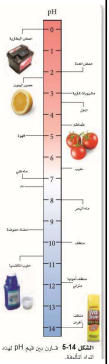
الوحدة

الأحماض والقواعد

القسم الأول — مقدمة في الأحماض والقواعد

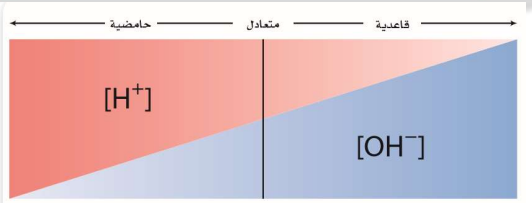
القسم الثاني — قوة الأحماض والقواعد

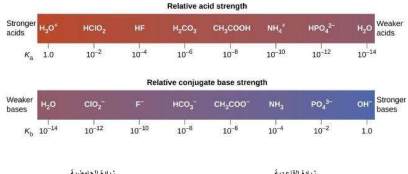
القسم الثالث — أيونات الهيدروجين والـ PH

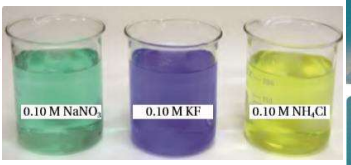


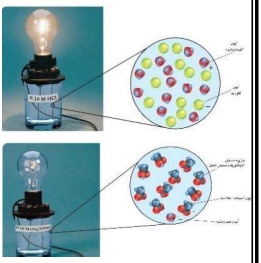
الشكل 5-14 قارن بين قيم pH لهذه المواد الشائعة

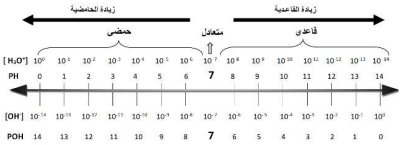
القسم الرابع — التعادل

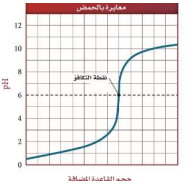












إعداد
أ / إبراهيم النجار

القسم 1
مقدمة فى الأحماض والقواعد

تطبيقات حياتية للأحماض:

أحماض و تطبيقات حياتية

حمض الأستيك / حمض الخليك / حمض الإيثانويك

$CH_3COOH - C_2H_4O_2 - H\,C_2H_3O_2$

الطعم الحامض للخل

حمض الكربونيك + حمض الفوسفوريك

$H_3PO_4 \quad - \quad H_2CO_3$

(المشروبات غازية) النكهة الحامضية اللاذعة.

حمض السيتريك + حمض الأسكوربيك

الليمون - البرتقال - الجريب فروت - كثير من عصائر الفواكه

حمض الميثانويك / الفورميك / النمليك

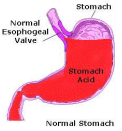
$HCOOH - CH_2O_2 - H\,CHO_2$

حمض يطلقه النمل ليحذر أفراد المستعمرة لخطرٍ وشيك .

حمض الهيدروكلوريك

(حمض المورياتيك)

HCl



حمض المعدة يساعد في عملية الهضم/تنظيف الطوب والخرسانة

حمض الكبريتيك

H_2SO_4

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 يحوّل كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) من مادة صلبة لا تذوب في الماء إلى مادة ذائبة في الماء(كبريتات الكالسيوم)

$CaCO_{3(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow CaSO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

تطبيقات حياتية للقواعد :

قواعد وتطبيقات حياتية

هيدروكسيد الصوديوم NaOH

فتح أنابيب الصرف الصحي المسدودة / صناعة الصابون

***حليب المغنيسيا** (معلق مائي لهيدروكسيد الماغنسيوم) $Mg(OH)_2$

***هيدروكسيد الألومنيوم** $Al(OH)_3$

***كربونات الصوديوم الهيدروجينية** (بيكربونات الصوديوم) $NaHCO_3$

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

الأمونيا NH_3 (رائحة حادة)= محلول مائي لغاز الأمونيا NH_4OH.

في بعض المنظفات المنزلية

تدريبات : تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 – المسئول عن الطعم الحامض للخل :

أ – حمض الأستيك ب – حمض الكربونيك

ج – حمض الفوسفوريك د – حمض الفورميك

2 – المسئول عن النكهة الحامضية اللاذعة :

أ – حمض الأستيك ب – حمض الكربونيك

ج – حمض الفوسفوريك د – (ب،ج)

3 – الحمض الأكثر تواجداً في الحمضيات مثل الليمون والبرتقال

أ – حمض السيتريك ب – حمض الأستيك

ج – حمض الأسكوربيك د – (أ ، ج)

4 – حمض يطلقه النمل ليحذر أفراد المستعمرة لخطرٍ وشيك :

أ – حمض الأستيك ب – حمض الكربونيك

ج – حمض الفوسفوريك د – حمض الفورميك

5 – الحمض المتواجد في المعدة ، وفي حياتنا يُستخدم في تنظيف الطوب والخرسانة

أ – حمض الكبريتيك ب – حمض الهيدروكلوريك

ج – حمض الأسكوربيك د – حمض الأستيك

6 – حمض المورياتيك هو

أ – حمض الكبريتيك ب – حمض الهيدروكلوريك

ج – حمض الأسكوربيك د – حمض الأستيك

7 – أي من الأحماض التالية مخالف للتركيب الكيميائي لباقي الأحماض

أ – حمض الأستيك ب – حمض الخليك

ج – حمض الإيثانويك د – حمض الهيدروكلوريك

8 – أي من الأحماض التالية مخالف للتركيب الكيميائي لباقي الأحماض

أ – حمض الفورميك ب – حمض الخليك

ج – حمض النمليك د – حمض الميثانويك

9 – الحمض الناتج من سقوط المطر الحمضي

أ – حمض الكبريتيك ب – حمض الهيدروكلوريك

ج – حمض الأسكوربيك د – حمض الأستيك

10 – يُستخدم في فتح أنابيب الصرف الصحي المسدودة / صناعة الصابون :

