

PRÀCTICA 2

Determinació espectrofotomètrica del pK d'un indicador

Tasques prèvies i qüestions

A) Dels fonaments teòrics: (Marca la resposta o respostes correctes):

- Un indicador àcid-base és:
 - Una substància que en dissolució presenta diferent coloració a pH àcid i a pH bàsic.
 - Una substància que en funció del pH de la dissolució absorbeix llum de diferent longitud d'ona.
 - Una substància que en dissolució presenta diferent coloració en funció de l'espècie, àcida o bàsica, que hi predomine.
- El pH de viratge d'un indicador és:
 - El pH en què ambdues formes de l'indicador estan presents amb igual concentració.
 - La zona de pH en què ambdues formes de l'indicador estan presents amb concentracions en proporció no superior a 1:10.
 - El valor de pH per al qual l'indicador canvia de color.
- El taronja de metil s'utilitza en la valoració:
 - D'un àcid fort amb una base forta.
 - D'un àcid feble amb una base forta.
 - D'un àcid fort amb una base feble.
- Quines d'aquestes dissolucions es poden qualificar de dissolucions amortidores:
 - 100 mL de HCl 0,1 M més 100 mL de NaCl 0,1 M.
 - 100 mL de HAc 1 M més 100 mL de NaAc 0,01 M.
 - 100 mL de HAc 0,1 M més 50 mL de NaOH 0,1 M.
- L'equació de Henderson-Hasselbach, la qual proporciona el pH aproximat d'un amortidor HA/A⁻, és:
 - $\text{pH} = \text{pK}_a + \log ([\text{A}^-]_o / [\text{HA}]_o)$
 - $\text{pH} = \text{pK}_a + \log ([\text{HA}]_o / [\text{A}^-]_o)$
 - $\text{pH} = \text{pK}_a - \log ([\text{HA}]_o / [\text{A}^-]_o)$
- Indica quina d'aquestes afirmacions relacionades amb la radiació electromagnètica és correcta:
 - La radiació electromagnètica està constituïda per fotons, l'energia dels quals és proporcional a la longitud d'ona de la radiació.
 - Quan s'irradia una substància amb llum monocromàtica d'una determinada longitud d'ona, se l'està bombardejant amb fotons que tenen tots la mateixa energia.
 - En passar del visible al ultraviolat, la longitud d'ona de la radiació disminueix i l'energia dels fotons augmenta.
- L'espectroscòpia és l'estudi de la interacció entre la radiació electromagnètica i la matèria. Indica quina d'aquestes afirmacions és correcta:
 - Quan una substància absorbeix llum, les molècules que la componen acumulen aquesta energia, i passen de l'estat de mínima energia, denominat estat fonamental, a estats de major energia que denominem estats excitats.
 - Les substàncies que absorbeixen radiació en la zona del visible són acolorides.
 - Les substàncies que absorbeixen radiació de longitud d'ona a la zona del roig (~650 nm) són de color roig.
- L'absorbància (*A*) d'una dissolució:
 - Augmenta en augmentar la concentració de l'espècie absorbent.
 - Té unitats de $\text{M}^{-1} \text{cm}^{-1}$.
 - És independent de la cubeta en què s'introdueix la mostra de la dissolució.
- El coeficient d'absorció molar (ϵ):
 - Depèn de la longitud d'ona de la radiació.

- b) Té unitats de $M^{-1} \text{ cm}^{-1}$.
 - c) Depèn de la substància.
10. L'espectre d'absorció d'una espècie en dissolució es registra:
- a) Mesurant l'absorbància en funció de la concentració de l'espècie absorbent.
 - b) Variant la longitud d'ona de la radiació incident.
 - c) Per diferència amb un "blanc" que no conté l'espècie absorbent.
11. Per a un indicador àcid-base es registra l'espectre d'absorció a diferents pHs i s'observa un punt isosbètic. En aquest punt es compleix que:
- a) Els coeficients d'absorció molar de les formes àcida i bàsica de l'indicador són iguals.
 - b) La concentració total ha estat la mateixa a tots els pH.
 - c) L'absorbància és la mateixa a tots els pH.

