

1 Autour du Chlore

1.1 Cristallographie du chlorure de sodium

chlore Cl : $Z = 17$; $M = 35,5$ g/mol ; rayon de l'ion chlorure Cl^- $1,81 \times 10^{-10}$ m

sodium Na : $Z = 11$; $M = 23$ g/mol ; rayon de l'ion sodium Na^+ $0,97 \times 10^{-10}$ m

La masse volumique du chlorure de sodium cristallisé est $m = 2163$ kg.m⁻³.

1. A quelles lignes et colonnes du tableau périodique appartiennent les éléments chlore et sodium ? Pourquoi les ions Cl^- et Na^+ sont-ils stables ?

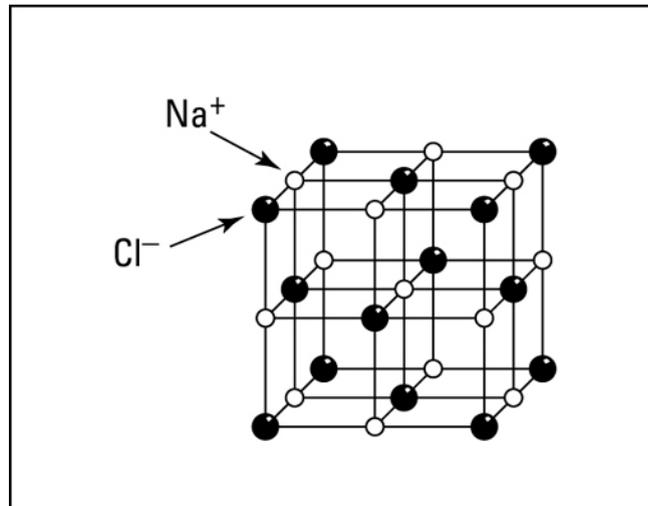
Réponse :

Dans le tableau périodique, il y a sur la première ligne hydrogène et hélium, puis 8 éléments sur la deuxième ligne. Cela fait donc 10. Le sodium $Z = 11$ est donc le premier élément de la troisième ligne. Il perd facilement un électron pour avoir la structure électronique d'un gaz rare. Le chlore $Z = 17$ est sur l'avant dernière colonne de la troisième ligne. Il gagne facilement un électron pour avoir sa couche complètement remplie et avoir ainsi la structure électronique d'un gaz rare.

Dans le cristal de chlorure de sodium (sel de cuisine), la maille est un cube de côté a , les ions chlorures occupent les sommets et le centre des faces, les ions sodium sont au milieu des arêtes et au centre de la maille

2. Dessiner la maille, combien d'ions chlorure et sodium possède en propre une maille ? la neutralité de la maille est-elle respectée ?

Réponse :



Population en ions Cl^-

$$8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$$

Population en ions Na^+

$$12 \times 1/4 + 1 = 4$$

Il y a donc autant d'ions Cl^- que d'ions Na^+ , l'électroneutralité est respectée.

3. Exprimer la masse volumique en fonction du paramètre de maille. En déduire la valeur du paramètre de maille et comparer aux rayons atomiques.

Réponse :

La maille volumique est donnée par la relation

$$\rho = \frac{4M}{N_a a^3}$$

avec $M = 35,5 + 23 = 58,5$ g/mol la masse volumique totale, et $N_a = 6 \times 10^{23}$ mol⁻¹ le nombre d'Avogadro.

On en déduit

$$a = \left(\frac{4M}{\rho N_a} \right) = \left(\frac{4 \times 58,5 \times 10^{-3}}{2163 \times 6 \times 10^{23}} \right)^{1/3} = 535 \text{ pm}$$

Cette valeur est bien supérieure aux rayons atomiques. Il n'y a donc pas d'incohérence.

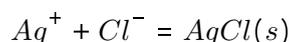
1.2 Titrage indirect des ions chlorure dans une eau minérale

On cherche à doser les ions chlorure d'une eau de Badoit et à vérifier l'indication portée sur l'étiquette :

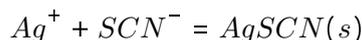
A consommer de préférence avant la date indiquée sur la bouteille. Garder à l'abri du soleil dans un endroit propre, sec et tempéré.		Naturellement riche en bicarbonates	
Bouteille réservée à l'usage exclusif de BADOIT. Source BADOIT SAEME 42330 Saint Galmier. Produit en France. Distribution CH : Evian - Volvic - Suisse SA, CP 470, 1701 Fribourg. Bouteille recyclable. Participez au tri sélectif.		Eau minérale naturelle avec adjonction de gaz carbonique	
CPI 10121889 FR		Minéralisation caractéristique en mg/L : Résidu sec à 180°C : 1200 mg/L, pH : 6	
Calcium	190	Potassium	10
Sodium	165	Bicarbonates	1300
Magnésium	85	Chlorures	44
		Sulfates	38
		Fluorures	1,2
		Silice	35

On effectue un dosage par différence, les réactions successives sont totales :

- On fait agir une solution de nitrate d'argent en excès (dont la quantité est fixée d'avance) sur la solution à doser (qui contient les ions chlorure).