أ – هيدروكسيد الصوديوم ب – هيدروكسيد المغنسيوم

ج – هيدروكسيد الألمونيوم د – بيكربونات الصوديوم

11 – أي من القواعد التالية لا تُستخدم في مضادات الحموضة

أ – هيدروكسيد الصوديوم ب – هيدروكسيد المغنسيوم

ج – هيدروكسيد الألمونيوم د – بيكربونات الصوديوم

12 – أي من القواعد التالية تُستخدم في المنظات المنزلية

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
الخواص الفيزيائية		
المذاق	مذاق **حامض**	مذاق **مر** / ملمس صابوني أو (ملمس زالق)
	الماء النقي (المقطر)**لا يوصل الكهرباء لأنه لا يحتوي على أيونات حرة الحركة** ، والأيونات الحرة الحركة هي المسئولة عن توصيل (نقل) التيار الكهربائي .	
التوصيل الكهربي	**مقدمة هامة جدا** : الأحماض والقواعد ومعظم الأملاح هي مركبات تُشكل 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 .** $HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ **الحمض الضعيف :غير تام التأين (تأين جزئي) في المحلول المائي ، وينتج قِلة من الأيونات حرة الحركة .** $HCN_{(g\ or\ l)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$ القاعدة تتفكك في المحلول المائي : (التفكك : **هو انفصال أيونات المركب الأيوني)** **القاعدة القوية : تامة التفكك في المحلول المائي ، وتُنتج وفرة من الأيونات حرة الحركة .** **مثال :** $NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ **القاعدة الضعيفة :غير تام التفكك (تفكك جزئي) أو غير تامة التأين (تأين جزئي)في المحلول المائي ، وتُنتج قِلة من الأيونات حرة الحركة .** $NH_4OH_{(aq)} \xrightleftharpoons{H_2O_{(l)}} NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	
	علل : محاليل الأحماض موصلة للتيار الكهربائي (الكتروليتات) : لأن الحمض يتأين في المحلول المائي ، وينتج أيونات حرة الحركة والأيونات الحرة الحركة هي المسئولة عن(نقل)مرور التيار الكهربي . **مثال :** $HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ $HCN_{(g\ or\ l)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$	**علل : محاليل القواعد موصلة للتيار الكهربائي (الكتروليتات) : لأن القواعد تتفكك في المحلول المائي ، وينتج أيونات حرة الحركة والأيونات الحرة الحركة هي المسئولة عن مرور(نقل) التيار الكهربي .** **مثال :** $NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ $NH_4OH_{(aq)} \xrightleftharpoons{H_2O_{(l)}} NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
	علل : المحاليل المائية للأحماض القوية موصلة جيدة للتيار الكهربائي (الكتروليتات قوية) : لأن الحمض القوي تام التأين في المحلول المائي ، وينتج وفرة من الأيونات حرة الحركة . **مثال :** $HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$	**علل :المحاليل المائية للقواعد القوية موصلة جيدة للتيار الكهربائي(الكتروليتات قوية)علل لأنها تتفكك كلياً في المحلول المائي وتنتج وفرة من أيونات حرة الحركة.** **مثال :** $NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
	علل : المحاليل المائية للأحماض الضعيفة موصلة رديئة للتيار الكهربائي (الكتروليتات ضعيفة) : لأن الحمض الضعيف غير تام التأين في المحلول المائي ، وينتج قلة من الأيونات حرة الحركة . **مثال:** $HCN_{(g\ or\ l)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$	**علل : المحاليل المائية للقواعد الضعيفة موصلة رديئة للتيار الكهربائي (الكتروليتات ضعيفة) : لأن القاعدةالضعيفة غير تام التأين أو التفكك في المحلول المائي ، وينتج قلة من الأيونات حرة الحركة .** **مثال :** $NH_4OH_{(aq)} \xrightleftharpoons{H_2O_{(l)}} NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
	علل : محاليل الأحماض والقواعد موصلة للتيار الكهربائي (إلكتروليتية) : لأنها تحتوي على وفرة من الأيونات الحرة (الناتجة من تفكك القاعدة وتأين الحمض) ، والأيونات الحرة هي المسئولة عن توصيل التيار الكهربائي. **علل : المحاليل المائية لحمض (الهيدروفلوريك ، الأسيتيك) وقاعدة هيدروكسيد الأمونيوم تعتبر الكتروليتات ج : لأنها تحتوي على قلة من الأيونات الحرة (الناتجة من تفكك القاعدة وتأين الحمض) .** **علل : ليس كل إلكتروليت قوي هو حمض قوي أو قاعدة قوية :لأنه يوجد من بين المركبات ما يتفكك بشكل تام في المحاليل المائية ولا يعتبر من الأحماض أو القواعد مثل: NaCl ملح محلوله المائي الكتروليت قوي .**	

الخواص الكيميائية

تأثير الكواشف (صبغة تباع الشمس)	تغير ألوان الكواشف :	تغير ألوان الكواشف :
هي واحدة من الأصباغ التي يشيع استخدامها في تمييز محاليل الأحماض والقواعد	☺ الحمض يحمر ورقة تباع الشمس الزرقاء	☺ القاعدة تزرق ورقة تباع الشمس الحمراء
	☺ 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 – تزرق 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 – تزرق 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

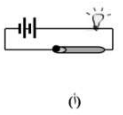
ج – محلولها يوصل التيار الكهربائي بصورة رديئة

د – الكتروليت ضعيف

هـ – تزرق ورقة تباع الشمس الحمراء

و - جميع ما سبق

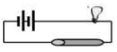
105 - ما الدائرة الكهربية التي تحتوي على مادة الكتروليتية ؟



