

**Laurea Triennale in Geologia**  
226SM - CHIMICA GENERALE CON  
LABORATORIO ED ELEMENTI DI  
ORGANICA

**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.

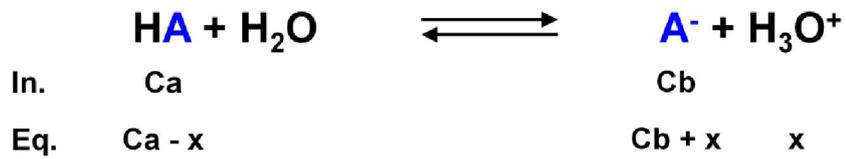
Si formano quando i componenti di una coppia acido/base deboli sono presenti in soluzione in equilibrio tra loro:

**Acido debole**  
+  
**suo sale**  
**(base coniugata)**

**Base debole**  
+  
**suo sale**  
**(acido coniugato)**

## TAMPONI

### Calcolo del pH di un tampone



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

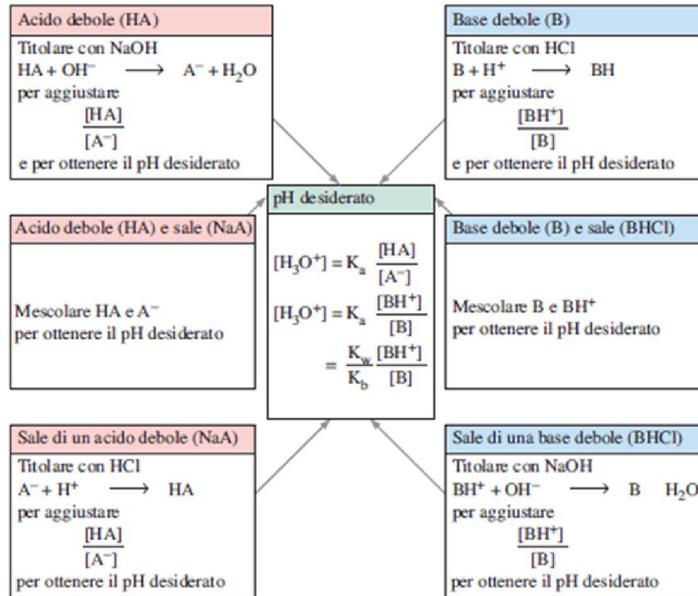
$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{\text{Cb}}{\text{Ca}}$$

