف: $K_h . K_b = K_w$

3- الملح الناتج من تفاعل حمض ضعيف وأساس قوي:

أمثلة على هذا النوع من الأملاح:

خلات الصوديوم	خلات البوتاسيوم	نملات الصوديوم
CH_3COONa	CH_3COOK	$HCOONa$
نملات البوتاسيوم	سيانيد الصوديوم	سيانيد البوتاسيوم
$HCOOK$	$NaCN$	KCN

محلول مائي لملح سيانيد الصوديوم، المطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة الملح. 2- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح، ثم حدد طبيعة الوسط.

3- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح K_h.

4- استنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأين حمض السيانيد K_a.

نتيجة:

عند حلمهة الأملاح الناتجة عن حمض ضعيف وأساس قوي:

- يتحلمه الأيون الناتج عن الحمض الضعيف، وتكون قيمة $pH > 7$
- العلاقة التي تربط بين ثابت الحلمهة وثابت تأين الحمض الضعيف: $K_h . K_a = K_w$

4- الملح الناتج من تفاعل حمض ضعيف وأساس ضعيف:

أمثلة على هذا النوع من الملح:

خلات الأمونيوم	نملات الأمونيوم	سيانيد الأمونيوم
CH_3COONH_4	$HCOONH_4$	NH_4CN

محلول مائي لملح خلات الأمونيوم، المطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة هذا الملح 2- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

3- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح.

4- استنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأين حمض الخل K_a وثابت تأين النشادر K_b.

نتيجة: الأملاح الناتجة عن تفاعل حمض ضعيف وأساس ضعيف:

- تتحلمه بتفاعل جزئي الملح الحمضي والأساسي مع الماء.
- ثابت حلمهة الملح يُعطى بالعلاقة: $K_h = \frac{K_w}{K_a . K_b}$
- تتوقف قيمة pH المحلول على قوة كل من الحمض والأساس الناتجين عن الحلمهة:

- إذا كان $K_a > K_b$ فإنّ: $[H_3O^+] > [OH^-]$ أي الوسط حمضي $pH < 7$ بقليل.
- إذا كان $K_a < K_b$ فإنّ: $[H_3O^+] < [OH^-]$ أي الوسط أساسي $pH > 7$ بقليل.
- إذا كان $K_a = K_b$ فإنّ: $[H_3O^+] = [OH^-]$ أي الوسط معتدل $pH = 7$ "حالة نادرة".

الكيمياء التحليلية
أ. طارق غبرا

مسائل الأملاح الذوابة:

تطبيق: محلول مائي لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه $0.18\ mol.L^{-1}$، إذا علمت أنّ ثابت تأين محلول النشادر عند الدرجة $25°C$ يساوي 1.8×10^{-5}، احسب: 1- قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 2- قيمة كل من $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$.
3- قيمة pH المحلول، ثم حدد طبيعة المحلول الناتج. 4- النسبة المئوية المتحلمهة.

المعطيات:

تطبيق: محلول مائي لملح خلات الصوديوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$، وقيمة ثابت تأين حمض الخل في شروط التجربة يساوي 2×10^{-5} المطلوب: 1- احسب قيمة pOH هذا المحلول. 2- استنتج طبيعة المحلول الناتج.
3- يُضاف إلى المحلول السابق قطرات من NaOH بحيث تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ في المحلول، احسب النسبة المئوية المتحلمهة من ملح خلات الصوديوم في هذه الحالة.

المعطيات:

الكيمياء التحليلية
أ. طارق غبرا

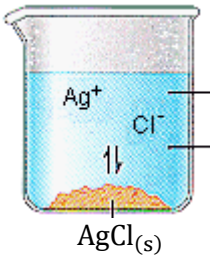
تطبيق : محلول مائي لملح سيانيد الصوديوم تركيزه $0.05\ \text{mol.L}^{-1}$ إذا علمت أنّ ثابت حلمهة الملح $K_h = 2 \times 10^{-5}$ المطلوب : 1- احسب تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول.

2- احسب قيمة pH هذا المحلول. 3- ما طبيعة هذا المحلول؟ علل إجابتك.

