

2 Loi de Kohlrausch

Une cellule de conductimétrie est constituée de deux plaques métalliques carrées verticales parallèles de section S et distantes de d , entre lesquelles règne une tension U (cette tension est variable en pratique, mais on fera le raisonnement comme si elle était constante). Cette cellule est plongée dans une solution contenant des ions. On fera dans la suite comme si un seul type d'ions était présent (ce qui n'est pas possible vu que la solution est neutre). On considérera donc un cation s'écrivant X^{p+} , de charge $q = pe$. On appelle m la masse d'un ion. On considérera que l'ion se comporte comme une sphère dure chargée, soumise à des frottements fluides $\vec{f} = -6\pi\eta r \vec{v}$, où \vec{v} est la vitesse de l'ion dans le référentiel du fluide $\eta = 1,0 \times 10^{-3} \text{ kg.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ est la viscosité dynamique de l'eau et $r = 0,2 \text{ nm}$ est le rayon de l'ion.

On étudiera ici, pour fixer les idées le cas d'un ion sodium Na^+ , initialement immobile, soumis au champ électrostatique uniforme \vec{E} régnant entre les plaques. On a $M_{\text{Na}} = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

- À l'aide d'une étude mécanique soignée, établir l'expression de $\frac{dv}{dt}$ en fonction de E , m , q , η , v et r .
- On considère qu'après une phase d'accélération très brève, l'ion acquiert une vitesse limite v_{lim} . Déterminer l'expression de cette vitesse limite v_{lim} en fonction de q , η , r , U et d .
- On considérera que tous les ions vont à cette vitesse limite. Exprimer le nombre d'ions qui, pendant une durée τ , vont passer à travers une section verticale S de fluide, en fonction de v_{lim} , τ , S , N_A constante d'Avogadro et c , concentration molaire volumique des ions dans la solution.
- En déduire l'expression de l'intensité du courant en fonction des grandeurs utiles (rappel : l'intensité d'un courant est égale à la charge électrique transportée par unité de temps).
- En déduire l'expression de la conductance G de la portion de solution contenue entre les plaques, puis de la conductivité σ de cette solution, puis de la conductivité molaire ionique λ de l'ion.
- Calculer λ pour l'ion sodium et comparer à la valeur tabulée $5 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$. Conclure.