

Dosage des ions sulfate dans une eau minérale

Objectifs : Revenir sur le lien minéralisation d'une eau \Leftrightarrow conductivité
Aborder le produit de solubilité d'une espèce chimique (voir annexe).

A – Introduction :

1°) Généralités :

Il existe une relation entre la teneur en ions d'une eau et sa résistivité. La conductivité (c'est l'inverse de la résistivité) est fonction du degré de minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales généralement ionisées) et de la température.

La mesure de la conductivité (χ) est effectuée par un conductimètre. Faire un schéma de principe de cet appareil.

L'unité utilisée, couramment, pour exprimer la conductivité est le millisiemens par centimètre ou le microsiemens par centimètre ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ou $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Faire l'analyse dimensionnelle d'une résistivité et d'une conductivité.

Quelques ordres de grandeur :

La conductivité de l'eau déminéralisée la plus pure obtenue est $42 \times 10^{-3} \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ tandis que celle de l'eau de mer est de l'ordre de $3 \times 10^4 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ $\mu\text{S} / \text{cm}$!

Les eaux potables ont, en général, une conductivité comprise entre 200 et 1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Une eau d'excellente qualité doit être légèrement minéralisée ; la valeur guide, en France, est de $400 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

3°) Expression de la conductivité d'une solution ionique :

On admet que la conductivité totale d'un électrolyte est égale à la somme des conductivités dues à tous les types d'ions que l'on trouve en solution.

$$\text{On a donc : } \chi = \sum_i z_i C_i \Lambda_i = \sum_i C_i \lambda_i$$

avec C_i : concentration molaire de l'ion « i » ; $\lambda_i = z_i \Lambda_i$: conductivité molaire de l'ion i ; z_i charge de l'ion.

Conclusion :

La conductivité d'une solution étant reliée à la concentration et à la mobilité des espèces chimiques, on peut utiliser la mesure de la conductivité pour réaliser, par exemple, des dosages.

4°) Principe du dosage conductimétrique des ions sulfate :

Au cours d'un dosage par précipitation, les concentrations des différentes espèces ioniques en solution varient. La conductivité de la solution peut alors varier considérablement.

Le but du dosage est de tracer la courbe de variation de la conductivité χ du milieu réactionnel en fonction du volume de réactif versé. L'analyse des particularités de cette courbe (changement de pente) permet de déterminer l'équivalence.

B - Réalisation du dosage :

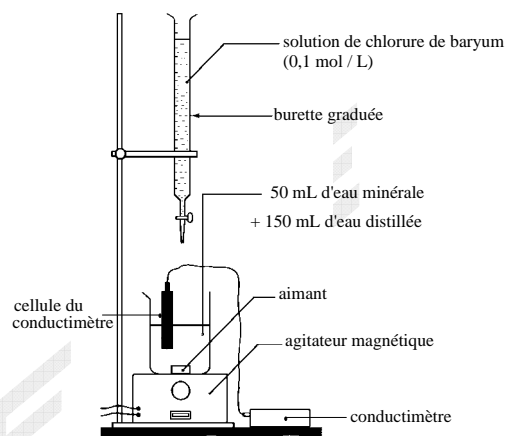
1°) Mode opératoire :

Réaliser le montage ci-contre.

Verser la solution de chlorure de baryum (de 1 mL en 1 mL et jusque 15 mL) et mesurer la conductivité χ après chaque addition de la solution contenue dans la burette.

Arrêter l'agitation au moment de la mesure.

Tracer la conductivité (χ_{utile}) en fonction du volume v de solution titrante versé (les volumes sont mesurés **soigneusement**).



Attention ! L'aimant ne doit pas frapper la cellule du conductimètre qui est fragile !

Pour tenir compte de la dilution, il est nécessaire de corriger la valeur χ_{lue} de la conductivité :

$$\chi_{\text{utile}} = \chi_{\text{lue}} \frac{v + V_m}{V_m} \quad V_m : \text{volume du milieu réactionnel avant le dosage.}$$

Les résultats (χ_{lue} , χ et v le volume de soude versé) sont consignés dans un tableau (Regressi).

Représenter $\chi_{\text{utile}} = f(v)$. La courbe obtenue est, théoriquement, formée par deux segments de droite.

Le point d'équivalence est repéré par un changement de pente.

Remarque : On améliore la lecture en traçant les segments passant le mieux possible par les trois derniers points, juste avant, et les trois derniers points juste après l'équivalence.

