الكيمياء

الصف الثاني عشر (علمي)

اعزائي الطلبة والطالبات
هذه نسخة مجانية من ابو محمد مصرح بالدراسة منها و تشمل ٥٠٪ من المذكرة الأصلية .

لشراء المذكرة بشكل كامل يرجاء التواصل مع ابو محمد عبر الواتساب وشراء المذكرة الاصلية من رقمهم الوحيد
51093167
مذكرات أبو محمد الاصلية

عدد صفحات المذكرة الأصلية (51) صفحة

الفصل الدراسي الثاني

العام الدراسي 2023 - 2024

مذكرات ابو محمد الأصلية
مبسطة – سهلة – شاملة
مع نماذج اختبارات محلولة
ت / 51093167

واتساب	انستقرام	تليقرام

Instgram :
kuw.mozakerat

Telegram :
mozakeratabomohammed

احذروا التقليد

صفوة معلمي الكويت

الوحدة الرابعة : الأملاح ومعايرة الأحماض والقواعد ص١٢

أكمل : الأملاح واسعة الانتشار ومتعددة الأنواع ومن أشهرها ... **ملح الطعام** ... الموجود في مياه البحر أو تكون على هيئة طبقات صخرية تسمى ... **الملح الصخري** ...

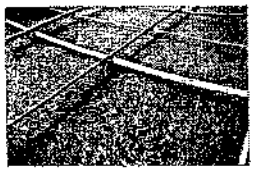
أكمل : المياه المعدنية تحتوي على أملاح تتكون عندما تذيب مياه المطر صخور ... **الحجر الجيري** ...

مما تتكون الأملاح ؟ ـ تتكون من تفاعل بين الأحماض والقواعد .

الفصل الأول : الأملاح ص ١٣

علل نادراً ما يتوجد الماء نقياً في الطبيعة مثل الماء المقطر .

ـ لأن الماء في الطبيعة يحتوي على أملاح ذائبة وغيرها بتركيزات محددة تعتمد على الظروف التي تحيط بمصدر الماء .



"للماء خواص قابلة للقياس يشيع استخدامها لتحديد كيميائية الماء" أذكر أهمها ؟

١ـ الأس الهيدروجيني (pH) . ٢ـ درجة عسره . ٣ـ درجة ملوحته .

صح أم خطأ : يتغير الأس الهيدروجيني للماء تبعا لطبيعة الملح المذاب فيه . **(العبارة صحيحه)**

صح أم خطأ : يمكن تحديد ما إذا أضيف ملح حمضي أم قاعدي إلى الماء من خلال قياس الأس الهيدروجيني . **(العبارة صحيحه)**

علل يجب المحافظة على قيمة ثابتة للأس الهيدروجيني .

لأن أي تغير للأس الهيدروجيني قد يكون مضرا أو مميتا للحياة المائية وحتى البشرية (مثل موت الأسماك الصغيرة بمزارع الأسماك) .

الدرس ١-١ : مفهوم الملح وأنواع الأملاح ص١٤

علل تؤدي الأملاح المعدنية دوراً أساسياً في العمليات الحيوية المهمة التي تحدث في جسم الإنسان . ـ لأنها :

١ـ تساعد في إتمام التفاعلات الكيميائية المختلفة ، كالمحافظة علا ضربات القلب وتنظيم الدم.

٢ـ تدخل في تكوين الأنسجة و الحية كلها .

٣ـ لها أهمية كبيرة في نمو أنواع من خلايا جسم الإنسان ، فهي تدخل في بناء العظام وتساعد في انقباض العضلات وانبساطها.

٤ـ تعتبر مواد غذائية دقيقة لأنها أساسية لجسم الإنسان على الرغم من حاجته إلى كميات قليلة منها .

" يعتبر كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) أهم الأملاح وهو من ضروريات الحياة" أذكر استخدامات كلوريد الصوديوم؟

١ـ في المطبخ لتحضير الأطعمة وحفظاه . ٢ـ في عدة صناعات .

٣ـ في الطب . ٤ـ يحافظ الملح على التوازن المائي في الجسم .

أ- تعريف الأملاح وأنواعها :

ما المقصود بـ الأملاح ؟ ـ مركبات أيونية تتكون من تفاعل الحمض مع القاعدة .

ما المقصود بـ الأملاح ؟ ـ مركبات تنتج عن اتحاد كاتيون القاعدة مع أنيون الحمض و كاتيون القاعدة يكون عادة كاتيون فلز أو كاتيون الأمونيوم .

اذكر أنواع الأملاح تبعاً لتأثير محاليلها المائية ؟

١ـ الأملاح المتعادلة . ٢ـ الأملاح القاعدية . ٣ـ أملاح حمضية .

صح أم خطأ / يمكن للأملاح أن تتكون نتيجة التفاعل بين حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة ، وتصنف كأملاح متعادلة أو قاعدية أو حمضية تبعا لثابت تأين الحمض K_a وثابت تأين القاعدة K_b . **(العبارة صحيحة)**

صفوة معلمي الكويت

قارن بين الأملاح المتعادلة والأملاح القاعدية وأملاح حمضية ؟

المقارنة	الأملاح المتعادلة	الأملاح القاعدية	أملاح حمضية
التعريف	ـ أملاح تتكون نتيجة التفاعل بين حمض قوي وقاعدة قوية .	ـ أملاح تتكون نتيجة التفاعل بين حمض ضعيف وقاعدة قوية .	ـ أملاح تتكون نتيجة التفاعل بين حمض قوي وقاعدة ضعيفة .
مثال	كلوريد الصوديوم NaCl الذى ينتج عن تفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl وهديوركسيد الصوديوم NaOH	أسيتات الصوديوم CH_3COONa الذى ينتج عن تفاعل حمض الأستيك CH_3COOH وهيدروكسيد الصوديوم NaOH	كلوريد الأمونيوم NH_3Cl الذى ينتج عن تفاع حمض الهيدروكلوريك HCl ومحلول الأمونيا NH_3
معادلة التفاعل	$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$	$CH_3COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$	$HCl_{(aq)} + NH_{3(aq)} \rightarrow NH_3Cl_{(aq)}$

"يمكن للأملاح أن تتكون نتيجة التفاعل بين حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة" أكتب معادلة توضح ذلك ؟

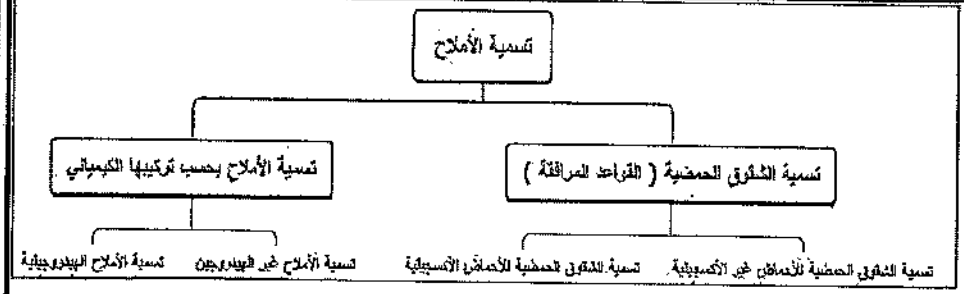
$$CH_3COOH_{(aq)} + NH_{3(aq)} \rightarrow CH_3COONH_{4(aq)}$$

ومحلول الأمونيا CH_3COOH الذى ينتج عن تفاعل حمض الأستيك CH_3COONH_4 المعادلة السابقة لأسيتات الأمونيوم NH_3.

٢- تسمية الأملاح :

أكمل المخطط التالي :

ملحوظة : الملح مركب أيوني يتكون من كاتيون مصدره قاعدة وأنيون مصدره حمض .



تسمية الشقوق الحمضية (القواعد المرافقة)

أ- تسمية الشقوق الحمضية للأحماض غير الأكسجينية .

ب- تسمية الشقوق الحمضية للأحماض الأكسجينية .

كيف تتم تسمية الشقوق الحمضية للأحماض غير الأكسجينية ؟

الحالة	صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق	اسم الشق الحمضي
إذا كان الشق لا يحتوي على هيدروجين بدول : اسم اللافلز (أو المجموعة الذرية) + يد	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	S^{2-}	كبريتيد
إذا كان الشق لا يحتوي على هيدروجين بدول : اسم اللافلز (أو المجموعة الذرية) + يد	H_2S	حمض الهيدروكبريتيك	HS^-	كبرتيد هيدروجيني

صفوة معلمي الكويت

كيف تتم تسمية الشقوق الحمضية للأحماض الأكسجينية ؟

الحالة	صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق	اسم الشق الحمضي
أما تحذف كلمة " حمض " وتستبدل اللاحقة (وز) ب (يت) .	$HClO$	حمض هيبوكلوروز	ClO^-	هيبوكلوريت
	$HClO_2$	حمض كلورزو	ClO_2^-	كلوريت
	H_2SO_3	حمض كبريتيز	HSO_3^-	كبريتيت هيدروجيني
	H_2SO_3	حمض كبريتيز	SO_3^{2-}	كبريتيت
وأما تحذف كلمة " حمض " وتستبدل اللاحقة (يك) بـ (آت) .	H_2CO_3	حمض كربونيك	HCO_3^-	كربونات هيدروجيني
	H_2CO_3	حمض كربونيك	CO_3^{2-}	كربونات
	H_2SO_4	حمض كبريتيك	HSO_4^-	كبريتات هيدروجيني
	H_2SO_4	حمض كبريتيك	SO_4^{2-}	كبريتات
	H_3PO_4	حمض فوسفوريك	PO_4^{3-}	فوسفات
إذا كان الشق لا يزال يحتوي على هيدروجين بدول ، يجب ذكر عدد ذرات الهيدروجين الحمضية التي لا تزال موجودة في الشق (أحادي = 1 ، ثنائي = 2 ، ثلاثي = 3) .	H_3PO_4	حمض فوسفوريك	$H_2PO_4^-$	فوسفات ثنائي الهيدروجين
	H_3PO_4	حمض فوسفوريك	HPO_4^{2-}	فوسفات أحادي الهيدروجين

تسمية الأملاح بحسب تركيبها الكيميائي :

أ- تسمية الأملاح غير الهيدروجين . **ب- تسمية الأملاح غير الهيدروجين .**

ما المقصود بـ الأملاح غير الهيدروجينية ؟ ـ الأملاح التي شقها الحمضي لا يحتوي على هيدروجين بدول .

