

Partie X3 - EFFECTUER DES CONTROLES DE QUALITE

Tp X9 - DOSAGE DES IONS HYDROGENOCARBONATE DANS UNE BOISSON

1. LES DONNEES.

- L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- appartient aux couples acide/base: $\text{pK}_{\text{A}1}(\text{CO}_2 / \text{HCO}_3^-) = 6,4$; $\text{pK}_{\text{A}2}(\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}) = 10,3$
- $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ est le dioxyde de carbone en solution aqueuse : parfois appelé acide carbonique et noté improprement H_2CO_3 , c'est l'acide conjugué de l'ion hydrogénocarbonate.
- Un autre couple $\text{pK}_{\text{A}}(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}) = 0,0$
- Les zones de virage de quelques indicateurs colorés:
- TA et TAC

Indicateur	Zone de virage	Couleur de la forme acide	Couleur de la forme basique
Hélianthine	3,1 - 4,4	rouge	jaune
Vert de bromocrésol	4,0 - 5,6	jaune	bleu
Bleu de bromotymol	6,2 - 7,6	jaune	bleu
Phénolphthaléine	8,0 - 10,0	incoloré	rouge

Dans les activités se rapportant au traitement des eaux (analyse), il est fait appel à des échelles spécifiques pour exprimer les concentrations en ions carbonate et en ions hydrogénocarbonate : les « titres alcalimétriques » .

L'adjectif "alcalin" signifie basique. Le titre alcalimétrique d'une eau mesure son caractère basique, dû aux ions HCO_3^- et CO_3^{2-} .

- Le titre alcalimétrique (noté T.A.) d'une eau est « le volume d'acide, de concentration molaire en ions H_3O^+ égale à $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence de phénolphthaléine », c'est-à-dire pour que celle-ci vire du rose à l'incoloré. Le T.A. est en fait une façon de mesurer la concentration d'une eau en ions carbonate. Si une eau n'en contient pas, son T.A. = 0.
- Le titre alcalimétrique complet (noté T.A.C.) est « le volume d'acide, de concentration molaire en ions H_3O^+ égale à $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence de vert de bromocrésol », c'est-à-dire pour que celui-ci vire du bleu au jaune. Le T.A.C. est en fait une façon de mesurer la concentration d'une eau en ions carbonate et en ions hydrogénocarbonate.

2. MANIPULATION

Manipulation:

- Le pHmètre est étalonné.
 - La solution titrante est l'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_{\text{A}} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; préparez la burette : rincer avec l'acide chlorhydrique, remplir et ajuster le zéro.
 - Prélevez un volume $V_{\text{B}} = 50,0 \text{ mL}$ d'eau minérale Evian à l'aide de la fiole jaugée. Placez dans un bécher 100 mL.
 - Ajouter 4 gouttes de l'indicateur vert de Bromocrésol. Plongez l'électrode du pH-mètre.
 - Appelez le professeur pour vérifier le montage.
- A lire en entier avant d'effectuer les manipulations.
- Préparer les axes du graphe $\text{pH} = f(V_{\text{A}})$ sur une feuille de papier millimétré format A4 paysage avec les échelles:
 $\text{pH} : 1 \text{ cm} \Leftrightarrow 0,5 \text{ unité de pH}$ $V_{\text{A}} : 1 \text{ cm} \Leftrightarrow 1 \text{ mL}$.
 - Ajouter, millilitre par millilitre, la solution d'acide chlorhydrique co
 - Procédez au dosage et tracez la courbe $\text{pH} = f(V_{\text{A}})$, où V_{A} est le volume d'acide chlorhydrique versé. tenez dans la burette et mesurer le pH après chaque ajout. Resserrer les mesures lorsque les variations de pH augmentent.
 - Tracer le graphe $\text{pH} = f(V_{\text{A}})$ en direct *sans faire de tableau de mesure*.
 - Repérer également le changement de couleur de l'indicateur coloré.

3. LES QUESTIONS.

1. Ecrire les demi-équations acido-basiques qui sont associées à l'ion hydrogénocarbonate.
2. Sur un axe gradué en pH, placez les valeurs de pK_{A} . Précisez les domaines de prédominance des espèces acides et basiques des couples auxquels appartient l'ion hydrogénocarbonate.
3. Quel est la valeur du pH de l'eau d'Evian avant tout dosage ? Justifiez que l'ion hydrogénocarbonate est l'espèce prédominante dans cette eau minérale.
4. Faire un schéma annoté du dispositif.
5. Ecrire l'équation de la réaction de dosage. Exprimez le quotient de réaction Q_{R} associé à la transformation chimique.
6. Calculez la valeur particulière du quotient de réaction $K = Q_{\text{R}}$ atteint à l'équilibre. Cette valeur dépend-elle de la composition initiale du système chimique ? Que peut-on dire du caractère totale ou non de la réaction chimique ?
7. Quels sont les autres critères que doivent remplir une réaction chimique pour servir de support à un dosage ?
8. En s'appuyant sur la réaction de dosage, définir l'équivalence lors du dosage des ions hydrogénocarbonate.
9. Déterminer les coordonnées du point équivalent en précisant la méthode utilisée.
10. Déterminer la concentration molaire C, puis la concentration massique t (exprimé en mg.L^{-1}) des ions hydrogénocarbonate dans l'eau minérale étudiée. Comparer cette valeur à celle portée sur l'étiquette de la bouteille.

Donnée $M(\text{HCO}_3^-) = 61,0 \text{ g/mol}$.

11. Pour un dosage colorimétrique, en quoi le choix du vert de bromocrésol comme indicateur coloré est judicieux ? Justifiez la réponse.
12. Déterminer le T.A.C. de l'eau minérale et vérifier que cette eau est potable (T.A.C < 50).