

الوحدة الأولى : الحموض والقواعد وتطبيقاتها

الدرس الاول : الحموض والقواعد

خصائص الحموض:

- ★ طعمها حامض او لاذع
- ★ تحول ورقة تباع الشمس الى اللون الأحمر
- ★ توجد في الغذاء مثل حمض السيتريك الذي يوجد في الليمون والبرتقال والبندورة
- ★ توجد في المشروبات الغازية مثل حمض الكربونيك

خصائص القواعد:

- ★ طعمها مر وملمسها زلق
- ★ تحول ورقة تباع الشمس الى اللون الأزرق
- ★ توجد في الغذاء مثل الخضراوات : كالسبانخ والبروكلي والخيار وتوجد في بعض الفواكه : كالتفاح والمشمش والفراولة
- ★ تدخل في صناعة المنظفات مثل هيدروكسيد الصوديوم

تقسم الحموض الى نوعين:

الحموض القوية: هي الحموض التي تتأين (تتفك) كلياً عند اذابتها في الماء

أمثلة : $\text{HCl} / \text{HClO}_4 / \text{HI} / \text{HBr} / \text{HNO}_3 / \text{H}_2\text{SO}_4$

★ يكون السهم في المعادلة في اتجاه واحد (\rightarrow)

الحموض الضعيفة: هي الحموض التي تتأين (تتفك) جزئياً عند اذابتها في الماء

أمثلة : $\text{HNO}_2 / \text{HF} / \text{HCN} / \text{CH}_3\text{COOH} / \text{HClO}$

★ * يكون السهم في المعادلة في الاتجاهين (\rightleftharpoons)

المتقن في الكيمياء

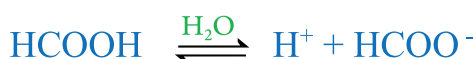
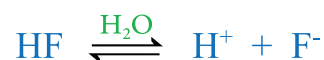
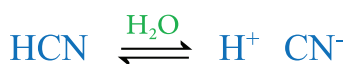
مفهوم أرهينيوس

تمكن العالم **أرهينيوس** من وضع تصور حول مفهوم كل من الحمض والقاعدة عن طريق دراسته التوصيل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية

حمض أرهينيوس: مادة تتأين في الماء وتنتج أيون الهيدروجين (H^+)



إذا كان الحمض قوي يتأين تأين كلي وينتج أيون الهيدروجين (H^+).



إذا كان الحمض ضعيف يتأين تأين جزئي وينتج أيون الهيدروجين (H^+).

★ ينطبق هذا المفهوم على جميع حموض أرهينيوس فهي تحتوي على ذرة هيدروجين أو أكثر ترتبط برابطة تساهمية قطبية بذرة أخرى ذات سالبية كهربائية عالية نسبياً أو مجموعة أيونية مما يسمح لها بالتأين في المحلول المائي.

سؤال: لماذا تتأين ذرة الهيدروجين الأخيرة التي تلي ذرة الأكسجين وليست الموجودة في البداية والتي ترتبط مع الكربون في الحمض الكربوكسيلي التالي CH_3COOH ؟

الجواب: لأن ذرة الهيدروجين الأولى ترتبط مع الكربون برابطة تساهمية غير قطبية مما يمنع تأينها أما ذرة الهيدروجين الأخيرة ترتبط مع الأكسجين برابطة تساهمية قطبية مما يسمح لها بالتأين

★ تنقسم الحموض من حيث عدد ذرات الهيدروجين القابلة للتأين إلى :

1- أحادي البروتون مثل: $HF / HI / HBr / CH_3COOH / HNO_3 / HCl$

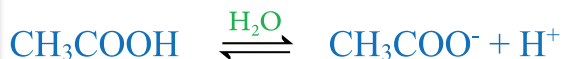
2- ثنائي البروتون مثل: $H_2SO_3 / H_2CO_3 / H_2SO_4$

3- ثلاثي البروتون: مثل H_3PO_4

المتقن في الكيمياء

سؤال فسر: تكون الحموض الكربوكسيلية مثل CH_3COOH احادية البروتون دائما ؟

لان ذرات الهيدروجين المرتبطة بالكربون برابطة تساهمية غير قطبية ليس لها القدرة على التأين أما ذرة الهيدروجين المرتبطة مع الاكسجين برابطة تساهمية قطبية لها القدرة على التأين لأن الاكسجين يمتلك سالبية كهربائية عالية.



سؤال: عشان تتأكد أنك فاهم

فسر السلوك الحمضي لكل من التالي حسب مفهوم أرهينيوس ؟



الربط مع الزراعة

حمض الكبريتيك H_2SO_4

- ★ عرف العرب حمض الكبريتيك في القرن الثامن الميلادي
- ★ اكتشفه العالم جابر ابن حيان وأطلق عليه اسم زيت الزاج
- ★ يستخدم في المجال الزراعي لزيادة حموضة التربة ومعالجة ملوحتها وتطهيرها من الفطريات

قاعدة أرهينيوس: مادة تتأين في الماء وتنتج أيون الهيدروكسيد (OH^-)



من الأمثلة على قواعد أرهينيوس هيدروكسيدات فلزات المجموعتين الاولى والثانية :

1- هيدروكسيدات المجموعة الاولى : تحتوي مجموعة هيدروكسيد واحدة

مثل: $\text{LiOH} / \text{NaOH} / \text{KOH}$

2- هيدروكسيدات المجموعة الثانية : تحتوي مجموعتين هيدروكسيد

مثل: $\text{Ba}(\text{OH})_2 / \text{Sr}(\text{OH})_2 / \text{Mg}(\text{OH})_2 / \text{Ca}(\text{OH})_2$

سؤال: عشان تتأكد أنك فاهم:

فسر السلوك القاعدي لكل من التالي حسب مفهوم ارهينيوس ؟ $\text{KOH} / \text{NaOH} / \text{LiOH}$

المتقن في الكيمياء

رغم الانجاز الكبير الذي حققه مفهوم أرهينيوس الا أن هناك قصور (عيوب / أوجه ضعف) في مفهومه وهي :

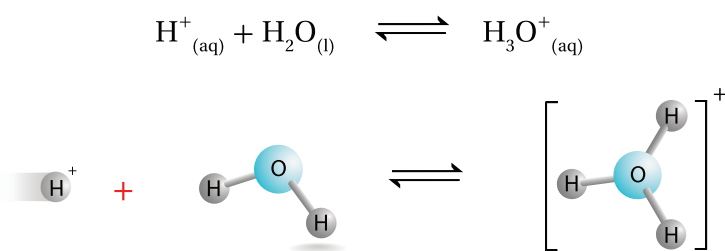
- 1- استطاع تفسير الحموض والقواعد في المحاليل المائية فقط
- 2- لم يتمكن من تفسير سلوك الحموض التي لا تحتوي H في تركيبها
- 3- لم يتمكن من تفسير سلوك القواعد التي لا تحتوي OH في تركيبها مثل NH_3 و N_2H_4
- 4- لم يتمكن من تفسير التأثير الحمضي او القاعدي لمحاليل الاملاح مثل NH_4Cl الحمضي او $NaHCO_3$ القاعدية
- 5- لم يتمكن من تفسير كثير من تفاعلات الحموض والقواعد مثل تفاعل HCl مع NH_3 الذي ينتج NH_4Cl الحمضي سواء في المحاليل او الحالة الغازية.

