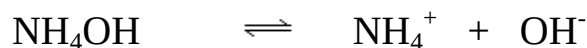


ثابت تفكك (تأين) القاعدة Kb



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

$$K_w = K_a \times K_b$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b}$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

حيث إن K_w = ثابت التأين الذاتي للماء
 K_a = ثابت تأين الحامض
 K_b = ثابت تأين القاعدة

درجة التأين : Ionization Degree

$$\frac{\text{الكمية المتأينة (المتفككة)}}{\text{الكمية الكلية}} = \text{درجة التأين Ionization Degree}$$

النسبة المئوية للتأين : Ionization Ratio

$$100 \times \frac{\text{الكمية المتأينة (المتفككة)}}{\text{الكمية الكلية}} = \text{النسبة المئوية للتأين}$$

$$100 \times \text{درجة التأين} = \text{النسبة المئوية للتأين}$$

ملاحظات حول المعادلات اللوغاريتمية (الأسية)

(اللوغاريتم هو أس للأساس 10 في الحسابات مثلا " $\log 1=0$, $\log 10=1$, $\log 100=3$... وهكذا) .
وبصورة عامة يمكن كتابة المصطلح كالآتي :

$$pX = -\log x$$

وعليه يمكن استخدامها في التعبير عن تراكيز أيونات الفلزات C_m حيث

$$pC_m = -\log C_m$$

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

$$[H^+] = 10^{-P^H}$$

$$\log 10^x = x \log 10 = x \times 1 = x$$

$$\log 10^{-x} = -x \log 10 = -x \times 1 = -x$$

$$\log 10^{-6} = -6 \times \log 10 = -6 \times 1 = -6$$

$$\log (x \times y) = \log x + \log y \rightarrow \log (2 \times 3) = \log 2 + \log 36 \text{ or } \log 6$$

$$-\log (x \times y) = -\log (x + y) = -\log x - \log y$$

ex;

$$-\log 2 \times 10^{-8} = -(\log 2 + \log 10^{-8}) = -\log 2 - 8 \log 10 = -\log 2 - 8 \dots \text{etc}$$

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

$$\log = \frac{3}{2} = \log 3 - \log 2$$

مثال // أحسب P^H ، P^{OH} وتركيز ايون الهيدروكسيل لمحلول التركيز المولاري
لأيون الهيدروجين $= 5 \times 10^{-3} M$ ؟

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

$$5 \times 10^{-3} [OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-12}$$

$$P^H = -\log [H^+] = -\log 5 \times 10^{-3} = 2.3$$

$$P^{OH} = -\log [OH^-] = -\log 2 \times 10^{-12} = 11.7$$

$$\text{or } P^H + P^{OH} = 14$$

$$2.3 + P^{OH} = 14 \rightarrow P^{OH} = 14 - 2.3 = 11.7$$

مثال // أحسب P^H ، P^{OH} لما يلي ؟

أ. محلول حامض الخليك $0.01 M$ ودرجة تأينه 0.135 ؟

ب. محلول هيدروكسيد الأمونيوم بتركيز $0.01 M$ وتأينه بنسبة 0.125 ؟

مثال // احسب تركيز ايون الهيدروجين لمحلول $0.1 (N)$ عياري حامض الخليك إذا علمت إن ثابت تأين
الحامض $K_b = 1.85 \times 10^{-5}$ ؟

	$[H^+]$	pH	Example
Acids	1×10^0	0	HCl
	1×10^{-1}	1	Stomach acid
	1×10^{-2}	2	Lemon juice
	1×10^{-3}	3	Vinegar
	1×10^{-4}	4	Soda
	1×10^{-5}	5	Rainwater
	1×10^{-6}	6	Milk
Neutral	1×10^{-7}	7	Pure water
Bases	1×10^{-8}	8	Egg whites
	1×10^{-9}	9	Baking soda
	1×10^{-10}	10	Tums[®] antacid
	1×10^{-11}	11	Ammonia
	1×10^{-12}	12	Mineral lime - $Ca(OH)_2$
	1×10^{-13}	13	Drano[®]
	1×10^{-14}	14	NaOH

Hydrolysis of Salt

التحلل المائي للأملاح

هو تفاعل في حالة توازن أيوني بين الأيون الموجب أو الأيون السالب أو كليهما مع الماء فيكون المحلول حامضي أو قاعدي أو متعادل التأثير في الدلائل الكيميائية .

الأملاح:- هي المادة الناتجة من اتحاد أيونات موجبة من القاعدة (فلز أو جذر أمونيوم NH_4^+) مع أيونات سالبة من الحامض .