كيف تتم تسمية الأملاح غير الهيدروجين ؟

الحالة	الصيغة	الاسم
تسمى الأملاح غير الهيدروجينية التي تحتوى على فلزات (أو الأمونيوم) أعداد تأكسدها ثابتة كما يلى : اسم الشق الحمضي + اسم الفلز (أو الأمنيوم)	NH_4Cl	كلوريد الأمونيوم
	Na_2SO_4	كبريتات الصوديوم
	$Ca(NO_3)_2$	نيترات الكالسيوم
	$MgCO_3$	كربونات المغنسيوم
	K_3PO_4	فوسفات البوتاسيوم
تسمى الأملاح غير الهيدروجينية التي تحتوى على فلزات أعداد تأكسدها متغيرة كما يلى : اسم الشق الحمضي + اسم الفلز + عدد تأكسد الفلز.	$CuSO_4$	كبريتات النحاس II
	$FeCl_3$	كلوريد الحديد III
	$FeSO_4$	كبريتات الحديد II
	$Fe_2(SO_4)_3$	كبريتات الحديد III

ما المقصود بـ الأملاح الهيدروجينية ؟ ـ الأملاح التي يحتوي شقها الحمضي على هيدروجين بدول أو أكثر.

كيف تتم تسمية الأملاح الهيدروجينية ؟

الحالة	الصيغة	الاسم
الأملاح الحمضية للفلزات ذوات أعداد التأكسد الثابتة: اسم الشق الحمضي + اسم الفلز + كلمة الهيدروجينية.	$NaHSO_4$	كبريتات الصوديوم الهيدروجينية
	$NaHCO_3$	كربونات الصوديوم الهيدروجينية
	$Ca(HCO_3)_2$	كربونات الكالسيوم الهيدروجينية
الأملاح الحمضية للفلزات ذوات أعداد التأكسد المتغيرة: اسم الشق الحمضي + اسم الفلز + عدد تأكسد الفلز + كلمة الهيدروجينية.	$Fe(HSO_4)_2$	كبريتات الحديد II الهيدروجينية
وفي حال وجود أكثر من ذرة هيدروجين بدول نستخدم كلمة ثنائي أو ثلاثي الهيدروجين .	$Fe(H_2PO_4)_3$	فوسفات الحديد III ثنائية الهيدروجين

صفوة علمي الكويت

الدرس ١- ٢ : تميؤ الأملاح : ص١٩

أكمل / عندما يذوب ملح في الماء ، قد يكون المحلول الناتج متعادلا ، مثل ... **كلوريد الصوديوم ونيترات البوتاسيوم**

... أي أن الأس الهيدروجيني pH لهذه المحاليل يساوى... 7 ...

علل تستخدم بعض الأملاح مثل مركبات كربونات الكالسيوم وكربونات المغنيسيوم وبيكربونات الصوديوم كمضادات للحموضة .

لأنها تعمل عن طريق التفاعل المباشر مع حمض المعدة وتخفف الحرقة حيث تعادل فائض حمض الهيدروكلوريك الموجود في المعدة .

١- تميؤ الأملاح :

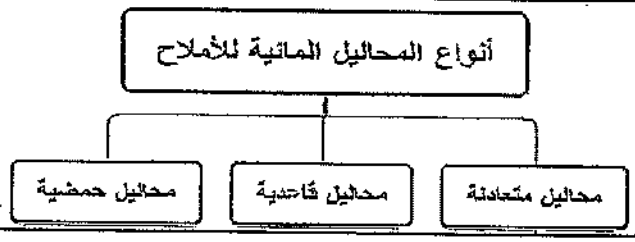
علل يتوقع البعض أن الأملاح تكون متعادلة إلا أن بعض الأملاح لا تكون متعادلة عند إذابتها في الماء ؟

- لأن الملح ينتج عن كميات متكافئة من الحمض والقاعدة وعند اذابته في الماء تتفاعل كاتيونات بعض هذه الأملاح وأنيوناتها مع الماء لتكوين حمض ضعيف أو قاعدة ضعيفة .

ما المقصود بـ تميؤ الملح ؟ - تفاعل أيونات الملح مع أيونات الماء لتكوين حمض وقاعدة أحدهما أو كلاهما ضعيف .

٢- المحاليل المائية للأملاح :

عدد أنواع المحاليل المائية للأملاح ؟



قارن بين محاليل متعادلة و محاليل قاعدية و محاليل حمضية ؟

المقارنة	محاليل متعادلة	محاليل قاعدية	محاليل حمضية
المفهوم	- محاليل تنتج عن ذوبان ملح متعادل وهو الملح الناتج عن تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية .	- محاليل تنتج عن ذوبان ملح قاعدي وهو الملح الناتج عن تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية .	- محاليل تنتج عن ذوبان ملح حمضي وهو الملح الناتج عن تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة .
مثال	يتفكك كلوريد الصوديوم NaCl بشكل تام في الماء لينتج كاتيون الصوديوم Na^+ وأنيون الكلوريد Cl^- كما تتأين جزيئات الماء لتنتج كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ وأنيون الهيدروكسيد OH^-	يتفكك ملح أسيتات الصوديوم CH_3COONa بشكل تام في الماء لينتج كاتيون الصوديوم Na^+ وأنيون الأسيتات CH_3COO^- ، كما تتأين جزيئات الماء لتنتج كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ وأنيون الهيدروكسيد OH^- .	يتفكك ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl بشكل تام في الماء لينتج كاتيون الأمونيوم كما ، Cl^- وأنيون الكلوريد NH_4^+ تتأين جزيئات الماء لتنتج كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ وأنيون الهيدروكسيد OH^- .
معادلة التفاعل	$NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ $2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	$CH_3COONa_{(s)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$ $2H_2O \leftrightarrows H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	$NH_4Cl_{(s)} \rightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ $2H_2O_{(l)} \leftrightarrows H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

ما المقصود بـ الأملاح المتعادلة ؟ - نوع من الأملاح لا يحدث له تميؤ بل يتفكك ، ومحلوله متعادل .

علل يكون تركيز كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ مساويا لتركيز أنيون الهيدروكسيد OH^- .

$$[H_3O^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w}$$

عند درجة حرارة 25°C يساوى ثابت تأين الماء K_w 10^{-14} يدل ذلك على أن :

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}\ M$$

ويكون الأس الهيدروجيني pH للمحلول المائي لهذا الملح مساويا لـ 7 (pH = 7) .

مذكرات ابو محمد الأصلية
مبسطة – سهلة – شاملة
مع نماذج اختبارات محلولة
Support Us

علل يعتبر كل من كلوريد الصوديوم NaCl و نيترات البوتاسيوم KNO_3 من الأملاح المتعادلة .

- لأنها أملاح ناتجة من تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية و لا تتميأ في محاليلها المائية بل تتفكك فقط ويكون $[H_3O^+] = [OH^-] = 1\times10^{-7}\ M$ أي أن الأس الهيدروجيني للمحلول يساوي 7.

علل المحلول المائي لملح كلوريد الصوديوم NaCl متعادل التأثير (pH = 7).

- لأن كلوريد الصوديوم ملح ناتج عن تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية وعند ذوبانه في الماء يتفكك والماء يتأين

$$NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$2H_2O_{(\ell)} \leftrightharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

وتتواجد الأيونات الأربعة السابقة في المحلول ولا تتفاعل أيونات الملح مع الماء (لا تتميأ) لأنها مشتقة من قاعدة قوية وحمض قوي وبذلك يكون $[H_3O^+] = [OH^-] = 1\times10^{-7}\ M$ أي أن الأس الهيدروجيني للمحلول يساوي 7 وبالتالي يتفكك في الماء كلوريد الصوديوم فقط .

ما المقصود بـ محاليل قاعدية؟ - محاليل تنتج عن ذوبان ملح قاعدي وهو الملح الناتج عن تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية .

علل محلول ملح أسيتات الصوديوم CH_3COONa قاعدي التأثير (pH > 7) .

- لأن أسيتات الصوديوم ملح ناتج عن تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية وعند ذوبانه في الماء يتفكك والماء يتأين

$$CH_3COONa_{(s)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$2H_2O_{(\ell)} \leftrightharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

يتفاعل أيون الأسيتات مع الماء (يتميأ) لينتج حمض الأسيتيك الضعيف وأنيون الهيدروكسيد .

$$CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \leftrightharpoons CH_3COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

وبذلك يكون $[OH^-] > [H_3O^+]$ وبالتالي يكون الأس الهيدروجيني للمحلول أكبر من 7 أي أن المحلول قاعدي .

علل يتناول بعض الأشخاص المحلول المائي لكربونات الصوديوم الهيدروجينية لإزالة حموضة المعدة .

لأن كربونات الصوديوم الهيدروجينية ملح ناتج عن تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية وعند ذوبانه في الماء يتفكك والماء يتأين ويتفاعل أيون الكربونات الهيدروجينية مع الماء (يتميأ) لينتج حمض الكربونيك الضعيف وأنيون الهيدروكسيد .

$$HCO_3^-{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \leftrightharpoons H_2CO_{3(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

ويتفاعل أنيون الهيدروكسيد الناتج عن التميؤ مع كاتيون الهيدرونيوم الزائد في المعدة وبالتالي تزول حموضة المعدة .

اختر الإجابة الصحيحة : محلول الملح الذي يحتوي على أقل تركيز من كاتيونات الهيدروجين من بين محاليل الأملاح التالية المتساوية التركيز هو:

❑ K_2SO_4 ❑ $Al(NO_3)_3$ ❑ NH_4Cl ❑ $FeBr_2$

ما المقصود بـ محاليل حمضية؟ - محاليل تنتج عن ذوبان ملح حمضي وهو الملح الناتج عن تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة .

علل محلول ملح كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) حمضي التأثير (الأس الهيدروجيني له pH<7).

- لان كلوريد الأمونيوم ملح ناتج عن تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة وعند ذوبانه في الماء يتفكك والماء يتأين

$$NH_4Cl_{(s)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$2H_2O_{(\ell)} \leftrightharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

يتفاعل ايون الأمونيوم مع الماء (يتميأ) لينتج محلول الأمونيا قاعدة ضعيفة وكاتيون الهيدرونيوم .

$$NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \leftrightharpoons NH_{3\ (aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

وبذلك يكون $[H_3O^+] > [OH^-]$ وبالتالي يكون الأس الهيدروجيني للمحلول أقل من 7 أي أن المحلول حمضي .

اختر الإجابة الصحيحة : أحد الاملاح التالية محلوله المائي له أس هيدروكسيدي اكبر من 7 :

❑ NH_4Br ❑ KNO_2 ❑ KNO_3 ❑ CH_3COONH_4

عند تفاعل حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة وكان الحمض الضعيف يتميز بثابت تأين الحمض K_a والقاعدة الضعيفة بثابت تأين القاعدة K_b .