المعطيات:

الأستاذ طارق غبرا
الكيمياء التحليلية

ثانياً – الأملاح قليلة الذوبان :



عند وضع كمية من ملح قليل الذوبان في الماء يذوب جزء صغير منه فقط معطياً أيونات هذا الملح بينما يبقى الجزء الأكبر بالحالة الصلبة، لذلك يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب (الملح المتبقي) والطور المُذاب (أيونات الملح).

يتم التعبير عن التوازن السابق بـ معادلة التوازن غير المتجانس. ويُدرس التوازن السابق بواسطة ثابت توازن يسمى بـ ثابت جداء الذوبان (ثابت جداء الانحلال) K_{sp}.

ثابت جداء الذوبان K_{sp} هو عبارة عن جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان مرفوعة كل منها إلى أس يساوي أمثالها التفاعلية في المحلول المشبع.

تمرين : اكتب معادلة التوازن غير المتجانس، واكتب عبارة ثابت جداء الذوبانية لكل من الأملاح التالية :

الملح	معادلة التوازن غير المتجانس	ثابت جداء الذوبان K_{sp}
كلوريد الفضة		
كبريتات الفضة		
كلوريد الرصاص		
كبريتات الباريوم		
فوسفات ثلاثي الكالسيوم		

عند إذابة كمية من ملح في الماء سنمر بثلاث مراحل:

1) **محلول غير مشبع :** وهو محلول يمكن إذابة كمية إضافية من الملح فيه.
2) **محلول مشبع :** وهو محلول يحوي الكمية العظمى من الملح التي يمكن إذابتها.
3) **محلول فوق مشبع :** وهو محلول يحوي كمية فائضة عن الكمية التي يمكن إذابتها لذلك يتشكل فيه راسب.

ذوبانية الملح: هي تركيز الملح في محلوله المشبع عند درجة حرارة محددة، وهي ثابت فيزيائي خاص بكل ملح، ويرمز لها بـ (s) ولها نوعان: ذوبانية كتلية للملح $(g.L^{-1})$ وذوبانية مولية $(mol.L^{-1})$، حيث:

$$S_{(g.L^{-1})} = S_{(mol.L^{-1})} . M$$

معرفة فيما إذا كان سيتشكل راسب أم لا :

لمعرفة فيما إذا كان سيتشكل راسب أم لا نحسب ما يسمى بالجداء الأيوني Q ويمثل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان مرفوعة كل منها إلى أس يساوي أمثالها التفاعلية.

ونميز ثلاث حالات:

$Q > K_{sp}$	$Q = K_{sp}$	$Q < K_{sp}$
محلول فوق مشبع (يتشكل راسب)	محلول مشبع	محلول غير مشبع

ملاحظة هامة:

- في عبارة K_{sp} نعوض تركيز الأيونات في حالة المحلول المشبع حصراً (الذوبانية المولية)
- أما Q فلا يهمنا فيما إذا كان المحلول مشبع أم لا.

مسائل:

محلول مائي مشبع لملح كبريتات الباريوم، إذا علمت أنّ ثابت جداء الذوبان تساوي 1×10^{-10} المطلوب: احسب ذوبانية هذا الملح مقدرةً بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$ علماً أنّ: $Ba: 137, S: 32, O: 16$

المعطيات:	

تستخدم كبريتات الكالسيوم (الجبس) في العديد من الصناعات، مثل: الدهانات، السيراميك، الورق، الاسمنت، وفي جبائر تثبيت العظام المكسورة، المطلوب: احسب ثابت جداء الذوبان للمحلول المائي لكبريتات الكالسيوم، إذا علمت أنّ ذوبانيته الكتلية $0.68g.L^{-1}$ علماً أنّ: $Ca: 40, S: 32, O: 16$

المعطيات:	

محلول مائي مشبع لملح كربونات الفضة ذوبانيته المولية s، المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان، ثم استنتج قيمة ثابت جداء الذوبان بدلالة s.

