تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الكويتية

الملف مذكرة وحدة الأحماض والقواعد

روابط مواقع التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر العلمي			
روابط مواد الصف الثاني عشر العلمي على تلغرام			
التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر العلمي والمادة كيمياء في الفصل الأول	
1	توزيع الحصص الإفتراضية(المتزامنة وغير المتزامنة)
2	بنك اسئلة التوجيه لعام 2018
3	خرائط مفاهيم ع العصماء 2018
4	بنك اسئلة حل باب الاحماض والقواعد
5	بنك اسئلة الوحدة الأولى الغازات

الأحماض والقواعد

**تستخدم الأحماض والقواعد في الكثير من العمليات الصناعية مثل إعداد الخل والمشروبات الغازية والأقراص المضادة للحموضة وصناعة بطاريات السيارات ومواد التنظيف المنزلية.

**يحتاج جسم الإنسان إلى الأحماض والقواعد ليقوم بوظائفه الحيوية على أكمل وجه.

الخواص العامة للأحماض: –

1**تعطى المركبات الحمضية للأطعمة طعماً لاذعا على سبيل المثال يحتوي على الخل على حمض الأسيتك والليمون الحامض يجعل فم الإنسان ينقبض عند تذوقه لأنه يحتوي على حمض الستريك.

2**تحتوي المحاليل المائية للأحماض على إلكتروليتات وبذلك توصل التيار الكهربائي وتكون إلكتروليتات بعض محاليل الأحماض قوية وأخرى ضعيفة.

3**كما أنها تغير ألوان بعض الصبغات الكيميائية المعروفة بالأدلة.

4** يتفاعل الكثير من الفلزات مثل الخارصين والماغنيسيوم مع المحاليل المائية للأحماض لتعطى غاز الهيدروجين.

5**تتفاعل الأحماض أيضاً مع القواعد لتكوين ماء وملح.

الخواص العامة للقواعد: –

1**يستخدم حليب المغنيسيا (معلق من هيدروكسيد الماغنيسيوم في الماء) وهو قاعدة لمعالجة زيادة حموضة المعدة.

2** إن طعم المحاليل المائية للقواعد مر وملمسها زلق.

3**وهي مثل الأحماض تغير لون بعض الأدلة.

4** إلكتروليتات بعض محاليل القواعد قوية وأخرى ضعيفة.

CHEMIST.A.B.G
المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

1.أحماض وقواعد أرهينيوس :-

أحماض أرهينيوس	قواعد أرهينيوس
هي مركبات تحتوي على هيدروجين وتتأين لتعطي كاتيون الهيدروجين في المحلول المائي. H^+	هي المركبات التي تتأين لتعطي أنيونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول المائي. OH^-

أحماض أحادية البروتون	أحماض ثنائية البروتون	أحماض ثلاثية البروتون
الأحماض التي تحتوي على ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين.	والأحماض التي تحتوي على ذرتي هيدروجين قابلتين للتأين.	والأحماض التي تحتوي على ثلاث ذرات هيدروجين قابلة للتأين
HCl CH_3COOH HNO_3	H_2CO_3 H_2SO_4	H_3PO_4

**لا تعتبر كل المركبات التي تحتوي على ذرة الهيدروجين أحماضاً وليس من الضروري أن تتأين ذرات الهيدروجين كلها في حمض ما إلا إذا كانت تكون رابطة قطبية مع ذرة ذات سالبية كهربائية عالية وعندما يذوب مركب يحتوي على مثل هذه الروابط في الماء ترتبط كاتيونات الهيدروجين التي نتجت منه بجزئيات الماء مكونة كاتيونات الهيدرونيوم ما يؤدى إلى ثباتها.

علل: جزئ غاز كلوريد الهيدروجين يعتبر من الأحماض أحادية البروتون.

$$H^{\delta+} - Cl^{\delta-}_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

تتأين ذرة الهيدروجين المتصلة برابطة قطبية مع ذرة الكلور ذات سالبية كهربائية عالية ويذوب في الماء وترتبط كاتيونات الهيدروجين التي نتجت منه بالماء مكونة كاتيونات الهيدرونيوم ما يؤدى إلى ثباتها.

