

TP C6 Comment déterminer la concentration en chlorure de sodium d'une solution de sérum physiologique?

Description globale du protocole:

- 1,5 La conductivité σ d'une solution est proportionnelle à sa concentration molaire.
On va donc préparer des solutions de chlorure de sodium de concentrations connues, on mesurera leur conductivité.
Ainsi on établira le coefficient de proportionnalité entre σ et c .
On mesurera ensuite la conductivité du sérum physiologique, ce qui permettra de connaître sa concentration molaire puis de calculer sa concentration massique.

I. Description du protocole expérimental:

➤ Préparation de solutions de chlorure de sodium de concentrations molaires connues:

Il s'agit de préparer des solutions dont les concentrations molaires sont inférieures à 20 mmol.L^{-1} (soit 20.10^{-3}), ainsi les mesures de conductivité seront fiables.

- 2 À l'aide de la burette graduée, on verse V_0 mL de la solution mère dans une fiole jaugée de 100mL. On ajoute de l'eau distillée jusqu'à la moitié de la fiole. On agite, on poursuit le remplissage jusqu'au trait de jauge. On agite à nouveau.
- 1 *Solution mère:*
 V_0 volume de solution mère versé à la burette
 $c_0 = 1,00.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- Solution fille:*
 $V_1 = 100 \text{ mL}$
 $c_1 = ?$
- 0,5 Au cours de la dilution, la quantité de matière de chlorure de sodium se conserve.
- 1 $c_1 = \frac{C_0 \times V_0}{V_1}$ soit $c_1 = \frac{1,00.10^{-1} \times V_0}{0,100}$ dans ce cas particulier on a $c_1 = V_0$
- Si on verse 2,0 mL de solution mère on obtient une solution fille de concentration $c_1 = 2,0 \text{ mmol.L}^{-1}$.
Dans le temps imparti, on va se contenter de préparer quatre solutions de concentrations comprises entre $2,0.10^{-3}$ et $20.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

➤ Dilution nécessaire du sérum physiologique commercial:

- 1 On calcule d'abord la concentration molaire théorique du sérum physiologique:
- 1 $t = 9,0 \text{ g.L}^{-1}$ or $C = \frac{t}{M}$ soit $C = \frac{9,0}{(23,0 + 35,5)} = 1,5.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} = 1,5.10^{-2} \text{ mmol.L}^{-1}$
- 0,5 Ou plus simplement, l'étiquette du sérum indique $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-]$ donc égale à $c = 154 \text{ mmol.L}^{-1}$.
Les données précisent qu'il faut travailler avec des solutions de faibles concentrations $c < 20 \text{ mmol.L}^{-1}$.
Si on veut mesurer la conductivité σ du sérum, il faudra donc le diluer.
Le matériel fourni permet de faire la dilution suivante:
- 0,5 *Sérum:*
 $c = 1,5.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
 $V = 10,0 \text{ mL}$
- Sérum dilué:*
 $c_1 = ?$
 $V_1 = 100 \text{ mL}$
- 1 La quantité de matière se conserve au cours de la dilution: $c \times V = c_1 \times V_1$ ou encore $c_1 = \frac{C \times V}{V_1}$
- donc $c_1 = \frac{1,5.10^{-1} \times 10.10^{-3}}{100.10^{-3}} = 1,5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} < 20 \text{ mmol.L}^{-1}$ donc σ pourra être mesurée.

