

الوحدة

الأحماض والقواعد

مقدمة في الأحماض والقواعد

القسم الأول



قوة الأحماض والقواعد

القسم الثاني

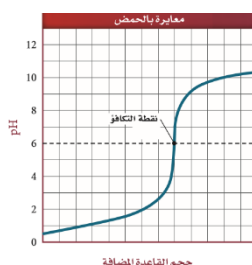
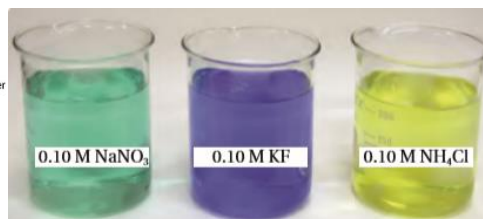
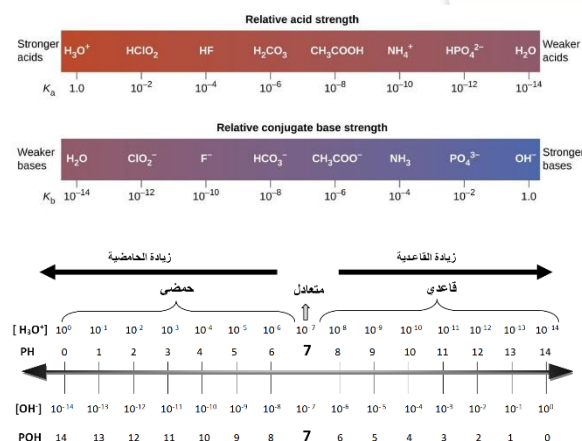
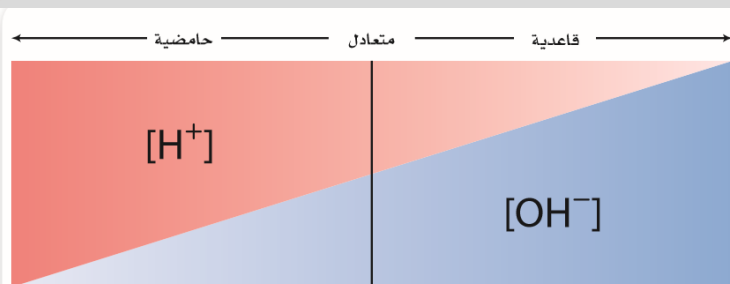


أيونات الهيدروجين والـ PH

القسم الثالث

التعادل

القسم الرابع



إعداد
أ / إبراهيم النجار

2023

القسم 1

مقدمة فى الأحماض والقواعد

تطبيقات حياتية للأحماض:

أحماض و تطبيقات حياتية

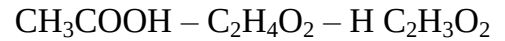


حمض الكربونيك + حمض الفوسفوريك



(المشروبات غازية) النكهة الحامضية اللاذعة.

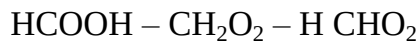
حمض الأسيتيك / حمض الخليك / حمض الإيثانويك



الطعم الحامض للخل



حمض الميثانويك / الفورميك / النمليك



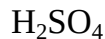
حمض يطلقه النمل ليحذر أفراد المستعمرة لخطر وشيك .



حمض السيتريك + حمض الأسكوربيك

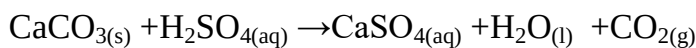
الليمون - البرتقال - الجريب فروت - كثير من عصائر الفواكه

حمض الكبريتيك



حمض عند إذابته في ماء المطر يتكون المطر الحمضي ، يؤدي إلى تكوين كهوف حجرية جيرية هائلة + تلف المباني القديمة والتماثيل مع مرور الزمن

التفسير : لأنه يحول كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) من مادة صلبة لا تذوب في الماء إلى مادة ذائبة في الماء (كبريتات الكالسيوم)

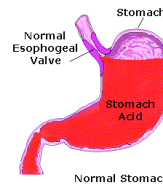


حمض الهيدروكلوريك

(حمض المورياتيك)



حمض المعدة يساعد في عملية الهضم/تنظيف الطوب والخرسانة



تطبيقات حياتية للقواعد :

قواعد و تطبيقات حياتية

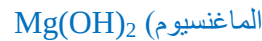
الأمونيا NH_3 (رائحة حادة) = محلول مائي

لغاز الأمونيا NH_4OH .



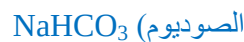
في بعض المنظفات المنزلية

* حليب المغنيسا (معلق مائي لهيدروكسيد



* هيدروكسيد الألومنيوم $\text{Al}(\text{OH})_3$

* كربونات الصوديوم الهيدروجينية (بيكربونات



مضادات للحموضة (قواعد ضعيفة) = لإزالة الإفرازات الزائدة من حمض HCl في المعدة.

هيدروكسيد الصوديوم NaOH

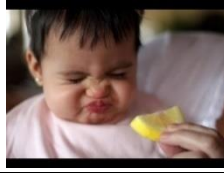


فتح أنابيب الصرف الصحي المسدودة / صناعة الصابون

تدريبات : تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 - المسنول عن الطعم الحامض للخل :	2 - المسنول عن النكهة الحامضية اللاذعة :
أ - حمض الأسيتيك ب - حمض الكربونيك ج - حمض الفوسفوريك د - حمض الفورميك	أ - حمض الأسيتيك ب - حمض الكربونيك ج - حمض الفوسفوريك د - (ب، ج)
3 - الحمض الأكثر تواجداً في الحمضيات مثل الليمون والبرتقال	4 - حمض يطلقه النمل ليحذر أفراد المستعمرة لخطر وشيك :
أ - حمض السيتريك ب - حمض الأسيتيك ج - حمض الأسكوربيك د - (أ ، ج)	أ - حمض الأسيتيك ب - حمض الكربونيك ج - حمض الفوسفوريك د - حمض الفورميك
5 - الحمض المتواجد في المعدة ، وفي حياتنا يُستخدم في تنظيف الطوب والخرسانة	6 - حمض المورياتيك هو
أ - حمض الكبريتيك ب - حمض الهيدروكلوريك ج - حمض الأسكوربيك د - حمض الأسيتيك	أ - حمض الكبريتيك ب - حمض الهيدروكلوريك ج - حمض الأسكوربيك د - حمض الأسيتيك
7 - أي من الأحماض التالية مخالف للتركيب الكيميائي لباقي الأحماض	8 - أي من الأحماض التالية مخالف للتركيب الكيميائي لباقي الأحماض
أ - حمض الأسيتيك ب - حمض الخليك ج - حمض الإيثانويك د - حمض الهيدروكلوريك	أ - حمض الفورميك ب - حمض الخليك ج - حمض النمليك د - حمض الميثانويك
9 - الحمض الناتج من سقوط المطر الحمضي	10 - يُستخدم في فتح أنابيب الصرف الصحي المسدودة / صناعة الصابون :
أ - حمض الكبريتيك ب - حمض الهيدروكلوريك ج - حمض الأسكوربيك د - حمض الأسيتيك	أ - هيدروكسيد الصوديوم ب - هيدروكسيد المغنسيوم ج - هيدروكسيد الألمونيوم د - بيكربونات الصوديوم
11 - أي من القواعد التالية لا تُستخدم في مضادات الحموضة	12 - أي من القواعد التالية تُستخدم في المنظفات المنزلية
أ - هيدروكسيد الصوديوم ب - هيدروكسيد المغنسيوم ج - هيدروكسيد الألمونيوم د - بيكربونات الصوديوم	أ - هيدروكسيد الصوديوم ب - هيدروكسيد المغنسيوم ج - هيدروكسيد الألمونيوم د - بيكربونات الصوديوم
13 - من المفترض أن تكون مضادات الحموضة	
أ - أحماض قوية ب - أحماض ضعيفة ج - قواعد ضعيفة د - قواعد قوية	

قارن بين الخصائص العامة للأحماض والقواعد

وجه المقارنة	الأحماض	القواعد
المذاق	مذاق حامض 	مذاق مر / ملمس صابوني أو (لمس زلق)
التوصيل الكهربائي	الماء النقي (المقطر) لا يوصل الكهرباء لأنه لا يحتوي على أيونات حرة الحركة ، والأيونات الحرة الحركة هي المسؤولة عن توصيل (نقل) التيار الكهربائي . **مقدمة هامة جدا : الأحماض والقواعد ومعظم الأملاح هي مركبات تشكل أيونات عند ذوبانها في الماء الأحماض تتأين في المحلول المائي : (التأين) : هو إنتاج أيونات من المذاب بفعل المذيب (الحمض القوي : تام التأين في المحلول المائي ، وينتج وفرة من الأيونات حرة الحركة . $\text{HCl}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ الحمض الضعيف : غير تام التأين (تأين جزئي) في المحلول المائي ، وينتج قلة من الأيونات حرة الحركة . $\text{HCN}_{(g \text{ or } l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{CN}^-_{(aq)}$ القاعدة تتفكك في المحلول المائي : (التفكك) : هو انفصال أيونات المركب الأيوني (القاعدة القوية : تامة التفكك في المحلول المائي ، وتنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة . $\text{NaOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$ القاعدة الضعيفة : غير تام التفكك (تفكك جزئي) أو غير تامة التأين (تأين جزئي) في المحلول المائي ، وتنتج قلة من الأيونات حرة الحركة . $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	علل : محاليل الأحماض موصلة للتيار الكهربائي (الكتروليتات) : لأن الحمض يتأين في المحلول المائي ، وينتج أيونات حرة الحركة والأيونات الحرة الحركة هي المسؤولة عن (نقل) مرور التيار الكهربائي . $\text{HCl}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ $\text{HCN}_{(g \text{ or } l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{CN}^-_{(aq)}$ علل : محاليل المانحة للأحماض القوية موصلة جيدة للتيار الكهربائي (الكتروليتات قوية) : لأن الحمض القوي تام التأين في المحلول المائي ، وينتج وفرة من الأيونات حرة الحركة . $\text{HCl}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ علل : المحاليل المانحة للأحماض الضعيفة موصلة رديئة للتيار الكهربائي (الكتروليتات ضعيفة) : لأن الحمض الضعيف غير تام التأين في المحلول المائي ، وينتج قلة من الأيونات حرة الحركة . $\text{HCN}_{(g \text{ or } l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{CN}^-_{(aq)}$
	علل : محاليل القواعد موصلة للتيار الكهربائي (الكتروليتات) : لأن القواعد تتفكك في المحلول المائي ، وينتج أيونات حرة الحركة والأيونات الحرة الحركة هي المسؤولة عن مرور (نقل) التيار الكهربائي . $\text{NaOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$ $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$ علل : المحاليل المانحة للقواعد القوية موصلة جيدة للتيار الكهربائي (الكتروليتات قوية) : لأنها تتفكك كلياً في المحلول المائي وينتج وفرة من أيونات حرة الحركة . $\text{NaOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$ علل : المحاليل المانحة للقواعد الضعيفة موصلة رديئة للتيار الكهربائي (الكتروليتات ضعيفة) : لأن القاعدة الضعيفة غير تام التأين أو التفكك في المحلول المائي ، وينتج قلة من الأيونات حرة الحركة . $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	علل : محاليل الأحماض والقواعد موصلة للتيار الكهربائي (الكتروليتات) : لأنها تحتوي على وفرة من الأيونات الحرة (الناتجة من تفكك القاعدة وتأيين الحمض) . والأيونات الحرة هي المسؤولة عن توصيل التيار الكهربائي . علل : المحاليل المانحة لحمض (الهيدروفلوريك ، الأسيتيك) وقاعدة هيدروكسيد الأمونيوم تعتبر كتروليتات ج : لأنها تحتوي على قلة من الأيونات الحرة (الناتجة من تفكك القاعدة وتأيين الحمض) . علل : ليس كل إكتروليت قوي هو حمض قوي أو قاعدة قوية : لأنه يوجد من بين المركبات ما يتفكك بشكل تام في المحاليل المانحة ولا يعتبر من الأحماض أو القواعد مثل : NaCl ملح محلوله المائي إكتروليت قوي .



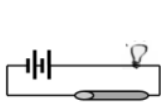
الخواص الكيميائية

تأثير الكواشف	تغير ألوان الكواشف :	تغير ألوان الكواشف :
(صبغة تباع الشمس) هي واحدة من الأصباغ التي يشيع استخدامها في تمييز محاليل الأحماض والقواعد	☺ الحمض يحمّر ورقة تباع الشمس الزرقاء ☺ القاعدة تزرّق ورقة تباع الشمس الحمراء	☺ الحمض يحمّر ورقة تباع الشمس الزرقاء ☺ القاعدة تزرّق ورقة تباع الشمس الحمراء
	☺ الحمض + كاشف الفينولفثالين = عديم اللون ☺ القاعدة + كاشف الفينولفثالين = لون وردي	☺ الحمض + كاشف الفينولفثالين = عديم اللون ☺ القاعدة + كاشف الفينولفثالين = لون وردي

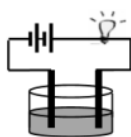
تدريبات : تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 - أي مما يلي من خواص الأحماض أ - مذاق حامض ب - تتأين في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي د - تحمر ورقة تباع الشمس الزرقاء هـ - جميع ما سبق	2 - أي مما يلي من خواص القواعد أ - مذاق مر ب - تتأين أو تتفكك في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي د - تزرّق ورقة تباع الشمس الحمراء هـ - جميع ما سبق
3 - أي مما يلي من خواص الأحماض القوية أ - تنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - تامة التأين في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة د - الكتروليت قوي هـ - تحمر ورقة تباع الشمس الزرقاء و - جميع ما سبق	4 - أي مما يلي من خواص القواعد القوية أ - تنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - تتفكك في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة د - الكتروليت قوي هـ - تزرّق ورقة تباع الشمس الحمراء و - جميع ما سبق
5 - أي مما يلي من خواص الأحماض الضعيفة أ - تنتج قلة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - غير تامة التأين في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة رديئة د - الكتروليت ضعيف هـ - تحمر ورقة تباع الشمس الزرقاء و - جميع ما سبق	6 - أي مما يلي من خواص القواعد الضعيفة أ - تنتج قلة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - غير تامة التفكك في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة رديئة د - الكتروليت ضعيف هـ - تزرّق ورقة تباع الشمس الحمراء و - جميع ما سبق

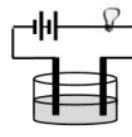
105 - ما الدائرة الكهربائية التي تحتوي على مادة كتروليتية ؟



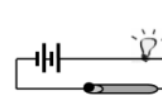
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

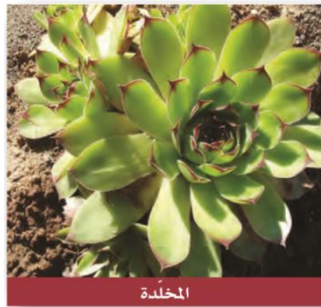
8 - أي مما يلي من خواص القواعد أ - تتعادل مع الأحماض وينتج ملح وماء ب - تتأين أو تتفكك في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي د - تزرق ورقة تباع الشمس الحمراء هـ - جميع ما سبق	7 - أي مما يلي من خواص الأحماض أ - تتعادل مع القواعد وينتج ملح وماء ب - تتفاعل مع الفلزات النشطة وينتج غاز الهيدروجين ج - تتفاعل مع كربونات الفلز وبيكربونات الفلز وينتج غاز CO_2 د - جميع ما سبق
10 - أي مما يلي من خواص القواعد القوية أ - تنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - تتفكك في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة د - الكتروليت قوي هـ - تزرق ورقة تباع الشمس الحمراء و - جميع ما سبق	9 - أي مما يلي من خواص الأحماض القوية أ - تنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - تامة التأين في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة د - الكتروليت قوي هـ - تحمر ورقة تباع الشمس الزرقاء و - جميع ما سبق
12 - محلول القاعدة القوية هو الكتروليت قوي لأنه أ - تنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - تتفكك في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة و - جميع ما سبق	11 - محلول الحمض القوي هو الكتروليت قوي لأنه أ - تنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - تامة التأين في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة د - جميع ما سبق
14 - محلول القاعدة القوية هو الكتروليت قوي لأنه أ - تنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - تتفكك في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة	13 - محلول الحمض القوي هو الكتروليت قوي لأنه أ - تنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة في المحلول المائي ب - تامة التأين في المحلول المائي ج - محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة
15 - أي خاصية مما يلي لا تميز الأحماض أ - ينتج أيونات OH^- ب - يتأين في الماء ج - يغير ألوان الكواشف د - ينتج أيونات الهيدرونيوم في الماء	
16 - ملمس القواعد: أ-خشش ب- رطب ج-صابوني د-جاف	

التفاعلات الكيميائية للأحماض والقواعد

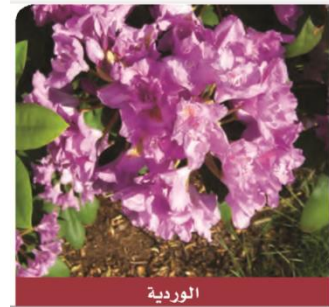
تفاعلات التعادل		تتفاعل الأحماض مع القواعد لتنتج الأملاح والماء. قاعدة هامة: ماء + ملح → قاعدة + حمض مثال: $\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
تفاعل الأحماض مع الفلزات النشطة	تتفاعل الفلزات النشطة مع محاليل الأحماض ، وتطلق غاز الهيدروجين H_2 $\text{Zn}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{ZnCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$ $\text{Mg}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$ $\text{Ba}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{BaSO}_{4(aq)} + \text{H}_{2(g)}$	لاحظ : الفلزات غير النشطة مثل (Au-Ag-Cu-Pt-Hg)
تفاعل الأحماض مع كربونات الفلزات	يستعمل الجيولوجيون  محلول حمض الهيدروكلوريك HCl للتعرف إلى الصخر الجيري (الجيري) (كربونات الكالسيوم CaCO_3) ، حيث ينتج فقاعات من غاز ثاني أكسيد الكربون . $\text{HCl}_{(aq)} + \text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$ $\text{HBr}_{(aq)} + \text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow$	تفاعل الأحماض مع كربونات الفلزات وكربونات الفلزات الهيدروجينية منتجة غاز ثاني أكسيد الكربون
تفاعل الأحماض مع كربونات الفلزات الهيدروجينية	تتفاعل محاليل الأحماض مع كربونات الفلزات وكربونات الفلزات الهيدروجينية منتجة غاز ثاني أكسيد الكربون $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{NaHCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$ صودا الخبيز (كربونات صوديوم هيدروجينية) (حمض الأسيتيك ذائب في الخل)	

ملاحظة : النباتات تحتاج لتربة خاصة :

نبات الوردية : يحتاج لتربة معتدلة الحموضة ، نبات المخدلة "الدجاج والكتاكت" : يحتاج لتربة قاعدية قليلاً



المخدلة



الوردية

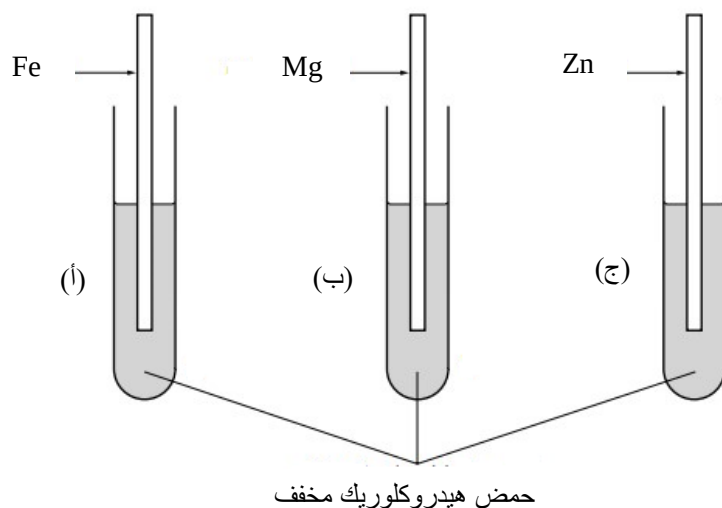
ملاحظة هامة : لا تحاول أبداً التعرف على أي من الأحماض والقواعد في المختبر عبر تذوقها أو لمسها .

تدريبات : تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 - تتفاعل الأحماض مع القواعد لينتج : أ - ملح فقط ب - ماء فقط ج - ملح وماء د - ملح وغاز ثاني أكسيد الكربون	2 - تتفاعل الفلزات النشطة مع الأحماض وينتج غاز أ - الهيدروجين ب - ثاني أكسيد الكربون ج - النيتروجين د - الأكسجين
3 - تتفاعل الأحماض مع كربونات الفلزات وينتج غاز أ - الهيدروجين ب - ثاني أكسيد الكربون ج - النيتروجين د - الأكسجين	4 - تتفاعل الأحماض مع بيكربونات الفلزات وينتج غاز أ - الهيدروجين ب - ثاني أكسيد الكربون ج - النيتروجين د - الأكسجين
5 - نبات الوردية يحتاج إلى تربة أ - حمضية قوية ب - حمضية معتدلة ج - قاعدية قوية د - قاعدية معتدلة	6 - نبات المخدلة يحتاج إلى تربة أ - حمضية قوية ب - حمضية معتدلة ج - قاعدية قوية د - قاعدية معتدلة



7 - قام طالب بوضع ثلاثة فلزات في ثلاثة أنابيب تحتوي على محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف، فأبي الأنابيب سوف يتصاعد غاز الهيدروجين فيها



أ - (أ) فقط ب - (ب) فقط ج - (ج) فقط د - (أ ، ب ، ج)

8 - تنتج الأحماض غاز H_2 عندما تتفاعل مع
أ- اللافلزات ب- أشباه الفلزات ج- الفلزات النشطة د- الفلزات غير النشطة

9 - تتفاعل القواعد مع:
أ- الأحماض لتنتج أملاحا وماء
ب- الأملاح لتنتج أحماضا وماء
ج- الماء لتنتج أحماضا وأملاحا
د- الفلزات وينطلق غاز الأكسجين

مفاهيم سابقة :

المعادلة بالصيغ : هي معادلة كيميائية تحتوي على المتفاعلات والنواتج موزونة والحالة الفيزيائية
 المعادلة الأيونية العامة : هي معادلة كيميائية تحتوي على المواد المتفككة وغير المتفككة
 المعادلة الأيونية الصرفة : هي معادلة كيميائية تحتوي على المواد التي تتغير كيميائياً فقط
 الأيونات المتفرجة : هي الأيونات التي لم تتغير كيميائياً

س : اكتب المعادلة بالصيغ والمعادلة الأيونية الصرفة للتفاعل بين $\text{NaOH}_{(aq)}$ و $\text{HCl}_{(aq)}$

المعادلة بالصيغ :

المعادلة الأيونية العامة :

الأيونات المتفرجة :

المعادلة الأيونية الصرفة :

س : اكتب المعادلة بالصيغ والمعادلة الأيونية الصرفة للتفاعل بين $\text{Al}_{(s)}$ و $\text{H}_2\text{SO}_4_{(aq)}$

المعادلة بالصيغ :

المعادلة الأيونية العامة :

الأيونات المتفرجة :

المعادلة الأيونية الصرفة :

ما نوع التأين في المحلول المائي لـ H_2SO_4 :

س : تتفاعل أحماض كثيرة مع الكربونات الصلبة ، كما في المعادلة التالية :



أ – زن المعادلة السابقة

ب – أكتب المعادلة الأيونية العامة

ج - حدد الأيونات المتفرجة في هذا النظام

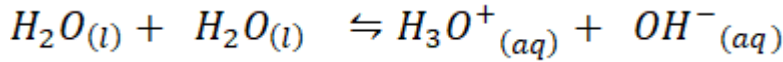
د – أكتب المعادلة الأيونية الصرفة

مناقشة طبيعة الوسط

(الحمضي والقاعدي والمتعادل)

التأين الذاتي للماء : إنتاج أيون هيدرونيوم وأيون هيدروكسيد من جزيئي ماء ، عن طريق انتقال بروتون من جزيء ماء لآخر

أو عملية يتم فيها تأين الماء جزيئاً إلى أيونات هيدروكسيد وبروتون



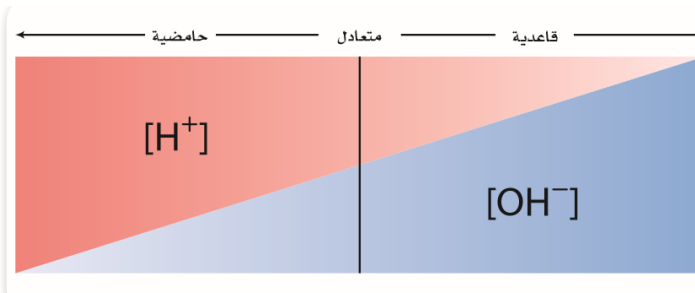
ومن المعادلة: نجد أن: عدد أيونات OH^- = عدد أيونات H_3O^+ $\therefore$ الماء متعادل

$$[H_3O^+] = [OH^-] \therefore$$

هام جداً : علامة الحموضة في المحلول : H_3O^+ علامة القاعدية في المحلول : OH^-

أنواع المحاليل : جميع محاليل الماء تحتوي على أيونات هيدروجين (H^+) وأيونات هيدروكسيد (OH^-) ، الكميات النسبية للأيونين تحدد ما إذا كان المحلول حمضي أو قاعدي أو متعادل .

حمضية	متعادلة	قاعدية
$[H_3O^+] > [OH^-]$	$[H_3O^+] = [OH^-]$	$[OH^-] > [H_3O^+]$



الشكل 5-3 لاحظ كيف يتغير كل من $[H^+]$ و $[OH^-]$ في وقت واحد. فعندما يقل $[H^+]$ إلى جهة اليمين تزداد قيمة $[OH^-]$ إلى اليسار. حدد على الرسم النقطة التي يكون عندها تركيزا الأيونين متساويين.

تدريبات : تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 - أي العبارات التالية صحيحة :

أ - عند تواجد الماء فسوف تتواجد كميات ضئيلة ومتساوية من أيونات الهيدرونيوم والهيدروكسيد

ب - أي محلول مائي حمضي لابد من احتوائه على كميات ضئيلة ومتساوية أيونات الهيدرونيوم

ج - أي محلول مائي قاعدي لابد من احتوائه على كميات ضئيلة ومتساوية أيونات الهيدروكسيد

2 - في الوسط القاعدي :	3 - في الوسط المتعادل :	4 - في الوسط الحمضي :
أ - $[OH^-] > [H_3O^+]$	أ - $[OH^-] > [H_3O^+]$	أ - $[OH^-] > [H_3O^+]$
ب - $[H_3O^+] = [OH^-]$	ب - $[H_3O^+] = [OH^-]$	ب - $[H_3O^+] = [OH^-]$
ج - $[H_3O^+] > [OH^-]$	ج - $[H_3O^+] > [OH^-]$	ج - $[H_3O^+] > [OH^-]$

علل و ناقش : على الرغم من أن محلول HCl حمضي التأثير إلا أن محلوله يحتوي على أيونات هيدروكسيد OH^- .

علل و ناقش : على الرغم من أن محلول NaOH قاعدي التأثير إلا أن محلوله يحتوي على أيونات هيدرونيوم H_3O^+ .

علل و ناقش : تنتج بعض المحاليل أيونات الهيدروكسيد على الرغم من أنها لا تحتوي على هيدروكسيد في صيغتها البنائية (مثل: NH_3 و $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)

نظريات الأحماض والقواعد

لويس

برونشتد - لوري

أرهينيوس

أولاً : أحماض وقواعد أرهينيوس

1 - (**حمض أرهينيوس**) مادة تحتوي على الهيدروجين ، وتتأين في المحاليل المائية منتجة أيونات الهيدروجين H^+ (البروتونات)

(الحمض يتأين في الماء لينتج أيونات الهيدروجين والشق الأنيوني) التأين : هي عملية تكوين الأيونات من جزيئات المذاب نتيجة لفعل المذيب.	معادلة تمثل حمض قوي لأرهينيوس (الحمض القوي تام التأين)
معادلة تمثل حمض ضعيف لأرهينيوس (الحمض الضعيف غير تام التأين (تأين جزئي))	$HNO_3(l) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$
$CH_3COOH(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$	$HCl(g) + H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
$HCN(g \text{ or } l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CN^-(aq)$	

التوصيل الكهربائي لمحاليل الأحماض

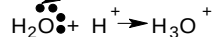
الأحماض الضعيفة تُنتج قلة من أيونات الهيدروجين (أيونات الهيدروجين) ، فتوصل التيار الكهربائي بصورة رديئة ، فيكون محلول الحمض الكتروليت ضعيف	الأحماض القوية تُنتج وفرة من أيونات الهيدروجين (أيونات الهيدروجين) ، فتوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة ، فيكون محلول الحمض الكتروليت قوي .
--	--

علل : محلول HCl في الماء يمثل حمض أرهينيوس لأنه ينتج وفرة من البروتونات (أيونات الهيدروجين) في المحلول المائي

علل : ☺ غاز HCl النقي و HCl الجاف و HCl الذائب في مذيبات غير قطبية ، لا يمثل حمض أرهينيوس .

☺ HCl الجاف لا يؤثر على ورقة تباع الشمس ج : لأن الحمض في الحالة النقية أو في حالة إذابته في المذيب غير القطبي لا يتأين (الشبيه بذيذ الشبيه) ، وبالتالي لن يعطي أيونات الهيدروجين الموجبة (الهيدروجين) حامضية التأثير .

علل : تقل فرصة وجود أيون الهيدروجين (H^+) منفرداً في المحاليل المائية (لا يتواجد أيون الهيدروجين بالكامل في المحلول المائي) . لأن H^+ يجذب



للزوج الحر من الكترولونات ذرة الأكسجين في جزيء الماء فيتكون أيون الهيدروجين

ملاحظة : (H_3O^+ = أيون هيدروجين مائي = أيون الهيدروجين = بروتون مائياً)

2 - (**قاعدة أرهينيوس**) مادة تحتوي على مجموعة الهيدروكسيد OH^- ، وتتفكك (تتفصل) في المحلول المائي منتجة أيون الهيدروكسيد

(القاعدة تتفكك في الماء لينتج أيونات الهيدروكسيد والشق الكاتيوني) التفكك : انفصال أيونات المركب الأيوني (إبعادها عن بعضها عند ذوبانها)	معادلة تمثل قاعدة قوية لأرهينيوس (القاعدة القوية تامة التفكك)
معادلة تمثل قاعدة ضعيفة لأرهينيوس (القاعدة الضعيفة غير تامة التفكك)	$NaOH(s) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$
$Mg(OH)_2(aq) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$	علل : محلول هيدروكسيد الصوديوم في الماء يمثل قاعدة أرهينيوس لأنه ينتج وفرة من أيونات الهيدروكسيد في المحلول المائي .

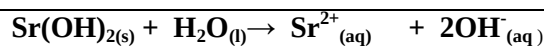
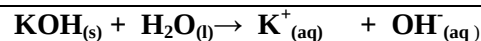
من سلبات (قصور) نظرية أرهينيوس :

لا تفسر قاعدية الأمونيا NH_3 ، وقاعدية كربونات الصوديوم Na_2CO_3 : على الرغم من أن الأمونيا لا تحتوي على مجموعة هيدروكسيد إلا أنها تنتج أيونات هيدروكسيد في المحلول المائي .

ملاحظة : تُعد كربونات الصوديوم هي المسؤولة عن قاعدية بحيرة ناترون في

تنزانيا

الشكل 5-5 تعد بحيرة ناترون في تنزانيا تجمعاً طبيعياً للمياه القاعدية. حيث تصب المياه في البحيرة حاملة معها كميات كبيرة من كربونات الصوديوم الذائبة من الصخور البركانية المحيطة دون أن تجد لها مخرجاً. ويزيد التبخر من تركيز هذا الملح، مخلّفاً قشرة بيضاء على السطح، وجاعلاً المياه عالية القاعدية.



التوصيل الكهربائي لمحاليل القواعد

القواعد القوية تُنتج وفرة من أيونات الهيدروكسيد ، فتوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة ، فيكون محلول القاعدة الكتروليت قوي .	القواعد الضعيفة تُنتج قلة من أيونات القواعد ، فتوصل التيار الكهربائي بصورة رديئة ، فيكون محلول القاعدة الكتروليت ضعيف
---	---

س : اختيار من متعدد :

ج	س
	1 - حسب تعريف أرهينيوس يحتوي الحمض على: أ - هيدروجين , ولا يتأين ب - هيدروجين , ويتأين ليكون أيونات هيدروجين (أيونات هيدرونيوم) ج - أكسجين , ويتأين ليكون أيونات هيدروكسيد. د - أكسجين , ويتأين ليكون أيونات أكسجين.
	2 - ما الفرضية الأساسية في نظرية أرهينيوس؟ أ - محاليل الأحماض والقواعد توصل التيار الكهربائي، فهي لا تنتج أيونات في المحلول. ب- محاليل الأحماض والقواعد توصل التيار الكهربائي، فهي تنتج أيونات في المحلول. ج- محاليل الأحماض وحدها توصل التيار الكهربائي في المحلول. د- محاليل القواعد وحدها توصل التيار الكهربائي في المحلول.
	3 - فيما يتعلق بأحماض أرهينيوس , أي العبارات خطأ؟ أ - تزيد تركيز H^+ في المحاليل المائية ب - مركبات جزيئية ذات ذرات هيدروجين قابلة للتأين. ج - محاليلها المائية النقية الكتروليتات د - تزيد من تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول المائي.
	4 - فيما يتعلق بقواعد أرهينيوس , أي العبارات خطأ؟ أ - البعض منها هيدروكسيدات أيونية. ب - تتفكك في المحلول لتعطي أيونات الهيدروكسيد ج - تزيد من تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول المائي د - محاليلها توصل التيار الكهربائي
	5 - المادة التي تتأين بشكل تام في المحاليل المائية وتنتج H_3O^+ تكون: أ - قاعدة ضعيفة. ب-قاعدة قوية. ج-حمضا ضعيفا. د-حمضا قويا.
	6 - أي مما يلي يمكن أن يكون حمض أرهينيوس: أ - $HCl_{(g)}$ ب- $HCl_{(aq)}$ ج- جاف HCl د- HCl ذائب في مذيبات غير عضوية

مناقشة نظرية أرهينيوس وتمهيد لنظريات أخرى

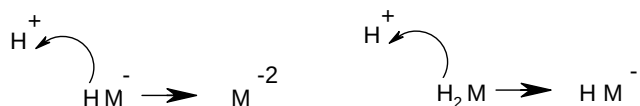
ناقش ما يلي : CO_3^{2-} - NH_2^- - Al^{3+} - HS^-



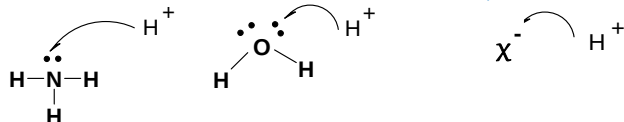
ثانياً : أحماض وقواعد برونشتد – لوري

اقتراح العلمان يوهانس برونشتد وتوماس لوري نموذجاً أكثر شمولية للأحماض والقواعد يركز على أيون الهيدروجين . (نظرية تركز على انتقال البروتون)

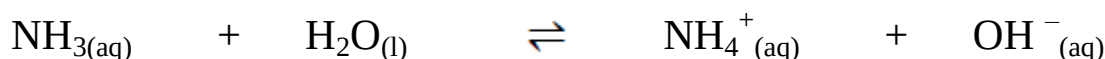
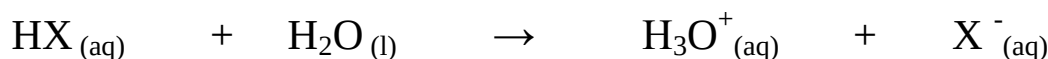
1 – (حمض برونشتد – لوري) مادة مانحة لأيون الهيدروجين (البروتون) (كاثيون هيدروجين H^+) من كل جزيء .



