محاسبه pH محلول بازهای ضعیف (شامل B و باز مزدوج اسیدهای ضعیف مانند A^-)

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

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

تعیین pH با داشتن K_b و غلظت اولیه باز

Sample Problem 18.11 **Determining pH from K_b and Initial [B]**

PROBLEM: Dimethylamine, $(CH_3)_2NH$, a key intermediate in detergent manufacture, has a K_b of 5.9×10^{-4}. What is the pH of 1.5 *M* $(CH_3)_2NH$?

PLAN: Perform this calculation as you did those for acids. Keep in mind that you are working with K_b and a base.

$$(CH_3)_2NH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons (CH_3)_2NH_2^+(aq) + OH^-(aq)$$

Assumptions: $K_b >> K_w$ so $[OH^-]_{from\ water}$ is negligible

$[(CH_3)_2NH_2^+] = [OH^-] = x$; $[(CH_3)_2NH]_{initial} - x \approx [(CH_3)_2NH]_{initial}$

SOLUTION:

Concentration	**$(CH_3)_2NH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons (CH_3)_2NH_2^+(aq) + OH^-(aq)$**			
Initial	1.50M	-	0	0
Change	$-x$	-	$+x$	$+x$
Equilibrium	$1.50 - x$	-	x	x

$$K_b = 5.9\times10^{-4} = \frac{[(CH_3)_2NH_2^+][OH^-]}{[(CH_3)_2NH]}$$

$$5.9\times10^{-4} = \frac{(x)(x)}{1.5\ M} \qquad x = 3.0\times10^{-2}\ M = [OH^-]$$

Check assumption: $3.0\times10^{-2}\ M / 1.5\ M \times 100 = 2\%$

$$[H_3O^+] = K_w/[OH^-] = 1.0\times10^{-14}/3.0\times10^{-2} = 3.3\times10^{-13}\ M$$

$$pH = -\log 3.3\times10^{-13} = 12.48$$

رابطه بین K_a و K_b برای اسید و باز مزدوج

$$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$
$$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$$
$$K_a \times K_b = K_w$$

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$
$$BH^+ + H_2O \rightleftharpoons B + H_3O^+$$
$$K_b \times K_a = K_w$$

تعیین pH محلول A^- (نمک اسید ضعیف یا باز مزدوج اسید ضعیف HA)

نمونه مسئله 18-12: تعیین pH محلول 0/25 مولار سدیم استات

نکته: نمک های محلول در آب به صورت یونی حل می شوند و تولید یون به میزان استوکیومتری می کنند. بنابراین غلظت استات در آب برابر غلظت اولیه (غلظت تجزیه ای) نمک یعنی 0/25 مولار است.

Sample Problem 18.12 **Determining the pH of a Solution of A^-**

PROBLEM: Sodium acetate (CH_3COONa, or NaAc for this problem) has applications in photographic development and textile dyeing. What is the pH of 0.25 *M* NaAc? K_a of acetic acid (HAc) is 1.8×10^{-5}.

PLAN: Sodium salts are soluble in water so $[Ac^-] = 0.25\ M$.

Write the association equation for acetic acid; use the K_a to find the K_b.

SOLUTION:

پیدا کردن K_b از روی K_a

Concentration	$Ac^-(aq)$	+	$H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$	$HAc(aq)$	+	$OH^-(aq)$
Initial	0.25 *M*		-		0		0
Change	-*x*		-		+*x*		+*x*
Equilibrium	0.25 *M* - *x*		-		*x*		*x*

$$K_b = \frac{[HAc][OH^-]}{[Ac^-]} = \frac{K_w}{K_a} \qquad K_b = \frac{1.0\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 5.6\times10^{-10}\ M$$

$[Ac^-] = 0.25\ M - x \approx 0.25\ M$

$$K_b = \frac{[HAc][OH^-]}{[Ac^-]}$$

$5.6\times10^{-10} = x^2/0.25\ M$

$x = 1.2\times10^{-5}\ M = [OH^-]$

چک تقریب

Check assumption: $1.2\times10^{-5}\ M/0.25\ M \times 100 = 4.8\times10^{-3}\ \%$

$[H_3O^+] = K_w/[OH^-] = 1.0\times10^{-14}/1.2\times10^{-5} = 8.3\times10^{-10}\ M$

$pH = -\log 8.3\times10^{-10}\ M = 9.08$

پیش بینی اسیدیته محلول نمکها

چند حالت:

-کاتیون نمک از باز قوی و آنیون نمک از اسید قوی ⟵ محلول نمک خنثی است.

-کاتیون نمک از باز قوی و آنیون نمک از اسید ضعیف ⟵ محلول نمک بازی است.

-کاتیون نمک از باز ضعیف و آنیون نمک از اسید قوی ⟵ محلول نمک اسیدی است.

