

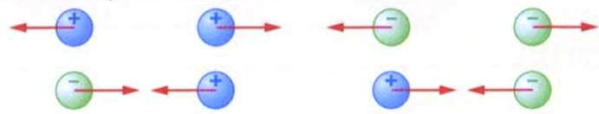
## L'essentiel du cours

### Constitution et formule

● Un **solide ionique cristallin** est constitué de cations et d'anions disposés de façon ordonnée. Sa formule indique les proportions de cations et d'anions de sorte à respecter la neutralité électrique.

### Interaction électrostatique

● Les **corps chargés** exercent entre eux des **forces électrostatiques** mutuelles : elles sont répulsives si les charges sont de même signe, attractives si les charges sont de signes contraires.



● La **loi de Coulomb** indique la valeur des forces électrostatiques exercées entre deux charges ponctuelles.

### Cohésion du cristal ionique

● La cohésion du cristal ionique est assurée par l'ensemble des forces électrostatiques attractives et répulsives entre les ions du cristal.

## La méthode à connaître

### Expliquer la cohésion du cristal ionique

① Identifier les deux types d'ions qui le composent.

Par convention, l'ion positif est écrit en premier dans la formule, et en second dans le nom.

② Déterminer les charges électriques portées par les ions et les exprimer en Coulomb.

- La charge de l'ion  $\text{Fe}^{3+}$  est  $q = 3e$ , celle de l'ion  $\text{SO}_4^{2-}$  est  $q = -2e$ , avec  $e$  la charge élémentaire.

③ Appliquer la loi de Coulomb pour calculer la valeur des forces d'interactions électrostatiques qui s'exercent entre deux ions :

- exprimer, en mètres, la distance  $d$  entre les charges ;

$$- F_{A/B} = F_{B/A} = k \cdot |q_A \cdot q_B| / d^2$$

$q$  en coulomb (C),  $d$  en mètre (m),  $F$  en newton (N)

Remarque : dans le cristal, tous les ions sont en interaction électrostatique mutuelle.

## Vrai/faux

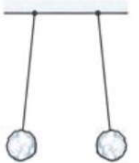
Répondre par vrai ou par faux en justifiant la réponse.

1. Le chlorure de calcium, de formule  $\text{CaCl}_2$ , est un solide ionique : il est formé d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Cl}_2^{-}$ .
2. Au sein d'un solide ionique, deux ions  $\text{Na}^+$  se repoussent et deux ions  $\text{Cl}^-$  s'attirent.
3. Un solide ionique constitué d'ions  $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{Cl}^-$  a pour formule  $\text{FeCl}_3$ .
4. La valeur de la force électrostatique qui s'exerce entre deux charges ponctuelles est proportionnelle au carré de la distance entre ces charges.
5. L'interaction électrostatique ne s'exerce qu'entre un ion et les ions avec lesquels il est en contact.

## QCM

À chaque question peuvent correspondre aucune, une seule ou plusieurs propositions correctes.

1. La formule d'un composé ionique constitué d'ions  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Br}^-$  est :  
 a.  $\text{Cu}^{2+}\text{Br}^-$  ;      b.  $\text{CuBr}$  ;  
 c.  $\text{BrCu}$  ;      d.  $\text{CuBr}_2$  ;      e.  $\text{Cu}_2\text{Br}$ .
2. La formule du sulfate de cuivre(II) anhydre est  $\text{CuSO}_4$ . En proportion, un échantillon contient :  
 a. un ion  $\text{Cu}^{2+}$  pour un ion  $\text{S}^{2-}$  et quatre ions  $\text{O}^{2-}$  ;  
 b. un ion  $\text{Cu}^+$  pour un ion  $\text{SO}_4^-$  ;  
 c. un ion  $\text{Cu}^{2+}$  pour un ion  $\text{SO}_4^{2-}$  ;  
 d. deux ions  $\text{Cu}^+$  pour un ion  $\text{SO}_4^{2-}$ .
3. Les pendules électrostatiques représentés ci-dessous :  
 a. exercent l'un sur l'autre des forces attractives ;  
 b. sont tous deux porteurs de charges positives ;  
 c. sont tous deux porteurs de charges de signes contraires ;  
 d. sont tous deux porteurs de charges négatives.



## Interaction entre deux ions

On considère un ion sodium  $\text{Na}^+$ , assimilé à une sphère de rayon  $r_{\text{Na}^+} = 95 \text{ pm}$ , accolé à un ion  $\text{Cl}^-$  assimilé à une sphère de rayon  $r_{\text{Cl}^-} = 181 \text{ pm}$ . Les charges électriques des ions sont supposées ponctuelles et situées aux centres des sphères.

