

SOLUZIONI TAMPONE

DEFINIZIONE

Soluzioni che resistono alle variazioni di pH per l'aggiunta di piccole quantità di acidi o basi.

COMPOSIZIONE

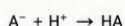
Costituite da:

- un acido debole (HA) e la sua base coniugata (A^-) oppure
- una base debole (B) e il suo acido coniugato (BH^+).

FUNZIONAMENTO

Aggiunta di acido (H^+)

A^- lega H^+ formando HA. La base coniugata consuma l'acido aggiunto.



Il tampone mantiene stabile il pH

Aggiunta di base (OH^-)

HA lega OH^- formando A^- . L'acido debole consuma la base aggiunta.



EQUAZIONE DI HENDERSON-HASSELBALCH

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pK_a = -\log K_a$$

Significato:

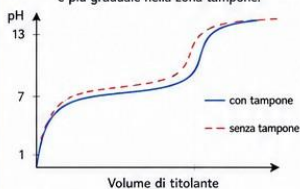
- $[A^-]/[HA] > 1 \rightarrow pH > pK_a$
- $[A^-]/[HA] < 1 \rightarrow pH < pK_a$
- $[A^-]/[HA] = 1 \rightarrow pH = pK_a$

CAPACITÀ TAMPONE

- Massima quando $[A^-] = [HA]$ ($pH = pK_a$)
- Efficace nell'intervallo $pH = pK_a \pm 1$
- Dipende dalla concentrazione totale del tampone: maggiore è la concentrazione, maggiore è la capacità tampone.

CURVE DI TITOLAZIONE

In presenza di un tampone la variazione di pH è più graduale nella zona tampone.

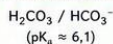


FATTORI CHE INFLUENZANO LA CAPACITÀ TAMPONE

- Concentrazione totale del tampone
- Rapporto base coniugata/acido debole
- Temperatura (influenza pK_a)

SISTEMI TAMPONE IMPORTANTI IN BIOLOGIA

TAMPONE BICARBONATO

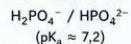


($pK_a \approx 6,1$)

- Principale tampone del sangue e dei fluidi extracellulari.
- Sistema aperto: regolato da polmoni (CO_2) e reni (HCO_3^-).



TAMPONE FOSFATO



($pK_a \approx 7,2$)

- Importante nei fluidi intracellulari e nei tubuli renali.
- Presenti come fosfati inorganici nel plasma e nei tessuti.



TAMPONE PROTEINE

Gruppi ionizzabili delle proteine (istidina, carbossili, ammine)

- Presenti nel plasma e nelle cellule.
- Contribuiscono in particolare al tampone intracellulare.



IMPORTANZA BIOLOGICA

- Mantengono il pH entro range ristretti (es. sangue 7,35-7,45).
- Essenziali per enzimi, metabolismo, trasporto ionico, coagulazione e funzione nervosa.



IDROLISI DEI SALI E pH DELLE SOLUZIONI

SALE DA ACIDO FORTE E BASE FORTE

Esempio: NaCl

Non subisce idrolisi. pH della soluzione ≈ 7 (neutro).

Na^+ spettatore Cl^- spettatore

SALE DA ACIDO DEBOLE E BASE FORTE

Esempio: CH_3COONa

Lo ione A^- subisce idrolisi basica.

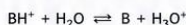


$pH > 7$ (soluzione basica).

SALE DA ACIDO FORTE E BASE DEBOLE

Esempio: NH_4Cl

Lo ione BH^+ subisce idrolisi acida.



$pH < 7$ (soluzione acida).

COSTANTE DI IDROLISI

$$K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \quad (\text{per anioni})$$

$$K_b = \frac{[B][H_3O^+]}{[BH^+]} \quad (\text{per cationi})$$

Più K_b è grande, maggiore è l'idrolisi.

RIASSUNTO IN SINTESI

Acido debole + base coniugata (o base debole + acido coniugato)

Resistono all'aggiunta di piccole quantità di acidi o basi

pH descritto dall'equazione di Henderson-Hasselbalch

Massima efficacia a $pH = pK_a$

Fondamentali per l'omeostasi del pH nei sistemi biologici

APPLICAZIONI PRATICHE



Laboratorio
Preparazione di tamponi per esperimenti e titolazioni.



Medicina
Mantenimento del pH nel sangue e nei liquidi fisiologici.



Fisiologia renale
Regolazione del pH dei fluidi corporei tramite fosfati e bicarbonato.



Farmaceutica
Formulazione di farmaci in soluzioni tampone per stabilità e assorbimento.



Biotechnologie
Colture cellulari e processi enzimatici richiedono pH controllato.