*Equazione di  
Henderson - Hasselbach*

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

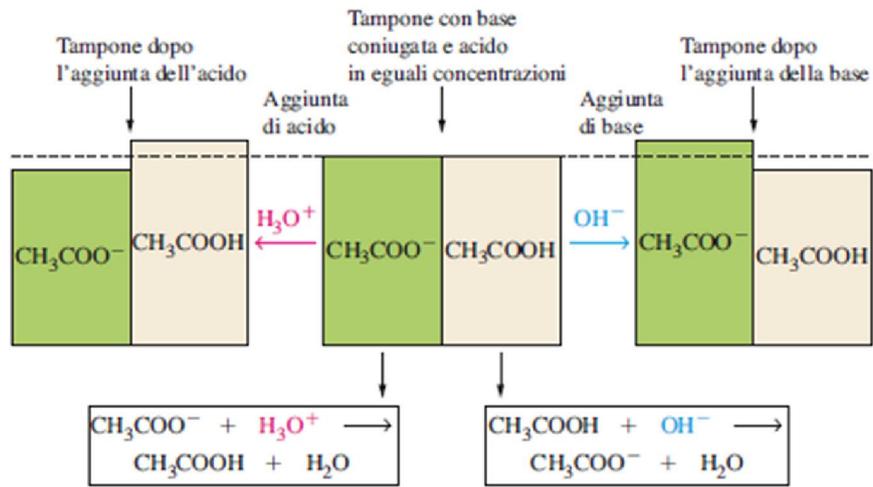
# TAMPONI

## Preparazione di soluzioni tampone



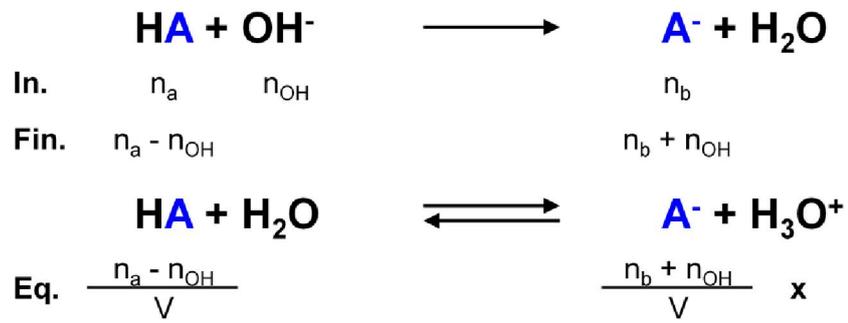
# TAMPONI

## 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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.15M e  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0.20M.
- Calcolare la variazione di pH che si verifica quando a 200mL della soluzione precedente vengono aggiunti 5.00 mL di HCl 0.200M.

## Potere tamponante

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

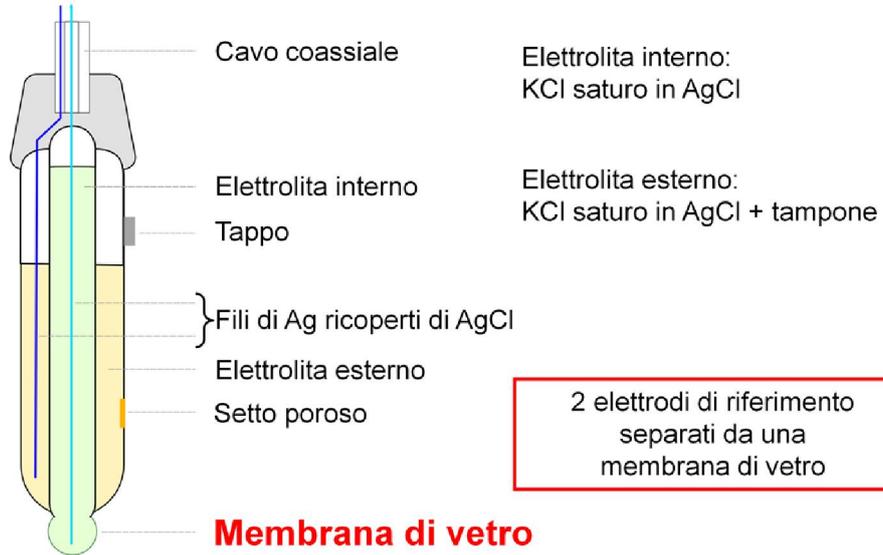
$$\beta = - \frac{d C_A}{d \text{pH}} = \frac{d C_B}{d \text{pH}}$$

Esercizio:

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

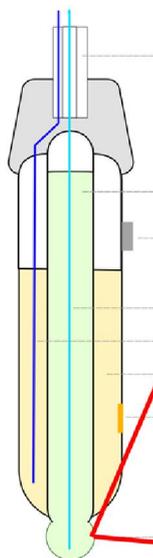
## TAMPONI

### 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

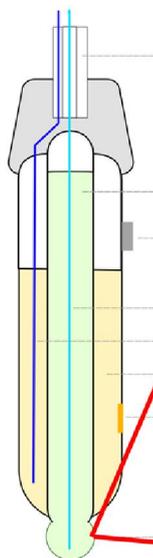
Si-OH

Si-OH

Soluzione  
esterna:  
pH variabile

## TAMPONI

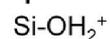
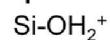
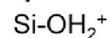
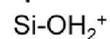
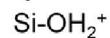
### Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



Soluzione  
interna:  
pH costante



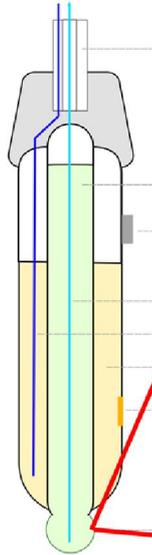
VETRO



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

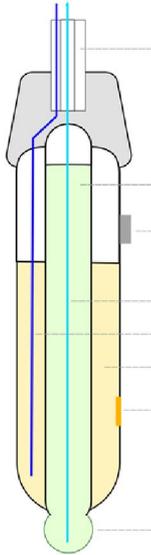
VETRO

Si-O<sup>-</sup>  
|  
Si-O<sup>-</sup>  
|  
Si-O<sup>-</sup>  
|  
Si-O<sup>-</sup>  
|  
Si-O<sup>-</sup>

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