

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

**Laboratorio di
Chimica
Generale**

**Esperienza
N° 4**

**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.

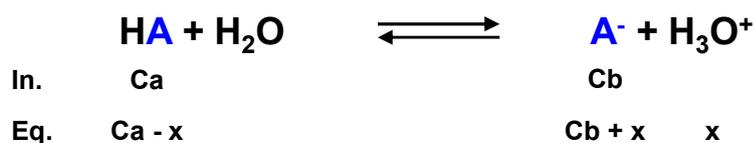
Si formano quando i componenti di una coppia acido/base deboli sono presenti in soluzione in equilibrio tra loro:

Acido debole
+
suo sale
(base coniugata)

Base debole
+
suo sale
(acido coniugato)

TAMPONI

Calcolo del pH di un tampone



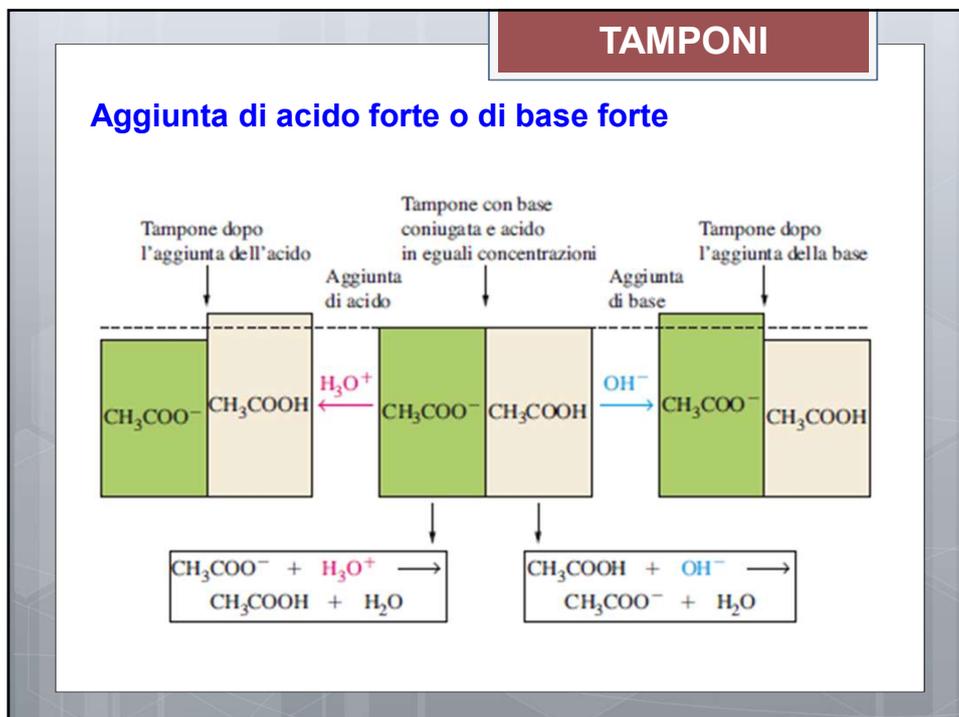
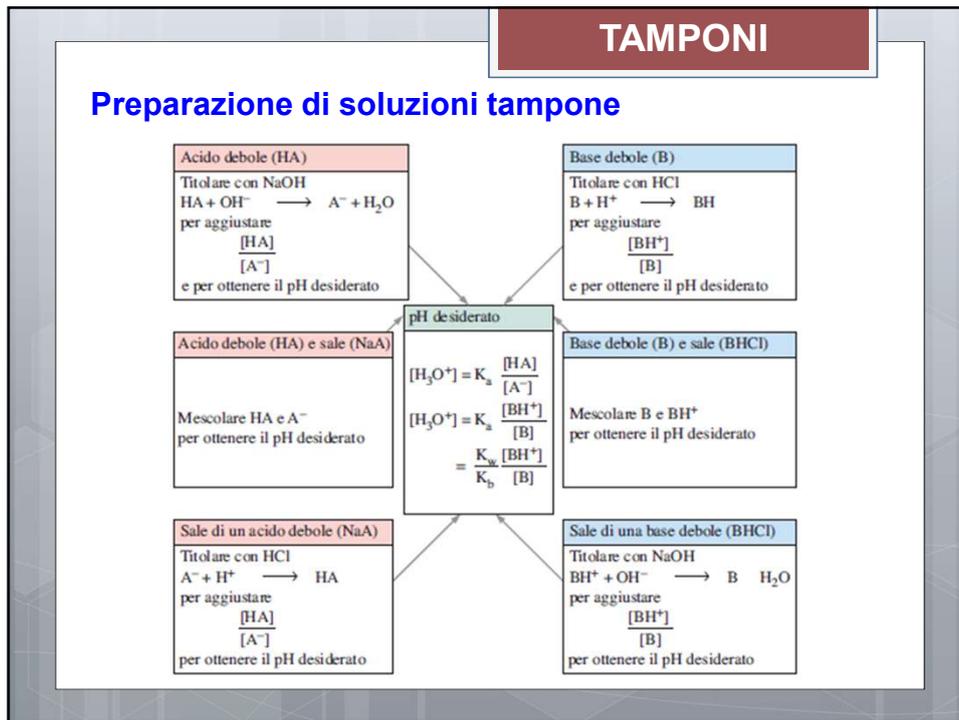
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]\text{Cb}}{\text{Ca}}$$