اتحقق صفحة (12):

- 1- اصنف المواد الاتية الى حموض وقواعد وفق مفهوم أرهينيوس :
 $HClO_4 / KOH / HNO_3 / HCOOH / Sr(OH)_2$
- 2- اكتب معادلة تبيين التأثير القاعدي لمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

أيون الهيدرونيوم: هو أيون ينتج من ارتباط أيون الهيدروجين H^+ بجزيء الماء برابطة تناسقية ويكتب H_3O^+

معادلة تكون أيون الهيدرونيوم :



سؤال مهم : فسر لا يمكن أن يوجد أيون الهيدروجين H^+ منفردا في المحلول المائي ؟

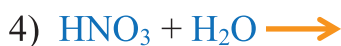
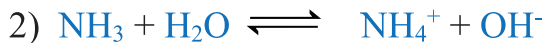
لأنه جسيم صغير جدا يحمل شحنة كهربائية عالية جدا (ذو كثافة كهربائية عالية) فلا يمكن أن يكون منفردا في المحلول المائي وانما يرتبط بجزيء الماء برابطة تناسقية مكون أيون الهيدرونيوم H_3O^+

المتقن في الكيمياء

مفهوم برونستد - لوري

حمض برونستد - لوري: هو مادة يمكنها منح البروتون H^+

قاعدة برونستد - لوري: هي مادة يمكنها استقبال البروتون H^+



نقاط مهمة للتمييز بين الحمض والقاعدة:

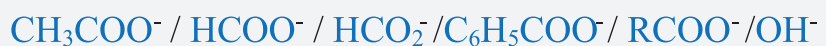
1- الأيونات الموجبة (حموض)



2- الأيونات السالبة والتي لا تحتوي على هيدروجين (قواعد)



3- الأيونات السالبة التي تحتوي على هيدروجين غير قابل للتأين (قواعد)

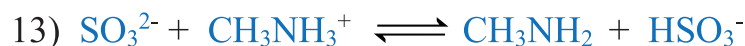
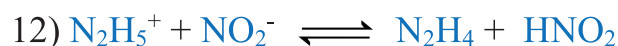
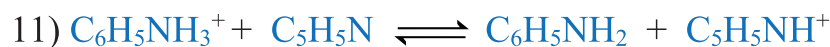
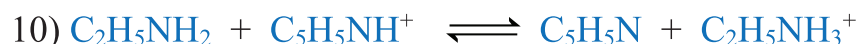
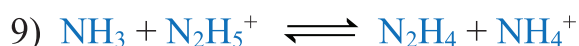
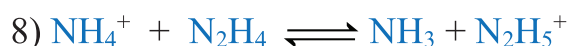


4- الأيونات السالبة التي تحتوي على هيدروجين قابل للتأين تكون (متردة)

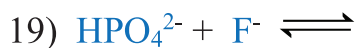
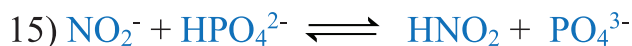
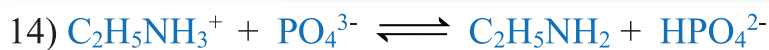


5- الماء H_2O يكون (متردد)

6- كل مركب متعادل يحتوي على N يكون قاعدة مثل: $CH_3NH_2 / N_2H_4 / NH_3$ باستثناء

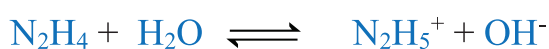


المتقن في الكيمياء

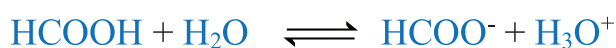


سؤال اتحقق صفحة 14

احدد الحمض والقاعدة في التفاعلين الآتيتين:



حمض قاعدة



حمض قاعدة

الربط مع العلوم الطبية (سر الطعم المر للأدوية)

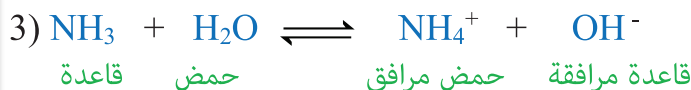
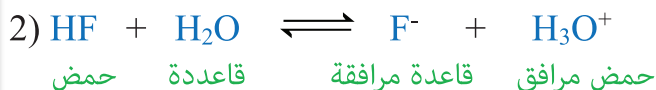
تتكون العديد من الأدوية من قواعد تسمى الامينات وهي مواد عضوية تشتق من الامونيا NH_3 فالمستخلص المر من لحاء الكينا مادة تسمى الكينين وهو من الامينات وقد استخدم في مكافحة الملاريا

الأزواج المترافقة

الحمض المرافق : هو المادة الناتجة عن استقبال القاعدة للبروتون

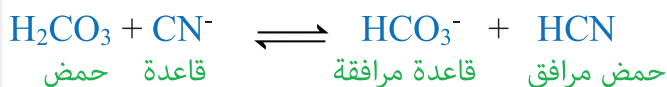
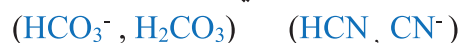
القاعدة المترافقة: هي المادة الناتجة عن منح الحمض للبروتون

★ يسمى الحمض وقاعدته المترافقة أو القاعدة وحمضها المرافق زوجا مترافقا



سؤال اتحقق صفحة 15 :

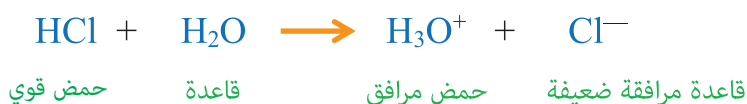
احدد الزوجين المترافقين في كل من التفاعلين الآتيين:



قوة الحمض والقاعدة

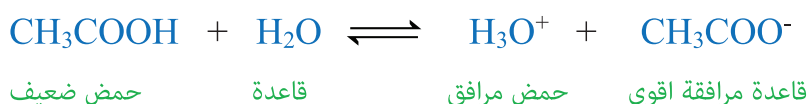
*تعتمد قوة الحمض على قدرته على التأين ومنح البروتون

1- الحمض القوي يتأين كلياً في المحلول ويكون التفاعل امامي ويتجه التفاعل نحو تكوين المواد الناتجة



- ★ الحمض القوي ← قاعدته المرافقة ضعيفة
- ★ الحمض الضعيف ← قاعدته المرافقة قوية
- ★ القاعدة القوية ← حمضها المرافق ضعيف
- ★ القاعدة الضعيفة ← حمضها المرافق قوي

2- الحمض الضعيف يتأين جزئياً في المحلول ويكون التفاعل منعكس ويتجه التفاعل نحو تكوين المواد الأضعف (موضع الاتزان يزاح جهة المواد الأضعف)



