

Què vol dir *dissolució tampó?*

Montserrat Tortosa Moreno

IES Ferran Casablanques (Sabadell)

mtortosa@xtec.net

El pH de l'aigua d'un aquari té un valor que s'ha de mantenir constant. És fàcil imaginar-se què passaria en cas contrari. El mateix podem dir del plasma sanguini, de la suor, de l'orina, dels xampús, d'una loció infantil i d'un gran reguitzell de líquids. Un pH constant s'aconsegueix amb una dissolució tampó o reguladora del pH. Però a la pràctica, què significa que manté el pH constant?

OBJECTIUS

- Preparar una solució tampó i mesurar l'evolució del pH en afegir petites quantitats d'àcid o de base.
- Determinar si diversos líquids d'ús comú són reguladors del pH, i interpretar-ho teòricament.
- Comparar el comportament de líquids reguladors i no reguladors del pH.

INTRODUCCIÓ

El pH és una magnitud que mesura el grau d'acidesa o basicitat. En el cas de dissolucions aquoses $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

El pH varia lleugerament amb la temperatura, a 25 °C una solució de $\text{pH} = 7$ és neutra, una solució àcida té un $\text{pH} < 7$ i una solució bàsica té un $\text{pH} > 7$.

L'aigua desionitzada és neutra, té un $\text{pH} = 7$, tanmateix aquest valor pot variar en diverses unitats en afegir-hi una petita quantitat, una gota, d'àcid o de base.

Una gran quantitat de processos químics i bioquímics ocorren a un pH concret i pràcticament constant, que no varia encara que s'incorporin noves substàncies al procés. Aquest comportament s'aconsegueix amb un sistema regulador de pH o sistema tampó.

Una dissolució reguladora està constituïda per un àcid feble i una sal d'aquest àcid i de base forta, en concentracions similars (per exemple una solució que sigui àcid acètic 0,1 M al mateix temps acetat de sodi 0,1 M); o bé per una base feble i una sal d'aquesta base i d'àcid fort, en concentracions similars (per

exemple amoníac 0,20 M i nitrat d'amoni 0,15 M). La reacció d'equilibri de l'àcid o la base febles explica que el pH es mantingui pràcticament constant encara que s'hi afegixin petites quantitats d'un àcid o una base.

MATERIAL I EQUIPAMENT

Material de laboratori

- 2 Vasos de precipitats de 100 ml
- Suport, 2 pinces, 2 nous
- 2 Varettes de vidre
- Proveta de 100 ml
- Pipetes Pasteur de 2 ml o goters graduats
- Ulleres de seguretat

Productes

- CH_3COOH 0,1 M
- NaOH 0,1 M
- HCl 0,01 M
- NaOH 0,01 M
- Aigua desionitzada
- Aigua amb gas
- Sucs de fruita
- begudes diverses



Elements de l'equip Multilog

- 2 Sensors de pH (rang 0 a 14, resolució 0,02, temps de resposta 10 segons) amb els corresponents elèctrodes
- Interfície Multilog Pro amb cable USB
- Ordinador

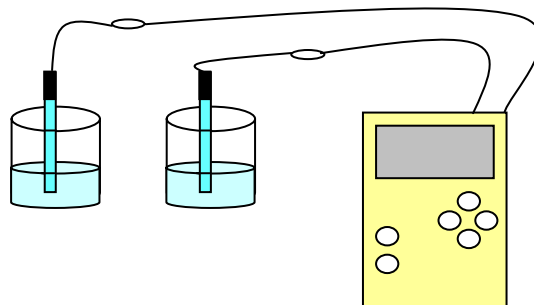


Figura 2. Diagrama del muntatge per a l'estudi de la capacitat reguladora una solució tampó.

PROCEDIMENT

Muntatge de l'experiència

1) Preparació de la solució tampó:

- Aboquem 50ml d'àcid acètic 0,1M en el vas de precipitats.
- Mesurem 25 ml de NaOH 0,1M i els aboquem en el mateix vas.
- Posem 75 ml d'aigua desionitzada en un altre vas.
- Preparem les pipetes Pasteur (fig. 1) per fer a cada vas 3 addicions successives d'un ml d'HCl 0,01M i 3 addicions d'un ml d'NaOH 0,01M.

- Clicant el botó *configurar ajudant*, s'obren tres pantalles consecutives (fig 3 a 6).



Figura 3. Botó *configurar ajudant*.



Figura 1. Pipeta Pasteur.

es detectaran els dos sensors de pH

Cliqueu *proper*

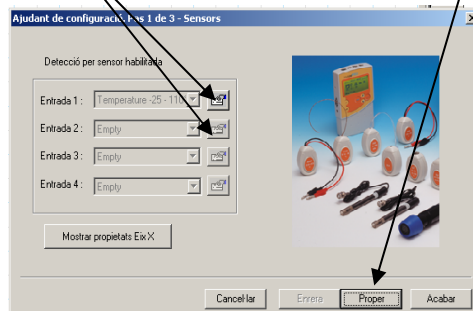


Figura 4. Primera pantalla de l'ajudant de configuració.

