

## Valoració d'un àcid fort amb una base forta

### Material per al professorat

#### Orientacions didàctiques

##### Temporització

- 1 hora per a l'experimentació
- 1/2 hora per a respondre el qüestionari

##### Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de 2n de batxillerat

##### Metodologia

- En la corba de valoració d'un àcid fort amb una base forta, s'aprecia un gran canvi de pH en les proximitats del punt d'equivalència, de 3 a 10 aproximadament. El canvi brusca de pH a les proximitats del punt d'equivalència permet detectar-lo. Qualsevol indicador que tingui una zona de viratge compresa entre aquests valors es podrà fer servir.
- En la primera valoració s'obté el punt d'equivalència d'una manera aproximada. Per això es repeteix a fi de ressaltar-lo. En la 2a valoració la captació de dades s'inicia una vegada s'hagi afegit un volum de base igual al del punt d'equivalència, obtingut en la 1a valoració, menys uns 2 mL. A partir d'aquest moment s'afegeixen petits increments, per exemple 0,2 mL de base, per tal de trobar amb més exactitud el punt d'inflexió. La segona corba es fa amb més precisió, serà més suau que la primera i no tindrà tantes irregularitats.
- Amb la fenolftaleïna es pot apreciar de manera visual el punt d'equivalència amb el canvi de color de l'indicador de violeta en medi bàsic a incolor en medi àcid, i relacionar aquest moment amb el valor que marca el pH-metre.

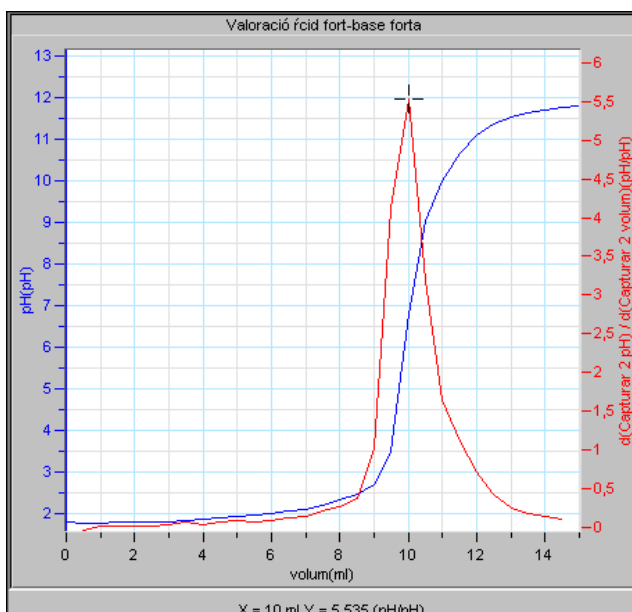
#### Orientacions tècniques

- Abans de començar la valoració, s'ha de calibrar el sensor de pH. El programa fa la calibració automàtica quan es connecta el sensor a la interfície i aquest es troba en dissolució tampó de pH 7. La interfície comprova que el sensor mesura un valor comprès entre  $\pm 2\%$  o el seu valor 0; és a dir, 7.  
Per fer-ho:
  - Connecteu el sensor de temperatura a l'entrada 1 i el de pH a l'entrada 2.
  - Submergiu la sonda en dissolució tampó de pH =7,0.
  - Poseu en marxa la interfície i connecteu-la a l'ordinador.
  - Obriu el programa Multilab i realitzeu una captació de pH configurant-la com vulgueu, en mode Continu per exemple, comprovareu que el programa ha ajustat el pH al valor 7.
  - Si no s'aconsegueix calibrar, proveu d'esborrar memòria.
- La dissolució problema d'àcid clorhídric es pot preparar de la mateixa concentració que la d'hidròxid de sodi. Per obtenir-les, és millor preparar-les per dilució d'una dissolució més concentrada, 1M per exemple. Per preparar 1 L de cada una:
  - Hidròxid de sodi 1 M: Dissolueu 40 g de NaOH en aigua fins a obtenir 1 L.

- Àcid clorhídric 1 M: Preneu 81 mL de dissolució comercial d'àcid clorhídric (35%;  $d = 1,185$ ), i afegiu aigua fins a un volum d'1L.
- Quan la dissolució a diluir és un àcid concentrat, s'introdueix un petit volum d'aigua al matràs abans d'introduir l'àcid. Així s'eviten les projeccions d'àcid i també una elevació de temperatura important.
- Cal insistir als alumnes que no pipetegin directament de la dissolució problema (podria contaminar-se si la pipeta no estigués ben neta). Han d'abocar un volum suficient, però no excessiu, de dissolució de l'ampolla en un vas de precipitats o erlenmeyer i d'aquest es pren el volum necessari.
- S'ha de tenir la precaució que els alumnes utilitzin sempre la pipeta amb una xeringa o una pera de succió acoblada.
- Per obtenir una bona corba de valoració cal procedir amb molta cura: els volums de base afegits han de ser exactes, el pH ha de ser estable quan es fa la captura de la dada, el bulb del sensor ha de quedar submergit, la barreta imantada no ha de girar massa de pressa i no ha de colpejar la sonda. Si les valoracions es fan massa ràpides surten moltes irregularitats a les corbes. Cal, doncs, fer-les a poc a poc, esperar que el pH s'estabilitzi (uns 10 segons) i afegir l'increment de volum més exacte possible.
- Cada vegada que s'inicia una valoració o es mesura el pH d'una dissolució, cal netejar l'extrem de la sonda amb aigua destil·lada o de l'aixeta, assecar-la amb un paper suau per tal de no fer malbé el bulb. Aquesta és la part més sensible de la sonda, i s'ha de tenir la precaució de no fregar-la amb productes abrasius. En acabar la utilització de la sonda la guardeu amb el tap ple amb la dissolució tampó.