سؤال اتحقق صفحة 17:

اعتماداً على الجدول (3) اجيب عن الاسئلة الآتية:

1- احدد الحمض الاقوى بين الحموض الآتية :-



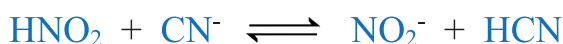
الحمض الاقوى هو HBr

2- احدد اي الحوض الآتية تكون قاعدته المرافقة هي الاقوى :-



الحمض الأضعف تكون قاعدته المرافقة قوية الحمض الأضعف هو: H_2S

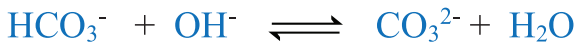
3- أحدد الجهة التي يزاح نحوها الاتزان في التفاعل الآتي:



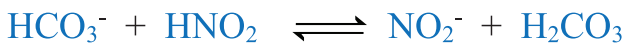
يزاح موضع الاتزان نحو المواد الأضعف لو قارنا قوة الحمض HNO_2 مع الحمض HCN نجد ان الحمض HCN هو الأضعف اذا يزاح موضع التزان نحوه اي نحو المواد الناتجة

سؤال اتحقق صفحة 17:

اكتب معادلتين كيميائيتين أوضح فيهما سلوك الأيون HCO_3^- مع كل من OH^- و HNO_2



حمض قاعدة



قاعدة حمض

المواد الامفوتيرية (المتردة): مواد تستطيع أن تتفاعل كحمض أو قاعدة تبعا للظروف الموجودة في التفاعل هناك مواد تسلك سلوكا حمضيا في تفاعلات وسلوكا قاعديا في تفاعلات اخرى مثل:

★ الماء (H_2O)

★ الايونات السالبة التي تحتوي على هيدروجين يمكن منحه مثل:



★ الأيون HCO_3^- يعتبر أمفوتيريا (متردد) لان الهيدروجين غير مرتبط بالكربون

ملاحظة مهمة: يستثنى من هذه المواد:

★ ايون الهيدروكسيد OH^-

★ الايونات السالبة التي ترتبط ذرة الهيدروجين فيها بالكربون مثل أيونات الكربوكسيل



أوجه القصور في مفهوم برونستد - لوري:

1- لم يوضح كيف يرتبط البروتون بالقاعدة

2- هناك العديد من تفاعلات (الحمض مع القاعدة) لا تشتمل على انتقال البروتون مثل:

أ- تفاعل CO_2 مع الماء

ب- تفاعل بعض الايونات الفلزية مثل: (Ni^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+) مع NH_3 أو H_2O

المتقن في الكيمياء

مفهوم لويس

معلومة: درس لويس تفاعلات الحموض والقواعد التي لا تشتمل على انتقال البروتون ووضع تصورا جديدا لمفهوم الحموض والقواعد بالاعتماد على انتقال أزواج الالكترونات من القاعدة الى الحمض

الحمض: مادة يمكنها **استقبال** زوج او أكثر من الالكترونات في اثناء التفاعل

القاعدة: مادة يمكنها **منح** زوج من الالكترونات في اثناء التفاعل

حموض لويس: (تمتلك افلاك فارغة)

أ- الحموض القديمة (تبدأ ب H أو تنتهي ب COOH)

ب- أي أيون موجب مثل : Fe^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{+2} , Ag^{+}

ج- مركبات البورون : $B(OH)_3$, BF_3 , BX_3

قواعد لويس: (تمتلك زوج أو أكثر من الكترونات غير الرابطة)

أ- أي أيون سالب مثل : HS^{-} , HSO_3^{-} , CN^{-}

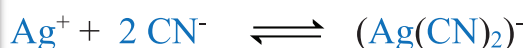
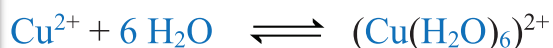
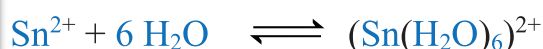
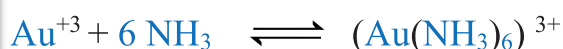
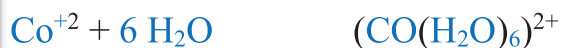
ب- مركبات تحتوي N مثل NH_3 , N_2H_4

معلومة: ساعد مفهوم لويس في تفسير الرابطة المتكونة عند تفاعل NH_3 مع HCl



أيون H^{+} (الناتج من تأين الحمض HCl) يحتوي على فلك فارغ وتمتلك ذرة النيتروجين في NH_3 زوج من الالكترونات غير الرابطة فتقوم ذرة النيتروجين بمنح هذا الزوج من الالكترونات للفلك الفارغ فتنشأ رابطة تناسقية

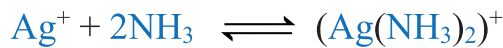
تفاعلات الفلزات الانتقالية الموجبة عند لويس مع القاعدة



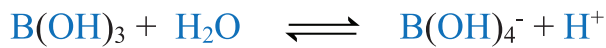
تفاعل اليورون B مع القاعدة عند لويس



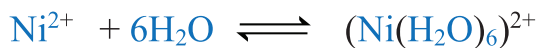
أحدد الحمض والقاعدة حسب مفهوم **لويس** في كل من التفاعلات الآتية:-



قاعدة حمض



قاعدة حمض



قاعدة حمض

الربط مع الحياة

استخدام القواعد في حياتنا اليومية صفحة 18

تستخدم كثير من القواعد في حياتنا اليومية مثل هيدروكسيد الصوديوم الذي يستخدم في صناعة المنظفات والصابون ومساحيق الغسيل وسائل الجلي.

أما هيدروكسيد الكالسيوم فيستخدم في صناعة الأسمت ومعالجة مياه الصرف الصحي ومعالجة حموضة التربة الزراعية كما يضاف الى العلف لتحسين تغذية المواشي.

الربط في الصناعة

ثلاثي فلوريد البورون BF_3 صفحة 19

يحضر صناعيا بعدة طرق منها تسخين البورون مع معدن الفلوريت CaF_2 بوجود حمض الكبريتيك ويصنع منه ما بين 2300 الى 4500 طن سنويا

وهو غاز سام عديم اللون يستخدم في تحفيز العديد من التفاعلات العضوية وتحفيز عمليات البلمرة للمركبات العضوية غير المشبعة

المتقن في الكيمياء

أسئلة الدرس

السؤال الأول : الفكرة الرئيسية : أحدد المفردات التي استخدمت في تعريف الحمض والقاعدة

الحمض : التأين في الماء وانتاج أيون الهيدروجين H^+ / منح البروتون / استقبال زوج من الالكترونات غير الرابطة نتيجة وجود فلك فارغ .

القاعدة : التأين في الماء وانتاج أيون الهيدروكسيد OH^- / استقبال البروتون / منح زوج أو أكثر من الالكترونات غير الرابطة .

