

LE SOLUZIONI TAMPONE nel quotidiano

Il mare è una **soluzione tampone**;

Il sangue è un **sistema tampone**, il **pH** del sangue è **7.4**; il suo sistema tampone è costituito da diverse coppie acido debole/base coniugata tra cui $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$, $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$, diversi tamponi di natura proteica, ad es. emoglobina/emoglobinato.

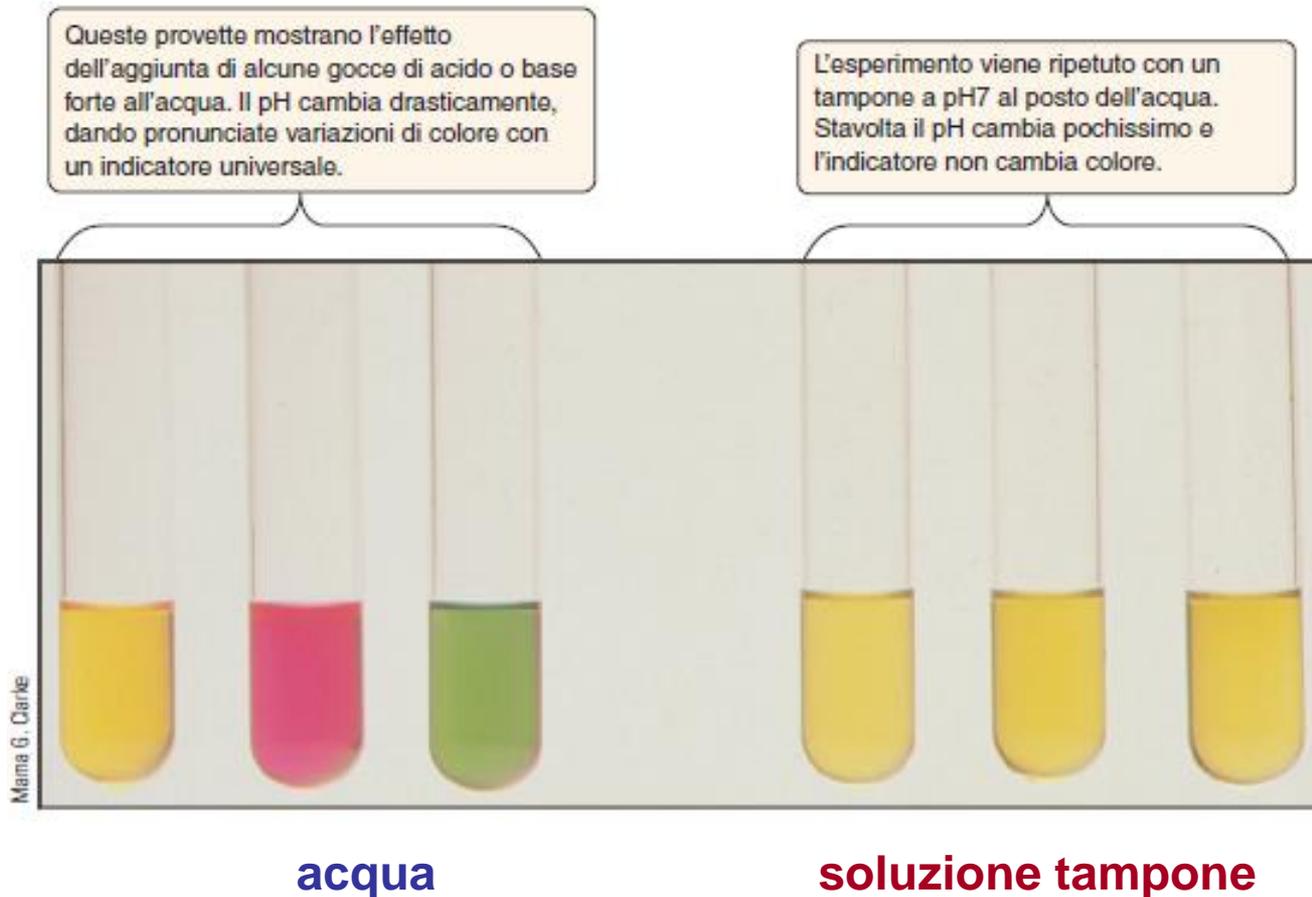
La coppia $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ ha una scarsa capacità di assorbire ioni OH^- e una grande capacità di assorbire ioni H_3O^+ , e questo è un bene perché i processi vitali producono molti più ioni H_3O^+ che ioni OH^- .