علل: لا يعتبر الميثان من الأحماض على الرغم من احتوائه على 4 ذرات هيدروجين.

لأن ذرات الهيدروجين الأربع في مركب الميثان CH_4 مرتبطة بذرة الكربون $C-H$ بروابط قطبية ضعيفة بالتالي لا يحتوي الميثان على ذرات هيدروجين قابلة للتأين لذلك لا يعتبر حمضاً.

علل: يعتبر حمض الأسيتك على الرغم من أنه يحتوي على أربع ذرات هيدروجين مثل الميثان لكنه يعتبر هذا الحمض حمضاً أحادي البروتون.

لأن ذرة الكربون ترتبط بثلاث ذرات هيدروجين بروابط قطبية ضعيفة فتكون غير قابلة للتأين وهناك ذرة هيدروجين واحدة مرتبطة بذرة الأكسجين ذات السالبية الكهربائية العالية فتتأين.

** حمض الأسيتك المستخدم في تصنيع البلاستيك والمواد الكيميائية المستخدمة في التصوير.

**هيدروكسيد الصوديوم *NaOH* أكثر القواعد شيوعاً ينتج هذا المركب من خلال تفاعل الصوديوم مع الماء كما يتضح في المعادلة التالية:

$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)}\ H_{2(g)}$$

**ونظراً لفعالية بعض القواعد في إزالة الأوساخ يستخدم هيدروكسيد الصوديوم في تحضير المنتجات المنزلية المستخدمة لإزالة سدد البالوعات وتنظيفها.

الاسم	الصيغة	الذوبانية في الماء
هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	عالية
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	عالية
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$	منخفضة جدًّا
هيدروكسيد المغنيسيوم	$Mg(OH)_2$	منخفضة جدًّا

جدول (5)
بعض القواعد الشائعة

** يعتبر كل من الصوديوم والبوتاسيوم من عناصر المجموعة *1A* وهي عناصر الفلزات القلوية التي تتفاعل مع الماء لتكوين محاليل قاعدية (هيدروكسيد الفلز):

$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)}\ H_{2(g)}$$

وتتفاعل أيضاً أكاسيد الفلزات مع الماء لتكوين محاليل قاعدية:

$$Na_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)}$$

**** يذوب كل من هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم بشدة في الماء لذلك يمكن تحضير المحاليل المركزة من هذه المركبات بسهولة.**

**** تسبب تلك المحاليل القاعدية نظراً إلى خواصها الكاوية ألماً شديداً وتآكلاً للجلد ولا يلتئم الجرح الذي تسببه بسرعة. لذلك يجب غسلها وإزالتها عن الجلد بالماء في حال لمسها أو انسكابها.**

**** هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وهيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ ، فهما من هيدروكسيدات فلزات المجموعة 2A لا تذوب هذه الهيدروكسيدات بسهولة في الماء.**

**** محاليلها تكون دائماً مخففة جداً ويكون تركيز أنيون الهيدروكسيد في مثل هذه المحاليل منخفضاً.**

**** هيدروكسيد المغنيسيوم أقل ذوبانية من هيدروكسيد الكالسيوم.**

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

******تحتوي معلقات هيدروكسيد المغنيسيوم في الماء على تركيزات منخفضة من أنيون الهيدروكسيد.

قصور نظرية أرهينيوس: –

- نظرية أرهينيوس **محصورة بالمحاليل المائية** إذ أنها لم تعط أي تفسير لحالة المحاليل غير المائية ولم تعالجها.

- بعض المركبات لا تحتوي على مجموعات الهيدروكسيد وعند ذوبانها في الماء مثل الأمونيا NH_3 تنتج محاليل مائية قاعدية.

$$NH_3+H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

- بعض الأملاح لا تكون محاليل متعادلة عند إذابتها في الماء. ولم تعط نظرية أرهينيوس أي تفسير لذلك. على سبيل المثال لا يحتوي كلوريد الأمونيوم NH_4Cl على كاتيونات الهيدروجين H^+ ولكنه ينتج محلولاً حمضياً عند ذوبانه في الماء.