2°) Questions :

- Quels sont les ions présents dans le bécher avant le dosage ?
- Écrire le bilan de la réaction et indiquer les porteurs de charge.
- Quelles espèces ioniques disparaissent progressivement; quelles espèces ioniques les remplacent ?
- Justifier **qualitativement** la faible pente **avant** l'équivalence.
- Pourquoi observe-t-on une forte pente positive, sur la courbe, **après** l'équivalence ?

On donne les conductivités molaires des ions, à 25 °C (en $\text{S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) :

ion	sodium	sulfate	baryum	chlorure	hydronium	hydroxyde
Formule						
λ ($\text{S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$)	50	160	127	76	350	200

A l'équivalence, on a : $C V_{\text{eq}} = [\text{SO}_4^{2-}] \times V_{\text{eau}}$. Justifier cette relation.


3°) Exploitation des résultats :

❑ Déduire du graphe $\chi_{\text{utile}} = f(v)$ le volume équivalent, la concentration molaire puis massique des ions sulfate de l'eau minérale testée.

Comparer la valeur trouvée à l'indication de l'étiquette.

EAU MINERALE NATURELLE

Hépar



Exceptionnellement riche en magnésium, Hépar contribue à lutter contre le déficit magnésique et ses symptômes, en particulier la fatigue.

PRIX APPEL LOCAL
N° Azur 0 801 772 706
Ce numéro ne concerne que la France

Le déficit quotidien en magnésium d'un adulte est en moyenne de 100 mg. Avec 110 mg par litre, Hépar nous aide à compléter chaque jour nos apports.

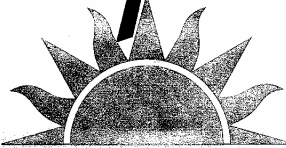
Minéralisation caractéristique en mg/l.
 Calcium : 555 - Magnésium : 110
 Sodium : 14 - Sulfate : 1479 - Nitrate : 3,9
 Hydrogencarbonate : 403 - pH = 7,0
 Résidu sec à 180°C. = 2580mg/l
 Embouteillée à Vittel - Emb. 88516

Service consommateurs : HÉPAR
 PVF - TSA 40001
 92793 ISSY MOULINEAUX Cedex 9

A conserver à l'abri du soleil, dans un endroit propre, sec, frais et sans odeur.

EAU MINERALE NATURELLE

Hépar



LE MAGNESIUM A SA SOURCE

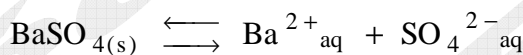
Les ions sulfate sont, par eux-mêmes, peu toxiques. Des doses comprise entre 1 et 2 g ont un léger effet purgatif chez l'adulte. Cependant, des concentrations inférieures peuvent affecter les enfants. La valeur limite tolérée, en France, est $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ pour l'eau de consommation courante. La valeur O.M.S., fixée d'après des critères gustatifs, est de $400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Pourquoi l'eau minérale testée est-elle recommandée, en médecine, pour soigner certaines affections ?

❑ Le sulfate de baryum est une espèce chimique faiblement soluble dans l'eau. On relève, dans une table, le $pK_s = 9,97$ relatif à cette espèce.

Calculer le produit de solubilité K_s du chlorure de baryum puis exprimer celui-ci en fonction des concentrations en ions baryum et sulfate.

Rappel : Le produit de solubilité du sulfate de baryum, dans l'eau, représente la constante de l'équilibre de dissolution / précipitation suivant :



❑ A l'aide des indications de l'étiquette, calculer la dureté de cette eau et son titre alcalimétrique complet (T.A.C.) en °f .

❑ On considère, habituellement, qu'une minéralisation de $1500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ correspond à une conductivité de l'ordre de $2000 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Calculer, alors, la totalité des sels dissous dans l'eau Hépar (T.D.S. exprimée en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) (*) et évaluer l'ordre de grandeur de la conductivité de la solution.

Mesurer cette conductivité et conclure.

(*) A ne pas confondre avec le résidu sec, à 180°C !

Dosage des ions sulfate dans une eau minérale

Burette sur support

Agitateur magnétique + aimant

Conductimètre sur support

Solution de chlorure de baryum à 0,1 mol / L

Eau minérale Hépar

Pissette eau distillée

Bécher de 250 mL

Une pipette jaugée de 50 mL ou fiole jaugée de 50 mL

Une pompe

Une pipette simple

3 béchers (petits)