Molte medicine sono tamponate per evitare danni gastrici.

LE SOLUZIONI TAMPONE

*Una soluzione tampone contiene una **coppia acido debole/base coniugata** (o **base debole/acido coniugato**) dove sia l'acido che la base sono presenti in **concentrazioni significative**.*

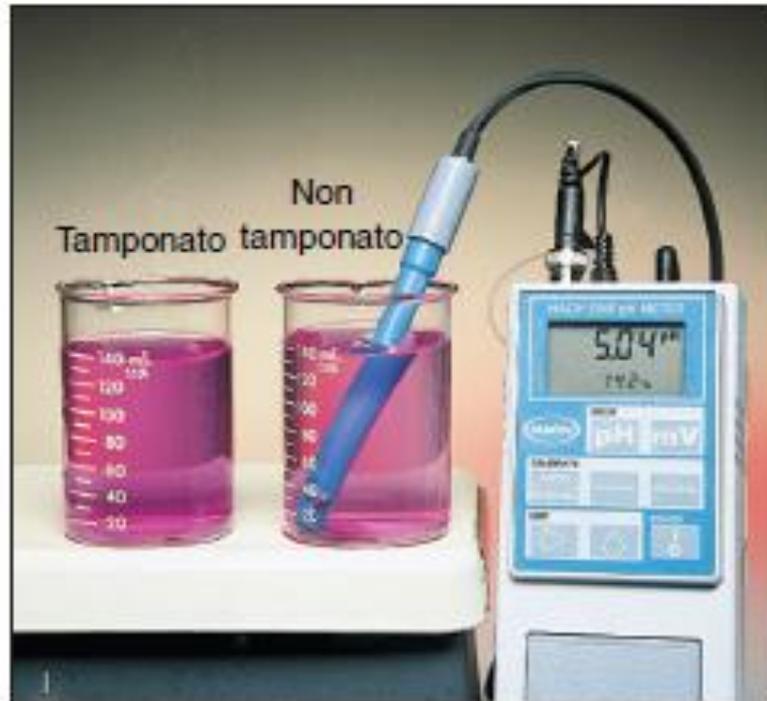
*Una soluzione tampone **mantiene costante il pH** dopo l'aggiunta di **piccole quantità di un acido o di una base forte**.*



LE SOLUZIONI TAMPONE

Una soluzione tampone mantiene costante il pH dopo l'aggiunta di piccole quantità di un acido o di una base forte.

Prima



(a) Il pH-metro indica il pH di acqua che contiene una traccia di acido (e dell'indicatore acido-base blu bromofenolo). La soluzione a sinistra è un tampone con pH circa 7 (anch'essa contiene blu bromofenolo)

Dopo aggiunta di HCl 0.10 M



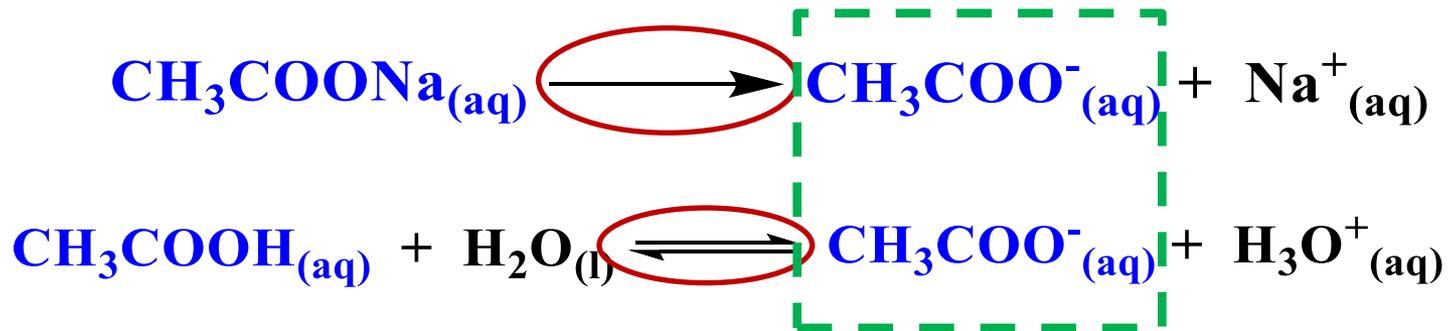
(b) Quando si aggiungono 5 mL di HCl 0.10 M a ognuna delle soluzioni, il pH dell'acqua scende di diverse unità, mentre il pH del tampone resta costante, come evidenziato anche dall'indicatore che non cambia colore.