1. Exprimer la charge de chaque ion en fonction de la charge élémentaire  $e$ , puis calculer ces charges.
2. Donner la relation entre la distance  $d$  qui sépare les deux charges en fonction des rayons des ions, puis calculer cette distance. Exprimer le résultat en mètres.
3. Calculer la valeur de la force électrostatique qui s'exerce entre les deux ions en appliquant la loi de Coulomb.
4. Dessiner les deux sphères accolées qui modélisent les ions. Représenter sur le schéma les forces électrostatiques exercées par les ions en précisant leur sens, leur direction et leur norme.

## L'essentiel du cours

### Électronégativité

- Plus un atome a tendance à attirer les électrons des liaisons dans lesquelles il est engagé, plus la valeur de son électronégativité est grande.
- Une liaison formée entre deux atomes d'électronégativités différentes est **polarisée**.
- L'atome le plus électronégatif (Y) présente une charge partielle négative  $-\delta$ , et l'autre atome (X) une charge partielle positive  $+\delta$ .



### Caractère polaire

- Le caractère **polaire** d'une molécule dépend de la présence de liaisons polarisées et de sa géométrie.

### Interactions intermoléculaires

- La cohésion des **solides moléculaires** s'explique par l'existence de deux types d'interactions :
  - les **interactions de van der Waals** ;
  - des **liaisons hydrogène**, notées  $\text{X-H}\cdots\text{Y}$ , qui se forment entre l'atome d'hydrogène et l'atome Y d'une autre molécule si X et Y sont des atomes très électro-négatifs (N, O, Cl ou F).

### La méthode à connaître

#### ➤ Prévoir si un solvant est polaire

##### 1 Pour une molécule simple :

- Identifier les liaisons polarisées et placer les charges partielles  $-\delta$  et  $+\delta$ .
- Si la molécule ne présente pas de liaisons polarisées ou si les charges partielles se compensent par symétrie (cas du  $\text{CO}_2$ , p. 182), elle est **apolaire**. La liaison C-H est considérée comme non polarisée.
- Dans tous les autres cas, la molécule est **polaire**.

##### 2 Pour une molécule à géométrie complexe :

- Si elle ne contient que des atomes C et H, la molécule est considérée comme **apolaire**.
- Si elle présente un atome O, N, F ou Cl, la molécule est généralement **polaire**.

### Vrai/faux

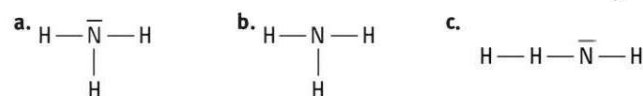
Répondre par vrai ou par faux en justifiant la réponse.

1. Le fluorure d'hydrogène HF est une molécule  $+\delta$   $\text{F}$   $-\delta$   $\text{H}$  polaire. Les charges partielles sont réparties ainsi  $\text{F} \text{---} \text{H}$
2. La molécule de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ , de géométrie linéaire, est polaire, et l'atome de carbone présente une charge partielle positive.

### QCM

À chaque question peuvent correspondre aucune, une seule ou plusieurs réponses correctes.

1. La formule de Lewis de la molécule d'ammoniac  $\text{NH}_3$  est :



2. Les liaisons N-H sont :

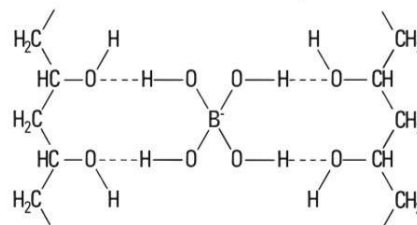
- a. polarisées ;      b. non polarisées ;      c. covalentes.

3. La géométrie de la molécule d'ammoniac est :

- a. pyramidale ;      b. coudée ;      c. plane.

### Le Slime, une pâte visqueuse

Le Slime est une matière visqueuse et élastique avec laquelle jouent les enfants. Elle est constituée de macromolécules d'alcool polyvinylique liées à du borax, de formule  $\text{B(OH)}_4$ . Un extrait de la structure du Slime est représenté ci-dessous.



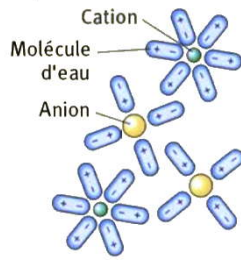
1. Comment expliquer la cohésion du Slime ?
2. En tirant un coup sec sur le Slime, il se brise en deux morceaux. Les morceaux se recollent par simple pression. Proposer une explication à ce phénomène au niveau microscopique.

