

Laboratorio di Chimica Generale
Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura

Esperienza n°4
PREPARAZIONE DI SOLUZIONI TAMPONE
E VERIFICA DEL POTERE TAMPONANTE

L'esperienza consiste nel preparare diverse soluzioni tampone con la coppia acido-base $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ misurando con pH-metro la variazione di pH derivante dall'aggiunta di una certa quantità di acido o base forte.

Una **soluzione tampone** è una soluzione che si oppone alla variazione di pH per **aggiunte moderate** di acidi o basi. Per poter tamponare il pH di un sistema, la soluzione tampone deve contenere una coppia acido/base, che può essere costituita da un acido debole e da un suo sale oppure da una base debole e da un suo sale. Il pH di una soluzione tampone si calcola secondo l'espressione seguente:

$$pH = pK_a - \log \frac{C_a}{C_b} = pK_a + \log \frac{C_b}{C_a}$$

dove C_a e C_b sono rispettivamente le concentrazioni molari della specie acida e della specie basica in ogni coppia acido/base impiegata nel tampone. In base a questa equazione, per preparare un tampone efficiente è necessario scegliere una coppia acido/base con pK_a il più vicino possibile al pH che si desidera.

Il **potere tamponante** (o capacità tamponante) dà un'indicazione di quanto efficiente è il tampone considerato e viene espresso quantitativamente dal parametro β :

$$\beta = -\frac{dC_A}{dpH} = \frac{dC_B}{dpH}$$

dove C_A e C_B sono rispettivamente le concentrazioni di acido forte o di base forte che vengono aggiunte alla soluzione tampone, provocando una variazione di pH pari a dpH .

Il potere tamponante sarà tanto maggiore quanto maggiori sono le concentrazioni di acido/base coniugati C_a e C_b che formano il tampone e quanto più vicino a 1 è il loro rapporto (C_b/C_a). L'esperienza consentirà di verificare sperimentalmente queste considerazioni.

In laboratorio:

In matracci da 100 mL, preparare una soluzione di H_2PO_4^- circa 0.100 M a partire dal sale $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ e una soluzione di HPO_4^{2-} circa 0.100 M a partire dal sale $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Per far questo, calcolare le quantità teoriche dei due sali da utilizzare, pesare esattamente circa le quantità necessarie, trasferirle in un matraccio e sciogliere completamente il sale prima di portare a volume. Infine, calcolare le concentrazioni reali delle soluzioni preparate.

In un becker da 50 o 100 mL, preparare le soluzioni tampone richieste mescolando i volumi richiesti delle due soluzioni secondo le indicazioni della tabella seguente. Per dosare le soluzioni nel becker, impiegare le due burette in dotazione. Aggiungere l'acqua distillata necessaria utilizzando un cilindro, facendo in modo che il volume totale sia sempre 50 mL.

Soluzioni tampone da preparare:

Soluzione	Volume H_2PO_4^-	Volume HPO_4^{2-}	Volume H_2O
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^a	10	10	30
6	5	5	40
7	2	2	46
8^b	0	0	50

^a Stessa soluzione della parte precedente (non serve rifarla).

^b Permette di determinare il potere tamponante dell'acqua distillata.

Utilizzando il pH-metro, misurare il pH della soluzione tal quale e dopo aggiunta di 1.00 mL di NaOH 0.100 M.

Massa $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$:		Molarità H_2PO_4^- :					
Massa $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:		Molarità HPO_4^{2-} :					
TAMPONE		Valori sperimentali			Valori calcolati		
V H_2PO_4^-	V HPO_4^{2-}	pH _{iniziale}	pH _{finale}	β	pH _{iniziale}	pH _{finale}	β

Calcolare il potere tamponante dalle misurazioni effettuate e confrontarlo con quello teorico calcolato sulla base delle concentrazioni delle soluzioni realizzate.

Domande:

- Dai risultati ottenuti per le soluzioni 1-5 determinare qual è l'effetto del rapporto C_b/C_a sul potere tamponante. Riportare in grafico i valori ottenuti per evidenziare la conclusione tratta dai dati sperimentali. (*Fare attenzione alla grandezze che si utilizzano per gli assi del grafico: che cosa si vuole dimostrare? Quali grandezze è quindi opportuno usare?*)
- Dai risultati ottenuti per le soluzioni 3 e 6-8 determinare qual è l'effetto della concentrazione del tampone sul potere tamponante. Riportare in grafico i valori ottenuti per evidenziare la conclusione tratta dai dati sperimentali.
- Quali discordanze avete riscontrato tra i valori misurati e i valori calcolati? A cosa possono essere dovute queste discrepanze?

Reattivi:

1. $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
3. Soluzione di NaOH a concentrazione 0.100 M (già pronta).

Vetreteria / strumenti

1. Bilancia analitica
2. Spatole
3. Occhiali
4. Beckers da 50 o 100 mL
5. 2 matracci da 100 mL
6. 2 burette da 50 mL
7. Bacchette di vetro
8. Spruzzette
9. pH-metro con elettrodo a vetro