

BIOCHIMICA II CON LABORATORIO

pH E SOLUZIONI TAMPONE

ESERCIZI

Es. 1

Qual è il pH di un tampone acetato ottenuto mescolando 1.3608 g di $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (mm = 136.08) con 0.570 mL di CH_3COOH con purezza 99.97%, $d = 1.047 \text{ g/mL}$ e mm = 60.05 se il tutto è portato a $V_{\text{finale}} = 100.0 \text{ mL}$ in un matraccio tarato? pK_a di $\text{CH}_3\text{COOH} = 4.74$

Suggerimento: quando si ha a che fare con tamponi conviene adoperare l'equazione di Henderson Hasselbalch nella quale i termini del logaritmo possono essere le **concentrazioni** oppure le **moli**. Infatti:

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad \text{ma } [\text{M}] = \frac{\text{mol A}^-}{V_{\text{soluz}}}$$

$$\text{quindi } \text{pH} = \text{pK} + \log \frac{\frac{\text{mol A}^-}{V_{\text{soluz}}}}{\frac{\text{mol HA}}{V_{\text{soluz}}}} \quad \text{pH} = \text{pK} + \log \frac{\text{mol A}^-}{\text{mol HA}}$$

Inoltre: il pH di un tampone non dipende dalla sua diluizione

$$\text{mol A}^- = 1.3608 \text{ g} / 136.08 \text{ g/mol} = 0.010 \text{ mol}$$

mol HA: 1 L di CH_3COOH pesa 1047 g dei quali acido puro sono $1047 \times 0.9997 = 1047 \text{ g}$ pari a 17.43 mol

in 0.570 mL sono quindi contenute $9,935 \times 10^{-3}$ mol di HA

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{\text{mol A}^-}{\text{mol HA}}$$

$$\text{pH} = 4.74 + \log \frac{0.010000}{9.935 \times 10^{-3}} \qquad \text{pH} = 4.74$$

Come è detto prima, che si proceda alla diluizione oppure no (purché $< 10^{-5}$ circa), il pH non cambia: è influente sul pH il fatto che si diluisca a 100 mL. Invece la diluizione gioca un ruolo importante sulla forza del tampone, ovvero la sua capacità a resistere alle variazioni di pH per aggiunta di acidi o basi forti: più si diluisce e meno resiste.

Es. 2

Quanti mL di una soluzione di NaOH 0.500 M devono essere aggiunti a 10 g di un acido debole con $pK_a = 8.075$ e $mm = 157.597$ per ottenere un tampone a pH 7.60 e $V = 250$ mL?

$$pH = pK + \log \frac{\text{mol } A^-}{\text{mol } HA}$$

$$7.60 = 8.075 + \log \frac{\text{mol } A^-}{\text{mol } HA}$$

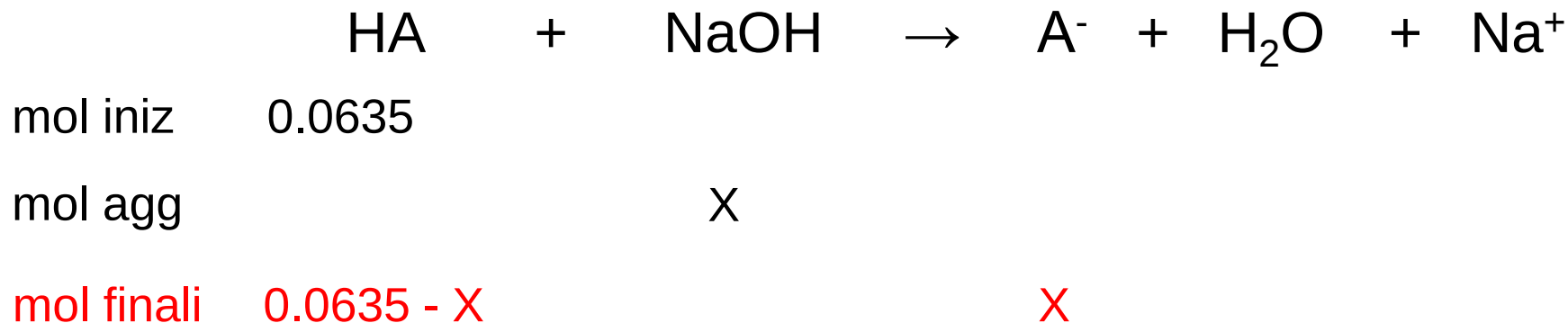
$$-0.475 = \log \frac{\text{mol } A^-}{\text{mol } HA}$$

