

1. Concentration en soluté / concentration effective / solubilité et miscibilité d'une espèce

Sujet 1 : Concentration en soluté/ concentration effective / solubilité et miscibilité d'une espèce

Introduction :

Lors d'une dissolution, on dissout un soluté dans un solvant la plupart du temps de l'eau créant alors une solution acqueuse. Dans ces solutions nouvellement formées, on retrouve donc au moins deux espèces chimiques différentes : une majoritaire le solvant et une minoritaire appelée le soluté lorsqu'elle est apporté ou le solvaté lorsqu'elle est déjà dissoute. En chimie, on s'intéresse alors aux masses et aux quantités de matière de soluté par litre de solution, ainsi que les propriétés liées à ces concentrations. On en trouve alors deux grands types : la concentration en masse et celle en quantité de matière pour d'un part les espèces solutés et d'autre part les espèces solvatées, dites alors concentrations effectives. Quels sont les différents types de concentration en solutés et effective, comment les calculer et quels sont les propriétés de ces espèces ? Tout d'abord, nous présenterons les concentrations en soluté puis celles effectives, Avant d'étudier la solubilité et la miscibilité des espèces.

I. Concentration en soluté

Un soluté peut être sous forme liquide, gazeuse ou solide et a une masse et une quantité de matière propre. Tandis qu'un solvant ne se trouve que sous forme liquide et a donc un volume donné.

Ainsi on distingue deux types de concentration :

- Concentration en masse C_m
- Concentration en quantité de matière C qui renvoie à la quantité de matière (n) que l'on peut retrouver d'après sa définition :

$$n = \frac{N}{Na}$$

Avec N le nombre d'entité dans un échantillon et Na la constante d'avogadro tel que Na= 6,02 x 10²³ entités. La quantité de matière a pour unité le mol

A. La concentration en masse

La concentration en masse d'une espèce chimique en solution est la masse de soluté présente par litre de solution. Elle se note C_m et s'exprime en g/L. On la calcule par cette formule :

$$C_m = \frac{m, \text{espèce}}{V_{\text{solution}}}$$

B. La concentration en quantité de matière

La concentration en quantité s'intéresse à la quantité de matière de soluté présente par litre de solution. La concentration nommée parfois molaire se note $C_{\text{espèce}}$ et s'exprime en mol/L

Elle est étroitement liée à la quantité de matière, comme précisé ultérieurement, que l'on peut retrouver de plusieurs manières différentes comme grâce à la masse molaire de l'espèce $M = \frac{m_{\text{espèce}}}{n_{\text{espèce}}}$. En g/mol

De plus on peut retrouver cette concentration à partir de la concentration en masse par la formule $C_m = C \times M_{\text{espèce}}$

Exemple : exercice d'application

On dissout 274mg de sel marin de formule NaCl dans 100mL d'eau distillée, on cherche à connaître les concentrations en masse et en quantité de soluté

Par définition $C_m = \frac{m_{\text{espèce}}}{V_{\text{solution}}}$

Donc AN puis $C_m = 2,74 \text{ g/L}$

De même soit $C_m = M \times C$, et $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g/mol}$ On a $C = \frac{C_m}{M(\text{NaCl})}$

Donc $C = 4,68 \times 10^{-2}$

II. La concentration effective

Les concentrations vues précédemment ne sont réalisables que lorsque l'on connaît l'état d'origine du soluté (avant dissolution). Cependant lorsque l'on a uniquement la solution déjà dissoute à l'état naturelle telle que dans le cas de l'eau minérale on parle alors de concentration en masse/ quantité de solvatés où l'on étudie le soluté à l'état dissous.

En effet, après dissolution, le soluté peut être sous forme d'ions, d'atome ou de molécules. On parle alors d'espèce solvatée, elle est déjà dissoute et forme avec le solvant une solution homogène avec de nouvelles propriétés.