## Resultats obtinguts

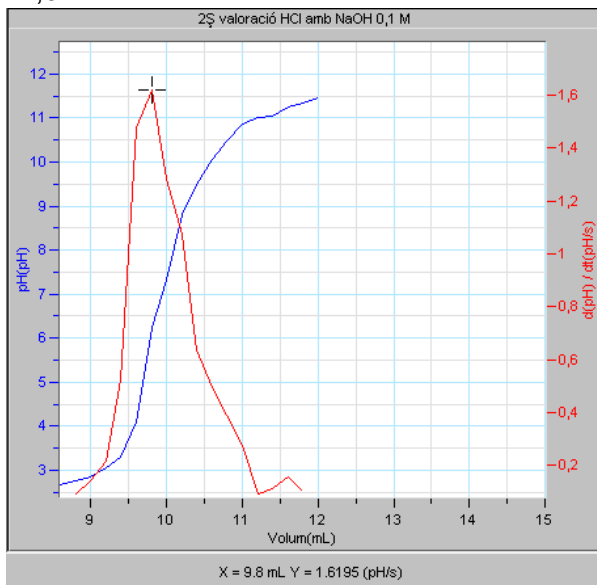
El gràfic mostra la 1a valoració de 10 mL d'HCl aproximadament 0,1 M, amb NaOH 0,1 M. La corba mostra el pH en funció del volum de base afegida. Els increments de volum són de 0,5 mL des de 0 fins a un volum de 15 mL.



Amb la funció derivada es troba el punt d'inflexió corresponent a un volum de base de 10 mL i el pH de 6,8 (pràcticament neutre).

La variació de pH als voltants del punt d'equivalència és de 3 a 10 unitats aproximadament.

EL gràfic mostra la 2a valoració de 10 mL d'HCl aproximadament 0,1 M, amb NaOH 0,1 M. La corba mostra el pH en funció del volum de base afegida. El volum inicial de base és de 8,6 mL amb increments de 0,2 mL fins a un volum de 12,0 mL



Amb la funció derivada es va trobar el punt d'inflexió corresponent a un volum de base de 9,8 mL i pH de 6,7 (aproximadament neutre).

Si es pren 9,8 mL com a volum de base que ha reaccionat:  
 $n(\text{OH}^-) = 9,8 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 9,8 \times 10^{-4} \text{ mol} = n(\text{H}^+)$   
 La concentració de l'àcid clorhídric és:  
 $c = 9,8 \times 10^{-4} \text{ mol} / 0,010 \text{ L} = 0,098 \text{ M}$ ,  
 pràcticament és 0,1 M.

Dades obtingudes en les dues valoracions (els resultats poden diferir segons les concentracions de les dissolucions preparades):

	1a valoració	2a valoració
pH inicial	1,7	2,67
pH final	11,8	11,45
pH en el punt d'inflexió o d'equivalència	6,8	6,7
Variació de pH als voltants del punt d'inflexió	5,6	5,8
Volum de base que ha reaccionat (mL)	10	9,8
Quantitat de base que ha reaccionat (mol)	$9,8 \times 10^{-3}$	
Quantitat d'àcid que hi havia en la mostra de 10 mL (mol)	$9,8 \times 10^{-3}$	
Concentració de la dissolució d'àcid clorhídric ( $\text{mol L}^{-1}$ )	0,098 (0,1)	

## Respostes al qüestionari

- L'interval de viratge de l'indicador queda per damunt del pH en el punt d'equivalència, però en aquesta zona el pendent de la corba és molt pronunciat, fet pel qual una variació de volum petita produeix una variació de pH molt acusada, cosa que no implica un error apreciable en la determinació del volum en el punt d'equivalència. La utilització de la fenolftaleïna és correcta sempre que les concentracions siguin superiors a 0,002 M.
- La discrepància entre el valor del pH a partir de la concentració amb la definició:  $\text{pH} = -\log(\text{H}_3\text{O}^+)$  i el que s'obté amb el pH-metre és deguda que en les fórmules s'utilitzen concentracions en lloc d'activitats.
- Falten les dades dels volums de cada una de les dissolucions.
- Les quantitats de HCl i de NaOH són:  $n(\text{HCl}) = 0,05 \text{ L} \times 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ;  $n(\text{NaOH}) = 0,0499 \text{ L} \times 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 9,98 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Com que són dissolucions d'àcid i base forts, estan totalment dissociats en ions:

$$n(\text{H}^+) = 10 \times 10^{-3} \text{ mol} ; n(\text{OH}^-) = 9,98 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

Els ions  $\text{H}^+$  reaccionaran amb els ions  $\text{OH}^-$  donant aigua.

L'excés d'ions  $\text{H}^+$  serà la diferència:  $n(\text{H}^+) = 0,02 \times 10^{-3} \text{ mol}$  .

La concentració d'ions  $\text{H}^+$  serà:  $[\text{H}^+] = 0,02 \times 10^{-3} \text{ mol} / 0,0999 \text{ L} = 2 \times 10^{-4} \text{ M}$  i la concentració d'ions  $\text{OH}^-$  serà:  $[\text{OH}^-] = 10^{-14} / 2 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-11} \text{ M}$