$$NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+{}_{(aq)} + NH_{3(g)}$$

ولا يحتوي ملح أسيتات الصوديوم CH_3COONa على أنيون الهيدروكسيد OH^- وهو مع ذلك ينتج محلول قاعديا عند ذوبانه في الماء.

$$CH_3COO^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons OH^-{}_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)}$$

2.أحماض وقواعد برونستد – لوري: –

حمض برونستد– لوري	قاعدة برونستد– لوري
هو المادة (جزئ أو ايون) التي تعطى كاتيون هيدروجين (بروتون) في المحلول وتسمي معطى بروتون.	هي المادة (جزئ أو أيون) التي تستقبل كاتيون هيدروجين (بروتون) في المحول وتسمى مستقبل بروتون.

**عندما يفقد الحمض بروتونه (H^+) يحول إلى قاعدة مرافقة.

**عندما تستقبل القاعدة البروتون الذي فقده الحمض في هذا التفاعل تصبح حمضاً مرافقاً.

**كل حمض يرافق بقاعدة وكل قاعدة ترفق بحمض يسميان زوج الحمض / القاعدة المرافقة.

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

حمض	قاعدة
HCl	Cl^-
H_3O^+	H_2O
H_2SO_4	HSO_4^-
HSO_4^-	SO_4^{2-}
CH_3COOH	CH_3COO^-
H_2CO_3	HCO_3^-
HCO_3^-	CO_3^{2-}
NH_4^+	NH_3
H_2O	OH^-

جدول (6)
أمثلة على أزواج الحمض/القاعدة المرافقة

توضّح المعادلة التالية هذه النظرية:

$$\underset{\text{حمض (فقد بروتونًا)}}{HCl_{(g)}} + \underset{\text{قاعدة (استقبلت بروتونًا)}}{H_2O_{(l)}} \longrightarrow \underset{\text{حمض مرافق (يمكن أن يفقد بروتونًا)}}{H_3O^+_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة مرافقة (يمكن أن تستقبل بروتونًا)}}{Cl^-_{(aq)}}$$

علل: يكون للماء سلوك متردد.

لأن جزيئات الماء تعمل بعضها كحمض والبعض الآخر كقاعدة.

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

حمض (فقد بروتونًا) — قاعدة (استقبلت بروتونًا) — قاعدة مرافقة (يمكن أن تستقبل بروتونًا) — حمض مرافق (يمكن أن يفقد بروتونًا)

$NH_{3(g)}$ + $H_2O_{(l)}$ ⟶ $NH^+_{4\,(aq)}$ + $OH^-_{(aq)}$ **

قاعدة (استقبلت بروتونًا) — حمض (فقد بروتونًا) — حمض مرافق (يمكن أن يفقد بروتونًا) — قاعدة مرافقة (يمكن أن تستقبل بروتونًا)

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

تسمية الأحماض والقواعد

1.أحماض ثنائية (غير أكسجينية): -

** تحتوي بعض على عنصرين فقط.

** **(HA)** هي الصيغة العامة للأحماض الثنائية غير الأكسجينية.

** يتكون الحمض الثنائي من عنصر هيدروجين وعنصر آخر أكثر سالبية كهربائية.

** يكون تسمية الحمض كالتالي: -

حمض + هيدرو + اسم العنصر(غير الهيدروجين)+ يك

صيغة الحمض	اسم الحمض	العنصر A	اسم العنصر A
HCl	حمض الهيدروكلوريك	Cl	الكلور
HF	حمض الهيدروفلوريك	F	الفلور
HBr	حمض الهيدروبروميك	Br	البروم
HI	حمض الهيدرويوديك	I	اليود
H_2S	حمض الهيدروكبريتيك	S	الكبريت

جدول (8)
أمثلة على بعض الأحماض الثنائية وأسمائها

2. تسمية الأحماض الأكسجينية: –

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

** من خلال تحديد عدد تأكسد ذرة اللافلز.

** صيغة الحمض الأكسجيني $H_aX_bO_c$ حيث يدل الحرف **a** على عدد ذرات الهيدروجين و **b** على العنصر X و **c** على الأكسجين في جزئ الحمض.

