

Degré d'hydratation du chlorure de magnésium
(Bac Spécialité Physique-Chimie - Métropole - juin 2021)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

© <http://b.louchart.free.fr>



- 2.
- À partir d'une solution-mère (S_1), de concentration en quantité de matière de soluté apporté c_1 , on souhaite obtenir $V' = 100,0$ mL de solution-fille (S_2) de concentration $c_2 = c_1/5$
Quel volume V_1 de solution-mère faut-il utiliser ?

La quantité de soluté apporté dans $V' = 100,0$ mL de solution-fille (de concentration c_2) est :
 $n = c_2 V'$

Cette quantité de soluté apporté vient d'un volume V_1 de solution-mère (de concentration c_1) :
 $n = c_1 V_1$

Donc $c_2 V' = c_1 V_1$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{c_2 V'}{c_1} = \frac{V'}{5} = \frac{100,0}{5} = 20,0 \text{ mL}$$

- Protocole expérimental :
Verser un peu de solution-mère (S_1) dans un bécher.
En prélever un volume $V_1 = 20,0$ mL à l'aide d'une pipette jaugée munie d'une propipette.
Verser ce volume V_1 dans une fiole jaugée de 100,0 mL.

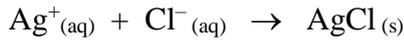
Remplir la fiole jaugée aux trois quarts avec de l'eau distillée puis, après l'avoir bouchée, l'agiter.
Ajouter de l'eau distillée jusqu'à ce que le niveau arrive un peu en dessous du trait de jauge.
Compléter ensuite, à l'aide d'un compte-gouttes, avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Reboucher la fiole jaugée, puis agiter pour homogénéiser la solution.

3. Une espèce chimique est qualifiée de "spectatrice" si elle est présente dans le milieu réactionnel, mais sans intervenir dans la réaction.

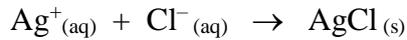
4.

- L'équation-bilan de la réaction de titrage est :



- ✓ Avant l'équivalence :

Tant qu'il reste des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ dans la solution du bécher, quand on ajoute de la solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$), on a :



Des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ sont donc consommés.

Et même si on a également ajouté des ions NO_3^- , comme $\lambda_{\text{NO}_3^-} < \lambda_{\text{Cl}^-}$, σ diminue.

- ✓ À l'équivalence, il y a changement de réactif limitant :

- avant l'équivalence, c'est $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$
- après l'équivalence, c'est $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$

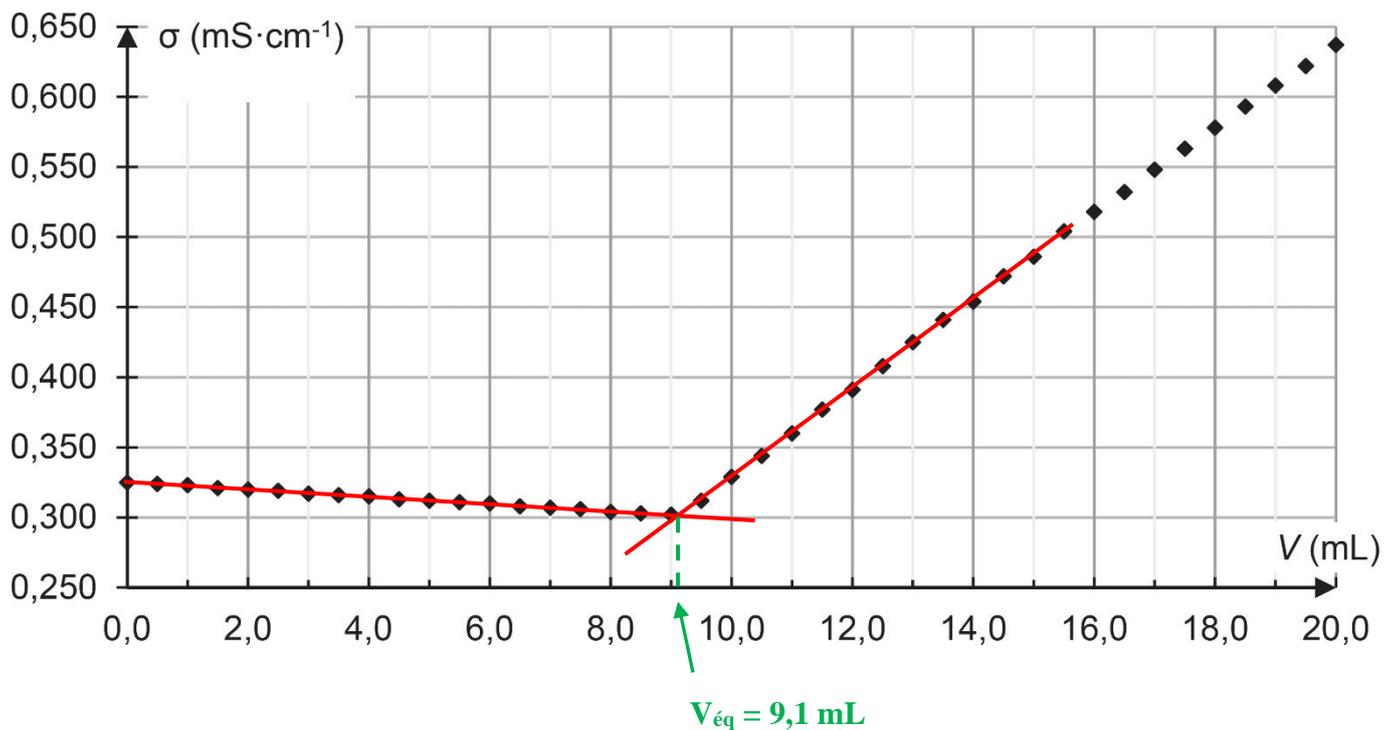
- ✓ Après l'équivalence :

