

Laurea Triennale in Geologia

226SM - CHIMICA GENERALE CON
LABORATORIO ED ELEMENTI DI
ORGANICA

**Laurea Triennale in Scienze e
Tecnologie per l'Ambiente e la
Natura**

042SM - CHIMICA GENERALE CON
LABORATORIO

**Esperienza
N° 4**

**Laboratorio di
Chimica
Generale**

**Preparazione di
soluzioni tampone
e verifica del
potere
tamponante**

TAMPONI

- Preparare soluzioni tampone e verificarne il potere tamponante
 - Tampone
 - Preparazione dei tamponi
 - Potere tamponante
 - Uso del pH-metro

TAMPONI

Definizione

Una soluzione tampone è una soluzione che si oppone alla variazione di pH per aggiunte moderate di acidi o basi.

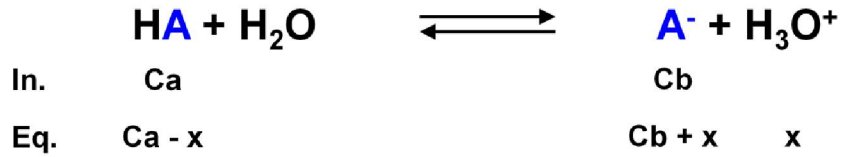
Si formano quando i componenti di una coppia acido/base deboli sono presenti in soluzione in equilibrio tra loro:

Acido debole
+
suo sale
(base coniugata)

Base debole
+
suo sale
(acido coniugato)

TAMPONI

Calcolo del pH di un tampone



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \text{Cb}}{\text{Ca}}$$
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{\text{Ca}}{\text{Cb}} = K_a \frac{\text{mol acido}}{\text{mol base}}$$

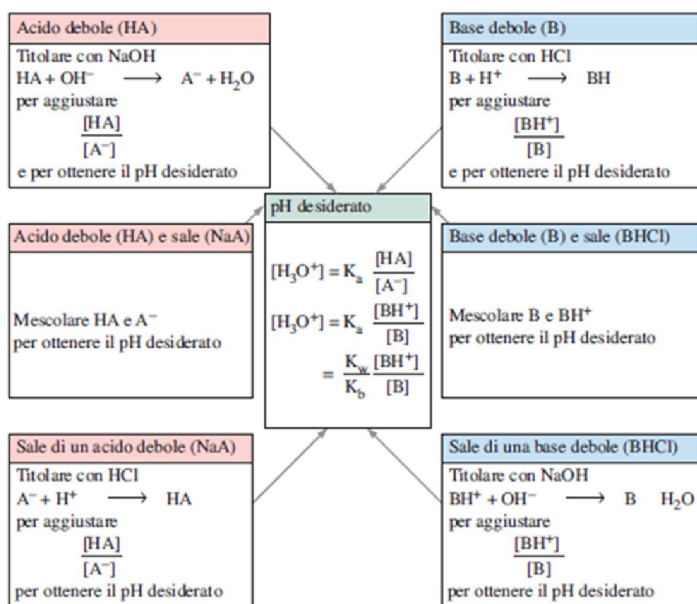
$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{\text{Cb}}{\text{Ca}}$$

*Equazione di
Henderson - Hasselbach*

Per realizzare un tampone, scegliere una coppia acido/base con pKa prossima al pH desiderato.