أنواع الأملاح:-

أملاح ثنائية (أوكسجينية)	أملاح ثنائية
تتكون من : مجموعة لافلزنية (سالبة) + أيون فلزي (موجب)	تتكون من : أيون لافلزي (سالب) + أيون فلزي (موجب)
التسمية / أسم المجموعة السالبة للحامض + أسم الفلز	التسمية / أسم اللافلز + يد + أسم الفلز

أمثلة (أملاح ثنائية):-

كلوريد الصوديوم	NaCl
بروميد الفضة	AgBr
فلوريد الكالسيوم	CaF ₂
كبريتيد النحاس	CuS
يوديد البوتاسيوم	KI

أمثلة (أملاح ثلاثية):-

كبريتات البوتاسيوم	K ₂ SO ₄
نترات الفضة	AgNO ₃
خلات الصوديوم	CH ₃ COONa
فوسفات الكالسيوم	Ca ₃ (PO ₄) ₂
كربونات الصوديوم	Na ₂ CO ₃

طرق تحضير الأملاح:-

يمكن تحضير الأملاح بالطرق التالية :

1. تفاعل فلز مع لافلز
2. تفاعل حامض مع قاعدة
3. إحلال فلز محل هيدروجين حامض
4. تبادل الجذور

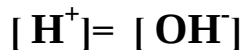
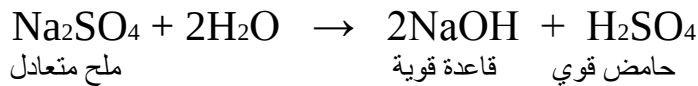
ملاحظة:

- من القواعد القوية : NaOH , KOH , Ca(OH)₂
- من القواعد الضعيفة : هيدروكسيد الأمونيوم NH₄OH، هيدروكسيد النحاس Cu(OH)₂ . الاتيلين(ماصيغته الكيميائية).
- من الحوامض القوية : H₂SO₄ ، HCl ، HNO₃ ، HBr
- من الحوامض الضعيفة: CH₃COOH ، HCOOH ، HF ، HCN

أصناف للأملاح :-

تعتمد خواص الأملاح على خواص الايونات السالبة والايونات الفلزية الموجبة فيها بعد تحليلها مائياً" وبذلك فان الأملاح تكون على أربعة أصناف:-

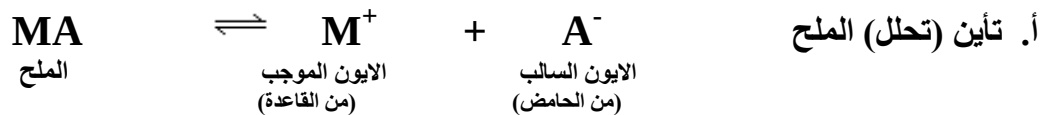
(أ) **الأملاح المتعادلة** : وهي الأملاح المشتقة من حامض قوي وقاعدة قوية مثل NaCl , KCl حيث تتأين تماماً في الماء (مالانهاية $K_h =$) لكونها (الكتروليتات قوية) ويكون محلولها المائي متعادلاً".



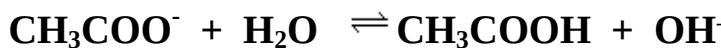
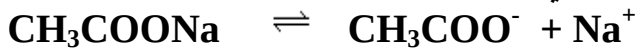
(ب) **الأملاح القاعدية** : وهي الأملاح المشتقة من حامض ضعيف وقاعدة قوية (ويكون محلولها المائي قاعدياً) مثل خلات الصوديوم و فورمات الصوديوم:-



خطوات التحلل المائي :



ج. تفاعل الايون الذي مصدره (القاعدة او الحامض) الضعيف لكون قرين قوي مع الماء حيث يتبقى H_3O^+ أو H^+ في المحيط الحامضي و OH^- في المحيط القاعدي



ثابت التحلل المائي للملح K_h

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{[\text{Acid}] [\text{Base}]}{\text{unhydrolyzed Salt}}$$

درجة التفكك a
C تمثل تركيز الملح

$$K_h = \frac{a^2 C}{1 - a}$$

$$K_w = K_h K_a$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w K_a}{C}}$$

$$PH = \frac{1}{2} PK_w + \frac{1}{2} PK_a + \frac{1}{2} \text{Log } C$$

كما أنه في حالة تأين الأحماض أو القواعد الضعيفة فإنه يمكن التعبير عن ثابت التأين K_a ، K_b باستخدام المعادلة السابقة كالآتي :