Ainsi on a $[X_{\text{(aq)}}] = \frac{n_{\text{X(aq)}}}{V_{\text{solution}}}$ La concentration effective en mol/L

De même $C_m = [X_{\text{(aq)}}] \times M(X)$

Exemple : $\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (s)} \longrightarrow 2\text{Na}^{+}_{\text{(aq)}} + \text{SO}_4^{2-}_{\text{(aq)}}$

Déterminons la concentration effective de chacune des espèces. Voir corrigé exemple 2 du cours et préciser l'utilisation de l'équation de dissolution

III. Miscibilité et solubilité d'une espèce

Définition : Qu'est ce que la miscibilité et la solubilité d'une espèce

Miscibilité : capacité à former un mélange homogène (essentiellement en phase liquide)

Solubilité : masse/ quantité de matière maximale d'une espèce chimique dans un solvant considéré. Elle s'exprime en g/L ou mol/L

De plus on introduit deux autres principes fondamentaux pour l'étude de ces phénomènes sans tout de fois les développer car cela nous écarterait du sujet

- Polarité d'une espèce : une espèce/ molécule est polaire lorsqu'elle réagit vis-à-vis d'un corps électrisé
- Electronégativité d'un atome : capacité d'un atome à attirer les électrons d'un doublet liant

Après avoir réalisé plusieurs expériences et observations on voit que ces deux phénomènes influent sur la miscibilité et solubilité d'une espèce. On triera alors ces observations dans les tableaux suivants

Tableau récapitulatif de la miscibilité d'une espèce en fonction de sa polarité

Soluté\solvant	Polaire	Apolaire
Polaire	+	-
Apolaire	-	+

Un composé ionique ionique étant fortement polaire, il aura les mêmes propriétés qu'un soluté dit polaire

Validation :

Exemple de mélange polaire/polaire : éthanol + eau, on remarque effectivement que ces deux espèces sont miscibles

Mélange apolaire/apolaire : diiode + huile de vaseline, on remarque effectivement que ces deux espèces sont miscibles

Mélange polaire/ apolaire : éthanol + huile de vaseline, on remarque effectivement que ces deux espèces ne sont pas miscibles

Tableau récapitulatif de la solubilité d'un composé ionique dans l'eau en fonction de la différence d'electronegativité entre ses composants

Solvation soluté			Solvation l'ion solvant		
NaCl	NaBr	NaI	MgCl ₂	MgBr ₂	MgI ₂
3,23			1,85		1,35
$\Delta \chi$					
1,85					
solubilité					

On en déduit donc que plus la différence d'électronégativité entre les composants d'un soluté ionique est faible, plus sa solubilité dans l'eau est grande.

Conclusion :

Ainsi, on a pu voir les différentes concentrations en soluté et celles dites effectives et comment les calculer. De plus on a pu voir que la solubilité et la miscibilité d'un soluté dans un solvant donné varie en fonction de la polarité des deux espèces et de la différence d'électronégativité entre les composants du soluté.

15. Champ de pesanteur et champ gravitationnel de la Terre

Introduction :

La Lune comme tout satellite est soumis à un champ gravitationnel qui l'attire vers la planète cependant elle ne s'écrase pas grâce à sa vitesse. Elle est donc en chute permanente mais reste à la même distance de la Terre

Le champ gravitationnel de la Terre est à l'origine de la pesanteur, une force fondamentale qui gouverne notre vie quotidienne et l'équilibre des corps célestes. Cette fiche explore ces deux concepts et leurs liens.

1. **Champ gravitationnel : définition et caractéristiques.**
2. **Champ de pesanteur : origine et différences avec le champ gravitationnel.**
3. **Représentations**

1. Le champ gravitationnel terrestre : définition et caractéristiques

- **Définition :**
 - Le champ gravitationnel est lié à la **force gravitationnelle** d'un objet ayant une **masse**. C'est l'expression d'une des **interactions fondamentales : la gravitation**.

Le champ gravitationnel crée par A est défini comme :

$$G \vec{A}(r) = \frac{\vec{F}_{(A/m)}}{m} = -G \cdot \frac{m_A}{r^2} \cdot u \rightarrow$$

- Il est régulier uniquement pour des objets ponctuels ou à symétrie sphérique
- D'après la **loi de l'attraction universelle de Newton** : la force qu'un corps A exerce sur un corps B ayant tous deux une masse est de :

$$\vec{F}_{(A/B)} = -G \frac{(m_A \cdot m_B)}{d^2} \cdot u \rightarrow$$

Avec $G = 6.674 \cdot 10^{-11} m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$ a constante newtonienne de la gravitation

$$\text{Soit pour la Terre : } G \vec{T}(r) = -G \cdot \frac{m_T}{r^2} \cdot u \rightarrow$$

- **Caractéristiques :**
 - Dirigé vers le centre de la Terre.
 - Diminue avec l'inverse de la distance au carré
 - Et croît proportionnellement à la masse de l'objet. L'action à distance exercer par la Terre devient ainsi une force locale sur l'objet.
- Le champ gravitationnel terrestre est le champ de gravitationnel lié à la masse de la Terre, c'est celui qui s'applique sur les satellites

- Il permet de détecter des objets spatiaux en comparant les observations des mouvements avec des valeurs de champ théorique.