ماذا يحدث في الحالات الآتية :

إذا كانت $K_a < K_b$	يكون المحلول قاعدياً .
إذا كانت $K_b < K_a$	يكون المحلول حمضياً .
إذا كانت $K_a = K_b$	يكون المحلول متعادلاً .

معلم الكويت

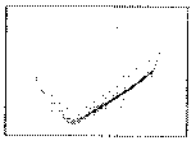
درس ١-٣ : حاصل الإذابة ص٢٣

عدد خطوات تصنيع الصابون ؟

١- التصبن . ٢- فصل الصابون . ٣- إتمام التصبين . ٤- العمليات النهائية إضافة عطور وقولبة الصابون وتقطيعه .

وضح بالمعادلة كيف يشكل الصابون ملحاً يتكون من كاتيون الصوديوم Na^+ وأنيون كربوكسيلات $R-COO^-$ ؟

$$R-COONa_{(s)} \rightleftharpoons R-COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$


الصابون

ماذا يحدث عند إضافة محلول مركز من كلوريد الصوديوم إلى مزيج من كاتيون الصوديوم وأنيون كربوكسيلات ؟

- يطفو الصابون على سطح المزيج ثم يفصل عن المواد الأخرى التي تبقى في مزيج التفاعل .

١- أنواع المحاليل :

ماذا يحدث عند إضافة ملعقة من ملح الطعام إلى كأس زجاجية تحتوي على 100 mL من الماء عند درجة حرارة 20 °C تقريبا؟

- الملح يذوب في الماء بسهولة مع قليل من التحريك.

ماذا يحدث عند إضافة ملعقتين من ملح الطعام إلى كأس زجاجية تحتوي على 100 mL من الماء عند درجة حرارة 20 °C تقريبا؟

- قد لا يذوب كله مهما طال التحريك، وتترسب الكمية الزائدة في قاع الكأس، ويكون المحلول قد أصبح مشبعا.

ماذا يحدث عند إضافة ملعقتين من ملح الطعام إلى كأس زجاجية تحتوي على 100 mL من الماء وتم تسخينه ؟

- سوف تذوب الكمية الزائدة، وعند ترك الكأس جانبا ليستعيد درجة الحرارة 20 °C فسوف تظهر بعض الترسيبات وإن لم تظهر يكون المحلول فوق مشبع.

عدد أنواع المحاليل ؟

ما المقصود بـ المحلول المشبع ؟

- هو المحلول الذي يحتوي على أكبر كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة، ويكون في حالة اتزان ديناميكي.

ما المقصود بـ المحلول المشبع ؟ - المحلول الذي ليس له القدرة على إذابة كمية إضافية من المذاب فيه عند درجة حرارة معينة ، بحيث تترسب أي كمية إضافية من المذاب ويكون في حالة اتزان ديناميكي حيث معدل الذوبان يساوي معدل الترسيب .

ما المقصود بـ المحلول فوق المشبع ؟ - المحلول الذي يحتوي على كمية من المادة المذابة أكبر مما في المحلول المشبع عند الظروف ذاتها .

ما المقصود بـ المحلول غير المشبع ؟ - المحلول الذي يحتوي على كمية من المادة المذابة أقل مما في المحلول المشبع عند الظروف ذاتها .

ما المقصود بـ المحلول غير المشبع ؟ - المحلول الذي له القدرة على إذابة كميات إضافية من المذاب عند إضافتها إليه من دون ترسيب ، ويكون فيه معدل الذوبان اكبر من معدل الترسيب .

٢- الذوبانية :

علل عندما يصبح المحلول مشبعا ويتوقف المذاب عن الذوبان لا يعني أنه في حالة سكون .

- لأن عددا من جسيمات المذاب يذوب في المحلول وفي الوقت نفسه عددا مساويا من الجسيمات الذائبة تصطدم بالمادة الصلبة المتبقية في قاع الإناء وتترسب.

ما المقصود بـ حالة الاتزان الديناميكي ؟ - هي الحالة التي يكون فيها معدل ذوبان المذاب مساويا تماما لمعدل ترسبه.

محلول ⇌ مذيب + مذاب

ما المقصود بـ الذوبانية ؟ - كمية المذاب اللازمة لإنتاج محلول مشبع متزن في كمية محددة من المذيب عند درجة حرارة معينة .

ما المقصود بـ الذوبانية ؟ - تركيز المحلول المشبع عند درجة حرارة معينة .

٣- ثابت حاصل الإذابة وأهميته :

عدد أنواع الأملاح بحسب إذابتها في الماء ؟

١- الأملاح القابلة للذوبان . ٢- الأملاح غير القابلة للذوبان (وتسمى الأملاح شحيحة الذوبان) .

ما المقصود بـ الأملاح القابلة للذوبان ؟ - أملاح تذوب كمية كبيرة منها في الماء قبل أن يتكون راسب الملح.

ما المقصود بـ الأملاح غير القابلة للذوبان ؟ - أملاح تذوب كمية قليلة جدا منها في الماء .

واتساب | انستقرام | تليقرام
مذكرات أبو محمد للكيمياء
مذكرات أبو محمد
51093167

ثابت حاصل الإذابة Ksp :

إذا افترضنا مركبا أيونيا شحيح الذوبان في الماء صيغته الكيميائية العامة A_mB_n تذوب كمية صغيرة جدا منه ويتفكك في محلوله المشبع المتزن كما يلي :

$$A_mB_n \leftrightharpoons mA + nB$$

$$K_{eq} = \frac{[A]^m \, x \, [B]^n}{[A_mB_n]}$$

$$K_{eq} \times [A_mB_n] = [A]^m \times [B]^n$$

$$K_{sp} = [A]^m \times [B]^n$$

تمثلان الكاتيونات والأنيونات المكونة للمركب الأيوني . **A , B** – حيث

- بينما **m , n** تمثلان عدد مولات الكاتيونات والأنيونات في الصيغة الكيميائية على التوالي .

ما المقصود بـ ثابت حاصل الإذابة Ksp ؟

- لمركب أيوني شحيح الذوبان في الماء فإن حاصل ضرب تركيز الأيونات بالمولات والتي تتواجد في حالة اتزان في محلول المشبع كل مرفوع إلى الاس الذي يمثل عدد مولات (معاملات) الأيونات الموجودة في معادلة التفكك الموزونة عند درجة حرارة معينة .

احسب قيمة حاصل الإذابة Ksp لكلوريد الفضة عند درجة الحرارة 25^oC تساوي 1.8×10^{-10} ؟

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$K_{sp} = [Ag^+] \times [Cl^-] = 1.8 \times 10^{-10}$$

جدول يوضح ثوابت حاصل الإذابة لبعض الأملاح عند درجة الحرارة 25^oC :

الملح	K_{sp}	الملح	K_{sp}
AgCl	1.8×10^{-10}	FeS	8×10^{-19}
CaF_2	3.9×10^{-11}	PbS	3×10^{-28}
$PbCrO_4$	1.8×10^{-14}	$Al(OH)_3$	3×10^{-34}
$PbSO_4$	6.3×10^{-7}	$Ca(OH)_2$	6.5×10^{-6}
$BaSO_4$	1.1×10^{-10}	$Fe(OH)_2$	7.9×10^{-16}
$CaSO_4$	2.4×10^{-5}	$CaCO_3$	4.5×10^{-9}
Ag_2S	8×10^{-51}	$BaCO_3$	5×10^{-9}

اختر الإجابة الصحيحة : عند إضافة محلول نيترات الكادميوم إلى محلول مشبع متزن من كبريتيد الكادميوم (CdS) فإن :

- ☐ تركيز محلول كبريتيد الكادميوم يزداد
- ☐ قيمة (K_{SP}) لكبريتيد الكادميوم تقل
- ☐ كمية المادة المذابة من كبريتيد الكادميوم تقل
- ☐ قيمة (K_{SP}) لكبريتيد الكادميوم تزداد

اختر الإجابة الصحيحة : يعبر عن ثابت حاصل الإذابة لهيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ هو :

- ☐ $K_{sp} = [Mg^{2+}] \times [OH^-]$
- ☐ $K_{sp} = [Mg^{2+}] \times [OH^-]^2$
- ☐ $K_{sp} = [Mg^{2+}]^2 \times [OH^-]$
- ☐ $K_{sp} = [Mg^{2+}]^2 \times [OH^-]^2$

صفوة معلمي الكويت

اختر الإجابة الصحيحة : اذا كان ثابت حاصل الإذابة Ksp لكل من (MnS , CdS , CoS , ZnS) هي على الترتيب
(6×10^{-16} ، 1×10^{-28} ، 3×10^{-26} ، 1×10^{-24}) أُمر في محاليلهم المشبعة في وقت واحد غاز H_2S فإن المادة التي تترسب اولاً هي :

❑ CdS ❑ ZnS ❑ CoS ❑ MnS

اختر الإجابة الصحيحة : إمرار غاز H_2S في محلول مشبع متزن من كبريتيد النحاس II يؤدى الى :

❑ تقليل قيمة ثابت حاصل الاذابة Ksp لكبريتيد النحاس II CuS .
❑ تقليل تركيز كاتيون النحاس في المحلول.
❑ تقليل تركيز أنيون الكبريتيد في المحلول.
❑ زيادة كمية المادة المذابة من كبريتيد النحاس II

مثال : احسب تركيزات كاتيونات الفضة وأنيونات الكلوريد في المحلول المشبع لكلوريد الفضة عند درجة الحرارة 25°C ، علماً أن : $Ksp(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$.

ملحوظة : للوصول للإجابة اتبع الخطوات التالي :

١- اكتب معادلة تفكك كلوريد الفضة من المحلول المشبع وتعبير ثابت حاصل الإذابة .
٢- احسب تركيزات كاتيونات الفضة وأنيونات الكلوريد .

الحل :

المعادلة الكيميائية لتفكك كلوريد الفضة :

$$AgCl_{(s)} \leftrightharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

عند الاتزان الكيميائي :

$$[Cl^-] = [Ag^+]$$

ثابت حاصل الإذابة :

$$K_{sp} = [Ag^+] \times [Cl^-] = 1.8 \times 10^{-10}$$
$$K_{sp} = [Ag^+] \times [Ag^+] = 1.8 \times 10^{-10}$$
$$[Ag^+]^2 = 1.8 \times 10^{-10}$$
$$[Ag^+] = 1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$
$$[Cl^-] = 1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

قيمة حاصل ضرب $[Ag^+]$ و $[Cl^-]$ تساوى قيمة ثابت حاصل الإذابة لـ AgCl .