السؤال الثاني : أوضح المقصود بكل مما يأتي :

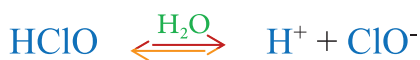
- ★ حمض ارهينيوس: مادة تتأين في الماء وتنتج أيون الهيدروجين H^+
- ★ حمض برونستد - لوري: مادة قادرة على منح H^+
- ★ قاعدة لويس: مادة يمكنها منح زوج أو أكثر من الالكترونات غير الرابطة
- ★ المادة الأمفوتيرية: مادة تستطيع أن تتفاعل كحمض أو كقاعدة تبعا للظروف الموجودة في التفاعل

السؤال الثالث: أكمل الجدول الاتي باستخدام الأسس التي اعتمد عليها مفهوم الحمض والقاعدة:

المفهوم	الاساس التي يقوم عليها المفهوم
	الحمض
	القاعدة
أرهينيوس	مادة تزيد من تركيز H^+
برونستد - لوري	مادة تزيد من تركيز OH^-
لويس	مادة تمنح بروتون H^+
	مادة تستقبل بروتون H^+
	مادة قادرة على استقبال زوج من e^- غير الرابطة
	مادة قادرة على منح زوج من e^- غير الرابطة

السؤال الرابع : أفسر

السلوك الحمضي لمحلول حمض $HClO$ حسب مفهوم أرهينيوس



$HClO$ مادة تتأين في الماء وتنتج أيون H^+

السلوك القاعدي لمحلول $C_2H_5NH_2$ حسب مفهوم برونستد لوري



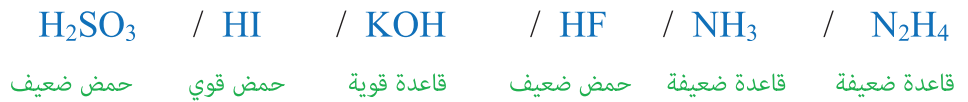
$C_2H_5NH_2$ مادة تستقبل H^+

يعد حمض HBr حمضا قويا بينما يعد HNO_2 حمضا ضعيفا

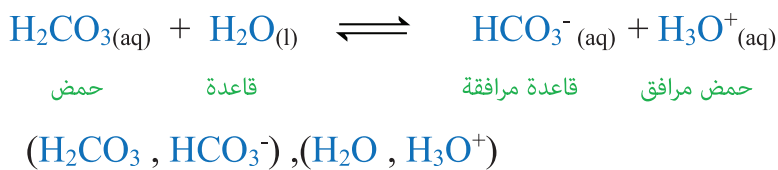
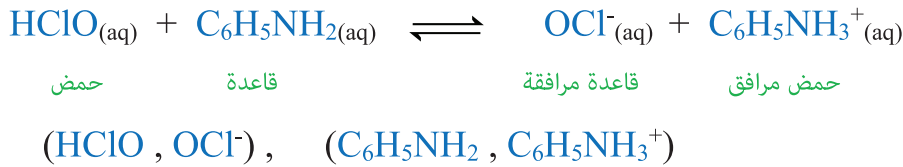


المتقن في الكيمياء

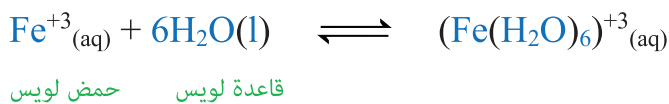
السؤال الخامس : صنف المحاليل الآتية الى حموض وقواعد قوية او ضعيفة:



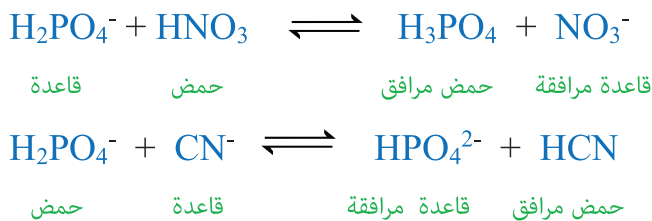
السؤال السادس : أحدد الأزواج المترافقة في التفاعلين الآتيين:



السؤال السابع: أحدد الحمض والقاعدة وفق مفهوم لويس في المعادلة التالية :



السؤال الثامن : أفسر السلوك الأمفوتيري للأيون $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$ عند تفاعله مع كل من HNO_3 و CN^{-} موضحا اجابتي بالمعادلات .



(1) الحمض القوي من الاتية هو:



(2) أي الاتية فشل مفهوم أرهينيوس في تفسير السلوك الحمضي أو القاعدي لمحلولة المائي:



(3) المحلول الذي لا يسلك سلوكا حمضيا وفق مفهوم أرهينيوس:



(4) المادة التي تنتج أيون OH⁻ عند اذابتها في الماء هي:



(5) أي من الاتية يسلك كحمض في تفاعلات وكقاعدة في تفاعلات أخرى حسب مفهوم برونستد لوري



(6) احدى الصيغ الاتية تسلك سلوك قاعدة فقط



(7) الحمض المرافق ل HPO₄⁻² هو :



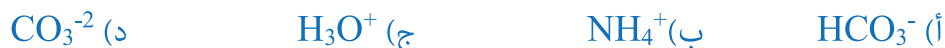
(8) يعرف الحمض حسب مفهوم برونستد - لوري على انه مادة قادرة على :



(9) أي من هذه المواد الاتية يسلك كحمض ويسلك كقاعدة :



(10) احدى الصيغ الاتية تسلك كحمض وقاعدة حسب مفهوم برونستد ولوري:



(11) أحد المحاليل الاتية ليس (حمض / قاعدة) مترافقات :



المتقن في الكيمياء

12) القاعدة حسب مفهوم برونستد - لوري هي مادة قادرة على :

- (أ) استقبال بروتون
(ب) منح بروتون
(ج) استقبال زوج الإلكترونات
(د) منح زوج الإلكترونات

13) تعد الامونيا NH_3 قاعدة عند تفاعلها مع الماء وفق مفهوم برونستد - لوري لانها:

- (أ) تستقبل بروتون
(ب) تمنح بروتون
(ج) تستقبل OH^-
(د) تمنح OH^-

14) الايون الذي يمثل القاعدة المرافقة الاقوى فيما يلي:

- (أ) Cl^-
(ب) NO_3^-
(ج) CN^-
(د) ClO_4^-

15) احد الاتية زوج مترافق ينتج من تفاعل N_2H_4 مع NH_4^+ هو:

- (أ) $\text{N}_2\text{H}_4 / \text{NH}_4^+$
(ب) $\text{N}_2\text{H}_5^+ / \text{NH}_3$
(ج) $\text{N}_2\text{H}_4 / \text{N}_2\text{H}_5^+$
(د) $\text{N}_2\text{H}_5^+ / \text{NH}_4^+$

16) الأيون الذي يتفاعل مع الماء وينتج أيون الهيدرونيوم:

- (أ) Na^+
(ب) OCl^-
(ج) NO_3^-
(د) NH_4^+

17) الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة الاقوى هو:

- (أ) HClO_4
(ب) HBr
(ج) HCl
(د) HCN

18) احد الاتية زوج مترافق ينتج من تفاعل NH_3 مع HCO_3^- هو:

- (أ) $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$
(ب) $\text{HCO}_3^- / \text{NH}_3$
(ج) $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$
(د) $\text{HCO}_3^- / \text{NH}_4^-$

19) احدى الاتية تسلك سلوكا قاعديا فقط:

- (أ) HCOO^-
(ب) NH_4^+
(ج) H_2O
(د) HCO_3^-

20) الزوج المترافق من الحمض و القاعدة $\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$ وفق مفهوم برونستد - لوري ينتج من تفاعل:

- (أ) NH_3 مع H_2O
(ب) NH_4^+ مع H_3O^+
(ج) NH_4^+ مع N_2H_5^+
(د) NH_3 مع OH^-

21) يعد H^+ في HCl حمضا وفق مفهوم لويس لانه:

- (أ) يستقبل بروتونا
(ب) يمنح بروتونا
(ج) يستقبل زوجا من الالكترونات
(د) يحتوي فلكا مكتملا بالالكترونات

22) الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة الاضعف من بين الحموض الاتية هي:

- (أ) HClO_4
(ب) HF
(ج) HCOOH
(د) HCN

المتقن في الكيمياء

(23) المادة التي تمنح زوجا أو أكثر من الألكترونات في تفاعلاتها وفق مفهوم لويس هي:

- (أ) HCl (ب) NH_4^+ (ج) H_2O (د) Cu^{+2}

(24) في التفاعلات $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$ يسلك H^+ وفقا لمفهوم لويس:

- (أ) حمض لأنه يمنح زوج من الالكترونات (ب) قاعديا لأنه يمنح زوج من الالكترونات
(ج) قاعدة لأنه يستقبل زوجا من الالكترونات (د) حمض لأنه يستقبل زوجا من الالكترونات

(25) المادة التي لم يستطيع مفهوم برونستد - لوري تفسير سلوكها الحمضي:

- (أ) NH_4^+ (ب) HCO_3^- (ج) CO_3^{2+} (د) H_2O

(26) المادة التي تسلك سلوكا حمضيا وفق مفهوم لويس :

- (أ) Br^- (ب) OH^- (ج) Zn^{+2} (د) NH_3

(27) المادة التي تسلك سلوكا حمضيا وفق مفهوم لويس:

- (أ) Cl^- (ب) OH^- (ج) Cu^{+2} (د) NH_3

(28) الايون الذي يعتبر قاعدة حسب تعريف لويس هو:

- (أ) I^- (ب) Cd^{+2} (ج) Ag^+ (د) NH_4^+

(29) المادة التي تسلك كحمض وفق مفهوم لويس فقط هي :

- (أ) NH_4^+ (ب) HCl (ج) BF_3 (د) HCOOH

(30) المادة التي تعد حمضا حسب مفهوم لويس فقط

- (أ) HCl (ب) CN^- (ج) HCOOH (د) Cu^{+2}

المتقن في الكيمياء

الدرس الثاني: الرقم الهيدروجيني ومحاليل الحموض والقواعد القوية

عند إذابة الحمض في الماء ينتج أيونات الهيدرونيوم H_3O^+

عند إذابة القاعدة في الماء ينتج أيونات الهيدروكسيد OH^-

تحتوي المحاليل المائية على أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ وأيونات الهيدروكسيد OH^- الناتجة من التأين الذاتي للماء

التأين الذاتي للماء

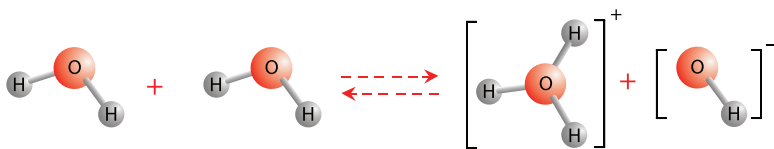
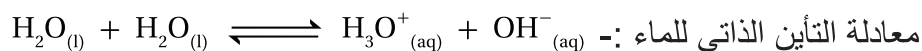
يوصف الماء النقي بأنه غير موصل للتيار الكهربائي (قديمًا) لكن الدراسات الحديثة أثبتت أن الماء النقي يوصل التيار الكهربائي بنسبه ضئيلة جدا ما يشير الى أنه يحتوي على نسبة ضئيلة من الأيونات الناتجة من تفاعل جزيئات الماء في ما بينها .

يمكن لجزيء ماء أن يمنح البروتون ويتحول الى أيون الهيدروكسيد OH^- (يسلك سلوك الحمض)

ويمكن لجزيء آخر أن يستقبل البروتون ويتكون أيون الهيدرونيوم H_3O^+ (يسلك سلوك القاعدة)

يحتوي الماء على تراكيز متساوي من أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ وأيونات الهيدروكسيد OH^-

التأين الذاتي للماء:- هو أن بعض جزيئات الماء تسلك كحموض وبعضها الآخر يسلك كقواعد في الماء نفسه



وجد أن تراكيز أيونات H_3O^+ و OH^- صغير جدا ويمكن حسابها باستخدام ثابت الاتزان للتفاعل على نحو الاتي:

$$K_c = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

$$K_c = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

في الماء النقي يكون $[OH^-] = [H_3O^+]$ لذلك نستطيع القول أن :

$$1 \times 10^{-7} M = [OH^-] = [H_3O^+]$$

المتقن في الكيمياء

يرتبط أيون H_3O^+ بمفهوم الحمض بينما يرتبط أيون OH^- بمفهوم القاعدة ويمكن تصنيف المحاليل تبعاً لتركيز هذه الأيونات إلى محاليل حمضية أو قاعدية أو متعادلة كما يبين الجدول التالي

الجدول (4): تصنيف المحاليل تبعاً لتركيز أيونات H_3O^+ و OH^- .

المحلول	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{OH}^-]$
المتعادل	1×10^{-7}	1×10^{-7}
الحمضي	أكبر من 1×10^{-7}	أقل من 1×10^{-7}
القاعدي	أقل من 1×10^{-7}	أكبر من 1×10^{-7}

نستطيع من العلاقة الرياضية $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$ معرفة قيمة تركيز أي منها للمحلول بمعرفة تركيز الآخر حيث أن قيمة K_w معلومة وهي (1×10^{-14})

المثال 1

أحسب تركيز H_3O^+ في محلول يحتوي على أيونات OH^- تركيزها $1 \times 10^{-3} \text{ M}$

أحسب تركيز OH^- في محلول يحتوي على أيونات H_3O^+ تركيزها $1 \times 10^{-9} \text{ M}$

✓ **أتحقق:** يُبين الجدول الآتي تراكيز H_3O^+ و OH^- لثلاثة محاليل. أكمل الفراغات في الجدول بما يناسبها:

المحلول	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{OH}^-]$	تصنيف المحلول
المحلول الأول	$1 \times 10^{-2} \text{ M}$		
المحلول الثاني		$1 \times 10^{-7} \text{ M}$	
المحلول الثالث		$1 \times 10^{-4} \text{ M}$	

سؤال عشان تتأكد انك فاهم

احسب تركيز $[\text{OH}^-]$ في الحالات التالية وحدد ما اذا كان المحلول حمضي ام قاعدي ام متعادل

1- اذا كان تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+]$ يساوي 1×10^{-8}

2- اذا كان تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+]$ يساوي 1×10^{-14}

3- اذا كان تركيز $[H_3O^+]$ يساوي 1M

4- اذا كان تركيز $[H_3O^+]$ يساوي 1×10^{-7}

5- اذا كان تركيز $[H_3O^+]$ يساوي 5×10^{-9}

اكمل فراغ الجمل التالية :

اذا كان $[OH^-] < [H_3O^+]$ فإن المحلول يعتبر

اذا كان $[OH^-] > [H_3O^+]$ فإن المحلول يعتبر

اذا كان $[OH^-] = [H_3O^+]$ فإن المحلول يعتبر

اذا كان $[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7}$ فإن المحلول يعتبر

اذا كان $[OH^-] < 1 \times 10^{-7}$ فإن المحلول يعتبر

اذا كان $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}$ فإن المحلول يعتبر

اذا كان $[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ فإن المحلول يعتبر

معلومة:- العلاقة بين $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ علاقة عكسية كلما زاد $[H_3O^+]$ قل $[OH^-]$

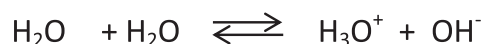
محاليل الحموض القوية

*ترتبط قوة الحمض بقدرته على التأين ومنح البروتون في التفاعل فعند إذابة الحمض في الماء يتأين وينتج أيون آخر سالبا

*مثلا عند إذابة 0.1mol من حمض HCl في 1L من الماء يتأين كليا مما يؤدي الى زيادة تركيز أيونات H_3O^+ كما في المعادلة الاتية :



وبما ان الماء يحتوي على أيونات H_3O^+ وأيونات OH^- في حالة الاتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة كما في معادلة التأين الذاتي للماء :-



فأن موضع الاتزان يزاح في الماء (وفقا لمبدأ لوتشاتلييه) نحو اليسار وبذلك يقل تركيز OH^- ويبقى K_w ثابتا

*نظرا الى أن تركيز أيونات H_3O^+ الناتجة من التأين الذاتي للماء يكون صغيرا جدا مقارنة بتركيزها الناتج من تأين الحمض القوي فيهمل ويعد الحمض المصدر الرئيس لهذه الأيونات .

*هذا يعني أنه عند إضافة حمض قوي للماء النقي فإن $[H_3O^+] = [Acid]$

كما في المثال السابق يمكن حساب تركيز $[H_3O^+]$ وتركيز $[OH^-]$

$$[H_3O^+] = [HCl] = 1 \times 10^{-1} M$$

ولحساب $[OH^-]$ نستخدم قانون K_w

$$K_w = [H_3O^+] [OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-1}} = 1 \times 10^{-13} M$$

عند إضافة حمض قوي للماء يتكون محلول حمضي يكون فيه تركيز H_3O^+ أكبر من تركيز OH^-

تذكير قانون التركيز

$$M = \frac{n}{v}$$

M : التركيز

n : عدد المولات

v : الحجم باللتر

تذكر قانون عدد المولات

$$n = \frac{m}{Mr}$$

m : الكتلة

Mr : الكتلة المولية

أشهر الحموض القوية.

اسم الحمض	صيغته الكيميائية
البيركلوريك	HClO_4
الهيدروبروميك	HBr
الهيدروكلوريك	HCl
النيتريك	HNO_3

الرّبط مع الحياة



يُعدُّ حمض الهيدروكلوريك (HCl) في المَعِدَّة من أهم الإفرازات المَعِدِيَّة التي تسهم في هضم البروتينات، وتنشيط إنزيمات الهضم، وقتل الجراثيم التي تدخل إلى المَعِدَّة، وقد تجلت عظمة الخالق بتوفير الوسائل الكفيلة بحماية جدار المَعِدَّة من تأثير هذا الحمض ومنع تآكله؛ وذلك عن طريق الإفراز المستمر للغشاء المخاطي المُبطِّن لجدار المَعِدَّة، كما في الشكل أدناه، حيث يمنع الحمض من الوصول إلى النسيج الطلائي المُكوّن له، إضافة إلى قدرة هذا النسيج على التجدد بشكل مستمر.



المثال 3

أحسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في محلول حمض الهيدروبروميك HBr تركيزه $1 \times 10^{-3} \text{ M}$

المثال 4

أحسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في محلول جرى تحضيره بإذابة 0.02 mol من حمض البيركلوريك $HClO_4$ في 400 mL من الماء.

✓ **أنحَقِّق:**

أحسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في محلول حمض النيتريك HNO_3 تركيزه 0.04 M

سؤال تجميع أفكار

محلول حمض HCl تركيز أيون الهيدرونيوم فيه يساوي 0.001 M وحجم المحلول 500 mL احسب التالي :

- (1) تركيز الحمض HCl
- (2) تركيز أيونات OH^-
- (3) كتلة الحمض المذاب اذا علمت ان الكتلة المولية للحمض تساوي 36.5 g/mol

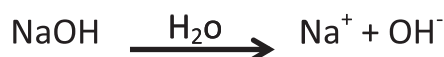
سؤال تجميع أفكارك يلا حله يا شطور

محلول حمض HBr تركيز أيون الهيدرونيوم فيه يساوي 0.002 وحجم المحلول 200ml احسب التالي :

- (1) تركيز الحمض HBr
- (2) تركيز أيونات OH^-
- (3) كتلة الحمض المذاب اذا علمت ان الكتلة المولية للحمض تساوي 81 g/mol

محاليل القواعد القوية

تتأين القواعد القوية كلياً في الماء وينتج أيون OH^- وأيون آخر موجب
* عند اذابة 0.1mol من القاعدة NaOH في 1L من الماء تتأين كلياً ويزداد تركيز OH^- كما في المعادلة :-



وفقاً لمبدأ لوتشاتيليه فإن تركيز OH^- يزداد وبالتالي يزاح موضع الاتزان الى اليسار مما يقلل من تركيز أيونات H_3O^+ ويبقى K_w ثابت .

*نظراً الى أن تركيز أيونات OH^- الناتجة من التأين الذاتي للماء يكون صغيراً جداً مقارنة بتركيزها الناتج من تأين القاعدة فيمكن إهماله وتعد القاعدة المصدر الرئيس لأيونات OH^- ويكون تركيزها في المحلول مساوياً لتركيز القاعدة

$$[\text{OH}^-] = [\text{Base}]$$

في المثال السابق $1 \times 10^{-1} \text{M} = [\text{OH}^-] = [\text{NaOH}]$

وبالتالي يمكن حساب H_3O^+ من قانون K_w

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-13} \text{M}$$

* عند إضافة قاعدة قوية الى الماء يزداد تركيز OH^- وينقص تركيز H_3O^+ ويكون المحلول الناتج قاعدياً

أشهر القواعد القويّة.

