

物質科學_化學篇(下)

第七章 酸和鹼

7-1 酸和鹼的定義

1. 一般性的定義

(1) 如下表所示，以一般的通性來判定物質的酸鹼性。

(2)

酸	鹼
酸味	苦澀味、滑膩感
可使藍色石蕊試紙變成紅色	可使紅色石蕊試紙變藍色
能導電(在水中生成 H^+)	能導電(在水中生成 OH^-)
可與鹼反應(中和)	可與酸反應(中和)
易與活性大的金屬(如 Zn, Mg)產生 H_2	可溶解油脂
常見者如： 硝酸 HNO_3 、醋酸 CH_3COOH 、硫酸 H_2SO_4 、磷酸 H_3PO_4 、鹽酸 HCl 、...等	常見者如： 氫氧化鈉 $NaOH$ 、氫氧化鎂 $Mg(OH)_2$ 、氫氧化鋇 $Ba(OH)_2$ 、氨 NH_3 、...等

2. 阿瑞尼士定義

(1) 從 H^+ 和 OH^- 的解離來定義酸及鹼。電解質溶於水

後易導電者稱為強電解質，如 $NaCl_{(aq)}$ (燈泡最亮)；

溶於水後稍能導電者稱為弱電解質，如

$CH_3COOH_{(aq)}$ (燈泡稍亮)；溶於水後不能導電者稱

為非電解質，如 $C_2H_5OH_{(aq)}$ (燈泡不亮)。



(2) 電離說：A.D. 1887 瑞典化學家阿瑞尼士(S.A.Arrhenius)所提出的。

(a) 電解質在水溶液中解離出離子的現象稱為電離。

(b) 電離後的陰離子和陽離子的總電量相等，故溶液維持電中性。如

$H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{2-}$ 解離後陽離子總數不一定等於陰離子總數，但正電荷總數與負電荷總數相等。

(c) 電解質溶液是靠離子導電，當電解質液中通入電流後，陽離子游向負極、而陰離子則游向正極。溶液因為陰、陽離子的移動而導電。

(d) 弱電解質在水中僅部分電離。以氯化鈉水溶液和醋酸水溶液作比較，化學方程式可寫成 $NaCl_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ 及



(3) 阿瑞尼士的酸鹼理論

酸	鹼
在水中能產生氫離子(H^+)的化合物	在水中能產生氫氧根離子(OH^-)的化合物
鹽酸： $HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ 硫酸： $H_2SO_{4(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + HSO_4^-_{(aq)}$ $HSO_4^-_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ 醋酸： $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$	氫氧化鈉： $NaOH_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ 氫氧化鋇： $Ba(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$ 氨： $NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

3. 布忍斯特-羅瑞理論

(1) 酸鹼反應是一種質子轉移的反應，酸是提供質子者(proton donor)，而鹼是

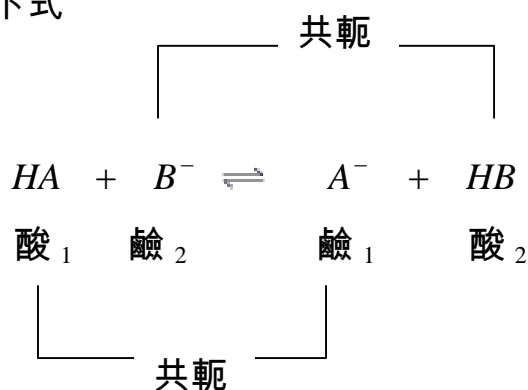
接受質子者(proton acceptor)。如下列之 $HCl_{(aq)}$ 為提供質子者， $H_2O_{(l)}$ 為

接受質子者。 $HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

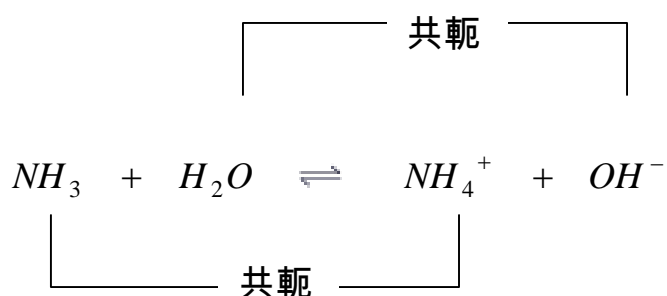
(酸) (鹼) 經離子(hydronium ion)

(2)所有的酸鹼反應是一種酸與一種鹼反應生成另一種鹼和另一種酸,成為共

軛酸鹼對的關係，如下式



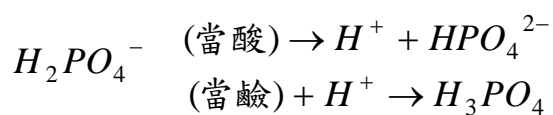
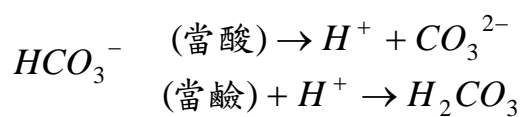
如氨在水中解離也可視為一種酸鹼反應：



水(H_2O)轉移一個質子(H^+)給 NH_3 當作酸，形成 OH^- 成為 H_2O 的共軛鹼；

NH_3 當作鹼，得到一個 H^+ 形成 NH_4^+ ，成為 NH_3 的共軛酸。

(3)兩性物質(amphiprotic：既可當酸，亦可當鹼的物質。如



4. 觀念比較

(1) 定義

	酸	鹼
一般性定義	具有酸的通性	具有鹼的通性
阿瑞尼士定義	在水中生成 H^+	在水中生成 OH^-
布-羅定義	質子(H^+)的予體	質子(H^+)的受體

(2) 例子：氯化氫($HCl_{(g)}$)在一般酸的定義中，因不會使石蕊試紙由藍變紅，也不會導電，而不視為酸。但在氯化氫($HCl_{(g)}$)溶於水後，可以放出 H^+ ，可導電，也可讓石蕊試紙由藍變紅，即具有一般酸的通性，也可視為阿瑞尼士酸，也可視為布-羅酸。

5. 酸的命名

(1) 不含氧酸(氫酸)

氣態		溶於水	
命名：某化氫	氟化氫 $HF_{(g)}$ 氯化氫 $HCl_{(g)}$ 溴化氫 $HBr_{(g)}$ 碘化氫 $HI_{(g)}$ 硫化氫 $H_2S_{(g)}$ 氰化氫 $HCN_{(g)}$	命名：氫某酸	氫氟酸 $HF_{(aq)}$ 氫氯酸 $HCl_{(aq)}$ 氫溴酸 $HBr_{(aq)}$ 氫碘酸 $HI_{(aq)}$ 氫硫酸 $H_2S_{(aq)}$ 氫氰酸 $HCN_{(aq)}$

(2) 含氧酸：(命名：某酸)

碘酸 $HIO_{3(aq)}$ 、氯酸 $HClO_{3(aq)}$ 、溴酸 $HBrO_{3(aq)}$ 、硝酸 $HNO_{3(aq)}$ 、錳酸

$H_2MnO_{4(aq)}$ 、硫酸 $H_2SO_{4(aq)}$ 、碳酸 $H_2CO_{3(aq)}$ 、硼酸 $H_3BO_{3(aq)}$ 、磷酸 $H_3PO_{4(aq)}$ 、矽酸 $H_4SiO_{4(aq)}$ 。

(3) 含氧酸若有多種形式，通常以最常見者為"某酸"，中心原子氧化數較高者為"過某酸"；中心原子化數較低者為"亞某酸"，更低者為"次某酸"。

過某酸	$HClO_4(+7)$	-	-	-	$HMnO_4(+7)$
某酸	$HClO_3(+5)$	$H_3PO_4(+5)$	$H_2SO_4(+6)$	$HNO_3(+5)$	$H_2MnO_4(+6)$
亞某酸	$HClO_2(+3)$	$H_3PO_3(+3)$	$H_2SO_3(+4)$	$HNO_2(+3)$	-
次某酸	$HClO(+1)$	$H_3PO_2(+1)$	-	-	-

6. 鹼的命名

(1) 金屬的氫氧化物，稱為"氫氧化某"，如

氫氧化鈉 $NaOH$ 、氫氧化鉀 KOH 、氫氧化鈣 $Ca(OH)_2$ 、氫氧化鋇 $Ba(OH)_2$ 、氫氧化鋁 $Al(OH)_3$ 。

(2) 金屬以不同氧化數與氫氧根結合時，此時可將金屬氧化數加以括弧附加於金屬名稱之後。或將低氧化數者稱為氫氧化亞"某"，如

氫氧化鐵 $\Leftrightarrow Fe(OH)_3 \Leftrightarrow$ 氫氧化鐵(III)
 氫氧化亞鐵 $\Leftrightarrow Fe(OH)_2 \Leftrightarrow$ 氫氧化鐵(II)