أسئلة تطبيقية وحلها :

١- احسب تركيزات كاتيونات الكالسيوم وأنيونات الفلوريد في المحلول المشبع فلوريد الكالسيوم عند درجة الحرارة 25oC ، علماً بأن $Ksp_{(CaF_2)} = 3.9 \times 10^{-11}$

الحل :
$[Ca^{2+}] = 2.13 \times 10^{-4}$ mol/L
$[F^-] = 4.27 \times 10^{-4}$ mol/L

٢- احسب تركيزات كاتيونات الفضة وأنيونات الكبريتيد في المحلول المشبع كبريتيد الفضة عند درجة الحرارة 25oC علماً أن $Ksp_{(Ag_2S)} = 8 \times 10^{-51}$

الحل :
$[Ag^+] = 2.52 \times 10^{-17}$ mol/L
$[S^{2-}] = 1.26 \times 10^{-17}$ mol/L

اختر الإجابة الصحيحة : عند إضافة محلول نترات الفضة $AgNO_3$ الى محلول يحتوى على تركيز متساوي من أيونى الكلوريد -Cl والبروميد Br^- علماً بأن Ksp لكلوريد الفضة = 1.8×10^{-10} ، Ksp لبروميد الفضة = 5.3×10^{-13} فإن :

❑ كلوريد الفضة AgCl ترسب أولا.
❑ بروميد الفضة AgBr ترسب أولا.
❑ كلوريد الفضة وبروميد الفضة يترسبان في نفس اللحظة.
❑ لا يترسب أي منهما.

اختر الإجابة الصحيحة : إذا علمت أن قيمة ثابت حاصل الإذابة Ksp لفلوريد الرصاص PbF_2 تساوى 3.2×10^{-8} فإن تركيز المحلول المشبع له تساوى :

❑ 1.78×10^{-4} ❑ 3.17×10^{-3} ❑ 8×10^{-9} ❑ 2×10^{-3}

٤- ظرف الذوبان والترسيب في المحلول المشبع :

اكتب المصطلح العلمي : حاصل ضرب تركيزات الأيونات الموجودة في المحلول (سواء كان غير مشبع ن أو مشبع أو فوق مشبع) كل مرفوع إلى أس يساوي عدد مولاته في الصيغة . **(الحاصل الأيوني Q)**

كيف يمكنك توقع الظروف التي تؤدى إلى ترسيب مادة ذائبة في المحلول أو إذابة مادة مترسبة ؟

عن طريق مقارنة ثابت حاصل الإذابة K_{sp} للمادة مع الحاصل الأيوني Q لها .

ماذا يحدث في الحالات التالية علماً بأن Ksp ثابت حاصل الإذابة للمادة ، و Q الحاصل الأيوني لها .

الحالة	النتيجة
$Q < K_{sp}$	يكون المحلول غير مشبع ولديه القدرة على إذابة كمية أكبر من المذاب . **اكتب المصطلح العلمي :** محلول تكون فيه قيمة الحاصل الايوني Q للمادة الأيونية المذابة أقل من قيمة ثابت حاصل الاذابة لها K_{sp} . **(المحلول غير المشبع)**
$Q = K_{sp}$	يكون المحلول مشبع ومتزن ولن يتكون راسب . **اكتب المصطلح العلمي :** محلول تكون فيه قيمة الحاصل الايوني Q للمادة الايونية المذابة تساوي قيمة ثابت حاصل الاذابة لها K_{sp} . **(المحلول المشبع)**
$Q > K_{sp}$	يكون المحلول فوق مشبع ويحدث ترسيب . **اكتب المصطلح العلمي :** محلول تكون فيه قيمة الحاصل الايوني Q للمادة الايونية المذابة اكبر من قيمة ثابت حاصل الاذابة لها K_{sp} . **(المحلول فوق المشبع)**

اختر الإجابة الصحيحة : يذوب الملح الشحيح الذوبان من محلوله إذا كان حاصل ضرب تركيز الأيونات في المحلول :

- ☐ أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة للملح.
- ☐ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة للملح.
- ☐ مساويا لقيمة ثابت حاصل الإذابة للملح.
- ☐ ضعف قيمة ثابت حاصل الإذابة للملح .

١.٤ إذابة إلكتروليت شحيح الذوبان :

ما المقصد من إذابة إلكتروليت شحيح الذوبان؟ - هي تقليل تركيز أحد أيونات الملح في المحلول المشبع .

كيف تتم عملية إذابة إلكتروليت شحيح الذوبان ؟

١- عن طريق إضافة مادة تعمل تقليل تركيز أحد أيونات الملح .

٢- فيختل الاتزان، وتصبح قيمة الحاصل الأيوني Q في المحلول أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) لهذا الملح فتذوب كمية جديدة منه لإعادة الاتزان مرة أخرى بحسب مبدأ لوشاتيليه .

عدد طرق إذابة إلكتروليت شحيح الذوبان ؟

١- عن طريق تكوين إلكتروليت ضعيف . ٢- عن طريق تكوين أيون متراكب .

أ) تكوين إلكتروليت ضعيف :

علل الكثير من المواد التي تكون شحيحة الذوبان في الماء ، مثل هيدروكسيد المغنيسيوم وهيدروكسيد المنجنيز وكربونات الكالسيوم وكبريتيد الحديد II ، تذوب بإضافة حمض قوي مثل حمض الهيدروكلوريك أو حمض النيتريك إليها .

لأن أنيون هذه المواد يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكونا معه إلكتروليت ضعيف التأين (الماء) فتصبح قيمة الحاصل الأيوني لها أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) لها فتذوب .

علل يذوب هيدروكسيد المنجنيز $Mn(OH)_2$ شحيح الذوبان في الماء عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إليه .

يتحد أنيون الهيدروكسيد في المحلول مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكونا معه إلكتروليت ضعيف التأين (الماء) فتصبح قيمة الحاصل الأيوني لهيدروكسيد المنجنيز $[Mn^{2+}] \times [OH^-]^2$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) له فيذوب .

$$Mn(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Mn^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$
$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(l)}$$

علل يذوب راسب هيدروكسيد المنجنيز $Mn(OH)_2$ شحيح الذوبان في الماء في محلوله المشبع المتزن عند إضافة حمض الهيدروكلوريك (HCl) إليه.

أنيون الهيدروكسيد الموجود في المحلول المشبع يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكونا معه (الماء) إلكتروليت ضعيف التأين ، فيصبح الحاصل الأيوني لهيدروكسيد المنجنيز $[Mn_2^+][OH^-]_2$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (Koy) فيختل الاتزان ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي فيذوب .

$$Mn(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Mn_2^+{}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$
$$H_3O^+_{(aq)} + OH_{-(aq)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(\ell)}$$

علل يترسب هيدروكسيد المغنسيوم $Mg(OH)_2$ من محلوله المشبع عند إضافة (NaOH) إليه .

هيدروكسيد المغنسيوم في محلوله المشبع يكون في حالة اتزان :

$$Mg(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

فعند إضافة هيدروكسيد الصوديوم

$$NaOH_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

- يزداد تركيز أنيون الهيدروكسيد OH^- المشترك فتصبح قيمة الحاصل الأيوني Q لهيدروكسيد المغنسيوم $[Mg_2^+][OH^-]^2$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة K_{sp} له ويختل الاتزان ويزاح بالاتجاه العكسي فيترسب بعضا من هيدروكسيد المغنسيوم الذائب في المحلول .

علل عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى ملح كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) شحيح الذوبان في الماء فإنه يذوب .

- لأن أنيون الكربونات في المحلول يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكونا معه إلكتروليت ضعيف التأين (حمض الكربونيك) فتصبح قيمة الحاصل الأيوني لكربونات الكالسيوم $[Ca^{2+}] \times [CO_3^{2-}]$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة K_{sp} له فيذوب .

$$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$$
$$2H_3O^+_{(aq)} + Co^{2-}{}_{3(aq)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

علل يذوب راسب كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) شحيح الذوبان في الماء في محلوله المشبع المتزن عند إضافة حمض النيتريك (HNO_3) إليه.

- لأن أنيون الكربونات في المحلول المشبع يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكونا معه (حمض الكربونيك) إلكتروليت ضعيف التأين ، فيصبح الحاصل الأيوني لكربونات الكالسيوم $[Ca^{2+}]\ [CO_3^{2-}]$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) فيختل الاتزان ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي فيذوب .

$$CaCO_3{}_{(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)}$$
$$2H_3O^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

اختر الإجابة الصحيحة : عند إمرار غاز HCl في محلول مشبع متزن من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ فإنه يعمل على :

- ☐ زيادة الكمية المترسبة من كربونات الكالسيوم.
- ☐ زيادة قيمة ثابت حاصل الإذابة لكربونات الكالسيوم.
- ☐ تقليل الكمية المترسبة من كربونات الكالسيوم.
- ☐ تقليل قيمة ثابت حاصل الإذابة لكربونات الكالسيوم.

اختر الإجابة الصحيحة : يتكون إلكتروليت ضعيف عند إضافة حمض HCl إلى كل من المركبات التالية ماعدا :

☐ هيدروكسيد المغنسيوم ☐ كبرتيد الخارصين ☐ كلوريد الفضة ☐ كربونات الكالسيوم

ب) تكوين أيون متراكب :

صح أم خطأ / يمكن تقليل تركيز الأيونات الفلزية (الكاتيونات) للمركبات شحيحة الذوبان بارتباطها مع جزيئات متعادلة أو أيونات أخرى مكونة أيونات متراكبة ثابتة ، كاتيون الفضة الأموني المتراكب $[Ag(NH_3)_2]^+$. **(العبارة صحيحة)**

علل عند إضافة محلول الأمونيا إلى هيدروكسيد النحاس II ($Cu(OH)_2$) شحيح الذوبان في الماء فإنه يذوب .

لأن كاتيون النحاس II في المحلول يتحد مع الأمونيا مكونا معها كاتيون النحاس الأموني المتراكب $[Cu(NJ_3)_4]^{2+}$ وهو أيون ثابت، فتصبح قيمة الحاصل الأيوني لهيدروكسيد النحاس II $[Cu^{2+}] \times [OH^-]^2$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة K_{sp} له فيذوب.

$$Cu(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Cu^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$
$$4NH_{3(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$

ملحوظة : نتعامل بالمثل عند إضافة محلول الأمونيا إلى كلوريد الفضة (AgCl) شحيح الذوبان في الماء

اختر الإجابة الصحيحة : يذوب هيدروكسيد النحاس $Cu(OH)_2$ في محلول الأمونيا ويعزى ذلك الى :

- ❑ زيادة (OH^-)
- ❑ تأثير الأيون المشترك.
- ❑ زيادة (Cu^{2+})
- ❑ تكوين كاتيون النحاس الأمونيومي.