2 – (قاعدة برونشتد – لوري) مادة مستقبلية لأيون الهيدروجين (البروتون) (كاثيون هيدروجين H^+) من كل جزيء

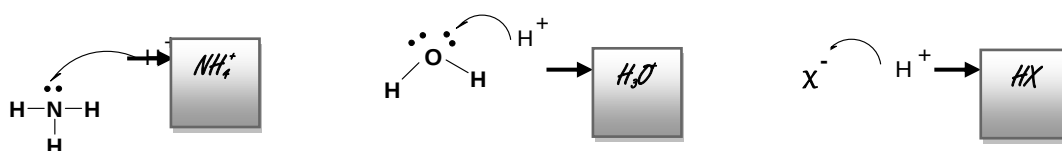


مناقشة:



علل : الأمونيا قاعدة برونشتد – لوري ، وليس قاعدة أرهينيوس

3 – (الحمض المرافق) (المقترن) المركب الكيميائي الذي ينتج عندما تستقبل قاعدة برونشتد – لوري أيون الهيدروجين .

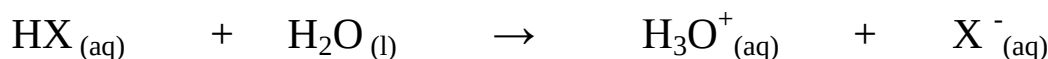
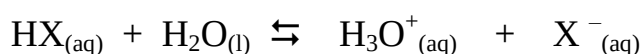


4 – (القاعدة المرافقة) (المقترنة) المركب الكيميائي الذي ينتج بعدما يمنح حمض برونشتد – لوري أيون هيدروجين .



5 – (الزوج المترافق) : مادتين ترتبطان معاً عن طريق منح واستقبال أيون هيدروجين واحد.

مناقشة :



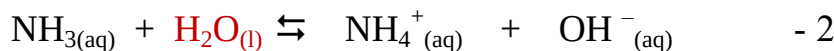
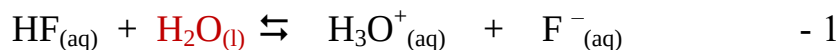
حمض برونشتد – لوري

قاعدة برونشتد - لوري

حمض مرافق

قاعدة مرافقة

6- (المادة المترددة أو الأمفوتيرية) : المادة التي تسلك سلوك الأحماض والقواعد في وقت واحد .

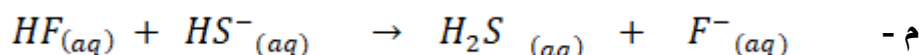
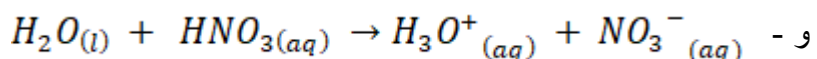
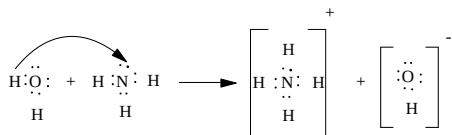
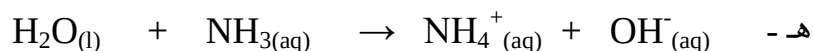
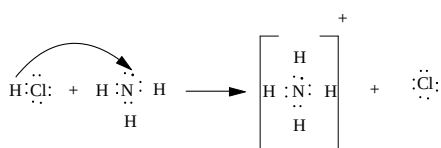
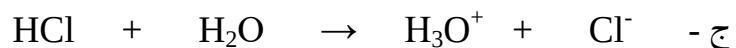
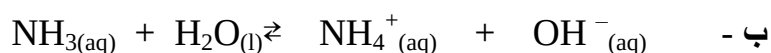
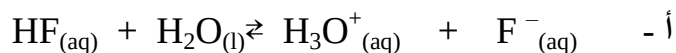


الماء في المثال الأول يمثل قاعدة برونشتد - لوري وفي المثال الثاني يمثل حمض برونشتد - لوري

الماء مادة أمفوتيرية (مترددة)

كيف تحدد المادة الأمفوتيرية ؟

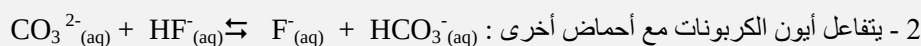
س : حلل المعادلات التالية ، ووضع عليها المفاهيم السابقة :



ملاحظة : يُستعمل فلوريد الهيدروجين في صنع مركبات متنوعة تحتوي على الفلور ، مثل الطلاء غير اللاصق في أدوات الطبخ .

مناقشة : مركب كربونات الصوديوم (الملح القاعدي) من وجهة نظر برونشتد - لوري :

تتفاعل العديد من أنيونات المركبات الأيونية المحلولة بمثابة القواعد $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ كما يلي :



س : أكمل الحمض المرافق للقاعدة ، والقاعدة المرافقة للحمض في الجدول التالي

الجدول 5-1		بعض الأحماض الشائعة وقواعدها المرافقة	
الحمض		القاعدة المرافقة	
الاسم	الصيغة الكيميائية	الاسم	الصيغة الكيميائية
حمض الهيدروكلوريك	HCl	أيون الكلوريد	Cl ⁻
حمض النيتريك	HNO ₃	أيون النترات	NO ₃ ⁻
حمض الكبريتيك	H ₂ SO ₄	أيون الكبريتات الهيدروجينية	HSO ₄ ⁻
أيون الكبريتات الهيدروجينية	HSO ₄ ⁻	أيون الكبريتات	SO ₄ ²⁻
حمض الهيدروفلوريك	HF	أيون الفلوريد	F ⁻
حمض الهيدروسيانيك	HCN	أيون السيانيد	CN ⁻
حمض الإيثانويك	CH ₃ COOH	أيون الإيثانوات	CH ₃ COO ⁻
حمض الفوسفوريك	H ₃ PO ₄	أيون ثنائي هيدروفوسفات	H ₂ PO ₄ ⁻
أيون ثنائي هيدروفوسفات	H ₂ PO ₄ ⁻	أيون الهيدروفوسفات	HPO ₄ ²⁻
أيون الهيدروفوسفات	HPO ₄ ²⁻	أيون الفوسفات	PO ₄ ³⁻
حمض الكربونيك	H ₂ CO ₃	أيون الكربونات الهيدروجينية	HCO ₃ ⁻
أيون الكربونات الهيدروجينية	HCO ₃ ⁻	أيون الكربونات	CO ₃ ²⁻

الحمض	القاعدة المرافقة	القاعدة	الحمض المرافق
HCl		H ₂ O	
H ₃ O ⁺		OH ⁻	
H ₂ O		O ²⁻	
OH ⁻		NH ₃	
NH ₄ ⁺		CO ₃ ²⁻	
HPO ₄ ²⁻		HPO ₄ ²⁻	

س : اختيار من متعدد :

ج	س
	1 - أي تعريف للأحماض والقواعد يركز على دور البروتونات؟ أ - برونشتد ولوري ب- لويس ج- أرهينيوس د- فارادي.
	2 - حمض برونشتد - لوري: أ - مستقبل زوجا من الالكترونات. ب- مانح زوجا من الالكترونات. ج- مستقبل بروتونا. د- مانح بروتونا.
	3 - أي المواد في المعادلة $\text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ تعد حمض برونشتد- لوري أ- HCl ب- H ₂ O ج- Cl ⁻ د- لا حمض فيما سبق.
	4 - قاعدة برونشتد- لوري: أ - منتجة أيون OH ⁻ ب- مستقبل بروتونات. ج- مانحة زوجا من الالكترونات. د- مستقبل زوجا من الالكترونات.
	5 - في التفاعل $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ يعتبر H ₂ O: أ- حمض برونشتد- لوري. ب- قاعدة لويس. ج- قاعدة برونشتد- لوري. د- حمض أرهينيوس.
	6 - في المعادلة $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ يوجد تفاعل: أ - حمض- قاعدة أرهينيوس ب- حمض- قاعدة برونشتد ولوري ج- استبدال أحادي د- ترسيب
	7 - التفاعل $\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ هو تفاعل: أ - استبدال أحادي ب- تفكك ج- حمض- قاعدة برونشتد- لوري

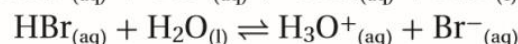
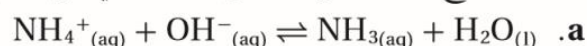
8 - أي المواد في المعادلة $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$ حمض برونشتد - لوري :	أ - CH_3COOH ب - $\text{CH}_3\text{COO}^{-}$ ج - H_2O د - $\text{H}_3\text{O}^{+}, \text{CH}_3\text{COO}^{-}$
9 - أي المواد في المعادلة $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$ حمضا برونشتد - لوري :	أ - CH_3COOH ب - $\text{CH}_3\text{COO}^{-}$ ج - H_2O د - $\text{H}_3\text{O}^{+}, \text{CH}_3\text{COOH}$
10 - القاعدة المرافقة لـ OH^{-} هي :	أ - H_2O ب - H_3O^{+} ج - O^{2-} د - O_2
11 - الحمض المرافق لـ OH^{-} هو :	أ - H_3O^{+} ب - H^{+} ج - H_2O د - O^{2-}
12 - أي مما يلي قاعدة مرافقة لحمض موجود ضمن الإجابات :	أ - H_2O ب - NH_4^{+} ج - O^{2-} د - NH_3
13 - أي مما يلي حمض مرافق لقاعدة موجودة ضمن الإجابات :	أ - OH^{-} ب - NH_4^{+} ج - O^{2-} د - NH_2^{-}
14 - في التفاعل $\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^{+} + \text{F}^{-}$ يكون الزوج المرافق (الحمض - القاعدة) هو :	أ - $\text{H}_2\text{O} / \text{HF}$ ب - HF / F^{-} ج - $\text{H}_3\text{O}^{+} / \text{HF}$ د - $\text{H}_2\text{O} / \text{F}^{-}$
15 - عدد أزواج (الحمض - القاعدة) المرافقة التي تشارك في تفاعل حمض قاعدة برونشتد - لوري	أ - صفر ب - واحد ج - اثنان د - أربعة
16 - أي مما يلي مادة أمفوتيرية ؟	أ - SO_3^{2-} ب - HSO_3^{-} ج - H_2SO_3 د - H_2SO_4
17 - جميع المواد التالية أمفوتيرية ما عدا :	أ - HPO_4^{2-} ب - H_3O^{+} ج - H_2O د - OH^{-}
18 - أي من الأزواج التالية يعتبر زوجاً مترافقاً حسب نظرية برونشتد - لوري :	أ - $\text{HCl} / \text{H}_3\text{O}^{+}$ ب - $\text{H}_3\text{O}^{+} / \text{NH}_3$ ج - $\text{Na}_2\text{O} / \text{NaOH}$ د - $\text{NH}_4^{+} / \text{NH}_3$
19 - في المعادلة التالية $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^{-} + \text{HCO}_3^{-}$ أي من الأزواج التالية يعد زوجاً مترافقاً :	أ - $\text{CO}_3^{2-}, \text{CH}_3\text{COO}^{-}$ ب - $\text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^{-}$ ج - $\text{CH}_3\text{COOH}, \text{HCO}_3^{-}$ د - $\text{CO}_3^{2-}, \text{CH}_3\text{COOH}$

س4 : كلمة غير منسجمة مع التبرير :

1 - HCl - H_2SO_4 - H_2O - HCN الكلمة غير المنسجمة : H_2O التبرير : حمض وقاعدة برونشتد- لوري ، والباقي حمض برونشتد-لوري ، وحمض أرهينيوس2 - HCl - F^{-} - O^{2-} - Cl^{-} الكلمة غير المنسجمة : HCl التبرير : حمض برونشتد لوري ، والباقي قاعدة برونشتد-لوري

مسائل تدريبية

3. حدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل تفاعل مما يلي:

4. تحفيز إذا علمت أنّ نواتج تفاعل حمض مع قاعدة هي H_3O^{+} و SO_4^{2-} .

اكتب معادلة موازنة للتفاعل، وحدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة.

الأحماض الأحادية والمتعددة البروتون

1 - (أحماض أحادية البروتون) هو الحمض الذي يمنح أيون هيدروجين (بروتون) واحد فقط .

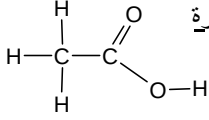
س: أي من الصيغ التالية تمثل حمضاً يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين؟ (ج:ج)

أ - KOH ب - H₂SO₄ ج - CH₃COOH د - H₃PO₄



أمثلة: HBr , HClO₄ , HNO₃ , CH₃COOH

علل : على الرغم من أن حمض الإيثانويك يحتوي على 4 ذرات هيدروجين إلا أن يتأين ذرة هيدروجين واحدة (أو يتم منح ذرة هيدروجين واحدة) : لأنه يوجد ذرة هيدروجين واحدة مرتبطة بذرة أكسجين ، وبينما فرق في السالبية (حيث ذرة الأكسجين أكثر سالبية من ذرة الأكسجين) مما يجعل الرابطة $\text{O}^{\delta-} - \text{H}^{\delta+}$ التساهمية قطبية ، فتتأين ذرة هيدروجين واحدة .



علل : على الرغم من أن البنزين C₆H₆ يحتوي على 6 ذرات هيدروجين إلا أنه غير حمضي: لأن ذرات الهيدروجين مرتبطة بذرات كربون ، والفرق في السالبية الكهربائية بينهما أقل من 0.4 ، فتكون الرابطة تساهمية غير قطبية ، فلا تتأين ذرة الهيدروجين .

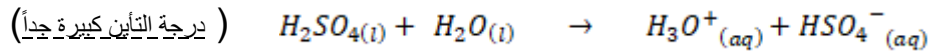
علل : حمض HF يستطيع يمنح بروتون : لأن ذرة الهيدروجين مرتبطة مع ذرة الفلور ذات السالبية الكهربائية العالية ، فيوجد فرق في السالبية الكهربائية أكبر من 0.4 ، فالرابطة تساهمية قطبية .

2 - (حمض عديد البروتون) هو الحمض الذي يمنح أكثر من أيون هيدروجين (بروتون) .

أ - (أحماض ثنائية البروتون) هو الحمض الذي يمنح أيوني هيدروجين (بروتونين) .

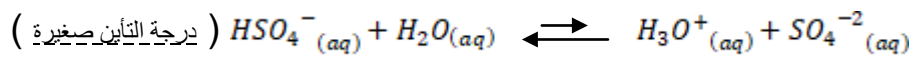
علل : يعتبر حمضي الكربونيك H₂CO₃ والكبريتيك H₂SO₄ ثنائيي البروتون : لأن كلاهما يحتوي على ذرتي هيدروجين قابلتين للتأين حيث كل منهما مرتبط مع ذرة أكسجين بروابط تساهمية قطبية . (يفضل رسم بنية لويس للتوضيح)

مثال 1: اكتب المعادلات الموزونة التي تصف خطوتي تأين حمض الكبريتيك في محلول مائي مخفف مع مقارنة درجات التأين لكل من خطوتي التأين لحمض الكبريتيك.



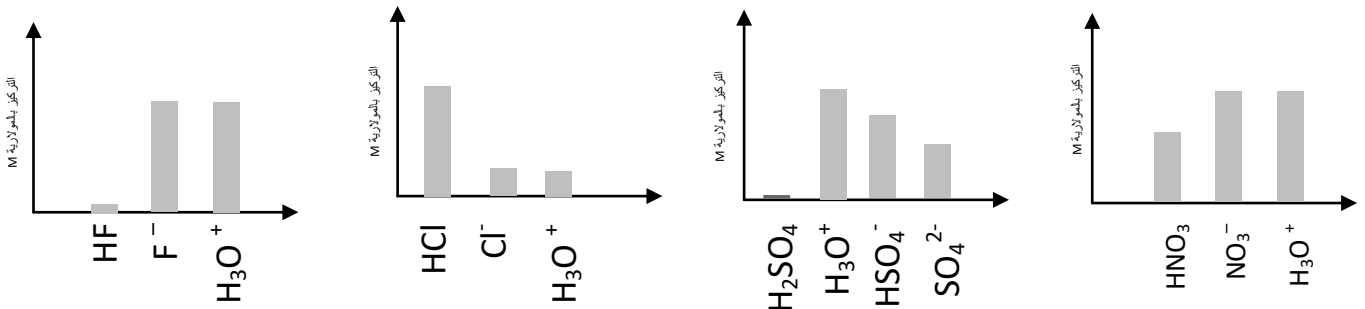
لاحظ : تأين الحمض المتعدد البروتون متعددة المراحل

يتأين حمض الكبريتيك تماماً إلى أيون الكبريتات الهيدروجينية والهيدرونيوم فقط



يحتوي هذا المحلول على أيون الكبريتات الهيدروجينية والهيدرونيوم بنسبة أكبر من أيون الكبريتات والهيدرونيوم

س: تأمل الأشكال التالية والتي تمثل العلاقة بين التراكيز بالمولارية لمكونات المحلول المائي لمجموعة من الأحماض ، أي الأشكال التالية صحيحة للتعبير عن المحلول المائي للحمض :



تخبر: المحلول المائي لحمض الكبريتيك 0.1M يحتوي على :

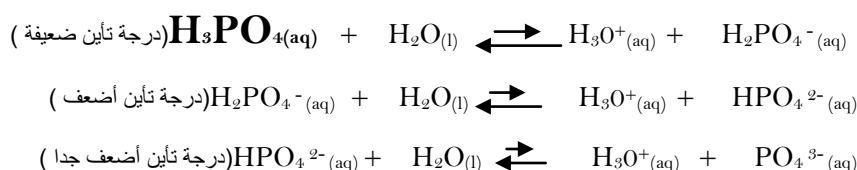
أ - H₃O⁺ فقط ب - H₃O⁺ , SO₄²⁻ فقط ج - H₃O⁺ , HSO₄⁻ فقط د - H₃O⁺ , SO₄²⁻ , HSO₄⁻

ب- (أحماض ثلاثية البروتون) هو الحمض الذي يمنح 3 أيونات هيدروجين (3 بروتونات) .

علل : يعتبر حمضي الفسفوريك H_3PO_4 والبوريك H_3BO_3 ثلاثي البروتون : لأن كلاهما يحتوي على 3 ذرات هيدروجين قابلة للتأين حيث كل منها مرتبط مع ذرة أكسجين بروابط تساهمية قطبية . (يفضل رسم بنية لويس للتوضيح)

ملاحظة : تتأين الأحماض المتعددة البروتونات جميعها في أكثر من خطوة ، أقواها الخطوة الأولى ، ثم الثانية ، ثم الثالثة.

س : اكتب المعادلات الموزونة التي تصف خطوات تأين حمض الفسفوريك في محلول مائي مخفف مع مقارنة درجات التأين لكل من خطواتي التأين لحمض الفسفوريك.



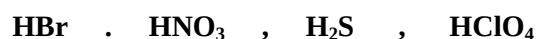
لاحظ : حمض الفوسفوريك ضعيف في كل مراحل تأينه.

س : رتب تصاعديا تركيز كل من: $PO_4^{3-}(aq) \leftarrow HPO_4^{2-}(aq) \leftarrow H_2PO_4^-(aq) \leftarrow H_3PO_4(aq)$

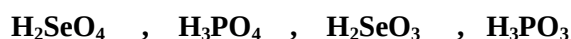
س : بديل غير منسجم:



البديل : H_2SO_4 التبرير : لأنه حمض ثنائي البروتون ، والباقي أحماض أحادية البروتون



البديل : H_2S والتبرير : لأنه حمض ثنائي البروتون والباقي أحماض أحادية البروتون .



س : اختيار من متعدد :

1 - أي من الصيغ التالية تمثل حمضاً يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين ؟	أ - KOH	ب - H_2SO_4	ج - CH_3COOH	د - H_3PO_4
2 - أي مما يلي أحماض عديدة البروتون :	أ - $(COOH)_2 , HCOOH$	ب - CH_3COOH , HNO_3	ج - HCl , HCN	د - $H_3PO_4 , H_2PO_4^-$
3 - أي مما يلي حمض ثلاثي البروتون؟	أ - H_2SO_4	ب - CH_3COOH	ج - HCl	د - H_3PO_4
4 - أي مما يلي حمض ثنائي البروتون؟	أ - H_2SO_4	ب - CH_3COOH	ج - HCl	د - H_3PO_4

ثالثاً : أحماض وقواعد لويس (نظرية زوج الإلكترونات للترابط الكيميائي)

مقدمة النظرية : لاحظ العالم لويس أن :

1 - جميع المواد المصنفة أحماضاً وقواعد بحسب نظرية أرهينيوس تُصنف أيضاً أحماض وقواعد بحسب نظرية برونشتد لوري .



حمض أرهينيوس قاعدة أرهينيوس

حمض برونشتد - لوري قاعدة برونشتد - لوري

2 - بعض المواد غير المصنفة بأنها قواعد بحسب نظرية أرهينيوس تُصنف قواعد بحسب نظرية برونشتد لوري . مثال : الأمونيا NH_3

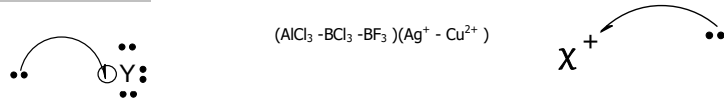


حمض أرهينيوس قاعدة أرهينيوس

حمض برونشتد - لوري قاعدة برونشتد - لوري

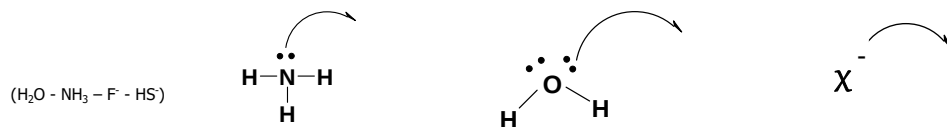
لذلك : قام العالم لويس بتطوير نظرية أكثر شمولية **معتمدة على مواقع الإلكترونات** في الجزيئات والذرات ، وطبق نظريته في تفاعلات الأحماض والقواعد ، واقترح مفهوم الحمض والقاعدة **كما يلي** :

1- **حمض لويس** مادة (أيون أو جزئ) **يستقبل زوجاً من الإلكترونات** ليكون رابطة تساهمية تناسقية.



وقد اقترح أن : الحمض : أيون أو جزئ به مدار ذري فارغ يستطيع أن يتقبل (يشارك) زوجاً من الإلكترونات .

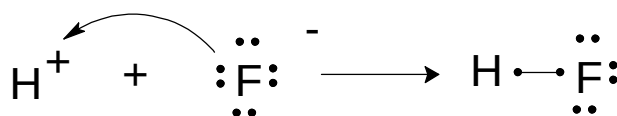
2- **قاعدة لويس** مادة (أيون أو جزئ) **يمنح زوجاً من الإلكترونات** ليكون رابطة تساهمية تناسقية.



وقد اقترح أن: القاعدة أيون أو جزئ له زوج الكترونات حر (غير مرتبط) يستطيع أن يمنحه أو يشارك فيه .

وبذلك : تشمل نظرية لويس جميع المواد المصنفة أحماضاً وقواعد بحسب برونشتد لوري وغيرها .

مثال 1 : تفاعل أيون الفلوريد مع أيون الهيدروجين الموجب :



حمض لويس

قاعدة لويس

لأنه يعطي زوجاً من الإلكترونات غير المشترك ليكون الرابطة بين الهيدروجين والفلور في HF

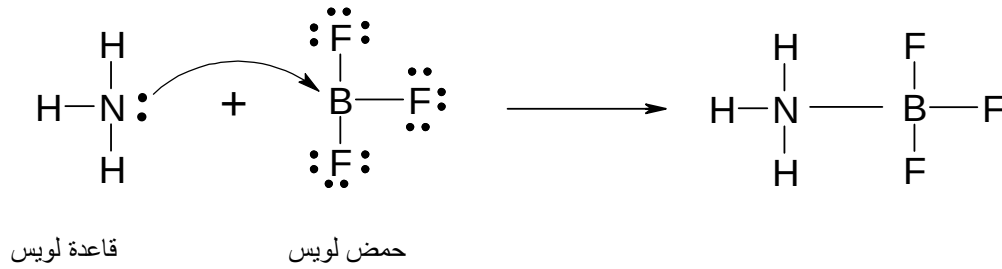
حيث يستقبل المدار الفارغ 1S زوجاً من الإلكترونات من أيون F^-

(ناقش التفاعل من وجهة نظر برونشتد - لوري)

$\text{H}^+_{(aq)}$ يمكن اعتباره مانح للبروتون

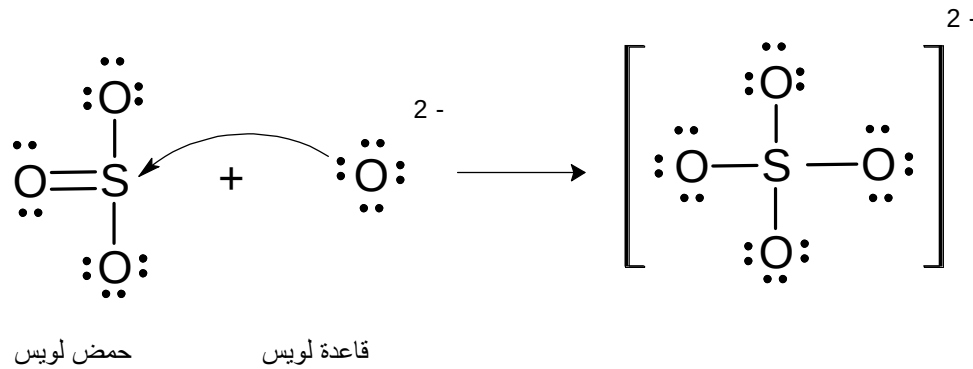
F^- قاعدة برونشتد لوري لأنه مستقبل بروتون

مثال 2 : تفاعل غاز ثالث فلوريد البورون BF_3 مع غاز الأمونيا :



ذرة البورون لها 6 إلكترونات تكافؤ ، لذا يستطيع الفلك
الخالي أن يستقبل زوجاً من الإلكترونات من قاعدة لويس

مثال 3 : تفاعل غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 مع أكسيد المغنسيوم الصلب MgO : أيون الأكسيد O^{2-} من أكسيد المغنسيوم يمثل القاعدة ، وغاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 يمثل الحمض ، والناتج هو أيون الكبريتات SO_4^{2-} .



(حمض لويس حيث يستقبل زوج من إلكترونات من قاعدة لويس " أيون الأكسيد ")

ملاحظة هامة : يُعد تفاعل SO_3 مع MgO مهماً علل : لأنه ينتج بلورات من ملح كبريتات المغنسيوم ، تُعرف باسم ملح إبسوم ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) الذي له استعمالات كثيرة مثل تخفيف آلام العضلات ، ومغذي للنباتات ، بالإضافة للتطبيقات البيئية مثل :

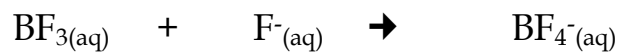
♥ حقن MgO في الغازات الخارجة من مداخن محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعمل بالفحم الحجري حيث يتفاعل مع SO_3 ، ويعمل على انتزاعه من الغازات العادمة الخارجة من المصنع إلى الجو ، ولو تُرك غاز SO_3 في الغلاف الجوي فإنه يتحد مع الماء الموجود في الهواء مكوناً حمض الكبريتيك الذي يسقط على الأرض في صورة مطر حمضي .

الشكل 10-5 يمكن إزالة ثالث

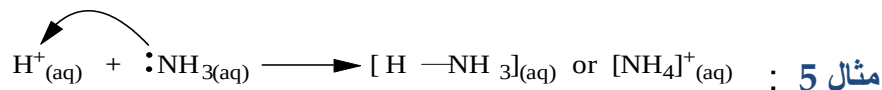
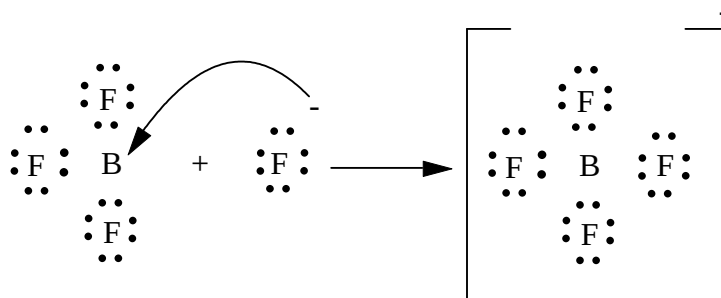
أكسيد الكبريت - وهو أحد الغازات العادمة الناتجة عن احتراق الفحم الحجري بتفاعله مع أكسيد الماغنسيوم في تفاعل حمض وقاعدة لويس. لاحظ أنه رغم خروج كميات كبيرة من البخار من أبراج التبريد، إلا أن الذي يمكن رؤيته من المدخنة قليل.



ملخص النظريات الثلاث للأحماض والقواعد		الجدول 2-5
تعريف القاعدة	تعريف الحمض	النظرية
منتج OH^-	منتج H^+	أرهينيوس
مستقبل H^+	مانح H^+	برونستد - لوري
يمنح زوجاً من الإلكترونات	يستقبل زوجاً من الإلكترونات	لويس

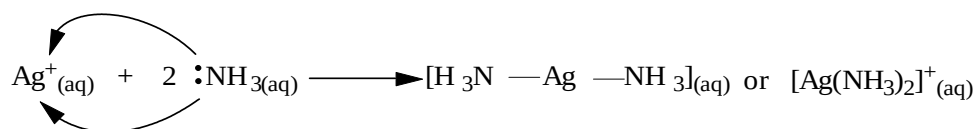


مثال 4 :

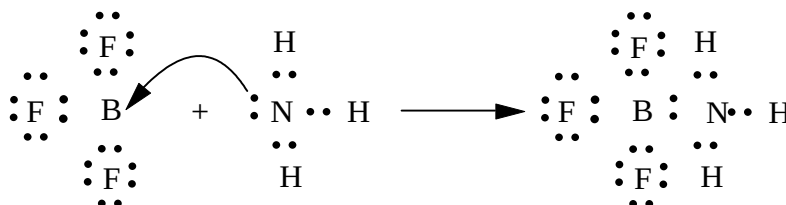


مثال 5 :

مثال 6 :



مثال 7 :



س : اختيار من متعدد

س	ج
1 - حمض لويس:	أ - مستقبل زوجا من الالكترونات ب - مانح زوجا من الالكترونات ج - مستقبل بروتونات د - مانح بروتونات
2 - التعريف الأشمل للأحماض هو تعريف:	أ - أرهينيوس ب - لويس ج - برونشتد- لوري د - فاراداي
3 - قاعدة لويس:	أ - منتجة ايون OH^{-} ب - مستقبل بروتونات ج - مانحة زوجا من الالكترونات د - مستقبل بروتونات
4 - المادة التي تمنح زوجا من الالكترونات تعد:	أ - قاعدة أرهينيوس ب - حمض برونشتد- لوري ج - قاعدة برونشتد- لوري د - قاعدة لويس
5 - عندما تكون الأمونيا رابطة تساهمية فإنها تسلك كـ:	أ - قاعدة برونشتد- لوري ب - حمض لويس ج - قاعدة لويس د - حمض أرهينيوس
6 - المادة التي تستقبل زوجا من الالكترونات تعد:	أ - قاعدة برونشتد- لوري ب - حمض لويس ج - قاعدة لويس د - حمض أرهينيوس
7 - أي مما يلي يعد حمض لويس وليس حمض برونشتد- لوري؟	أ - HCl ب - NH_3 ج - BF_3 د - F^{-}

8 - في التفاعل $(\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_n)^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + n\text{H}_2\text{O}$ ، يعتبر H_2O :	أ - حمض برونشتد- لوري	ب - قاعدة برونشتد- لوري	ج - حمض لويس	د - قاعدة لويس
9 - في التفاعل $(\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_n)^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + n\text{H}_2\text{O}$ ، يعتبر Ni^{2+} :	أ - حمض برونشتد- لوري	ب - قاعدة برونشتد- لوري	ج - قاعدة لويس	د - حمض لويس
10 - <u>المعادلة</u> $\text{Ag}^+(\text{aq}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow (\text{Ag}(\text{NH}_3)_2)^+(\text{aq})$ <u>تمثل تفاعل</u> :	أ - حمض- قاعدة أرهينيوس	ب - حمض- قاعدة لويس	ج - حمض- قاعدة برونشتد- لوري	د - ترسيب
11 - التفاعل $(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2)^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + 2\text{NH}_3(\text{aq})$ <u>يعتبر</u> Ag^+ :	أ - حمض برونشتد- لوري	ب - حمض لويس	ج - قاعدة برونشتد- لوري	د - قاعدة لويس
12- أي من التالي يمثل قاعدة لويس؟	أ - F^-	ب - Cu^{2+}	ج - BF_3	د - H^+
13- في التفاعل التالي $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq})$ <u>تمثل الأمونيا قاعدة</u> :	أ - برونشتد-لوري	ب - لويس	ج - أرهينيوس	د - برونشتد- لوري ولويس
14 - التفاعل $\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ <u>هو تفاعل</u> :	أ - استبدال أحادي	ب - تفكك	ج - حمض- قاعدة برونشتد- لوري	د - حمض- قاعدة لويس
15 - أي من التالي يمثل قاعدة لويس ؟	أ - F^-	ب - Cu^{2+}	ج - BF_3	د - H^+
16 - في التفاعل التالي $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq})$ <u>يمثل</u> H^+ <u>حمض</u> :	أ - برونشتد - لوري	ب - لويس	ج - أرهينيوس	د - برونشتد - لوري ولويس

الربط مع علم الأرض :

الأنهيدريدات : هي أحماض منزوعة الماء . مثل : غاز CO_2 هو حمض الكربونيك H_2CO_3 منزوع الماء . ويستطيع CO_2 أن يتحد مع الماء ، ويكون حمض .
أو : هي قواعد منزوعة الماء . مثل : غاز CaO هي قاعدة هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca}(\text{OH})_2$ منزوعة الماء . ويستطيع H_2O أن يتحد مع أكسيد الكالسيوم CaO ، ويكون قاعدة .
استنتاج : أكاسيد العناصر الفلزية تكون القواعد ، وأكاسيد العناصر اللافلزية تكون الأحماض .