L'àcid acètic i l'hidròxid de sodi reaccionen per donar acetat de sodi i aigua. En afegir un nombre de mols d'hidròxid de sodi inferior als d'àcid acètic, a la mescla resultant hi ha tant acetat de sodi que s'ha format com l'àcid acètic sobrant: la mescla constitueix una dissolució tampó.

- 2) Es connecten els dos sensors de pH a les entrades IO-1 (altra dissolució) i IO-2 (aigua desionitzada) de la interfície (fig.2).
- 3) Es connecta la interfície a l'ordinador mitjançant el cable USB o el connector de nou pins.
- 4) S'engega primer la interfície i després s'obre el programa Multilab

Seleccioneu freqüència: **cada segon**

Mode de gravació: **substituir**

Cliqueu *proper*

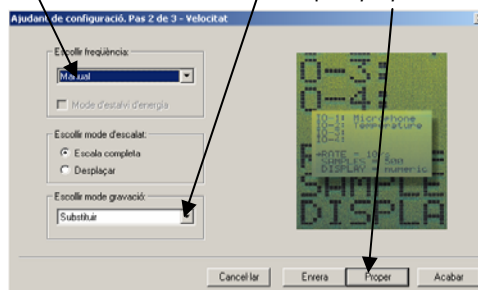


Figura 5. Segona pantalla de l'ajudant.

Configuració del sistema

Cal configurar el sistema perquè enregistri les dades de pH en funció del temps:

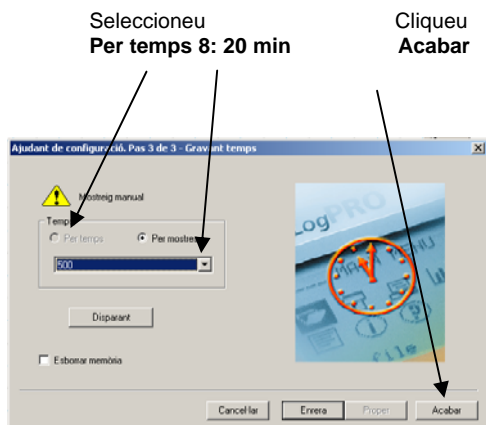


Figura 6. Darrera pantalla de configuració.

Execució de l'experiència

Durant tota l'experiència cal tenir present que el temps de resposta dels sensors de pH és d'uns 10 segons.

- Poseu en marxa l'adquisició de les dades amb el botó *executar* (fig. 7) observeu els valors de pH de cada solució.



Figura 7. Botó *Executar*.

- Amb la pipeta Pasteur agafeu 2 ml d'HCl 0,01 M i afegiu-ne 1 ml a la solució d'aigua desionitzada i 1 ml a la dissolució tampó, agiteu cada solució amb una vareta de vidre (ALERTA, cal que sempre utilitzeu la mateixa vareta per a cada solució) espereu 10 segons que s'estabilitzi el pH
- Repetiu el pas anterior dues vegades més
- Amb la pipeta Pasteur agafeu 2 ml de NaOH 0,01 M i afegiu-ne 1 ml a la solució d'aigua desionitzada i 1 ml a la dissolució tampó, agiteu i espereu 10 segons que s'estabilitzi el pH
- Repetiu el pas anterior dues vegades més
- Finalitzeu la captació de dades amb el botó stop (fig. 8).



Figura 8. Botó *Stop*.

Nota: És convenient afegir una quantitat d'àcid o de base prou gran perquè pugui fer variar el pH de manera apreciable si s'afegeix a un líquid no tampó com poden ser un àcid o base febles. Per això es considera adequat fer les addicions de ml en ml (i no

gota a gota) per a concentracions d'HCl i de NaOH 0,01 M.

És interessant repetir l'experiència utilitzant aigua amb gas, suc de fruita naturals o comercials i begudes diverses.

RESULTATS ESPERATS

a) Aigua desionitzada i solució tampó preparada

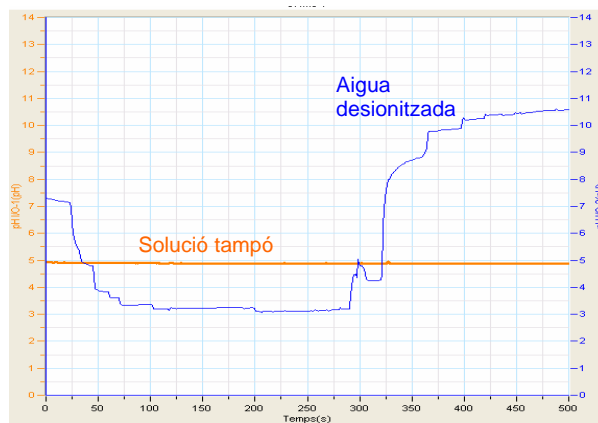


Figura 9. Evolució del pH obtinguda en fer 3 addicions successives d'1 ml de HCl 0,01M seguides de 3 addicions de NaOH 0,01M a 75 ml d'aigua desionitzada (línia blava) i 75 ml de solució tampó (línia carbassa). Les addicions han estat fetes amb una pipeta Pasteur.