$$10^{-0.475} = \frac{\text{mol } A^-}{\text{mol } HA}$$

$$0.335 = \frac{\text{mol } A^-}{\text{mol } HA}$$

reazione tra HA e NaOH

$$\text{mol HA} = 10 \text{ g} / 157.597 \text{ g/mol} = 0.0635 \text{ mol}$$



$$0.335 = \frac{X}{0.0635 - X}$$

$$X = 0.0159 \text{ mol}$$

$$\text{mol A}^- = 0.0159$$

$$1000 \text{ mL} : 0.500 \text{ mol} = x \text{ mL} : 0.0159 \text{ mol}$$

$$x = 31.8 \text{ mL di NaOH da aggiungere}$$

Es. 3

In quale rapporto in mol devono essere mescolati $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (mm = 359.14) e KH_2PO_4 (mm = 136.10 g/mol) per ottenere un tampone a $\text{pH} = 7.40$? Quanti g rispettivamente di A^- e di HA devono essere pesati perché il tampone abbia $V = 250 \text{ mL}$ e concentrazione 0.10 M ? pK per la dissociazione di HA = 7.20

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{\text{mol A}^-}{\text{mol HA}} \qquad 7.40 = 7.20 + \log \frac{\text{mol A}^-}{\text{mol HA}}$$

$$\frac{\text{mol A}^-}{\text{mol HA}} = 1.58$$

$$\text{mol totali HA} + \text{A}^- = 0.10 \times 0.250 \text{ L} = 0.0250$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{mol A}^-}{\text{mol HA}} = 1.58 \\ \text{mol HA} + \text{mol A}^- = 0.0250 \end{array} \right.$$

dal sistema si ottengono le moli dei due componenti che poi moltiplicate per la rispettive mm danno i g da pesare.

	A⁻	HA
mol	0.0153	0.00967
g	5.51	1.32

Es. 4

Qual è il pH di un tampone ottenuto mescolando 12.43 g di tris (base debole con $pK = 8.075$ e $mm = 121.136$) con 4.67 g del suo acido coniugato tris idrocloruro ($mm = 157.597$) con $V = 1$ L?

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

$$[A^-] = \frac{12.43 \text{ g / L}}{121.136 \text{ g / mol}} = 0.1026 \text{ M}$$

$$[HA] = \frac{4.67 \text{ g / L}}{157.597 \text{ g / mol}} = 0.0296 \text{ M}$$

$$pH = 8.075 + \log \frac{0.1026}{0.0296} = 8.61$$

Se alla precedente soluzione vengono aggiunti 12.0 mL di HCl 1 M, quanto vale il nuovo pH?

L'aggiunta di HCl fa aumentare la [HA] e diminuire la [A⁻]

	A ⁻	+	H ⁺	→	HA
moli iniz	0.1026		0.0120		0.0296
moli finali	0.1026 - 0.0120				0.0296 + 0.0120
	0.0906				0.0416

$$\text{pH} = 8.025 + \log \frac{0.0906}{0.0416} = 8.41$$

il pH varia di -0.20 unità

L'acqua è un tampone? Resiste alle variazioni di pH indotte dall'aggiunta di un acido o un base?

Qual è il pH di una soluzione ottenuta aggiungendo 12.0 mL di HCl 1.00 M a 1.000 mL di H₂O inizialmente a pH = 7.00?

è una diluizione: $M_1V_1 = M_2V_2$

$$M_2 = 12.0 \text{ mL} \times 1.00 \text{ M} / 1012 \text{ mL} = 0.0119 \text{ M}$$

$$\text{pH} = 1.93$$

Per una stessa aggiunta di moli di HCl, il pH del tampone è variato di 0.20 unità mentre per H₂O è cambiato di circa 5 unità.