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

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

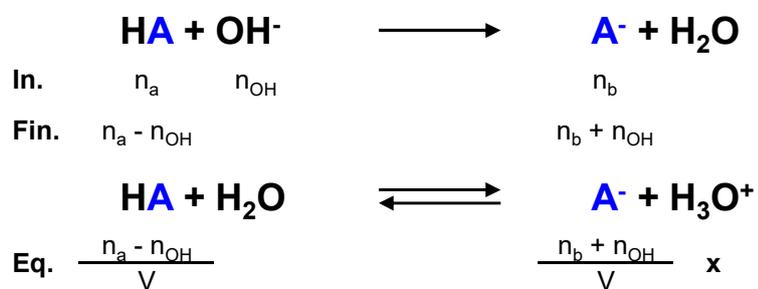
*Equazione di
Henderson - Hasselbach*

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



TAMPONI

Aggiunta di base forte



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

TAMPONI

Calcolo del pH di un tampone
+ Aggiunta di acido 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 vengono aggiunti 5.00 mL di HCl 0.200M.

TAMPONI

Potere tamponante

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

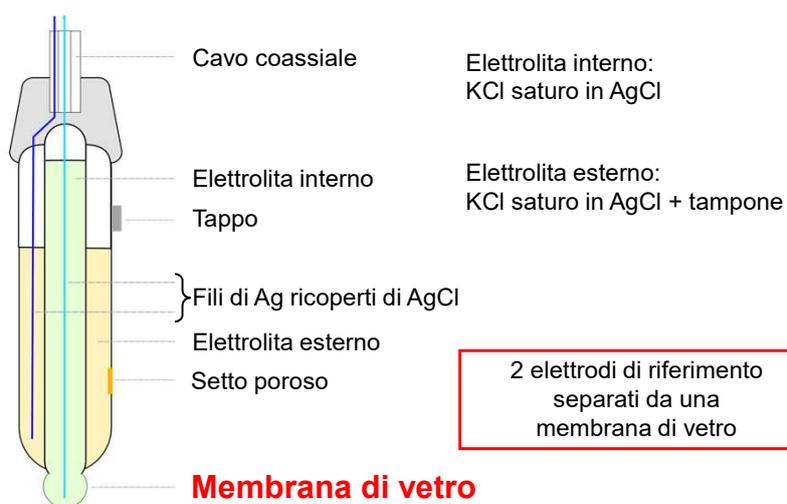
$$\beta = - \frac{\Delta C_A}{\Delta \text{pH}} = \frac{\Delta C_B}{\Delta \text{pH}}$$

Esercizio:

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

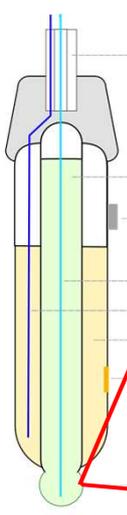
TAMPONI

Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



TAMPONI

Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



The diagram illustrates the structure of a glass electrode. On the left, a cross-section shows an internal solution (pH constant) and an external solution (pH variable) separated by a glass membrane. A red circle highlights the membrane's chemical structure, which consists of a central **VETRO** layer. The internal surface of the membrane is represented by HO-Si groups, and the external surface is represented by Si-OH groups.

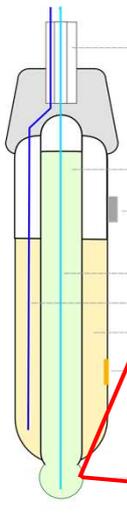
Soluzione interna: pH costante

VETRO

Soluzione esterna: pH variabile

TAMPONI

Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



This diagram shows the same glass electrode structure as above, but in an acidic environment. The external solution is now labeled as **pH ACIDO**. The chemical structure of the glass membrane remains the same, with HO-Si groups on the internal surface and Si-OH_2^+ groups on the external surface, indicating protonation of the silanol groups.

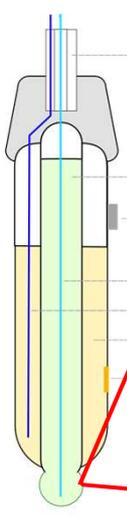
Soluzione interna: pH costante

VETRO

Soluzione esterna: **pH ACIDO**

TAMPONI

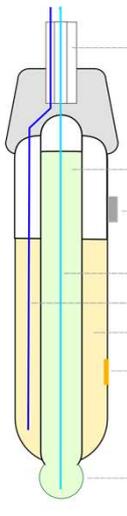
Misura strumentale del pH: l'elettrodo a vetro



The diagram shows a cross-section of a glass pH electrode. On the left, the internal solution is labeled "Soluzione interna: pH costante". On the right, the external solution is labeled "Soluzione esterna: pH BASICO". A red circle highlights the glass membrane structure, which is labeled "VETRO". The structure consists of a central vertical line representing the glass membrane, with "HO-Si" groups on the left side and "Si-O⁻" groups on the right side, connected by vertical lines.

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.

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

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

Quindi:

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

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: a coppie

- **Studente 1:** 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.
- **Studente 2:** 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

	Studente 1	Studente 2	Studente 1 & 2
Soluzione	Volume H_2PO_4^- (mL)	Volume PO_4^{2-} (mL)	Volume H_2O (mL)
Effetto del rapporto $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$			
1	18	2	30
2	15	5	30
3	10	10	30
4	5	15	30
5	2	18	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

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.