(أ)

(ب)

(ج)



(د)

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

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

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

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

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

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

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

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

15 - أي خاصة مما يلي <u>لا تميز</u> الأحماض

أ - ينتج أيونات OH^- ب - يتأين في الماء ج - يغير ألوان الكواشف د - ينتج أيونات الهيدرونيوم في الماء

16 - ملمس القواعد:

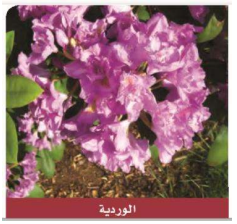
أ-خشن ب- رطب ج-صابوني د-جاف

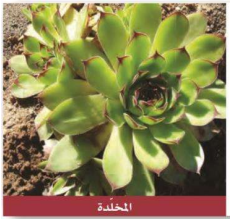
التفاعلات الكيميائية للأحماض والقواعد

تفاعلات التعادل	تتفاعل الأحماض مع القواعد لتنتج الأملاح والماء. قاعدة هامة: حمض + قاعدة → ملح + ماء مثال: $HCl_{(ag)} + NaOH_{(ag)} \rightarrow NaCl_{(ag)} + H_2O_{(l)}$	
تفاعل الأحماض مع الفلزات النشطة	تتفاعل الفلزات النشطة مع محاليل الأحماض ، وتطلق غاز الهيدروجين H_2 $Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + \mathbf{H_{2(g)}}$ $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + \mathbf{H_{2(g)}}$ $Ba_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow BaSO_{4(aq)} + \mathbf{H_{2(g)}}$	لاحظ : الفلزات غير النشطة مثل (Au-Ag-Cu-Pt-Hg)
تفاعل الأحماض مع كربونات الفلزات	♥ يستعمل الجيولوجيون محلول حمض الهيدروكلوريك HCl للتعرف إلى الصخر الحجري (الجيري) (كربونات الكالسيوم $CaCO_3$) ، حيث ينتج فقاعات من غاز ثاني أكسيد الكربون . $HCl_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$ $HBr_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow$	
تفاعل الأحماض مع كربونات الفلزات الهيدروجينية	♥ تتفاعل محاليل الأحماض مع كربونات الفلزات وكربونات الفلزات الهيدروجينية منتجة غاز ثاني أكسيد الكربون $CH_3COOH_{(aq)} + NaHCO_{3(s)} \rightarrow CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)} + \mathbf{CO_{2(g)}}$ صودا الخبيز (كربونات صوديوم هيدروجينية) (حمض الأستيك ذائب في الخل)	

ملاحظة : **النباتات تحتاج لتربة خاصة :**

نبات الوردية : يحتاج لتربة معتدلة الحموضة ، نبات المخلدة"الدجاج والكتاكيت" : يحتاج لتربة قاعدية قليلاً



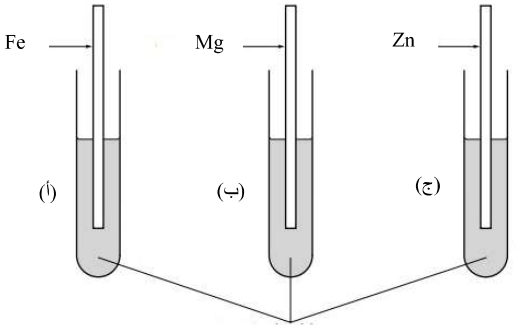


ملاحظة هامة : لا تحاول أبداً التعرف على أي من الأحماض والقواعد في المختبر عبر تذوقها أو لمسها .

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 المخلدة 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،فأي 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 كيميائيا فقط

الأيونات المتفرجة : هي الأيونات التي لم تتغير كيميائياً

س : اكتب المعادلة بالصيغ والمعادلة الأيونية الصرفة للتفاعل بين $NaOH_{(aq)}$ و $HCl_{(aq)}$

المعادلة بالصيغ : .....

المعادلة الأيونية العامة : .....

الأيونات المتفرجة : .....

المعادلة الأيونية الصرفة : .....

س : اكتب المعادلة بالصيغ والمعادلة الأيونية الصرفة للتفاعل بين $Al_{(s)}$ و $H_2SO_{4\,(aq)}$

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 :

$$CaCO_{3(s)} + HI_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

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 جزئ ماء لآخر

أو عملية يتم فيها تأين الماء جزيئا إلى أيونات هيدروكسيد وبروتون

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

ومن المعادلة: نجد أن: عدد أيونات H_3O^+ = عدد أيونات OH^-

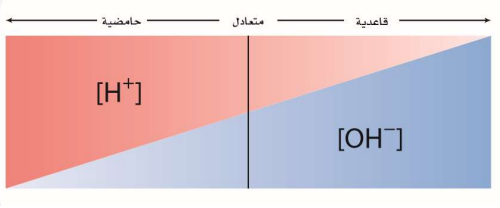
$\therefore$ الماء متعادل

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

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 .**

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



الشكل 3-5 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 إلّا أن محلوله يحتوي على أيونات هيدروكسيد OH^- .

علل و ناقش :على الرغم من أن محلول NaOH قاعدي التأثير إلّا 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 $C_6H_5NH_2$)

نظريات الأحماض والقواعد

أرهينيوس — برونشتد – لوري — لويس

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 الهيدرونيوم 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)
$HNO_{3(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$	$CH_3COOH_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$
$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$	$HCN_{(g\ or\ l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$

التوصيل الكهربائي لمحاليل الأحماض

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

علل : **محلول HCl في الماء يمثل حمض أرهينيوس** لأنه ينتج وفرة من البروتونات (أيونات الهيدرونيوم) 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 يذيب الشبيه)،وبالتالي لن يعطي أيونات الهيدروجين الموجبة(الهيدرونيوم) حامضية التأثير .