** يكون العنصر X عادة عنصر لا فلزي ولكن يمكن أن يكون في بعض الأحيان عنصر فلزي من الفلزات الانتقالية حيث يكون عدد تأكسده مرتفعاً من مثل Cr^{+6} , Mn^{+6} , Mn^{+7} .

** لتسمية هذه الأحماض يجب معرفة أعداد التأكسد للعنصر اللافلزي X يوضح الجدول التالي أعداد التأكسد لبعض العناصر (X) التي تتكون منها الأحماض الأكسجينية الشائعة.

X	عدد التأكسد
الهالوجينات	+1 و+3 و+5 و+7
عنصر الكبريت (S)	+4 و+6
عنصر النيتروجين (N)	+3 و+5
عنصر الفوسفور (P)	+3 و+5
عنصر الكربون (C)	+4

جدول (9)
أمثلة عن بعض أعداد التأكسد للعنصر اللافلزي في الأحماض الأكسجينية

** يمكن استنتاج عدد التأكسد $(+n)$ للعنصر (X) من صيغة الحمض وذلك بتطبيق المعادلة الرياضية التالية:

الطريقة الأولى $\overset{+1}{H_a}\ \overset{+n}{X_b}\ \overset{-2}{O_c}$

$$a \times (+1) + b \times (+n) + c \times (-2) = 0$$

الطريقة الثانية $n = \frac{2c-a}{b}$

عدد تأكسد الذرة المركزية	التسمية
1+	حمض + هيبو + اسم الذرة المركزية + وز
3+ أو 4+	حمض + اسم الذرة المركزية + وز
5+ أو 6+	حمض + اسم الذرة المركزية + يك
7+	حمض + بير + اسم الذرة المركزية + يك
ذرة الكربون تكون حمضاً واحداً لذلك تكون التسمية	حمض + اسم اللافلز + يك H_2CO_3 حمض الكربونيك.

موقع المنهج الكويتية almanahj.com/kw

تسمية القواعد: – اسم الأنيون(هيدروكسيد)+ اسم الكاتيون.

**يستخدم في تحضير لب الخشب والمنظفات والصابون ($NaOH$ هيدروكسيد الصوديوم).

العنصر X	عدد التأكسد (+n)	الصيغة	الاسم
Cl	+1	$HClO$	حمض الهيبوكلوروز
	+3	$HClO_2$	حمض الكلوروز
	+5	$HClO_3$	حمض الكلوريك
	+7	$HClO_4$	حمض البيركلوريك
S	+4	H_2SO_3	حمض الكبريتوز
	+6	H_2SO_4	حمض الكبريتيك
N	+3	HNO_2	حمض النيتروز
	+5	HNO_3	حمض النيتريك
P	+3	H_3PO_3	حمض الفسفوروز
	+5	H_3PO_4	حمض الفسفوريك
C	+4	H_2CO_3	حمض الكربونيك

جدول (10)

أسماء بعض الأحماض الأكسجينية بحسب أعداد التأكسد لذرة اللافلز

الصيغة	التسمية	الصيغة	التسمية
HF	حمض الهيدروفلوريك	LiOH	هيدروكسيد الليثيوم
HNO_3	حمض النيتريك	$HClO_3$	حمض الكلوريك
KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم	H_2CO_3	حمض الكربونيك
H_2SO_4	حمض الكبريتيك	$Al(OH)_3$	هيدروكسيد الالمنيوم
H_2CrO_4	حمض الكروميك	$Ba(OH)_2$	هيدروكسيد الباريوم
$Fe(OH)_2$	هيدروكسيد الحديد (//)	HBr	حمض الهيدروبروميك
HI	حمض الهيدرويوديك	RbOH	هيدروكسيد الروبيديوم
		HCN	حمض الهيدروسيانيك