氫氧化錫 $\Leftrightarrow Sn(OH)_4 \Leftrightarrow$ 氫氧化錫(IV)
 氫氧化亞錫 $\Leftrightarrow Sn(OH)_2 \Leftrightarrow$ 氫氧化錫(II)

7. 酸鹼的分類

(1) 酸依其可游離的氫離子數目，分為下列三種：

(a) 單質子酸(monoprotic acid)：

每一分子酸僅含一個可游離的氫，如鹽酸(HCl)、硝酸(HNO_3)、過氯酸($HClO_4$)、次磷酸(H_3PO_2)、過錳酸($HMnO_4$)、石炭酸(C_6H_5OH)。

(b) 二質子酸(diprotic acid)：

每一分子酸含有兩個可游離的氫，如硫酸(H_2SO_4)、草酸($H_2C_2O_4$)、亞磷酸(H_3PO_3)、氫硫酸(H_2S)。

(c) 三質子酸(triprotic acid)：

每一分子酸三個可游離的氫，如磷酸(H_3PO_4)

(d) 此外常見的酸有：氫氟酸(HF)、氫氰酸(HCN)、甲酸($HCOOH$)、醋酸(CH_3COOH)、苯甲酸(C_6H_5COOH)。

(2) 鹼可依其化學組成中所含 OH 者，分為下列三種：

(a) 單元鹼：

化學組成中含有一個 OH 者，例如氫氧化鈉($NaOH$)、氫氧化鉀(KOH)。

(b) 二元鹼：

化學組成中含有二個 OH 者，例如氫氧化鈣($Ca(OH)_2$)、氫氧化鎂($Mg(OH)_2$)。

(c) 三元鹼：

化學組成中含有三個 OH 者，例如氫氧化鋁($Al(OH)_3$)、氫氧化鐵($Fe(OH)_3$)。

(d) 有些物質的化學式中雖然未含 OH ，但溶於水後會產生 OH^- 離子者，例如氨(NH_3)和甲胺(CH_3NH_2)等都屬於鹼。



8. 酸鹼的相對強度：

(1) 由醋酸解離看酸鹼強度：



酸 A

鹼 B

鹼 A

酸 B

(2) 達平衡時，反應偏向左方(\because 大多數的 CH_3COOH 未解離，以

$1M$ CH_3COOH 為例，左方佔 $\frac{996}{1000}$ ，右方佔 $\frac{4}{1000}$)。故可得知左右兩方的

酸(CH_3COOH 和 H_3O^+)，以右方較強(\because 右方 H_3O^+ 較能提供質子)。同理

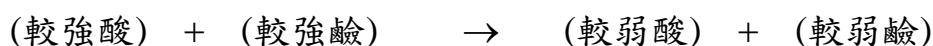
可得兩方的鹼(H_2O 及 CH_3COO^-)，仍以右方的鹼較強(\because 右方 CH_3COO^-

較易接受質子)。

(3) 若平衡向右 \Rightarrow 左方為較強酸+較強鹼。

若平衡向左 \Rightarrow 右方為較強酸+較強鹼。

酸鹼反應的方向為較強酸與較強鹼反應生成較弱的共軛酸與共軛鹼，即



例如：



例如：



酸鹼的相對強度 (記!)

		共軛酸		共軛鹼	
極強酸	過氯酸	HClO_4	ClO_4^-	過氯酸根	
	氫碘酸	HI	I^-	碘離子	
	氫溴酸	HBr	Br^-	溴離子	
	硫酸	H_2SO_4	HSO_4^-	硫酸氫根	
	鹽酸	HCl	Cl^-	氯離子	
	硝酸	HNO_3	NO_3^-	硝酸根	
強酸	銨離子	H_3O^+	H_2O	水	
中酸	草酸	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	HC_2O_4^-	草酸氫根	
	亞硫酸	H_2SO_3	HSO_3^-	硫酸氫根	
	磷酸	H_3PO_4	H_2PO_4^-	亞磷酸二氫根	
	氫氟酸	HF	F^-	氟離子	
	亞硝酸	HNO_2	NO_2^-	亞硝酸根	
	甲酸	HCOOH	HCOO^-	甲酸根	
弱酸	醋酸	CH_3COOH	CH_3COO^-	醋酸根	
	碳酸	H_2CO_3	HCO_3^-	碳酸氫根	
	氫硫酸	H_2S	HS^-	硫氫根	
	銨離子	NH_4^+	NH_3	氨	
極弱酸	水	H_2O	OH^-	氫氧根	

酸性漸強

鹼性漸強

7.2 水的解離和 pH 值

1. 水的解離與離子積常數(K_w)

(1)根據布-羅學說：水發生自質子轉移反應，一部分的水當酸，一部分的水當鹼。純水本身只有極少數部分會解離，方程式為



(25°C)解離前 55.5M 0 0

(25°C)解離後 55.5M $10^{-7} M$ $10^{-7} M$

∴ 在 25°C時，水的解離度 $\alpha = \frac{10^{-7}}{55.5} = 1.8 \times 10^{-9} = 1.8 \times 10^{-7} \%$ ，即約每 100 億個水

分子，才有 18 個水分子解離。

(2)水的解離反應極快速(約在 10^{-6} sec 內)，在溶液中的 $[H^+]$ 及 $[OH^-]$ 很快地便

達平衡，此時兩離子濃度的乘積為一定值，稱為水的離子積常數(ion

product constant)，以 K_w 表示。 $K_w = [H^+] \times [OH^-] = 10^{-7} M \times 10^{-7} M = 10^{-14} M^2$

(3)溫度與解離：水的解離是吸熱反應，溫度愈高，水愈易解離，因此離子積

(K_w)會變大。

(4)酸鹼與解離：在定溫下，加入酸會使水的 $[H^+]$ 增加，但 $[OH^-]$ 會隨之減少，

所得的離子積常數(K_w)不變。

溫度(°C)	$[H^+]$	$[OH^-]$	$K_w = [H^+][OH^-]$
0°C純水	3.4×10^{-8}	3.4×10^{-8}	1.16×10^{-15}
25°C純水	1×10^{-7}	1×10^{-7}	1×10^{-14}
25°C加酸	1×10^{-2}	1×10^{-12}	1×10^{-14}
25°C加鹼	1×10^{-13}	1×10^{-1}	1×10^{-14}
60°C純水	3.1×10^{-7}	3.1×10^{-7}	9.6×10^{-14}

2. pH 值

(1) 溶液的酸鹼性：水溶液的酸性或鹼性可用水中的 $[H^+]$ 來表示，例如在 25

°C時：水溶液之 $[H^+] > 10^{-7} M \Rightarrow$ 酸性

水溶液之 $[H^+] = 10^{-7} M \Rightarrow$ 中性

水溶液之 $[H^+] < 10^{-7} M \Rightarrow$ 鹼性

(2) A.D.1909 丹麥化學家索任生(S.Sorensen)使用 pH 值來表示水溶液中的

氫離子濃度，其定義為 $pH = -\log[H^+]$ 。例如蕃茄汁的 $[H^+] = 3 \times 10^{-4} M$ ，蕃

茄汁的 $pH = -\log[H^+] = -\log(3 \times 10^{-4}) = -\log 3 - (-4) = 3.52$

pH 值的換算

pH	氫離子濃度 (mol/L)	pH	氫離子濃度 (mol/L)	pH	氫離子濃度 (mol/L)
0	1×10^0	5	1×10^{-5}	10	1×10^{-10}
1	1×10^{-1}	6	1×10^{-6}	11	1×10^{-11}
2	1×10^{-2}	7	1×10^{-7}	12	1×10^{-12}
3	1×10^{-3}	8	1×10^{-8}	13	1×10^{-13}
4	1×10^{-4}	9	1×10^{-9}	14	1×10^{-14}