علل: تقل فرصة وجود أيون الهيدروجين (H^+) منفرداً في المحاليل المائية(لا يتواجد أيون الهيدروجين بالكامل في المحلول المائي) . لأن H^+ ينجذب للزوج الحر من الكترونات ذرة الأكسجين في جزئ الماء فيتكون أيون الهيدرونيوم

$$H_2O: + H^+ \rightarrow H_3O^+$$

ملاحظة : (H_3O^+ = أيون هيدروجين مائي = أيون الهيدرونيوم = بروتون متميأ)

2 – (**قاعدة أرهينيوس**) مادة تحتوي على مجموعة الهيدروكسيد OH^-، وتتفكك (تنفصل) 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 .	
$KOH_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	**من سلبيات (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 .
$Sr(OH)_{2(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Sr^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$	**ملاحظة** : تُعد كربونات الصوديوم هي المسئولة عن قاعدية بحيرة ناترون في تنزانيا

الشكل 5-5 تعد بحيرة ناترون في تنزانيا تجمعًا طبيعيًا للمياه القاعدية. حيث تصب المياه في البحيرة حاملة معها كميات كبيرة من كربونات الصوديوم الذائبة من الصخور البركانية المحيطة دون أن تجد لها مخرجًا. ويزيد التبخر من تركيز هذا الملح، مخلفًا 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 قِلّة من أيونات القواعد ، فتوصل التيار الكهربائي بصورة رديئة ، فيكون محلول القاعدة الكتروليت ضعيف

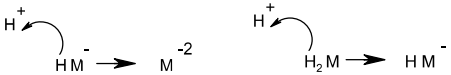
س : اختيار من متعدد :

س	ج
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 <u>بشكل تام</u> 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	

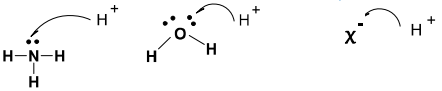
ثانياً : أحماض وقواعد برونشتد – لوري

اقترح 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)(كاتيون هيدروجين H^+)من كل جزئ .



2 – (قاعدة برونشتد – لوري) مادة مستقبلة لأيون الهيدروجين (البروتون)(كاتيون هيدروجين H^+)من كل جزئ



مناقشة:

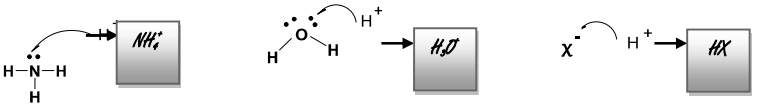
$$HCl + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

$$HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$$

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

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 :

$$HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$$

$$HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$$

حمض برونشتد – لوري | قاعدة برونشتد - لوري | حمض مرافق | قاعدة مرافقة

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

$$HF_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows H_3O^+_{(aq)} + F^-_{(aq)} \quad \text{- 1}$$

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \quad \text{- 2}$$

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

الماء مادة أمفوتيرية (مترددة)

كيف تحدد المادة الأموفوتيرية ؟

س : حلل المعادلات التالية ، ووضع عليها المفاهيم السابقة :

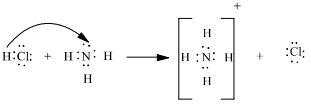
ملاحظة : يُستعمل فلوريد الهيدروجين في صنع مركبات متنوعة تحتوي على الفلور ، مثل الطلاء غير اللاصق في أدوات الطبخ .

أ - $HF_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$

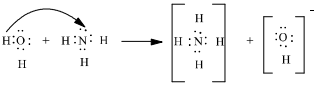
ب - $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

ج - $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

د - $HCl + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$



هـ - $H_2O_{(l)} + NH_{3(aq)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$



و - $H_2O_{(l)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$

ل - $NH_2^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_{3(aq)} + OH^-_{(aq)}$

م - $HF_{(aq)} + HS^-_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(aq)} + F^-_{(aq)}$

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

تتفاعل العديد من أنيونات المركبات الأيونية المحلولة بمثابة القواعد كما يلي : $Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)}$

1 - يتفاعل أيون الكربونات كقاعدة في الماء : $CO_3^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows HCO_3^-{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

2 ـ يتفاعل أيون الكربونات مع أحماض أخرى : $CO_3^{2-}{}_{(aq)} + HF^-_{(aq)} \leftrightarrows F^-_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)}$

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

الحمض	القاعدة المرافقة	القاعدة	الحمض المرافق
HCl		H_2O	
H_3O^+		OH^-	
H_2O		O^{2-}	
OH^-		NH_3	
NH_4^+		CO_3^{2-}	
HPO_4^{2-}		HPO_4^{2-}	

الجدول 1-5 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_2SO_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_3COOH	أيون الإيثانوات	CH_3COO^-
حمض الفوسفوريك	H_3PO_4	أيون ثنائي هيدروفوسفات	$H_2PO_4^-$
أيون ثنائي هيدروفوسفات	$H_2PO_4^-$	أيون الهيدروفوسفات	HPO_4^{2-}
أيون الهيدروفوسفات	HPO_4^{2-}	أيون الفوسفات	PO_4^{3-}
حمض الكربونيك	H_2CO_3	أيون الكربونات الهيدروجينية	HCO_3^-
أيون الكربونات الهيدروجينية	HCO_3^-	أيون الكربونات	CO_3^{2-}

س : اختيار من متعدد :