LE SOLUZIONI TAMPONE:

classi ed esempi

Una soluzione di un **acido debole** contenente un **sale dell'acido debole**: **$\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$** ;

Una soluzione di una **base debole** contenente un **sale della base debole**: **$\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$** .



Calcolare la concentrazione degli ioni H_3O^+ e il pH di una soluzione tampone formata da CH_3COOH 0.1 M e CH_3COONa 0.2 M.

LE SOLUZIONI TAMPONE:

Confronto tra una **soluzione di CH_3COOH** , una di **CH_3COONa**
e una **soluzione tampone $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$**



Charles D. Winters

Soluzione acquosa
di acido acetico
pH 2.7

Soluzione acquosa
di acetato di sodio
pH 9

Miscela
di acido acetico
ed acetato di sodio

LE SOLUZIONI TAMPONE:

Confronto tra una **soluzione di CH_3COOH** e una **soluzione tampone $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$**

soluzione di CH_3COOH



in	Ca	---
equil	Ca - x	x

soluzione tampone $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$



in	Ca	Cs
equil	Ca - x	Cs + x

LE SOLUZIONI TAMPONE:

Confronto tra una **soluzione di CH_3COOH** e una **soluzione tampone $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$**

TABELLA 19-1 *Paragone tra $[\text{H}_3\text{O}^+]$ e pH nelle soluzioni di acido acetico e acido acetico-acetato di sodio*

Soluzione	% CH_3COOH Ionizzato	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	pH
0.10 M CH_3COOH	1.3%	$1.3 \times 10^{-3} \text{ M}$	2.89
0.10 M CH_3COOH			
e 0.20 M NaCH_3COO	0.0090%	$9.0 \times 10^{-6} \text{ M}$	5.05

} $\Delta\text{pH} = 2.16$

Riflettiamo sui numeri

LE SOLUZIONI TAMPONE:

L'equazione di Henderson - Hasselbach



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{+}][\text{X}^{-}]}{[\text{HX}]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}] = K_a \frac{[\text{HX}]}{[\text{X}^{-}]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}] = K_a \frac{[\text{HX}]}{[\text{base coniugata}]}$$

$$-\log [\text{H}_3\text{O}^{+}] = -\log K_a - \log \frac{[\text{HX}]}{[\text{base coniugata}]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{HX}]}{[\text{base coniugata}]}$$

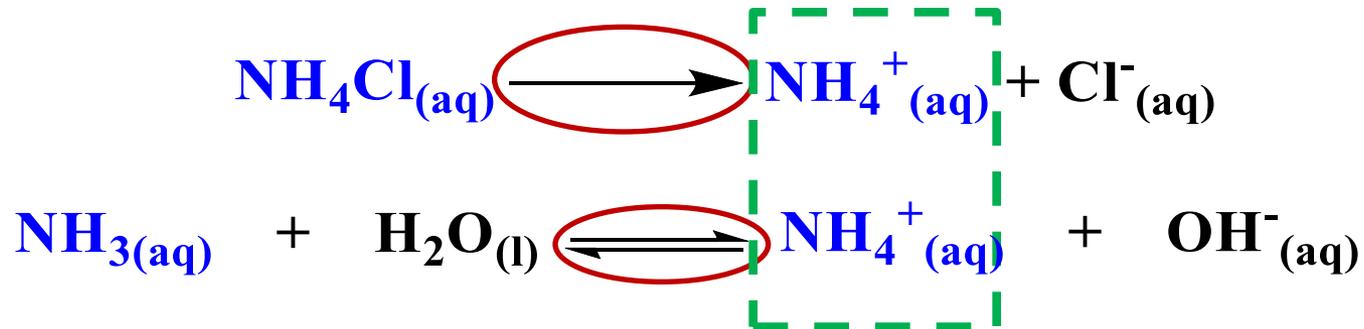
$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{C_a}{C_s}$$

