

COM ÉS L'AIGUA QUE BEVEM ?

Aquesta pràctica consta de dos parts ben diferenciades. En una part es mesuraran algunes característiques del aigua, com són el pH i la conductivitat i es realitzarà una valoració per determinar la duresa. En un altre part s'utilitzaran resines de bescanvi iònic per millorar la qualitat de l'aigua i es comprovarà els seus resultats.

Es realitzarà en grups de dos alumnes. Primer cada grup realitzarà una de les dues parts, (apartat 3 o apartat 4) de manera que després cadascun dels grups treballarà cooperativament amb l'objectiu de comprendre i saber fer la pràctica sencera.

1. INTRODUCCIÓ

Molts dels aparells que tenim a les nostres cases estan molt afectats per les propietats que presenta l'aigua corrent. Rentadores, rentaplats, escalfadors d'aigua, etc., necessiten per al seu bon funcionament que la quantitat d'ions que contingui l'aigua (sobretot ions alcalinoterris com Ca^{2+} i Mg^{2+}) sigui la més baixa possible; en altres paraules, que l'aigua no sigui molt dura. Antigament es deia que l'aigua era "dura" si es formava una "nata" amb sabó en lloc d'escuma.

La duresa s'origina quan l'aigua flueix damunt les roques que tenen sals de calci i de magnesi (majoritàriament hidrogencarbonats). La duresa pot eliminar-se fàcilment ja que els hidrogencarbonats es descomponen ràpidament per ebullició de l'aigua i es precipita el carbonat insoluble, segons la següent reacció:



on M representa l'ió alcalinoterri

També pot eliminar-se utilitzant sosa per blanquejar (carbonat de sodi) o processos de bescanvi iònic o calçó (polifosfats que formen complexos amb els ions calci i magnesi). Actualment, l'eliminació de la duresa s'aconsegueix utilitzant bescanviadors iònics com zeolites o resines, o mitjançant la tècnica d'osmosi inversa.

2. OBJECTIUS

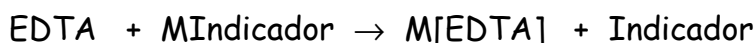
Aquest experiment té com objectius específics:

- 2.1 Determinar la duresa total de dos tipus d'aigua: a) aigua de l'aixeta i b) aigua mineral, mitjançant una valoració complexomètrica.
- 2.2 Comparar la duresa total de l'aigua de l'aixeta i la d'una aigua mineral.
- 2.3 Eliminar la duresa de l'aigua de l'aixeta utilitzant una resina de bescanvi iònic
- 2.4 Comparar el valor de conductivitat i duresa total de l'aigua de l'aixeta abans i després de passar per la resina de bescanvi iònic

3.DETERMINACIÓ DE LA DURESA DE L'AIGUA MITJANÇANT UNA VALORACIÓ COMPLEXOMÈTRICA.

3.1 FONAMENT

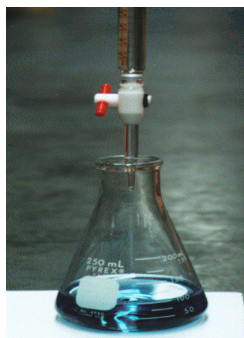
Aquest experiment es fonamenta en la valoració complexomètrica conjunta del ions calci i magnesi (Ca^{2+} i Mg^{2+}) a un pH aproximat de 10 amb una dissolució de la sal disòdica de l'àcid etilendiamin-tetraacètic (EDTA) fent servir com indicador metal·locròmic el Negre d'Eriocrom T (NET). A pH 10 l'indicador és blau i forma complexos colorats molt estables amb l'ió calci i amb l'ió magnesi, sent més estable el complex amb l'ió Mg^{2+} i és de color vermell. Els dos cations Ca^{2+} i Mg^{2+} formen també complexos molt estables amb l'EDTA. Com que les constants de formació dels ions Ca^{2+} i Mg^{2+} amb EDTA són més grans que amb l'indicador, a mida que s'addiciona EDTA es va afavorint la formació de M[EDTA] davant de MIndicador , fins que es desplaça l'equilibri i queda l'indicador sense complexar. La reacció que té lloc és:



vermell



blau



El complex MIndicador (M: Mg^{2+}) és el que dona color vermell a la dissolució, per tant quan es trenca aquest complex provoca un canvi de color de vermell a blau que ens indica el punt final de la valoració

3.2 PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

3.2.1 Determinació de la duresa total de l'aigua de l'aixeta.

1) A 25 ml de l'aigua de l'aixeta (mesurats amb pipeta) se li afegeixen uns 3 ml (mesurats amb una proveta) de dissolució tampó de pH = 10, i dues gotes de Negre d'Eriocrom T (NET).

2) Es valora immediatament amb una dissolució estandarditzada d'EDTA de concentració 0.005 M fins que viri de vermellós a blau (s'han d'eliminar les tonalitats vermelles). En apropar-se al punt final s'ha de valorar lentament. El procediment es realitza dues vegades.

3.2.2 Determinació de la duresa total d'una aigua mineral.

Repetiu el procediment de l'apartat anterior 3.2.1. amb 25 ml d'aigua mineral.