علل يذوب راسب هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$ شحيح الذوبان في الماء في محلوله المشبع المتزن عند إضافة محلول الأمونيا (NH_3) إليه.

- لأن كاتيون النحاس II في المحلول المشبع يتحد مع الأمونيا مكونا معها كاتيون النحاس الأموني المتراكب $[Cu(NH3)4]2+$ وهو أيون ثابت ، فيصبح الحاصل الأيوني لهيدروكسيد النحاس II $[Cu2+][OH-]2$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة Ksp فيختل الاتزان ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي فيذوب.

$$Cu(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2OH^-_{(aq)}$$

$$4NH_{3\,(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$ (أيون متراكب ثابت)

علل تترسب كبريتات الكالسيوم ($CaSO_4$) من محلولها المشبع المتزن عند إضافة محلول كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) إليه.

كبريتات الكالسيوم في محلوله المشبع يكون في حالة اتزان

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

فعند إضافة كبريتات الصوديوم

$$Na_2SO_{4(s)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

يزداد تركيز أنيون الكبريتات SO_4^{2-} المشترك فتصبح قيمة الحاصل الأيوني Q لكبريتات الكالسيوم $[Ca^{2+}][SO_2^{2-}]$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة K_{sp} له ويختل الاتزان ويزاح بالاتجاه العكسي فيترسب بعضا من كبريتات الكالسيوم الذائب في المحلول.

٥- تأثير الأيون المشترك :

وضح بالمعادلات ماذا يحدث في النظام المتزن التالي الذى يتحد في المحلول المشبع لكلوريد الفضة إذا أضفنا مادة تحتوي على ايون مشابه لأحد أيونات هذا النظام مثل كلوريد الصوديوم NaCl ؟

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

الاجابة

يتفكك NaCl في المحلول كما يلى :

$$NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

حيث يؤدى ذلك إلى زيادة تركيز أنيون الكلوريد المشترك.

وبالتالي تصبح قيمة الحاصل الأيوني (Q) لكلوريد الفضة $[Cl^-] \times [Ag^+]$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) له.

فيختل الاتزان ويتجه النظام نحو الاتجاه العكسي مسببا بذلك ترسيب بعض من AgCl الذائب في المحلول.

علل ذوبان AgCl في محلول يحتوي على NaCl يكون أقل من ذوبانه في الماء النقي.

- بسبب وجود أينون الكلوريد (Cl^-) المشترك.

وضح بالمعادلات ماذا يحدث في النظام المتزن التالي الذى يتحد في المحلول المشبع لكلوريد الفضة إذا أضفنا مادة تحتوي على ايون مشابه لأحد أيونات هذا النظام مثل نيترات الفضة ($AgNO_3$) ؟

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

الاجابة

يتفكك $AgNO_3$ في المحلول كما يلى :

$$AgNO_{3(s)} \rightarrow Ah^+_{(aq)} + NO^-{}_{3(aq)}$$

حيث يؤدى ذلك إلى زيادة تركيز كاتيون الفضة المشترك.

وبالتالي تصبح قيمة الحاصل الأيوني (Q) لكلوريد الفضة $[Cl^-] \times [Ag^+]$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) له.

فيختل الاتزان ويتجه النظام نحو الاتجاه العكسي مسببا بذلك ترسيب بعض من AgCl الذائب في المحلول.

علل ذوبان AgCl في محلول يحتوي على $AgNO_3$ يكون أقل من ذوبانه في الماء نقى.

- بسبب وجود كاتيون الفضة (Ag^+) المشترك.

قهوة في الكويت

علل يترسب كلوريد الفضة (AgCl) من محلوله المشبع عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم (NaCl) إليه .

كلوريد الفضة في محلوله المشبع يكون في حالة اتزان :

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

فعند إضافة كلوريد الصوديوم $NaCl_{(s)} \rightarrow Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$

يزداد تركيز أنيون الكلوريد CV^{-} الأيون فتصبح قيمة الحاصل الأيوني لكلوريد الفضة $[Ag^{+}][Cl^{-}]$ اكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة Ksp له و يختل الاتزان ويزاح بالاتجاه العكسي فيترسب بعضا من كلوريد الفضة الذائب في المحلول .

علل تزداد قيمة الأس الهيدروجيني (pH) لمحلول حمض الهيدروسيانيك (HCN) عند إضافة ملح سيانيد البوتاسيوم (KCN) الصلب إليه .

$$HCN + H_2O \rightleftharpoons H_3O^{+} + CN^{-}$$
$$KCN \rightarrow K^{+} + CN^{-}$$

عند إضافة ملح سيانيد البوتاسيوم يزداد تركيز أنيون السيانيد CN^{-} المشترك ، فيختل اتزان الحمض الضعيف ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه العكسي فيقل تركيز كاتيون HO^{+} وعليه تزداد قيمة pH للمحلول .

علل تزداد قيمة الأس الهيدروجيني (pH) حلول حمض الأسيتيك (CH_3COOH) عند إضافة ملح أسيتات الصوديوم (CH_3COONa) الصلب إليه .

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^{+} + CH_3COO^{-}$$
$$CH_3COONa \rightarrow Na^{+} + CH_3COO^{-}$$

عند إضافة ملح أسيتات الصوديوم يزداد تركيز أنيون الأسيتات CH_3COO^{-} المشترك ، فيختل اتزان الحمض الضعيف ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه العكسي فيقل تركيز كاتيون HO^{+} وعليه تزداد قيمة pH للمحلول .

علل تزداد قيمة الأس الهيدروجيني (pH) لمحلول حمض الفورميك (HCOOH) عند إضافة ملح فورمات الصوديوم (HCOONa) الصلب إليه .

$$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^{+} + HCOO^{-}$$
$$HCOONa \rightarrow Na^{+} + HCOO^{-}$$

عند إضافة ملح فورمات الصوديوم يزداد تركيز أنيون الفورمات $HCOO^{-}$ المشترك ، فيختل اتزان الحمض الضعيف ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه العكسي فيقل تركيز كاتيون H_3O^{+} وعليه تزداد قيمة pH للمحلول .

علل تقل قيمة الأس الهيدروجيني (pH) المحلول الأمونيا (NH_3) عند إضافة ملح كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) الصلب إليه .

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons OH^{-} + NH_4^{+}$$
$$NH_4Cl \rightarrow Cl^{-} + NH_4^{+}$$

عند إضافة ملح كلوريد الأمونيوم يزداد تركيز كاتيون الأمونيوم NH_4^{+} المشترك ، فيختل اتزان القاعدة الضعيفة ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه العكسي فيقل تركيز أنيون OH^{-} وعليه تقل قيمة pH للمحلول .

علل تركيز أنيون الفورمات $HCOO^{-}_{(aq)}$ أقل من تركيز كاتيون الصوديوم $Na^{+}_{(aq)}$ في المحلول المائي لفورمات الصوديوم (HCOONa) .

ـ لأن فورمات الصوديوم ملح ناتج عن تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية وعند ذوبانه في الماء يتفكك والماء يتأين

$$HCOONa_{(s)} \rightarrow HCOO^{-}_{(aq)} + Na^{+}_{(aq)}$$
$$2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H_3O^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

يتفاعل أيون الفورمات مع الماء (يتمياً) لينتج حمض الفورميك الضعيف وأنيون الهيدروكسيد

$$HCOO^{-}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HCOOH_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

ونظرا لتميؤ $(HCOO^{-})$ مع الماء يكون تركيزه أقل من تركيز كاتيون الصوديوم $Na^{+}_{(aq)}$ الذي لم يتفاعل مع الماء (لا يتمياً).

علل يذوب راسب كلوريد الفضة (AgCl) شحيح الذوبان في الماء في محلوله المشبع المتزن عند إضافة محلول الأمونيا (NH_3) إليه .

ـ لأن كاتيون الفضة في المحلول يتحد مع الأمونيا مكونا معها كاتيون الفضة الأموني المتراكب $[Ag(NH_3)_2]^{+}$ وهو أيون ثابت ، فيصبح الحاصل لكلوريد الفضة $[Ag^{+}][Cl^{-}]$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة Ksp فيختل الاتزان ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي فيذوب

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Cl^{-}_{(aq)} + Ag^{+}_{(a}$$
$$2NH_{3\,(aq)} + Ag^{+}_{(aq)} \rightarrow [Ag(NH_3)_2]^{+}$$ (أيون متراكب ثابت)

صفوة الكويت

علل يترسب كربونات الكالسيوم من محلوله المشبع عند إضافة محلول كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) إليه .

كربونات الكالسيوم في محلوله المشبع يكون في حالة اتزان

$$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)}$$
$$CaCl_{2(s)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$$

إضافة كلوريد الكالسيوم يعمل على زيادة تركيز كاتيون الكالسيوم المشترك ، وبالتالي يصبح الحاصل الأيوني (Q) الكربونات الكالسيوم $[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) له ، فيختل الاتزان ويتجه النظام نحو الاتجاه العكسي مسببا بذلك ترسيب بعضا من $CaCO_3$ الذائب في المحلول .

اكتب المصطلح العلمي : التأثير الذي ينتج عنه تقليل تفكك إلكتروليت ضعيف نتيجة إضافة أحد أيوناته لمحلوله المشبع المتزن

(تأثير الأيون المشترك)

اختر الإجابة الصحيحة : عند إضافة محلول الأمونيا إلى محلول مشبع متزن من كلوريد الفضة فإن ذلك يؤدي إلى :

- ❑ ذوبان كلوريد الفضة المترسب.
- ❑ نقص قيمة K_{sp} لكلوريد الفضة.
- ❑ ترسيب كلوريد الفضة من المحلول.
- ❑ زيادة قيمة K_{sp} لكلوريد الفضة

مثال : توقع إذا كان هناك تكوين راسب لكبريتات الباريوم عند إضافة 0.5 L من محلول $Ba(NO_3)_2$ تركيزه 0.002 mol/L إلى 0.5 L تركيزه 0.008 mol/L لتكوين محلول حجمه 1L علماً بأن :

$$K_{sp(Ba}So_{4)} = 1.1 \times 10^{-10}$$

ملحوظة : للوصول للإجابة اتبع الخطوات التالي :

١- اكتب معادلة تفكك كبريتات الباريوم في محلوله المشبع .