المعطيات:	

يضاف $100mL$ من محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ ذي التركيز $0.05\ mol.L^{-1}$ إلى $400\ mL$ من محلول $NaCl$ ذي التركيز $0.1\ mol.L^{-1}$ فإذا كان $K_{sp(PbCl_2)} = 1.6 \times 10^{-6}$ في شروط التجربة،

المطلوب: بيّن حسابياً إذا كان جزء من ملح كلوريد الرصاص $PbCl_2$ يترسب أم لا؟

المعطيات:

تطبيقات

ترسيب ملح في محلوله المشبع

عندما يُضاف إلى المحلول المُشبع لملح قليل الذوبان مادة تحتوي على أحد أيونات هذا الملح

⇐ فإنّ تركيز هذا الأيون سيزداد في المحلول ⇐ فيصبح $Q > K_{sp}$ أي المحلول فوق مشبع

⇐ فتترسب كمية من الملح قليل الذوبان حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه).

تمرين(1) : محلول مائي مشبع لملح كلوريد الفضة قليل الذوبان بالماء، يُضاف إليه قطرات من محلول ملح نترات الفضة

والمطلوب: بيّن ما سيحدث لهذا المحلول، مع التعليل.

تمرين(2) : محلول مائي مشبع لملح كبريتات الباريوم قليل الذوبان، أضفنا إليها كمية من محلول حمض الكبريت، المطلوب: بيّن ما سيحدث لهذا المحلول. مع التعليل.

تمرين(3) : محلول مائي مشبع لملح كلوريد الرصاص، المطلوب: اقترح طريقة لترسيب هذا الملح.

إذابة ملح قليل الذوبان:

عندما يُضاف إلى محلول ملح قليل الذوبان مادة تتفاعل مع أحد أيونات هذا الملح وينتج مركب ضعيف التأين (حمض ضعيف أو أساس ضعيف) فإنّ تركيز هذا الأيون سيتناقص في المحلول ويصبح $Q < K_{sp}$ أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمية إضافية من هذا الملح حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه).

تمرين(1) : محلول مائي فوق مشبع لملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم، وضّح ما سيحدث عند إضافة كمية من حمض كلور الماء إلى المحلول السابق، مع التعليل.

تمرين(2) : محلول مائي فوق مشبع لملح كربونات الكالسيوم، وضّح ما سيحدث عند إضافة كمية من حمض الآزوت إلى المحلول السابق. مع التعليل.

تمرين(3) : محلول مائي فوق مشبع لملح فوسفات الفضة، اقترح طريقة لإذابة كمية إضافية من الملح؟

مسألة : محلول مائي مشبع لملح كلوريد الفضة قليل الذوبان، إذا علمت أنّ له $K_{sp(AgCl)} = 6.25 \times 10^{-10}$ في شروط التجربة، المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلوله المشبع. 3- احسب ذوبانية هذا الملح مقدرة بـ $g.L^{-1}$.

4- يُضاف إلى المحلول السابق مسحوق نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه $1.5 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$، بيّن بالحساب إن كان يترسب ملح كلوريد الفضة أم لا؟ 5- اقترح طريقة ثانية لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع.

المعطيات:

ملاحظة: أحياناً قد يأتي سؤال يُطلب فيه معرفة أي الملحين يترسب أولاً، مع التعليل؟

وهنا لمعرفة الإجابة يجب مقارنة قيم K_{sp} للملحين فالملح الذي له K_{sp} أقل هو الذي سيترسب أولاً.

المحاليل المنظمة للحموضة (المحاليل الموقية):

المحلول المنظّم للحموضة هو محلول يتألف من:

محلول حمض ضعيف وأحد أملاحه الذو ابة (مثل محلول حمض الخل وخلات الصوديوم)

أو محلول أساس ضعيف وأحد أملاحه الذو ابة (مثل محلول هيدروكسيد الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم)

وظيفة المحلول المنظّم للحموضة :

يحد من تغيرات pH المحلول عندما نضيف له كمية من حمض قوي أو أساس قوي إليه.