2. Le champ de pesanteur : origine et différences avec le champ gravitationnel

- Origine :**

- Le champ de pesanteur est l'expression de la force d'attraction du poids : Il ne s'applique que très proche de la Terre (la majorité des situations du quotidien) et combine d'autre force que la simple attraction gravitationnelle de la terre mais aussi : **La force centrifuge** : liée à la rotation de la Terre qui nous « repousse » vers l'espace

La valeur du **poids** $9.81 N \cdot kg^{-1}$ vaut : $9.81 m \cdot s^{-2}$ soit aussi, l'**accélération** d'un corps en chute libre dans le vide attiré par la Terre.

En plus d'introduire la force centrifuge il simplifie la masse M_T et la distance (rayon de la Terre) qui sont constant dans les cas d'application du poids

- Différences entre champ gravitationnel et champ de pesanteur :**

- En plus de la force centrifuge, il existe d'autre différence dont :
 - Le champ de pesanteur varie car la Terre n'est pas ronde mais **ellipsoïdale** du fait de sa rotation. Il est donc plus faible à l'équateur car plus éloigné du centre de la Terre
 - Il varie aussi car la vitesse de **rotation** de la Terre est plus importante à l'équateur ce qui donne une force centrifuge compensant l'attraction gravitationnelle plus importante. On peut calculer l'intensité du champ de pesanteur local en fonction de la latitude d'après la formule :

$$g(M) = \frac{GM_T}{R_T^2} - \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R_T \cos(\phi)$$

avec ϕ la latitude du point M et T la durée d'une journée en seconde

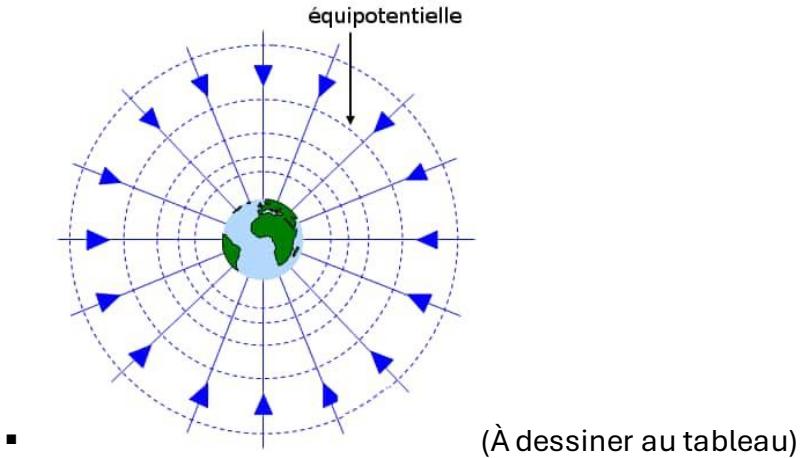
- Enfin la **répartition de la masse** n'est pas **homogène** : les montagnes massives augmentent l'intensité du champ de pesanteur local
- Mesure :**
 - Aussi étonnant que cela puisse paraître on peut mesurer le champ de pesanteur local avec un simple pendule :
 - En effet la période T d'un pendule est :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{avec } l \text{ la longueur du pendule}$$

- Ainsi un pendule au niveau de l'équateur est plus lent qu'un au pôle du fait de la différence de champs de pesanteur.

3. Représentations

- **Représentation vectorielle :**
 - Le vecteur champ est **centrifuge** (va toujours vers le centre de la Terre et **radical** (le long d'un rayon)
- **Représentation par les lignes du champ ou par des équipotentielles**
 - Chaque point d'une même ligne représente des lieux où l'**intensité du champ est la même**
 - Cependant les lignes du champ de pesanteur ne sont pas les mêmes que celles de celui gravitationnelles elles sont légèrement décalées et ne passe pas par le centre



Conclusion

Le champ gravitationnel de la Terre traduit la force universelle de gravitation et varie selon la distance au centre. En surface, il se combine avec la force centrifuge pour donner le champ de pesanteur, une force permettant d'expliquer de nombreux phénomènes naturelles (ex : marée avec l'attraction gravitationnelle de la Lune)

Aujourd'hui l'étude des ondes gravitationnelles avec des systèmes comme LIGO et VIRGO permet de mieux comprendre les ondes et champ gravitationnelles ainsi que les débuts de l'univers.