-کاتیون، کوچک و دارای بار مثبت زیاد باشد و آنیون نمک از اسید قوی ⟵ محلول نمک اسیدی است.

-کاتیون نمک از باز ضعیف و آنیون نمک از اسید ضعیف ⟵ میزان اسیدیته به مقدار نسبی K_a و K_b بستگی دارد.

-کاتیون نمک از باز قوی و آنیون نمک از اسید پلی پروتیک (نمک آنیون آمفی پروتیک) ⟵ میزان اسیدیته به مقدار نسبی K_a و K_b آنیون آمفی پروتیک بستگی دارد.

مثال:

محلول نمکهای زیر اسیدی است یا بازی یا خنثی؟

- **Na_2HPO_4** - **NaH_2PO_4**

نمونه مسئله 18-13: پیش بینی قدرت اسیدی نسبی محلول های نمک

Sample Problem 18.13 **Predicting Relative Acidity of Salt Solutions**

PROBLEM: Predict whether aqueous solutions of the following are acidic, basic, or neutral, and write an equation for the reaction of any ion with water:

(a) Potassium perchlorate, $KClO_4$

(b) Sodium benzoate, C_6H_5COONa

(c) Chromium (III) nitrate, $Cr(NO_3)_3$

PLAN: Consider the acid-base nature of the anions and cations. Strong acid-strong base combinations produce a neutral solution; strong acid-weak base, acidic; weak acid-strong base, basic.

SOLUTION:

(a) The ions are K^+ and ClO_4^- , both of which come from a strong base (KOH) and a strong acid ($HClO_4$). Therefore the solution will be neutral.

(b) Na^+ comes from the strong base NaOH while $C_6H_5COO^-$ is the anion of a weak organic acid. The salt solution will be basic.

$$C_6H_5COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_5COOH(aq) + OH^-(aq)$$

(c) Cr^{3+} is a small cation with a large + charge, so it's hydrated form will react with water to produce H_3O^+. Cl^- comes from the strong acid HCl. Acidic solution.

$$Cr(H_2O)_6^{3+}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons Cr(H_2O)_5OH^{2+}(aq) + H_3O^+(aq)$$

پیش بینی قدرت اسیدی نسبی محلول نمک از K_a و K_b یونها

Sample Problem 18.14 **Predicting the Relative Acidity of Salt Solutions from K_a and K_b of the Ions**

PROBLEM: Determine whether an aqueous solution of zinc formate, $Zn(HCOO)_2$, is acidic, basic, or neutral.

PLAN: Both Zn^{2+} and $HCOO^-$ come from weak conjugates. In order to find the relative acidity, write out the dissociation reactions and use the information in Tables 18.2 and 18.7.

SOLUTION:

$$Zn(H_2O)_6^{2+}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons Zn(H_2O)_5OH^+(aq) + H_3O^+(aq)$$

$$HCOO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCOOH(aq) + OH^-(aq)$$

K_a $Zn(H_2O)_6^{2+} = 1x10^{-9}$

K_a $HCOOH = 1.8x10^{-4}$; $K_b = K_w/K_a = 1.0x10^{-14}/1.8x10^{-4} = 5.6x10^{-11}$

K_a for $Zn(H_2O)_6^{2+}$ >>> K_b for $HCOO^-$, therefore the solution is acidic.

جدول 18-8: رفتار نمکها در آب

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Table 18.8 The Behavior of Salts in Water

Salt Solution: Examples	pH	Nature of Ions	Ion That Reacts with Water: Example
Neutral: $NaCl$, KBr, $Ba(NO_3)_2$	7.0	Cation of strong base Anion of strong acid	None
Acidic: NH_4Cl, NH_4NO_3, CH_3NH_3Br	<7.0	Cation of weak base Anion of strong acid	Cation: $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$
Acidic: $Al(NO_3)_3$, $CrBr_3$, $FeCl_3$	<7.0	Small, highly charged cation Anion of strong acid	Cation: $Al(H_2O)_6^{3+} + H_2O \rightleftharpoons Al(H_2O)_5OH^{2+} + H_3O^+$
Acidic/Basic: NH_4ClO_2, NH_4CN, $Pb(CH_3COO)_2$	<7.0 if $K_{a(cation)} > K_{b(anion)}$ >7.0 if $K_{b(anion)} > K_{a(cation)}$	Cation of weak base (or small, highly charged cation) Anion of weak acid	Cation and anion: $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ $CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$
Acidic/Basic: NaH_2PO_4, $KHCO_3$, $NaHSO_3$	<7.0 if $K_{a(anion)} > K_{b(anion)}$ >7.0 if $K_{b(anion)} > K_{a(anion)}$	Cation of strong base Anion of polyprotic acid	Anion: $HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$ $HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3 + OH^-$

منبع:

فصل 18 کتاب شیمی عمومی تالیف سیلبربرگ