b) Aigua desionitzada i aigua amb gas

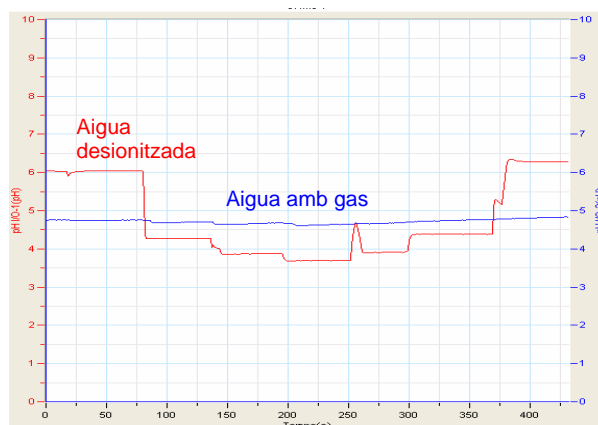


Figura 10. Evolució del pH obtinguda en fer 3 addicions successives d'1 ml de HCl 0,01M seguides de 3 addicions de 1 ml de NaOH 0,01M a 50 ml d'aigua desionitzada (línia vermella) i 50 ml d'aigua amb gas (línia blava).

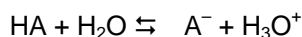
c) Aigua i suc de fruita



Figura 11. Evolució del pH obtinguda en fer 3 addicions successives d'1 ml de NaOH 0,01M seguides de 3 addicions de HCl 0,01M a 50 ml d'aigua desionitzada (línies vermelles) i 50 ml de suc de llimona i de taronja naturals, acabats d'espremer (línies blaves).

COMENTARI DELS RESULTATS

En una solució reguladora es produeix l'equilibri químic de l'àcid feble. Pel cas general d'un àcid de fórmula HA és



L'expressió de la seva constant d'acidesa K_a és

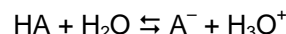
$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]}$$

Si l'àcid està sol, la concentració d'àcid no dissociat HA és molt més gran que la de l'aníon A^- . En canvi si a la solució hi ha la sal NaA, aquesta donarà lloc als ions Na^+ i A^- i, per tant, les concentracions d'HA i de A^- poden arribar a ser del mateix ordre.

Com s'explica el comportament del pH d'una solució que conté un àcid feble i la seva sal sòdica en afegir-hi àcid?

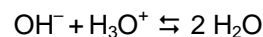
Si hi afegim àcid, aportem ions hidroni a l'equilibri i aquest es desplaça cap als reactius segons el principi de Le Chatelier. El valor de les concentracions ve regit per la constant d'acidesa K_a .

En el cas d'una solució tampó les concentracions d'HA i A^- són grans en relació a la constant d'acidesa. Per això la concentració d'ions hidroni, i en conseqüència el pH, variarà poc.

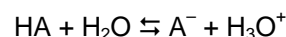


Com s'explica el comportament en afegir petites quantitats d'hidròxid?

Si afegim hidròxid, aportem ions hidròxid a l'equilibri. Aquests ions reaccionen amb els ions hidroni per formar aigua:

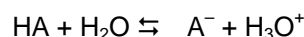


En treure els ions hidroni de la reacció



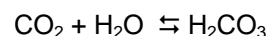
l'equilibri es desplaçarà cap als productes, segons el principi de Le Chatelier.

En el cas d'una solució tampó les concentracions d'HA i A^- són grans en relació a la constant d'acidesa, i per tant el pH variarà poc

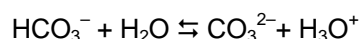
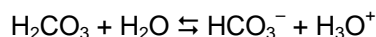


A la figura 10 pot veure's que el pH de l'aigua amb gas no varia en afegir l'àcid o la base. Per tant, es tracta d'una solució tampó.

Per ser una solució tampó cal que hi hagi un àcid feble i una de les sals d'aquest àcid i base forta. En aquest cas, el gas és diòxid de carboni, que en dissoldre's a l'aigua forma àcid carbònic, que és un àcid feble:



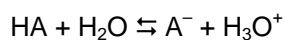
Es tracta d'un àcid dipròtic :



A l'aigua amb gas hi ha cations metàl·lics, com el Na^+ o el Ca^{2+} , que amb els ions bicarbonat i carbonat formen la sal corresponent, que queda dissolta.

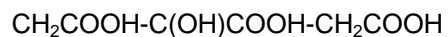
Els suc de fruita contenen àcids febles i també cations metàl·lics; és a dir que tenen la composició de solucions tampó.

Cas general:



l'anió A^- forma la sal de base feble amb els ions de sodi, potassi o altres que hi ha als suc de fruita.

Per al suc de taronja, de llimona, i de pinya americana l'àcid majoritari és el cítric, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, àcid 2-hidroxipropantricarboxílic:



Aquest àcid també és utilitzat com a conservant en molts suc de fruites envasats.

Aquest treball forma part d'un projecte elaborat durant una llicència retribuïda concedida pel Departament d'Educació el curs 2004-05 (Resolució 16 juliol 2004. DOGC núm 4182 de 26-07-2004).