اختبر نفسي:

أولاً – اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. الملح الذواب الذي يتحلمه في الماء من الأملاح الآتية هو:

$CaSO_4$	d	NH_4NO_3	c	$NaNO_3$	b	KCl	a

2. المحلول المائي الذي له أكبر قيمة **pH** من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

CH_3COONa	d	NH_4NO_3	c	CH_3COONH_4	b	NaCl	a

3. يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في محلول مائي لملح قليل الذوبان هو:

$(NH_4)_3PO_4$	d	Na_2SO_4	c	$Pb(NO_3)_2$	b	$PbCrO_4$	a

4. محلول مائي لملح Na_2CO_3 تركيزه $1.6\ mol.L^{-1}$ يمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه أربعة أضعاف ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً إلى:

$0.2\ g.L^{-1}$	d	$0.8\ g.L^{-1}$	c	$0.4\ g.L^{-1}$	b	$0.6\ g.L^{-1}$	a

5. إذا علمت أنّ $K_{sp\,(AgCl)} = 6.25 \times 10^{-10}$ عند درجة حرارة معينة، فيكون تركيز أيونات الفضة مقدراً بـ $mol.L^{-1}$ في المحلول المشبع لـ AgCl مساوياً:

6.25×10^{-5}	d	2.5×10^{-5}	c	2.5×10^{-10}	b	1.25×10^{-10}	a

6. عند تمديد محلول مائي لملح KNO_3 تركيزه $2.4\ mol.L^{-1}$ بإضاف كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثال حجمه، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ $mol.L^{-1}$ مساوياً:

0.2	d	0.3	c	0.4	b	0.6	a

ثانياً- أعطِ تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. ذوبان ملح نترات البوتاسيوم باطاء لا يُعد حلمهة.

2. جميع الأملاح تتمتع بخاصية قطبية.

3. أملاح الصوديوم جيدة الذوبان باطاء.

4. ملح كرومات الفضة قليل الذوبان باطاء.

ثالثاً- أجب عن السؤالين الآتيين:

1. يحوي وعاء محلول مشبع ملح $PbCrO_4$ قليل الذوبان في اطاء.

يُضاف إليه قطرات من محلول نترات الرصاص II عديم اللون. فيتشكل راسب من كرومات الرصاص II والمطلوب:

a. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس ملح كرومات الرصاص II.

b. اشرح آلية الترسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح.

c. اقترح طريقة ثانية لترسيب قسم من هذا الملح.

d. اقترح طريقة لفصل المحلول عن الراسب.

الحل:

2. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس، وعلاقة جداء الذوبان لكلّ من محاليل الأملاح المشبعة الآتية:

a. PbS b. $BaCO_3$ c. $MgCO_3$ d. Ag_2CrO_4

معادلة التوازن غير المتجانس	علاقة جداء الذوبان

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

محلول مائي ملح خلات البوتاسيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$، فإذا علمت أنّ $pH = 9$ له عند درجة الحرارة $25°C$. المطلوب:

1. اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.
2. احسب قيمة $[H_3O^+]$.
3. احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحي.
4. احسب ثابت تأين حمض الخل.
5. احسب النسبة المئوية المتحلمهة.
6. ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمهة؟ علل إجابتك.

المعطيات:	

المسألة الثانية:

محلول مائي مشبع ملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 تركيزه $0.015\ mol.L^{-1}$ ، إذا أضيف إليه ملح كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 بحيث يصبح تركيزه في المحلول $0.01\ mol.L^{-1}$، بيّن حسابياً إنّ كان ملح كبريتات الفضة يترسب أم لا ؟

المعطيات:

المسألة الثالثة:

محلول مائي لملح نترات الأمونيوم NH_4NO_3 تركيزه $2 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ ، فإذا علمت أنّ ثابت تأين النشادر عند درجة الحرارة $25°C$ هو $K_b = 2 \times 10^{-5}$، والمطلوب:

1. اكتب معادلتي إماهة وحلمهة هذا الملح.
2. احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحي.
3. احسب قيمة $[OH^-]$.
4. احسب قيمة pH المحلول ماذا تستنتج؟
5. إذا أضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء بحيث يصبح تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ فاحسب النسبة المئوية المتحلمهة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.