(3) 同理，亦可定義為 $pOH = -\log[OH^-]$ 。

(4) $pK_w = -\log K_w = -\log[H^+][OH^-] = pH + pOH$ ，25°C 時

$$\because K_w = 10^{-14} \Rightarrow pH + pOH = 14$$

(5) pH 值的測量：

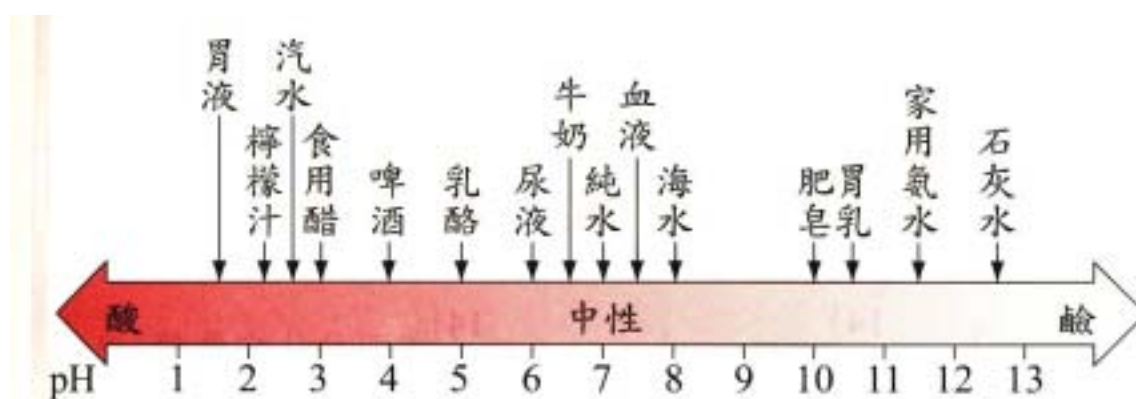
(a) 簡略測量：石蕊試紙、紫甘藍菜汁、廣用試紙等。

(b) 精確測量： pH 計，利用 $[H^+]$ 會改變參考電極與工作電極間的電位差，

測量此電位差的大小，便可計算出 $[H^+]$ 。

(6) 常見物質的 pH 值一些常見溶液的 pH 值

液 體	pH	液 體	pH
檸檬汁	2.2 ~ 2.4	人的尿液	4.8 ~ 8.4
葡萄酒	2.8 ~ 3.8	牛乳	6.3 ~ 6.6
醋	3.0	人的唾液	6.5 ~ 7.5
蕃茄汁	3.5	飲用水	6.5 ~ 8.0
啤酒	4.0 ~ 5.0	人的血液	7.3 ~ 7.5
乳酪	4.8 ~ 6.4	海水	8.1



7-3 強酸、強鹼和酸鹼指示劑

1. 強酸與弱酸、強鹼與弱鹼

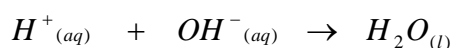
	強酸	弱酸	強鹼	弱鹼
定義	在水中幾乎完全解離的酸	在水中僅少部分解離的酸	在水中幾乎完全解離的鹼	在水中僅少部分解離的鹼
實例	過氯酸 $HClO_4$ 硫酸 H_2SO_4 硝酸 HNO_3	甲酸(蟻酸) $HCOOH$ 乙酸(醋酸) CH_3COOH	氫氧化鈉 $NaOH$ 氫氧化鉀 KOH 氫氧化鈣	氨水 $NH_{3(aq)}$ 甲胺 CH_3NH_2 苯胺 $C_6H_5NH_2$

	鹽酸 HCl	碳酸 H_2CO_3	$Ca(OH)_2$	
--	----------	--------------	------------	--

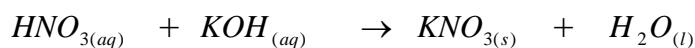
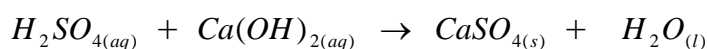
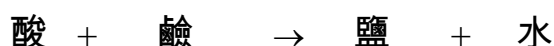
2. 酸鹼反應(中和反應)

(1) 若將酸鹼混合在一起，酸中的 H^+ 與鹼中的 OH^- 結合成水的反應稱為酸鹼反應。因酸中的 H^+ 與鹼中的 OH^- 減少了，因此溶液的酸鹼性減弱而趨於中性，故酸鹼反應也可稱為中和反應。

(2) 以離子方程表示中反應如下：



(3) 酸鹼中和亦伴隨著鹽的生成：



3. 中和熱

(1) 酸鹼中和為一種放熱反應，放出的熱量會使溶液的溫度升高。測量放出的熱量發現：1mol 的 H^+ (來自強酸) 與 1mol 的 OH^- (來自強鹼) 反應生成 1mol 的水，放出 56kJ 的熱量。即 $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -56kJ/mol$ 。

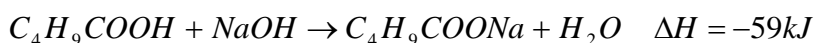
(2) (弱酸+強鹼)或(弱鹼+強酸)的中和熱：以弱酸(HA)為例



(a) 若弱酸解離需吸熱，則莫耳中和熱 $\Delta H < -56kJ/mol$ ，如

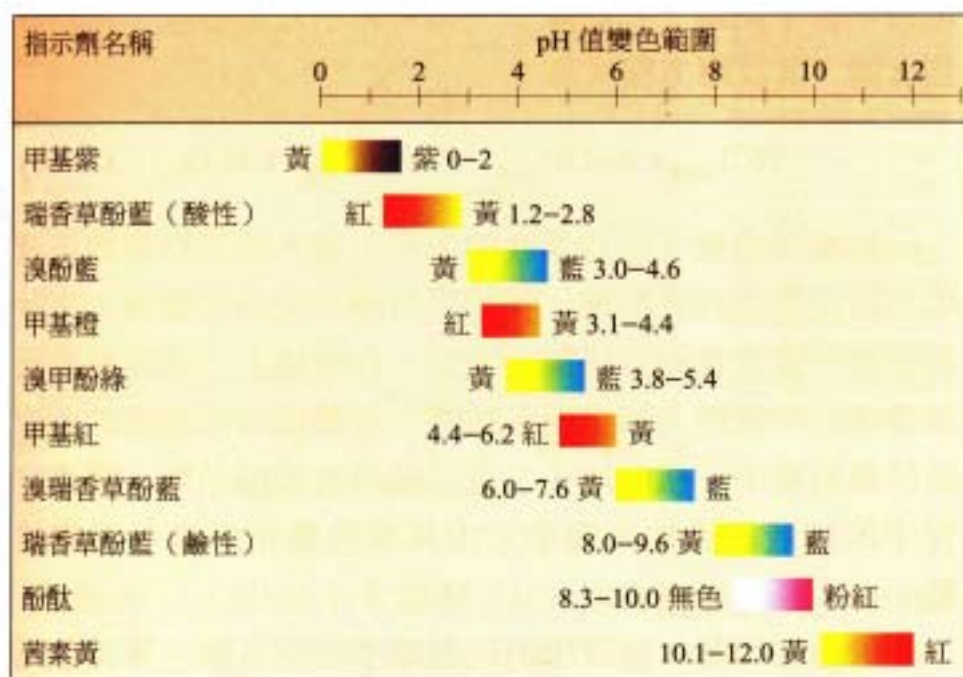


(b) 若弱酸解離會放熱，則莫耳中和熱 $\Delta H > -56kJ/mol$ ，如



4. 酸鹼指示劑

(1) 常用的指示劑顏色及變色範圍：



(2) 指示劑的變色的原理

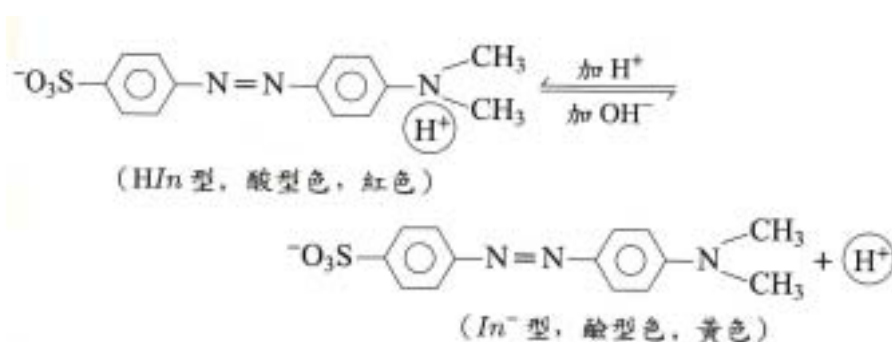
(a) 指示劑通常是一種有機弱酸或弱鹼，其得失 H^+ 前後，因分子組成結構改變，而呈現不同的顏色。