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_b = -\log K_b$$

مثال واجب // احسب تركيز ايون الهيدروكسيل لمحلول 0.01 M هايوكلوريت الصوديوم NaOCl علماً إن $K_b = 3.3 \times 10^{-7}$ ؟

مثال :

احسب قيمة pK_a لحمض الخليك ، علماً أن قيمة $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟ :

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$pK_a = -\log K_a$$

$$= -\log 1.8 \times 10^{-5}$$

$$= 4.75$$

مثال // احسب $[OH^-]$ لمحلول الانيلين (0.2M) علماً إن $K_b = 4.2 \times 10^{-10}$

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B] - [OH^-]} = \frac{[OH^-]^2}{[B]}$$

$$4.2 \times 10^{-10} = \frac{[OH^-]^2}{0.2}$$

$$[OH^-]^2 = 4.2 \times 10^{-10} \times 0.2 \rightarrow [OH^-] = \sqrt{4.2 \times 10^{-10} \times 0.2}$$

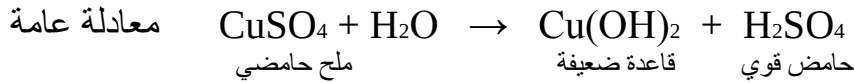
مثال // احسب الأس الهيدروجيني PH و K_h لمحلول سيانيد البوتاسيوم 0.01 M KCN علماً إن $K_a(KCN) = 7 \times 10^{-10}$ ؟

$$PH = \left(\frac{1}{2} \times 14 \right) + \frac{1}{2} (10 - \text{Log } 7) + \frac{1}{2} \times -2$$

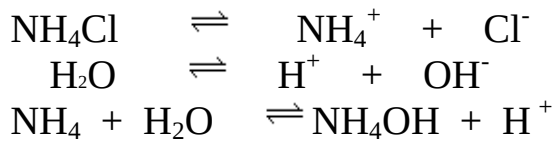
$$PH = 7 + 4.57 - 1 = 10.57$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{7 \times 10^{-10}} = 1.4 \times 10^{-5}$$

(ج) الأملاح الحامضية : وهي الأملاح المشتقة من حامض قوي وقاعدة ضعيفة مثل NH_4Cl و $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ حيث يكون محلولها المائي حامضياً :-



خطوات التحلل المائي :



$$K_h = \frac{[\text{Base}] [\text{Acid}]}{[\text{unhydrolyzed Salt}]} = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] [\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$K_h = \frac{a^2 C}{1 - a}$$

$$K_w = K_h K_b$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

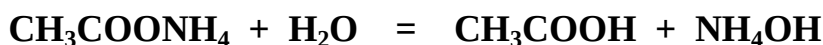
$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w C}{K_b}}$$

$$\text{PH} = \frac{1}{2} \text{PK}_w - \frac{1}{2} \text{PK}_b - \frac{1}{2} \text{Log } C$$

مثال: احسب الأس الهيدروجيني PH وثابت التحلل المائي للملح K_h لمحلول NH_4Cl 0.01 M علماً إن $K_{b\text{NH}_4\text{Cl}} = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟

(د) الأملاح المشتقة من قاعدة ضعيفة وحامض ضعيف مثل خلات الأمونيوم و فورمات الأمونيوم حيث يكون محلولها المائي أما (متعادلا " إذا كان $K_a = K_b$) أو أن يكون حامضيا " أو قاعديا " (إذا كان K_a لا يساوي K_b) وان K_h لا يعتمد على تركيز الملح C ؟

$$K_h = \frac{K_w}{K_a K_b}$$



$$PH = \frac{1}{2} PK_w + \frac{1}{2} PK_a - \frac{1}{2} PK_b$$

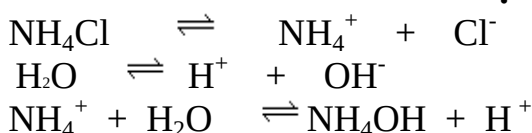
ملاحظة : يتضح مما سبق ان التناسب عكسي بين (K_a او K_b) مع K_h ; حيث انه كلما كان (K_a او K_b) صغيرا " كان K_h كبيرا " والملح يتحلل مائيا " بدرجة اكبر .