## L'essentiel du cours

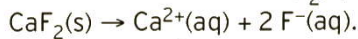
### Dissolution

● Une solution ionique se prépare par **dissolution** ou par **dilution** (fiche 5 p. 340).

● Lors de la dissolution d'un solide ionique dans l'eau, les ions se **dissocient** du cristal, s'entourent de molécules d'eau (**solvatation**, ci-contre), puis se **dispersent** dans la solution.



● L'équation de dissolution dans l'eau d'un solide ionique comme le fluorure de calcium  $\text{CaF}_2(\text{s})$  est :



● La solution obtenue est **électriquement neutre**.

### Concentration

● La concentration molaire d'une espèce X présente dans une solution est :

$$[X] = n(X)/V_{\text{solution}} \quad \left\{ \begin{array}{l} [X] \text{ en mol} \cdot \text{L}^{-1}, \\ n(X) \text{ en mol}, \\ V_{\text{solution}} \text{ en L} \end{array} \right.$$

● La concentration [X] est égale au produit de la concentration de soluté apporté et du nombre stœchiométrique de X. Par exemple :

$$[\text{F}^{-}] = 2 c_{\text{CaF}_2}$$

### Effet de la polarité du solvant

● La **solubilité** des **solides ioniques** et des **espèces polaires** est plus élevée dans les **solvants polaires** que dans les solvants apolaires. Celle des espèces **apolaires** est plus élevée dans les **solvants apolaires**.

### La méthode à connaître

#### Écrire l'équation de dissolution d'un solide ionique dans l'eau

- 1 Identifier les ions composant le solide ionique.
- 2 Placer la formule du soluté à gauche et celle des ions à droite.
- 3 Ajuster les nombres stœchiométriques de l'équation (fiche 10 p. 346).

Vérifier la conservation des charges et des éléments.

Si les charges de l'anion et du cation sont différentes, l'équation est directement donnée par :



### Vrai/faux

Répondre par vrai ou par faux en justifiant la réponse.

La formule du sulfate de cuivre(II) anhydre est  $\text{CuSO}_4$ .

1. Il contient des ions  $\text{Cu}^+$ .
2. Son équation de dissolution est :  
$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{s}).$$

3. Les concentrations des deux ions dans la solution sont égales.

4. On souhaite obtenir une solution de concentration :  
 $[\text{Cu}^{2+}] = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Pour cela, il faut une concentration de soluté de  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

5. Il est très soluble dans le cyclohexane de formule  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

### QCM

À chaque question peuvent correspondre aucune, une seule ou plusieurs réponses correctes.

Soit une solution aqueuse de chlorure de calcium  $\text{CaCl}_2(\text{s})$ , de concentration molaire de soluté apporté c.

1. L'équation de dissolution de ce soluté dans l'eau est :

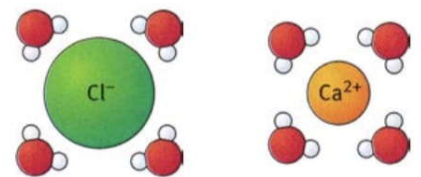
- a.  $\text{CaCl}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$  ;
- b.  $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$  ;
- c.  $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$  ;
- d.  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s})$ .

2. Les concentrations ioniques des espèces en solution sont :

- a.  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{Cl}^{-}] = c/2$  ;
- b.  $2 [\text{Ca}^{2+}] = [\text{Cl}^{-}] = c$  ;
- c.  $[\text{Ca}^{2+}] = 2 [\text{Cl}^{-}] = c$  ;
- d.  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{Cl}^{-}] = 2c$ .

3. Lors de la solvatation des ions calcium et chlorure :

- a. des molécules d'eau entourent les ions ;
- b. les ions et l'eau interagissent ;
- c. les molécules d'eau s'orientent comme sur le schéma ci-contre ;
- d. les molécules d'eau forment des liaisons hydrogène avec les ions.



### Sont-ce les mêmes concentrations ?

$S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  sont trois solutions ioniques de même concentration de soluté apporté  $c = 10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

- $S_1$  : solution aqueuse de chlorure de fer(III)  $\text{FeCl}_3(\text{s})$  ;
- $S_2$  : solution aqueuse de nitrate de fer(III)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  ;
- $S_3$  : solution aqueuse de sulfate de fer(III)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

1. Écrire les équations de dissolution dans l'eau des trois solutés.

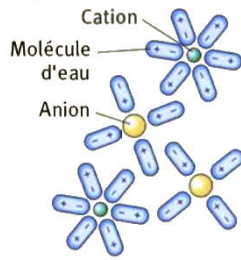
2. Exprimer la concentration des ions fer(III) dans chacune des solutions en fonction de c, puis calculer cette concentration.