(b) 以弱酸型指示劑(以)為例： $HIn(\text{酸型色}) \rightleftharpoons In^-(\text{鹼型色}) + H^+$

在 H^+ 多時 \Rightarrow 平衡向左 \Rightarrow 呈現 HIn 顏色。

在 H^+ 少時 \Rightarrow 平衡向右 \Rightarrow 呈現 In^- 顏色。

(c) 以甲基橙(methyl orange)為例



(d) 指示劑的變色前後 pH 約差 2： $HIn \rightleftharpoons In^- + H^+$

$$\therefore \frac{[H^+][In^-]}{[HIn]} = K_a \Rightarrow [H^+] \left(\frac{[In^-]}{[HIn]} \right) = K_a \quad pH - \log \left(\frac{[In^-]}{[HIn]} \right) = pK_a$$

當 $[In^-]$ 約 $[HIn]$ 的 10 倍 \Rightarrow 呈 In^- 的顏色 $\Rightarrow pH = pK_a + 1$

當 $[HIn]$ 約 $[In^-]$ 的 10 倍 \Rightarrow 呈 HIn 的顏色 $\Rightarrow pH = pK_a - 1$

故呈 In^- 及 HIn 兩顏色時，兩者 pH 相差 $(pK_a + 1) - (pK_a - 1) = 2$ 。

7-4 酸鹼中和與酸鹼滴定

1. 酸鹼滴定

(1) 滴定：

將標準溶液(已知濃度的溶液)滴入已知體積的被測物質溶液中，待反應達終點(指示劑變色)後，利用所消耗標準溶液的體積，來計算被測物質濃度的方法。

(2) 酸鹼滴定原理：

酸鹼滴定時，當酸所消耗氫離子莫耳數，等於鹼所消耗氫氧根離子莫耳數時，稱為當量點(equivalent point)。滴定終點和當量點不一定相同，但只要選擇合適的指示劑，通常可將滴定終視為當量點。此時

酸所消耗的氫離子莫耳數 = 鹼所消耗的氫氧根離子莫耳數

(3) 酸鹼中和公式：在當量點時

酸所消耗的 H^+ mol 數 = 鹼所消耗的 OH^- mol 數

\Rightarrow (酸的價數) \times (酸的莫耳數) = (鹼的價數) \times (鹼的莫耳數)

$\Rightarrow a M_A V_A = b M_B V_B$ ，其中： a ：酸的價數，如 H_2SO_4 之 $a=2$

b ：鹼的價數，如 NaOH 之 $b=1$

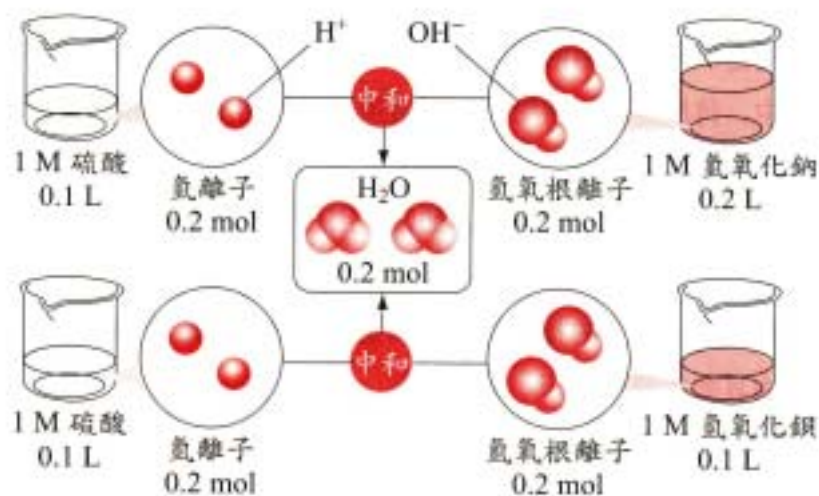
M_A, M_B 分別為酸、鹼的莫耳濃度

V_A, V_B 分別為酸鹼的體積

(4) 例：在 0.1 升， $1\text{M } \text{H}_2\text{SO}_4$ 中含有 $0.2\text{ mol } \text{H}^+$ ，欲生成 $0.2\text{ mol } \text{H}_2\text{O}$ ，需

$0.2\text{ mol } \text{OH}^-$ 。用 $1\text{M } \text{NaOH}$ 溶液中和需要 0.2 升，若改用 $1\text{M } \text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，

中和時只需取 0.1 升。



(5) 酸鹼中和時，酸與鹼的質量不一定相同，莫耳數也不一定相同，但反應消

耗 H^+ mol 數必等於反應消耗 OH^- mol 數。

2. 當量

可提供相當於 $1\text{ mol } \text{H}^+$ (或 OH^-) 所需酸(或鹼)的質量。如 $1\text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4$ (98 克)可

提供 $2\text{ mol } \text{H}^+$ ，故 H_2SO_4 只需取 49 克即可提供 $1\text{ mol } \text{H}^+$ ，稱 H_2SO_4 的酸當量 =

49 克。表示為：當量(E) = $\frac{\text{分子量}(M)}{\text{價數}(n)}$

3. 酸鹼滴定曲線

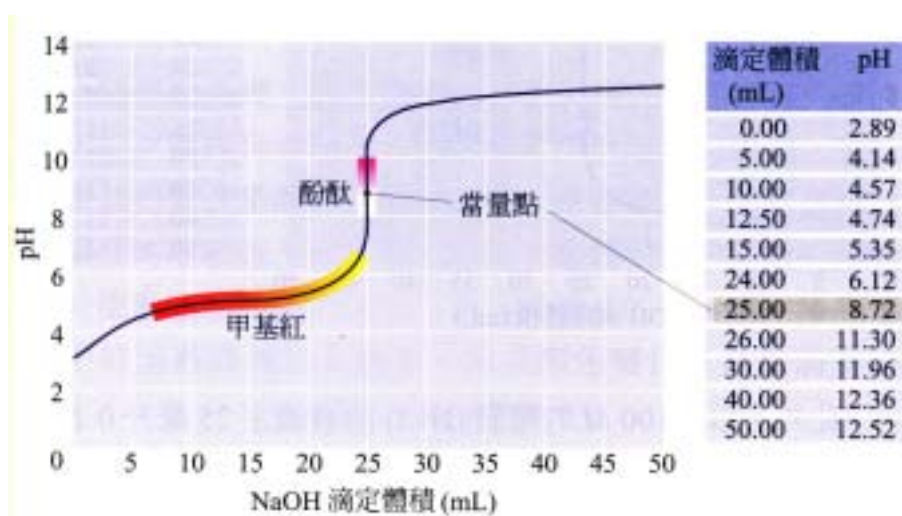
(1) 強酸與強鹼

(a) 以 $0.100M$ $NaOH$ 溶液滴定 $25ml$ $0.100M$ HCl 溶液，以所加入的 $NaOH$ 體積為橫坐標， pH 為縱坐標，所繪出之滴定曲線。

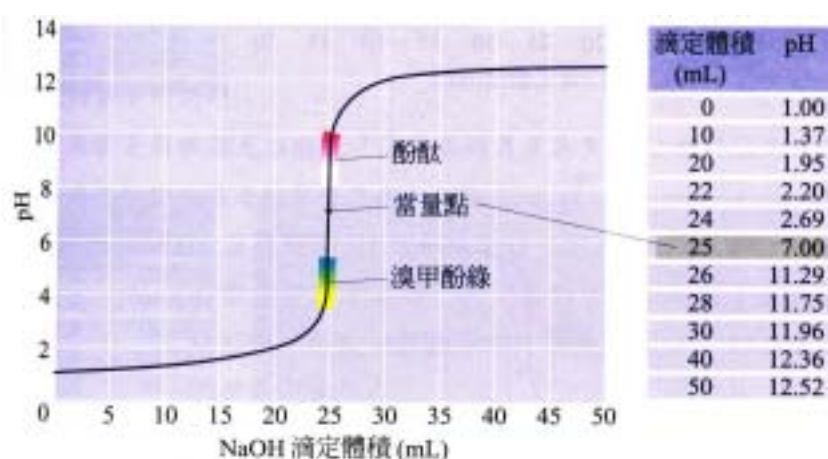
(b) 在當量點前後(體積為 24 及 26)所加的 $NaOH$ 的體積僅差 1 毫升,但 pH 值的變化很大。

(c) 指示劑的選擇，在 $pH = 4\sim 10$ 的變色範圍中 $NaOH$ 的體積變化很小，故選擇在此範圍內變色的指示劑所判定的滴定終點與當量點非常接近。

