Juin 2021 Métropole Sujet 1 Spécialité physique chimie
Exercice B DEGRÉ D'HYDRATATION DU CHLORURE DE MAGNÉSIUM (5 points)

La présence de magnésium dans le corps humain stimule l'immunité et diminue la fatigue. Bien que le magnésium soit présent dans de nombreux aliments comme les amandes, les épinards ou les bananes, il peut être prescrit en complément. Des sachets de chlorure de magnésium sont disponibles en pharmacie et permettent cet apport complémentaire en magnésium au corps humain.

La poudre présente dans le sachet est du chlorure de magnésium hydraté pur, de formule $MgC\ell_2$, 4,5 H_2O, où 4,5 est appelé le degré d'hydratation. Celui-ci représente le nombre de moles d'eau présentes dans une mole de chlorure de magnésium hydraté.



Photographie d'un sachet de chlorure de magnésium en pharmacie

Cet exercice propose de déterminer le degré d'hydratation du chlorure de magnésium du sachet à l'aide d'un titrage suivi par conductimétrie.

Données :

- masse de poudre dans le sachet : $m = 20{,}3$ g ;
- masse molaire de l'eau : $M_{eau} = 18{,}0$ g.mol^{-1} ;
- masse molaire du chlorure de magnésium $MgC\ell_2$: $M_2 = 95{,}3$ g.mol^{-1} ;
- valeurs de la conductivité molaire ionique λ à 25 °C de quelques ions :

ion	Mg^{2+}	$C\ell^-$	Ag^+	NO_3^-
λ en mS.m^2.mol^{-1}	10,61	7,63	6,19	7,14

Le contenu d'un sachet acheté en pharmacie est dissous en totalité pour fabriquer 1,00 L de solution aqueuse S_1, la dissolution étant totale dans ces conditions. Une solution aqueuse S_2 est obtenue par dilution d'un facteur cinq de la solution aqueuse S_1.

1. Écrire l'équation de la réaction modélisant la dissolution de la poudre du sachet dans l'eau.

2. Décrire précisément un protocole expérimental à mettre en œuvre pour préparer 100,0 mL de solution aqueuse S_2 à partir de la solution aqueuse S_1.

Un dosage par titrage de la solution aqueuse S_2 est réalisé par une solution aqueuse S titrante de nitrate d'argent, (Ag^+(aq) ; NO_3^- (aq)), à la concentration $C_S = 5{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1}. Pour cela, un volume de $V_2 = 10{,}0$ mL de solution aqueuse S_2 est prélevé et versé dans un bécher, auquel sont ajoutés environ 200 mL d'eau distillée. L'ensemble est alors titré par la solution aqueuse S et suivi par conductimétrie. La réaction support du titrage a pour équation :

$$Ag^+(aq) + C\ell^-(aq) \rightarrow AgC\ell\,(s)$$

3. Les ions magnésium Mg^{2+} et nitrate NO_3^- sont des espèces spectatrices lors du titrage. Indiquer la signification de l'adjectif « spectatrice » donné à ces espèces.

La conductivité σ de la solution contenue dans le bécher est mesurée après chaque ajout de solution aqueuse titrante S. Les résultats expérimentaux obtenus sont reproduits dans la représentation graphique ci-dessous (figure 2) :

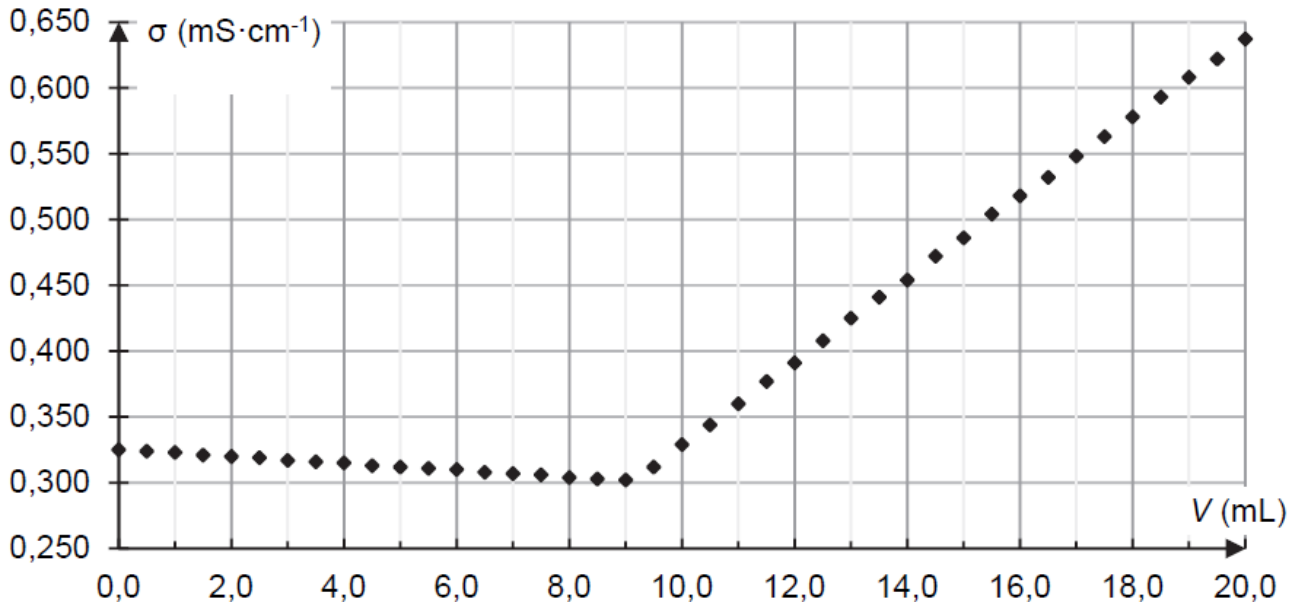


Figure 2. Représentation graphique de la conductivité de la solution contenue dans le bécher en fonction du volume de solution aqueuse titrante S de nitrate d'argent versé

4. En utilisant les conductivités molaires ioniques, justifier l'allure de la courbe obtenue et déterminer la valeur du volume à l'équivalence du titrage.

5. Calculer la concentration en ions chlorure $C\ell^-$ dans la solution S_1, puis montrer que la masse de chlorure de magnésium $MgC\ell_2$, dans le sachet analysé, est de $m(MgC\ell_2) = 10{,}8$ g.

6. En déduire le degré d'hydratation du chlorure de magnésium étudié. Conclure.