On continue d'ajouter de la solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$).

On ajoute des ions (qui restent dans le bécher)

⇒ σ augmente

- Déterminons maintenant le volume à l'équivalence :



5.

- $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{AgCl}_{(\text{s})}$

À l'équivalence, le réactif titré et le réactif titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction de titrage.

$$\Rightarrow \frac{n_{\text{Ag}^+ \text{ ajouté à l'équivalence}}}{1} = \frac{n_{\text{Cl}^- \text{ initial}}}{1}$$

$$\Rightarrow [\text{Ag}^+]_S \times V_{\text{éq}} = [\text{Cl}^-]_2 \times V_2$$

Or dans la solution de nitrate d'argent (S) ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$), $[\text{Ag}^+]_S = 1 \times C_S$

\Rightarrow la concentration en quantité de matière d'ions chlorure dans la solution (S₂) vaut :

$$[\text{Cl}^-]_2 = \frac{C_S V_{\text{éq}}}{V_2} = \frac{5,0 \times 10^{-2} \times 9,1}{10,0} = 0,046 \text{ mol.L}^{-1}$$

- La solution (S₂) ayant été obtenue par une dilution d'un facteur 5 de la solution (S₁), on en déduit la concentration en quantité de matière d'ions chlorure dans la solution (S₁) :
 $[\text{Cl}^-]_1 = 5 \times [\text{Cl}^-]_2 = 5 \times 0,046 = 0,23 \text{ mol.L}^{-1}$

- Déterminons maintenant la concentration c_1 en soluté apporté de la solution (S₁).
 Dans la solution de chlorure de magnésium (S₁) ($\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$), $[\text{Cl}^-]_1 = 2 \times c_1$

$$\text{Donc } c_1 = \frac{[\text{Cl}^-]_1}{2} = \frac{0,23}{2} = 0,115 \text{ mol.L}^{-1}$$

- Le contenu du sachet ayant servi à préparer $V_3 = 1,00 \text{ L}$ de solution (S₁), on en déduit la quantité de matière de chlorure de magnésium apporté dans le sachet analysé :
 $n_{\text{MgCl}_2} = c_1 V_3 = 0,115 \times 1,00 = 0,115 \text{ mol}$

et la masse de chlorure de magnésium apporté dans le sachet :

$$m_{\text{MgCl}_2} = n_{\text{MgCl}_2} \times M(\text{MgCl}_2) = 0,115 \times 95,3 = 10,8 \text{ g}$$

6.

- Or la poudre dans le sachet a une masse $m_{\text{poudre}} = 20,3 \text{ g}$.
 La différence est due aux molécules d'eau participant à l'hydratation du solide.
 $\Rightarrow m_{\text{eau}} = m_{\text{poudre}} - m_{\text{MgCl}_2} = 20,3 - 10,8 = 9,5 \text{ g}$

Cela correspond à une quantité de matière :

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{9,5}{18} = 0,53 \text{ mol}$$

- On peut alors calculer le degré d'hydratation du chlorure de magnésium dans ce sachet :

$$d_{\text{hydratation}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{MgCl}_2}} = \frac{0,53}{0,115} = 4,6$$

Calculons l'écart relatif avec la valeur fournie sur l'étiquette (4,5) :

$$e_R = \left| \frac{d_{\text{hydratation,exp}} - d_{\text{hydratation,réf}}}{d_{\text{hydratation,réf}}} \right| = \left| \frac{4,6 - 4,5}{4,5} \right| = 0,022 = 2,2 \%$$

La valeur trouvée expérimentalement est donc proche de la valeur fournie dans l'énoncé.