## L'essentiel du cours

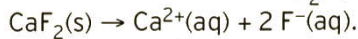
### Dissolution

● Une solution ionique se prépare par **dissolution** ou par **dilution** (fiche 5 p. 340).

● Lors de la dissolution d'un solide ionique dans l'eau, les ions se **dissocient** du cristal, s'entourent de molécules d'eau (**solvatation**, ci-contre), puis se **dispersent** dans la solution.



● L'équation de dissolution dans l'eau d'un solide ionique comme le fluorure de calcium  $\text{CaF}_2(\text{s})$  est :



● La solution obtenue est **électriquement neutre**.

### Concentration

● La concentration molaire d'une espèce X présente dans une solution est :

$$[X] = n(X)/V_{\text{solution}} \quad \left\{ \begin{array}{l} [X] \text{ en mol} \cdot \text{L}^{-1}, \\ n(X) \text{ en mol}, \\ V_{\text{solution}} \text{ en L} \end{array} \right.$$

● La concentration [X] est égale au produit de la concentration de soluté apporté et du nombre stœchiométrique de X. Par exemple :

$$[\text{F}^{-}] = 2 c_{\text{CaF}_2}$$

### Effet de la polarité du solvant

● La **solubilité** des **solides ioniques** et des **espèces polaires** est plus élevée dans les **solvants polaires** que dans les solvants apolaires. Celle des espèces **apolaires** est plus élevée dans les **solvants apolaires**.

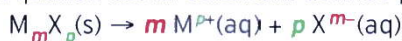
### La méthode à connaître

#### Écrire l'équation de dissolution d'un solide ionique dans l'eau

- 1 Identifier les ions composant le solide ionique.
- 2 Placer la formule du soluté à gauche et celle des ions à droite.
- 3 Ajuster les nombres stœchiométriques de l'équation (fiche 10 p. 346).

Vérifier la conservation des charges et des éléments.

Si les charges de l'anion et du cation sont différentes, l'équation est directement donnée par :



### Vrai/faux

Répondre par vrai ou par faux en justifiant la réponse.

La formule du sulfate de cuivre(II) anhydre est  $\text{CuSO}_4$ .

1. Il contient des ions  $\text{Cu}^+$ .
2. Son équation de dissolution est :  
$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{s}).$$

3. Les concentrations des deux ions dans la solution sont égales.

4. On souhaite obtenir une solution de concentration :  
 $[\text{Cu}^{2+}] = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Pour cela, il faut une concentration de soluté de  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

5. Il est très soluble dans le cyclohexane de formule  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

### QCM

À chaque question peuvent correspondre aucune, une seule ou plusieurs réponses correctes.

Soit une solution aqueuse de chlorure de calcium  $\text{CaCl}_2(\text{s})$ , de concentration molaire de soluté apporté c.

1. L'équation de dissolution de ce soluté dans l'eau est :

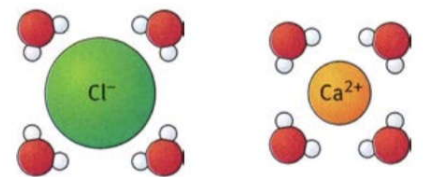
- a.  $\text{CaCl}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$  ;
- b.  $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$  ;
- c.  $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$  ;
- d.  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s})$ .

2. Les concentrations ioniques des espèces en solution sont :

- a.  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{Cl}^{-}] = c/2$  ;
- b.  $2 [\text{Ca}^{2+}] = [\text{Cl}^{-}] = c$  ;
- c.  $[\text{Ca}^{2+}] = 2 [\text{Cl}^{-}] = c$  ;
- d.  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{Cl}^{-}] = 2c$ .

3. Lors de la solvatation des ions calcium et chlorure :

- a. des molécules d'eau entourent les ions ;
- b. les ions et l'eau interagissent ;
- c. les molécules d'eau s'orientent comme sur le schéma ci-contre ;
- d. les molécules d'eau forment des liaisons hydrogène avec les ions.



### Sont-ce les mêmes concentrations ?

$S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  sont trois solutions ioniques de même concentration de soluté apporté  $c = 10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

- $S_1$  : solution aqueuse de chlorure de fer(III)  $\text{FeCl}_3(\text{s})$  ;
- $S_2$  : solution aqueuse de nitrate de fer(III)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  ;
- $S_3$  : solution aqueuse de sulfate de fer(III)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

1. Écrire les équations de dissolution dans l'eau des trois solutés.

2. Exprimer la concentration des ions fer(III) dans chacune des solutions en fonction de c, puis calculer cette concentration.