٢- احسب قيمة حاصلا الاذابة مع مقارنتها بثابت حاصل الإذابة .

الحل : المعادلة الكيميائية لتفكك كبريتات الباريوم في محلوله المشبع هي :

$$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

حساب عدد مولات الأيونات :

$$N_{Ba}{}^{2+} = 0.5 \times 0.002 = 10^{-3} \text{ mol}$$
$$nSO_4^{2-} = 0.5 \times 0.008 = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

حساب تركيزات الأيونات في 1 L من المحلول :

$$[Ba^{2+}] = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3} \text{ mol / L}$$
$$[SO_4^{2-}] = \frac{4 \times 10^{-3}}{1} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

حساب قيمة الحاصل الأيوني :

$$Q = [Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}] = 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-6}$$
$$Q = [Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}] > K_{sp(Ba}SO_{4)} = 1.1 \times 10^{-10}$$

اذا يكون المحلول فوق مشبع ويتكون راسب .

النتيجة : إن الحاصل الأيوني أكبر من ثابت حاصل الإذابة ما يعني ترسب بعض من الملح في قاع المحلول .

أسئلة تطبيقية وحلها :

١- توقع إذا كان هناك تكوين راسب كلوريد الرصاص $PbCl_2$ عند إضافة 0.025 mol من $CaCl_2$ إلى 0.015 mol من $Ob(NO_3)_2$ مع كمية من الماء للحصول على محلول حجمه 1 L

علماً أن : $K_{spPbCl_2} = 1.7 \times 10^{-5}$

الحل : يتكون راسب .

٢- توقع إذا كان هناك تكوين راسب لكربونات الكالسيوم عند إضافة 0.5 L من محلول $Ca(NO_3)_2$ تركيزه 0.001 mol / L إلى 0.5 L من محلول Na_2CO_3 تركيزه 0.0008 mol / L لتكوين محلول حجمه 1L؟

علماً أن : $K_{spCaCO_3} = 4.5 \times 10^{-9}$

الحل : يتكون راسب .

صفوة الكويت

الفصل الثاني : معايرة الأحماض والقواعد ص ٣٩

اذكر بعض تطبيقات المعايرة ؟

تستخدم المعايرة في : الرعاية الصحية (اختبار السكر في الدم) ـ صناعة المواد الغذائية ـ صناعة مستحضرات التجميل ـ إنتاج مواد التنظيف ـ محطات المياه ـ مصانع العصير وغيرها .

الدرس ٢ - ١ : معايرة الأحماض والقواعد : ص٤٠

أسماك ميتة في بحيرة جراء المطر الحمضي

١ - تفاعل التعادل بين حمض قوي (أحادي البروتون) وقاعد قوية (أحادية الهيدروكسيد) :

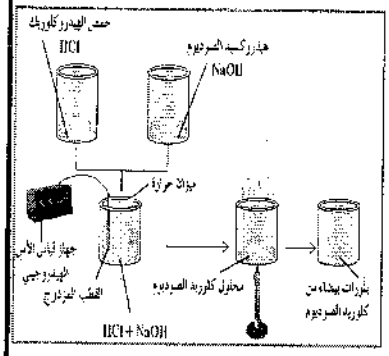
كيف يتم تفاعل التعادل بين حمض قوي (أحادي البروتون) وقاعد قوية (أحادية الهيدروكسيد) ؟

الأدوات المطلوبة :

ـ 100 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك (حمض أحادي البروتون) بتركيز 1m .

ـ 100 mL من هيدروكسيد الصوديوم (قاعدة أحادية الهيدروكسيد) بتركيز 1M .

ـ كأس زجاجية سعتها 1L تحتوي على ميزان للحرارة .



الخطوات :

ـ مزج محلول حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم داخل الكأس .

ـ تحريك المزيج يشير الميزان إلى زيادة في الحرارة .

ـ ضبط جهاز قياس الأس الهيدروجيني وغسله بالماء المقطر .

ـ غمر القطب في المحلول الناتج (المزيج) يشير الجهاز إلى أن قيمة الأس الهيدروجيني pH تساوي 7 ، تدل قيمة الأس الهيدروجيني pH للمحلول الناتج على أن المحلول متعادل .

اجب عما يلي :

ماذا يحدث عند تسخين عينة من المحلول الناتج السابق وتبخر الماء كلياً ؟ ـ تتكون بلورات بيضاء من كلوريد الصوديوم .

ماذا يحدث عند إضافة الماء إلى كلوريد الصوديوم الذي تكون بعد التبخر ؟ ـ يذوب الراسب وينتج محلولا مائيا لكلوريد الصوديوم .

صح أم خطأ : عند مزج محلول حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم لا تشترك كاتيون الصوديوم Na^+ وأنيون الكلوريد Cl^- في التفاعل ،

ولماذا ؟

ـ صح ، لأن كلوريد الصوديوم حدث له ذوبان وذلك وفق المعادلة الأيونية للتفاعل التالية :

$$(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}) + (Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}) \rightarrow (Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}) + 2H_2O_{(l)}$$

ما الدليل على أن كاتيونات الهيدرونيوم وأنيونات الهيدروكسيد قد تفاعلا في المعادلة التالية :

$$(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}) + (Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}) \rightarrow (Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}) + 2H_2O_{(l)}$$

ـ تكون الماء السائل .

اكتب المعادلة الأيونية التي توضح تفاعل التعادل بين حمض قوي وقاعدة قوية ؟

$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

ما المقصود بـ تفاعل التعادل ؟

ـ تفاعل كاتيون الهيدرونيوم (كاتيون الهيدروجين) من الحمض مع أنيون الهيدروكسيد من القاعدة لتكوين الماء.

عدد مميزات التفاعل بين الأحماض والقواعد ؟

١ـ يكون التفاعل طاردا للحرارة .

٢ـ يكون التفاعل تاما عند مزج كميات متكافئة من الحمض والقاعدة بحيث تسهلك كاتيونات الهيدرونيوم +H3O وأنيونات الهيدروكسيد -OH كليا .

٣ـ يكون المحلول المائي الناتج متعادلا (pH = 7) عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية تماما .

٤ـ يكون المحلول المائي الناتج حمضيا (pH < 7) عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة تماما .

٥ـ يكون المحلول المائي الناتج قاعديا (pH > 7) عند تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية تماما .

ما المقصود بـ المحلول القياسي ؟ ـ المحلول المعلوم تركيزه بدقة .

١- المعايرة

١-٢ معايرة قاعدة قوية بواسطة حمض قوي باستخدام أدلة التعادل :

ما المقصود بـ عملية المعايرة ؟ ـ عملية كيميائية مخبرية يتم فيها معرفة حجم المحلول القياسي (حمض أو قاعدة) اللازم ليتفاعل تماما مع المادة (حمض أو قاعدة) التي يراد معرفة تركيزها.

ما الهدف من عملية المعايرة ؟ ـ معرفة تركيز محلول مجهول التركيز باستخدام المحلول القياسي .

عدد خطوات معايرة حجم (20mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم مجهول التركيز بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك (0.1 M) ؟

١ـ تملأ السحاحة بحمض الهيدروكلوريك القياسي باستخدام قمع زجاجي وتضبط سطح المحلول عد صفر التدريج .

٢ـ يوضع حجم (20 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم (مجهول التركيز) بواسطة الماصة في الدورق المخروطي .

٣ـ تضاف قطرتين من دليل الميثيل البرتقالي إلى المحلول في الدورق المخروطي ، فيتحول لون المحلول إلى اللون لأصفر (لون الحالة القاعدية) .

٤ـ يسح حمض الهيدروكلوريك من السحاحة تدريجيا على محلول هيدروكسيد الصوديوم في الدورق المخروطي ثم رجه باستمرار حتى يتغير لون المحلول (يصبح برتقالي) .

٥ـ تسجل حجم حمض الهيدروكلوريك المضاف من السحاحة .

٦ـ تكرر الخطوات من (١) إلى (٥) ثلاث مرات وتسجل في كل مرة حجم حمض الهيدروكلوريك المضاف من السحاحة ثم احسب المتوسط الحسابي لحجم حمض الهيدروكلوريك .

٧ـ سيكون حجم محلول حمض الهيدروكلوريك المضاف من السحاحة (20 mL) .

ـ عند انتهاء المعايرة التي يمكن تحديدها عند تغير لون الدليل نكون قد وصلنا إلى نقطة التكافؤ التي عندما يتساوى عندها عدد مولات كاتيونات هيدرونيوم الحمض مع عدد مولات أنيونات هيدروكسيد القاعدة .

يمكن التعبير عن التفاعل بالمعادلة التالية :

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

$$OH^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

نستنتج من المعادلة أعلاه أن عدد مولات كاتيونات الهيدرونيوم من حمض الهيدروكلوريك يتعادل مع عدد مولات أنيونات هيدروكسيد مساوية له من هيدروكسيد الصوديوم .

العلاقة الرياضية الخاصة بنقطة التكافؤ :

$$aA + bB \rightarrow cC + dH_2O$$

الماء + الملح ← القاعدة + الحمض

عدد مولات OH^- (من القاعدة) = عدد مولات H_3O^+ (من الحمض)

$$n_b = n_a$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b}$$

$$\frac{0.1 \times 20 \times 10^{-3}}{1} = \frac{20 \times 10^{-3} \times C_b}{1}$$

$$C_b = 0.1\ M$$

علما أن : Ca هي تركيز الحمض ، V_a هي حجم الحمض ، C_b هي تركيز القاعدة ، V_b هي حجم القاعدة ، a , b هي معاملات اتحادية العناصر.

ما المقصود بـ نقطة انتهاء المعايرة ؟ ـ النقطة التي يتغير عندها لون الدليل .

ما المقصود بـ نقطة التكافؤ ؟

ـ النقطة التي يتساوى عندها عدد مولات كاتيون الهيدرونيوم من الحمض مع عدد مولات أنيونات الهيدروكسيد من القاعدة .

صفوة تعلم الكويت

اكتب المصطلح العلمي : الدليل الذى يجب أن يتغير لونه عند حدوث التغير المفاجئ في قيمة الأس الهيدروجيني pH للمحلول حول نقطة التكافؤ أو الدليل الذى يتفق مداه والمدى الذى يحدث عنده التغير المفاجئ في قيمة الأس الهيدروجيني pH للمحلول حول نقطة التكافؤ . **(الدليل المناسب)**

علل لا يصلح الميثيل البرتقالي كدليل عند معايرة محلول حمض الأسيتيك مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم .

ـ لأن حمض الأسيتيك ضعيف ، هيدروكسيد البوتاسيوم قاعدة قوية لذلك تكون قيمة الأس الهيدروجيني (pH) للمحلول عند نقطة التكافؤ أكبر من (7)، ومدى دليل الميثيل البرتقالي أقل من (7) وبالتالي لا يتفق مدى دليل الميثيل البرتقالي والمدى الذي يحدث عنده التغير الفجائي في قيمة pH للمحلول حول نقطة التكافؤ .

علل يصلح الفينولفثالين كدليل عند معايرة محلول حمض الأسيتيك مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم .

ـ لأن حمض الأسيتيك ضعيف ، هيدروكسيد البوتاسيوم قاعدة قوية لذلك تكون قيمة الأس الهيدروجيني (pH) للمحلول عند نقطة التكافؤ أكبر من (7) ،ومدى دليل الفينولفثالين أكبر من (7) وبالتالي يتفق مدى دليل الفينولفثالين والمدى الذي يحدث عنده التغير الفجائي في قيمة (pH) للمحلول حول نقطة التكافؤ .

علل يصلح الميثيل البرتقالي كدليل عند معايرة محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول الأمونيا .

ـ لأن حمض الهيدروكلوريك قوي ومحلول الأمونيا قاعدة ضعيفة فيكون مدى التغير المفاجئ حول نقطة التكافؤ عند أس هيدروجيني أقل من (7) ومدى الميثيل البرتقالي عند أس هيدروجيني اقل من (7) لذلك يتفق مدى الدليل مع مدي التغير المفاجئ في قيمة الأس الهيدروجيني للمحلول حول نقطة التكافؤ .

مثال : تعادل 10 mL من محلول حمض الكبريتيك تماماً مع 25 mL من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.4 mol.L

احسب تركيز حمض الكبريتيك.

الحل :

١- نكتب معادلة التفاعل :

$$H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

يتبين من المعادلة أن عدد مولات القاعدة يساوى ضعف عدد مولات الحمض وبالتالي إذا عرفنا عدد مولات أحدهما يمكننا إيجاد عدد مولات الآخر .

٢- باستخدام العلاقة التالية يمكننا إيجاد عدد مولات هيدروكسيد البوتاسيوم :

$$n_{KOH} = C_b \times V_b$$

$$n_{KOH} = 0.4 \times 0.005 = 0.01 \text{ mol}$$

$$\frac{n_{KOH}}{2} = n H_2SO_4$$

$$n H_2SO_4 = 0.005 \text{ mol}$$

$$n_a = C_a \times V_a$$

$$C_a \times 0.01 = 0.005$$

$$C_a = 0.5 \text{ mol . } L^{-1}$$

٣- هل النتيجة لها معنى ؟

يتساوى عدد مولات أنيونات الهيدروكسيد مع كاتيونات الهيدرونيوم .

أسئلة تطبيقية وحلها

١- احسب تركيز محلول حمض الفوسفوريك إذا تعادل 30mL منه مع 75mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.4 M لإتمام التعادل .

$$H_3PO_{4(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_3PO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

الحل : $C_a = 0.33$ M

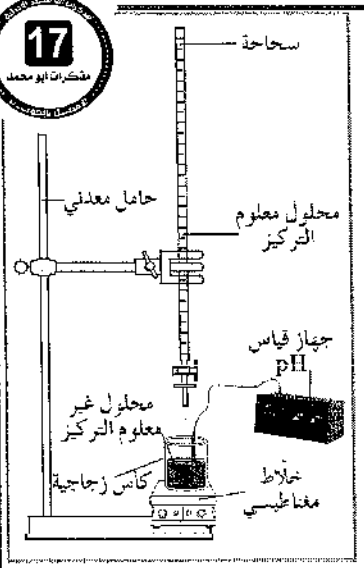
٢- تمت معايرة 20 mL من محلول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ باستخدام حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.5 M .

وعند تمام التفاعل ، استهلك 25 mL من الحمض . احسب تركيز محلول هيدروكسيد الكالسيوم .

$$2HCl_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

الحل : $C_b = 0.3125$ M .

صفوة الكويت



٢-٢معايرة حمض قوي (HA) مع قاعدة قوية (BOH) باستخدام جهاز قياس الأس الهيدروجيني pH :

أكمل : يمكن إجراء عملية المعايرة وتحديد نقطة التكافؤ باستخدام ... **جهاز قياس الأس الهيدروجيني pH** ...

عدد خطوات معايرة حمض الهيدروكلوريك (حمض قوي) بهيدروكسيد الصوديوم (قاعدة قوية) ؟

١- يعاير جهاز قياس الأس الهيدروجيني ويشغل القطب بالماء .

٢- تملأ السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 10^{-2} M ، وتوضح كأس زجاجية سعتها 100 mL على خلاط مغناطيسي وفيها 20mL من محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 10^{-2} M

٣- يسجل جهاز قياس الأس الهيدروجيني في الكأس الزجاجية قيمة pH = 2 .

٤- بعد تشغيل الخلاط المغناطيسي ، يضاف تدريجيا محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول حمض الهيدروكلوريك في الكأس الزجاجية .

٥- تسجل قيمة pH عند إضافة 2mL من المحلول القاعدي .

٦- تكرر الخطوة السابقة وتسجل في كل مرة قيمة pH إلى أن تصبح قيمة الحجم الكلي المضاف للقاعدة 30 mL كما الجدول التالي :

V_b(mL)	pH	V_b(mL)	pH
0	2.0	19	3.6
2	2.1	19.5	4.2
4	2.2	20	7.0
6	2.3	20.5	9.4
8	2.4	21	10.1
10	2.5	22	10.5
12	2.6	24	10.9
14	2.7	26	11
16	2.9	28	11.1
18	3.3	30	11.2

الجدول لنتائج معايرة حمض الهيدروكلوريك بهيدروكسيد الصوديوم

ملاحظة : عند إضافة 2mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تتزايد قيمة pH . عندما تتزايد قيمة pH بشكل سريع يضاف 0.5 mL بدل 2mL .

أ) منحنى المعايرة :

اكتب المصطلح العلمي :

العلاقة البيانية بين الأس الهيدروجيني (pH) للمحلول في الدورق المخروطي وحجم الحمض أو القاعدة المضاف من السحاحة في معايرة الأحماض والقواعد. **(منحنيات المعايرة)**

ما أهمية منحنيات المعايرة ؟

تساعد على :

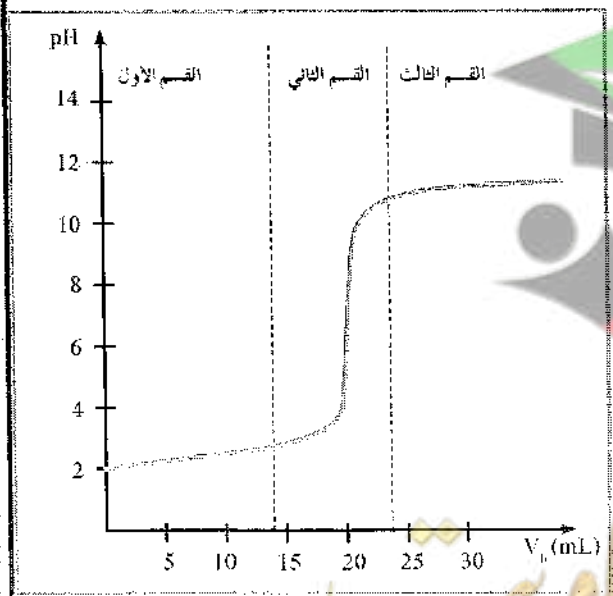
١- تحديد نقطة التكافؤ بدقة ووضوح .

٢- اختيار الدليل المناسب للمعايرة .

باستخدام النتائج (قيم pH و V_b) الموضحة في الجدول السابق في خلال التجربة :

- ارسم منحنى المعايرة .

١- رسم بياني يوضح منحنى معايرة حمض قوي بواسطة قاعدة قوية



- اشرح الرسم البياني السابق موضحاً ما حدث للأس الهيدروجيني pH.

يوضح الرسم البياني أن المنحنى تصاعدي ويتكون من ثلاث أقسام مختلفة :

ا- القسم الأول ($V_b < 14$ mL) يوضح أن الأس الهيدروجيني يتزايد بشكل بطئ . ويشكل المنحنى في هذا القسم خطاً شبه مواز للمحور الأفقي .

ب- القسم الثاني ($14\ mL < V_b < 24\ mL$) يوضح أن الأس الهيدروجيني pH يتزايد بشكل مفاجئ على الرغم من إضافة كمية قليلة من محلول هيدروكسيد الصوديوم . عند $V_b = 20$ mL يغير المنحنى اتجاه تقعره (نقطة الانقلاب) .

ج - القسم الثالث ($V_b > 24$ mL) يوضح أن الأس الهيدروجيني يعود ليتزايد بشكل بطئ في أثناء إضافة هيدروكسيد الصوديوم . يشكل المنحنى في هذا القسم خطاً مقاربا .

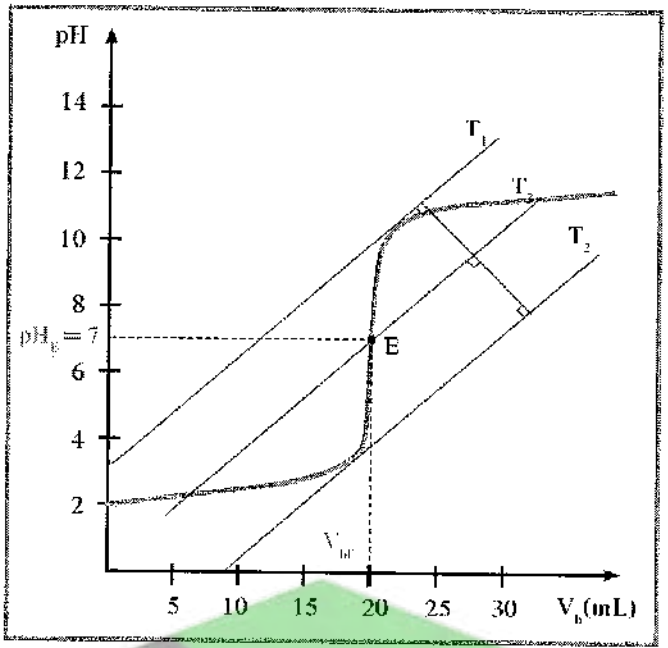
ب) تحديد نقطة التكافؤ :

صح أم خطأ : يمكن تحديد نقطة التكافؤ باستخدام منحنى المعايرة . **(العبارة صحيحة)**

كيف يمكنك تحديد نقطة التكافؤ باستخدام منحنى المعايرة ؟

في حالة معايرة حمض قوي بواسطة قاعدة قوية أو العكس تكون نقطة التكافؤ عند $pH_E = 7$ بشكل عام .