س	ج
1 ـ أي تعريف للأحماض والقواعد يركز على دور البروتونات؟ أ ـ برونشتد ولوري ب ـ لويس. ج ـ أرهينيوس. د ـ فارادي.	
2 ـ حمض برونشتد ـ لوري: أ ـ مستقبل زوجا من الالكترونات. ب ـ مانح زوجا من الالكترونات. ج ـ مستقبل بروتونا. د ـ مانح بروتونا.	
3 ـ أي المواد في المعادلة $HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ ، تعد حمض برونشتد ـ لوري أ ـ HCl ب ـ H_2O ج ـ Cl^- د ـ لا حمض فيما سبق.	
4 ـ قاعدة برونشتد ـ لوري: أ ـ منتجة أيون OH^- ب ـ مستقبلة بروتونات. ج ـ مانحة زوجا من الالكترونات. د ـ مستقبلة زوجا من الالكترونات.	
5 ـ في التفاعل $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$ ، يعتبر H_2O: أ ـ حمض برونشتد ـ لوري. ب ـ قاعدة لويس. ج ـ قاعدة برونشتد ـ لوري. د ـ حمض أرهينيوس.	
6 ـ في المعادلة $HCl_{(aq)} + NH_{3(aq)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ يوجد تفاعل: أ ـ حمض ـ قاعدة أرهينيوس ب ـ حمض ـ قاعدة برونشتد ولوري ج ـ استبدال أحادي د ـ ترسيب	
7 ـ التفاعل $KCl + H_2O \rightarrow HCl + KOH$ هو تفاعل: أ ـ استبدال أحادي ب ـ تفكك ج ـ حمض ـ قاعدة برونشتد ـ لوري	

8 - أي المواد في المعادلة $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$ حمض برونشتد – لوري :

أ - CH_3COOH ب- CH_3COO^- ج- H_2O د- H_3O^+ , CH_3COO^-

9 - أي المواد في المعادلة $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$ حمضا برونشتد – لوري :

أ - CH_3COOH ب- CH_3COO^- ج- H_2O د- H_3O^+ , CH_3COOH

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 $HF + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + F^-$ يكون الزوج المرافق (الحمض – القاعدة) هو :

أ - H_2O / HF ب- HF / F^- ج- H_3O^+ / HF د- H_2O / 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 أمفوتيرة 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 - HCl /H_3O^+ ب- H_3O^+/ NH_3 ج- Na_2O / $NaOH$ د- NH_4^+/NH_3

19 – في المعادلة التالية $CH_3COOH + CO_3^{2-} \leftrightarrows CH_3COO^- + HCO_3^-$ أي من الأزواج التالية يعد زوجاً مترافقاً :

أ - CO_3^{2-} , CH_3COO^- ب- CO_3^{2-} , HCO_3^- ج- CH_3COOH , HCO_3^- د- CO_3^{2-} , CH_3COOH

س4 : كلمة غير منسجمة مع التبرير :

1 - HCN - H_2O - H_2SO_4 - HCl

الكلمة غير المنسجمة : H_2O التبرير : حمض وقاعدة برونشتد- لوري ، والباقي حمض برونشتد-لوري ، وحمض أرهينيوس

2 - 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:

a. $NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

b. $HBr_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+{}_{(aq)} + Br^-{}_{(aq)}$

c. $CO_3{}^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO_3{}^-{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$

4. **تحفيز** إذا علمت أنّ نواتج تفاعل حمض مع قاعدة هي H_3O^+ و SO_4^{2-}.
اكتب معادلة موزونة للتفاعل، وحدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة.

الأحماض الأحادية والمتعددة البروتون

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

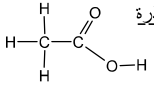
مثال 1 : $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

أمثلة : $HBr , HClO_4 , HNO_3 , CH_3COOH$

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

أ – KOH ب - H_2SO_4 ج - CH_3COOH د - H_3PO_4

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 $O^{-\delta} - H^{+\delta}$ التساهمية قطبية ، فتتأين ذرة هيدروجين واحدة .



علل : على الرغم من أن البنزين C_6H_6 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 فارق 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 H_2CO_3 والكبريتيك H_2SO_4 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.

$$H_2SO_{4(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + HSO_4^-{}_{(aq)}$$ (درجة التأين كبيرة جداً)

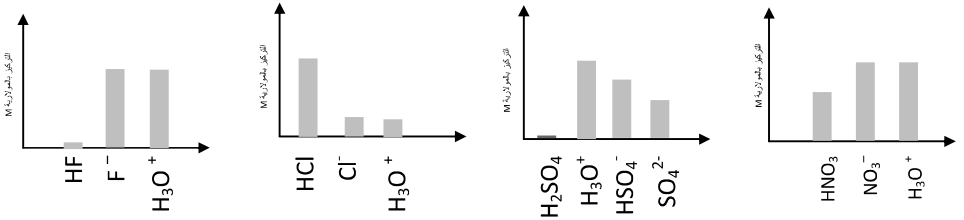
لاحظ : تأين الحمض المتعدد البروتون متعددة المراحل

يتأين حمض الكبريتيك تماما إلى أيون الكبريتات الهيدروجينية والهيدرونيوم فقط

$$HSO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)}$$ (درجة التأين صغيرة)

يحتوي هذا المحلول علي 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 صحيحا للتعبير عن المحلول المائي للحمض :



تخير: المحلول المائي لحمض الكبريتيك 0.1M يحتوي على :

أ - H_3O^+ فقط ب - SO_4^{2-} فقط ج - H_3O^+ , HSO_4^- فقط د – H_3O^+ , SO_4^{2-} , HSO_4^-

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 خطوتي تأين حمض الفسفوريك في محلول مائي مخفف مع مقارنة درجات التأين لكل من خطوتي التأين لحمض الفسفوريك.

$$H_3PO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + H_2PO_4^-{}_{(aq)} \quad \text{(درجة تأين ضعيفة)}$$

$$H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HPO_4^{2-}{}_{(aq)} \quad \text{(درجة تأين أضعف)}$$

$$HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)} \quad \text{(درجة تأين أضعف جدا)}$$

$$H_3PO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 3H_3O^+_{(aq)} + PO_4^-{}_{(aq)}$$

لاحظ : حمض الفوسفوريك ضعيف في كل مراحل تأينه.