- Les ions Ag⁺ en excès sont dosés par le thiocyanate de potassium :



- la réaction précédente a lieu en présence d'ions ferriques Fe^{3+} qui constituent un indicateur de fin de dosage : lorsque tous les ions Ag^+ ont réagi avec les ions thiocyanate, ces derniers réagissent avec les ions Fe^{3+} : la coloration rosée obtenue caractérise la fin du dosage (ion complexe : $FeSCN^{2+}$) :



Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer, placer successivement :

100 mL d'eau de Badoit dégazée

10 mL de nitrate d'argent (Ag^+ , NO_3^-) à 0,05 mol/L

environ 10 mL d'acide nitrique

1 mL environ de réactif ferrique Fe^{3+} (20 gouttes environ)

4. Donner le nom de la verrerie utilisé dans chaque étape ci-dessus.

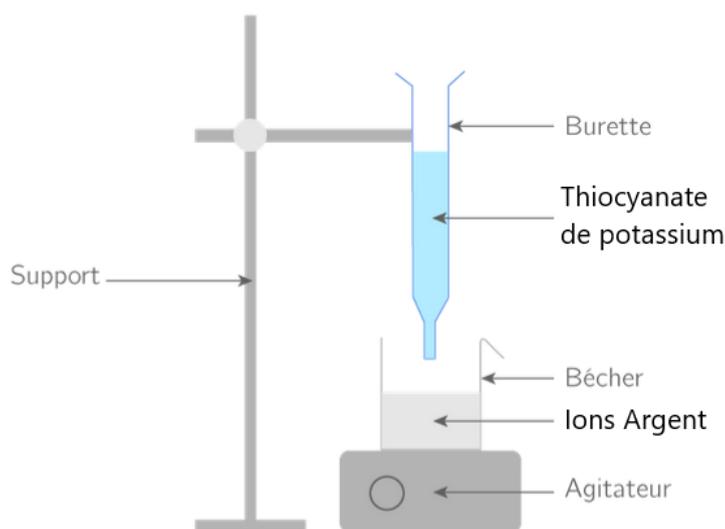
Réponse :

Les 100 mL de Badoit sont mesurés à l'aide d'une fiole jaugée, les 10 mL de nitrate d'argent avec une pipette jaugée, les 10 mL d'acide nitrique avec une éprouvette graduée, et le réactif ferrique avec une pipette classique.

La solution dans l'erlenmeyer est dosée par une solution de thiocyanate de potassium (K^+ , SCN^-) de concentration 0,05 mol/L

5. Faire un schéma annoté du montage expérimental

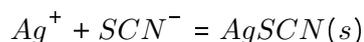
Réponse :



6. L'équivalence a lieu pour un volume versé de thiocyanate de potassium égal à 7,8 mL. Déterminer la concentration des ions chlorure dans la bouteille de Badoit. Commenter par rapport à l'indication de l'étiquette.

Réponse :

On rappelle l'équation de la réaction support du titrage



La quantité de matière en ions argent est donc $C_{SCN^-} \times V_{eq} = 0,05 \times 7,8 \times 10^{-3} = 3,9 \times 10^{-4}$ mol.

La quantité de matière initiale de nitrate d'argent était $10 \times 10^{-3} \times 0,05 = 5,0 \times 10^{-4}$ mol.

Par différence, la quantité de matière d'ions argent ayant réagi avec les ions chlorure est $1,1 \times 10^{-4}$ mol.

On en déduit la concentration en ions chlorure dans la badoit : $1,1 \times 10^{-4} / 0,1 = 1,1 \times 10^{-3}$ mol/L.

La concentration massique associée est obtenue en multipliant par la masse molaire du chlore, et cela donne 39 mg/L. Cette indication est un peu inférieure à la valeur annoncée sur l'étiquette. Peut-être que le dégazage de l'eau a éliminé un peu de chlore.