L'equazione di Henderson - Hasselbach

LE SOLUZIONI TAMPONE:

classi ed esempi

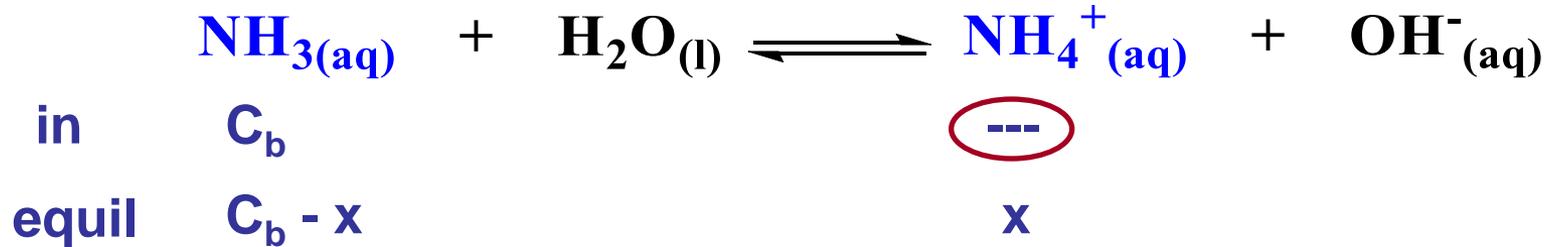
Una soluzione di una **base debole** contenente un **sale** della base debole: **NH_3/NH_4Cl** .



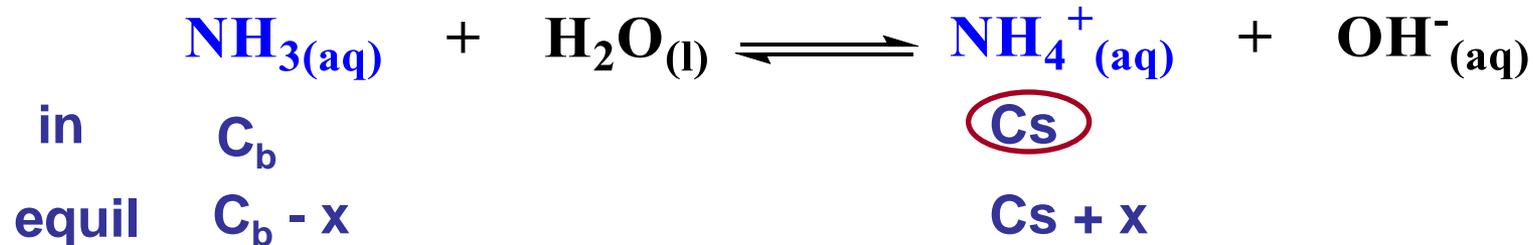
Calcolare la concentrazione degli ioni OH^- e il pH di una soluzione tampone formata da NH_3 0.2 M e NH_4Cl 0.1 M.

LE SOLUZIONI TAMPONE:
Confronto tra una *soluzione di NH₃* e una
soluzione tampone NH₃/NH₄Cl

soluzione di NH₃



soluzione tampone NH₃/NH₄Cl



LE SOLUZIONI TAMPONE:
Confronto tra una *soluzione di NH₃* e una
soluzione tampone NH₃/NH₄Cl

TABELLA 19-2 *Paragone tra [OH⁻] e pH nelle soluzioni di ammoniaca e ammoniaca-cloruro di ammonio*