س : رتّب تصاعديا تركيز كل من: $H_3PO_{4(aq)} \leftarrow H_2PO_4^-{}_{(aq)} \leftarrow HPO_4^{2-}{}_{(aq)} \leftarrow PO_4^{3-}{}_{(aq)}$

س : بديل غير منسجم:

H_2SO_4 , HBr , HF , HCl

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

HBr . HNO_3 , H_2S , $HClO_4$

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

H_2SeO_4 , H_3PO_4 , H_2SeO_3 , H_3PO_3

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 حسب نظرية برونشتد لوري .

مثال : $HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H(OH)_{(l)}$

حمض أرهينيوس — قاعدة أرهينيوس

حمض برونشتد - لوري — قاعدة برونشتد – لوري

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

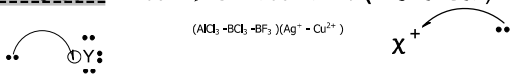
مثال : $HCl_{(aq)} + NH_{3(g)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$

حمض أرهينيوس — قاعدة أرهينيوس

حمض برونشتد - لوري — قاعدة برونشتد – لوري

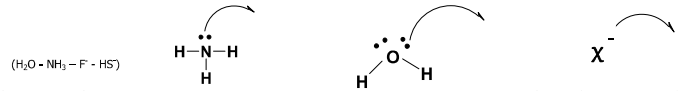
لذلك : قام العالم لويس بتطوير نظرية أكثر شمولية **معتمدة على مواقع الإلكترونات** في الجزيئات والذرات ، وطبق نظريته في تفاعلات الأحماض والقواعد ، **واقترح مفهوم الحمض والقاعدة** كما يلي :

1– حمض لويس مادة (أيون أوجزئ) **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 .

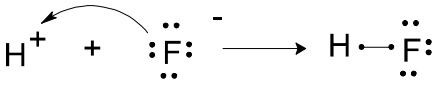
2– قاعدة لويس مادة (أيون أو جزئ) **يمنح زوجا من الإلكترونات** ليكون رابطة تساهمية تناسقية.



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 :



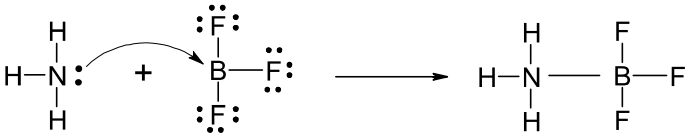
حمض لويس — قاعدة لويس

حيث يستقبل المدار الفارغ 1S زوجاً من الإلكترونات من أيون F^- — لأنه يعطي زوجاً من الإلكترونات غير المشترك ليكون الرابطة بين الهيدروجين والفلور في HF

(ناقش التفاعل من وجهة نظر برونشتد – لوري)

$H^+_{(aq)}$ يمكن اعتباره مانح للبروتون — F^- قاعدة برونشتد لوري لأنه مستقبل بروتون

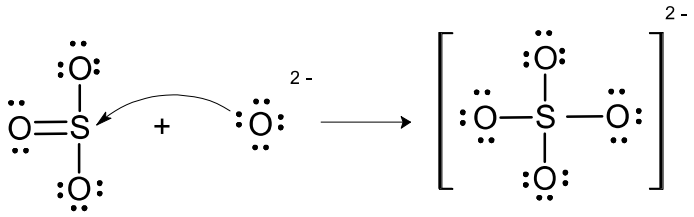
مثال 2 : تفاعل غاز ثالث فلوريد البورون BF_3 مع غاز الأمونيا :



قاعدة لويس حمض لويس

ذرة البورون لها 6 الكترونات 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 قاعدة لويس

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

ملاحظة هامة : **يُعد تفاعل SO_3 مع MgO مهماً لأنه** ينتج بلورات من **ملح كبريتات المغنسيوم** ، تُعرف باسم **ملح إبسوم**($MgSO_4.7H_2O$) الذي له استعمالات كثيرة مثل تخفيف آلام العضلات ، ومغذِي 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 .

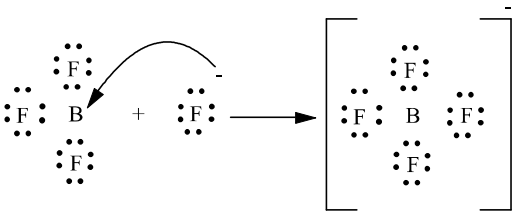
الشكل 10-5 يمكن إزالة ثالث أكسيد الكبريت – وهو أحد الغازات العادمة الناتجة عن احتراق الفحم الحجري بتفاعله مع أكسيد الماغنسيوم في تفاعل حمض وقاعدة لويس. لاحظ أنه رغم خروج كميات كبيرة من البخار من أبراج التبريد، إلاّ أنّ الذي يمكن رؤيته من المدخنة قليل.