(2) 弱酸與強鹼的滴定曲線



(a) 以
 $0.100M$ $NaOH$
溶液滴定



25ml 0.100M CH_3COOH 溶液之滴定曲線。

(b) 達當量點時，溶液呈鹼性，選擇鹼性變色範圍的指示劑如酚 。

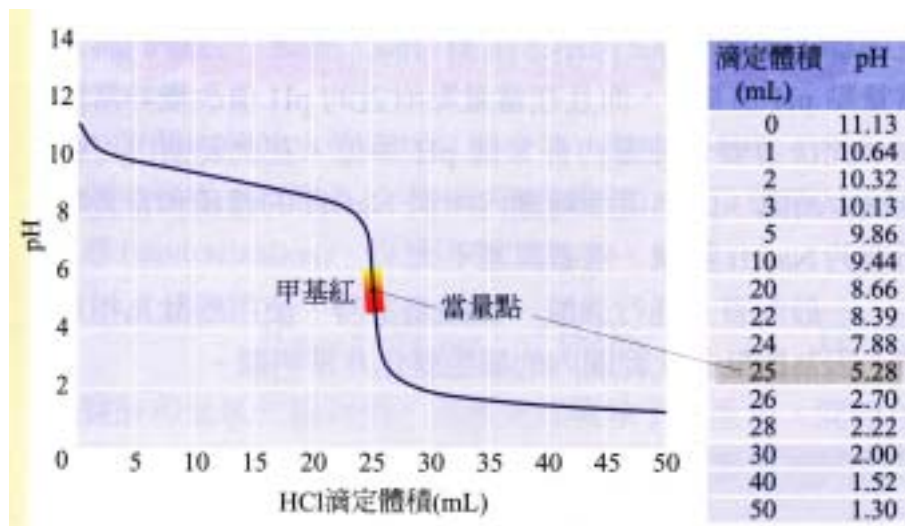
(c) 若使用酸性變色範圍的指示劑如甲基紅，則滴定溶液的體積易產生大範圍的誤差。

(3) 弱鹼與強酸的滴定曲線

(a) 以 0.100M HCl 溶液滴定 25ml 0.100M NH_3 溶液之滴定曲線。

(b) 達當量點時，溶液呈酸性。選擇酸性變色範圍的指示劑如甲基紅。

(c) 若使用鹼性變色範圍的指示劑如酚 ，則誤差太大。



課後練習

7-1 酸和鹼的定義

一. 單一選擇題

- () 有關電解質之說明，下列何者正確？ (A) 電解質只有溶於水，始能產生離子 (B) 電解質溶液中正電荷數與負電荷數必相等 (C) 氫氧化鈉溶液中的離子是 H^+ 、 O^{2-} 、 Na^+ (D) 電解質溶於水，解離為離子的現象稱電解
- () 下列有關電解質的敘述，哪些不正確？ (A) 電解質在固體時不會導

電，溶於水則會導電 (B)電解的反應是由電能轉變成化學能 (C)酸、鹼、鹽類的化合物，大都是電解質 (D)電解質的導電係利用自由電子的移動

- 3、() 下列有關酸鹼的敘述，何者正確？ (A)去離子水不含任何離子，所以完全不導電 (B)檸檬汁與石灰水混合時會發生質子轉移的反應 (C)檸檬汁太酸，可以藉加入糖分予以中和並減低酸度 (D)稀釋後的檸檬汁中，其氫氧根離子濃度大於氫離子濃度 【91 學科能力測驗】
- 4、() 下列各化合物之 0.5 M 水溶液，同體積混合後，哪一組不能導電？
(A) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$ (B) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH}$ (C) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH}$ (D) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- 5、() 為分辨同為 1 M 之硫酸、鹽酸、醋酸，將三種溶液任意標示為 a 、 b 、 c ，而作下列試驗：(一)加入硝酸銀溶液，只有 b 產生沈澱 (二)比較導電難易，發現 a 最難，根據上述的結果推斷，下列何者是正確的？ (A) a 醋酸， b 鹽酸， c 硫酸 (B) a 硫酸， b 醋酸， c 鹽酸 (C) a 鹽酸， b 硫酸， c 醋酸 (D) a 醋酸， b 硫酸， c 鹽酸
- 6、() 鈣原子序為 20，氯原子序為 17，氯化鈣(CaCl_2)在水中的解離方程式為 $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ ，則下列敘述中何者錯誤？ (A)水溶液呈電中性 (B) Ca^{2+} 及 Cl^- 之電子數皆為 18 (C)溶液中 Cl^- 數目為 Ca^{2+} 的二倍 (D) Ca^{2+} 及 Cl^- 之質子數相等
- 7、() 柯南欲使氣球自然升上天空，應灌充下列哪一個反應的氣體產物？ (A)貝殼粉與鹽酸 (B)鹽酸與鋅粒 (C)雙氧水加熱 (D)鹽酸與過錳酸鉀
- 8、() 在 25°C 時，將鉻酸鉀(K_2CrO_4)固體溶於 100 mL 的水達成溶解平衡，且有多餘的固體 K_2CrO_4 存在，則下列敘述何者錯誤？ (A)溶液為電中性 (B)溶液中， K^+ 離子數： CrO_4^{2-} 離子數 = 2 : 1 (C)溶液中 $[\text{H}^+] = 10^{-14}$ (D)溶液呈黃色
- 9、() 電解氯化鈉水溶液時，可在 (A)負極得氫，正極得氫氧化鈉和氯 (B)負極得鈉，正極得氯 (C)負極得氫氧化鈉和氫，正極得氯 (D)負極得鈉和氫，正極得氯
- 10、() 下列化合物，何者溶於水中之鹼度最高？ (A) C_2H_6 (B) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (C) CH_3COOH (D) $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$

- 11、() 為溶解某二價金屬 1.00 克，需 10% 鹽酸 13.00 克，則此金屬元素的原子量為多少？($\text{HCl}=36.5$) (A)27 (B)40 (C)56 (D)65
- 12、() 有三種氣體以等體積混合。將混合氣體導入水中。再導出時發現氣體減少了 $\frac{1}{3}$ ，且水溶液呈鹼性。把剩餘氣體混合點火燃燒，發出淡藍色火焰。生成的氣體冷卻後成無色液滴。該混合氣體為下列何者？
(A) NH_3 、 CO 及 O_2 (B) HCl 、 H_2 及 O_2 (C) NH_3 、 H_2 及 O_2 (D) Cl_2 、 CO 及 O_2
- 13、() 某生實驗時不小心手接觸某一藥品，結果皮膚變黃色；則所接觸的藥品可能為下列何者？(A)濃硝酸 (B)濃鹽酸 (C)濃硫酸 (D)冰醋酸
- 14、() 將 HCl 、 O_2 、 H_2 、 CO_2 等分別裝於四個集氣瓶中再把各瓶倒置水槽中，移去玻璃片發現有的集氣瓶水面迅速上升，有的沒有顯著變化；上述四種氣體何者使水面上升最快？(A) CO_2 (B) H_2 (C) O_2 (D) HCl

二. 多重選擇題

- 15、() 下列何項錯誤？(A) CH_3COOH ， $\text{B}(\text{OH})_3$ 皆為單元酸 (B) H_3PO_2 ， H_3PO_4 皆為三元酸 (C) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_2$ ， $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ， H_2SO_3 皆為二元酸 (D) NH_3 ， CH_3NH_2 ，皆為三元鹼 (E) CsOH ， RbOH ， LiOH 皆為一元鹼
- 16、() 下列鹽類水溶液何者呈酸性？(A)氯化鋇 (B)氯化銨 (C)醋酸鈉 (D)硫酸銅 (E)碳酸氫鈉
- 17、() 下列何者為二質子酸？(A)亞硫酸 H_2SO_3 (B)亞磷酸 H_3PO_3 (C)蟻酸 CH_2O_2 (D)草酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (E)乙醯醣柳酸(阿司匹靈) $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$
- 18、() 下列各化合物分別和水混合後，哪些水溶液呈酸性？(A) $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ (B) NH_4Cl (C) NaHCO_3 (D) CH_3COCl (E) $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$
- 19、() 下列何者可以當 Bronsted-Lowry 酸，亦可當 Bronsted-Lowry 鹼？
(A) H_2O (B) HCO_3^- (C) H_2PO_4^- (D) HPO_2^- (E) PO_4^{3-}
- 20、() 下列何反應可產生氣體，且生成之氣體遇水呈酸性？(A)電解 HF 水溶液 (B)銅和濃硫酸共熱 (C)硫粉和濃硝酸共熱 (D) $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{NaOH}$ (E) $\text{CaC}_2+\text{H}_2\text{O}$