B) Del disseny experimental:

1. Escriu l'equilibri de ionització del taronja de metil i l'expressió de la constant d'equilibri. Obté la relació entre el pK_a i el pH de la dissolució.
2. Escriu l'equació del pK_a del taronja de metil en termes d'absorbància i indica el significat de cada una de les magnituds que hi apareixen.
3. Consulta els valors bibliogràfics del pK_a de l'indicador taronja de metil i de l'àcid fòrmic a 25°C.
4. Com podem estar segurs que en una dissolució de taronja de metil només està present la seua forma àcida? Com s'aconsegueix aquest pH?
5. Com podem estar segurs que en una dissolució de taronja de metil només està present la seua forma bàsica? Com s'aconsegueix aquest pH?
6. En una dissolució aquosa de taronja de metil, a quin pH estan presents ambdues formes de l'indicador en la mateixa proporció? Com s'aconsegueix aquest pH?
7. Quin volum d'àcid fòrmic concentrat ($d = 1,20 \text{ g/mL}$; riquesa = 85 %) és necessari per preparar 250 mL de HCO_2H 0,1 M? Explica amb detall, indicant el material volumètric a utilitzar, la preparació de la dissolució 0,1 M de fòrmic.
8. Quina quantitat de NaOH sòlid cal pesar per preparar 250 mL de NaOH 0,1 M?
9. La dissolució de fòrmic es valora amb la de NaOH. Quin volum de HCO_2H utilitzarem si volem gastar uns 25 mL de NaOH? Com mesuraràs aquest volum? Quin indicador utilitzarem en la valoració?
10. Per què es valora l'àcid fòrmic? Per què no necessitem conèixer la concentració exacta de la dissolució de sosa i, per tant, aquesta no es valora amb ftalat àcid de potassi?
11. Quan s'afegeix la meitat del volum d'equivalència i s'obté en la valoració de l'àcid fòrmic amb sosa al volum d'àcid fòrmic utilitzat en la valoració (25 mL), per què tenim una dissolució amortidora? Calcula el pH de la dissolució resultant de manera aproximada.
12. Per què abans de mesurar l'absorbància del taronja de metil es mesura la del "blanc"? En què consisteix la dissolució denominada blanc?
13. Per registrar l'espectre de les diferents dissolucions de taronja de metil utilitzades en l'experiència, cal utilitzar el "blanc" només quan es comença a registrar l'espectre o en cada mesura d'absorbància? Justifica la resposta.
14. Fes un esquema del procediment experimental a realitzar.

C) Qüestions postlaboratori:

1. En aquesta experiència es fan servir dissolucions amortidores d'àcid fòrmic. Podríem usar àcid acètic en lloc de fòrmic per preparar les dissolucions amortidores? Dada: $pK_a(\text{HAc}) = 4,74$.
2. Per realitzar l'experiència es preparen 250 mL d'àcid fòrmic 0,1 M i 250 mL de sosa 0,1 M. Per preparar els 250 mL d'àcid fòrmic 0,1 M s'utilitza aproximadament 1 mL d'àcid fòrmic comercial. Per error, un alumne ha fet servir 2 mL. Com s'adonà de l'error? Necessita preparar una nova dissolució d'àcid fòrmic o pot realitzar l'experiència?
3. Un alumne ha valorat tres alíquotes de 25 mL d'àcid fòrmic 0,1 M. Els volums de NaOH 0,1 M utilitzats en les valoracions han estat: 13,5, 13,4 i 13,5 mL. L'estudiant se sorprèn. Per què? L'estudiant pensa que s'ha equivocat a l'hora de preparar alguna de les dissolucions. Creus que l'estudiant hauria de preparar de nou les dissolucions de sosa i/o d'àcid o podria utilitzar les dissolucions anteriors per preparar les dissolucions amortidores?
4. Si poguérem determinar el pK de la fenolftaleïna segons el mateix procediment experimental que per al taronja de metil, hauríem de preparar una dissolució amortidora. Al laboratori disposes de dissolucions 0,1 M d'amoniac, sosa, àcid acètic i àcid clorhídric. Sabent que el pH de viratge de la fenolftaleïna està entre 7 i 9, com prepararies una dissolució amortidora adequada per realitzar l'experiència?