الجدول 2-5 ملخص النظريات الثلاث للأحماض والقواعد

النظرية	تعريف الحمض	تعريف القاعدة
أرهينيوس	منتج H^+	منتج OH^-
برونستد – لوري	مانح H^+	مستقبل H^+
لويس	يستقبل زوجًا من الإلكترونات	يمنح زوجًا من الإلكترونات

مثال 4 :

$$BF_{3(aq)} + F^-_{(aq)} \rightarrow BF_4^-{}_{(aq)}$$



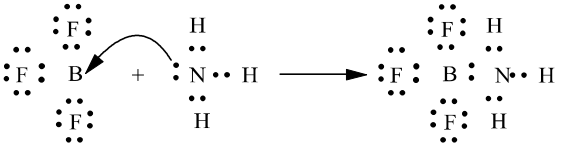
مثال 5 :

$$H^+_{(aq)} + :NH_{3(aq)} \longrightarrow [H-NH_3]_{(aq)} \text{ or } [NH_4]^+_{(aq)}$$

مثال 6 :

$$Ag^+_{(aq)} + 2\ :NH_{3(aq)} \longrightarrow [H_3N-Ag-NH_3]_{(aq)} \text{ or } [Ag(NH_3)_2]^+_{(aq)}$$

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 - مستقبلة بروتونات ج - مانحة زوجا من الالكترونات د - مستقبلة زوجا من الالكترونات	
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 $(Ni(H_2O)_n)^{2+}$ → $Ni^{2+} + nH_2O$ ، يعتبر H_2O : أ - حمض برونشتد- لوري ب - قاعدة برونشتد- لوري ج - حمض لويس د - قاعدة لويس	
9 - في التفاعل $(Ni(H_2O)_n)^{2+}$ → $Ni^{2+} + nH_2O$ ، يعتبر Ni^{2+} : أ - حمض برونشتد- لوري ب - قاعدة برونشتد- لوري ج - قاعدة لويس د - حمض لويس	
10 – المعادلة $(Ag(NH_3)_2)^+_{(aq)}$ → $Ag^+_{(aq)} + 2NH_{3(aq)}$ تمثل تفاعل: أ - حمض- قاعدة أرهينيوس ب - حمض- قاعدة لويس ج - حمض- قاعدة برونشتد- لوري د - ترسيب	
11 - التفاعل $(Ag(NH_3)_2)^+_{(aq)}$ → $Ag^+_{(aq)} + 2NH_{3(aq)}$ يعتبر 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 $H^+_{(aq)} + NH_{3(aq)} \leftrightarrows NH_4^+{}_{(aq)}$ تمثل الأمونيا قاعدة : أ - برونشتد–لوري ب - لويس ج - أرهينيوس د - برونشتد– لوري ولويس	
14 - التفاعل $KCl + H_2O$ → $HCl + KOH$ هو تفاعل: 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 $H^+_{(aq)} + NH_{3(aq)} \leftrightarrows NH_4^+{}_{(aq)}$ يمثل H^+ حمض : 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 ، ويكوّن حمض .

أو :هي قواعد منزوعة الماء . مثل : غاز CaO هي قاعدة هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ منزوعة الماء .
ويستطيع H_2O أن يتحد مع أكسيد الكالسيوم CaO ، ويكوّن قاعدة .

استنتاج : أكاسيد العناصر الفلزية تكوّن القواعد ، وأكاسيد العناصر اللافلزية تكوّن 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 سقوف الكهوف مخلفة الجير المذاب ، وهذا الجير يتكون على هيئة رقاقات جليدية تتلي من السقف وتسمى **الهوابط** .
5 – وتتكون كتل من كربونات الكالسيوم على أرض الكهف تُسمى **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 تتدلي 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

- تحدّد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد ما إذا كان المحلول حمضيًّا، أم قاعديًّا، 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 مستقبلة لأيون هيدروجين.
- حمض لويس مادة تستقبل زوجًا من الإلكترونات، بينما قاعدة لويس مادة تعطي زوجًا من الإلكترونات.

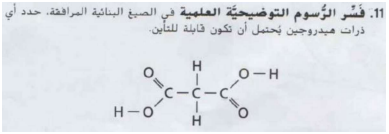
الفكرة الرئيسة

5. فسّر 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 حمضيًّا أم قاعديًّا أم متعادلاً؟
8. **اشرح** لماذا لا يصف العديد من المركبات التي تحتوي على ذرة هيدروجين أو أكثر بوصفها أحماض أرهينيوس؟
9. **حدّد** الأزواج المترافقة من الأحماض والقواعد في المعادلة الآتية:

$$HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$$

10. **اكتب** تركيب لويس لثالث كلوريد الفوسفور PCl_3. هل يعد PCl_3 حمض لويس، أم قاعدة لويس، أم غير ذلك؟

11. **فسّر الرُّسوم التوضيحيَّة العلمية** في الصيغ البنائية المرافقة. حدد أي ذرات هيدروجين يُحتمل أن تكون قابلة للتأين.



5. حمض لويس هو مستقبل لزوج من الإلكترونات، وقاعدة لويس هي مانحة لزوج من الإلكترونات. لا يحتوي حمض لويس على أيون هيدروجين، أو أيون هيدروكسيد قابل للتأين لكي يمكن اعتباره حمضًا 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 طعمًا حمضيًّا وتوصل الكهرباء. أمّا القواعد فطعمها مُرّ، وهي زلقة الملمس، وتوصل الكهرباء. الخواص الكيميائية: تتفاعل الأحماض مع الفلزّات لتنتج غاز الهيدروجين، كما أنها تحوّل لون تباع الشمس الأزرق إلى الأحمر. وتتفاعل القواعد مع الأحماض، وتحوّل لون تباع الشمس الأحمر إلى الأزرق.

7. يكون $[H^+] > [OH^-]$ في المحلول الحمضيّ، ويكون $[H^+] = [OH^-]$ في المحلول المتعادل، و $[H^+] < [OH^-]$ في المحلول القاعديّ، فيكون $[OH^-] > [H^+]$.

8. المركبات التي لديها ذرّة هيدروجين أو أكثر قابلة للتأين هي فقط أحماض أرهينيوس.

9. HNO_2 حمض و NO_2^- قاعدة مرافقة، H_2O قاعدة و H_3O^+ حمض مرافق.

10. يمتلك الفوسفور في PCl_3 ثلاثة إلكترونات يشاركها مع ثلاث ذرات كلور، وزوج إلكترونات غير مشترك، يعمل عمل قاعدة لويس.

تمارين الكتاب

إتقان المفاهيم

54. قارن بين المحاليل الحمضية والمتعادلة والقاعدية من حيث تركيز الأيونات.