3.3 QÜESTIONS

Càlcul de la duresa de les aigües analitzades. Tingueu en compte que en el punt d'equivalència d'una valoració $VoCo = VeC_T$, on Vo és el volum de dissolució inicial, Ve és el volum d'EDTA gastat en el punt d'equivalència, C_T és la concentració de l'EDTA i Co és la concentració inicial que volem determinar.

a) Calculeu la concentració (Ca+Mg) inicial i expresseu el resultat en mol/litre i en ppm (mg/litre) de $CaCO_3$.

a) DURESA DE L'AIGUA DE L'AIXETA

Calculeu la concentració (Ca+Mg) inicial

$$C_o = \frac{C_T \cdot V_T}{V_o} = \frac{0.005 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \dots \text{dm}^3}{0.025 \text{ dm}^3} = \dots \text{mol} / \text{dm}^3$$

Expressau el resultat en ppm (mg / dm^3) de $CaCO_3$.

$$\frac{\dots\dots\dots\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{100\text{g CaCO}_3}{\text{mol CaCO}_3} \cdot \frac{1000\text{ mg}}{1\text{g}} = \dots\dots\dots\text{mg / dm}^3 = \dots\dots\dots\text{ppm}$$

b) DURESA DE L'AIGUA MINERAL

Calculeu la concentració (Ca+Mg) inicial

$$C_o = \frac{C_T \cdot V_T}{V_o} = \frac{0.005\text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \dots\dots\dots\text{dm}^3}{0.025\text{ dm}^3} = \dots\dots\dots\text{mol / dm}^3$$

Expresseu el resultat en ppm (mg/dm³) de CaCO₃.

$$\frac{\dots\dots\dots\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{100\text{g CaCO}_3}{\text{mol CaCO}_3} \cdot \frac{1000\text{ mg}}{1\text{g}} = \dots\dots\dots\text{mg / dm}^3 = \dots\dots\dots\text{ppm}$$

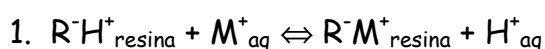
c) Compareu la duresa de l'aigua de l'aixeta i de l'aigua mineral

4. ELIMINACIÓ DE LA DURESA DE L'AIGUA UTILITZANT UNA RESINA DE BESCANVI IÒNIC.

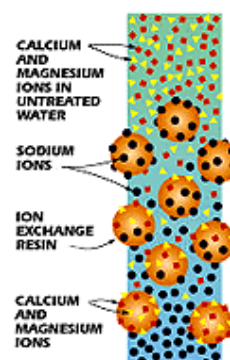
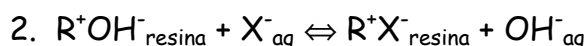
4.1 FONAMENT

Les resines de bescanvi iònic es classifiquen en catióniques o anióniques, segons si el bescanvi es realitzi amb cations o anions, respectivament, i l'espècie iònica bescanviada per la resina serà H^+ o OH^- , respectivament.

Si la resina és catiónica i es troba en la forma àcida, la reacció que té lloc al passar per la resina una dissolució amb un catió M^+_{aq} és la següent:



Si la resina és aniónica i es troba en la forma bàsica, la reacció que té lloc al passar per la resina una dissolució amb un anió X^-_{aq} és la següent:



La regeneració de les resines es realitzarà per tant de la següent manera:

Si la resina és catiónica s'utilitzarà un àcid fort (com ara HCl), que desplaçarà la reacció 1 cap a l'esquerra. Si la resina és aniónica, s'utilitzarà una base forta (com ara $NaOH$), per desplaçar la reacció 2 cap a l'esquerra.

4.2 PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

1) Determineu la conductivitat inicial de la mostra d'aigua de l'aixeta utilitzant un conductímetre .

2) Comproveu amb paper indicador que el pH de l'aigua que surt d'ambdues buretes és neutre; en cas contrari s'ha de regenerar la resina (veieu més endavant). Eviteu la presència de bombolles d'aire i si hi ha aigua en excés obriu la clau de la bureta, però el nivell d'aigua ha d'estar sempre per sobre de la resina (mai s'ha de deixar seca la resina)

3) Afegiu 50 ml de la mostra d'aigua problema (mesurats amb proveta) a l'embut de decantació, passeu-los molt lentament, aproximadament 60 gotes per minut, per la columna bescanviadora de cations i recolliu-los en un vas de precipitats de 100 ml. Repetiu el control de conductivitat.

4) Afegiu l'aigua que ja ha passat per la columna bescanviadora de cations a l'embut de decantació, passeu-la per la columna bescanviadora d'anions molt lentament, recolliu-la en l'altre vas de 100 ml, i repetiu el control de conductivitat.

5) Per finalitzar, regenereu les resines. Per fer-ho, seguiu aquest procediment: per la resina bescanviadora de cations passeu lentament per la bureta una dissolució d'HCl 0.1 M fins a reacció àcida i després aigua desionitzada fins a reacció neutra (comproveu-ho amb paper indicador); per regenerar la resina bescanviadora d'anions passeu lentament per la bureta una dissolució de NaOH 0.1 M fins a reacció bàsica i després aigua desionitzada fins a reacció neutra (comproveu-ho amb paper indicador).

4.3 QÜESTIONS

Quins valors de conductivitat heu mesurat abans i després de passar la mostra d'aigua per la columna?

5. TREBALL EN EQUIP (2 grups) DETERMINACIÓ DE DURESA TOTAL DE L'AIGUA DE L'AIXETA DESPRÉS DE PASSAR L'AIGUA PER LA RESINA.

Feu la valoració segons les indicacions de l'apartat 3.2.1

1) Calculeu i expresseu el valor de la duresa total després de passar per la resina com en l'apartat 3.3. a)

2) Compareu el valors de la duresa abans i després de passar la mostra d'aigua per la resina de bescanvi iònic

3) Comenteu el treball realitzat per cada grup (Expresseu només idees i no utilitzeu més de 5 línies per equip).