كيفية تكوين الهوابط والصواعد :

- 1 - تتحد جزيئات غاز CO_2 مع جزيئات الماء الموجودة في الجو ، لينتج حمض الكربونيك H_2CO_3
- 2 - ويهطل حمض الكربونيك مع ماء المطر إلى الأرض .
- 3 - يترسب جزء منه إلى التربة ليصل إلى الصخور الجيرية ، فيؤدي إلى إذابتها ببطء ، لتتكون كهوف ضخمة تحت سطح الأرض عبر آلاف السنين .
- 4 - تقطر المياه من سقف الكهوف مخلقة الجير المذاب ، وهذا الجير يتكون على هيئة رقاقات جليدية تتلى من السقف وتسمى الهوابط .
- 5 - وتتكون كتل من كربونات الكالسيوم على أرض الكهف تسمى الصواعد .

س : تخير الإجابة الصحيحة

1 - يعتبر غاز CO_2 حمض منزوع الماء :	أ - H_2CO_3	ب - CH_3COOH	ج - HCOOH	د - Na_2CO_3
2 - يعتبر غاز SO_3 حمض منزوع الماء :	أ - H_2CO_3	ب - H_2SO_4	ج - HCOOH	د - Na_2CO_3
3 - الجير المتكون على هيئة رقاقات جليدية تتدلى من سقف الكهف :	أ - الهوابط	ب - الصواعد	ج - الترسبات الجليدية	
4 - تكون كتل من كربونات الكالسيوم على أرض الكهف :	أ - الهوابط	ب - الصواعد	ج - الترسبات الجليدية	

التقويم 5-1

الخلاصة

5. **الفكرة الرئيسية** فسر لماذا لا تُصنّف الكثير من أحماض وقواعد لويس على أنها أحماض أو قواعد أرهينيوس أو برونستد - لوري؟
6. قارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للأحماض والقواعد.
7. وضح كيف تحدد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد ما إذا كان المحلول حمضياً أم قاعدياً أم متعادلاً؟
8. اشرح لماذا لا يصنف العديد من المركبات التي تحتوي على ذرة هيدروجين أو أكثر بوصفها أحماض أرهينيوس؟
9. حدّد الأزواج المترافقة من الأحماض والقواعد في المعادلة الآتية:
- $$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$$
10. اكتب تركيب لويس لثالث كلوريد الفوسفور PCl_3 . هل يعد PCl_3 حمض لويس، أم قاعدة لويس، أم غير ذلك؟
- تحديد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد ما إذا كان المحلول حمضياً، أم قاعدياً، أم متعادلاً.
- يجب أن يحتوي حمض أرهينيوس على ذرة هيدروجين قابلة للتأين. ويجب أن تحتوي قاعدة أرهينيوس على مجموعة هيدروكسيد قابلة للتأين.
- حمض برونستد - لوري مادة مانحة لأيون هيدروجين، بينما قاعدة برونستد - لوري مادة مستقبلية لأيون هيدروجين.
- حمض لويس مادة تستقبل زوجاً من الإلكترونات، بينما قاعدة لويس مادة تعطي زوجاً من الإلكترونات.

تمارين الكتاب

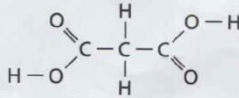
إتقان المفاهيم

54. قارن بين المحاليل الحمضية والمتعادلة والقاعدية من حيث تركيز الأيونات.
55. اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل التأين الذاتي للماء.
56. صنّف كلّاً مما يأتي إلى حمض أرهينيوس أو قاعدة أرهينيوس:
- a. H_2S c. $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- b. RbOH d. H_3PO_4
57. علم الأرض تتكون فقاعات غاز عندما يضيف عالم الأرض بضع قطرات من HCl إلى قطعة صخر. ماذا قد يستنتج العالم عن طبيعة الغاز والصخر؟
58. اشرح ما تعنيه المساحتان المظللتان عن اليمين من الخط العمودي الغامق في الشكل 5-28.



الشكل 5-28

11. فسر التوسم التوضيحية العلمية في الصيغ البنائية المرافقة. حدد أي ذرات هيدروجين يُحتمل أن تكون قابلة للتأين.



5. حمض لويس هو مستقبل زوج من الإلكترونات، وقاعدة لويس هي مانحة زوج من الإلكترونات. لا يحتوي حمض لويس على أيون هيدروجين، أو أيون هيدروكسيد قابل للتأين لكي يمكن اعتباره حمضاً أو قاعدة أرهينيوس، كما أنّ حمض لويس لا يمتلك أيون هيدروجين لكي يمنحه لغيره، لذا فهو ليس حمض برونستد - لوري، ولكن جميع قواعد لويس هي قواعد برونستد - لوري؛ لأنها قادرة على استقبال أيون هيدروجين.
6. الخواص الفيزيائية: تمتلك الأحماض طعماً حمضياً وتوصل الكهرباء. أمّا القواعد فطعمها مرّ وهي زلقة الملمس، وتوصل الكهرباء. الخواص الكيميائية: تتفاعل الأحماض مع الفلزّات لتنتج غاز الهيدروجين، كما أنّها تحوّل لون تباغ الشمس الأزرق إلى الأحمر. وتتفاعل القواعد مع الأحماض، وتحوّل لون تباغ الشمس الأحمر إلى الأزرق.
7. يكون $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ في المحلول الحمضي، ويكون $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ في المحلول المتعادل، أمّا في المحلول القاعدي فيكون $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$.
8. المركبات التي لديها ذرة هيدروجين أو أكثر قابلة للتأين هي فقط أحماض أرهينيوس.
9. HNO_2 حمض و NO_2^- قاعدة مترافقة، H_2O قاعدة و H_3O^+ حمض مترافق.
10. يمتلك الفوسفور في PCl_3 ثلاثة إلكترونات يتشاركها مع ثلاث ذرات كلور، وزوج إلكترونات غير مشترك، يعمل على قاعدة لويس.



59. اشرح الفرق بين الحمض الأحادي البروتون، والحمض الثنائي البروتون، والحمض الثلاثي البروتون، وأعط مثالا على كل منها.
60. لماذا يمكن استعمال H^+ و H_3O^+ بالتبادل في المعادلات الكيميائية؟
61. استعمل الرموز ($>$ أو $<$ أو $=$) للتعبير عن العلاقة بين تركيز أيونات H^+ وأيونات OH^- في المحاليل الحمضية والمتعادلة والقاعدية.
62. اشرح كيف يختلف تعريف حمض لويس عن تعريف حمض برونستد - لوري؟

إتقان حل المسائل

63. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل مما يأتي:
- a. تحلل هيدروكسيد الماغنسيوم الصلب عند وضعه في الماء.
- b. تفاعل فلز الماغنسيوم مع حمض الهيدروبروميك.
- c. تأين حمض البروبانويك CH_3CH_2COOH في الماء.
- d. التأين الثاني لحمض الكبريتيك في الماء.

على أيونات الهيدروجين، ولكن بتركيز أقل من أيونات الهيدروكسيد.

59. يستطيع الحمض أحادي البروتون إعطاء H^+ واحد مثل HCl ؛ ويستطيع الحمض ثنائي البروتون إعطاء أيونين من H^+ مثل H_2SO_4 ؛ في حين يعطي الحمض ثلاثي البروتون ثلاثة أيونات H^+ مثل H_3PO_4 .

60. H_3O^+ هو أيون هيدروجين مُتميّه.

61. حمضيّ: $[H^+] > [OH^-]$ ؛ متعادل: $[H^+] = [OH^-]$ ؛ قاعديّ: $[H^+] < [OH^-]$.

62. يعرف نموذج لويس الحمض كمستقبل لزوج من الإلكترونات، في حين يعرفه نموذج برونستد-لوري أنه مانح لأيون هيدروجين.

54. تركيز أيونات H^+ في المحلول الحمضي أكبر من تركيز أيونات OH^- فيه، في حين يكون تركيز أيونات OH^- في المحلول القاعدي أعلى من تركيز أيونات H^+ ، كما يتساوى تركيز أيونات H^+ و OH^- في المحلول المتعادل.



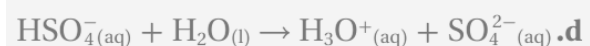
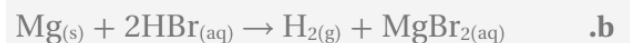
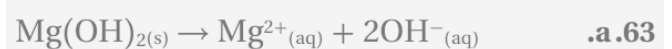
56. a. حمض b. قاعدة

c. قاعدة d. حمض

57. الغاز هو CO_2 ، والصخر هو كربونات الكالسيوم.

58. تعني المساحة الكبرى الزرقاء أنّ المحاليل القاعدية تحتوي على تراكيز أعلى من أيونات الهيدروكسيد، وتعني المساحة الصغرى الحمراء أنّ المحاليل القاعدية تحتوي أيضًا

إتقان حل المسائل



تدريبات إضافية

1 سأذكر خمس خصائص عامة للمحاليل الحمضية .

(مذاقها حامض، تتفاعل مع الفلزات النشطة وتعطي H_2 ، تغير لون الكواشف، الكتروليتات، تتفاعل مع القواعد وتعطي الأملاح والماء، الكتروليتات)

3 - أ. أذكر خمس خصائص عامة للمحاليل القاعدية (مذاقها مر، ملمسها صابوني، تغير لون الكواشف، تتفاعل مع الأحماض وتعطي الأملاح والماء، الكتروليتات)

5 أحد المتعلمين يقول: " كل المركبات التي تحوي هيدروجين هي أحماض، وكل المركبات التي تحوي مجموعة OH هي قواعد ". هل توافقه ذلك الرأي ؟ برر إجابتك مع طرح أمثلة .

(المركبات التي تحوي ذرات هيدروجين قابلة للتأين هي أحماض، والمركبات التي تتأين وتعطي أيونات هيدروكسيد هي قواعد . فمثلاً HCl حمض)

لأنه يتأين ويعطي كاتيون هيدروجين يكون مع الماء H_3O^+ بينما NH_3 ليست حمضاً مع وجود 3 ذرات هيدروجين بينما CH_3OH ليس حمضاً ولا قاعدة .)

س : اكتب معادلة التأين الأولى والثانية للأيون المتكون من تفاعل H_2CO_3 السابق وصفه . افترض كذلك أن الماء يعمل كمتفاعل يرتبط بأيون الهيدروجين الناتج . فأأي المتفاعلات يكون حمض برونشتد – لوري وأيها قاعدة برونشتد – لوري ؟ وضح بالمعادلات والشرح .

س : صنف مجموعة الأحماض التالية وفق ما تراه مناسباً ، محدداً معيار التصنيف



معيار التصنيف هو : عدد البروتونات

أحماض أحادية البروتون	أحماض ثنائية البروتون	أحماض ثلاثية البروتون

س : أ - اكتب معادلتين تبينان مرحلتين تأين حمض الكبريتوز في الماء .

ب - أي مرحلة تأين تنتج عادةً أيونات أكثر ؟

تمارين خارجية :

1 - في التفاعل التالي : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ يُعتبر الماء :

أ - حمضياً ب - قاعدياً ج - متعادلاً د - ملحاً

2 - المركبات التالية : $(\text{CH}_3)_3\text{P}$ & NF_3 & $(\text{CH}_3)_2\text{S}$

أ - أحماض ب - قواعد ج - أملاح د - ليست أحماض ولا قواعد

3 - الحمض حسب برونشتد و لوري :

أ - يكتسب الكثرونات ب - يمنح الكثرونات ج - يكتسب بروتونات د - يمنح بروتونات

4 - حمضا برونشتد - لوري في التفاعل التالي : $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HPO}_4^{2-}$

أ - H_2PO_4^- , H_2CO_3 ب - H_2CO_3 , HPO_4^{2-}

ج - H_2PO_4^- , HCO_3^- د - HCO_3^- , H_2CO_3

5 - أي المواد تعمل كحمض وقاعدة برونشتد - لوري :

أ - Na_2CO_3 ب - O^{2-} ج - NH_3 د - CO_3^{2-}

(الجواب : 1- أ // 2- ب // 3- د // 4- أ // 5- ج)

س : صنف المتفاعلات التالية إلى ما تراه مناسباً من أحماض أو قواعد (لويس/ برونشتد - لوري / أرهينيوس)

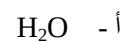
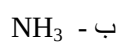
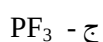
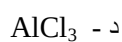


كلمة غير منسجمة مع التبرير :

1 - $\text{KOH} / \text{NaOH} / \text{Ca(OH)}_2 / \text{:NH}_3$ 2 - $\text{H}_2\text{O} , \text{KOH} , \text{F}^- , \text{Cl}^-$ 3 - $\text{Br}^- , \text{NF}_3 , \text{BCl}_3 , \text{Cl}^-$ 4 - $\text{BF}_3 , \text{AlCl}_3 , \text{F}^- , \text{Ag}^+$ 5 - $\text{BCl}_3 , \text{:NH}_3 , \text{AlCl}_3 , \text{BF}_3$ 6 - $\text{NH}_3 , \text{BF}_3 , \text{AlBr}_3 , \text{BCl}_3$

تخير الإجابة الصحيحة :

1- أحد المركبات التالية يعتبر حمضاً تبعاً لنظرية لويس :



2- المركب الذي يعتبر مانحاً لزوج من الإلكترونات هو :

د - ليس مما سبق

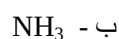
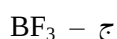
ج - حمض برونشتد

ب - قاعدة لويس

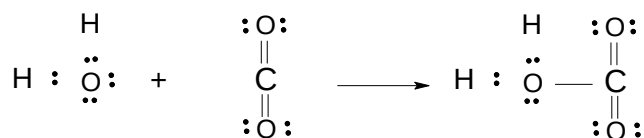
أ - حمض لويس

3- أي المواد التالية يعتبر حمض لويس :

د - كلها



4 - في التفاعل التالي :

يمكن اعتبار CO₂ أحد أحماض :

د - لويس

ج - برونشتد - لوري أو أرهينيوس

ب - أرهينيوس

أ - برونشتد - لوري

5- في التفاعل التالي : $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^+ + \text{HSO}_4^-$ يمثل H_2SO_4 :

ب - حمض برونشتد - لوري

أ - حمض أرهينيوس

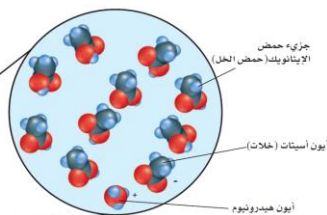
د - حمض برونشتد - لوري و لويس

ج - حمض لويس

القسم 2 قوة الأحماض والقواعد

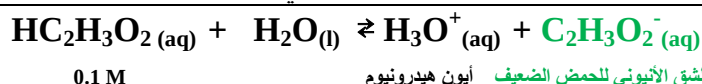
الأحماض

ضعيفة

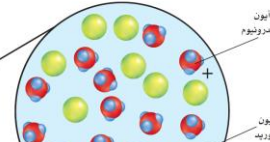
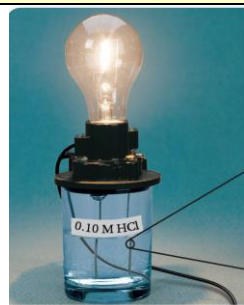


الشكل 5-12 عند وضع الأقطاب في محلول حمض الإيثانويك بتركيز 0.10 M يكون الضوء خافتاً. قارن هذه الصورة بالشكل 5-11.

نلاحظ أن : إضاءة المصباح خافته ، وهذا يعني أن توصيل المحلول للتيار الكهربائي منخفض .



قوية



الشكل 5-11 يتوهج المصباح بقوة عندما يوضع القطبان في محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 0.10 M؛ لأن جميع HCl تتحلل إلى أيونات هيدرونيوم وأيونات كلوريد.

نلاحظ أن : إضاءة المصباح قوية ، وهذا يعني أن توصيل المحلول للتيار الكهربائي مرتفع .

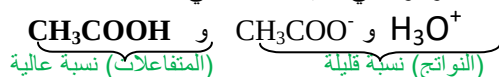


نستنتج ما يلي :

♥ **جزيئات الحمض الضعيف** تتأين جزئياً (غير تام التأين) في المحلول المائي ، وينتج أيونات هيدرونيوم والشق الأنيوني .
♥ ينتج عدد قليل من الأيونات حرة الحركة التي تنقل (تحمل) التيار الكهربائي
♥ الحمض الكتروليت **ضعيف** (موصل ردي للكهرباء)

♥ **لاحظ :** المعادلة انعكاسية (↔) (سهم واحد نحو اليمين وآخر نحو اليسار) ، ويعني أن التفاعل لا يكتمل .
و الناتج النهائي يحتوي على مزيج من المتفاعلات و النواتج .

♥ الجسيمات الموجودة في نهاية التفاعل هي :



♥ **جزيئات الحمض القوي** تتأين كلياً (تامة التأين) في المحلول المائي ، وينتج أيونات هيدرونيوم والشق الأنيوني .
♥ ينتج عدد كبير من الأيونات حرة الحركة التي تنقل (تحمل) التيار الكهربائي
♥ الحمض الكتروليت **قوي** (موصل جيد للكهرباء)

♥ **لاحظ :** المعادلة غير انعكاسية (→) (سهم واحد نحو اليمين) وهذا يعني أن التفاعل يسير نحو الاكتمال .
و الناتج النهائي يحتوي على النواتج فقط .

♥ الجسيمات الموجودة في نهاية التفاعل هي: H_3O^+ و Cl^- (النواتج فقط)

ملاحظة : يعتمد توصيل التيار الكهربائي على عدد الأيونات في المحلول

أمثلة أحماض ضعيفة :

حمض هيدروفلوريك HF

حمض هيبوكلوروز HClO - حمض كلوروز HClO₂

كبريتات هيدروجينية HSO₄⁻ - حمض الكبريتوز H₂SO₃

حمض النيتروز HNO₂

حمض الفسفوروز H₃PO₃ - حمض الفسفوريك H₃PO₄

حمض الأسيتيك - حمض الخليك - حمض الإيثانويك (HC₂H₃O₂) CH₃COOH

حمض الفورميك - حمض التمليك - حمض الميثانويك HCOOH

حمض الهيدروسيانيك HCN

H₂S - H₂CO₃ - HCO₃⁻

كربونات هيدروجينية - حمض الكربونيك - حمض الهيدروكربونيك

أمثلة أحماض قوية :

حمض هيدروبروميك HI

حمض هيدروبروميك HBr

حمض هيدروكلوريك HCl

حمض بير كلوريك HClO₄

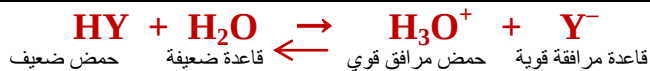
حمض كلوريك HClO₃

حمض كبريتيك H₂SO₄

حمض نيتريك HNO₃

قوة الحمض ونموذج برونشتد - لوري

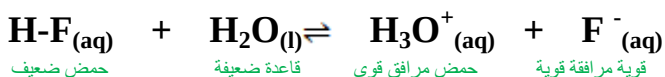
تفسير ضعف الأحماض



علل : يميل اتجاه الاتزان يساراً لأن :

1 - القاعدة المرافقة Y^- تمتلك جذباً للأيون H^+ أكبر من جذب القاعدة H_2O له

2 - تحدث منافسة بين القواعد في استقبال H^+ : حيث قوة Y^- في التفاعل العكسي على استقبال H^+ أكبر من قوة H_2O في الاتجاه الأمامي .



علل : حمض HF أضعف من H_3O^+

علل : F^- قاعدة أقوى من H_2O : لأن جذب القاعدة المرافقة F^- لأيون H^+ أكبر من جذب القاعدة H_2O لهذا الأيون .

تفسير قوة الأحماض



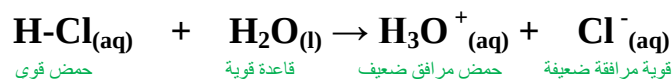
علل : حمض HX تأين بنسبة 100 % تقريباً

علل : يتجه اتزان التأين كله تقريباً نحو اليمين

علل : هناك تنافس بين القواعد على استقبال H^+

لأن H_2O قاعدته المرافقة أقوى على استقبال البروتون في التفاعل الأمامي من القاعدة المرافقة X^- في التفاعل العكسي

ملاحظة هامة: الماء هو القاعدة الأقوى في حالة كل الأحماض القوية.



علل : HCl حمض أقوى من H_3O^+

علل : H_2O قاعدة أقوى من Cl^- : لأن جذب القاعدة H_2O لأيون H^+ أكبر من جذب القاعدة المرافقة Cl^- لهذا الأيون

الاتجاه المفضل للتفاعل : ينزاح الاتزان دائماً نحو تكوين الحمض الضعيف ، والقاعدة الضعيفة .

علل : يميل اتجاه الانزياح في التفاعل التالي يساراً $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ ج: لأن القاعدة المرافقة $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ (في التفاعل لعكسي) أكثر جذباً للـ H^+ من القاعدة H_2O (في التفاعل الأمامي)

علل : يميل التفاعل $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Y}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{HY}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ إلى جهة اليسار : لأن القاعدة المرافقة H_2O (في التفاعل العكسي) لديها جذب أكبر لأيون H^+ من قوة جذب القاعدة Y^- للـ H^+ (في التفاعل الأمامي) .

علل : يميل التفاعل $\text{HNO}_3_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ للاتجاه الأمامي .

قوة الحمض وثوابت تأين الحمض

الكيمياء في الحياة اليومية

سيانيد الهيدروجين

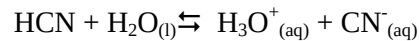


مركب مهم

سيانيد الهيدروجين (HCN) غاز سام يوجد في عادم السيارات، وفي التبغ، وفي دخان الخشب، وفي الدخان المنبعث من احتراق المواد البلاستيكية المحتوية على النيتروجين. تُطلق بعض الحشرات مثل الديدان الألفية (MILLIPEDES) وبعثة البورنت (BURNET MOTH) سيانيد الهيدروجين كآلية دفاع. يُطلق على محلول سيانيد الهيدروجين في الماء اسم حمض الهيدروسيانيك. الفواكه ذات النواة، مثل الكرز أو الخوخ، تحتوي على السيانوهيدرات، والتي تتحول إلى حمض هيدروسيانيك في الجهاز الهضمي في حالة أكل النواة. ولكن لا يتم إنتاج حمض هيدروسيانيك في لب هذه الفواكه، ولذلك يمكن تناول الفواكه بأمان.

مثال : حمض الهيدروسيانيك (حمض البروسيك) : المستخدم في الصبغ والنقش

وتقسية الفولاذ



$$K_{eq} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}][\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K_{eq} [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$$

يُعتبر تركيز الماء السائل المذيب ثابتاً ، لأن تركيزه لا يتغير

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]} \quad \text{--} \quad K_a = K_c [\text{H}_2\text{O}]$$

ثابت الاتزان لتأين الحمض الضعيف

ثابت تأين الحمض K_a : هو حاصل ضرب تركيزي الأيونين المكونين لحمض ضعيف

مقسوماً على تركيز الجزيئات غير المتأينة.

أو هو قيمة ثابت الاتزان لتفاعل تأين الحمض الضعيف ورمزه K_a

أو هو ثابت اتزان تفاعل انتقال البروتون من الحمض الضعيف إلى الماء

فائدة قيم K_a :

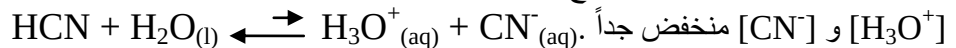
1 - يقدم القياس الكمي للتعبير عن قوة الأحماض ، ومقارنة قوتها ببعضها .

2 - تدل على ما إذا كانت المواد المتفاعلة أو النواتج هي المفضلة عند الاتزان

س: ثابت التأين لحمض الهيدروسيانيك $K_a(\text{HCN}) = 6.2 \times 10^{-10}$ عند 25°C ،

فسر دلالة هذه القيمة .

ج : قيمة $K_a < 1$ ، فعند الاتزان ينزاح التفاعل جهة حمض الهيدروسيانيك غير المتأين ليصبح أكثر ارتفاعاً في قيمته ، بينما تركيز

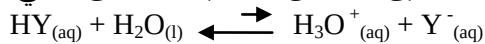


مناقشة ثوابت التأين للحمض القوي ، والحمض الضعيف

ثابت التأين للحمض الضعيف

$$K_a < 1$$

علل : ثابت التأين للحمض الضعيف أقل من 1 في التفاعل :



ج : لأن تركيز الأيونات (في النواتج) (في بسط الكسر) أصغر من تركيز الجزيئات الغير متأينة (في المواد المتفاعلة) (في مقام الكسر) .

ثابت التأين للحمض القوي

$$K_a > 1$$

علل : ثابت التأين للحمض القوي أكبر من 1 في التفاعل :



ج : لأن تركيز الأيونات (في النواتج) (في بسط الكسر) أكبر من تركيز الجزيئات الغير متأينة (في المواد المتفاعلة) (في مقام الكسر) .

ملاحظة : تتناسب قيمة K_a مع قوة الحمض

الجدول 5-4	ثوابت تأين الأحماض الضعيفة
الحمض	معادلة التأين
كبريتيد الهيدروجين، التأين الأول	$\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$
كبريتيد الهيدروجين، التأين الثاني	$\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$
الهيدروفلوريك	$\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$
الهيدروسيانيك	$\text{HCN} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CN}^-$
الإيثانويك (حمض الخل)	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$
الكربونيك، التأين الأول	$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
الكربونيك، التأين الثاني	$\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

ملاحظات هامة :

1 - الأحماض متعددة البروتون ليست بالضرورة أحماضاً قوية لأي خطوة من خطوات التأين الخاص بها

2 - كل عملية تأين لحمض متعدد البروتون لها قيمة K_a ، **وتتخفص** القيم بالنسبة لكل عملية تأين تالية .

جداول للمناقشة :

Acid	Formula	K_{a1}	K_{a2}	K_{a3}
oxalic acid	$H_2C_2O_4(aq)$	5.4×10^{-2}	5.4×10^{-5}	—
ascorbic acid	$H_2C_6H_6O_6(aq)$	7.9×10^{-5}	1.6×10^{-12}	—
sulfuric acid	$H_2SO_4(aq)$	very large	1.0×10^{-2}	—
hydrosulfuric acid	$H_2S(aq)$	1.1×10^{-7}	1.3×10^{-13}	—
phosphoric acid	$H_3PO_4(aq)$	7.1×10^{-3}	6.3×10^{-8}	4.2×10^{-13}
arsenic acid	$H_3AsO_4(aq)$	5×10^{-3}	8×10^{-8}	4.0×10^{-12}
carbonic acid	$H_2CO_3(aq)$	4.4×10^{-7}	4.7×10^{-11}	—

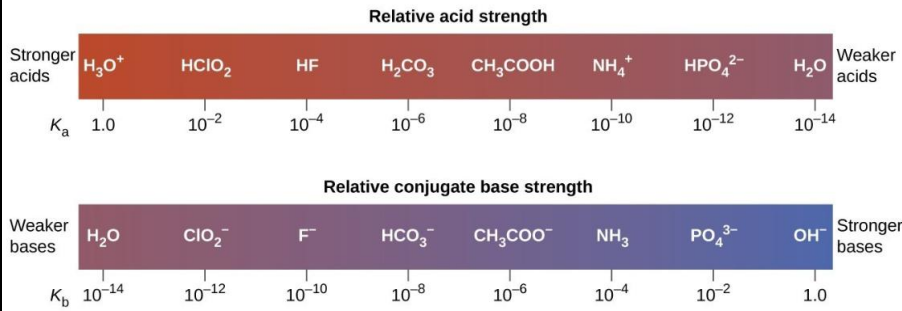


Table Acids and Their Acid-Dissociation Constants

	Acid	K_a (M)	pK_a
Stronger Acid	HCl	2×10^6	-6.3
	HNO ₃	25	-1.4
	HF	3.5×10^{-4}	3.46
	CH ₃ COOH	1.8×10^{-5}	4.74
	NH ₄ ⁺	5.8×10^{-10}	9.24
Weaker Acid	H ₂ O	2×10^{-16}	15.7

Acid Name	Acid	K_a
Perchloric acid	HClO ₄	large
Sulfuric acid	H ₂ SO ₄	large
Hydrochloric acid	HCl	large
Nitric acid	HNO ₃	large
Hydronium ion	H_3O^+	1.0
Sulfurous acid	H ₂ SO ₃	1.2×10^{-2}
Hydrogen sulfate ion	HSO ₄ ⁻	1.2×10^{-2}
Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	7.5×10^{-3}
Hexaaquaion(III) ion	$Fe(H_2O)_6^{3+}$	6.3×10^{-3}
Hydrofluoric acid	HF	7.2×10^{-4}
Nitrous acid	HNO ₂	4.5×10^{-4}
Formic acid	HCO ₂ H	1.8×10^{-4}
Benzoic acid	C ₆ H ₅ CO ₂ H	6.3×10^{-5}
Acetic acid	CH ₃ CO ₂ H	1.8×10^{-5}
Propanoic acid	CH ₃ CH ₂ CO ₂ H	1.3×10^{-5}
Hexaaquaaluminum ion	$Al(H_2O)_6^{3+}$	7.9×10^{-6}
Carbonic acid	H ₂ CO ₃	4.2×10^{-7}

س : إذا علمت أن قيمة (K_a) لكل من الأحماض التالية تساوي :

$$A = 1.74 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.9 \times 10^{-4}$$

$$C = 3.2 \times 10^{-5}$$

ب - C أقوى حمضية من A فقط

أ - C أقوى حمضية من B , A

د - A أقوى حمضية من B فقط

ج - A أقوى حمضية من B , C

علل 1 : موصلية محلول HCl ، وموصلية محلول CH₃COOH متساوية بالرغم من اختلاف تركيزهما .

لأن حمض HCl مخفف ، وحمض CH₃COOH مركز لدرجة تتساوى فيها تراكيز الأيونات في الحالتين ، فتكون الموصلية متساوية تقريباً

علل 2 : موصلية محلول حمض الأسيتيك CH₃COOH أقل بكثير من موصلية محلول حمض الهيدروكلوريك HCl الذي له نفس التركيز.

لأن حمض HCl قوي تام التأين في المحاليل المائية وينتج وفرة من الأيونات حرة الحركة ، قيمة K_a له مرتفعة جداً بينما حمض CH₃COOH غير تام التأين في المحاليل المائية وينتج قلة من الأيونات حرة الحركة ، قيمة K_a له منخفضة جداً

مسألة 1: حمض الفورميك HCOOH ، حمض ضعيف يوجد في سم النمل الأحمر ، عند الاتزان في المحلول المائي للحمض كانت التراكيز

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 9.0 \times 10^{-4} , [\text{HCOO}^-] = 4.0 \times 10^{-1} , [\text{HCOOH}] = 2.00\text{M}$$

أ - أكتب تعبير ثابت تأين حمض الفورميك (K_a)

ب - احسب قيمة K_a لهذا الحمض

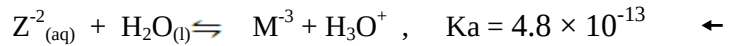
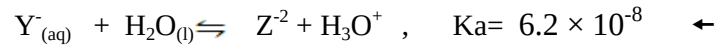
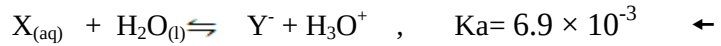
مسألة 2: يتفاعل حمض افتراضي HX مع الماء وفقاً للمعادلة التالية : $\text{HX}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{X}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$

أ - حدد الأزواج المترافقة :

ب - اكتب تعبير ثابت الاتزان :

ج - تبين التجارب أن التراكيز عند الاتزان هي: $[\text{HX}] = 4.0 \times 10^{-2}$ و $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{X}^-] = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ احسب قيمة K_a .

س 1: لديك معادلات تأين حمض X ثلاثي البروتون على ثلاث مراحل

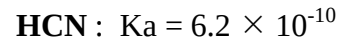
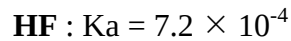


رتب تصاعدياً تراكيز كل من (X , M^{3-} , Y^- , Z^{2-}) على مدار مراحل تأين الحمض

ج الترتيب : الأقل تركيز ، ، ، الأعلى تركيز

س 2: رتب تصاعدياً :

1 - الأحماض التالية حسب قوتها (حسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ عند تأينها في الماء :



الأقل : HCN CH_3COOH HCOOH HF الأعلى

2 - محاليل حمض الأسيتيك حسب درجة توصيلها التيار الكهربائي :

$$0.1 \text{ M} - 0.005 \text{ M} - 0.01 \text{ M}$$

الأقل : 0.005 M 0.01 M 0.1 M الأعلى

س 3: الجدول المجاور يحتوي على ثابت التأين (K_a) لبعض الأحماض ، فعند ترتيب القواعد المرافقة لهذه الأحماض تصاعدياً حسب قوتها (من اليمين إلى اليسار) يكون الترتيب الصحيح :

3.5×10^{-8}	HClO
1.2×10^{-2}	HClO_2
4.9×10^{-10}	HCN
6.2×10^{-8}	H_2PO_4^-

أ - CN^- , HPO_4^{2-} , ClO^- , ClO_2^- ج - CN^- , ClO^- , HPO_4^{2-} , ClO_2^-

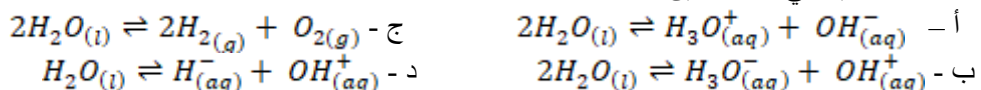
ب - ClO_2^- , ClO^- , HPO_4^{2-} , CN^- د - ClO_2^- , HPO_4^{2-} , ClO^- , CN^-

س 4: تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية

1 - العلاقة بين K_a و K هي :

$$K = K_a \quad \text{أ} \quad K_a = K[\text{H}_2\text{O}] \quad \text{ب} \quad K = K_a[\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{ج} \quad K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K} \quad \text{د}$$

2 - أي المعادلات التالية هي معادلة تأين الماء ؟



3 - إلى أي درجة يكون تفكك الماء
أ - تام ب - كبير جداً ج - ضعيف د - لا يتأين أبداً

4 - ما العلاقة بين قيمة K_a للأحماض القوية والأحماض الضعيفة ؟
أ - (ضعيف) K_a = (قوي) K_a ج - (ضعيف) K_a < (قوي) K_a
ب - (ضعيف) K_a > (قوي) K_a د - قيمة K_a للأحماض الضعيفة غير محددة

س5: لديك حمضان x , y لهما قيم ثابت الاتزان التالية : $K_{a(x)} = 1.4 \times 10^{-4}$ و $K_{a(y)} = 1.8 \times 10^{-5}$ أيهما سيعطي توهج أقوى أم أقل (أو صوت أعلى أو أقل) . وهل سيكون الفرق ملحوظ ؟ مع التبرير .