المعطيات:

الكيمياء التحليلية
طارق غبرا

المسألة الرابعة:

يُضاف 200 mL من محلول يحتوي على 1×10^{-5}mol من كلوريد الباريوم إلى 800 mL من محلول يحتوي على 1×10^{-5}mol من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم والمطلوب:

1. احسب قيمة ثابت جداء الذوبان K_{sp} لملح كبريتات الباريوم.
2. يضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى المحلول المشبع السابق، ماذا تتوقع أن يحدث؟ علل إجابتك، وبين إن كان ذلك يتفق مع قاعدة لوشاتولييه أم لا؟

المعطيات:

الكيمياء التحليلية
طارق غبرا

انتهى درس المحاليل المائية للأملاح

تمارين وتدريبات في المحاليل المائية للأملاح:

أولاً – اختر الإجابة الصحيحة:

1) نحل ملح في الماء المقطر فيكون وسط المحلول الناتج حمضياً إذا كان الملح المنحل هو: (د1 2011)

a	NH_4Cl	b	CH_3COOH	c	$NaCl$	d	KCN

2) المحلول المنظم (الموفي) هو محلول مائي لمزيج حمض ضعيف مع: (د2 2014)

a	حمض قوي	b	أساس ضعيف ذواب	c	أساس قوي	d	أحد أملاحه الذوابة

3) الملح الذواب الذي يتحلمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو: (د2 2019)

a	$NaCl$	b	KNO_3	c	$AgCl$	d	NH_4Cl

4) الملح الذواب الذي فيمة $pH < 7$ لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية متساوية التراكيز هو:

a	KCl	b	KCN	c	NH_4NO_3	d	Na_2SO_4

5) الملح الذواب الذي لا يتحلمه في الماء بين الأملاح الآتية هو:

a	NH_4Cl	b	$NaNO_3$	c	$HCOONH_4$	d	KCN

6) محلول مائي لملح $CaCl_2$ له $pH = 7$، يمدد بالماء المقطر مئة مرة، فإنّ فيمة pH' للمحلول الناتج تساوي:

a	$pH' = 5$	b	$pH' = 9$	c	$pH' = 0.7$	d	$pH' = 7$

7) لديك المحاليل الآتية متساوية التركيز $Ca(OH)_2$، NH_4NO_3، $HCOONa$، HCl، $NaCl$ يكون الترتيب الصحيح لها وفق تزايد فيمة الـ pH للكل منها هو:

a	$HCl \leftarrow NaCl \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCOONa \leftarrow Ca(OH)_2$	b	$Ca(OH)_2 \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCOONa \leftarrow NaCl \leftarrow HCl$
c	$Ca(OH)_2 \leftarrow HCOONa \leftarrow NaCl \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCl$	d	$NH_4NO_3 \leftarrow Ca(OH)_2 \leftarrow NaCl \leftarrow HCOONa \leftarrow HCl$

8) الأيون الحبادي الذي لا يتحلمه من الأيونات الآتية هو:

a	CH_3COO^-	b	SO_4^{2-}	c	CN^-	d	NH_4^+

9) المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية هو:

a	$HCOOH, HCOOK$	b	HCl, KCl	c	$NH_4OH, NaCl$	d	$NaOH, NaNO_3$

ثانياً – أعطِ تفسيراً علمياً:

1- الذوبان الشحيح لبعض الأملاح في الماء (د1 2013)

2- ذوبان قسم من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم في محلوله المشبع المتوازن عند إضافة حمض كلور الماء إلى المحلول.

3- ذوبان ملح نترات البوتاسيوم في الماء لا يعد حلمهة (د1 2019)

4- جميع الأملاح تتمتع بالخاصية القطبية (د2 2018)

ثالثاً – أجب عن الأسئلة الآتية:

1- اشرح آلية إذابة ملح $Ca_3(PO_4)_2$ فليل الذوبان في محلوله المشبع عند إضافة حمض كلور الماء إليه. (د1 2015)

2- اكتب معادلة حلمهة ملح سيانيد البوتاسيوم في الماء ثم حدد طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة. (د1 2015)

3- اكتب معادلة حلمهة ملح نملات البوتاسيوم في الماء، ثم حدد طبيعة المحلول الناتج. (د2 2015)

4- محلول مائي مشبع من ملح كلوريد الرصاص فليل الذوبان. المطلوب: (د2 2015)

a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح في محلوله.

b) اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان لهذا الملح.

c) اقترح طريقة لترسيب هذا الملح في محلوله.