- يمكن تطبيق طريقة المماسين المتوازيين الموضحة في الشكل المقابل :



رسم بياني يوضح منحنى المعايرة مع تطبيق طريقة المماسين المتوازيين لتبيان نقطة التكافؤ .

اختر الإجابة الصحيحة : وضع 50 mL من حمض HA تركيزه 0.1 mol/L في دورق مخروطي مناسب وتمت معايرته بإضافة محلول لقلوي BOH تركيزه 0.1 mol/L ، والجدول التالي يوضح قيمة pH للمحلول عند كل إضافة للقلوي :

حجم القلوي المضاف	0	40	49.95	50	50.05
pH للمحلول في الدورق	1	1.95	4:3	7	9.7

نستنتج مما سبق أن :

- ☐ HA حمض ضعيف ، BOH قاعدة قوية .
- ☐ HA حمض قوي ، BOH قاعدة ضعيفة .
- ☐ HA حمض قوي ، BOH قاعدة قوية .
- ☐ HA حمض ضعيف ، BOH قاعدة ضعيفة

صفوة معلمي الكويت

٢-٢ معايرة حمض ضعيف بواسطة قاعدة قوية :

عدد خطوات معايرة حمض الأسيتيك (حمض ضعيف) بتركيز 10^{-2} mol/L بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (قاعدة قوية) بتركيز 10^{-2} mol/L ؟ نتبع الخطوات السابقة نفسها لمعايرة حمض قوي بواسطة قاعدة قوية .

يوضح الجدول التالي قيم pH المقابلة لكل حجم من هيدروكسيد الصوديوم أضيف إلى حمض الأسيتيك .

V_b (mL)	pH	V_b (mL)	pH	V_b (mL)	pH	V_b (mL)	pH
0	3.4	12	5.0	19.5	6.4	24	11.3
2	3.9	14	5.2	20	8.3	26	11.5
4	4.2	16	5.4	20.5	10.3	28	11.6
6	4.4	18	5.75	21	10.7	30	11.7
8	4.6	18.5	5.9	21.5	10.9		
10	4.8	19	6.1	22	11		

جدول نتائج معايرة حمض الأسيتيك بهيدروكسيد الصوديوم

أ) منحنى المعايرة :

باستخدام النتائج (قيم pH و V_b) الموضحة في الجدول السابق في خلال التجربة :

١- ارسم منحنى المعايرة .

٢- اشرح الرسم البياني السابق موضحاً ما حدث للأس الهيدروجيني pH .

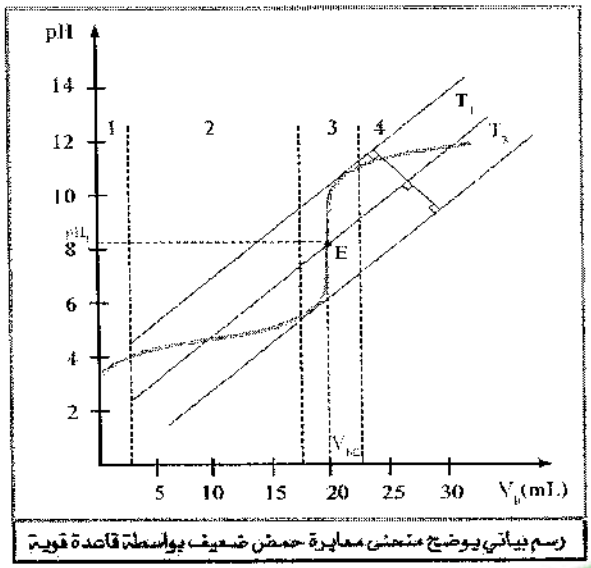
يوضح الرسم البياني أن المنحنى تصاعدي ويتكون من أربعة أقسام :

ا - القسم الأول ($V_b < 3$ mL) يوضح أن الأس الهيدروجيني pH يتزايد بشكل ملحوظ ويكون تقعر المنحنى نحو الأعلى .

ب - القسم الثاني ($3\ mL < V_b < 18\ mL$) يوضح أن الأس الهيدروجيني pH يتزايد بشكل بطئ .

ج - القسم الثالث ($18\ Ml < V_b < 22mL$) يوضح تزايد الأس الهيدروجيني pH بشكل فجائي ويغير المنحنى قعره مرة ثانية عند النقطة ($V_b = 20$ mL : $pH_E = 8.3$) .

د - القسم الرابع ($V_b > 22mL$) يوضح تزايد الأس الهيدروجيني pH بشكل بطئ من جديد ويشكل المنحنى في هذا الجزء خطا مقاربا .



رسم بياني يوضح منحنى معايرة حمض ضعيف بواسطة قاعدة قوية

ب) نقطة التكافؤ :

علل يمكن تحديد نقطة التكافؤ على أنها النقطة التي يتساوى فيها عدد مولات القاعدة المضافة (قاعدة أحادية الهيدروكسيد) مع عدد مولات الحمض الموجود أساساً في الكأس في خلال المعايرة (حمض أحادي البروتون) . لأن التفاعل بين الحمض الضعيف والقاعدة القوية تفاعل تام .

عين إحداثيات نقطة التكافؤ على المنحنى بتطبيق طريقة المماسات المتوازية ؟

- إحداثيات نقطة التكافؤ E هي :

. E ($V_b = 20$ mL ; $pH_E = 8.3$)

ملحوظة : تختصر المعادلة التالية التفاعل بين حمض ضعيف وقاعدة قوية :

$$HA + OH^- \rightarrow A^- + H_2O$$

ملاحظة : يمكن استخدام المعادلة الرياضية التالية لتحديد تركيز حمض ضعيف بمعلوم تركيز القاعدة القوية

$$N_a = n_{OH^-} = n_b$$

علماً بأن : $n_b = C_b \times V_b$, $n_a = C_a \times V_a$

عند التكافؤ : $C_a \times V_a = C_b \times V_b$

٤-٢ معايرة قاعدة ضعيفة بواسطة حمض قوي :

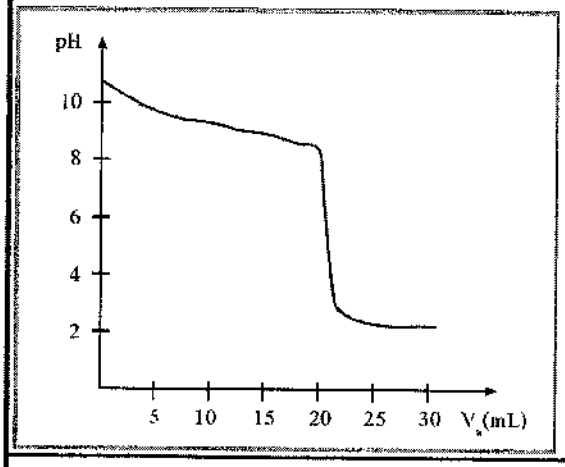
أذكر مثال على معايرة قاعدة ضعيفة بواسطة حمض قوي ؟

معايرة محلول مائي للأمونيا تركيزه 10^{-2} M بواسطة محلول مائي لحمض الهيدروكلوريك تركيزه 10^{-2}M .

الجدول التالي يوضح قيم V_a المضاف والأس الهيدروجيني pH الذى يقاس عند إضافة كل حجم 2mL من المحلول المائي لحمض الهيدروكلوريك تركيزه 10^{-2}M لمعايرة محلول مائي للأمونيا تركيزه 10^{-2} M .

V_a (mL)	pH	V_a (mL)	pH	V_a (mL)	pH	V_a (mL)	pH
0	10.6	10	9.2	19	8.4	22	2.6
2	10	12	9	19.5	8.05	24	2.4
4	9.7	14	8.85	20	5.6	26	2.3
6	9.5	16	87	20.5	3.15	28	2.28
8	9.35	18	8.5	21	2.9	30	2.25

جدول نتائج معايرة قاعدة ضعيفة بواسطة حمض قوي



المطلوب ارسم منحنى المعايرة ؟

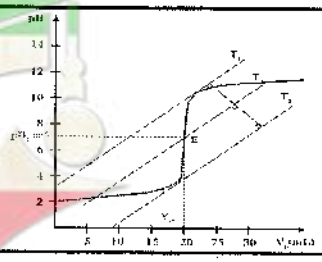
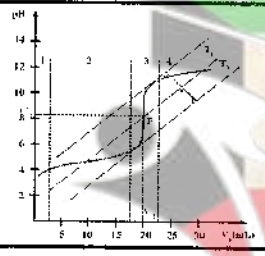
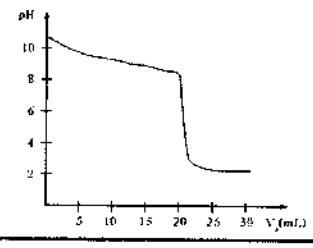
منحنى معايرة قاعدة ضعيفة مع حمض قوي

اختر الإجابة الصحيحة : عند معايرة محلول الأمونيا مع حمض الهيدروكلوريك فإن

العبارة غير الصحيحة :

- ☐ نقطة التكافؤ تكون عند pH أقل من (7)
- ☐ تزداد قيمة pH تدريجيا في بداية منحنى المعايرة
- ☐ في نهاية المعايرة يتكون ملح حمضي
- ☐ الميثيل الأحمر هو الدليل المناسب لهذه المعايرة

أكمل الجدول التالي :

وجه المقارنة	معايرة حمض قوي بواسطة قاعدة قوية	معايرة حمض ضعيف بواسطة قاعدة قوية	معايرة قاعدة ضعيفة بواسطة حمض قوي
مثال	معايرة HCl (0.01M) بواسطة NaOH (0.01M)	معايرة CH_3COOH (0.01M) بواسطة NaOH (0.01M)	معايرة $NH_3(aq)$ (0.01M) بواسطة HCl (0.01M)
نوع المحلول حمضي/قلوي/متعادل	متعادل	قاعدي	حمضي
منحنى المعايرة			
التغير المفاجئ في pH	من (4.2) إلى (9.4)	من (6.4) إلى (10.3)	من (8.05) إلى (3.15)
قيمة pH عند نقطة التكافؤ	تساوي 7	أكبر من 7 (8.3)	أقل من 7 (5.6)
الأدلة المناسبة للمعايرة	جميع الأدلة	ـ الفينولفيثالين ـ الثايمول الأزرق القاعدي	ـ الميثيل البرتقالي ـ الميثيل الأحمر

صفوة معلمي الكويت