X - والفرق غير ملحوظ - لتقارب قيمتي K_a للحمضين مما يدل على تساوي قيمتي البسط (تركيز النواتج) في الحالتين

س6: لديك مادتان H_2SO_3 , H_3O^+ لهما قيم ثابت الاتزان التالية : $K_a(H_3O^+) = 1$ و $K_a(H_2SO_3) = 1.54 \times 10^{-2}$ أيهما أكثر حموضة ؟ مع التبرير .

H_3O^+ لزيادة قيمة K_a وبالتالي تكون قيمة البسط في الأول (تركيز النواتج) أكبر من قيمة البسط في الثاني (تركيز نواتج الثاني).

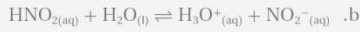
س7: لديك مادتان A , B لهما قيم ثابت الاتزان التالية : $K_a(A) = 100$ و $K_a(B) = 1.02 \times 10^{-7}$ ماذا تستنتج ؟ مع التبرير .
وقارن بين موصلية كل منهما .

مسائل تدريبية

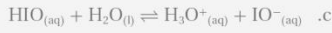
مسائل تدريبية



$$K_a = \frac{[H_3O^+][ClO_2^-]}{[HClO_2]}$$



$$K_a = \frac{[H_3O^+][NO_2^-]}{[HNO_2]}$$



$$K_a = \frac{[H_3O^+][IO^-]}{[HIO]}$$



11. اكتب معادلات التآين وتعابير ثابت تآين الحمض لكل مما يأتي:

HIO . c

HNO₂ . b

HClO₂ . a

12. اكتب معادلة التآين الأولى والثانية لحمض السيلينوز H_2SeO_3 .

13. تحفيز إذا أعطيت المعادلة الرياضية الآتية: $K_a = \frac{[AsO_4^{3-}][H_3O^+]}{[HAsO_4^{2-}]}$ ، فاكتب المعادلة الموزونة للتفاعل.

القواعد:

ما تم دراسته عن الأحماض يمكن أن ينطبق على القواعد ، باستثناء اشتراك

أيونات OH^- بدلاً عن أيونات H^+ .

ضعيفة	قوية
جزيئات القاعدة الضعيفة تتأين جزئياً في المحلول المائي ، وينتج قلة من أيونات هيدروكسيد والشق الكاتيوني .	جزيئات القاعدة القوية تتفكك كلياً في المحلول المائي وتنتج وفرة من أيونات فلزات ، وأيونات هيدروكسيد .

تعتمد قوة القاعدة على مقدار ما تطلقه من أيونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول المائي

مثال : $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ أكتب مع المعلم معادلات تأين القواعد الضعيفة ♥ جزيئات القاعدة الضعيفة تتأين جزئياً في المحلول المائي ، وينتج أيونات هيدروكسيد و الشق الكاتيوني . ♥ تنتج قلة من الأيونات الحرة الحركة . ♥ الجسيمات الموجودة في نهاية التفاعل هي : $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ و NH_4OH و NH_4^+ و OH^- نسبة قليلة نسبة عالية المحلول يوصل التيار الكهربائي بصورة ضعيفة. محلول القاعدة الضعيفة الكتروليت ضعيف .	مثال : هيدروكسيدات فلزات المجموعة الأولى والثانية . $\text{NaOH}(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ أكتب مع المعلم معادلات تفكك القواعد القوية ♥ جزيئات القاعدة القوية تتفكك كلياً في المحلول المائي ، وينتج أيونات هيدروكسيد والشق الكاتيوني . ♥ تنتج وفرة من الأيونات الحرة الحركة . ♥ الجسيمات الموجودة في نهاية التفاعل هي : Na^+ و OH^- المحلول يوصل التيار الكهربائي بصورة جيدة . محلول القاعدة القوية الكتروليت قوي .
---	---

ملاحظة : يعتمد توصيل التيار الكهربائي على عدد الأيونات في المحلول

علل: على الرغم من أن حمضي NaOH و NH_4OH لهما نفس التركيز المولاري ، لكن يختلفان في عدد الأيونات الناتجة من التأين .

مثال : يتفاعل ميثيل أمين CH_3NH_2 مع الماء لينتج مخلوطاً متزنًا من جزيئات CH_3NH_2 ، CH_3NH_3^+ و OH^- $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ علل: يتجه الاتزان إلى أقصى اليسار : لأن القاعدة CH_3NH_2 ضعيفة ، والقاعدة المرافقة OH^- قوية ، فيتمتع أيون الهيدروكسيد بجذب أيون الهيدروجين أكبر مما يمتلكه جزيء الميثيل أمين .	علل : هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca}(\text{OH})_2$ مصدر ضعيف لأيونات OH^- : لأن ذائبيتها منخفضة . $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) , K_{sp} = 6.5 \times 10^{-6}$ علل : على الرغم من أن ما يذوب من هيدروكسيد الكالسيوم كمية قليلة إلا أنها قاعدة قوية : لأن كل ما يذوب منها يتحلل (يتفكك) تماماً .
---	--

ثابت تأين القاعدة K_b :

هو حاصل ضرب تركيزي الأيونين المكونين لقاعدة ضعيفة مقسوماً على تركيز الجزيئات غير المتأينة.

أو هو مقياس لدرجة تأين القاعدة ورمزه K_b أو هو ثابت اتزان تفاعل انتقال البروتون من الماء إلى القاعدة الضعيفة .



استنتاج 1 :

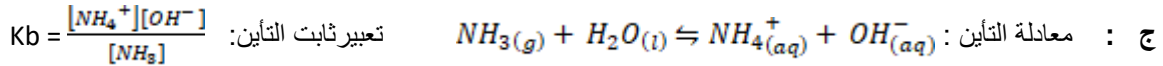
$$K_{eq} = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}][\text{H}_2\text{O}]} \rightarrow K_{eq}[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} \rightarrow K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

$$K_b = K_{eq}[\text{H}_2\text{O}]$$

استنتاج 2 : كلما زادت قيمة K_b زادت قيمة $[\text{OH}^-]$ وزادت قوة القاعدة .

الجدول 5-6	ثابت التأين لبعض القواعد
القاعدة	معادلة التأين
إيثيل أمين	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
ميثيل أمين	$\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
الأمونيا	$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
الأنيلين	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
K_b (298 K)	
5.0×10^{-4}	
4.3×10^{-4}	
2.5×10^{-5}	
4.3×10^{-10}	

س1 : اكتب تعبير ثابت التآين Kb للقواعد الضعيفة التالية :

أ - الأمونيا (النشادر) NH_3 ب - ميثيل أمين CH_3NH_2 ج - أنيلين $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ س2 : ثابت التآين Kb لهيدروكسيد الأمونيوم يساوي 1.8×10^{-5} عند 25°C ، فسر دلالة هذه القيمة بخصوص الاتزان.ج : قيمة Kb صغيرة ، إذن يوجد عدد قليل نسبياً من الأيونات عند الاتزان ، الأمونيا قاعدة ضعيفة تخير : أي من القواعد التالية هي الأقوى ، بمعلومية قيم Kb :

(B:ج)

$$A = 1.8 \times 10^{-5} \quad / \quad B = 5.9 \times 10^{-3} \quad / \quad C = 4.2 \times 10^{-10}$$

مسائل تدريبية	مسائل تدريبية
14. $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$.a $\text{Kb} = [\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_3^+][\text{OH}^-] / [\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_2]$ $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$.b $\text{Kb} = [\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_3^+][\text{OH}^-] / [\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2]$ $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$.c $\text{Kb} = [\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-] / [\text{CO}_3^{2-}]$ $\text{HSO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$.d $\text{Kb} = [\text{H}_2\text{SO}_4][\text{OH}^-] / [\text{HSO}_4^-]$ $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$.15	14. اكتب معادلات التآين وتعبير ثابت التآين للقواعد الآتية: a. هكسيل أمين $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_2$ b. بروبيل أمين $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$ c. أيون الكربونات CO_3^{2-} d. أيون الكبريتات الهيدروجينية HSO_4^- 15. تحفيز اكتب معادلة اتزان قاعدة يكون فيها PO_4^{3-} قاعدة في التفاعل الأمامي، و OH^- قاعدة في التفاعل العكسي.

التقويم 5-2

الخلاصة

16. الفكرة الرئيسية : صف محتويات محاليل مائية مخففة للحمض القوي HI والحمض الضعيف HCOOH .
17. ما العلاقة بين قوة الحمض الضعيف وقوة قاعدته المرافقة؟
18. حدد الأزواج المترافقة للحمض والقاعدة في كل معادلة مما يأتي:
a. $\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
b. $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
19. اشرح ما الذي يمكن أن تستفيده من معرفة أن قيمة Kb للأنيلين $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ هي 4.3×10^{-10} ؟
20. فسر البيانات استعمل البيانات في الجدول 4-5 لترتيب الأحماض السبعة تصاعدياً بحسب توصيلها للكهرباء.

- تتأين الأحماض والقواعد القوية كلياً في المحاليل المائية المخففة. بينما تتأين الأحماض والقواعد الضعيفة تأيئاً جزئياً في المحاليل المائية المخففة.
- تعد قيمة ثابت تآين الحمض أو القاعدة الضعيفة قياساً لقوة الحمض أو القاعدة.

16. يحتوي محلول HI فقط على أيونات H_3O^+ و I^- وجزيئات ماء، ويحتوي محلول HCOOH على أيونات H_3O^+ و HCOO^- ، وجزيئات HCOOH و H_2O .
17. كلما ازدادت قوة الحمض ازداد ضعف قاعدته المرافقة. وكلما ضعف الحمض ازدادت قوة قاعدته المرافقة.
18. a. الحمض : HCOOH ؛ القاعدة المرافقة : HCOO^-
القاعدة : H_2O ؛ الحمض المرافق : H_3O^+
b. الحمض : H_2O ؛ القاعدة المرافقة : OH^-
القاعدة : NH_3 ؛ الحمض المرافق : NH_4^+
19. قياس Kb يدل على أن الأنيلين قاعدة ضعيفة.
20. HF , HCOOH , CH_3COOH , H_2CO_3 , H_2S , HCO_3^- , HS^- .

5-2

إتقان المفاهيم

64. اشرح الفرق بين حمض قوي وحمض ضعيف.
65. اشرح لماذا تستعمل أسهم الاتزان في معادلات تأين بعض الأحماض؟

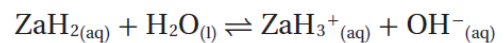


الشكل 5-29

66. أي الكأسين في الشكل 5-29 قد تحتوي على محلول حمض الهيبوكلوروز بتركيز 0.1 M؟ وضح إجابتك.
67. كيف تقارن بين قوتي حمضين ضعيفين في المختبر؟ وكيف تقوم بذلك من خلال معلومات تحصل عليها من جدول أو كتيب؟
68. حدد الأزواج المترافقة في تفاعل H_3PO_4 مع الماء.

إتقان حل المسائل

69. منظفات الأمونيا اكتب المعادلة الكيميائية وتعبير K_b لتأين الأمونيا في الماء. وكيف يستعمل محلول الأمونيا منظفاً آمناً للنوافذ مع أنه قاعدي؟
70. مطهر حمض الهيبوكلوروز مطهر صناعي. اكتب المعادلة الكيميائية وتعبير K_a لتأين حمض الهيبوكلوروز في الماء.
71. اكتب المعادلة الكيميائية وتعبير K_b لتأين الأنيلين في الماء. الأنيلين قاعدة ضعيفة صيغتها $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$.
72. تتفاعل القاعدة الضعيفة ZaH_2 ، مع الماء لتعطي محلولاً تركيز أيون OH^- فيه $2.68 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ، والمعادلة الكيميائية للتفاعل هي:



إذا كان $[\text{ZaH}_2]$ عند الاتزان 0.0997 mol/L، فما قيمة K_b لـ ZaH_2 ؟

73. اختر حمضاً قوياً، وشرح كيف تحضر محلولاً مخففاً منه؟ ثم اختر حمضاً ضعيفاً، وشرح كيف تحضر محلولاً مركزاً منه؟

إتقان المفاهيم

64. يتأين الحمض القوي كلياً؛ في حين يتأين الحمض الضعيف جزئياً.
65. تستعمل أسهم الاتزان في الأحماض الضعيفة، وتستعمل أسهم التفاعل في الأحماض القوية.
66. الكأس الأيمن؛ لأن حمض الهيبوكلوروز ضعيف، ويتأين جزئياً في المحلول المائي، وموصلته للكهرباء منخفضة.
67. قارن بين قدرة توصيل محاليل متساوية المولارية من الحمضين، وقارن أيضاً بين ثابت تأينهما.
68. الحمض هو H_3PO_4 ، وقاعدته المرافقة هي H_2PO_4^- ؛ القاعدة هي $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ، والحمض المرافق هو H_3O^+ .

إتقان حل المسائل

69. $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- $K_b = [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]/[\text{NH}_3]$
70. $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$; $K_a = [\text{H}^+][\text{ClO}^-]/[\text{HClO}]$
71. $K_b = [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]/[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]$
72. $K_b = 7.22 \times 10^{-7}$
73. قد يقول الطلاب أن المحلول المخفف لحمض قوي يحضر بإذابة كمية صغيرة من الحمض القوي في كمية كبيرة من الماء، أما المحلول المركز لحمض ضعيف؛ فيحضر بإذابة كمية كبيرة من الحمض الضعيف في كمية صغيرة من الماء.

علل 1: القاعدة المرافقة لحمض قوي هي قاعدة ضعيفة . والحامض المرافق لقاعدة قوية هو حمض ضعيف . الأحماض والقواعد القوية تتأين أو تتفكك بسهولة في المحلول ، ولكي يحافظ الحمض القوي أو القاعدة القوية على التأين أو التفكك يجب على القاعدة المرافقة أو الحمض المرافق أن يكونا شديدي الضعف لنلا يتمكننا من منافسة الحمض أو القاعدة القويين .

علل 2: تعتبر HS^- قاعدة أقوى من HSO_4^- لأن الحمض المرافق للقاعدة HS^- هو H_2S أضعف من الحمض المرافق للقاعدة HSO_4^- وهو H_2SO_4 وبالتالي تكون قدرة القاعدة HS^- على جذب البروتون والاحتفاظ به أكبر من قدرة القاعدة HSO_4^-

س1: Cl^- ، F^- ، NO_3^- ، SO_4^{2-} تخير البديل غير المنسجم موظفاً الجدول التالي :

زيادة قوة الحمض ←							
HCl	H_2SO_4	HNO_3	HClO_2	HF	H_2S	HClO	H_2O

البديل هو : F^- . التبرير : لأنها قاعدة قوية ، أما البقية فهي قواعد ضعيفة .

س2: ادرس الجدول التالي الذي يبين القوى النسبية لبعض الأحماض، ثم وظفه للإجابة على الأسئلة التي تليه .

الترتيب	الأضعف	الأقوى
الحمض	H_2O	H_2PO_4^- ، H_3O^+ ، H_2SO_4 ، HCl

1 – أي من المركبات يمثل مركب أمفوتيري ؟ مع التبرير ؟

2 – رتب القواعد التالية حسب قوتها : OH^- ، HPO_4^{2-} ، Cl^-

الأقل : ← ← الأكبر

3 – ما القاعدة المرافقة لـ HSO_4^- ؟

س3: ادرس الجدول التالي الذي يبين القوى النسبية لبعض الأحماض ، ثم وظفه للإجابة على الأسئلة التي تليه .

الترتيب	الأضعف ← الأقوى					
الحمض	H_3O^+	HClO_2	HSO_4^-	HF	H_2S	NH_4^+

1 – أي من المركبات يمثل حمض وقاعدة عند برونشتد – لوري ؟ مع التبرير ؟

2 – رتب القواعد التالية حسب قوتها : H_2O ، F^- ، ClO_2^- ، HS^-

الأقل : ← ← الأكبر

3 – في المعادلة التالية : $\text{H}_2\text{S} + \text{F}^- \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{HF}$

إلى أي جهة ينزاح الاتزان ؟ برر إجابتك ؟

4 – ما القاعدة المرافقة للحمض NH_4^+ ؟

س1: ادرس الجدول التالي الذي يبين القوى النسبية لبعض الأحماض ، ثم وظفه للإجابة على الأسئلة التي تليه .

الترتيب	الأضعف	الأقوى
الحمض	H_2CO_3	H_3PO_4 , H_3O^+ , H_2SO_4 , HClO_4

أ – أي القواعد المرافقة (ClO_4^- , HCO_3^- , H_2O) هي الأقوى؟

ب – ما صيغة القاعدة المرافقة للحمض H_2SO_4 ؟

ج – في التفاعل $\text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{H}_3\text{PO}_4$ إلى أي جهة يزاح الاتزان ؟ برر إجابتك .

د – حدد الأزواج المترافقة في التفاعل السابق .

س2: ادرس الجدول التالي الذي يبين القوة النسبية لبعض الأحماض ثم وظفه للإجابة على ما يليه :

الأضعف	الأقوى
H_2S	CH_3COOH , H_3O^+ , H_2SO_4 , HI

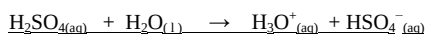
أ – أي القواعد المرافقة التالية هي الأقوى ؟ HS^- , I^- , HSO_4^- .

ب – في التفاعل التالي: $\text{I}^- + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{HI} + \text{CH}_3\text{COO}^-$ إلى أي جهة يُزاح الاتزان ؟

ج – برر إجابتك عن الفقرة السابقة :

لأن تفاعلات انتقال البروتون تفضل إنتاج الحمض الأضعف ، أي أن الاتزان يسير نحو تكوين النواتج الضعيفة . وفي الاتجاه العكسي يتكون حمض ضعيف CH_3COOH وقاعدة ضعيفة I^-

د – اكتب المعادلة الموزونة التي تصف درجة التأين الأقوى لحمض الكبريتيك :



س3: تأمل الجدول التالي، وأجب عن الأسئلة التي تليه .

NH_3	3	HSO_4^-	2	HClO_3	1
H_3PO_4	6	BF_3	5	HNO_3	4

أ – ما اسم المركب رقم (1) ؟

ب – أي المواد في الجدول تسلك سلوكاً أمفوتيرياً ؟

ج – أي الصيغ تمثل حمض لويس فقط ؟

د – ما الصيغة التي تمثل قاعدة برونشتد – لوري وقاعدة لويس في الوقت نفسه ؟

س4: الجدول التالي يبين بعض القواعد مرتبة ترتيباً تصاعدياً حسب قوتها النسبية ، اجب عما يلي :

الأضعف	الأقوى
H_2O	SO_4^{2-} , CH_3COO^- , ClO^- , NH_2^-

1 - أي الأحماض التالية هي الأقوى : (NH_3 , CH_3COOH , H_3O^+)

2 - في التفاعل التالي : $\text{NH}_2^- + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_3$

برر إجابتك في أي جهة ينزاح الاتزان

3 – حدد الزوجين المترافقين في التفاعل السابق :

4 – ما صيغة الحمض المرافق للقاعدة SO_4^{2-} ؟

س1: ادرس الجدول التالي الذي يبين القوة النسبية لبعض القواعد ثم وظّفه للإجابة عن الأسئلة التي تليه :

الأضعف ← الأقوى				
HSO ₄ ⁻	F ⁻	HS ⁻	PO ₄ ³⁻	OH ⁻

أ - أيهما أقوى كحمض HF أم H₂S ؟ مع التبرير ؟

ب - في التفاعل التالي : $H_2S + OH^- \rightleftharpoons H_2O + HS^-$

ج - حدد أي اتجاه هو المرجح الأمامي أم العكسي ؟

برر إجابتك

د - اكتب المعادلة التي تصف تأين HSO₄⁻ في الماء

هـ - ما القاعدة المرافقة لـ OH⁻ ؟

س2: ادرس الجدول التالي الذي يبين القوة النسبية لبعض الأحماض ، وأجب عن الأسئلة التي تليه :

الأضعف ← الأقوى					
HCO ₃ ⁻	H ₂ CO ₃	H ₃ PO ₄	HNO ₃	HCl	HI

أ - رتب القواعد المرافقة التالية تصاعدياً تبعاً لقوتها : NO₃⁻ , HCO₃⁻ , Cl⁻

الأقل : ← ←

ب - في التفاعل : $HI_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightleftharpoons I^-_{(aq)} + HCO_3^-_{(aq)}$

برر إجابتك

في أي جهة ينزاح الاتزان

برر إجابتك

ج - أي من المواد بالجدول أعلاه تعتبر مادة أمفوتيرية

تمارين إضافية

س1: اختر الكلمة غير المنسجمة مع التبرير

1- HF - H₂S - HNO₃ - HClO₄

2- H₂SO₄ - HBr - HF - HCl

3- HClO₄ - HNO₃ - H₂CO₃ - H₂SO₄

4- NaNO₃-KOH - KCl - NH₃

س2: اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 - الحمض الذي يحتوي محلوله المائي على جزيئاته وأيوناته معاً هو :

د - HCl

ج - HI

ب - HBr

أ - HF

2 - أي المحاليل يحتوي على تركيز أكبر من الهيدرونيوم H₃O⁺ :

د - 0.10 M NaCl

ج - 0.10 M CH₃COOH

ب - 0.10 M HF

أ - 0.10 M HI

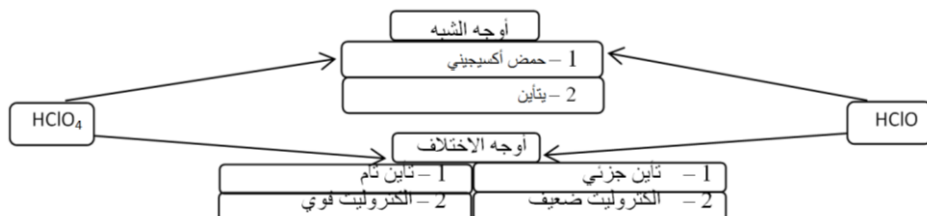
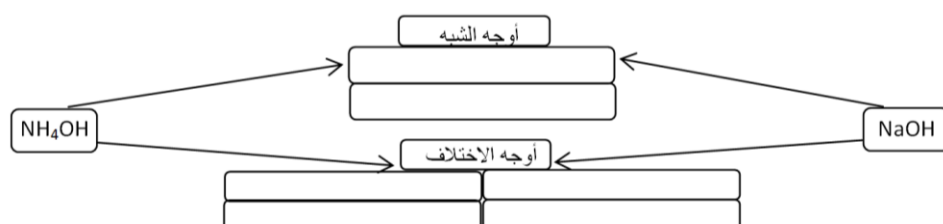
3 - المحلول المائي لحمض الأسيتيك 0.1M يحتوي على :

ب- CH₃COO⁻ , H₃O⁺ , CH₃COOH

أ - فقط CH₃COOH

د - فقط H₃O⁺

ج - فقط CH₃COO⁻ , H₃O⁺

س1 : قارن بين محلولي NaOH , HCl وفقاً للشكل التالي :س2 : قارن بين محلولي HCl , HClO_4 وفقاً للشكل التالي :س3 : قارن بين محلولي NaOH , NH_4OH وفقاً للشكل التالي :

تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية

س	
1 - المحاليل المائية للقواعد:	أ- لا تؤثر على الكواشف ب- توصل الكهرباء ج- تتميز بدرجة غليان عالية جدا د- لا يمكن تحضيرها
2 - يحتوي الحمض الثاني على:	أ- ذرتي هيدروجين ب- هيدروجين وعنصر آخر ج- هيدروجين وعنصرين آخرين د- هيدروجين وثلاثة عناصر أخرى
3 - أي مما يلي يعتبر حمضاً ثنائياً:	أ- H_2SO_4 ب- CH_3COOH ج- HBr د- NaOH
4 - يحتوي الحمض الأكسجيني على:	أ- أكسجين وهيدروجين فقط ب- أكسجين وهيدروجين وعنصر آخر ج- أكسجين وهيدروجين وعنصرين آخرين د- أكسجين وعنصر آخر غير الهيدروجين
5 - أي مما يلي ليس حمضاً أكسجينياً:	أ- H_2O_2 ب- H_2SO_4 ج- HClO_4 د- HClO_2
6 - ما الحمض المستخدم في الصبغ والنقش وتقسية الفولاذ :	أ- حمض الهيدروكلوريك ب- حمض الفوسفوريك ج- حمض النيتريك د- حمض الهيدروسيانيك (حمض البروسيك)
7- الأحماض القوية:	أ- الكتروليتات قوية ج- لا الكتروليتات ب- الكتروليتات ضعيفة د- لا تتأين
8- أي مما يلي ليس حمضاً قوياً؟	أ- HNO_3 ب- CH_3COOH ج- H_2SO_4 د- HCl
9- أي مما يلي حمض قوي؟	أ- HSO_4^- ب- H_2SO_4 ج- CH_3COOH د- H_3PO_4
10- المحلول المائي المخفف لحمض ضعيف يحتوي على	أ- أيونات هيدرونيوم ب- أنيونات ج- جزيئات حمض د- كل ماسبق
11- المحلول المائي المخفف لحمض قوي يحتوي على	أ- أيونات هيدرونيوم ب- أنيونات ج- جزيئات حمض د- (أ، ب) معاً
12- القواعد القوية:	أ- الكتروليتات قوية ب- الكتروليتات ضعيفة ج- لا الكتروليتات د- هي أحماض قوية أيضاً
13- هيدروكسيدات فلزات المجموعة (I)	أ- كلها قواعد قوية ب- كلها قواعد ضعيفة ج- كلها أحماض د- يمكن أن تكون قواعد ضعيفة أو قوية
14- أي مما يلي قاعدة قوية؟	أ- NH_3 ب- الأنيلين ج- NaOH د- أيون الأسيتات

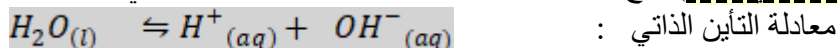
15 - أي مما يلي قاعدة قوية ؟ أ - الأمونيا ب - الأنيلين ج - هيدروكسيد الصوديوم د - الكوايين									
16 - أي مما يلي قاعدة ضعيفة: أ - KOH ب - Ca(OH) ₂ ج - NH ₃ د - NaOH									
17 - كثير من المركبات العضوية التي تحتوي على نيتروجين كالأنيلين تعد: أ - قواعد قوية ب - قواعد ضعيفة ج - أحماضاً قوية د - أحماضاً ضعيفة									
18 - الاتجاه المفضل لتأين الحمض القوي نحو إنتاج: أ - حمض ضعيف ب - قاعدة ضعيفة ج - حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة د - حمض قوي وقاعدة قوية									
19 - الحمض القوي: أ - تام التأين في المحاليل المائية ب - ينتج وفرة من الأيونات الحرة الحركة ج - محلوله الكتروليت قوي د - جميع ما سبق									
20 - تفاعلات انتقال البروتون تفضل إنتاج: أ - حمض أقوى وقاعدة أقوى ب - حمض أقوى وقاعدة أضعف ج - حمض أضعف وقاعدة أضعف د - حمض أضعف وقاعدة أقوى									
21 - تأمل الرسوم البيانية التالية والتي تمثل العلاقة بين مجموعة من الأحماض أو القواعد وقوتها النسبية . أي الأشكال لا يظهر ارتباطاً بين القوة النسبية وتجانس الأحماض أو القواعد؟									
22 - في التفاعل التالي: $\text{H-F(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$ القاعدة الضعيفة هي: أ - H-F ب - H ₂ O ج - F ⁻ د - H ₃ O ⁺									
23 - في حالة تأين كل الأحماض القوية في الماء فإن القاعدة الأقوى دائماً تكون: أ - القاعدة المرافقة للحمض القوي ب - الماء ج - الحمض المرافق للماء د - نواتج التأين									
24 - عندما يميل التفاعل $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Y}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HY(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ إلى جهة اليسار فإن القاعدة الأضعف هي: أ - H ₂ O ب - HY ج - Y ⁻ د - H ₃ O ⁺									
25 - من فوائد قيم Ka: أ - يقدم القياس الكمي للتعبير عن قوة الأحماض ، ومقارنة قوتها ببعضها . ب - تدل على ما إذا كانت المواد المتفاعلة أو النواتج هي المفضلة عند الاتزان ج - تدل على تأثير العامل الحفاز أثناء التفاعل الكيميائي د - (أ ، ب) معاً									
26 - العلاقة بين Ka وقوة الحمض علاقة: أ - طردية ب - عكسية ج - لا توجد علاقة									
27 - في التفاعل التالي: $\text{HCN} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq})$ إذا كان ثابت التأين لحمض الهيدروسيانيك $K_a(\text{HCN}) = 6.2 \times 10^{-10}$ عند 25°C ، فهذا يعني أنه: أ - الاتزان يتزاح نحو الحمض غير المتأين ب - الاتزان يتزاح نحو تكوين الأيونات ج - تركيز [H ₃ O ⁺] و [CN ⁻] مرتفع جداً د - تركيز HCN منخفض جداً									
28 - إذا علمت أن: $\text{HCOOH} : K_a = 4.5 \times 10^{-4}$ $\text{HF} : K_a = 7.2 \times 10^{-4}$ $\text{CH}_3\text{COOH} : K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ $\text{HCN} : K_a = 6.2 \times 10^{-10}$ فأي الأحماض هي الأقوى: أ - CH ₃ COOH ب - HCN ج - HCOOH د - HF									
29 - الجدول المجاور يحتوي على ثابت التأين (Ka) لبعض الأحماض ، فعند ترتيب القواعد المرافقة لهذه الأحماض تصاعدياً حسب قوتها (من اليمين إلى اليسار) يكون الترتيب الصحيح: أ - CN ⁻ , HPO ₄ ²⁻ , ClO ⁻ , ClO ₂ ⁻ ب - ClO ₂ ⁻ , ClO ⁻ , HPO ₄ ²⁻ , CN ⁻ ج - CN ⁻ , ClO ⁻ , HPO ₄ ²⁻ , ClO ₂ ⁻ د - ClO ₂ ⁻ , HPO ₄ ²⁻ , ClO ⁻ , CN ⁻	<table border="1"> <tr> <td>3.5×10⁻⁸</td><td>HClO</td></tr> <tr> <td>1.2×10⁻²</td><td>HClO₂</td></tr> <tr> <td>4.9×10⁻¹⁰</td><td>HCN</td></tr> <tr> <td>6.2×10⁻⁸</td><td>H₂PO₄⁻</td></tr> </table>	3.5×10 ⁻⁸	HClO	1.2×10 ⁻²	HClO ₂	4.9×10 ⁻¹⁰	HCN	6.2×10 ⁻⁸	H ₂ PO ₄ ⁻
3.5×10 ⁻⁸	HClO								
1.2×10 ⁻²	HClO ₂								
4.9×10 ⁻¹⁰	HCN								
6.2×10 ⁻⁸	H ₂ PO ₄ ⁻								

القسم 3

أيونات الهيدروجين والرقم الهيدروجيني

أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد:

1- (التأين الذاتي للماء) إنتاج أيون هيدروجين وأيون هيدروكسيد من جزيئي ماء .



ومن المعادلة : نجد أن : عدد أيونات H^+ = عدد أيونات OH^-

$$[OH^-] = [H^+]$$

وقد وجد عملياً أن : $1 \times 10^{-7} M = [OH^-] = [H^+]$ عند $25^\circ C$

قيمة ثابت تأين الماء (K_w) عند هذه الدرجة $25^\circ C$ أي (298K):

$$K_w = [H^+][OH^-] = (1.0 \times 10^{-7}) \times (1.0 \times 10^{-7}) = 1.0 \times 10^{-14}$$

تركيز أيون الهيدروكسيد
ثابت تأين الماء (قيمة ثابتة)
تركيز أيون الهيدروجين

ثابت تأين الماء K_w (في المحاليل المائية المخففة): هو حاصل ضرب تراكيز أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيد .

قانون 1 في المحاليل المائية المخففة:

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

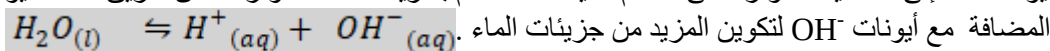
على الصورة :

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

أو على الصورة :

ملاحظة : حسب مبدأ لوشاتيليه : إذا زاد $[H^+]$ قل $[OH^-]$ والعكس ، وذلك للمحافظة على قيمة $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$

كما يلي : إضافة أيونات H^+ إلى الماء يمثل توتراً على النظام ، فيتفاعل النظام بطريقة تخفف التوتر ، عن طريق تفاعل أيونات H^+



توضيح : نظراً لأن معادلة تفكك الماء انعكاسية ، لذا فإنه في المحلول الواحد إذا زاد تركيز أيونات الهيدرونيوم

وأصبح المحلول حمضياً يقل تركيز أيونات الهيدروكسيد ، والعكس صحيح ولكن حاصل ضربيهما يبقى

$$1.0 \times 10^{-14} \text{ عند } 25^\circ C$$

علل : على الرغم من أن الماء مركب تساهمي ، إلا أنه يوصل الكهرباء بصورة ضعيفة جداً

يسبب التأين الذاتي للماء إلى أيونات هيدرونيوم وهيدروكسيد

المحاليل المتعادلة والحمضية والقاعدية : عند $25^\circ C$ أو (298K):

في المحاليل الحمضية	في المحاليل المتعادلة	في المحاليل القاعدية
$[OH^-] < [H_3O^+]$	$1.0 \times 10^{-7} M = [H_3O^+] = [OH^-]$	$[H_3O^+] < [OH^-]$
$1.0 \times 10^{-7} M < [H_3O^+]$	$10^{-7} M$	$1.0 \times 10^{-7} M < [OH^-]$
مثلاً $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-5} M$ أو $1.0 \times 10^{-4} M$ وهكذا.		مثلاً $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-5} M$ أو $1.0 \times 10^{-4} M$ وهكذا.