كاتيونات الهيدروجين والحموضة

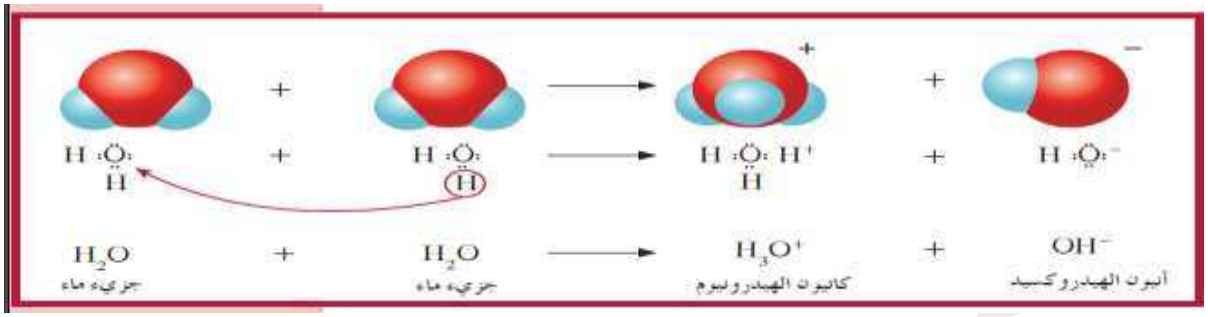
كاتيونات الهيدروجين من الماء :-

**جزيئات الماء عالية القطبية وفى حركة مستمرة حتى عند درجة حرارة الغرفة. تكون التصادمات في بعض الأحيان نشطة بين جزيئات الماء وذات طاقة تكفي لنقل كاتيون الهيدروجين من جزئ ماء إلى آخر.

التأين الذاتي للماء :- **هو التفاعل الذى يحدث بين جزيئ ماء لإنتاج أنيون هيدروكسيد وكاتيون هيدرونيوم** .ويمكن تمثيل التفاعل بمعادلة التأين التالية :

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

جزئ ماء كاتيون هيدرونيوم أنيون هيدروكسيد



تفاعل التأين الذاتي للماء

** **يسمى** الكيميائيون **أيونات الهيدروجين** فى المحلول المائى **بروتونات** أو **كاتيونات هيدروجين** أو **كاتيونات هيدرونيوم**.

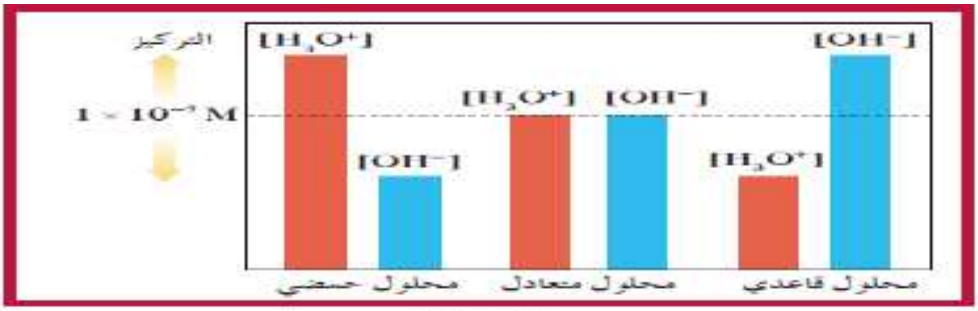
** وعند درجة حرارة 25°C **يتساوى تركيز كاتيون الهيدرونيوم وتركيز أنيون الهيدروكسيد ويكون مقداره $1 \times 10^{-7}M$ ، بالتالى عندما يتساوى تركيز H_3O^+ , OH^- فى أى محلول مائى يسمى محلولاً متعادلاً.**

ثابت تأين الماء Kw :- فى المحاليل المائية حاصل ضرب تركيز كاتيون الهيدرونيوم وتركيز أنيون الهيدروكسيد يساوى $1x10^{-14}$ عند درجة حرارة 25°C .

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

**** ليست جميع المحاليل المائية متعادلة.**

المحلول الحمضى	المحلول المتعادل	المحلول القاعدى
يعرف على انه هو المحلول الذى يكون فيه تركيز كاتيون الهيدرونيوم أكبر من تركيز أنيون الهيدروكسيد أى يفوق $1 \times 10^{-7}M$.	هو المحلول الذى يتساوى فيه تركيز كاتيون الهيدرونيوم وتركيز أنيون الهيدروكسيد ويكون مقداره $1 \times 10^{-7}M$.	يعرف على أنه هو المحلول الذى يكون فيه تركيز كاتيون الهيدرونيوم أقل من تركيز أنيون الهيدروكسيد أى اصغرمن $1x10^{-7}M$.