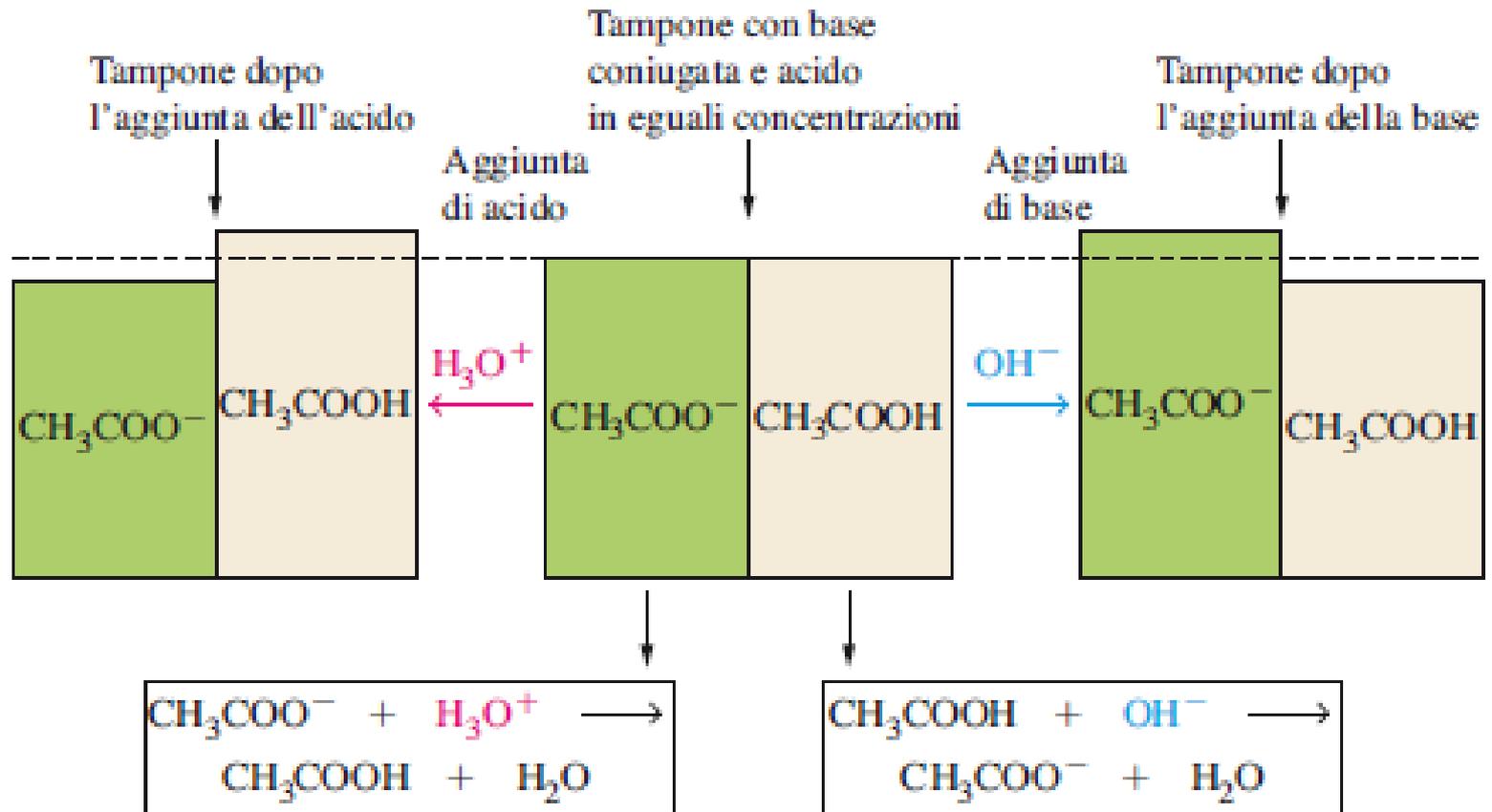
Soluzione	% di NH ₃ Ionizzata	[OH ⁻]	pH
0.20 M aq NH ₃	0.95%	$1.9 \times 10^{-3} M$	11.28
0.20 M aq NH ₃ e 0.10 M aq NH ₄ Cl	0.018%	$3.6 \times 10^{-5} M$	9.56

} ΔpH = -1.72

Riflettiamo sui numeri

LE SOLUZIONI TAMPONE:

Come funzionano



LE SOLUZIONI TAMPONE:

Variazioni di pH causate dall'aggiunta di acido o di base forte ad un litro di soluzione

TABELLA 19-3 *Variazioni di pH causate dall'aggiunta di acido o di base ad un litro di soluzione*

1 L di soluzione di partenza	Aggiungiamo 0.010 moli di NaOH(s)		Aggiungiamo 0.010 moli di HCl(g)	
	<i>variazione di pH</i>	$[H_3O^+]$ <i>diminuisce di un fattore</i>	<i>variazione di pH</i>	$[H_3O^+]$ <i>aumenta di un fattore</i>
soluzione tampone (0.10 M NaCH ₃ COO e 0.10 M CH ₃ COOH)	+0.08 unità di pH	1.2	-0.08 unità di pH	1.2
0.10 M CH ₃ COOH	+0.91	8.1	-0.89	7.8
H ₂ O pura	+5.00	100000	-5.00	100000

Riflettiamo sui numeri

LE SOLUZIONI TAMPONE:

La capacità tamponante

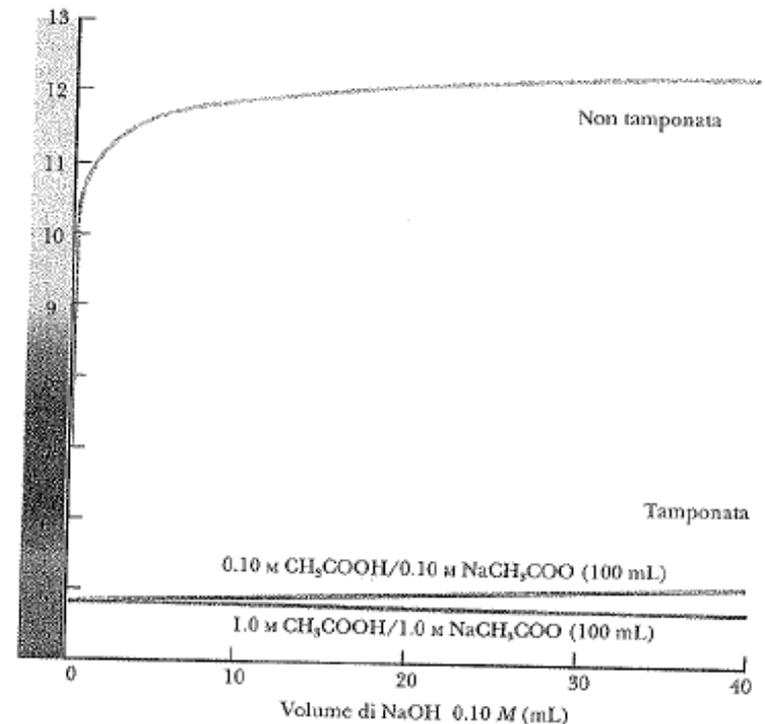
La **capacità tamponante** è il numero di moli di acido forte o di base forte che è necessario aggiungere ad **1 L** di soluzione tampone per modificare il suo **pH di un'unità**.

Intervallo tampone

$$\text{pKa} - 1 < \text{pH} < \text{pKa} + 1$$

Effetto della **diluizione** sulla capacità tamponante

pH



LE SOLUZIONI TAMPONE:

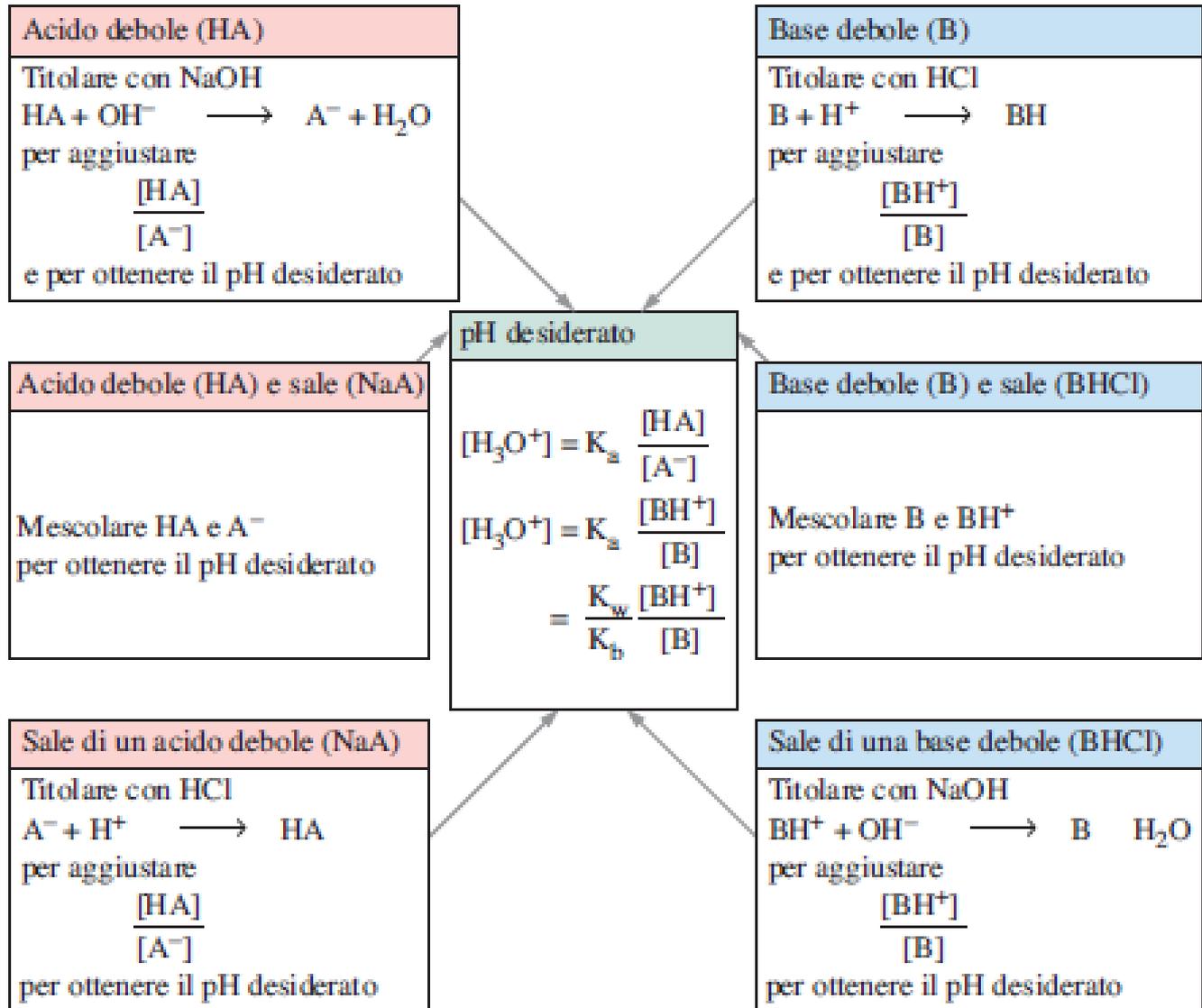
esempi

TABELLA 14.1 Sistemi tampone con differenti valori di pH

pH desiderato	Sistema tampone		K_a (acido debole)	pK_a
	Acido debole	Base debole		
4	Acido lattico (HLac)	Ione lattato (Lac^-)	1.4×10^{-4}	3.85
5	Acido acetico ($\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$)	Ione acetato ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$)	1.8×10^{-5}	4.74
6	Acido carbonico (H_2CO_3)	Ione idrogeno carbonato (HCO_3^-)	4.4×10^{-7}	6.36
7	Ione diidrogeno fosfato (H_2PO_4^-)	Ione idrogeno fosfato (HPO_4^{2-})	6.2×10^{-8}	7.21
8	Acido ipocloroso (HClO)	Ione ipoclorito (ClO^-)	2.8×10^{-8}	7.55
9	Ione ammonio (NH_4^+)	Ammoniaca (NH_3)	5.6×10^{-10}	9.25
10	Ione idrogeno carbonato (HCO_3^-)	Ione carbonato (CO_3^{2-})	4.7×10^{-11}	10.32

LE SOLUZIONI TAMPONE: *preparazione*

**Parziale
neutralizzazione**



**Parziale
neutralizzazione**