تذكر دائماً أن : $K_w = [OH^-] \times [H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-14}$ عند $25^\circ C$ مقدار ثابت

تخبر : تركيز أيونات الهيدرونيوم في الماء النقي عند درجة حرارة ($K_w = 1.0 \times 10^{-14}$) $25^\circ C$ يساوي :

$$1.0 \times 10^{-7} M \text{ H}_3\text{O}^+ \quad \text{أ -} \quad 2.3 \times 10^{-7} M \text{ H}_3\text{O}^+ \quad \text{ب -} \quad 5.3 \times 10^{-7} M \text{ H}_3\text{O}^+ \quad \text{ج -} \quad 3.0 \times 10^{-7} M \text{ H}_3\text{O}^+ \quad \text{د -}$$

تخبر : تركيز أيونات الهيدرونيوم في الماء النقي عند درجة حرارة ($K_w = 5.3 \times 10^{-14}$) $50^\circ C$ يساوي :

$$1.0 \times 10^{-7} M \text{ H}_3\text{O}^+ \quad \text{أ -} \quad 5.3 \times 10^{-14} M \text{ H}_3\text{O}^+ \quad \text{ب -} \quad 2.3 \times 10^{-7} M \text{ H}_3\text{O}^+ \quad \text{ج -} \quad 5.3 \times 10^{-7} M \text{ H}_3\text{O}^+ \quad \text{د -}$$

مثال 5-1

احسب قيم $[H^+]$ و $[OH^-]$ باستعمال K_w إذا كان تركيز أيون H^+ في كوب قهوة عند درجة حرارة 298 K هو $1.0 \times 10^{-5} M$ ، فما تركيز أيون OH^- في القهوة؟ هل تعد القهوة حمضية، أم قاعدية، أم متعادلة؟

مسائل تدريبية

مسائل تدريبية

21. a. $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-1} M$ ، المحلول قاعدي

b. $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$ ، المحلول متعادل

c. $[H^+] = 1.0 \times 10^{-11} M$ ، المحلول قاعدي

d. $[OH^-] = 2.5 \times 10^{-10} M$ ، المحلول حمضي

22. عدد أيونات H^+ = عدد أيونات $OH^- = 1.8 \times 10^{16}$ أيون.

21. فيما يأتي قيم تراكيز H^+ و OH^- لأربعة محاليل مائية عند درجة حرارة 298 K. احسب $[H^+]$ أو $[OH^-]$ لكل محلول، ثم حدد ما إذا كان المحلول حمضيًا، أم قاعديًا، أم متعادلًا.

a. $[H^+] = 1.0 \times 10^{-13} M$ c. $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-3} M$

b. $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} M$ d. $[H^+] = 4.0 \times 10^{-5} M$

22. تحفيز احسب عدد أيونات H^+ وعدد أيونات OH^- في 300 mL من الماء النقي عند درجة حرارة 298 K.

س: أكمل مخطط العلاقة التالي بين تركيزي أيون الهيدرونيوم والهيدروكسيد عند 25°C

المحاليل المتعادلة والحمضية والقاعدية

سلم الرقم الهيدروجيني :

عل: يتم استخدام مصطلح الرقم الهيدروجيني بسبب صغر قيم $[OH^-]$ ، $[H_3O^+]$ ، يُعبر عنها بالترميز العلمي واحتمال الخطأ عند مقارنة الأسس السالبة

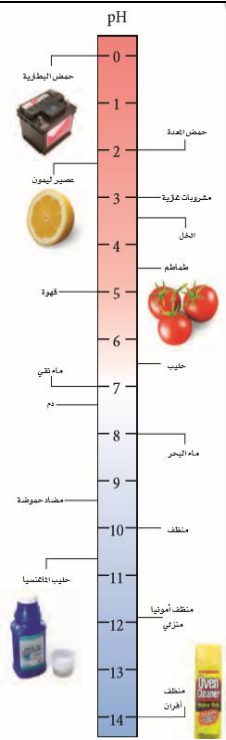
الرقم الهيدروجيني pH : سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين . $pH = -\log[H^+]$

وتكون القيم الناتجة أعداداً موجبة يسهل مقارنتها ، وهي للأحماض بين صفر ، 7 .

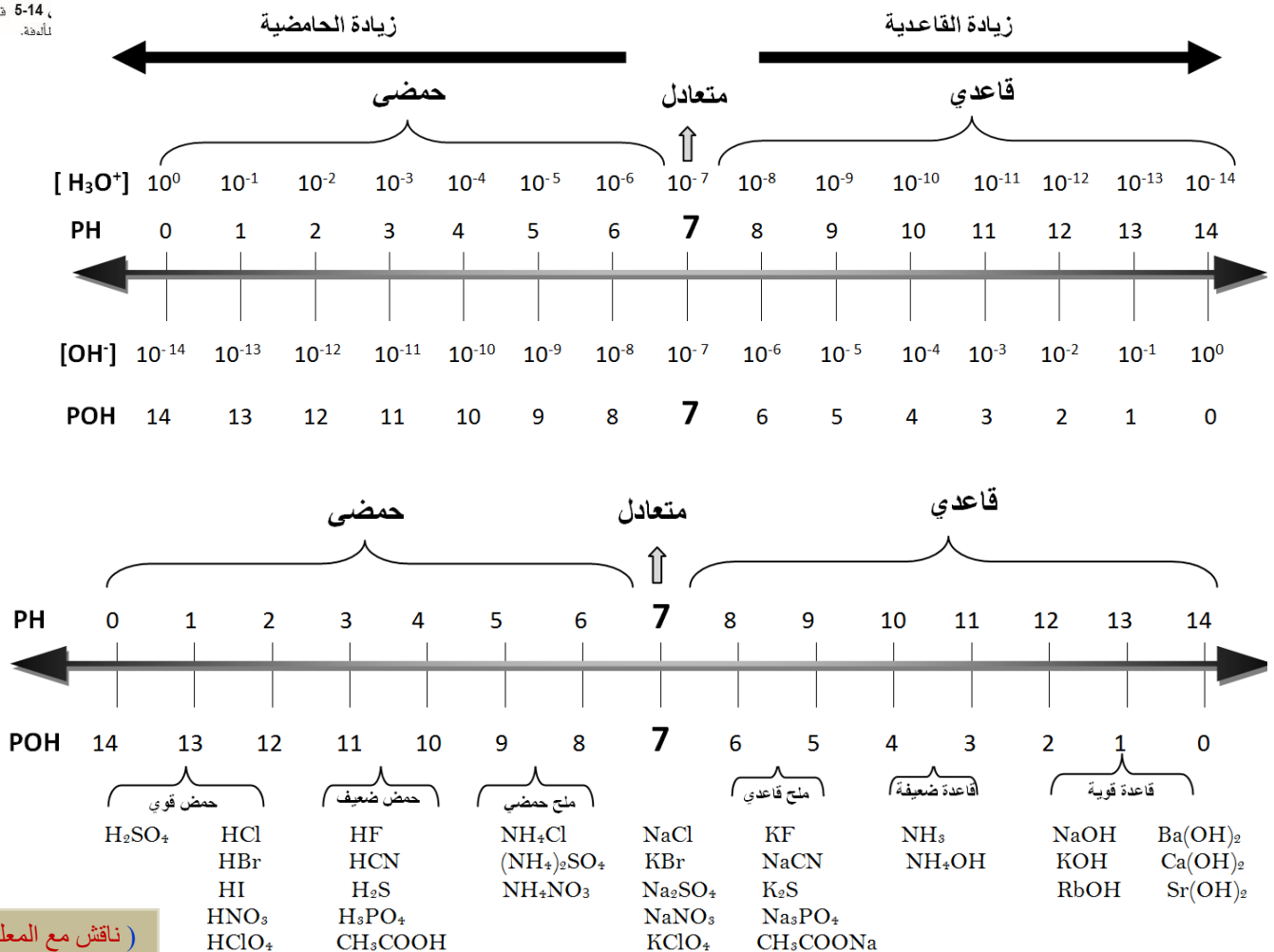
الرقم الهيدروكسيدي POH : سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروكسيد . $POH = -\log [OH^-]$

وتكون القيم الناتجة أعداداً موجبة يسهل مقارنتها ، وهي للقواعد بين 14 ، 7 .

مخطط العلاقة بين الرقم الهيدروجيني وتركيز أيون الهيدرونيوم وتركيز أيون الهيدروكسيد :



5-14 ،
فاصل بين قيم pH لهذه
النقطة .



ملاحظات هامة : 1 - العلاقة بين قوة (تركيز) الحمض و PH علاقة عكسية

2 - تغير وحدة واحدة من PH يعني تغير مقداره 10 مرات في تركيز الأيون H^+ .

مثال : تركيز (محلول PH = 3) = 10 أضعاف (محلول PH = 4)

3 - تغير وحدة واحدة من POH يعني تغير مقداره 10 مرات في تركيز الأيون OH^- .

مثال : تركيز (محلول PH = 3) = 10 أضعاف (محلول PH = 4)

(ناقش مع المعلم علاقات
من المخطط والرسم
البياني التقريبي لها)

س1 : عند ازدياد قيمة الـ PH لمحلول من 4 إلى 6 ، فما أثر ذلك على تركيز $[H^+]$

(نقل مئة مرة)

س2 : عندما تقل قيمة الـ POH لمحلول من 11 إلى 9 ، فما أثر ذلك على تركيز $[H^+]$

(نقل مئة مرة)

عند درجة حرارة $25^{\circ}C$: (استنتج هذه العلاقات مع المعلم)

$[H^+] > [OH^-]$	$[H^+] = [OH^-]$	$[OH^-] > [H^+]$
$10^{-7} < [H^+]$	$10^{-7} = [H^+]$	$10^{-7} < [OH^-]$
$10^{-7} > [OH^-]$	$10^{-7} = [OH^-]$	$10^{-7} > [H^+]$

$[H^+] > [OH^-]$	$[H^+] = [OH^-]$	$[OH^-] > [H^+]$
PH < POH	POH=PH	POH<PH
PH < 7.0	7.0=PH	PH > 7.0
POH > 7.0	7.0=POH	POH < 7.0

علل لما يلي:

1 - يستخدم سلم الرقم الهيدروجيني للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية بسبب صغر قيم $[H_3O^+]$, $[OH^-]$ واحتمال الخطأ عند مقارنة الأسس السالبة ، يتم استخدام مصطلح الرقم الهيدروجيني

2 - يتدرج سلم pH بصورة عامة من 0 إلى 14 في المحاليل المائية لأنه في المحاليل المائية يقع $[H_3O^+]$ بين $1.0 \times 10^0 M$ و $1.0 \times 10^{-14} M$ وعند أخذ سالب اللوغاريتم تنتج أرقام من 0 - 14

3 - يمثل $pH = 7$ محلولاً متعادلاً عند درجة حرارة الغرفة $25^{\circ}C$ بالنسبة للمحاليل المائية يكون $[H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14} M$ عند درجة حرارة الغرفة. وفي المحاليل المتعادلة يكون $[H_3O^+] = [OH^-]$ أي أنهما يساويان $1 \times 10^{-7} M$ أي أن $pH = 7$

تخير :: تتراوح قيمة سلم الرقم الهيدروجيني بين :

أ - (1 - 14) ب - (0 - 7) ج - (7 - 14) د - (0 - 14)

تخير :: ما الرقم الهيدروجيني المتوقع للمركبات التي تستخدم كمضادات حموضة :

أ - 2 ب - 4 ج - 6 د - 8

ملخص القوانين:

$$K_w = [H^+] \times [OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$PH = -\log[H^+]$$

$$POH = -\log[OH^-]$$

$$PH + POH = 14.0$$

$$PH = 5 \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-5} M$$

$$POH = 2 \rightarrow [OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-2} M$$

مسألة 1 : محلول له $[H^+] = 10^{-4} M$ احسب ما يلي :

أ – الرقم الهيدروجيني PH ب – تركيز أيون الهيدروكسيد $[OH^-]$ ج – الرقم الهيدروكسيدي POH

مسألة 2 : محلول له $[OH^-] = 10^{-8} M$ احسب ما يلي :

أ – الرقم الهيدروكسيدي POH ب – تركيز أيون الهيدروجين $[H^+]$ ج – الرقم الهيدروجيني PH

مسألة 3 : محلول له $PH = 3$ احسب ما يلي :

أ – تركيز أيون الهيدروجين $[H^+]$ ب – تركيز أيون الهيدروكسيد $[OH^-]$ ج – الرقم الهيدروكسيدي POH

مسألة 4 : محلول له $POH = 6$ احسب ما يلي :

أ – تركيز أيون الهيدروكسيد $[OH^-]$ ب – تركيز أيون الهيدروجين $[H^+]$ ج – الرقم الهيدروجيني PH

مسائل تدريبية

مسائل تدريبية

23. a. pH = 2.00

b. pH = 5.52

24. a. pH = 2.26

b. pH = 4.08

25. pH = 8.92

23. احسب قيمتي pH للمحلولين الآتيين عند درجة حرارة 298 K.

a. $[H^+] = 1.0 \times 10^{-2} M$ b. $[H^+] = 3.0 \times 10^{-6} M$

24. احسب قيمتي pH للمحلولين الآتيين عند درجة حرارة 298 K.

a. $[H^+] = 0.0055 M$ b. $[H^+] = 0.000084 M$

25. تحفيز احسب قيمة pH لمحلول فيه $[OH^-]$ يساوي $8.2 \times 10^{-6} M$.

مثال 5-3

حساب pOH و pH من $[OH^-]$ يظهر الشكل 5-16 صورة بقرة تتغذى على قش عولج بمادة الأمونيا التي تعمل على زيادة البروتينات عند إضافتها إلى علف الحيوانات. وتستعمل الأمونيا كذلك منظفاً منزلياً؛ وهو محلول مائي لغاز الأمونيا. وعادة ما يكون تركيز أيون الهيدروكسيد في المنظف $4.0 \times 10^{-3} M$. احسب pOH و pH للمنظف عند درجة حرارة 298 K.



الشكل 5-16 يستطيع المزارعون أن يزيدوا القيمة الغذائية للمواد النباتية ذات النوعية الرديئة. ومنها القش والتبن وغيرهما من بقايا المزروعات - بوضع تلك المواد في جو من غاز الأمونيا مدة ثلاثة أسابيع.

مسائل تدريبية

26. احسب قيم pH و pOH للمحاليل المائية ذات التراكيز الآتية عند درجة حرارة 298 K.

a. $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-6} M$ c. $[H^+] = 3.6 \times 10^{-9} M$

b. $[OH^-] = 6.5 \times 10^{-4} M$ d. $[H^+] = 2.5 \times 10^{-2} M$

27. احسب قيم pH و pOH للمحلولين المائين الآتيين عند درجة حرارة 298 K.

a. $[OH^-] = 0.000033 M$

b. $[H^+] = 0.0095 M$

28. تحفيز احسب قيم pH و pOH لمحلول مائي يحتوي على $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ من HCl مذاب في 5.0 L من المحلول.

مسائل تدريبية

26. a. pOH = 6.00

b. pH = 8.00

c. pOH = 3.19

d. pH = 10.81

c. pH = 8.44

d. pOH = 5.56

d. pH = 1.60

pOH = 12.40

27. a. pOH = 4.48

b. pH = 9.52

b. pH = 2.02

pOH = 11.98

28. pH = 3.70

pOH = 10.30

29. a. $[H^+] = 3.2 \times 10^{-7} M$

b. $[OH^-] = 3.2 \times 10^{-8} M$

b. $[H^+] = 4.3 \times 10^{-3} M$

c. $[OH^-] = 2.3 \times 10^{-12} M$

c. $[H^+] = 3.2 \times 10^{-11} M$

d. $[OH^-] = 3.2 \times 10^{-4} M$

d. $[H^+] = 1.26 \times 10^{-12} M$

30. $[OH^-] = 7.94 \times 10^{-3} M$

30. $[OH^-] = 2.5 \times 10^{-6} M$

b. $[H^+] = 4.0 \times 10^{-9} M$

مسائل تدريبية

29. احسب $[H^+]$ و $[OH^-]$ في كل من المحاليل الآتية:

c. حليب الماغنسيا، pH = 10.50

a. الحليب، pH = 6.50

d. الأمونيا المنزلية، pH = 11.90

b. عصير الليمون، pH = 2.37

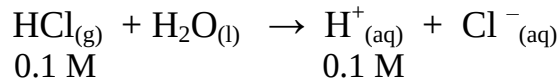
30. تحفيز احسب $[H^+]$ و $[OH^-]$ في عينة من ماء البحر، حيث pOH = 5.60.

مسائل متنوعة :

 (2.9×10^{-14}) س1 : للماء الذي له (PH=6.77) عند 40°C ، فما قيمة K_w س2 : إذا كانت ($K_w = 1 \times 10^{-13}$) عند 60°C ، فاحسب قيمة الـ PHس3 : عند 25°C يتأين حمض ضعيف HX تركيزه (0.25M) بنسبة (2.4%) ، احسب ثابت التأين للحمض K_a س4 : محلول حمضي ثابت تأينه 2.63×10^{-3} ، احسب تركيز الحمض إذا كان تركيز أيونات الهيدرونيوم تساوي 2.0×10^{-3}

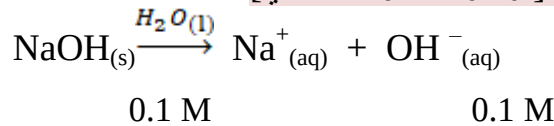
المولارية والرقم الهيدروجيني PH للأحماض القوية والقواعد القوية

الأحماض القوية : مثل HCl , HBr , HNO_3 , HClO_4 , HClO_3 : تتأين تأيناً تاماً في المحاليل المائية ، ويكون : $[\text{H}^+] = [\text{تركيز محلول الحمض}]$



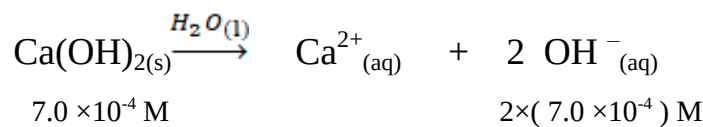
$$\text{PH} = -\log[\text{H}^+] = -\log[0.1] = 1$$

القواعد القوية : مثل LiOH , NaOH , KOH , RbOH , CsOH : تتفكك أيضاً تفككاً تاماً ويكون $[\text{OH}^-] = [\text{تركيز المحلول القاعدي}]$



$$\text{POH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[0.1] = 1 \rightarrow \text{PH} = 14 - \text{POH} = 14 - 1 = 13$$

ومثل $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$: تتفكك أيضاً تفككاً تاماً ويكون $[\text{OH}^-] = \text{ضعف} [\text{تركيز المحلول القاعدي}]$



$$\text{POH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[2 \times 7.0 \times 10^{-4}] = 2.85 \rightarrow \text{PH} = 14 - \text{POH} = 14 - 2.85 = 11.15$$

مسألة 1 : في إحدى التجارب العملية تم تحضير محلول حمض نيتريك $1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$

ب - احسب $[\text{OH}^-]$ في المحلول

أ - احسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في المحلول

د - احسب POH للمحلول

ج - احسب PH للمحلول

مسألة 2: احسب تركيزي أيوني الهيدرونيوم والهيدروكسيد والرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيدي في محلول $3.0 \times 10^{-2} \text{ M NaOH}$

مسألة 3 : احسب تركيزي أيوني الهيدرونيوم والهيدروكسيد والرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيدي في محلول $1.0 \times 10^{-4} \text{ M Ca}(\text{OH})_2$

مسألة 4: احسب الرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيدي لمحلول يحتوي على $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol HCl}$ مذاب في 4.5L من المحلول

المولارية والرقم الهيدروجيني PH للأحماض الضعيفة

علل: $[H^+] \neq$ تركيز محلول الحمض الضعيف : لأن الحمض الضعيف لا يتأين كلياً، وينتج قلة من الأيونات حرة الحركة، وتبقى كمية كبيرة من الحمض بدون تأين [تركيز محلول الحمض] $[H^+] <$

وبالتالي يجب عليك استخدام قيم K_a , K_b لتحديد تراكيز أيونات H^+ , OH^- في محاليل الأحماض والقواعد الضعيفة.

كيفية حساب الرقم الهيدروجيني PH للأحماض الضعيفة: $HX_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$

1 - نقيس PH لمحلول الحمض الضعيف HX ، فرضاً $PH = 4$ و $[HX] = 0.1 M$ التركيز الابتدائي
 $\therefore [H^+] = 10^{-4} M = [X^-]$

ومن قانون ثابت تأين الحمض الضعيف :

$$K_a = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]}$$

$\downarrow$
 التركيز عند الاتزان والتي تساوي $[H^+]$ - التركيز الابتدائي $[HX]$

$$K_a = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]} = \frac{(10^{-4})(10^{-4})}{0.1 - 10^{-4}} = 1.0 \times 10^{-7}$$

أ - مسائل قياس PH للحمض الضعيف

مثال 5-5

احسب K_a من PH يستعمل حمض الميثانويك (الفورميك) $HCOOH$ لمعالجة عصارة أشجار المطاط وتحويلها إلى مطاط طبيعي. فإذا كانت قيمة PH لمحلول حمض الميثانويك الذي تركيزه $0.100 M$ هي 2.38، فما قيمة K_a للحمض؟

$$HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$$

$$PH = 2.38 \quad \therefore [H^+] = 10^{-2.38} M = 4.17 \times 10^{-3} = [HCOO^-]$$

$$K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{(4.17 \times 10^{-3})(4.17 \times 10^{-3})}{0.1 - 4.17 \times 10^{-3}} = 1.8 \times 10^{-4}$$

$$5.9 \times 10^{-2}$$

سؤال قيمة PH لمحلول من حمض الأكساليك $H_2C_2O_4$ تركيزه $0.150 M$ عند $298 K$ ، تساوي 1.16. فما قيمة K_a لحمض $H_2C_2O_4$ عند $298 K$ ؟

مثال هام : احسب PH لمحلول حمض الهيدروبروموز $HBrO$ الذي تركيزه $0.100 M$ حيث $K_a = 2.06 \times 10^{-9}$ (ج: 4.842)

مثال هام : احسب PH لمحلول حمض الهيدروسيانيك HCN الذي تركيزه $0.100 M$ حيث $K_a = 4.8 \times 10^{-10}$ (ج: 5.16)

ب - مسائل قياس K_a للحمض الضعيف

مسائل تدريبية

$$K_a = 5.4 \times 10^{-3} \text{ a. 31}$$

$$K_a = 1.1 \times 10^{-2} \text{ b.}$$

$$K_a = 8.9 \times 10^{-5} \text{ a. 32}$$

$$K_a = 1.0 \times 10^{-5} \text{ b.}$$

$$K_a = 1.5 \times 10^{-5} \text{ c.}$$

$$K_a = 6.3 \times 10^{-4} \text{ 33.}$$

31. احسب K_a للحمضين الآتين:

a. محلول H_3AsO_4 تركيزه 0.220 M و $pH = 1.50$ b. محلول $HClO_2$ تركيزه 0.0400 M و $pH = 1.80$

32. احسب K_a للأحماض الآتية:

a. محلول حمض البنزويك C_6H_5COOH تركيزه 0.00330 M و $pOH = 10.70$

b. محلول حمض السيانيك $HCNO$ تركيزه 0.100 M و $pOH = 11.00$

c. محلول حمض البيوتانويك C_3H_7COOH تركيزه 0.15 M و $pOH = 11.18$

33. تحفيز احسب K_a لمحلول حمض HX الذي تركيزه 0.0091 M، وله pOH يساوي 11.32، ثم استعمل الجدول 4-5 لتحديد نوع الحمض.

الجدول 4-5	ثوابت تأين الأحماض الضعيفة	الحمض
$K_a (298 K)$	معادلة التآين	
8.9×10^{-8}	$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$	كبريتيد الهيدروجين، التآين الأول
1×10^{-19}	$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$	كبريتيد الهيدروجين، التآين الثاني
6.3×10^{-4}	$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$	الهيدروفلوريك
6.2×10^{-10}	$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$	الهيدروسيانيك
1.8×10^{-5}	$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$	الإيثانويك (حمض الخل)
4.5×10^{-7}	$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$	الكربونيك، التآين الأول
4.7×10^{-11}	$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$	الكربونيك، التآين الثاني



الشكل 5-18 يمكن الحصول على قيمة pH

تقريبية للمحلول بوضع قطعة من ورق تباع الشمس الأحمر بالمحلول، ومقارنة لونها بمجموعة من الألوان المعيارية، كما هو مبين في الصورة a. أما مقياس الحموضة الرقمي والموضح في الصورة b فيستعمل هنا لقياس pH لمطر حمضي؛ إذ يعطي قياساً أدق من استعمال ورق تباع الشمس.

قياس الرقم الهيدروجيني pH :

1 - ورق تباع الشمس :يشير فقط إلى ما إذا كانت المادة حمضاً أو قاعدة .

2 - ورقة كاشف الرقم الهيدروجيني pH المعالجة بعدة كواشف : تعطي ألون مختلفة مع كل

pH جديدة (وسط جديد)، وتقارن اللون الجديد للورقة بألوان كاشف pH المعياري الموجودة على ورقة pH المدرجة .

أو هو(نوع من أوراق كواشف الحموضة ، مُعالج بمادة أو أكثر تسمى (الكواشف أو المؤشرات أو indicators) يتغير لونها اعتماداً على تركيز $[H^+]$).

3 - الفينولفثالين :تعطي لون مميز مع الأحماض(عديم اللون)

ولون آخر مع القواعد (وردي)

4 - مقياس pH الرقمي : تعطي ورق كاشف pH قيم pH بصورة أكثر دقة عندما تُوضع الأقطاب بالمحلول .

1 - أي مما يلي أفضل لقياس قيمة pH لأي محلول :	أ - ورقة تباع الشمس	ب - ورق pH	ج - جهاز pH meter	د - كاشف الفينولفثالين
2 - تستعمل الأصباغ ذات الألوان المتأثرة بقيمة pH ك :	أ - مواد قياسية أولية	ب - كواشف	ج - محاليل قياسية	د - أحماض لويس



مسألة 1 : أذيب 4.90 g من حمض الكبريتيك في الماء وأصبح حجم المحلول ($\text{H}_2\text{SO}_4 = 98.0 \text{ g / mol}$) 500.mL والمطلوب حساب :

أ - تركيز المحلول ب - PH للمحلول الناتج

مسألة 2: أذيب 2.52 g من HNO_3 في كمية من الماء ليصبح حجم المحلول 0.5 L ، احسب الرقم الهيدروجيني (1.1)

مسألة 3 : محلول حمض النيتريك قيمة POH له تساوي 13.4 ، احسب تركيز الحمض ، وكم تكون عدد مولاته إذا كان حجم المحلول 300mL

(0.075 mol , 0.25M)

رتب تصاعدياً : المحاليل التالية حسب قيمة الرقم الهيدروجيني علماً بأنها متساوية التركيز

NH_4OH , H_2SO_4 , NaOH , HNO_2

الأقل ← ← ← الأعلى

التقويم 5-3

الخلاصة

34. الفكرة الرئيسية: اشرح لماذا تكون قيمة pH للمحلول الحمضي دائماً أصغر من قيمة pOH للمحلول نفسه؟
35. صف كيف يمكنك تحديد قيمة pH لمحلول ما إذا علمت قيمة pOH للمحلول نفسه؟
36. اشرح معنى K_w في المحاليل المائية.
37. اشرح - مستعملاً مبدأ لوتشاتيليه - ما يحدث لـ $[H^+]$ في محلول حمض الإيثانويك الذي تركيزه 0.10 M. عند إضافة قطرة من محلول NaOH.
38. اكتب قائمة بالمعلومات اللازمة لحساب قيمة K_a لحمض ضعيف.
39. احسب إذا علمت أن قيمة pH لحبة طماطم تساوي 4.50 تقريباً، فما $[H^+]$ و $[OH^-]$ فيها؟
40. حدد قيمة pH لمحلول يحتوي على 1.0×10^{-9} mol من أيونات OH^- لكل L.
41. احسب قيمة pH في المحاليل الآتية:
- a. 1.0 M HI . b. 0.050 M HNO_3 . c. 1.0 M KOH . d. 2.4×10^{-5} M $Mg(OH)_2$.
42. تفسر الرسوم ارجع إلى الشكل 15-5 للإجابة عن السؤالين الآتيين: ماذا يحدث لكل من $[H^+]$ و $[OH^-]$ و pH و pOH عندما يصبح المحلول المتعادل أكثر حمضية؟ وماذا يحدث عندما يصبح المحلول المتعادل أكثر قاعدية؟
- ثابت تأين الماء K_w يساوي حاصل ضرب تركيز أيون H^+ وتركيز أيون OH^- pH المحلول هو سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين. و pOH هو سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروكسيد. ومجموع pH و pOH يساوي 14. قيمة pH للمحلول المتعادل تساوي 7.0، وقيمة pOH في المحلول نفسه تساوي 7.0، لأن تركيز أيونات الهيدروجين يساوي تركيز أيونات الهيدروكسيد.

التقويم 5-3

34. مجموع pH و pOH يساوي 14.00، فإذا كان المحلول حمضياً، تكون قيمة pH أقل من 7.00، وبالتالي ستكون قيمة pOH أكبر من 7.00.
35. اطرَح pOH من 14.00.
36. إذا عرف تركيز أحد الأيونات؛ يمكن حساب تركيز الآخر باستعمال K_w .
37. الزيادة في أيونات OH^- من قطرة NaOH تدفع التأيّن الذاتي للماء إلى اليسار وتزيد كمية جزيئات الماء غير المفككة. $[OH^-]$ يزداد، أما $[H^+]$ فينقص.
38. pH أو تركيز H^+ والتركيز الأولي للحمض.
39. $[H^+] = 3.2 \times 10^{-5} M$ ، $[OH^-] = 3.2 \times 10^{-10} M$ ، $pH = 5.00$.
40. $pH = 14.00$. c. $pH = 0.00$. a. 41. $pH = 9.68$. d. $pH = 1.30$. b.
42. عندما يصبح المحلول أكثر حمضية؛ يزداد $[H^+]$ من 10^{-7} إلى 1 وينقص $[OH^-]$ من 10^{-7} إلى 10^{-14} ، ويتغير pH من 7 إلى صفر، ويتغير pOH من 7 إلى 14. وعندما يتحوّل محلول متعادل إلى محلول أكثر قاعدية، فهذا يعني نقصان $[H^+]$ من 10^{-7} إلى 10^{-14} ، وزيادة $[OH^-]$ من 10^{-7} إلى 1، وتغير pH من 7 إلى 14، وتغير pOH من 7 إلى صفر.

إتقان المفاهيم

74. $pOH = -\log [OH^-]$
75. حمضية المحلول A هي 10^3 ، أو أكثر 1000 مرة من حمضية المحلول B.
76. $[OH^-]$ يزداد؛ لأن $K_w = [H^+][OH^-]$
77. يضيف HCl أيونات H^+ إلى الماء فينتج الاتزان إلى اليسار.

إتقان حل المسائل

78. $[OH^-] = 1.85 \times 10^{-12} M$
79. $pH = 2.27$
80. محلول 0.10M HCl، $pH = 1.00$
- محلول 0.10M HF، $pH = 2.10$
- يحتوي HCl على تركيز أعلى لأيونات H^+ ؛ لأن قيمة pH أقل.
81. $K_a = 3.20 \times 10^{-7}$

5-3

إتقان المفاهيم

74. ما العلاقة بين pOH وتركيز أيون OH^- في محلول؟
75. قيمة pH للمحلول A تساوي 2.0 وللحلول B تساوي 5.0. أي المحلولين أكثر حمضية بناءً على تركيزي أيون H^+ في المحلولين، وكم مرة تزيد الحمضية؟
76. إذا تناقص تركيز أيونات H^+ في محلول مائي، فماذا يجب أن يحدث لتركيز أيونات OH^- ؟ ولماذا؟
77. استعمل مبدأ لوتشاتيليه لتوضيح ما يحدث للاتزان $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$ عند إضافة بضع قطرات من HCl إلى ماء نقي.

إتقان حل المسائل

78. ما $[OH^-]$ في محلول مائي عند 298 K حيث

$$[H^+] = 5.40 \text{ M} \times 10^{-3}$$

79. ما قيمة pH و pOH للمحلول المذكور في السؤال 78؟

80. لديك محلولان: 0.10 M HCl و 10.0 M HF، أيهما يكون

تركيز أيونات H^+ فيه أعلى؟ احسب pH لكل من المحلولين

إذا علمت أن $[H^+] = 7.9 \times 10^{-3} \text{ M}$ في محلول HF.