شكل (60)
تركيزات كاتيون الهيدرونيوم وأنيون الهيدروكسيد في محلول حمضي ومحلول قاعدي ومحلول متعادل .

مثال (1) :-

إذا كان تركيز كاتيون الهيدرونيوم فى محلول ما يسوى 1×10^{-5} M فهل يكون المحلول حمضى أو قاعدى أو متعادل ؟ ما هو تركيز أنيون الهيدروكسيد (OH^-) فى هذا المحلول ؟

almanahj.com/kw

المعلوم $\{ H_3O^+ \} = 1 \times 10^{-5} M$ ويعتبر المحلول حمضيا

ثابت تأين الماء النقى : $K_w = \{ H_3O^+ \} \times \{OH^-\} = 1 \times 10^{-14}$

$$\{ OH^- \} = \frac{K_w}{[H_3O]} \Leftarrow K_w = \{OH^-\} \times \{H_3O^+\}$$

$$\{ OH^- \} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-5}} = 1 \times 10^{-9} M$$

أسئلة تطبيقية :-

1- إذا كان أنيون الهيدروكسيد لمحلول مائى ما يساوى 1×10^{-3} M فما هو تركيز كاتيون الهيدرونيوم فى المحلول ؟

وهل المحلول حمضى أم قاعدى أم متعادل ؟

.....

.....

2- صنف المحاليل التالية بين حمضية وقاعدية ومتعادلة :

(أ) $[H_3O^+] = 6 \times 10^{-10}$ M (ب) $[OH^-] = 3 \times 10^{-2}$ M

(د) $[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ M (ج) $[H_3O^+] = 2 \times 10^{-7}$M

مفهوم الأس الهيدروجيني *pH* : –

هي القيمة السالبة للوغاريتم العشرى لتركيز كاتيون الهيدرونيوم ويمكن تمثيلها رياضياً بالمعادلة التالية :

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

** يستخدم الأس الهيدروجينى بدلاً من التركيز المولارى للتعبير عن تركيز كاتيون الهيدرونيوم.

** هذا المقياس الذى يتراوح بين 0 , 14 يساوى pH **المحاليل المتعادلة 7** وتمثل **قيمة الأس الهيدروجيني التى تساوى صفراً المحاليل الحمضية القوية جداً** والمحلول الذى يساوى **أسه الهيدروجيني 14 المحاليل القاعدية القوية جداً** قيمة الأس الهيدروجيني لمحلول ما

almanahj.com/kw

ويمكن تلخيص ما سبق (عند 25°C) :

محلول مائى متعادل : $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} M \Rightarrow pH = 7$

محلول حمضى : $[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7} M \Rightarrow pH < 7$

محلول قاعدي : $[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7} M \Rightarrow pH > 7$

الأس الهيدروكسيدي *pOH*: –

هو يساوى القيمة السالبة للوغاريتم العشرى لتركيز أنيون الهيدروكسيد ويمكن تمثيلها رياضياً بالمعادلة التالية :

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

وتكون قيمة الأس الهيدروكسيدي pOH للمحلول المتعادل تساوى7.

يكون المحلول الذى قيمة أسمه الهيدروكسيدي أصغر من 7 قاعدياً .

ويكون حمضياً عندما تكون قيمة أسه الهيدروكسيدي أكبر من 7 .

هناك **علاقة سهلة بين الـ pH والـ pOH** يمكن من خلالها إيجاد أحدهما إذا عرف الآخر:-

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - pH \text{ أو } \Rightarrow pH = 14 - pOH$$

مثال (2):-

ما هو تركيز كاتيون الهيدرونيوم لمحلول يساوى أسه الهيدروجيني 6 ؟

المعلوم pH = 6

غير المعلوم : $[H_3O^+] = ?\ M$

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

أولاً : أعد ترتيب معادلة تعريف الـ pH:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$[H_3O^+] = 10^{-6}\ M$

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

أسئلة تطبيقية:-

1- أوجد قيمة pH لكل محلول من المحاليل التالية :

(أ) $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-4}\ M$ (ب) $[H_3O^+] = 0.0010\ M$

(ج) $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-9}\ M$

2- ما هى تركيزات كاتيون الهيدروهنيوم للمحاليل التى لها قيم pH التالية :

(أ) 4 (ب) 11 (ج) 8

مثال (3) :-

احسب الأس الهيدروجيني pH عند 25°C لمحلول يساوى فيه تركيز أنيون الهيدروكسيد $4 \times 10^{-11}\ M$.