7.2 水的解離和 pH 值

一. 單一選擇題

- 1、() 欲使溶液之 $\text{pH} = 2$ 變為 $\text{pH} = 3$ ，應採用下列何種方法？(A)加入等量 $\text{pH} = 4$ 的溶液 (B)加入等量 $\text{pH} = 11$ 的溶液 (C)加入 9 倍量的純水 (D)加入 3 倍量的純水
- 2、() 下列四種鹽類的 0.1 M 水溶液，其 pH 值由低(左)而高(右)的順序為何？(1) KNO_3 (2) NH_4Cl (3) NaHSO_4 (4) NaCO_3 (A)(4) < (1) < (2) < (3) (B)(1) < (2) < (4) < (3) (C)(3) < (2) < (1) < (4) (D)(2) < (3) < (4) < (1)
- 3、() 在 25°C 時，下列有關 pH 值的敘述何者錯誤？(A) 10^{-8} M 之鹽酸溶液 pH 值小於 7 而大於 6 (B)在 100°C 時純水的 pH 小於 7 (C) 25°C 時純水的 pH 值小於 35°C 時純水 pH 值 (D)在 25°C 時純水的 pH 值可大於或小於 7 (E)酸鹼滴定達當量點時， pH 值可大於或小於 7
- 4、() 將 500 毫升的 0.1 M H_2SO_4 溶液與 500 毫升的 0.2 M NaOH 溶液混合，則該溶液在 25°C 時的 pH 值為 (A)13 (B)7 (C)1 (D)0
- 5、() 10^{-8} M 的 HCl 水溶液其 pH 值在常溫時最接近何者？(A)0 (B)6 (C)7 (D)8
- 6、() 欲配製 $\text{pH}=1$ 之鹽酸溶液 360 毫升，需要 12 M 鹽酸多少毫升？(A)3 (B)10 (C)12 (D)30
- 7、() 在 25°C 時，將 10^{-8} 莫耳的氯化氫 $\text{HCl}_{(\text{g})}$ ，全部溶於 1 公升水中，設體積不變，則此溶液 (A) $\text{pH} = 8$ (B) $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ M (C) $\text{pH} < 7$ (D) $[\text{OH}^-] = 10^{-6}$ M
- 8、() 有關水或水溶液的酸鹼度的下列敘述何者錯誤？(A)純水： $[\text{H}^+] = \sqrt{K_w} = [\text{OH}^-]$ (B)酸性水溶液： $[\text{H}^+] > \sqrt{K_w} > [\text{OH}^-]$ (C)鹼性水溶液： $[\text{H}^+] < \sqrt{K_w} < [\text{OH}^-]$ (D)純水： $\text{pH} = \text{p}K_w = \text{pOH}$
- 9、() 已知 5 升的鹽酸溶液含有 7.3 g，則此溶液 pH 值為多少？(A)1.40 (B)2.40 (C)1.80 (D)2.80
- 10、() 下列何溶液之 pH 值最高？(CH_3COOH 之 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) (A) 1.8×10^{-5} M 之 HCl 溶液 (B)溶液內含 0.10 M 之 CH_3COOH 與 0.10 M 之 CH_3COONa (C)0.01 M 之 CH_3COOH (D)溶液內含 0.10 M 之 CH_3COOH 與 0.20 M 之 CH_3COONa
- 11、() 在 0.01 M 50 毫升氫氧化鈉水溶液中，加入蒸餾水，則 pH 值會 (A)增大 (B)減小 (C)不變 (D)不一定

- 12、() 0.1 N 氫氧化鈉溶液 10 毫升加水稀釋至 1000 毫升時，其 pH 值變為：
(A)7 (B)9 (C)11 (D)3
- 13、() 甲溶液的 pH 值為 1，乙溶液的 $[H^+]$ 濃度等於 $10^{-3} M$ ，丙溶液的濃度是 10 M，請依濃度高低排列，下列何者的順序正確？(A)甲乙丙 (B)丙乙甲 (C)乙甲丙 (D)乙丙甲
- 14、() HF、HCl、HBr、HI 等氫鹵酸，濃度相同，其酸性最弱者為 (A)HF (B)HCl (C)HBr (D)HI
- 15、() 溫度升高至 $60^\circ C$ 時，下列何者錯誤？(A)純水之 pH 值變大 (B)任何水溶液之 $(pOH+pH)$ 小於 14 (C)純水 $[OH^-] > 10^{-7} M$ (D)純水 $[H^+] > 10^{-7} M$

二. 計算題

- 16、pH = 3 與 pH = 9 之兩水溶液欲混合成 pH = 7 之水溶液，則體積比應為何？
(pH = 3 : pH = 9)

三. 題組題

- ◎、甲溶液的 pH=2，乙溶液的 pH=0，丙溶液的 pH=14。則：
- 17 甲溶液的 $[H^+]$ 為乙溶液的 $[H^+]$ _____ 倍。
- 18 取等體積的乙、丙兩溶液混合，所得混合液的 pH _____ 7。(以 >、= 或 < 表示)
- 19 甲溶液的 $[OH^-]$ 為多少？_____ M。
- 20 丙溶液取 10 毫升含有氫氧根離子共幾個？_____ 個。
- 21 若甲溶液為硫酸溶液，則硫酸的濃度應為_____ M，又若甲溶液為醋酸，則醋酸的濃度應比 0.01 M _____ (填大或小)

7-3 強酸、強鹼和酸鹼指示劑

一. 單一選擇題

- 1、() 在一瓶無色氣體中投入溼的紅色石蕊試紙即變藍色，若通入氯化氫則發生白煙，則此反應氣體為 (A)氮 (B)氨 (C)二氧化碳 (D)二氧化硫
- 2、() 下列各化合物等莫耳濃度的水溶液酸性強度大小的比較，何者有誤？
(A) $NH_3 < NH_4Cl$ (B) $NaHSO_4 < H_2SO_4$ (C) $CH_3CH_2OH < CH_3COOH$



- 3、() 今有硫酸、鹽酸、氫氧化鈉、氫氧化鋇四種溶液，任意貼上標籤甲、乙、丙、丁之後，各滴入一滴酚酞指示劑，結果乙、丙不變色；甲、丁均呈粉紅色。再將丙、丁加在一起，產生白色沉澱。則哪一瓶內裝有鹽酸？
(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁
- 4、() 下列有關滴定的敘述，何者正確？(A)將強酸裝在滴定管滴定弱鹼，達到當量點時，溶液呈中性 (B)將強酸裝在滴定管滴定強鹼時，酚酞是最佳的指示劑 (C)1.0 N 硫酸 500 毫升恰好可以中和同體積 1.0 N 氫氧化鈉溶液 (D)滴定終點和當量點一定是相同的
- 5、() 下列酸性強度何者最強？(A) CH_2ICOOH (B) $CH_2BrCOOH$ (C) $CH_2ClCOOH$ (D) CH_2FCOOH
- 6、() 當 pH 值的變色範圍在 4.2 至 6.2 之間，下列何者為最佳指示劑？(A)瑞香草酚藍 (thymol blue) (B)甲基黃 (methyl yellow) (C)酚酞 (phenolphthalein) (D)甲基紅 (methyl red)
- 7、() 如下圖酸鹼中和實驗，以酚酞作指示劑，下列敘述哪一項正確？(A)指示劑可以加在鹽酸或氫氧化鈣溶液中 (B)在滴入過程中，攪拌溶液，可觀察到溫度計讀數漸下降 (C)滴至酚酞顏色變化為止，所加氯化氫與氫氧化鈣莫耳數相等 (D)蒸發反應後的溶液析出的白色固體是 $CaCl_2$



- 8、() $HF_{(aq)} + CH_3COO^{-}_{(aq)} \rightarrow F^{-}_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)}$ $K_{eq}=40$ ，在此平衡物質中最強的鹼為 (A)HF (B) CH_3COO^{-} (C) F^{-} (D) CH_3COOH
- 9、() 下列何者可使紅色石蕊試紙變為藍色？(A)液態氨 (B)氯化銨溶液 (C)氯化氫溶液 (D)碳酸鈉溶液
- 10、() 酸和鹼混合會產生中和反應，下列三組為含一莫耳的酸稀釋水溶液與一莫耳的鹼稀釋水溶液混合在一起，其所放出的熱量之比較，何者正確？