81. منظف الفلزات يستعمل حمض الكروميك منظفًا صناعيًا

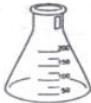
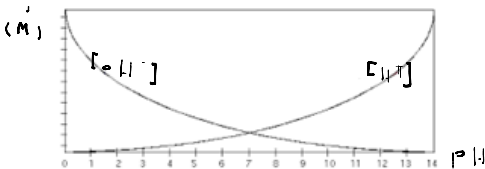
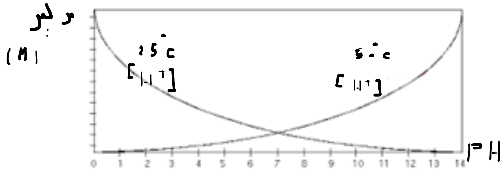
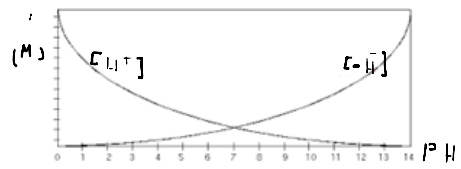
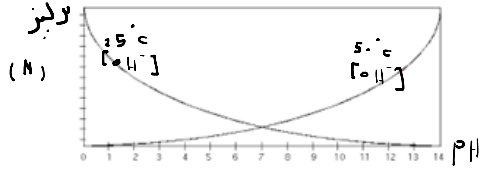
للفلزات. احسب قيمة K_a للتأين الثاني لحمض الكروميك

H_2CrO_4 إذا كان لديك محلول تركيزه 0.040 M من

كرومات الصوديوم الهيدروجينية قيمة pH لها 3.946؟

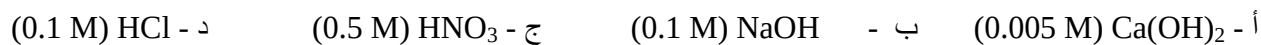
تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 - ما تركيز أيون الهيدرونيوم (M) في محلول رقمه الهيدروكسيلي 12.40	أ - 2.5×10^{-2}	ب - 8.9×10^{-2}	ج - 4.4×10^{-2}	د - 1.0×10^{-1}
2 - ما الرقم الهيدروجيني لمحلول HNO_3 تركيزه $(1 \times 10^{-1} \text{ M})$	أ - 1	ب - 2	ج - 5	د - 1.3
3 - في المحاليل الحمضية عند درجة حرارة 50°C تكون :	أ - $[OH^-] = [H_3O^+]$	ب - $K_w > [OH^-] [H_3O^+]$	ج - $K_w < [OH^-] [H_3O^+]$	د - $K_w = [OH^-] [H_3O^+]$
4 - ما قيمة ثابت تأين الماء K_w عند 50°C ؟	أ - 1.0×10^{-14}	ب - 5.3×10^{-14}	ج - 1.2×10^{-15}	د - 3.0×10^{-15}
5 - ما طبيعة المحلول الذي يكون فيه $[OH^-] > [H_3O^+]$	أ - حمضي	ب - متعادل	ج - أمفوتيري	د - قاعدي
6 - عند إضافة كمية من الثلج الجاف (CO_2 متجمد) إلى الماء المقطر فإن :	أ - قيمة pH للمحلول تقل	ب - يقل تركيز H_3O^+ للمحلول	ج - قيمة pH للمحلول تزداد	د - تبقى قيمة pH للمحلول ثابتة
7 - عند إضافة كميات متكافئة من حمض HCl إلى القاعدة NaOH فإن جميع الصفات الحمضية والقاعدية تختفي ما عدا :	أ - تغيير لون الكاشف	ب - التوصيل الكهربائي	ج - التفاعل مع الخارصين	د - الطعم الحمضي
8 - في المحاليل القاعدية ، وعند درجة حرارة 25°C تكون :	أ - $[H_3O^+] = [OH^-]$	ب - $K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$	ج - $K_w < [H_3O^+] \cdot [OH^-]$	د - $K_w > [H_3O^+] \cdot [OH^-]$

9 -	محلول مائي لهيدروكسيد الباريوم Ba(OH)_2 الرقم الهيدروجيني له 10 فيكون تركيز القاعدة (M) فيه : أ - 1×10^{-4} ب - 5×10^{-11} ج - 1×10^{-10} د - 5×10^{-5}
10 -	أي المحاليل التالية والمتساوية التركيز (M) له أقل قيمة pH؟ أ - HCl ب - H_2SO_4 ج - HF د - CH_3COOH
11 -	إذا كان $[\text{H}_3\text{O}^+]$ أكبر من $[\text{OH}^-]$ فإن المحلول يكون أ - قاعدياً ب - متعادلاً ج - حمضياً د - أمفوتيرياً
12 -	تركيز أيونات الهيدروجين H^+ في الماء النقي عند درجة 50°C ($K_w = 5.3 \times 10^{-14}$) أ - $5.3 \times 10^{-14} \text{ M H}_3\text{O}^+$ ب - $2.3 \times 10^{-7} \text{ M H}_3\text{O}^+$ ج - $5.3 \times 10^{-7} \text{ M H}_3\text{O}^+$ د - $1 \times 10^{-7} \text{ M H}_3\text{O}^+$
13 -	الرقم الهيدروجيني لمحلول تركيز أيونات الهيدرونيوم فيه 5.03×10^{-1} أ - 0.298 ب - 0.513 ج - 1.542 د - 5.031
14 -	أحد المحاليل التالية يحمر ورقة تباع الشمس أ - $\text{POH} = 12$ ب - $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$ ج - $\text{POH} = 3$ د - $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$
ج	15 - أي العلاقات الواردة تحت كل ورق تتفق مع محتواه؟ (د)  H_2O مقطر pH=7 عند 40°C (ج)  $\text{KOH}_{(aq)}$ pOH < pH (ب)  $\text{HCl}_{(aq)}$ $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ (أ)  $\text{HNO}_{3(aq)}$ pOH < pH
أ	16 - عند إضافة الثلج الجاف (CO_2) أو غازات SO_2 , NO_2 , SO_3 إلى الماء المقطر : أ - يزيد من تركيز أيون الهيدرونيوم وتقل PH ب - يزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد وتقل PH ج - يجعل الوسط متعادلاً
	17 - أي الأشكال البيانية التالية صحيحة أ -  ب -  ج -  د - 

رتب ما يلي تصاعدياً :

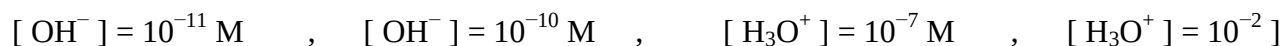
1 - المحاليل التالية تبعاً لقيم pH :



الترتيب هو : الأقل ← ← ←

الترتيب هو : الأقل $(0.5 \text{ M}) \text{HNO}_3$ ← $(0.1 \text{ M}) \text{HCl}$ ← $(0.005 \text{ M}) \text{Ca(OH)}_2$ ← $(0.1 \text{ M}) \text{NaOH}$

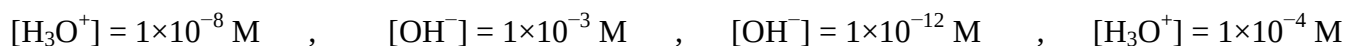
2 - التراكيز التالية (mol/L) تبعاً لقيم pH .



الترتيب هو : الأقل

الترتيب هو : الأقل $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$, $[\text{OH}^-] = 10^{-11} \text{ M}$, $[\text{OH}^-] = 10^{-10} \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M}$

3 - المحاليل التالية حسب قيم pH :



الترتيب هو : ← ← ←

الترتيب هو: $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-12} \text{ M}$ ← $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$ ← $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-8} \text{ M}$ ← $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-3} \text{ M}$

4 - المحاليل التالية تبعاً لتركيز الأيونات :

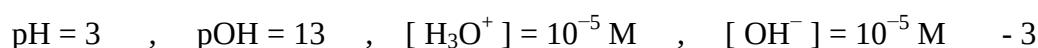
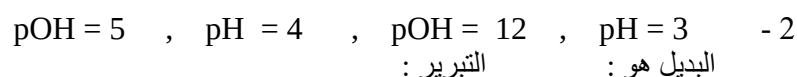
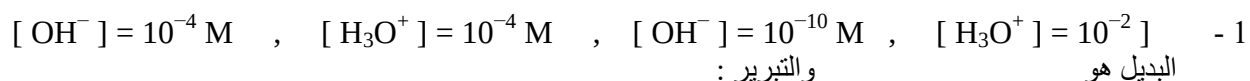


الترتيب هو : الأقل , , ,

5 - المحاليل التالية حسب قيم pH



اختر البديل غير المنسجم مع التبرير :



اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي :

1 -	إنتاج أيون هيدروجين وأيون هيدروكسيد من جزيء ماء . $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$
2 -	حاصل ضرب أيونات ابروتونات والهيدروكسيد في أي محلول مائي عند 25°C
3 -	سالن لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين $PH = -\log[H^+]$
4 -	سالن لوغاريتم تركيز أيون الهيدروكسيد $POH = -\log[OH^-]$
5 -	حاصل الرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيمي.

حل المسائل التالية

محلول $Ca(OH)_2$ له pH يساوي 8.0 ، احسب ما يلي:

$$[H_3O^+] = \text{antilog} (8.0) = 1 \times 10^{-8} M \quad : [H_3O^+]$$

$$[OH^-] = 1 \times 10^{-14} \div 1 \times 10^{-8} = 1 \times 10^{-6} M \quad : [OH^-]$$

$$[Ca(OH)_2] = \frac{1}{2} [OH^-] = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{-6} = 5.0 \times 10^{-7} M \quad : [Ca(OH)_2]$$

رتب ما يلي تصاعدياً :

1 - محاليل المواد التالية حسب قيمة PH :

(ماء البحر – حليب المغنيسا – الليمون – ماء نقي)

الأقل ليمون ← ماء نقي ← ماء البحر ← حليب المغنيسا الأعلى

2 - محاليل المواد التالية المتساوية التركيز حسب قيمة PH :

H_2SO_4 - NH_4OH - HCl - $NaOH$

الأقل $NaOH \leftarrow NH_4OH \leftarrow HCl \leftarrow H_2SO_4$ الأعلى

3 - محاليل المواد التالية المتساوية التركيز حسب قيمة PH :

$Ba(OH)_2$ - KOH - CH_3COOH - NH_3

4 - المحاليل التالية تبعا لقيم pH :

(0.005 M) $Ca(OH)_2$ - (0.1 M) $NaOH$ - (0.5 M) HNO_3 - (0.1 M) HCl

الترتيب هو : الأقل (0.5M) $HNO_3 \leftarrow (0.1M) HCl \leftarrow (0.005M) Ca(OH)_2 \leftarrow (0.1M) NaOH$

4 - التراكيز التالية (mol/L) تبعا لقيم pH:

$[OH^-] = 10^{-11} M$, $[OH^-] = 10^{-10} M$, $[H_3O^+] = 10^{-7} M$, $[H_3O^+] = 10^{-2}$

الترتيب هو : الأقل $[H_3O^+] = 10^{-7} M$, $[OH^-] = 10^{-10} M$, $[OH^-] = 10^{-11} M$, $[H_3O^+] = 10^{-2}$

5 - المحاليل التالية حسب قيم pH :

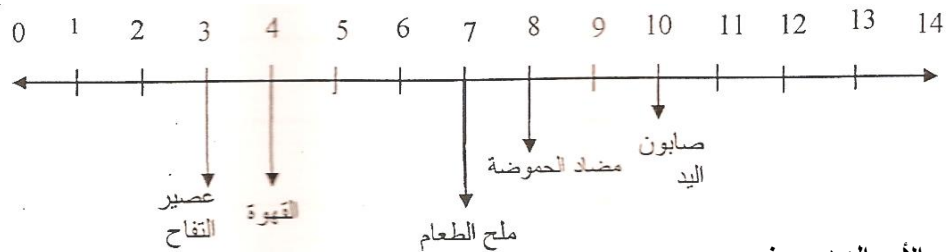
$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-8} M$, $[OH^-] = 1 \times 10^{-3} M$, $[OH^-] = 1 \times 10^{-12} M$, $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-4} M$

الترتيب هو: $[OH^-] = 1 \times 10^{-3} M \leftarrow [H_3O^+] = 1 \times 10^{-8} M \leftarrow [H_3O^+] = 1 \times 10^{-4} M \leftarrow [OH^-] = 1 \times 10^{-12} M$

6 - المحاليل التالية تصاعديا تبعا لتركيز أيونات H_3O^+ : $PH = 8$ $PH = 10$ $POH = 10$ $POH = 5$

7 - المحاليل التالية حسب قيم pH : $[H_3O^+] = 10^{-5} M$ ، $[OH^-] = 10^{-5} M$ ، $pOH = 13$ ، $pH = 3$

س : تأمل المخطط التالي والذي يُعبر عن قيم الأس الهيدروجيني لبعض المواد



أ- من وسائل قياس الأس الهيدروجيني

1- جهاز مقياس الحموضة

2- شريط الحموضة

3- ورق تباع الشمسي

ب- صنف المحاليل أعلاه حسب قيمة PH :

حمضي	قاعدي	متعادل
عصير التفاح القهوة	مضاد الحموضة صابون اليد	ملح الطعام

المحلول الأكثر حمضية هو عصير التفاح
من خواص الأحماض 1- لها طعم لاذع
من خواص القواعد 1- لها طعم مر
والمحلول الأقل قاعدية مضاد الحموضة أما الماء المقطر فهو متعادل
-2
-2

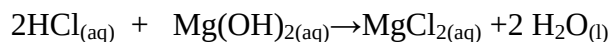
س 1: محلول (A) له $pH = 3$ وحجمه 300mL ، تمت إضافته إلى محلول محلول (B) له $pH = 8$ وحجمه 300 mL ، احسب pH للمحلول الناتج .

س 2: محلول (A) له $POH = 3$ وحجمه 400mL ، تمت إضافته إلى محلول محلول (B) له $pH = 5$ وحجمه 300 mL ، احسب POH للمحلول الناتج .

القسم 4 : التعادل

التعادل : تفاعل محلول حمض مع محلول قاعدة لينتج ملح وماء (تفاعل استبدال ثنائي) أو (تفاعل إحلال مزدوج) .

مثال : هيدروكسيد المغنسيوم $(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ (حليب المغنيسيا) (القاعدة شحيحة الذوبان) تُستخدم في معادلة الزيادة من حمض المعدة (HCl)



حيث يحل Mg محل الهيدروجين في HCl ، ويحل H محل Mg في $\text{Mg}(\text{OH})_2$



الشكل 5-19 يمكن لأي جرعة

من هذه المواد المضادة للحموضة

أن تخفف من أعراض سوء

الهضم الحمضي؛ وذلك بتفاعلها

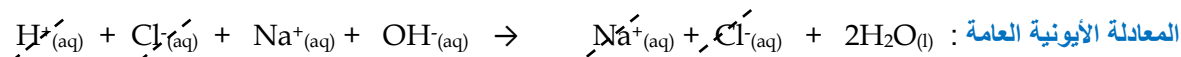
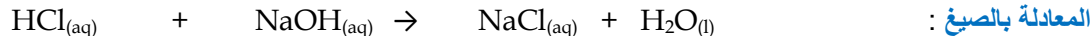
مع المحلول الحمضي في المعدة

ومعادلته.

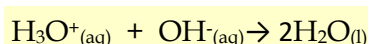
الملح : مركب أيوني يتكون من كاتيون (أيون موجب) من القاعدة وأنيون (أيون سالب) من الحمض

كتابة معادلات التعادل :

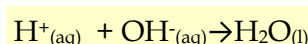
مثال : تعادل حمض قوي وقاعدة قوية



الأيونات (المشاهدة) المتفرجة : Na^+ , Cl^- (هي الأيونات التي لا تدخل في التفاعل)



أو



المعادلة الأيونية النهائية:

(تنتج بعد حذف الأيونات المتفرجة)



المعادلة بالصيغ :

المعادلة الأيونية العامة :

الأيونات (المشاهدة) المتفرجة :

المعادلة الأيونية النهائية :

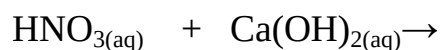


المعادلة بالصيغ :

المعادلة الأيونية العامة :

الأيونات (المشاهدة) المتفرجة :

المعادلة الأيونية النهائية:



المعادلة بالصيغ :

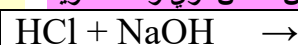
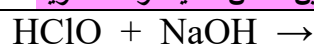
المعادلة الأيونية العامة :

الأيونات (المشاهدة) المتفرجة :

المعادلة الأيونية النهائية:

ملاحظة هامة :

المعادلة الأيونية النهائية لتفاعل التعادل بين حمض قوي وقاعدة قوية تختلف المعادلة الأيونية النهائية لتفاعل التعادل بين حمض ضعيف وقاعدة قوية



س : من الإرشادات المتبعة في الإسعافات الأولية ، أن لسعات الدبور تعالج بوضع الخل عليها أو غسلها :

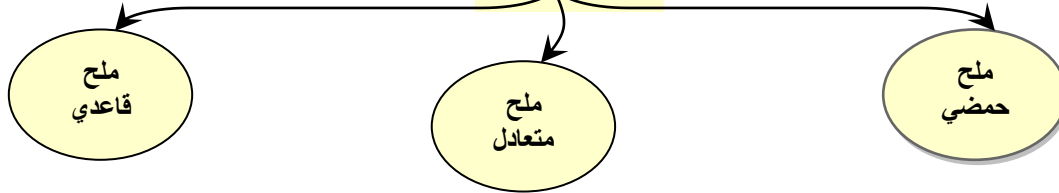
(قاعدة)

1 - ما الطبيعة الكيميائية في اعتقادك للسعة الدبور :

2 - إذا لم يتوافر لديك مسحوق الخبيز في المنزل ، ما البديل الآخر الذي يمكنك استخدامه لمعالجة لسعة النحل

(أي مادة قاعدية ضعيفة)

أنواع الأملاح



$\text{HCN}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCN}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\text{HCl}_{(aq)} + \text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	معادلة التعادل
NaCN	NaCl	NH ₄ Cl	الملح الناتج
قاعدي	متعادل	حمضي	نوع الملح
حمض ضعيف + قاعدة قوية	حمض قوي + قاعدة قوية	حمض قوي + قاعدة ضعيفة	نوع المتفاعلات

س 1 : أعط الاسم والصيغة الجزيئية للحمض والقاعدة اللذين أنتجا كل من الأملاح التالية :

د - Ca S

ج - NH₄ NO₂

ب - K HCO₃

أ - Na Cl

س 2 : كلمة غير منسجمة :

1 - NaCl / K₂SO₄ / LiCl / NaCN

البديل : NaCN التبرير : ملح قاعدي والباقي أملاح متعادلة أو K₂SO₄ يتفكك المول منه لـ 3 مولات من الأيونات والباقي لـ 2 مول

2 - MgSO₄ - K₃PO₄ - Na₂SO₄ - KClO₃

البديل : K₃PO₄ التبرير : ملح قاعدي يصلح لمعادلة الحموضة والباقي لا يصلح

التحلل المائي للأملح (تمييه الأملاح) : تفاعل الأملاح مع الماء

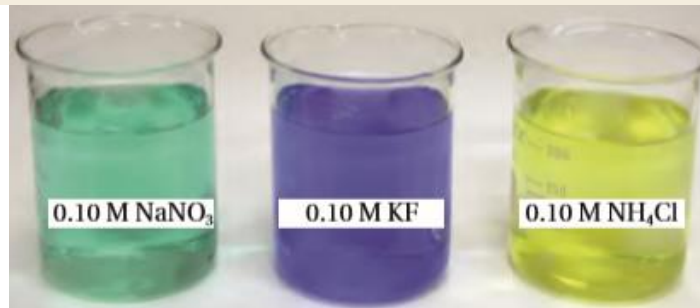
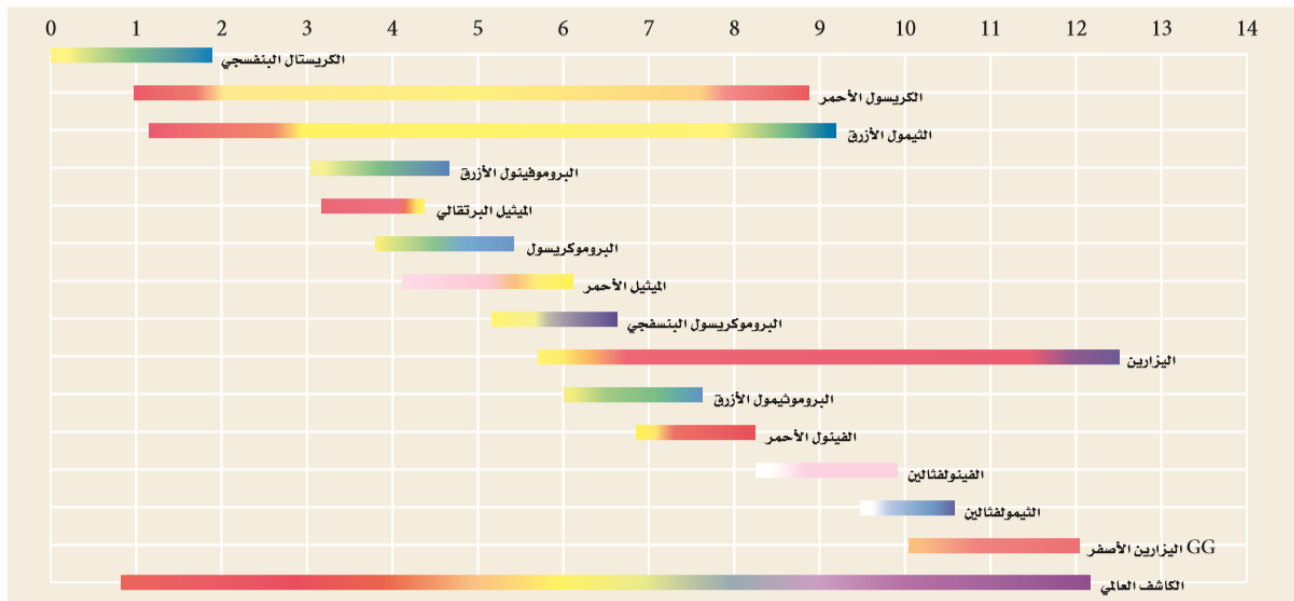
" حيث تستعمل أنيونات الملح المتفكك أيونات هيدروجين من الماء ، وتقوم كاتيونات الملح المتفكك بمنح الهيدروجين للماء "

(ملاحظة : يتضح كيفية تميؤ الملح مع مناقشة التجربة في الجدول أسفل الصفحة)

تجربة : تم إضافة كاشف البروموثيمول الأزرق إلى الكؤوس التالية ، والتي تركيز محاليلها 0.1M ، ناقش طبيعة الوسط من خلال مخطط ألوان الكواشف

التوضيح والتفسير :

الشكل 5-24 إن عملية اختيار الكاشف الصحيح مهمة جداً؛ إذ يجب أن يغير الكاشف لونه عند نقطة التكافؤ التي لا تكون دائماً عند $\text{pH} = 7$.



علل : محلول نيترات الصوديوم متعادل التأثير نتائج تفاعل : (حمض قوي + قاعدة قوية)	علل: محلول فلوريد البوتاسيوم قاعدي التأثير نتائج تفاعل : (حمض ضعيف + قاعدة قوية)	علل : محلول كلوريد الأمونيوم حمضي التأثير نتائج تفاعل : (حمض قوي + قاعدة ضعيفة)
⚡ نيترات الصوديوم هو ملح لقاعدة قوية NaOH وحمض قوي HNO_3 ⚡ يتفكك نيترات الصوديوم في الماء إلى أيونات صوديوم وأيونات نيترات $\text{NaNO}_3(s) \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$ ⚡ يحدث القليل من التحلل المائي لأيونات الملح أو لا يحدث على الإطلاق ، وبالتالي لن تنتج أيونات هيدرونيوم أو هيدروكسيد مما يعني أن الملح متعادل .	⚡ فلوريد البوتاسيوم هو ملح لقاعدة قوية KOH وحمض ضعيف HF ⚡ يتفكك فلوريد البوتاسيوم في الماء إلى أيونات بوتاسيوم وأيونات فلوريد $\text{KF}(s) \rightarrow \text{K}^+_{(aq)} + \text{F}^-_{(aq)}$ ⚡ لا تتفاعل أيونات K^+ مع الماء ، بسبب تعادلها مع أيونات OH^- وتكوين محلول قاعدي KOH ⚡ F^- هي قاعدة برونشتد – لوري القوية لحمض ضعيف ، فيحدث الاتزان التالي مع الماء ، ويتم إنتاج أيونات هيدروكسيد OH^- مما يجعل المحلول قاعدياً : $\text{F}^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HF}_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	⚡ كلوريد الأمونيوم هو ملح لقاعدة ضعيفة NH_3 وحمض قوي HCl ⚡ يتفكك كلوريد الأمونيوم في الماء إلى أيونات أمونيوم وأيونات كلوريد $\text{NH}_4\text{Cl}(s) \rightarrow \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ ⚡ لا تتفاعل أيونات Cl^- مع الماء ، بسبب تعادلها مع الماء وتكوين محلول حمضي HCl ⚡ NH_4^+ هي حمض برونشتد – لوري القوي لقاعدة ضعيفة ، فيحدث الاتزان التالي مع الماء ، ويتم إنتاج أيونات هيدرونيوم H_3O^+ مما يجعل المحلول حامضياً : $\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_3_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$

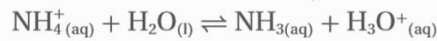
مسائل تدريبية

46. اكتب معادلات لتفاعلات تميّه الأملاح التي تحدث عند إذابة الأملاح الآتية في الماء، وصنّف كلّاً منها إلى حمضي، أو قاعدي، أو متعادل:

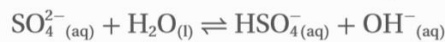
a. نترات الأمونيوم b. كبريتات البوتاسيوم c. إيثانوات الروبيديوم d. كربونات الكالسيوم

47. تحفيز اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند معايرة هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH مع بروميد الهيدروجين HBr . وهل تكون قيمة pH عند نقطة التكافؤ أكبر أو أقل من 7؟

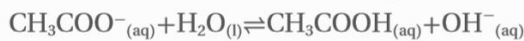
46. a. المحلول حمضي



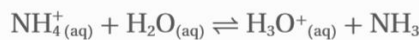
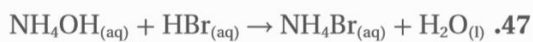
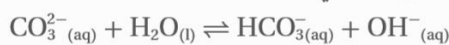
b. المحلول متعادل



c. المحلول قاعدي



d. المحلول قاعدي



تتكون أيونات الهيدرونيوم، لذا ستكون pH أقل من 7.

المعايرة :

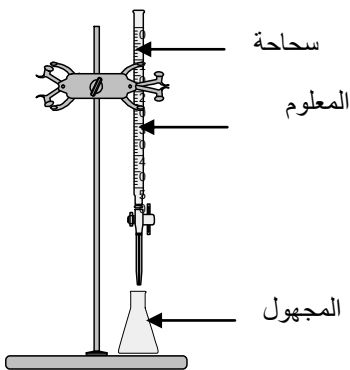
الشكل 5-21 عند معايرة حمض مع قاعدة يستعمل مقياس pH لقياس pH للمحلول الحمضي في الكأس. في حين تتم إضافة محلول قلوي معروف التركيز بالسحاحة.



- 1 - (المعايرة) طريقة لتحديد تركيز محلول، بتفاعل حجم منه مجهول التركيز مع محلول معلوم التركيز .
أو عملية الهدف منها إيجاد تركيز مادة مجهولة التركيز بواسطة مادة معلومة التركيز (مع تمام التفاعل)
- 2 - (نقطة التكافؤ) هي نقطة يتساوى عندها عدد مولات H^+ من الحمض مع عدد مولات OH^- من القاعدة .
ملاحظة : تسمى نقطة التكافؤ بنقطة التعادل في حالة تفاعل الأحماض والقواعد القوية .
- 3 - (نقطة نهاية المعايرة) هي النقطة التي يتغير عندها لون الكاشف.
- 4 - (المحلول القياسي) أو (محلول المعايرة) هو محلول معلوم تركيزه بدقة.

خطوات إجراء المعايرة

مثال :

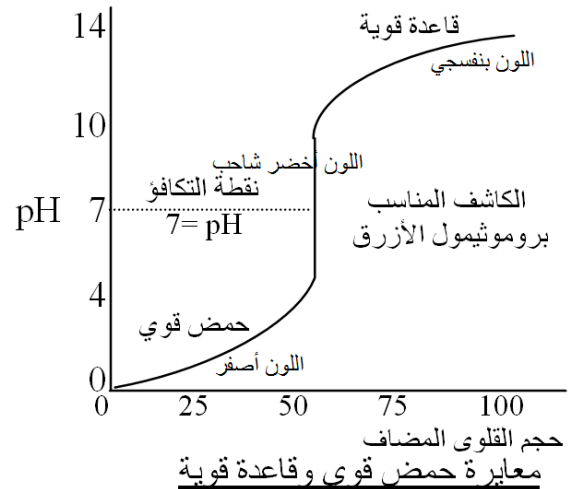


- 1 - يوضع حجم معين من المحلول مجهول التركيز في الدورق المخروطي ثم تُغمس أقطاب مقياس الـ PH ثم إضافة 2-3 قطرة من الدليل المناسب .
- 2 - نملأ السحاحة بمحلول المعايرة المعلوم التركيز (المحلول القياسي) (محلول المعايرة) .
- 3 - تُضاف أحجام معلومة من المحلول القياسي ببطء إلى المحلول في الدورق المخروطي .
- 4 - تُسجل قيم PH عند كل إضافة .
- 5 - تستمر الإضافة حتى نصل إلى **نقطة التكافؤ** وهي نقطة يتساوى عندها عدد مولات H^+ من الحمض مع عدد مولات OH^- من القاعدة
- 5 - تستمر الإضافة حتى نصل إلى **نقطة النهاية** (النقطة التي يتغير عندها لون الدليل) ومنها نحدد نقطة التكافؤ (من الرسم) .
- 6 - نحسب الحجم من السحاحة الذي تعادل من المعلوم في الدورق المخروطي
- 7 - باستخدام القوانين كما في المسائل التالية نحسب مولارية المادة المجهولة

حجم NaOH المضاف (mL)	5	1	15	20	25	30	35	40	45	47	50	55	60
PH	1	1.1	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	3	5	11.3	12.1	12.2

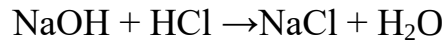
أحداث المعايرة :

- 1 - نقيس PH في البداية = 1 فرضاً
- 2 - عند إضافة NaOH تتعادل تدريجياً مع HCl ، ويقل [HCl] تدريجياً ، وتزداد PH تدريجياً .
- 3 - عندما تُستهلك أيونات H^+ سوف تسيطر القاعدة OH^- على الوسط ، فيزداد $[OH^-]$ على نحو كبير .
- 4 - تحدث الزيادة الحادة أو المفاجئة في PH عند نقطة التكافؤ .
- 5 - وعند إضافة المزيد من NaOH تزداد PH مرة أخرى .
- 6 - نقطة التكافؤ لهذه المعايرة PH = 7 علل : لأن حمض HCl قوي ، وكذلك NaOH قاعدة قوية ، وينتج عنهما ملح متعادل له PH = 7
- 7 - تحل اللون الأكثر وضوحاً يكون عند PH = 7
- 8 - وعند PH = 7 يكون جميع أيونات H^+ قد تعادلت مع جميع أيونات OH^-



ملاحظة : الارتفاع الحاد في PH لمحلول الحمض يشير إلى أن كل أيونات H^+ من الحمض قد تمت معادلتها بأيونات OH^- من القاعدة .

مسألة: في تجربة معايرة 17.6 mL من محلول HCl تعادل 27.4 mL من محلول 0.0165 M NaOH . فما مولارية المحلول الحمضي ؟



مسائل تدريبية

43. ما مولارية محلول حمض النيتريك إذا لزم 43.33 mL KOH تركيزه 0.1000 M لمعادلة 20.00 mL من محلول حمض النيتريك ؟
44. ما تركيز محلول الأمونيا المستعمل في مواد التنظيف المنزلي إذا لزم 49.90 mL HCl تركيزه 0.5900 M لمعادلة 25.00 mL من هذا المحلول ؟
45. تحفيز كم mL من NaOH الذي تركيزه 0.500 M يمكن أن يتعادل مع 25.00 mL من H_3PO_4 تركيزه 0.100 M ؟

مسائل تدريبية

$$M_{\text{HNO}_3} = 0.2167 \text{ M} .43$$

$$M_{\text{NH}_3} = 1.178 \text{ M} .44$$

$$5.0 \text{ mL NaOH} .45$$

89. تنقية الهواء يستعمل هيدروكسيد الليثيوم لتنقية الهواء بإزالة ثاني أكسيد الكربون. فإذا تمت معايرة عينة من محلول هيدروكسيد الليثيوم حجمها 25.00 mL بمحلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.3340 M فتطلب 15.22 mL من الحمض. فما مولارية محلول LiOH ؟

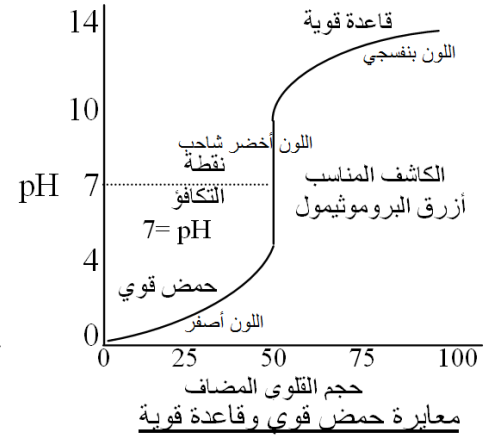
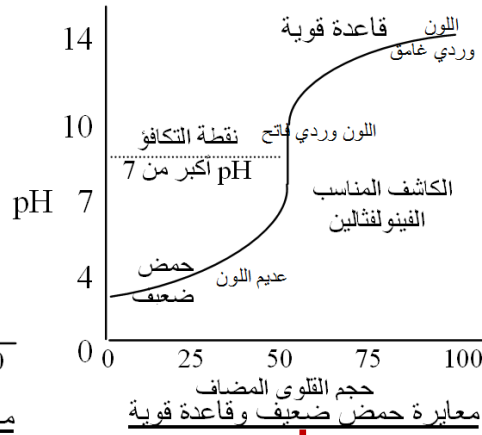
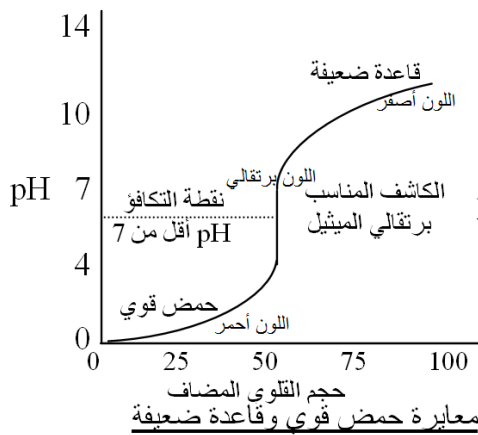
$$M_{\text{LiOH}} = 0.2033 \text{ M} .89$$

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0.3561 \text{ M} .90$$

90. أضيف 74.30 mL من محلول NaOH الذي تركيزه 0.43885 M لمعايرة 45.78 mL من حمض الكبريتيك حتى نقطة النهاية. ما مولارية محلول H_2SO_4 ؟

منحنيات المعايرة :

يمكن رسم منحنى معايرة الحمض مع القاعدة متساويا التركيز بأخذ كمية محددة من الحمض وليكن 50mL وإضافة القاعدة قليلاً قليلاً ، ورصد قيم pH عند كل إضافة ، وسنحصل على المنحنيات التالية .