II. Tableau de mesures:

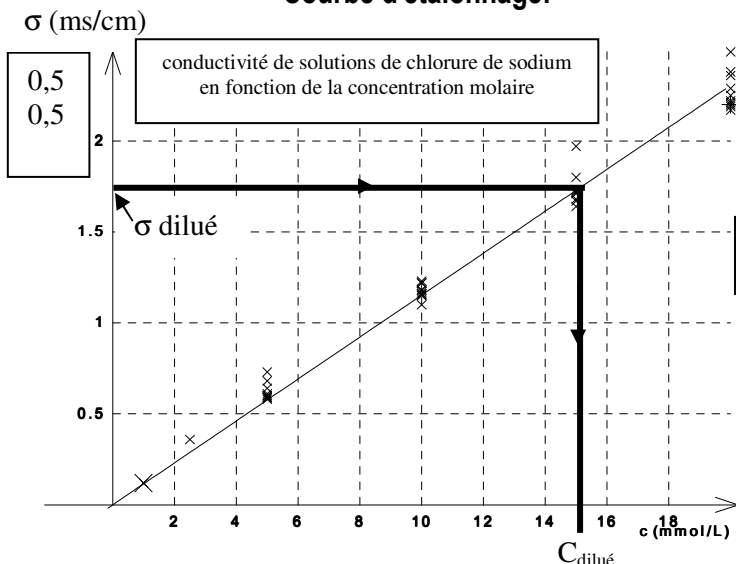
Disposant de plus de temps, le professeur a réalisé les mesures suivantes:

0,5	c en mmol.L^{-1}	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	σ en mS.cm^{-1}	0	0,24	0,47	0,70	0,93	1,16	1,40	1,62	1,85	2,08	2,30

Il est à noter que pour $c = 0 \text{ mol.L}^{-1}$, pas de chlorure de sodium en solution, on mesure la conductivité de l'eau distillée. Si celle ci était idéale, on aurait bien $\sigma = 0$. C'est rarement le cas, mais σ reste quand même très faible.

- 0,5 On mesure la conductivité du sérum dilué $\sigma = 2,03 \text{ mS.cm}^{-1}$

Courbe d'étalonnage:



III. Exploitation des mesures:

Détermination graphique de la concentration du sérum dilué:

On mesure la conductivité du sérum

$$\sigma_{\text{dilué}} = 1,73 \text{ mS.cm}^{-1}$$

On cherche graphiquement la valeur de $C_{\text{dilué}}$, on trouve $c = 15,0 \text{ mmol.L}^{-1}$

autre méthode:

Détermination par le calcul de c du sérum dilué:

On cherche le coefficient de proportionnalité entre σ et c .

La droite a pour équation $\sigma = k.C$ avec k constante

La modélisation effectuée par Regressi indique $k = 115$

La droite a pour équation $\sigma = 115.C$

On calcule alors la concentration molaire du sérum dilué

$$C_{\text{dilué}} = \frac{\sigma_{\text{mesuré}}}{0,115} = \frac{1,73}{115} = 15,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

1 Le sérum pur a été dilué d'un facteur 10, comme nous l'avons expliqué dans le I.

Soit $C_{\text{pur}} = 10.C_{\text{dilué}}$

1 donc $C_{\text{pur}} = 15,0 \times 10^{-3} \times 10 = 150 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ ou $C_{\text{pur}} = 150 \text{ mmol.L}^{-1}$

Calcul de la concentration massique t du sérum pur:

1 $t = C_{\text{pur}} \times M$ donc $t = 0,150 \times 58,5 = 8,78 \text{ g.L}^{-1}$

Résultats expérimentaux 2007 des différents groupes

N° de groupe IS SVT	concentration molaire c en mmol.L^{-1}	Concentration massique t en g.L^{-1}
1	155	9,07
2	152	8,90
3	153	8,97
4	148	8,66
5	156	9,11
6	147	8,60
7	148	8,66
8	143	8,35
9	154	9,01
moyenne		8,81
écart-type		0,24

Valeur moyenne de t : $8,81 \text{ g.L}^{-1}$

Détermination de l'écart type:

A l'aide du tableur écart type = $0,24 \text{ g.L}^{-1}$

Comparaison avec les indications du fabricant:

A partir des données du fabricant, on doit trouver

$$9,0 - 5\% < t < 9,0 + 5\%$$

soit $8,55 < t < 9,45 \text{ g.L}^{-1}$

On trouve $8,81 - 0,24 < t < 8,81 + 0,24$

soit $8,57 < t < 9,05 \text{ g.L}^{-1}$

Le protocole utilisé est validé, en effet il conduit à un encadrement de la concentration massique t compatible avec celui indiqué par le fabricant.

0,5 : soin / orthographe / démarche bien décrite

barème /19