5- نضع كمية من ملح خلات الصوديوم في الماء. المطلوب: (د1 2013)

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح، ثم اكتب انطلاقاً منها عبارة ثابت الحلمهة K_h.

b) بين نوع وسط الحلمهة.

6- نضع كمية من ملح كلوريد الأمونيوم في الماء، المطلوب: (د2 2013)

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

b) بين نوع وسط الحلمهة.

7- نضع كمية من ملح خلات البوتاسيوم في الماء، المطلوب: (د1 2014 ، د2 2014، د1 2016).

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح، ثم اكتب انطلاقاً منها عبارة ثابت الحلمهة.

b) اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت الحلمهة K_h بدلالة K_w.

c) بين نوع وسط الحلمهة الناتج.

8- محلول مائي لملح نملات البوتاسيوم. المطلوب: (د1 2017)

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

b) اكتب علاقة ثابت الحلمهة لهذا الملح بدلالة التراكيز.

9- محلول مائي لملح نملات الصوديوم. المطلوب (د2 2017)

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

b) اكتب علاقة ثابت الحلمهة لهذا الملح بدلالة التراكيز.

c) ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمهة.

10- محلول مائي لملح فوسفات الفضة شحيح الذوبان، المطلوب: (د1 2018)

a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس.

b) اقترح طريقة لإذابة كمية إضافية من الملح السابق في محلوله.

11- محلول مائي مشبع لملح كلوريد الرصاص قليل الذوبان. المطلوب: (د2 2018)

a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

b) اكتب علاقة جداء الذوبان لهذا الملح.

12- محلول مائي لملح نترات الأمونيوم. المطلوب: (د2 2018)

a) اكتب معادلة إماهة هذا الملح.

b) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

c) اكتب علاقة ثابت حلمهة هذا اللح بدلالة ثابت تأين الماء.

13- محلول مائي مشبع لملح $PbCrO_4$ قليل الذوبان، المطلوب: (د1 2019)

a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

b) اكتب طريقة لترسيب قسم من هذا الملح في محلوله المشبع.

14- محلول مائي لملح نملات الصوديوم، المطلوب: (د1 2020)

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

b) ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمهة. علل إجابتك.

c) اكتب علاقة ثابت الحلمهة بدلالة ثابت تأين حمض النمل.

15- محلول مشبع لملح كبريتات الكالسيوم قليل الذوبان. المطلوب: (د2 2020)

a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

b) اكتب علاقة ثابت جداء الذوبان لهذا الملح.

c) ماذا تتوقع أن يحدث عند إضافة كمية من حمض الكبريت إلى المحلول السابق.

رابعاً – حل المسائل الآتية:

المسألة(1 – د2 2011):

محلول مائي لملح سيانيد البوتاسيوم تركيزه $5 \times 10^{-4}\ \mathbf{mol.L^{-1}}$، إذا علمت أنّ قيمة ثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين تساوي 5×10^{-10} المطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

2- احسب $[OH^-]$ في المحلول.

3- احسب النسبة المئوية المتحلمهة.

المسألة(2–د2 2016):

محلول مائي لملح نترات الأمونيوم تركيزه $1.8 \times 10^{-3}\ \mathbf{mol.L^{-1}}$، إذا كان ثابت تأين النشادر في محلوله المائي يساوي 1.8×10^{-5}، المطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

3- احسب قيمة pH هذا المحلول.

4- يضاف إلى محلول الملح السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01\ \mathbf{mol.L^{-1}}$، المطلوب: احسب النسبة المئوية المتحلمهة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.

المسألة(3–د1 2018):

محلول مائي لملح سيانيد الصوديوم تركيزه $0.05\ \mathbf{mol.L^{-1}}$، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين 5×10^{-10}، المطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

3- احسب قيمة pH هذا المحلول.

4- يضاف إلى محلول الملح السابق قطرات من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.1\ \mathbf{mol.L^{-1}}$، المطلوب: احسب النسبة المئوية المتحلمهة من ملح سيانيد الصوديوم في هذه الحالة.