تكون نقطة نهاية المعايرة عندما يصبح اللون وردياً فاتحاً. تبين القراءة الدقيقة للسحاحة أن 18.28 mL NaOH الذي تركيزه 0.1000 M قد تمت إضافته.



يضاف المحلول القياسي ببطء إلى محلول الحمض. ويتحول الفينولفثالين إلى اللون الوردي، ولكن يختفي اللون عند تحريك المحلول إلى أن يصل إلى نقطة النهاية.



تحتوي السحاحة على المحلول القياسي 0.1 M NaOH ويحتوي الدورق المخروطي على 25.00 mL من محلول HCOOH مع قطرات من كاشف الفينولفثالين.

الشكل 25-5 المعايرة طريقة دقيقة

تحتاج إلى تدريب وممارسة. تعمل الورقة البيضاء الموضوعة تحت الدورق على توفير خلفية مناسبة تساعد على رؤية التغير في لون الكاشف.

كواشف الأحماض والقواعد : أصباغ كيميائية (غالباً حمضية ضعيفة) تتأثر ألوانها بالمحاليل الحمضية والقاعدية **ملاحظة هامة :** يكون لكل كاشف منها قيم PH الخاصة به التي يحدث تغيير اللون فيها

دور الكاشف : أن يبين لك بدقة - عن طريق تغيير لونه - أنه قد تمت إضافة كمية كافية من المحلول القياسي لتعادل المحلول المجهول .

المدى الانتقالي للكاشف : مدى PH الذي يتغير ضمنه لون الكاشف

المتوقعة عند PH قيمة التعادل (نقطة التكافؤ) (نقطة تغيير الكاشف للونه)	الكاشف	مدى الكاشف	المعايرة
PH = 7	أحمر الميثيل أزرق البروموثيمول	(4.4 – 6.2)	حمض قوي / قاعدة قوية
PH < 7	برتقالي الميثيل (حمض قوي) أزرق البروموفينول	(6.2 – 7.6)  (3.1 – 4.4)	حمض قوي / قاعدة ضعيفة
PH > 7	فينولفثالين (حمض أضعف) أحمر الفينول	(8.00 – 10.0) (6.4 – 8.0)	حمض ضعيف / قاعدة قوية
PH < 7 أو PH > 7	لا يوجد كاشف فعال علل لعدم تمام التفاعل لنهايته		حمض ضعيف / قاعدة ضعيفة

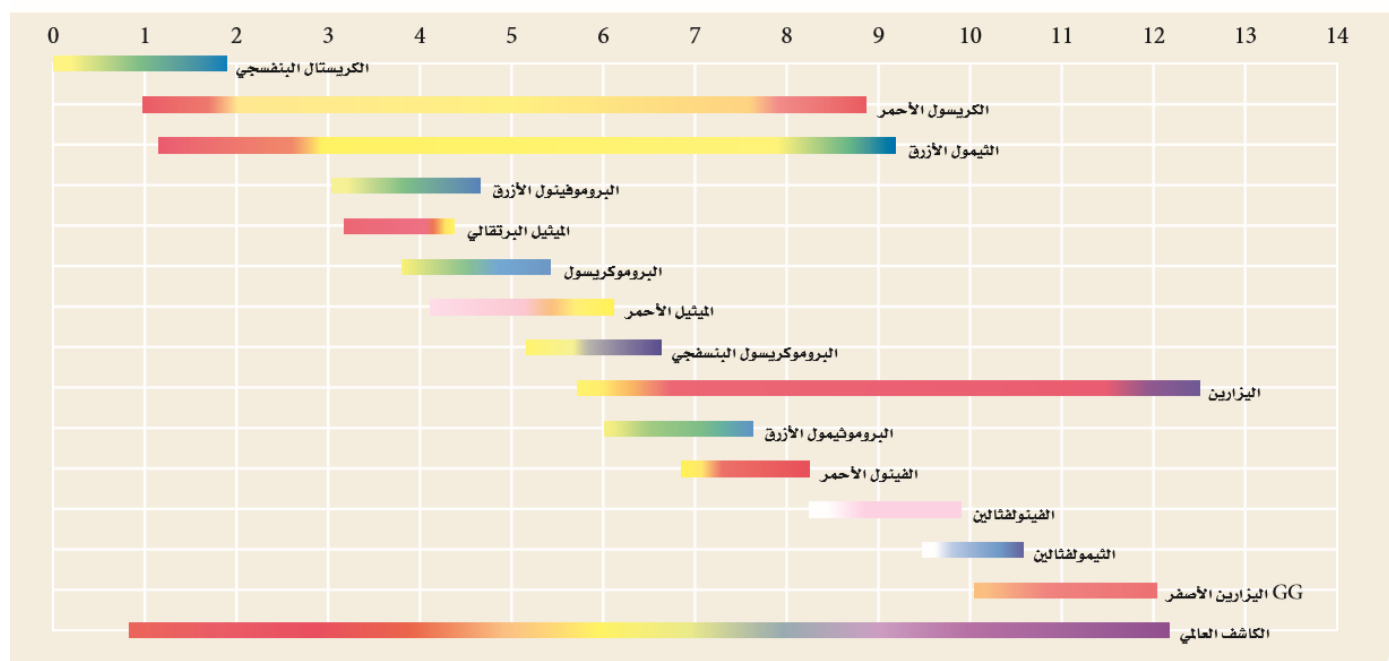
من مزايا الكاشف المناسب : أن يغير لونه عند أو قرب نقطة تكافؤ المعايرة الصحيحة .

ملاحظة هامة : عند إجراء عمليات المعايرة ، يختار الكاشف بحيث يكون مدى تغير لونه صغيراً **علل** حتى يكون تحديد نقطة النهاية دقيقة وقريبة من نقطة التكافؤ . ونظراً لأن مدى تباع الشمس كبير نسبياً (5.5 – 8) ، لذا فهو غالباً لا يستخدم في عمليات المعايرة **علل** لصعوبة تحديد قيمة pH لنقطة النهاية بدقة .

س 1: متى يكون استعمال مقياس PH أفضل من الكاشف لتحديد نقطة النهاية لمعايرة حمض وقاعدة ؟

(ج : إذا لم يوجد كاشف يغير لونه عند نقطة التكافؤ أو قريباً ، أو عندما لا يتوافر كاشف)

الشكل 5-24 إن عملية اختيار الكاشف الصحيح مهمة جداً؛ إذ يجب أن يغير الكاشف لونه عند نقطة التكافؤ التي لا تكون دائماً عند pH = 7.



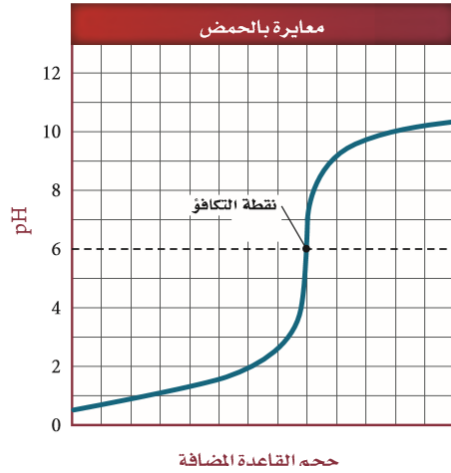
اقرأ هذا الجزء جيداً :



الشكل 5-23 يصبح لون الشاي الأحمر فاتحاً عند إضافة عصير الليمون إليه؛ لأنه يحتوي على مادة كيميائية تعد من الكواشف. ومعظم الكواشف جزيئات كبيرة تعمل بوصفها أحماضاً ضعيفة. ويعود السبب في تغير ألوان الكواشف إلى اختلافات يسيرة في أنماط الروابط عندما يتأين جزيء الكاشف أو لا يتأين.

كواشف الأحماض والقواعد غالباً ما يستعمل الكيميائيون أصباغاً كيميائية بدلاً من مقياس pH لتحري نقطة التكافؤ عند معايرة حمض وقاعدة. وتسمى الأصباغ الكيميائية التي تتأثر ألوانها بالمحاليل الحمضية والقاعدية **كواشف الأحماض والقواعد**. وهناك العديد من المواد الطبيعية التي تعمل عمل الكواشف، فإذا أضفت عصير الليمون إلى الشاي فسوف تلاحظ أن اللون الأحمر للشاي أصبح فاتحاً، كما في الشكل 5-23؛ إذ يحتوي الشاي على مواد تسمى بوليفينولات polyphenols، تحتوي على ذرات متأينة جزئياً من الهيدروجين، لذا فهي أحماض ضعيفة. وعند إضافة الحمض الموجود في عصير الليمون إلى كوب شاي يقل تأين الحمض في الشاي بحسب مبدأ لوتشاتلييه، فيصبح لون البوليفينولات غير المتأينة أكثر وضوحاً، ويظهر الشكل 5-24 العديد من الكواشف التي يستعملها الكيميائيون. إن أزرق بروموثيمول كاشف مناسب عند معايرة حمض قوي بقاعدة قوية. أما الفينولفثالين فيغير لونه عند نقطة التكافؤ عند معايرة حمض ضعيف بقاعدة قوية، كما هو مبين في الشكل 5-22.

83. ما كواشف الأحماض والقواعد المبينة في الشكل 24-5، والتي من المناسب استعمالها في تفاعل التعادل المبين منحني معايرته في الشكل 30-5؟ ولماذا؟



س1 : ما كواشف الأحماض والقواعد المبينة في الشكل 24 - 5 ، والتي من المناسب استعمالها في تفاعل التعادل المبين في الشكل 30 - 5 ، ولماذا ؟

(ج : البروميكريسول الينفسجي ، لأنه يغير لونه قرب نقطة التكافؤ PH التي تساوي 6)

س2: عند إضافة الميثيل الأحمر إلى محلول مائي ينتج لون وردي ، وعند إضافة الميثيل البرتقالي إلى المحلول نفسه ينتج لون أصفر . ما مدى PH تقريباً للمحلول ؟ استعمل الشكل 24 - 5 .

(ج : ستكون قيمة PH بين 4.2 و 5.6 تقريباً)

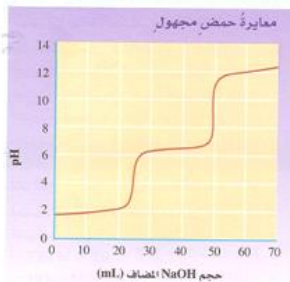
س3 : كيف يمكنك تحديد نقطة التكافؤ في تجربة معايرة ، أو PH للمحلول ، دون استخدام الكاشف

1 - باستخدام ورق قياس الـ PH (وهي تعتمد على امتصاص أي لون من ألوان الطيف المرئي)
ملاحظة: الكاشف العام:

هو خليط من كواشف مختلفة ، وورقة الاختبار المنغمسة في هذا الخليط تسمى ورقة (pH paper).

2 - باستخدام جهاز قياس الـ PH (وهو يعتمد على قياس فرق الجهد بين الكترودين موضوعين في المحلول ويتغير فرق الجهد مع تغير تركيز أيون الهيدرونيوم في المحلول)

نتج الرسم البياني التالي عن معايرة حمض مجهول مع 0.10 M NaOH . حلل المنحنى رابطاً استنتاجك بنوعية المحلول الحمضي.



لاحظ منحنى المعايرة التالي والمعلومات المتعلقة به:

- تحدد التغيرات الفجائية في قيمة الـ PH عند 25 mL ، 50 mL ، أن الحمض ثنائي البروتون .
- ويدل التغير الأول على نفاذ H^+ الأول
- ويدل التغير الثاني على نفاذ H^+ الثاني.
- ينتهي PH قرب القيمة 13 التي تتناسب مع المحلول 0.1 NaOH .

س1: يتأين حمض H_3BO_3 في محلول على ثلاث مراحل . أكتب المعادلة التي تبين التأين في كل مرحلة . أي مرحلة تعد تأينها الأعلى ؟

المرحلة الأولى :

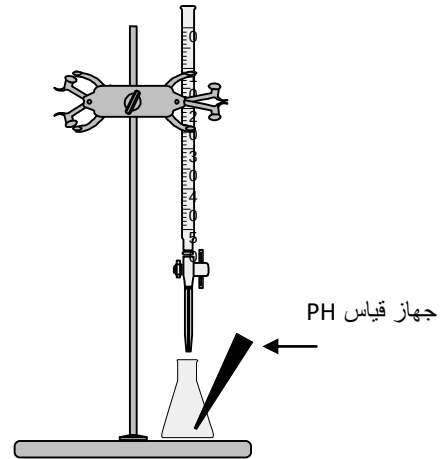
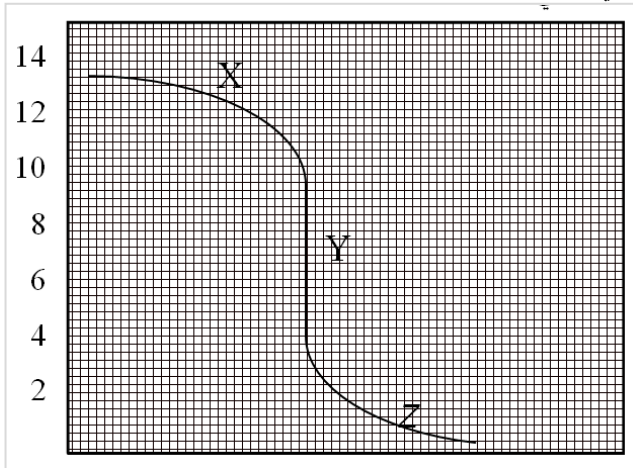
المرحلة الثانية :

المرحلة الثالثة :

- احسب $[H_3BO_3]$ في محلول حمض البوريك إذا كان $Ka = 5.8 \times 10^{-10}$ ، $PH = 4.90$

- هل تكون النسبة المئوية لتأين محلول أكثر أم أقل من 1% ؟

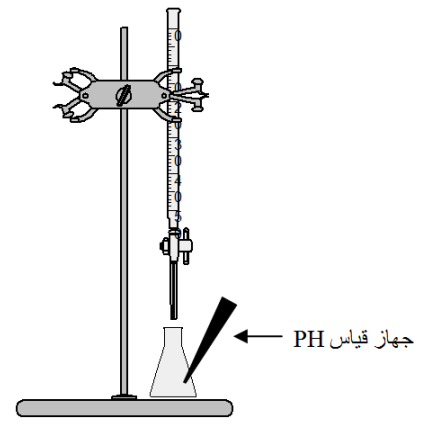
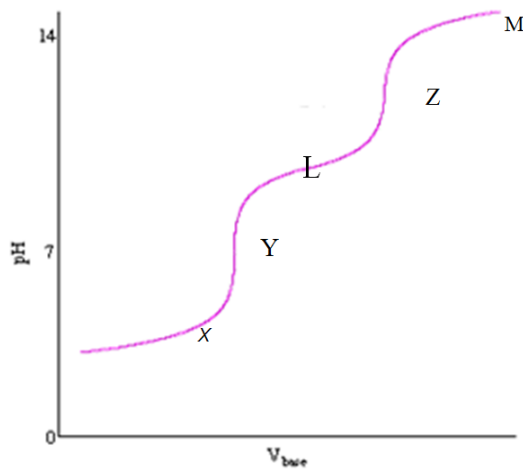
س2: لديك منحنى معايرة حمض - قاعدة ، حيث قيمة الـ PH يمثلها المحور الرأسي .



أجب عن الأسئلة التالية

- 1 - من خلال المنحني ، من يوضع في السحاحة ، ومن يوضع في الدورق المخروطي ؟ الجيبض في السحاحة والقاعدة في الدورق المخروطي
- 2 - أي نقطة تمثل نقطة التكافؤ ؟ Y
- 3 - عند أي نقطة يكون محلول الحمض فائضا في هذا النظام ؟ Z
- 4 - عند أي نقطة تكون القاعدة فائضة في هذا النظام ؟ X
- 5 - من المنحني ، يُعتبر الحمض (أحادي - ثنائي - عديد) البروتون إيجابي
- 6 - ظلل بالقلم على المنحني منطقة " المدى الانتقالي للكاشف أو الدليل "
- 7 - توقع قوة الحمض والقاعدة المستخدمة في المعايرة . جيبض قوي ، قاعدة قوية

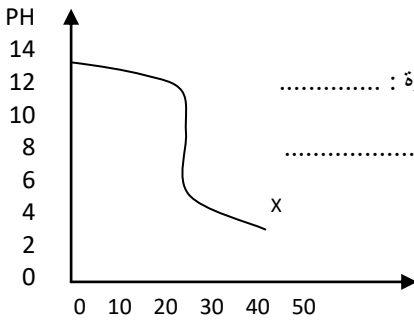
س1: لديك منحنى معايرة حمض - قاعدة ، حيث قيمة الـ PH يمثلها المحور الرأسي .



أجب عن الأسئلة التالية

- 1 - من خلال المنحني ، من يوضع في السحاحة ، ومن يوضع في الدورق المخروطي ؟
الحمض في الدورق المخروطي والقاعدة في السحاحة
- 2 - كم نقطة تكافؤ في منحنى المعايرة ؟
2
- 3 - عند أي نقطة يكون محلول الحمض فائضا في هذا النظام ؟
X
- 4 - عند أي نقطة تكون القاعدة فائضة في هذا النظام ؟
M
- 5 - من المنحني ، يُعتبر الحمض (أحادي - ثنائي - عديد) البروتون
ثنائي
- 6 - توقع قوة الحمض والقاعدة المستخدمة في المعايرة .
حمض ضعيف ، قاعدة قوية

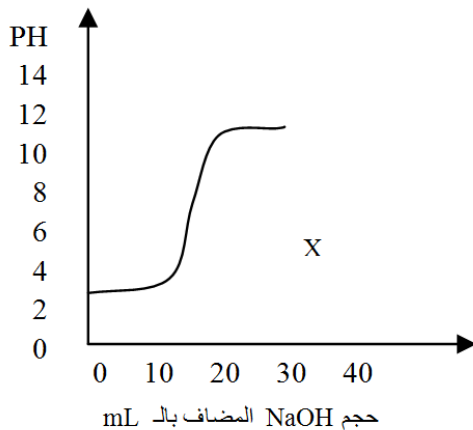
س2 : تأمل منحنى المعايرة المقابل وأجب عن الأسئلة التالية :



- 1 - ما طبيعة المادة (حمض او قاعدة) التي تُضاف تدريجيا من السحاحة إلى الدورق لإجراء عملية المعايرة :
برر إجابتك :
- 2 - حدد طبيعة الحمض والقاعدة في هذه المعايرة من حيث القوة والضعف :
الحمض : القاعدة :
- 3 - ما طبيعة المادة الفائضة (حمض أم قاعدة) عند النقطة (X) ؟
.....
- 4 - توقع قيمة الـ PH لنقطة التكافؤ في هذه المعايرة .
.....

س3 : في تجربة معايرة لتقدير تركيز محلول حمض الأسيتيك مجهول التركيز باستخدام محلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم 0.1 M ، نفذت إحدى المجموعات التجربة لمعايرة 30 mL من الحمض في كأس نظيف واستخدمت كاشف برتقالي الميثيل والسحاحة وقامت بتسجيل النتائج ورسم المنحني كما بالرسم .

أصدر حكما على عمل المجموعة مع ذكر الأخطاء إن وجدت ، وصوبها .



س1: يتفاعل المركب A قيمة POH له تساوي 4.5 مع المركب B لينتج المركب C والماء ، علما بأن المحلول الناتج يغير لون كاشف الفينولفثالين إلى اللون الوردي الفاتح ، ما طبيعة المركبات A , B , C على الترتيب ؟

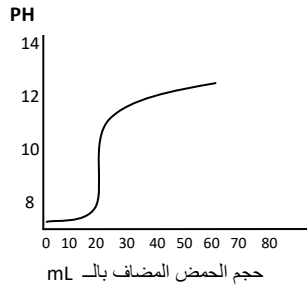
- أ - حمض ، قاعدة ، ملح ب - قاعدة ، حمض ، ملح ج - حمض ، ملح ، قاعدة د - قاعدة ، ملح ، حمض

س2: عند نقطة التكافؤ في معايرة حمض قوي وقاعدة قوية ، فإن قيمة PH المتوقعة هي :

- أ - 1 ب - 5 ج - 7 د - 9

س3: يبين الشكل المقابل مثالا على معايرة :

(ب)



أ - حمض قوي مع قاعدة قوية

ب - حمض قوي مع قاعدة ضعيفة

ج - حمض ضعيف مع قاعدة قوية

د - حمض ضعيف مع قاعدة ضعيفة

س4: قام احد المتعلمين باختبار كاشف من الجدول (B) لاستخدامه في عملية معايرة بين حمض وقاعدة واستخدم مقياس PH في تتبع التغير في قيمة الرقم الهيدروجيني . فدون النتائج كما في الجدول (A)

الجدول B		الجدول A										
المدى الانتقالي	الكاشف	PH	1	1.95	2.69	3	3.70	7	10.30	11	11.96	12.36
2.9 – 4.0	أصفر الميثيل	وظف الجدولين ، وأجب عن الأسئلة التالية										
6.0 – 7.6	أزرق البروموثيمول											
3.2 – 4.4	برتقالي الميثيل											

1 – حدد نوع الحمض والقاعدة من حين القوة

2 – ما الكاشف المناسب لهذه المعاييرة ؟ مع التبرير ؟

- 1 - حدد نوع الحمض والقاعدة من حين القوة
- 2 - ما الكاشف المناسب لهذه المعايرة ؟ مع التبرير ؟
- 3 - ما قيمة نقطة التكافؤ لهذا النوع من عمليات المعايرة ؟
- 4 - أي المادتين (حمض أم قاعدة) قام المتعلم بوضعها في الدورق المخروطي عند إجراء عملية المعايرة ؟
- 5 - أضاف الطالب 8 قطرات من الكاشف في عملية المعايرة حتى يري نقطة التكافؤ بوضوح . هل ما قام به سليم ؟ برر إجابتك ؟

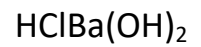
ج : خطأ : لأن الكاشف عبارة عن حمض ضعيف أو قاعدة ضعيفة ، وإضافة المزيد منه سيستهلك جزء من المواد المتفاعلة ، وبالتالي يكون هناك خطأ في حساب المعايرة لذا

تضاف قطرة أو اثنتين من الكاشف فقط .

مسائل المعايرة

1 : أضيف في عملية معايرة 27.4 mL من Ba(OH)_2 0.0154 M إلى 20.0 mL من محلول HCl المجهول التركيز ، للوصول إلى نقطة التكافؤ . احسب مولارية المحلول الحمضي .

الحل _____

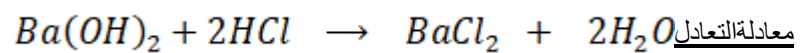


؟

0.015 M

20.0 mL 27.4 mL

عدد مولات القاعدة (المعلوم) عدد مولات الحمض مولارية الحمض



معادلة التبادل

$$\frac{0.0154 \text{ mol Ba(OH)}_2}{1\text{L}} \times \frac{\text{L}}{1000\text{mL}} \times 27.4 \text{ mL} = 4.22 \text{ mol Ba(OH)}_2 \text{ (القاعدة) المعلوم}$$

$$= 8.44 \text{ mol HCl} \quad 4.22 \text{ mol Ba(OH)}_2 \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Ba(OH)}_2} \text{ (المجهول) (الحمض)}$$

$$\frac{8.44 \text{ mol HCl}}{20.0 \text{ mL}} \times \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}} = \frac{4.22 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}}{1\text{L}} = 4.22 \times 10^{-2} \text{ M HCl} \text{ حساب مولارية الحمض}$$

2 : في تجربة المعايرة ، احتاجت عينة من محلول KOH 0.215 M حجمها 15.5 mL إلى 21.2 mL من محلول حمض الأسيتيك . احسب مولارية حمض الأسيتيك .

KOH

 CH_3COOH

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3: في تجربة معايرة احتاجت عينة من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزها 0.20M إلى 20.0 mL من محلول حمض الأسيتيك تركيزه 0.15M . احسب حجم عينة هيدروكسيد الصوديوم .

4 : في تجربة معايرة 17.6 mL من محلول H_2SO_4 تعادل 27.4 mL من محلول 0.0165 M LiOH . فما مولارية المحلول الحمضي؟

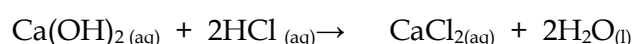
5: في تجربة معايرة 20.0 mL من محلول HCl 0.0100 M لمعادلة 30.0 mL من محلول KOH مجهول التركيز .

1 - ما مولارية محلول KOH ؟
2 - احسب PH لمحلول KOH

6 : لنفترض أنه يلزم 20.0 mL من محلول $Ca(OH)_2$ 0.010 M لمعادلة 12.0 mL من محلول HCl . فما مولارية محلول HCl ؟

7 : محلول قياسي HCl 0.065 M تمت معايرته بواسطة معايرة محلول من هيدروكسيد الكالسيوم لتحديد مولاريته وذوبانيته . إذا لزم 25.0 mL من القاعدة لتعادل 10.0 mL من الحمض .

أ - أكتب المعادلة الموزونة للتفاعل



ب - احسب مولارية محلول $Ca(OH)_2$



0.065 M ؟

25.0 mL 10.0 mL

$$\frac{0.065 \text{ mol HCl}}{1L} \times \frac{L}{1000mL} \times 10.0 \text{ mL} = 0.00065 \text{ mol HCl} \quad \text{حساب عدد مولات الحمض}$$

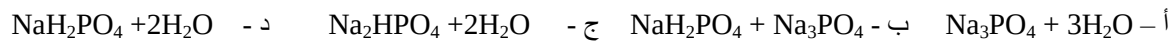
$$0.00065 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol } Ca(OH)_2}{2 \text{ mol HCl}} = 0.000325 \text{ mol } Ca(OH)_2 \quad \text{حساب عدد مولات القاعدة}$$

$$\frac{0.000325 \text{ mol } Ca(OH)_2}{25.0 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1L} = \frac{0.013 \text{ mol } Ca(OH)_2}{1L} = 0.013 \text{ M } Ca(OH)_2 \quad \text{حساب مولارية القاعدة}$$

ج - معتمداً على إجابة (ب) احسب ذوبانية القاعدة بالجرامات في لتر من المحلول

$$\frac{0.013 \text{ mol } Ca(OH)_2}{1L \text{ محلول}} \times \frac{74.02 \text{ g } Ca(OH)_2}{1 \text{ mol } Ca(OH)_2} = \frac{0.96 \text{ g } Ca(OH)_2}{1L} = 0.96 \text{ g/L}$$

1: عند مزج حجوم متساوية من محلول حمض الفسفوريك $1.0 \text{ M H}_3\text{PO}_4$ مع 1.0 M NaOH ، فإن النواتج هي : (د)



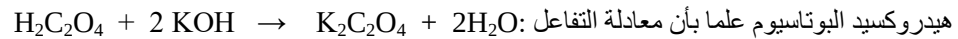
2: إذا أضيفت قطرة من دليل الفينولفثالين إلى 25 mL من محلول 0.1 M HCl ، ثم أضيف 24.9 mL من محلول 0.1 M NaOH فإن لون الدليل يكون : (ب)

- أ - يتغير من عديم اللون إلى الزهري ج - يتغير من الزهري إلى عديم اللون
ب - لا يطرأ عليه أي تغيير د - يتغير من الأحمر إلى الوردي الفاتح

3: تعادل 27.4 mL من محلول 0.017 M LiOH مع 17.6 mL من محلول حمض الكبريتيك . احسب التركيز المولاري للحمض

4: لز 18.28 mL من محلول 0.10 M NaOH لمعايرة 25 mL من محلول حمض الأسيتيك . احسب مولارية الحمض .

5 : غُوبر 40 mL من هيدروكسيد البوتاسيوم مجهول التركيز بمحلول حمض الأوكساليك تركيزه 0.20 M وحجمه 25 mL . احسب مولارية محلول



المحالييل المنظمة (محالييل ثابتة الأس الهيدروجيني):

محالييل تقاوم التغيرات في قيم PH عند إضافة كميات محدودة من الأحماض والقواعد .

قيم PH هامة جداً ، إذ يجب أن تظل قيمتها ثابتة للحفاظ على الصحة العامة والعمليات الحيوية ، مثل :

1 - البيئة الصحية لقناديل البحر عند قيم PH : 8.1 - 8.4

2 - قيم PH في الجسم : 7.1 - 7.7

3 - قيم PH للعصارة المعدية : 1.6 - 1.8 ليساعد على هضم أنواع معينة من الطعام .

ملاحظة : يحافظ الجسم على قيم PH ثابتة تقريباً ضمن حدود معينة من خلال إنتاج " محالييل منظمة "

تطبيق :

1 - عند إضافة 0.01 mol HCl إلى 1L من الماء تنخفض PH من 7.0 إلى 2.0

2 - عند إضافة 0.01 mol NaOH إلى 1L من الماء ترتفع PH من 7.0 إلى 12.0

3 - عند إضافة 0.01 mol HCl أو 0.01 mol NaOH إلى 1L من محلول منظم.. تتغير قيم PH بما لا يزيد عن 0.1 وحدة .

مكونات المحلول المنظم :

المحلول المنظم مزيج من : (حمض ضعيف + قاعدته المرافقة) أو (قاعدة ضعيفة + حمضها المرافق)

ومزيج الأيونات والجزيئات في المحلول المنظم يقاوم التغيرات في الـ PH عن طريق التفاعل مع أي أيونات هيدروجين أو هيدروكسيد تُضاف إلى المحلول المنظم

1 - حمض ضعيف + قاعدته المرافقة 2 - قاعدة ضعيفة + حمضها المرافق

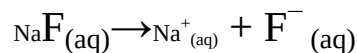
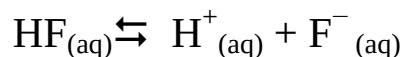
NH_4Cl^-

NH_3

NaF

HF

س : اشرح دور المحلول المنظم المكون من (NaF , HF) في مقاومة الحمض أو القاعدة المضافة إليه (مع التوضيح بمعادلات)



عند إضافة حمض إلى المحلول المنظم : تزداد أيونات H^+ ، وتتفاعل مع F^- فينزع التفاعل الانعكاسي نحو اليسار (حسب مبدأ لوشاتيليه) ، أي نحو الحمض ضعيف التأين (كمية أكبر من HF الغير متفككة) ، ثم يتزن التفاعل .

عند إضافة حمض إلى المحلول المنظم : تزداد أيونات OH^- فتتفاعل مع أيونات H^+ لإنتاج الماء المتعادل ضعيف التأين ، فينزع التفاعل الانعكاسي نحو اليمين (حسب مبدأ لوشاتيليه) ، لتعويض النقص في أيونات H^+ .

الجدول 5-7	المحالييل المنظمة والأزواج المترافقة	معادلات تأين المحالييل المنظمة
3.20	HF/F^-	$\text{HF}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{F}^-_{(\text{aq})}$
4.76	$\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$
6.35	$\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$	$\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$
7.21	$\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{HPO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$
9.4	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$	$\text{NH}_{3(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$
10.70	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+/\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$

س : اشرح دور المحلول المنظم المكون من (HCOONa , HCOOH) في مقاومة الحمض أو القاعدة المضافة إليه
(مع التوضيح بمعادلات)

س : اشرح دور المحلول المنظم في الدم المكون من (HCO_3^- , H_2CO_3) في مقاومة الحمض أو القاعدة المضافة إليه
(مع التوضيح بمعادلات)

سعة المحلول المنظم : كمية الحمض أو القاعدة التي يستطيع المحلول المنظم أن يستوعبها دون تغير ملحوظ للـ PH

ملاحظة: كلما زاد تراكيز الأيونات والجزيئات المنظمة في المحلول زادت سعة المحلول المنظم .

ملاحظة هامة : يمكن تجاوز قدرة المحلول المنظم عن طريق إضافة حمض أو قاعدة أكثر من اللازم

اختيار المحلول المنظم: يكون المحلول المنظم في وضعية أكثر فاعلية عندما يكون :

تركيزي زوج الحمض – القاعدة المرافق متساويين

مثال : المحلول المنظم ($\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$) أو ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 / \text{NaHPO}_4^-$)

حساب PH للمحلول المنظم : $[\text{H}^+] = K_a$ ثم : $\text{PH} = -\log[\text{H}^+]$

11. محلول مائي منظم بحمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

وبنزوات الصوديوم $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ ، تركيز كل منهما

0.0500 M . إذا كان K_a لحمض البنزويك يساوي

6.4×10^{-5} ، فما قيمة pH للمحلول؟

(ج : 4.19)

التقويم 5-4

الخلاصة

48. **الفكرة الرئيسية** فسّر لماذا تكون المعادلة الأيونية النهائية لتفاعل تعادل أي حمض قوي مع أي قاعدة قوية دائماً هي المعادلة نفسها؟
49. اشرح الفرق بين نقطة تكافؤ ونقطة نهاية المعايرة.
50. قارن بين نتائج تجربتين: الأولى إضافة كمية صغيرة من قاعدة إلى محلول غير منظم له $pH = 7$ والثانية عند إضافة الكمية نفسها من القاعدة إلى محلول منظم له $pH = 7$.
51. احسب مولارية محلول حمض الهيدروبروميك HBr إذا احتاج إلى 30.35 mL من NaOH تركيزه 0.1000 M لمعايرة 25.00 mL من الحمض حتى نقطة التكافؤ.
52. فسّر ما المواد التي يمكن استعمالها لعمل محلول منظم قيمة pH له 9.4؟ وما نسبتها؟ استعمل الجدول 5-7.
53. صمم تجربة صف كيف تصمم معايرة وتجربها باستعمال HNO_3 تركيزه 0.250 M لتحديد مولارية محلول هيدروكسيد السيزيوم؟

- يتفاعل حمض مع قاعدة لتكوين ملح وماء في تفاعل التعادل.
- تمثل المعادلة الأيونية النهائية الآتية تعادل حمض قوي مع قاعدة قوية:
- $$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$
- المعايرة عملية يستعمل فيها تفاعل التعادل بين حمض وقاعدة لتحديد تركيز محلول.
- تحتوي المحاليل المنظمة على مخاليط من جزيئات وأيونات تقاوم التغيرات في pH.