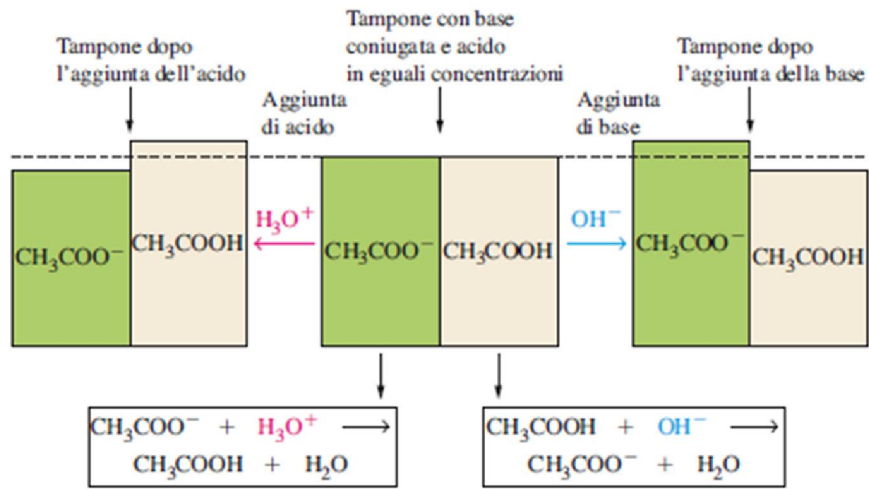
TAMPONI

Preparazione di soluzioni tampone



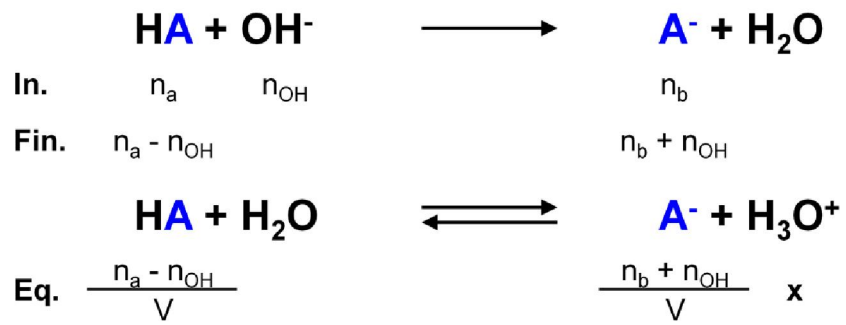
TAMPONI

Aggiunta di acido forte o di base forte



TAMPONI

Aggiunta di base forte



$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{n_b + n_{\text{OH}}}{n_a - n_{\text{OH}}}$$

Calcolo del pH di un tampone + Aggiunta di base forte

Esercizio:

- Calcolare il pH di una soluzione tampone contenente CH_3COOH 0.15M e CH_3COONa 0.20M.
- Calcolare la variazione di pH che si verifica quando a 200mL della soluzione precedente viene aggiunto 1mL di HCl 0.200M.

Potere tamponante

Esprime l'efficienza del tampone nel mantenere costante il pH della soluzione.

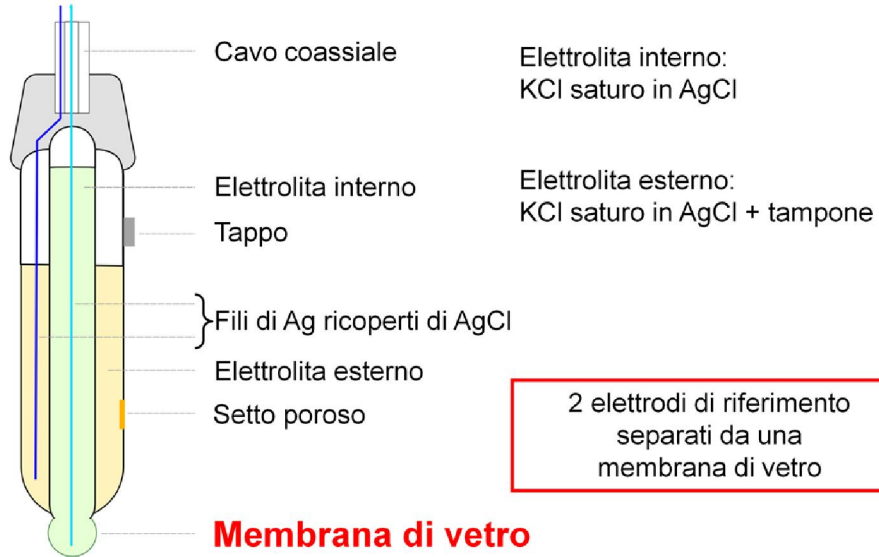
$$\beta = - \frac{d C_A}{d \text{pH}} = \frac{d C_B}{d \text{pH}}$$

Esercizio:

- Calcolare il potere tamponante del tampone acetato dell'esercizio precedente.