المعلوم : $[OH^-] = 4 \times 10^{-11}\ M$

غير المعلوم pH = ?

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

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

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

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

$$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-11}} = 2.5 \times 10^{-14} \text{ M}$$

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

$$pH = - \log (2.5 \times 10^{-4})$$

$$pH = - 0.4 + 4 = 3.6$$

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

أسئلة تطبيقية :-

1- احسب الأس الهيدروجيني pH لكل من المحاليل التالية :

(أ) $[H_3O^+] = 5 \times 10^{-6}$ M (ب) $[H_3O^+] = 8.3 \times 10^{-10}$ M

(ج) $[OH^-] = 4.3 \times 10^{-5}$ M (د) $[OH^-] = 2 \times 10^{-5}$ M

مثال (4) :-

احسب تركيز كاتيون الهيدرونيوم الذى يساوى أسه الهيدروجيني pH لمحلول 3.7 .

المعلوم :

$pH = - \log [H_3O^+]$ $pH = 3.7$

غير المعلوم :

$[H_3O^+] = ?$ M

2- احسب حل غير المعلوم .

أعد أولاً ترتيب معادلة تعريف الأس الهيدروجيني :

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

$$[H_3O^+] = 10^{-37}$$

قوة الأحماض والقواعد

1- الأحماض والقواعد القوية والضعيفة :

توضح المعادلة العامة التالية تأين حمض ما فى الماء :

$$HA_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

تمثل HA الصيغة العامة للحمض ويمثل A^- الأنيون الذى ينتج عند تأين الحمض فى الماء .

يعتبر موضع الاتزان مؤشراً لقوة الحمض الذى تتم دراسته . بالنسبة إلى حمض قوى مثل حمض الهيدروكلوريك HCl ، نجد أن التفاعل يسري عملياً حتى النهاية :

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

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

بالنسبة إلى حمض ضعيف مثل الأستيك CH_3COOH نجد أن التفاعل فى حالة اتزان ولكن الاتجاه الغالب للاتزام يكون باتجاه المواد المتفاعلة .

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

الأحماض القوية	الأحماض الضعيفة
هى التى تتأين بشكل تام فى محلول مائى.	هى التى تتأين جزئيا فى محاليلها المائية وتشكل حالة اتزان كما في حالة حمض الأستيك.
القواعد القوية	**القواعد الضعيفة**
هى التى تتأين بشكل تام فى محاليلها المائية.	هى التى تتأين جزئيا فى محاليلها المائية وتشكل حالة اتزان .

** **<u>في الأحماض القوية</u>** خلال هذا التفاعل يتحول الحمض كلياً إلى قاعدته المرافقة ، ويصبح **تركيز الحمض غير المتأين HA يساوى صفراً ولا وجود لحالة اتزان فى تفاعل تأين الأحماض القوية** .

الجدول التالى يوضح القوى النسبية للأحماض والقواعد الشائعة:

المركّبات	الصيغة الكيميائية	القوى النسبية
حمض الهيدروكلوريك	HCl	أحماض قوية
حمض النيتريك	HNO_3	
حمض الكبريتيك	H_2SO_4	
حمض الفوسفوريك	H_3PO_4	تزداد قوة الحمض ↑
حمض الأستيك	CH_3COOH	
حمض الكربونيك	H_2CO_3	
حمض الهيدروكبريتيك	H_2S	
حمض الهيبوكلوروز	HClO	
حمض البوريك	H_3BO_3	محاليل متعادلة
هيدرازين	N_2H_4	تزداد قوة القاعدة ↓
أمونيا	NH_3	
ميثيل أمين	CH_3NH_2	
إيثيل أمين	$C_2H_5NH_2$	
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$	قواعد قوية
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	
هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