- (a)鹽酸+氫氧化鈉 (b)醋酸+氫氧化鈉 (c)醋酸+氨水 (A) $a > b > c$ (B) $c > b > a$ (C) $b > c > a$ (D) $a = b = c$
- 11、() 不使乾燥石蕊試紙變色的物質有那些？(甲)冰醋酸 (乙)純硫酸 (丙)氨 (丁)氯化氫。(A)(甲)(乙) (B)(乙)(丙) (C)(甲)(乙)(丙) (D)(甲)(乙)(丙)(丁)均是
- 12、() 下列酸性強度的比較何者有誤？(A) $\text{HOI} < \text{HOBr} < \text{HOCl}$ (B) $\text{HOCl} < \text{HOClO} < \text{HOClO}_2 < \text{HOClO}_4$ (C) $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{Se} < \text{H}_2\text{Te}$ (D) $\text{HCl} < \text{H}_2\text{S} < \text{PH}_3$
- 13、() 欲知悉一水溶液之酸鹼性，通常最先加入之試劑應為 (A)甲基橙 (B)酚酞 (C)石蕊 (D)靛胭脂 (E)茜素黃 R
- 14、() 指示劑變色區域的影響因素，下列何者為非？(A)指示劑的溶解度 (B)溫度高低 (C)溶液種類 (D)壓力大小
- 15、() 製備的氨，溶解於水成氨水後，以 0.1 N HCl 滴定时，下列哪一種是最適宜的指示劑？(A)甲基橙 (B)酚酞 (C)茜素黃 R (D)靛胭脂

二. 多重選擇題

- 16、() 強酸與弱鹼之滴定，一般可能選用之指示劑為 (A)甲基橙 (B)甲基紅 (C)石蕊 (D)酚酞 (E)茜素黃 R
- 17、() 下列的 1M 水溶液，何者使石蕊試紙變紅？(A)NaCl (B)CH₃COONa (C)NH₄Cl (D)H₂SO₄ (E)NaHSO₄
- 18、() 下列反應中何者是酸鹼反應？(A) $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ (B) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ (C) $\text{ClO}_3^- + 3\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{Cl}^- + 3\text{SO}_4^{2-}$ (D) $\text{CaO} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Ca} + \text{SO}_3^{2-}$ (E) $\text{BF}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{F}_3\text{BNH}_3$
- 19、() 酸鹼滴定所用之指示劑，下列敘述何者正確？(甲基橙、酚酞指示劑之變色範圍分別為 pH：3.2 ~ 4.4、8.0 ~ 9.6，石蕊則在 pH=7 左右) (A)強酸與弱鹼之滴定，可用甲基橙 (B)強酸與弱鹼之滴定，可用甲基橙及酚酞 (C)弱酸與強鹼之滴定，可用酚酞 (D)弱酸與強鹼之滴定，可用酚酞及石蕊
- 20、() 弱酸與強鹼之滴定實驗，若為滴定雙質子酸，第一當量點 pH=5，第二當量點 pH=9，則應選用下列哪幾種指示劑(括號內為其 pH 值變色範圍) (A)甲基橙(3.1 ~ 4.4) (B)甲基紅(4.2 ~ 6.3) (C)石蕊 (D)酚酞 (E)

茜素黃 R(10 ~ 12)

7-4 酸鹼中和與酸鹼滴定

一. 單一選擇題

- () 分子式 $(\text{CH}_2)_n(\text{COOH})_2$ 之二元酸 3.3 克溶於足量水後，以 1.0 M 之 $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ 滴定，需加入鹼液 50 mL 而達終點，則 n 值應為 (A)0 (B)1 (C)2 (D)3
- () 將 1.0g 之下列物質分別溶於 1 公升的水，所成之溶液以 100 mL 之 1 N NaOH 溶液中和後，何者放出之熱量最大？(A)硫酸(分子量 98) (B)醋酸(分子量 60) (C)氯化氫(分子量 36.5) (D)以上三種溶液所放出之熱量相同
- () 欲以 95.0% 濃硫酸(比重=1.84)配製 10.0 公升之 0.100 N 稀硫酸。再以此稀硫酸滴定 50.0 毫升氫氧化鈉溶液達當量點時，用去了 5.0 毫升，則配此稀硫酸所需濃硫酸之毫升數及氫氧化鈉溶液之當量濃度分別為(原子量：S=32.1，H=1.01，O=16.0) (A) H_2SO_4 ：28.0 毫升及 NaOH ：0.150 N (B) H_2SO_4 ：14.0 毫升及 NaOH ：0.150 N (C) H_2SO_4 ：14.0 毫升及 NaOH ：0.300 N (D) H_2SO_4 ：28.0 毫升及 NaOH ：0.300 N
- () 下列各項滴定實驗到達當量點時，何者為酸性？(A) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (B) $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ (C) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ (D) $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
- () 有三種未標示之無色溶液甲、乙、丙，假設這三種溶液各為酸、鹼及酚酞。取少量甲溶液與少量乙溶液混合，呈紅色。但甲溶液或乙溶液與丙溶液混合均不呈色，則丙溶液為 (A)酸 (B)鹼 (C)酚酞 (D)無法推測
- () 如下表

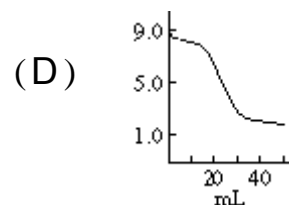
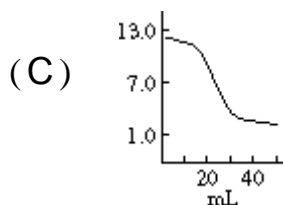
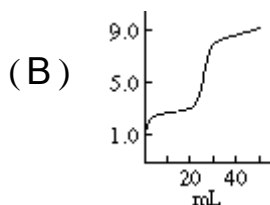
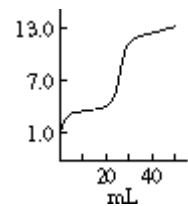
	濃 度	PH
鹽 酸	0.1 M	1.1
甲 酸	0.1 M	2.3
氫氰酸	0.1 M	5.1

則滴定等體積下列各酸溶液，於達當量點時，所需同濃度 $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ 的體積何者最多？(A)鹽酸 (B)甲酸 (C)氫氰酸 (D)均相同

- () 某二元酸 0.60g 溶於 100mL 水後，以 0.25M $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 滴定，當滴入 40mL

- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 時恰好達到當量點，則該二元酸的分子量為 (A)136 (B)120 (C)240 (D)60
- 8、() 有強酸水溶液(HA)與強鹼水溶液(BOH)，HA 與 BOH 分別以 1 : 1 與 1 : 3 之體積比混合後，所得溶液之 pH 值分別為 2 及 13，則此強酸及強鹼的濃度分別為何？ (A)0.21 N，0.23 N (B)0.46 N，0.42 N (C)0.23 N，0.21 N (D)0.15 N，0.15 N
- 9、() 0.01 M 之 HCl 50 毫升與 0.02 M 之 NaOH 若干毫升反應，才能使 pH=3？ (A)25.00 毫升 (B)23.81 毫升 (C)22.62 毫升 (D)21.43 毫升
- 10、() 已知 (甲) 0.1M $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ (乙) 0.1M $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ (丙) 0.1M $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ ，若甲、乙、丙均用 0.1M $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ 滴定，則下列敘述何者正確？ (A)未滴定前溶液之 pH 值：甲 > 乙 > 丙 (B)未滴定前解離度：乙 > 甲 > 丙 (C)達當量點時，溶液均呈中性 (D)達當量點時，所需 NaOH 的體積 $V_{\text{丙}} = V_{\text{乙}} = V_{\text{甲}}$
- 11、() 有未知濃度之 KOH 40 mL，加入 2 M 之 H_2SO_4 溶液 25 mL 滴定，發現過量，而反滴定，加入 1.0 M 之 NaOH 溶液 8 mL 才達終點，則 $\text{KOH}_{(\text{aq})}$ ，濃度為 (A)3.6 N (B)4.8 N (C)2.3 N (D)2.5 N
- 12、() 以 HCl 溶液(0.10 M)滴定 25 毫升 NaHCO_3 溶液(0.10 M)，下列何圖最能

代表其滴定曲線？(橫軸為添加 HCl 溶液之毫升數) (A)