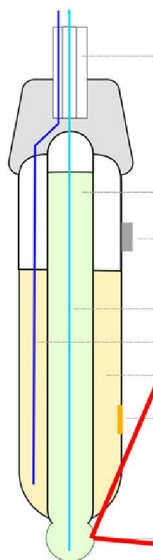
TAMPONI

Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



TAMPONI

Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



Soluzione
interna:
pH costante

HO-Si

HO-Si

HO-Si

HO-Si

HO-Si

VETRO

Si-OH

Si-OH

Si-OH

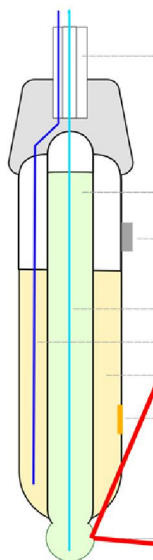
Si-OH

Si-OH

Soluzione
esterna:
pH variabile

TAMPONI

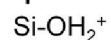
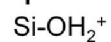
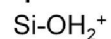
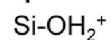
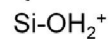
Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



Soluzione
interna:
pH costante



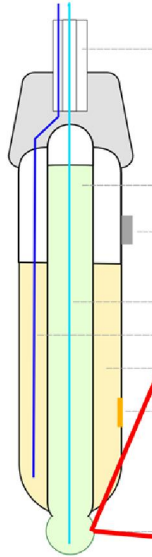
VETRO



Soluzione
esterna:
pH ACIDO

TAMPONI

Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



Soluzione
interna:
pH costante

HO-Si
|
HO-Si
|
HO-Si
|
HO-Si
|
HO-Si

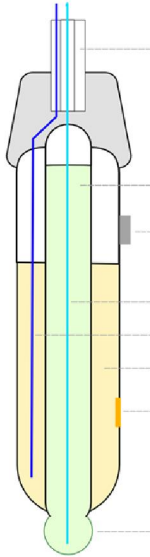
VETRO

Si-O⁻
|
Si-O⁻
|
Si-O⁻
|
Si-O⁻
|
Si-O⁻

Soluzione
esterna:
pH BASICO

TAMPONI

Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



Si misura una differenza di potenziale (ddp) tra elettrodo di riferimento interno ed esterno dovuta alla carica elettrica della membrana.

$$\text{ddp} = E_{\text{int}} - E_{\text{est}} + E_G$$

$$E_G = K + \frac{RT}{F} \log [H_3O^+]$$

Quindi:

$$\text{ddp} = K + B_T \log [H_3O^+]$$

K e B_T sono costanti ma non note: dipendono dalla temperatura e da fattori strumentali. Il pH-metro va calibrato prima di ogni utilizzo utilizzando soluzioni tampone note.

TAMPONI

In laboratorio

- Preparare 100 mL di soluzione di H_2PO_4^- 0.100M a partire dal sale $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Calcolare la concentrazione reale ottenuta.
- Preparare 100 mL di soluzione di HPO_4^{2-} 0.100M a partire dal sale $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Calcolare la concentrazione reale ottenuta.
- In becker da 50 o 100 mL, preparare soluzioni tampone secondo la tabella seguente, avendo cura che il volume totale sia sempre 50 mL.

TAMPONI

In laboratorio

- Per ogni soluzione, registrare i reali volumi impiegati.
- Misurare con pH-metro il pH reale della soluzione.
- Aggiungere 1.0 mL di soluzione di NaOH 0.100M con la pipetta graduata in dotazione e misurare nuovamente il pH.
- Calcolare il potere tamponante reale della soluzione
- Confrontare i risultati con quelli teorici sulla base del pH teorico per il tampone prima e dopo l'aggiunta di 1.0 mL di NaOH 0.100M.

TAMPONI

In laboratorio

Soluzione	Volume H_2PO_4^- (mL)	Volume PO_4^{3-} (mL)	Volume H_2O (mL)
Effetto del rapporto $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$			
1	20	0	30
2	15	5	30
3	10	10	30
4	5	15	30
5	0	20	30
Effetto della concentrazione di H_2PO_4^- e HPO_4^{2-}			
3	10	10	30
6	5	5	40
7	2	2	46
8	0	0	50