الاسم القاعدة	الصيغة الكيميائية
هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH
هيدروكسيد الليثيوم	LiOH
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH

الشحمة Grease الربط مع الصناعة

تُستخدم القواعد، مثل هيدروكسيد كل من الصوديوم والليثيوم بسبب ملمسها الزلق، في صناعة ما يُسمّى بالشحوم الصابونية (الشحمة) التي تُستخدم في تشحيم الآلات والسيارات وغيرها للتقليل من الاحتكاك؛ حيث تُضاف هذه القواعد إلى الدهون النباتية أو الحيوانية لصناعة أنواع مختلفة من تلك الشحوم أو ما يُسمّى بالصابون الشحمي، مثل: الصابون الليثيوم Lithium Grease، والصابون الصوديومي Sodium Grease.



المثال 5

أحسب تركيز OH^- وتركيز H_3O^+ في محلول هيدروكسيد الليثيوم LiOH تركيزه $5 \times 10^{-4} \text{ M}$

✓ أنحقّق:

أحسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في المحاليل الآتية:

- 1- محلول القاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم KOH الذي تركيزه 0.5 M
- 2- محلول جرى تحضيره بإذابة 8 g من بلورات هيدروكسيد الصوديوم NaOH في 200 mL من الماء. علماً أنّ $Mr_{(\text{NaOH})} = 40 \text{ g/mol}$

سؤال تجميع أفكار

احسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في محلول جرى تحضيره بآذابة 12 g من هيدروكسيد الليثيوم في 100 ml من الماء علماً أن $M_r = 24 \text{ g/mol}$

سؤال تجميع أفكار الك يلا حله يا شطور

محلول LiOH تركيز OH^- فيه يساوي 5×10^{-3} وحجم المحلول 100ml احسب التالي :

(1) تركيز LiOH

(2) تركيز H_3O^+

(3) كتلة القاعدة LiOH اذا علمت ان $M_r = 24 \text{ g/mol}$

القوة = الناتج \log
الأساس

$$\log_{10} 1000 = 3 \quad \log_{10} 100 = 2$$

1) $\log x \cdot y = \log x + \log y$

$$\log 5 \times 3 = \log 5 + \log 3$$

$$\log 8 \times 2 = \log 8 + \log 2$$

$$\log 7 \times 9 = \log 7 + \log 9$$

2) $\log \frac{x}{y} = \log x - \log y$

$$\log \frac{6}{8} = \log 6 - \log 8$$

$$\log \frac{4}{7} = \log 4 - \log 7$$

$$\log \frac{5}{3} = \log 5 - \log 3$$

3) $\log x^y = y \log x$

$$\log 5^2 = 2 \log 5$$

$$\log 6^{-3} = -3 \log 6$$

$$\log 2^9 = 9 \log 2$$

4) $\log 10 = 1$

5) $\log 1 = 0$

سؤال تطبيق ؟

إذا علمت أن $\log 8 = 0.9$ و $\log 2 = 0.3$ أوجد قيمة $\log 16$ كما يلي:

1) $\log 2^4$

2) $\log 16$

3) $\log \frac{8}{2}$

4) $\log 4 \times 8$

5) $\log 1$

6) $\log 10$

7) $\log 8 \times 10^{-3}$

8) $\log 64$

الرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيلي

تحتوي المحاليل المائية على تراكيز صغيرة جدا من أيونات H_3O^+ التي تعبر عن حموضة المحلول و أيونات OH^- التي تعبر عن قاعدية المحلول

ولأن قيم تراكيز هذه المواد صغيرة جدا يصعب التعامل مع هذه الأرقام لذا يستخدم الكيميائيون طرائق أسهل للتعبير عن حموضة المحلول أو قاعديته مثل **الرقم الهيدروجيني PH والرقم الهيدروكسيلي POH**

الرقم الهيدروجيني:

يعد مقياسا كيميا لحموضة المحلول فهو مقياس مدرج من 0 الى 14

تعتمد حموضة المحلول على تركيز أيونات H_3O^+ فيه (كلما زاد $[H_3O^+]$ زادت حمضية المحلول)

* اقترح الكيميائيون استخدام مفهوم الرقم الهيدروجيني للتعبير عن حموضة المحلول وهو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول للأساس 10 ويعبر عنه رياضيا بالعلاقة: $pH = -\log [H_3O^+]$

- يكون تركيز (H_3O^+) في محلول الحمضي أكبر من 1×10^{-7} ويكون الرقم الهيدروجيني أقل من 7

- يكون تركيز (H_3O^+) في الحلول المتعادلة 1×10^{-7} ويكون الرقم الهيدروجيني 7

- يكون تركيز (H_3O^+) في المحلول القاعدي أقل من 1×10^{-7} ويكون الرقم الهيدروجيني أكبر من 7

*العلاقة بين الرقم الهيدروجيني وتركيز أيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) علاقة عكسية

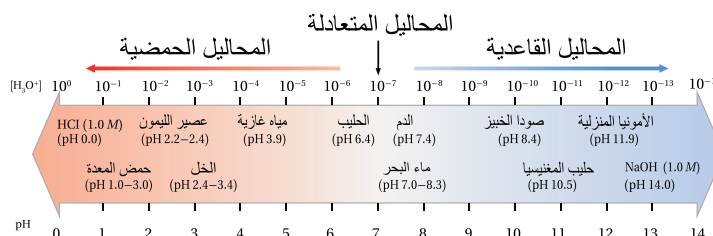
✓ **أنتحق:**

1- أحدد، بالاعتماد على الشكل (5)، الرقم الهيدروجيني للمحاليل الآتية:

(أ) محلول تركيز H_3O^+ فيه يساوي $10^{-3} M$

(ب) محلول تركيز H_3O^+ فيه يساوي $10^{-12} M$

2- أستنتج أي المحلولين السابقين حمضي وأيها قاعدي.



* نحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول بالاعتماد على تركيز أيونات H_3O^+ باستخدام العلاقة:

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

المثال 6

أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول حمض النيتريك HNO_3 تركيزه 0.25 M (علماً أن $\log 2.5 = 0.4$).

المثال 7

أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول حمض البيركلوريك HClO_4 تركيزه 0.04 M (علماً أن $\log 4 = 0.6$).

يمكن حساب التركيز H_3O^+ باستخدام العلاقة :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

المثال 8

أحسب $[H_3O^+]$ لعبوة من الخل مكتوب عليها أن الرقم الهيدروجيني pH يساوي 4

المثال 9

أحسب $[H_3O^+]$ لعبوة من عصير الليمون مكتوب عليها أن الرقم الهيدروجيني pH يساوي 2.2
(علمًا أن $\log 6.3 = 0.8$).