- 13、() CH_3COOH 與 NaOH 之中和熱為 13.3 kcal/mol，現用 0.5 N 之 NaOH 滴定 0.2 M 之 $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ 50 c.c.而達當量點，則溶液溫度上升若干？(設溶液比熱、比重皆為 1) (A)1.6 (B)1.9 (C)2.2 (D)2.7
- 14、() 5.0 克不純之醋酸溶於水以 0.50 N 之 NaOH 水溶液滴定之，當滴入 26.3

mL 時發現過量，立即以 0.30 M 的硫酸反滴定至當量點時，共耗去此硫酸 1.7 mL，試求此醋酸之含量%？(A)15.2% (B)14.6% (C)15.8% (D)11.6%

- 15、() 取 0.9381 克的草酸試劑，以 0.1095 M 氫氧化鉀溶液滴定之，到達滴定終點時用掉 35.41 毫升，該試劑中草酸的含量百分比為 (A)11.67% (B)18.61% (C)37.21% (D)23.34%

二. 多重選擇題

- 16、() 某雙質子固體酸取 3.3 克，溶於少量水中，再以 1.2 N 之 NaOH 滴定之達第二個滴定終點時，共加入鹼液 41.7 mL，下列正確項為：(A) 固體酸分子量為 132 (B) 達第一個滴定終點約消耗鹼液 20.8 mL (C) 固體酸之當量為 132 (D) 固體酸之當量數為 0.025 (E) 消耗鹼之毫克當量數為 50
- 17、() 設某滴管滴出 20 滴恰為 1 mL，則將 2 M NaOH 滴 1 滴至 100 mL 水中時，溶液之 (A)pH=8 (B)pH=11 (C)[H⁺] 變為原來之 10⁻⁴ 倍 (D)[OH⁻] 變為原來之 10³ 倍 (E)pH+pOH 變大
- 18、() 某雙質子酸水溶液 20 mL，以 0.100 M 之 NaOH 溶液滴定，達第二滴定終點時，用去鹼液 40 mL，則可獲知資料為 (A) 酸之當量數為 4 (B) 酸之當量濃度為 0.20 N (C) 酸之莫耳數為 2 × 10⁻² (D) 酸之分子量為 160 (E) 達第一個滴定終點時，加入 NaOH 溶液約為 20 mL
- 19、() 有關中和 1 M H₂SO₄ 100 mL 的下列敘述何者正確？(NaOH=40；Ba(OH)₂=171) (A) 需要氫氧化鈉 4 克 (B) 需要 1 N Ba(OH)₂ 200 mL (C) 需要 50% NaOH 16 克 (D) 需要 Ba(OH)₂ 34.2 克 (E) 需要二價鹼 9 克，則此鹼的式量為 90
- 20、() 下列五種化合物皆微溶於水中。在水中加入硫酸後，哪些溶解的量會增加？(A)  (B)  (C) CaCO₃ (D) Ca₃(PO₄)₂ (E) BaSO₄

三. 計算題

- 21、濃硫酸密度為 1.84 g/mL，內含 95% 的純硫酸。今以此濃硫酸 10 mL 注入水

中配製成稀硫酸溶液 500 mL，取此稀硫酸 100 mL，以 0.50 M NaOH 中和之，達中性當量點時，需 NaOH 溶液若干 mL？(S=32)

- 22、維生素 C，又名抗壞血酸，是一種酸，分子式為 $C_6H_8O_6$ ，每莫耳維生素 C 會和 1 莫耳 OH^- 作用。維生素 C 藥丸中維生素 C 的含量常用 0.100 M 氫氧化鈉滴定。某維生素藥丸 0.450 克需用 24.4 毫升 0.100 M 氫氧化鈉滴定。試問該藥丸含維生素 C 的百分率為何？
- 23、欲分析胃酸劑片制酸量，某生先以 0.100 N 的 NaOH 滴定未知濃度之鹽酸，得記錄如下表：

酸鹼 次數	0.100 N NaOH (mL)		HCl (mL)	
	初讀數	末讀數	初讀數	末讀數
1	19.1	49.3	18.8	48.8
2	19.5	49.5	19.2	49.1

又取一粒俾胃壯重 0.515 克，加入 80.0 mL 的 $HCl_{(aq)}$ ，煮沸並冷卻後以 0.100 M NaOH 反滴定之，需 45.0 mL 的 NaOH 恰使酚酞呈不褪的淡紅，則此粒俾胃壯的制酸量，相當於 0.500 M 的 HCl 多少 mL？

答案

7-1 酸和鹼的定義

一. 單一選擇題

- 1、(B) 2、(D) 3、(B) 4、(D) 5、(D) 6、(D) 7、(B) 8、(C) 9、(C) 10、(D)
11、(C) 12、(C) 13、(A) 14、(D)

二. 多重選擇題

- 15、(BD) 16、(BD) 17、(ABD) 18、(ABDE) 19、(ABC) 20、(BC)

7.2 水的解離和 pH 值

一. 單一選擇題

- 1、(C) 2、(A) 3、(C) 4、(B) 5、(D) 6、(A) 7、(C) 8、(D) 9、(A) 10、(D)
11、(B) 12、(C) 13、(A) 14、(A) 15、(A)

二. 計算題

16、本題兩溶液混合，會產生酸鹼中和

$pH = 3$ ，即 $[H^+] = 10^{-3} M$ ，若取 x 升

$pH = 9$ ，即 $pOH = 5$ ， $[OH^-] = 10^{-5} M$ ，若取 y 升

混合後 $pH = 7$ 為中性液， H^+ 莫耳數 = OH^- 莫耳數

$$\therefore 10^{-3}x = 10^{-5}y$$

$$\text{故 } x/y = 1/100$$

三. 題組題

- 17、 10^{-2} 18、= 19、 10^{-12} 20、 6×10^{21} 21、0.005；大

7-3 強酸、強鹼和酸鹼指示劑

一. 單一選擇題

- 1、(B) 2、(D) 3、(B) 4、(C) 5、(D) 6、(D) 7、(D) 8、(B) 9、(D) 10、(A)
11、(D) 12、(D) 13、(C) 14、(D) 15、(A)

二. 多重選擇題

- 16、(AB) 17、(ADE) 18、(DE) 19、(AC) 20、(BD)

7-4 酸鹼中和與酸鹼滴定

一. 單一選擇題

- 1、(B) 2、(C) 3、(A) 4、(B) 5、(A) 6、(D) 7、(C) 8、(C) 9、(D) 10、(A)

11、(C) 12、(D) 13、(B) 14、(B) 15、(C)

二. 多重選擇題

16、(ABE) 17、(BC) 18、(BCE) 19、(BCE) 20、(BCD)

三. 計算題

21、10 mL 濃硫酸濃度： $(1.84 \times 95\% / 98) / 10 \times 10^{-3} = 17.8 \text{ M}$

配成 500 mL 硫酸濃度： $17.8 \times 10 / 500 = 0.356 \text{ M}$

$\therefore 0.356 \times 2 \times 100 = 0.5 \times V$, $V = 142.4$

22、 \therefore 1 莫耳維生素 C 和 1 莫耳 OH⁻ 作用

\therefore 維生素 C 的克當量數 = 莫耳數，又維生素 C 分子量為 176。

當滴定終點時，維生素 C 的毫克當量數 = NaOH 的毫克當量數

$= 0.100 \times 24.4 = 2.44 \text{ 毫克當量}$

含維生素 C 克數為 $2.44 \times 10^{-3} \times 176 = 0.429 \text{ 克}$

\therefore 該藥丸含維生素 C 百分率為 $0.429 / 0.450 \times 100\% = 94.4\%$

23、 $(49.3 - 19.1) \times 0.100 = [\text{HCl}] \times (48.8 - 18.8)$

$[\text{HCl}] = 0.101 \text{ N}$

$(49.5 - 19.5) \times 0.100 = (49.1 - 19.2)$

$[\text{HCl}] = 0.100 \text{ N}$

$\therefore [\text{HCl}] = (0.101 + 0.100) / 2 = 0.100 \text{ N}$

$x(\text{俾胃壯的制酸量之當量數}) + 0.100 \times 45.0 = 0.100 \times 80.0 \times 10^{-3}$

$\therefore x = 3.50 \times 10^{-3}$

$\therefore 3.50 \times 10^{-3} = 0.500 \times y \times 10^{-3} \times 1$

$\therefore y = 7.00 \text{ mL}$

有一天國文老師在發考卷。

師曰：「阿貓 40.....阿狗 35.....」

小美跟隔壁的小明說：「我考零分耶...」

小明：「我也是耶.....」

小美：「那...這樣老師會不會以為我們作弊啊...」？