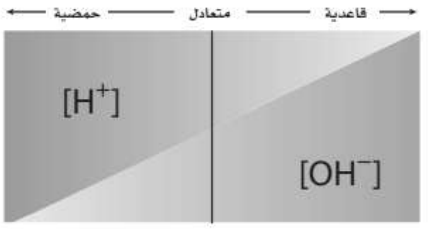
55. اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل التأين الذاتي للماء.

56. صنّف كلًّا مما يأتي إلى حمض أرهينيوس أو قاعدة أرهينيوس:

a. H_2S	c. $Mg(OH)_2$
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 28-5.



الشكل 28-5

59. اشرح الفرق بين الحمض الأحادي البروتون، والحمض الثنائي البروتون، والحمض الثلاثي البروتون، وأعط مثالاً 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.

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

55. $H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

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 القاعديّة تحتوي على تراكيز أعلى من أيونات الهيدروكسيد، وتعني المساحة الصغرى الحمراء أنّ المحاليل القاعديّة تحتوي أيضًا على أيونات الهيدروجين، ولكن بتركيز أقلّ 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: $[OH^-] < [H^+]$ ؛ متعادل: $[OH^-] = [H^+]$؛ قاعديّ: $[OH^-] > [H^+]$.

62. يعرّف نموذج لويس الحمض كمستقبل لزوج من الإلكترونات، في حين يعرّفه نموذج برونستد– لوري أنّه مانح لأيون هيدروجين.

إتقان حل المسائل

63.a. $Mg(OH)_{2(s)} \rightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

b. $Mg_{(s)} + 2HBr_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + MgBr_{2(aq)}$

c. $CH_3CH_2COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + CH_3CH_2COO^-_{(aq)}$

d. $HSO^-_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$

تدريبات إضافية

1 ـ أذكر خمس خصائص عامة للمحاليل الحمضية .

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

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

5 ـ 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 التيت تفككاً وتتأين وتعطي أيونات هيدروكسيد هي قواعد . فمثلاًHClحمض لأنه يتأين ويعطي كاتيون هيدروجين يكون مع الماء H_3O^+بينماNH_3ليست حمضاً مع وجود 3 ذرات هيدروجين بينم CH_3OH ليس حمضاً ولا قاعدة .)

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

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

$$H_2S \;-\; CH_3COOH \;-\; C_6H_5COOH \;-\; HNO_3 \;-\; H_3PO_4 \;-\; HCOOH - H_3PO_3$$

معيار التصنيف هو : عددالبروتونات

أحماض أحادية البروتون	أحماض ثنائية البروتون	أحماض ثلاثية البروتون

س : أ ـ اكتب معادلتي تبيّنان مرحلتي تأين حمض الكبريتوز في الماء .

ب ـ أي مرحلة تأين تنتج عادةً أيونات أكثر ؟

تمارين خارجية :

1 – في التفاعل التالي : $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$ **يُعتبر الماء :**

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

2 – المركبات التالية : $(CH_3)_2S$ & NF_3 & $(CH_3)_3P$

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

3 – الحمض حسب برونشتد و لوري :

أ – يكتسب الكترونات ب – يمنح الكترونات ج – يكتسب بروتونات د – يمنح بروتونات

4 – حمضا برونشتد – لوري في التفاعل التالي : $HPO_4^{--} + H_2CO_3 \leftrightarrows H_2PO_4^- + HCO_3^-$

أ - H_2CO_3 , $H_2PO_4^-$ ب – HPO_4^{--} , H_2CO_3

ج – HCO_3^- , $H_2PO_4^-$ د - H_2CO_3 , HCO_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 : صنّف المتفاعلات التالية إلى ما تراه مناسباً من أحماض أو قواعد (لويس/ برونشتد – لوري / أرهينيوس)

$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$,

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

$C_6H_5NH_2 + H_2O \leftrightarrows C_6H_5NH_3^+ + OH^-$,

$H^+_{(aq)} + NH_{3\,(aq)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)}$

كلمة غير منسجمة مع التبرير :

1 - NH_3 : / $Ca(OH)_2$ / NaOH / KOH

2 - Cl^- , F^- , KOH , H_2O

3 - Cl^- , BCl_3 , NF_3 , Br^-

4 - Ag^+ , F^- , $AlCl_3$, BF_3

5 - BF_3 , $AlCl_3$, NH_3: , BCl_3

6 - BCl_3 , $AlBr_3$, BF_3 , NH_3

تخير الإجابة الصحيحة :

1– أحد المركبات التالية يعتبر حمضاً تبعاً لنظرية لويس :

أ - H_2O ب - NH_3 ج - PF_3 د - $AlCl_3$

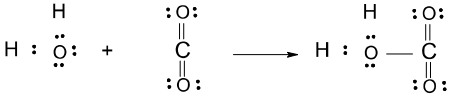
2– المركب الذي يعتبر مانحاً لزوج من الإلكترونات هو :

أ – حمض لويس ب – قاعدة لويس ج – حمض برونشتد د – ليس مما سبق

3– أي المواد التالية يعتبر حمض لويس :

أ – Cl^- ب - NH_3 ج – BF_3 د – كلها

4 - في التفاعل التالي :



يمكن اعتبار CO_2 أحد أحماض :

أ – برونشتد – لوري ب – أرهينيوس ج – برونشتد – لوري أو أرهينيوس د – لويس

5– في التفاعل التالي : $H_2SO_4 + HC_2H_3O_2 \rightleftharpoons H_2C_2H_3O_2^+ + HSO_4^-$

H_2SO_4 يمثل:

أ – حمض أرهينيوس ب – حمض برونشتد – لوري

ج – حمض لويس د – حمض برونشتد – لوري و لويس