المسألة(4-د 1 2019):

محلول مائي لملح خلات البوتاسيوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ ولهـ $pH = 9$ ، المطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

1- احسب قيمة $[OH^-]$ في هذا المحلول.

2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

3- احسب قيمة ثابت تأين حمض الخل.

المسألة(5-د 2 2020):

محلول مائي لملح سيانيد البوتاسيوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$، وقيمة ثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين 5×10^{-10} عند الدرجة $25°C$، المطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

2- احسب قيمة ثابت حلمهة المحلول الملحي.

3- احسب قيمة pOH المحلول السابق.

4- يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $0.01\ mol.L^{-1}$ المطلوب: احسب تركيز HCN الناتج عن الحلمهة.

المسألة(6- د 1 2013، د 1 2017):

محلول مائي مشبع لملح كلوريد الفضة فإذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء الذوبان له $K_{sp} = 6.25 \times 10^{-10}$، المطلوب:

1- احسب تركيز أيونات الفضة في محلولها المشبع.

2- نضيف إلى هذا المحلول ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-5} mol.L^{-1}$، المطلوب: وضح بالحساب هل يترسب ملح كلوريد الفضة أم لا.

المسألة(7- د 2 2013)

محلول مائي مشبع من كبريتات الباريوم تركيزه في المحلول $10^{-5} mol.L^{-1}$، المطلوب:

1- احسب قيمة جداء الذوبان K_{sp} لهذا الملح.

2- نضيف إلى المحلول السابق قطرات من ملح كلوريد الباريوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $2 \times 10^{-5}\ mol.L^{-1}$، المطلوب: بين حسابياً إن كان ملح كبريتات الباريوم يترسب أم لا.

المسألة(8- د 2 2014)

نضيف إلى $500\ mL$ من محلول كلوريد الباريوم ذي التركيز $2 \times 10^{-4} mol.L^{-1}$ إلى $500\ mL$ من محلول كبريتات البوتاسيوم ذي التركيز $4 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء ذوبان ملح كبريتات الباريوم تساوي 10^{-8}، المطلوب: بيّن حسابياً هل يترسب ملح كبريتات الباريوم أم لا؟

المسألة(9- د 1 2016):

محلول مائي مشبع لملح كلوريد الرصاص، إذا علمت أنّ فيمة ثابت جداء ذوبانه $K_{sp} = 0.4 \times 10^{-5}$ المطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- احسب تركيز كل من أيونات الرصاص وأيونات الكلوريد في المحلول.

3- يضاف إلى محلول الملح السابق مسحوق كلوريد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2} mol.L^{-1}$، المطلوب: بيّن بالحساب إن كان ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا.

المسألة(10-د 2 2017):

محلول مائي مشبع لملح كلوريد الفضة، إذا علمت أنّ فيمة ثابت جداء ذوبانه $K_{sp} = 6.25 \times 10^{-10}$، المطلوب:

1- احسب التركيز الابتدائي لهذا الملح في محلوله.

2- يضاف إلى المحلول السابق ملح كلوريد البوتاسيوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-5} mol.L^{-1}$، المطلوب: وضح بالحساب هل يترسب ملح كلوريد الفضة أم لا؟

المسألة(11-د 2 2019):

محلول مائي مشبع لملح كلوريد الرصاص فليل الذوبان تركيزه $2 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$، المطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- احسب فيمة جداء الذوبان لهذا الملح.

3- يضاف إلى محلول الملح السابق ملح نترات الرصاص الذوبان بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2} mol.L^{-1}$، المطلوب: بيّن بالحساب إن كان فسم من ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا.

المسألة(12-د 1 2020):

نضيف $200\ mL$ من محلول نترات الرصاص ذي التركيز $0.1\ mol.L^{-1}$ إلى $800\ mL$ من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز $0.2\ mol.L^{-1}$، فإذا علمت أنّ $K_{sp(PbCl_2)} = 1.6 \times 10^{-6}$ في شروط التجربة. المطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملح كلوريد الرصاص.

2- بيّن حسابياً إنّ كان فسم من ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا.