ثابت التأين للحمض K_a	ثابت التأين للقاعدة K_b
أنه نسبة حاصل ضرب التركيز للقاعدة المرافقة بتركيز كاتيون الهيدرونيوم إلى تركيز الحمض .	هو نسبة حاصل الضرب تركيز الحمض المرافق بتركيز أنيون الهيدروكسيد إلى تركيز القاعدة .
$K_a = \frac{[H_3O^+]\,x\,[\text{القاعدة المرافقة}]}{[\text{الحمض}]}$	$K_b = \frac{[\text{الحمض المرافق}]\,x\,[OH^-]}{[\text{القاعدة}]}$

**** ملاحظة: لا يوجد ثابت اتزان في تفاعل تأين الأحماض القوية لأنها تتأين بشكل تام وبالتالي لا يوجد ثابت تأين للأحماض القوية.**

يوضح الشكل تأين كل من الأحماض القوية والضعيفة والضعيفة جداً ونسبة تأين كل منها

** إذا كانت قيمة ثابت التأين صغيرة فإن درجة تأين الحمض فى المحلول تكون صغيرة

**للأحماض الضعيفة قيم K_a صغيرة.

**القيمة الأكبر لـ K_a تعنى أن تأين الحمض يتم بدرجة أكبر.

**الحمض الأقوى له قيمة K_a أكبر .

**تفقد الأحماض ثنائية البروتون والأحماض ثلاثية البروتون ذرات الهيدروجين واحدة تلو الأخرى ولا يتم تأين ذرات الهيدروجين بها فى تفاعل واحد إذ إن كل تأين ذرة هيدروجين له تفاعل منفصل عن الذرة الأخرى وبذلك يكون لكل تفاعل ثابت التأين الخاص به.

الحمض	معادلة التأين	ثابت تأين الحمض (K_a ، 25 °C)
حمض أوكساليك	$HOOCCOOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HOOCCOO^-_{(aq)}$ $HOOCCOO^-_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OOCCOO^{2-}_{(aq)}$	$K_{a1} = 5.6 \times 10^{-2}$ $K_{a2} = 5.1 \times 10^{-5}$
حمض الفوسفوريك	$H_3PO_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + H_2PO^-_{4(aq)}$ $H_2PO^-_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HPO^{2-}_{4(aq)}$ $HPO^{2-}_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + PO^{3-}_{4(aq)}$	$K_{a1} = 7.5 \times 10^{-3}$ $K_{a2} = 6.2 \times 10^{-8}$ $K_{a3} = 4.8 \times 10^{-13}$
حمض الميثانويك	$HCOOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$	$K_a = 1.8 \times 10^{-4}$
حمض البنزويك	$C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + C_6H_5COO^-_{(aq)}$	$K_a = 6.3 \times 10^{-5}$
حمض الأستيك	$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$	$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$
حمض الكربونيك	$H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)}$ $HCO^-_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$	$K_{a1} = 4.3 \times 10^{-7}$ $K_{a2} = 4.8 \times 10^{-11}$

ملاحظة : يكون الحمض فى مرحلة التأين الأولى اقوى وثابت تأين المرحلة الأولى أكبر .

** يمكن التعبير عن تأين الحمض بالرمز pK_a حيث إن :

$$pK_a = - \log K_a$$

يمكن المقارنة بين قوى الأحماض باستخدام قيم K_a , pK_a .

****كلما كانت قيمة pK_a أكبر كلما صغرت قيمة K_a وكان الحمض أضعف والعكس صحيح .**

** وكلما قل مقدار K_b كلما كانت القاعدة أضعف .**

موقع المناهج الكويتية

****تتأين القواعد القوية بالكامل إلى كاتيونات فلزية وأنيونات هيدروكسيد فى محاليلها المائية لذا ليس لديها ثابت تأين.**

**بعض القواعد القوية مثل هيدروكسيد الكالسيوم وهيدروكسيد المغنيسيوم شحيحة الذوبان فى الماء . ولكن الكميات الصغيرة التى تذوب فى الماء من تلك القواعد تتأين تماماً .

الحمد لله الذى بنعمته تتم الصالحات

كل الأمنيات بالنجاح والتفوق

عبدالرحمن أسامة جعفر

CHEMIST:A.B.G