مثال // احسب PH و K_h لمحلول فورمات الأمونيوم 0.05 N علماً إن $K_a(HCOOH) = 1.77 \times 10^{-4}$ ، $K_b = 1.79 \times 10^{-5}$ ؟

أسئلة :

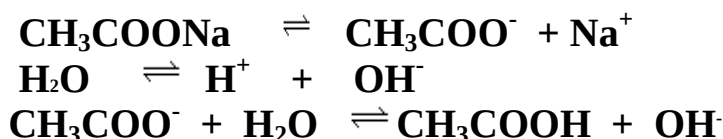
س: ناقش ماذا يحدث عند إذابة كلوريد الأمونيوم NH_4Cl في الماء ؟

ج : يتأين كلوريد الأمونيوم NH_4Cl عند ذوبانه في الماء بعد ذلك يتفاعل ايون الأمونيوم NH_4^+ (حامض قرين قوي لان مصدره قاعدة ضعيفة حسب نظرية برونشتد) مع الماء فيتحلل H_3O^+ أو H^+ فيؤدي الى ان يكون المحلول ذو تأثير حامضي في الدلائل الكيميائية .



س: لماذا يكون المحلول المائي لخلات الصوديوم CH_3COONa قاعديا " ؟

ج: المحلول قاعدي لان الملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية حيث يبقى ايون OH^- في المحلول



س : لماذا لايتحلل ملح كلوريد الصوديوم NaCl مائيا " ؟



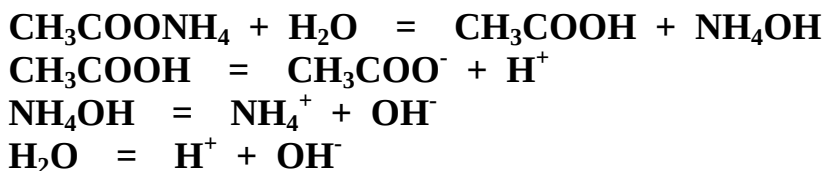
ج:

لان هذا الملح مشتق من حامض قوي HCl وقاعدة قوية NaOH لذلك فان كلا القرينين الناتجين عنهما يكونان ضعيفان فلا يتفاعلان مع الماء .

س : علل لماذا يكون المحلول المائي لخلات الأمونيوم متعادل التأثير في الدلائل الكيميائية؟

ج : ان المحلول المائي لخلات الامونيوم متعادل التأثير في الدلائل الكيميائية وذلك لتخلف

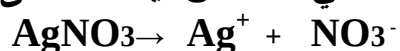
H^+ , OH^- بتركيز متساوية حيث ان ($K_b = K_a$)



س: علل لماذا لا تتغير قيمة P^{H} الماء النقي (المقطر) عند إذابة نترات البوتاسيوم KNO_3 فيه ؟
ج: ان هذا الملح مشتق من حامض قوي HCl وقاعدة قوية KOH لذا فان محلوله المائي متعادل وقيمة $\text{P}^{\text{H}}=7$. لذلك يبقى المحلول متعادل ولا تتغير قيمة P^{H} الماء النقي وهي 7 .



س: لماذا تنخفض قيمة قيمة P^{H} الماء النقي (المقطر) عند إذابة نترات الفضة AgNO_3 فيه ؟
ج. ان هذا الملح مشتق من حامض قوي HNO_3 وقاعدة ضعيفة AgOH لذا فان محلوله المائي حامضي فتتخفض قيمة P^{H} الى اقل من 7 حيث يتبقى H^+ في المحلول .



س: ناقش مع المعادلات ماذا يحدث عند إذابة سيانيد البوتاسيوم KCN في الماء ؟
س : علل: لماذا تزداد قيمة PH الماء النقي عند إذابة فلوريد البوتاسيوم KF فيه ؟

المحاليل المنظمة Buffer Solution :-

هي المحاليل التي تقاوم التغير في الأس الهيدروجيني عند إضافة كمية قليلة من حامض أو قاعدة قوية أو عند التخفيف وهو يتكون من حامض ضعيف وملحه أو قاعدة ضعيفة وملحها .

$$\text{PH} = \text{PKa} + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

$$\text{POH} = \text{PKb} + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Base}]}$$

مثال// احسب PH لمحلول يتكون من 0.1 M حامض الخليك 0.01 M خلات الصوديوم علماً إن $\text{Ka} = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟

$$\begin{aligned}\text{PH} &= \text{PKa} + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]} \\ \text{PH} &= \text{Log K} + \text{Log} \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}\end{aligned}$$

$$\text{PH} = -\text{Log } 1.85 \times 10^{-5} + \text{Log} \frac{[0.01]}{[0.1]} = 3.37$$

مثال// احسب PH للمحلول المنظم المكون من 0.1 M هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH وكلوريد الأمونيوم NH_4Cl علماً إن $\text{Kb} = 1.76 \times 10^{-5}$ ؟

مثال// احسب الأس الهيدروجيني لمحلول منظم مكون من حامض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ 0.5 M ومحلول بنزوات الصوديوم $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ بتركيز 10 g/L علماً إن $\text{PKa} = 4.1$ ؟