تمارين من أسئلة الوحدة:

محلول مائي مشبع لملح Ag_3PO_4 فوسفات الفضة قليل الذوبان في الماء، المطلوب:

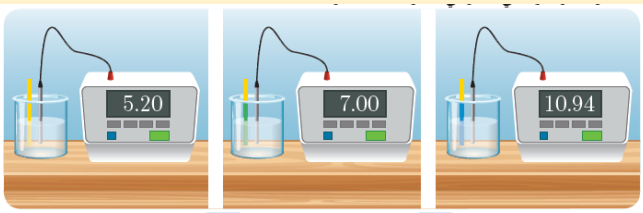
1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- اكتب علاقة جداء الذوبان K_{sp} لهذا الملح.

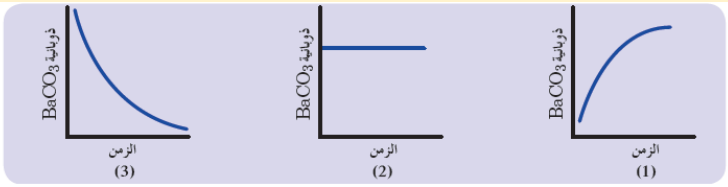
3- اقترح طريقة لترسيب قسم من هذا الملح في محلوله المشبع.

4- اشرح آلية إذابة Ag_3PO_4 في محلوله المشبع بإضافة حمض كلور الماء إليه.

يستخدم مقياس pH لمعرفة طبيعة المحلول المائي، تختلف قيمة pH للأملاح Na_2CO_3 و $NaCl$ و NH_4Cl المتساوية التراكيز، التي تظهر في الصور الآتية، فسّر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائية اللازمة.



تشير المنحنيات الآتية إلى تغير ذوبانية ملح كربونات الباريوم $BaCO_3$ بدلالة الزمن عند إضافة محاليل مختلفة.



أي المنحنيات يشير لإضافة HNO_3 - أي المنحنيات يشير لإضافة Na_2CO_3 - أي المنحنيات يشير لإضافة $NaNO_3$.

مسألة (3) **صـ** 130:

يُضاف حجم معين من محلول كلوريد الكالسيوم تركيزه $0.02\ mol.L^{-1}$ إلى حجمٍ مساوٍ له من محلول كبريتات الصوديوم تركيزه $0.04\ mol.L^{-1}$ إذا علمت أنّ: $K_{sp_{(CaSO_4)}} = 9 \times 10^{-6}$

المطلوب: 1- اكتب معادلة إماهة كل من ملحي كلوريد الكالسيوم وكبريتات الصوديوم.

2- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملح كبريتات الكالسيوم.

3- احسب ذوبانية ملح $CaSO_4$ مقدرة بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$.

4- بيّن بالحساب سبب ترسب قسم من ملح $CaSO_4$. $(Ca: 40, S: 32, O: 16)$

المعطيات:	

مسألة(4) **صـ** 131:

يحوي محلول على أيونات الكلوريد وأيونات اليوديد بتركيز $[Cl^-] = [I^-] = 10^{-2} mol.L^{-1}$ يُضاف إلى المحلول السابق تدريجياً محلول ملح نترات الفضة، فإذا علمت أنّ:

$K_{sp_{(AgI)}} = 10^{-16}, K_{sp_{(AgCl)}} = 10^{-10}$ في شروط التجربة.

المطلوب: 1- احسب تركيز محلول نترات الفضة الذي يبدأ عنده كل من الملحين بالترسب.

2- أي من الملحين يترسب أولاً وماذا؟

المعطيات:	

انتهت الأسئلة

لاستفساراتكم يمكنكم التواصل مع الأستاذ طارق غبرا على الحسابات التالية :

على الفيس بوك:

fb.com/Chemsyria

fb.com/Tareq.Ghabra12

قناتنا على اليوتيوب: (الكيمياء مع المدرس طارق غبرا)

https://www.youtube.com/channel/UCmDrQh-t2mI9gQ3wSeOceTQ

قناتنا على التلغرام: (الكيمياء مع المدرس طارق غبرا)

https://t.me/Chemsyria

وعلى الواتس اب يمكنكم التواصل على الرقم التالي:

0938639857