التفكير الناقد

- حدد كم يزيد $[H^+]$ إذا تغير pH الدم من 7.4 إلى 7.1؟
 - اقترح سبباً يفسّر لماذا تعد نسبة 20:1 من HCO_3^- إلى CO_2 في الدم مناسبة للحفاظ على pH مناسب؟
 - توقع ما الوضع الذي يرتفع فيه pH الدم أو ينخفض؟ وفي أي اتجاه يميل اتزان H_2CO_3/HCO_3^- في كل من الحالات الآتية:
- a. شخص لديه حالة فيروسية شديدة في المعدة يتقيأ عدة مرات في 24 ساعة.
- b. شخص يأخذ كمية كبيرة من $NaHCO_3$ لوقاية حرقة فم المعدة.

التقويم 5-4

48. كل تفاعل تعادل هو تفاعل 1mol من أيون الهيدروجين مع 1mol من الهيدروكسيد؛ لتكوين 1mol من الماء.
49. نقطة التكافؤ هي pH التي تتساوى عندها مولات أيونات H^+ من الحمض، مع مولات أيونات OH^- من القاعدة. نقطة النهاية هي النقطة التي يتغير عندها لون الكاشف المستعمل في المعايرة.
50. تزداد قيمة pH للمحلول غير المنظم أكثر من قيمة pH للمحلول المنظم.
51. $M_A = 0.1214 M$
52. استخدم الأمونيا، وأحد أملاحها مثل نترات الأمونيوم، أو كلوريد الأمونيوم. استخدم كميات مولارية متساوية من القاعدة وملحها.
53. ضع حجماً معلوماً من محلول CsOH في دورق، وأضف كاشفاً، وأمسأ سحاحة بمحلول HNO_3 تركيزه 0.250M، وسجل قراءة السحاحة الأولية. ثم أضف محلول HNO_3 ببطء إلى محلول CsOH حتى نقطة النهاية، وسجل القراءة النهائية للسحاحة. ثم احسب حجم HNO_3 المضاف مستعملاً حجم ومولارية HNO_3 ، وحجم CsOH؛ لحساب مولارية محلول CsOH.

التفكير الناقد

- أكبر مرتين.
 - يلقي الجسم السليم الحمض في الدم عند ازدياد نشاطه، وتقوم أيونات الكربونات الهيدروجينية بمعادلة الحمض، وتدفع التفاعل نحو إنتاج ثاني أكسيد الكربون.
 - a. القوي حمضي وهو يرفع pH. التفاعل المنظم يتجه إلى اليمين. تستطيع الكل أن ترد بإزالة أيون الكربونات الهيدروجينية، ويجب على الشخص أن يبقى هادئاً للحفاظ بثاني أكسيد الكربون.
- b. تزداد قيمة pH بزيادة مستويات أيون الكربونات الهيدروجينية؛ مما يدفع التفاعل المنظم إلى اليسار مكوناً المزيد من CO_2 . ترد الكل بإزالة أيون الكربونات الهيدروجينية، ويستطيع الشخص أن يتنفس بسرعة أكثر لطرد CO_2 .

س : يتفاعل CO_2 مع الماء ليكونا أيون البيكربونات وأيون الهيدرونيوم يؤدي التنفس السريع إلى زفير كمية أكبر من CO_2 . كيف يؤثر التنفس السريع على pH للدم.

(معادلة الاتزان هي: $\text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)}$ والتنفس السريع يخرج كمية أكبر من غاز CO_2 فينزع الاتزان نحو المتفاعلات مما يؤدي إلى تقليل تركيز H_3O^+ فتقل حموضة الدم وتزداد قيمة pH.)

تمارين إضافية:

1 :محلولان من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وهيدروكسيد الكالسيوم (Ca(OH)_2) لهما نفس الحجم (1.0 L)، وقيمة $\text{PH} = 12$ لكل منهما . احسب عدد مولات كل من هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم على الترتيب ، ثم استنتج العلاقة بينهما .

2: مركب (A) ملمسه صابوني وكاو للجلد يتفاعل بكميات متساوية مع مركب (B) الذي له $\text{PH} = 1$ وننتج عنهما المركب (C) والمطلوب : وضع صفة كل من المركبات (A,B,C) مع إعطاء مثال على كل منها :

1 – المركب (A) يمثل : مثال له : (قاعدة - NaOH)

2 – المركب (B) يمثل : مثال له : (حمض - HCl)

3 – المركب (C) يمثل : مثال له : (ملح - NaCl)

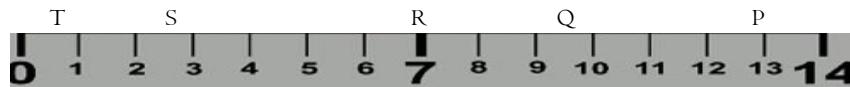
4 – ما هي قيمة PH المتوقعة بالتقريب للمركب (C) :

(7)

5 – نوع التفاعل بين المركب (A) والمركب (B) يسمى بتفاعل

(التعادل)

3 : لديك مخطط الرقم الهيدروجيني PH موضحا عليه مواضع خمسة محاليل P – Q – R – S – T والتي لها تراكيز متساوية (4)



توقع هوية المحاليل الخمسة من بين الإجابات التالية :

	حمض الأسيتيك	حمض الكبريتيك	أمونيا	كلوريد الصوديوم	هيدروكسيد الصوديوم
1	P	Q	R	S	T
2	Q	P	S	R	T
3	Q	P	T	S	R
4	S	T	Q	R	P
5	T	S	R	Q	P

4 : لديك أربع محاليل P , Q , R , S

المحلول	P	Q	R	S
PH	2	4	6	10

لو تم خلط محلولين من الأربعة فأياها يعطي مخلوط حمضي :

1) P,Q

2) P,S

3) R,S

4) R,Q

5) P,R

1: أجرت إحدى جمعيات الحفاظ على البيئة بحثاً حول مشكلة تناقص عدد من أنواع الكائنات الحية في بحيرة قريبة من إحدى الوحدات الصناعية ، فقامت بقياس pH لعينات من مياه البحيرة بمعدل قراءة شهرياً لفحص حمضيتها ، وكانت النتائج كالتالي :

القراءة	قيمة pH
1	6.2
2	5.1
3	4.3
4	3.0

*علام تستدل من التناقص المستمر في قيمة pH؟
زيادة حامضية ماء البحيرة .

*اكتب صيغة أحد الغازات المحتمل أنها سببت هذه المشكلة .
 SO_2 أو أي إجابة صحيحة .

*فسر التأثير الحمضي لهذه الغازات على ماء البحيرة .

تعمل إذابة أكاسيد الغازات الحمضية على زيادة تركيز كاتيون الهيدرونيوم ، وبالتالي انخفاض قيمة الرقم الهيدروجيني لماء البحيرة .

2 : اي من العناصر التالية يحترق في الهواء منتجاً مركب يذوب في الماء وينتج محلول $PH = 2$ (ج : 1)

Al(4) Ca(3) H (2 S (1

3 : ما قيمة PH لمحلول يحتوي على $1\text{mol} / L$ من حمض ضعيف : (ج : 3)

1 (4 4 (3 7 (2 10 (1

4 : يتداول حمد محلول المركب (أ) بحذر شديد لأنه خطر وكاوي للجلد ، ولكن بإمكانه تداول المركب (ج) الناتج من تفاعل كميات متساوية من محلول المركب (أ) ومحلول المركب (ب) الذي له pH تساوي واحد .

اقرأ الفقرة السابقة جيداً ، ثم أجب عما يلي :

وضّح صفة كل من المركبات المذكورة مع إعطاء مثال على كل منها .

⊙ المركب (أ) قاعدة قوية مثال KOH .

⊙ المركب (ب) حمض قوي مثال HNO_3 .

⊙ المركب (ج) ملح متعادل مثال KNO_3 .

كم تتوقع قيمة الرقم الهيدروجيني للمركب (ج) ؟ 7 .

ماذا نطلق على تفاعل المركب (أ) مع المركب (ب) ؟ تفاعل تعادل .

5: صف فائدتين محتملتين تتحققان بإضافة كميات مقيسة من $CaCO_3$ إلى جدول ماء زادت فيه الأحماض بحيث أصبح ماؤه حمضي

(كربونات الكالسيوم قاعدة تتفاعل مع الأحماض فتزفع قيمة pH لماء الجدول مما يقلل من تأثير الكائنات الحية بالماء الحمضي ، كما أن ذلك يقلل من ذوبان معادن التربة في الماء)
مثال (الألمنيوم) مما يقلل الضرر الذي يسببه الماء الحمضي ..)

6 : كلمة غير منسجمة :

1- الأدلة التالية ذات المديّة [A (1.5 – 2.8) / B (9.5 – 10.7) / C (10.1 – 11.8) / D (8.2 - 9.9)]

البديل : A التبرير : يستخدم في معايرة أحماض قوية وقواعد ضعيفة والباقي في معايرة قواعد قوية وأحماض ضعيفة . أو دليل حمضي والباقي أدلة قاعدية

1: ادرس الجدول التالي وأجب عن الأسئلة التي تليه .

الكاشف	المدى الانتقالي	لون الحمض	لون المدى الانتقالي	لون القاعدة
الفينولفثالين	8.0 ← 10.0	عديم اللون	وردي فاتح	وردي
أزرق البروموفينول	3.0 ← 4.6	أصفر	وردي فاتح	بنفسجي
أزرق البروموثيمول	6.2 ← 7.6	أصفر	أخضر شاحب	بنفسجي

*أي الكواشف الأفضل استخداماً عند معايرة حمض الأسيتيك مع هيدروكسيد البوتاسيوم؟ مع التفسير.

الفينولفثالين . لأن مداه يتوافق مع معايرة حمض ضعيف وقاعدة قوية .

*محلول يعطي مع كاشف أزرق البروموفينول اللون البنفسجي . ويكون مع كاشف الفينولفثالين عديم اللون . توقع مما يلي قيمة pH لهذا المحلول .
(2.5 , 6.2 , 8.7) . (6.2)

*محلول قيمة pH له تساوي 5.0 ، أي صور كاشف الفينولفثالين (HIn أم In^-) يكون تركيزه أكبر في المحلول ؟ برر إجابتك.

HIn . لأن الوسط حمضي ، مما يعني وفرة في تركيز أيونات H_3O^+ ، وبالتالي انزياح التفاعل باتجاه تكوين HIn فيزداد تركيزه .

2 : لتنفيذ تجربة معايرة حمض HCl مع قاعدة NaOH ، قامت مجموعة من الطلاب باستخدام مايلي :

الكاشف	المدى الانتقالي
الفينولفثالين	8.0 – 10.0
أحمر الميثيل	4.4 – 6.2
أزرق البروموثيمول	6.2 – 7.6

*مجموعة (1) : سحاحة ، ورق مخروطي ، مخبر مدرج ، كاشف الفينولفثالين .

*مجموعة (2) : ماصة ، ورق مخروطي ، مخبر مدرج ، كاشف أحمر الميثيل .

*مجموعة (3) : سحاحة ، ورق مخروطي ، ماصة ، كاشف أزرق البروموثيمول .

س : من وجهة نظرك أي المجموعات ستقوم بعملية معايرة دقيقة ؟ مع تبرير عدم اختيارك

للمجموعتين الأخريين . (يمكنك الاستعانة بالجدول المرفق)

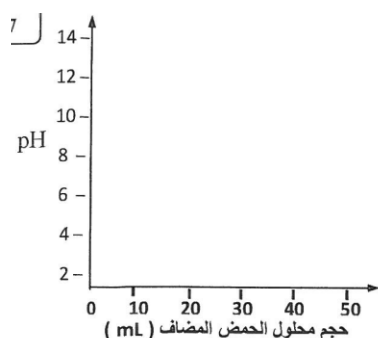
المجموعة (3) هي التي ستقوم بعملية معايرة دقيقة ، لأنها تستخدم الأدوات المناسبة و الكاشف المناسب .

المجموعة (2) اختارت أداة غير مناسبة-المخبر المدرج- ولم تستخدم السحاحة الضرورية في عمليات المعايرة .

المجموعة (1) اختارت أداة غير مناسبة-المخبر المدرج- واستخدمت دليلاً غير مناسب .

3: عند معايرة 25 mL من محلول الأمونيا (0.10M) مع محلول حمض الهيدروكلوريك (0.10M) أجب عما يلي :

1 - ارسم منحنى تقريبي للمعايرة السابقة



المدى	الكاشف
3.0 – 4.6	أزرق بروموفينول
8.0 – 10.0	الفينولفثالين

2 - موظفا الجدول أعلاه ، ما الكاشف المناسب لهذه المعايرة.....

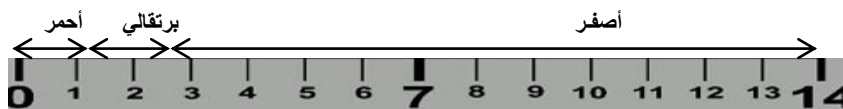
3 - ما قيمة PH المتوقعة في نهاية المعايرة

4 - لا يصلح كاشف تباع الشمس لهذه المعايرة . فسر ذلك

.....

4 : أضيف 0.099 mol من NaOH إلى محلول حجمه 1.0×10^2 mL من 1.0 M HCl احسب PH للمحلول النهائي .

1: دليل X يتخذ ألوانا مختلفة كما بمخطط الأس الهيدروجيني التالي :



(أ) يكون هذا الدليل X مناسباً للتمييز بين : (2)

(1) محلول NaCl ومحلول 2NaOH ومحلول HCl ومحلول CO₂(3) محلول NH₃ ومحلول NaOH (4) محلول NaCl ومحلول H₂O

(5) محلول NaCl ومحلول NaOH

2: الجدول التالي يوضح معلومات عن ثلاثة أدلة

مدى الدليل PH التي عندها يتغير لون الدليل	تغير اللون PH مرتفع → PH منخفض	الدليل
4.0	أصفر → أحمر	أحمر ميثيل
6.5	أزرق → أحمر	أزرق بروموتيمول
9.0	وردي → عديم اللون	فينولفثالين

إذا تم خلط الثلاثة أدلة بكميات متساوية :

- (1) أي الألوان سوف يظهر عند PH = 5 (أزرق - أخضر - برتقالي - أصفر) (الجواب : أصفر)
- (2) أي الألوان سوف يظهر عند PH = 7 (أزرق - أخضر - برتقالي - أصفر) (الجواب : أزرق)
- (3) أي الألوان سوف يظهر عند PH = 10 (أزرق - أخضر - وردي - أصفر) (الجواب : وردي)

3: لديك محلولان من Na₂CO₃ ، الأول تركيزه 0.1 M والثاني تركيزه 0.1 m ، أي المحلولين يمكن استخدامه لمعايرة محلول حمض HCl بدقة ، برر إجابتك :

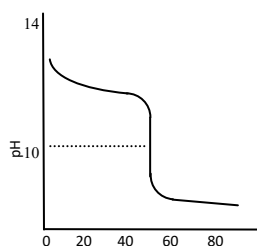
4: في تجربتي لتحديد قيمة PH لمادتي عصير التفاح والحليب مستخدما الكواشف كما في الجدول ، تم ملاحظة اختلاف قيمة الـ PH المقيسة للمادة الواحدة باختلاف الكواشف

المادة	قيم PH المقيسة		
	PH أوراق تبايع الشمس	PH أوراق مصبوعة بالأنثوسيانين	PH أوراق الكاشف العام
عصير التفاح	7 >	3.5	2.0
الحليب	7 <	6.0	5.0

اقتراح ثلاثة أسباب لاختلاف قيم PH المقيسة ؟

1 - 2 - 3 -

(الجواب :) تعقيد جزيئات الكاشف - اختلاف تركيز الكاشف على ورق الاختبار - تباين في ملاحظة اللون - تباين في تقنية الاختبار - تباين في ملاحظة اللون)

5: ارسم منحنى عملية معايرة 50.0 mL من محلول NH₃ 0.10 M مع محلول HCl 0.10 M (الرسم ←)

84. يستعمل مقياس pH، إذا لم يوجد كاشف يغيّر لونه عند نقطة التكافؤ أو قربها، أو عندما لا يتوافر كاشف.
85. ينتج الحمض أيونات الهيدروجين التي تتفاعل مع أيونات F^- في المحلول؛ لتكوّن جزيئات HF.
86. pH بين 4.2 و 5.6 تقريباً.
87. a. قاعدة هيدروكسيد الصوديوم NaOH، حمض: حمض الهيدروكلوريك HCl. b. قاعدة: هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، حمض: حمض الكربونيك H_2CO_3 . c. قاعدة: أمونيا NH_3 ، حمض: حمض النيتروز HNO_2 . d. قاعدة هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ ، حمض: حمض الهيدروكبريتيك H_2S .

إتقان حل المسائل

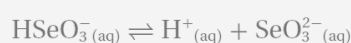
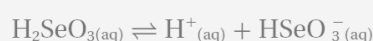
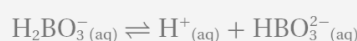
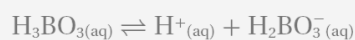
88. a. $Na_2CO_3(s) + H_2O(l) \rightarrow NaHCO_3(aq) + NaOH(aq)$;
 $CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightarrow HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$
 b. $NH_4Br(s) + H_2O(l) \rightarrow HBr(aq) + NH_4OH(aq)$;
 $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$
 $M_{LiOH} = 0.2033M$. 89
 $M_{H_2SO_4} = 0.3561M$. 90

$$K_b = [C_2H_5NH_3^+][OH^-]/[C_2H_5NH_2] \text{ .91}$$

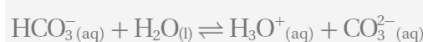
$$HCl \text{ من } 475 \text{ mL} \text{ .92}$$

$$pH = 4.63 \text{ .93}$$

$$a \text{ و } d \text{ حمضان متعددا البروتونات} \text{ .94}$$



حمض (H_2CO_3) قاعدته المرافقة (HCO_3^-)، القاعدة هي (H_2O)، والحمض المرافق هو (H_3O^+)



الحمض (HCO_3^-)، القاعدة المرافقة (CO_3^{2-})، القاعدة

$H_2O(l)$ ، والحمض المرافق H_3O^+ .

96. يتفكك $Sr(OH)_2$ الذائب في الماء جميعه مكوناً أيونات OH^- و Sr^{2+} .

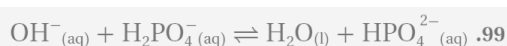
$$pOH=11, [OH^-] = 1.0 \times 10^{-11} \text{ .97}$$

$$pOH=8, [OH^-] = 1.0 \times 10^{-8}$$

$$pOH=5, [OH^-] = 1.0 \times 10^{-5}$$

$$pOH=2, [OH^-] = 1.0 \times 10^{-2}$$

$$K_a = 3.1 \times 10^{-6} \text{ .98}$$



84. متى يكون استعمال pH أفضل من الكاشف لتحديد نقطة النهاية لمعايرة حمض وقاعدة؟

85. ماذا يحدث عند إضافة حمض إلى المحلول المنظم HF / F^- ؟

86. عند إضافة الميثيل الأحمر إلى محلول مائي ينتج لون وردي. وعند إضافة الميثيل البرتقالي إلى المحلول نفسه ينتج لون أصفر. ما مدى pH تقريباً للمحلول؟ استعمل الشكل 24-5.

87. أعط الاسم والصيغة الجزيئية للحمض والقاعدة اللذين أنتجا كلاً من الأملاح الآتية:



إتقان حل المسائل

88. اكتب معادلات كيميائية ومعادلات أيونية كلية لتميّه كل من الملحين الآتين في الماء:

a. كربونات الصوديوم b. بروميد الأمونيوم
 89. تنقية الهواء يستعمل هيدروكسيد الليثيوم لتنقية الهواء بإزالة ثاني أكسيد الكربون. فإذا تمت معايرة عينة من محلول هيدروكسيد الليثيوم حجمها 25.00 mL بمحلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.3340 M فتطلب 15.22 mL من الحمض. فما مولارية محلول LiOH؟

90. أضيف 74.30 mL من محلول NaOH الذي تركيزه 0.43885 M لمعايرة 45.78 mL من حمض الكبريتيك حتى نقطة النهاية. ما مولارية محلول H_2SO_4 ؟

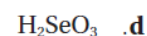
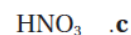
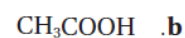
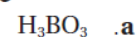
مراجعة عامة

91. اكتب معادلة تفاعل التأيّن، وتعبير ثابت تأيّن القاعدة، للإيثيل أمين $C_2H_5NH_2$ في الماء.

92. كم mL من محلول HCl الذي تركيزه 0.225 M يُحتاج إليه لمعايرة 6.00 g من KOH؟

93. ما قيمة pH لمحلول تركيزه 0.200 M من حمض الهيوبروموز HBrO؟ إذا علمت أنّ $K_a = 2.8 \times 10^{-9}$ ؟

94. أي مما يأتي حمض متعدد البروتونات؟ اكتب معادلات تأيّن متتالية للأحماض المتعددة البروتونات في الماء.



95. اكتب معادلتين كيميائيتين موزونتين لتأيّن حمض الكربونيك في الماء، وحدد زوج الحمض والقاعدة المرافقين في كل معادلة.

96. تكرير السكر يستعمل هيدروكسيد الإسترانشيوم في تكرير سكر الشمندر. ويمكن إذابة 4.1 g فقط من هيدروكسيد الإسترانشيوم في 1 L من الماء عند درجة حرارة 273 K. فإذا كانت ذوبانية هيدروكسيد الإسترانشيوم منخفضة إلى هذه الدرجة، فاشرح لماذا يمكن اعتباره قاعدة قلووية قوية؟

97. ما تراكيز أيونات OH^- في محاليل لها قيم pH الآتية: 3.00 و 6.00 و 9.00 و 12.00 عند درجة حرارة 298 K؟ وما قيم pOH لها؟

98. جهاز pH في الشكل 31-5 مغموس في محلول حمض أحادي البروتون، HA، تركيزه 0.200 M عند درجة حرارة 303 K. ما قيمة K_a للحمض عند درجة حرارة 303 K؟



الشكل 31-5

99. اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي يحدث عند إضافة قاعدة إلى المحلول المنظم $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$.

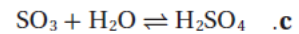
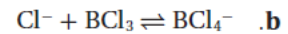
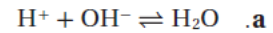
التفكير الناقد

100. انقد العبارة الآتية: "يجب اعتبار المادة التي تحتوي صيغتها الكيميائية على مجموعة الهيدروكسيل قاعدة".

101. حلل واستنتج هل يمكن أن يصنف المحلول حمضاً بحسب برونستد - لوري ولا يصنف حمضاً بحسب قاعدة أرهينيوس؟ وهل يمكن أن يكون حمضاً بحسب نموذج برونستد - لوري وليس حمضاً بحسب نموذج أرهينيوس؟ هل يمكن ألا يصنف حمض لويس بوصفه حمض أرهينيوس أو برونستد - لوري؟ اشرح ذلك مع ذكر أمثلة.

102. طبق المفاهيم استعمل ثابت تأين الماء عند درجة حرارة 298 K لتفسير لماذا ينبغي للمحلول الذي قيمة pH له 3.0 أن تكون قيمة pOH له = 11.0؟

103. حدّد أحماض وقواعد لويس في التفاعلات الآتية:



104. تفسير الرسوم العلمية ارسم منحني الرقم الهيدروجيني pH مقابل الحجم الناتج عن معايرة حمض ثنائي البروتونات بمحلول NaOH تركيزه 0.10 M.

105. السبب والنتيجة وضح كيف يعمل المحلول المنظم من خلال النظام المنظم $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ / \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ؟ وبين مستعينا بالمعادلات كيف يتأثر نظام (القاعدة الضعيفة/ الحمض المرافق) عند إضافة كميات صغيرة من الأحماض والقواعد إلى محلول هذا النظام؟

100. هذه الجملة مضللة. إذا كانت المادة تتفكك، أو تتفاعل مع الماء لتنتج أيونات الهيدروكسيد في المحلول؛ فإنها تُعدّ قاعدة، ولكن هناك موادّ كالأحماض العضوية، تحتوي على مجموعات الهيدروكسيل المرتبطة، بحيث تعطي أيونات الهيدروجين في الماء فتنتج محاليل حمضية.

101. جميع أحماض أرهينيوس هي أحماض برونستد - لوري أيضاً، ومعظم أحماض برونستد - لوري هي أحماض أرهينيوس، عندما تكون في محلول مائي، ومن أمثلتها: HCl ، H_2SO_4 ، H_3PO_4 . أحماض لويس هي مستقبلات أزواج إلكترونات. بما أن أيون الهيدروجين يتقبل زوج إلكترونات، فجميع أحماض أرهينيوس وبرونستد - لوري هي أيضاً أحماض لويس، وبعض أحماض لويس ليست أحماض أرهينيوس ولا برونستد - لوري، مثل، BF_3 .

102. لأن: $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$

$[\text{H}^+] = 10^{-3}$

وهذا يعني أن: $[\text{OH}^-] = 10^{-11}$

103. a. حمض لويس: H^+ و H_2O . قاعدة لويس: OH^-

b. حمض لويس: BCl_3 . قاعدة لويس: BCl_4^-

c. حمض لويس: SO_3 . قاعدة لويس: H_2O

104. يجب أن يبين المنحنى أن pH تزيد بسرعة أكبر قبل المنطقة الأفقية وبعدها قرب نقطة التكافؤ، حيث سيكون هناك سطح أفقي أكثر.



عند إضافة حمض يتجه الاتزان إلى اليسار، وعند إضافة قاعدة؛ تتحد أيونات OH^- المضافة مع أيونات H^+ ويتجه التفاعل إلى اليمين.

106. pH للماء النقيّ تساوي 7.268 عند 10°C ، وعند 25°C pH تساوي 6.998. وعند 40°C ، pH تساوي 6.767. من الخطأ أن نقول أن pH للماء النقي دائماً 7.0؛ لأنّ pH للماء النقيّ يساوي 7.0 فقط عند 25°C أو 298 K.

107. يحتمل أن تتأين فقط ذرّة الهيدروجين الموجودة في مجموعة COOH.

مسألة تحفيز

108. أضف 30.1 mL من الماء المقطر إلى كلّ 20.0 mL من المحلول الأصلي.

112. يجب أن توضّح رسائل الطلاب أنّ نظريّة برونستد شملت الأحماض والقواعد التي عرّفها نظرية أرهينيوس جميعها، ولكنها ذهبت أبعد من ذلك، بشرحها كيف أنّ بعض الموادّ كالأمونيّا تنتج محاليل قاعدية، ولكنها لا تحتوي على أيون هيدروكسيد في تركيبها. وتوضّح نظرية برونستد أيضاً دور الماء وأيون الهيدرونيوم في المحاليل الحمضية والقاعدية.

113. ستباین إجابات الطلاب. فمثلاً، K_a لمادّة الفالين (الفلين)، هو 2.51×10^{-4} عند 298 K.

أسئلة المستندات

114. زيادة pH تدريجيّاً من 4.25 تقريباً في 1990م إلى 4.55 تقريباً في 2003م.

115. 5.9 مرّات أكثر حمضية.

116. يمرّ خطّ الاتجاه في 4.48 في 2003 م. تغيّر معدل pH من 4.39 في 1990م إلى 4.48 في 2003 م، مقدار التغيّر 0.18

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

112. نماذج الأحماض والقواعد تخيل أنك الكيميائي برونستد في عام 1923م، وقد قمت بصياغة نظرية جديدة عن الأحماض والقواعد. اكتب رسالة إلى العالم السويدي أرهينيوس، تناقش فيها الفروق بين نظريتك ونظريته، وتشير فيها إلى مزايا نظريتك.

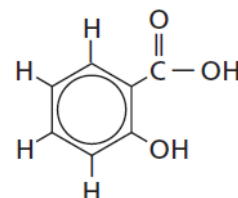
113. الأحماض الأمينية هناك عشرون حمضاً أمينياً تتحد لتكوين البروتينات في أجهزة المخلوقات الحية. اكتب بحثاً عن تراكيب وقيم K_a لخمسة أحماض أمينية وقومها. قارن بين قوى هذه الأحماض وقوى الأحماض في الجدول 4-5.

أسئلة المستندات

ماء المطر يبين الشكل 34-5 قياسات pH في عدد من مناطق المراقبة في إحدى الدول. وتمثل البقعة الوردية متوسط القياسات التي أخذت في جميع المناطق في وقت معين. ادرس الرسم البياني جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

106. طبّق المفاهيم تتغير قيمة K_w كغيرها من ثوابت الاتزان بحسب درجة الحرارة. K_w يساوي 2.92×10^{-15} عند 10°C ، و 1.00×10^{-14} عند 25°C و 2.92×10^{-14} عند 40°C . في ضوء هذه المعلومات احسب قيم pH للماء النقي عند درجات الحرارة الثلاث هذه، وقارن بينها. هل يصح القول إن pH للماء النقي دائماً 7.0؟ اشرح إجابتك.

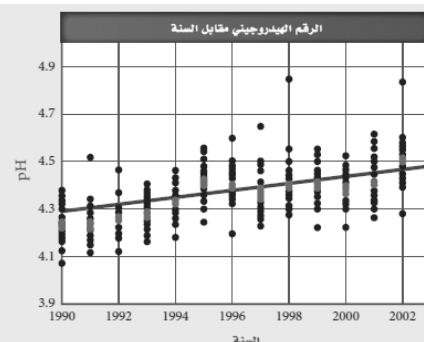
107. توقع يستعمل حمض الساليسليك - المبين في الشكل 32-5 في تحضير الأسيرين. بناءً على معرفتك بالهيدروجين القابل للتأين في جزيء حمض الخل CH_3COOH ، توقع أي ذرات الهيدروجين في حمض الساليسليك قد تكون قابلة للتأين؟



الشكل 32-5

مسألة تحفيز

108. لديك 20.0 mL من محلول حمض ضعيف، HX، و $K_a = 2.14 \times 10^{-6}$. وقد وجد أن pH للمحلول 3.800. ما كمية الماء المقطر التي يجب إضافتها إلى المحلول لرفع pH إلى 4.000؟



الشكل 34-5

114. كيف يتغير متوسط pH للسنوات 2003م - 1990م؟

115. احسب $[\text{H}^+]$ لأدنى وأعلى pH مسجلة على الرسم البياني. وكم مرة تزيد حمضية ماء المطر الأكثر حمضية على حمضية ماء المطر الأقل حمضية؟

116. ما قيمة pH في عام 2003م؟ وما مقدار التغير في متوسط pH بين عامي 1990 و 2003م؟

4. بروميد الهيدروجين HBr حمض قوي ومادة أكالة شديدة.

ما pOH لمحلول HBr الذي تركيزه 0.0375 M ؟

- 12.574
- 12.270
- 1.733
- 1.433

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 5 إلى 7.

ثوابت التآين وبيانات pH لبعض الأحماض العضوية الضعيفة		
الحمض	pH محلول تركيزه 1.000 M	K_a
HA	1.87	1.78×10^{-4}
HB	?	3.55×10^{-3}
HX	2.43	?
HD	1.09	7.08×10^{-3}
HR	2.01	9.77×10^{-5}

5. أي حمض أقوى؟

- HA
- HB
- HX
- HD

6. ما ثابت تأين حمض HX؟

- 1.0×10^{-5}
- 2.43×10^0
- 3.72×10^{-3}
- 7.3×10^4

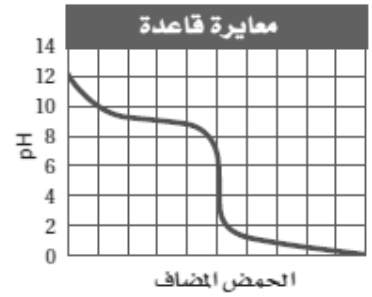
7. ما قيمة pH لمحلول حمض السيانوايثانويك الذي

تركيزه 0.40 M ؟

- 2.06
- 1.22
- 2.45
- 1.42

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و 2.



1. ما قيمة pH عند نقطة التكافؤ لهذه المعايرة؟

- 10
- 9
- 5
- 1

2. ما الكاشف الأكثر فاعلية لتحري نقطة النهاية لهذه

المعايرة؟

- الميثيل البرتقالي الذي مداه 3.2 - 4.4
- فينولفثالين الذي مداه 8.2 - 10
- البروموكريسول الأخضر الذي مداه 3.8 - 5.4
- الثايمول الأزرق الذي مداه 8.0 - 9.6

3. ينتج التنفس الخلوي 38 mol تقريباً من ATP مقابل

كل مول يستهلك من الجلوكوز:



إذا كان كل 1 mol من ATP ينتج 30.5 kJ من الطاقة فما

كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من قطعة حلوى

تحتوي على 130.0 g من الجلوكوز؟

- 27.4 kJ
- 836 kJ
- 1159 kJ
- 3970 kJ

أسئلة الاختيار من متعدد

1. c
2. c
3. b
4. a
5. d
6. c
7. d



أسئلة الإجابات المفتوحة

10. أضيف 5.00 mL من HCl تركيزه 6.00 M إلى 95.00 mL من الماء النقي، وأصبح الحجم النهائي للمحلول 100 mL. ما قيمة pH للمحلول؟
11. محلول مائي منظم بحمض البنزويك C_6H_5COOH وبنزوات الصوديوم C_6H_5COONa ، تركيز كل منهما 0.0500 M. فإذا كان K_a لحمض البنزويك يساوي 6.4×10^{-5} ، فما قيمة pH للمحلول؟

ماذا نعني بقولنا: إن قيمة K_{eq} أكثر من 1؟

- a. هناك مواد متفاعلة أكثر من النواتج عند الاتزان.
b. هناك نواتج أكثر من المواد المتفاعلة عند الاتزان.
c. سرعة التفاعل الأمامي عالية عند الاتزان.
d. سرعة التفاعل العكسي عالية عند الاتزان.

أسئلة الإجابات القصيرة

9. الأحماض والقواعد الشائعة استعمل البيانات الموجودة في الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة الآتية:

المادة	pH
الأمونيا المنزلية	11.3
عصير الليمون	2.3
مضاد الحموضة	9.4
الدم	7.4
المشروبات الغازية	3.0

- a. أي مادة أكثر قاعدية؟
b. أي مادة أقرب إلى التعادل؟
c. أي مادة تركيز $[H^+]$ فيها $4.0 \times 10^{-10} M$ ؟
d. أي مادة قيمة pOH لها 11.0؟
e. كم مرة تزيد قاعدية مضاد الحموضة على قاعدية الدم؟

8. b

أسئلة الإجابات القصيرة

9. a. الأمونيا المنزلية.
b. الدم.
c. مضاد الحموضة.
d. المشروبات الخفيفة.
e. 100 مرة.

أسئلة الإجابات المفتوحة

10. PH=0.523

11. PH=4.19