المثال 10

أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول القاعدة هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.02 M
(علمًا أن $\log 5 = 0.7$).

✓ أتحدث:

1- أحسب pH لمحلول حمض الهيدروبيديك HI؛ تركيزه 0.03 M (علمًا أن $\log 3 = 0.48$).

2- أحسب $[H_3O^+]$ لعينة من عصير البندورة؛ ورقمها الهيدروجيني يساوي 4.3 (علمًا أن $\log 5 = 0.7$).

3- أحسب pH لمحلول القاعدة هيدروكسيد الليثيوم LiOH تركيزه 0.004 M (علمًا أن $\log 2.5 = 0.4$).

اسئلة اذا بتحلها بتصير سفاح على pH

1- احسب تركيز (H_3O^+) في محلول يحتوي على أيونات OH^- تركيزها (1×10^{-2}) ثم احسب pH

2- احسب تركيز (H_3O^+) في محلول يحتوي على أيونات OH^- تركيزها (1M) ثم احسب pH

3- احسب تركيز (OH^-) في محلول يحتوي على أيونات H_3O^+ تركيزها (1M) ثم احسب pH

4- احسب تركيز (H_3O^+) لمحلول حمض $pH = 5$

5- اذا علمت ان تركيز (H_3O^+) يساوي $(6.3 \times 10^{-3} M)$ احسب pH علما ان $\log 6.3 = 0.8$

6- اذا علمت ان قيمة $pH = 2.2$ احسب (H_3O^+) علما بأن $\log 6.3 = 0.8$

7- احسب تركيز كل من H_3O^+ و OH^- في محلول $pH = 12.3$ علما بأن $\log 5 = 0.7$

8- احسب (H_3O^+) لعينة من علبة عصير رقمها الهيدروجيني يساوي 4.3 علما ان $\log 5 = 0.7$

9- بالاعتماد على الجدول اجب عن الاسئلة :

محلل حمض	قيمة pH
HA	$pH = 1$
HB	$pH = 5$

أ- اي المحلولين يكون (H_3O^+) اكبر؟

ب- اي المحلولين يكون (OH^-) أكبر؟

ج- اي المحلولين أكثر حامضية؟

د- بكم ضعف يكون تركيز H_3O^+ اكثر في المحلول الاكثر حامضية؟

10- محلول A يكون pH=3 ومحلول B يكون pH = 6 بكم ضعف يكون تركيز H_3O^+ أكثر في المحلول الأكثر حامضية

الرقم الهيدروكسيلي

*يستخدم الرقم الهيدروكسيلي (pOH) للتعبير عن قاعدية المحلول وهو اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول للأساس 10 ويعبر عنه بالعلاقة: $pOH = -\log [OH^-]$

المثال 11

أحسب الرقم الهيدروكسيلي pOH لمحلول القاعدة KOH تركيزه 0.01 M

*يمكن حساب تركيز OH^- في المحلول بمعرفة pOH باستخدام العلاقة:

$$[OH^-] = 10^{-pOH}$$

أحسب $[OH^-]$ لعبوة من حليب المغنيسيا مكتوب عليها أن الرقم الهيدروكسيلي pOH يساوي 4

✓ أنحقق:

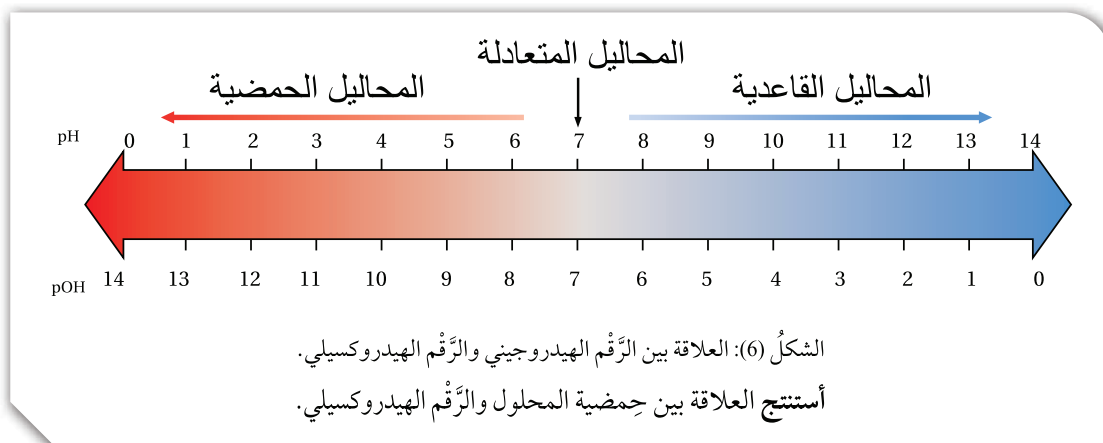
1- أحسب الرقم الهيدروكسيلي pOH لمحلول هيدروكسيد الليثيوم $LiOH$ تركيزه 0.004 M
(علمًا أن $\log 4 = 0.6$).

2- أحسب $[OH^-]$ لعبوة مكتوب عليها أن الرقم الهيدروكسيلي pOH يساوي 3.2 (علمًا أن $\log 6.3 = 0.8$)

العلاقة بين pH و pOH

* يرتبط pH بـ $[H_3O^+]$ ويرتبط pOH بـ $[OH^-]$

$$pH + pOH = 14$$



الربط بالصحة

حليب المغنيسيا: محلول معلق
من هيدروكسيد المغنيسيوم
بنسبة 8% بالكتلة، يُستخدم في
علاج الإمساك وعسر الهضم
وحرقة المعدة، وهو متوفر في
الصيدليات على شكل حبوب
أو سائل.



المثال 13

أحسب الرقم الهيدروجيني pH والرقم الهيدروكسيلي pOH لمحلول حمض الهيدروكلوريك HCl،
الذي تركيزه $1 \times 10^{-3} \text{ M}$

✓ أنحقق:

أحسب كلاً من pH و pOH لكل من المحاليل الآتية:

- 1- محلول تركيز أيونات H_3O^+ فيه يساوي $1 \times 10^{-5} \text{ M}$
- 2- محلول تركيز أيونات OH^- فيه يساوي $1 \times 10^{-4} \text{ M}$

سؤال:-

عند اذابة 0.063 g من حمض HNO_3 في محلول حجمه 500 ml اوجد قيمة pH و pOH علما ان ($\text{Mr} = 63 \text{ g/ml}$) و ($\log 2 = 0.3$)

علاقات مهمة :

* العلاقة بين pH و pOH علاقة عكسية

* العلاقة بين pH و $[\text{H}_3\text{O}^+]$ عكسية

* العلاقة بين pOH و $[\text{H}_3\text{O}^+]$ طردية

* العلاقة بين pH و $[\text{OH}^-]$ طردية

* العلاقة بين pOH و $[\text{OH}^-]$ عكسية

pH		pOH
14	قاعدة	0
7	متعادل	7
0	حمض	14