

# Propriétés des espèces chimiques – Exercices – Devoirs

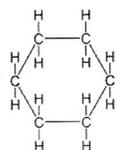
## Exercice 1 corrigé disponible

Un élève souhaite préparer 100 mL d'une solution aqueuse de sulfate de sodium à  $c = 0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . La formule du sulfate de sodium est :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

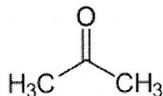
1. Expliquer la cohésion d'un cristal ionique.
2. Écrire l'équation de dissolution du sulfate de sodium dans l'eau.

Voici quelques espèces chimiques, pouvant toutes servir de solvant car liquide dans les conditions usuelles de température et de pression.

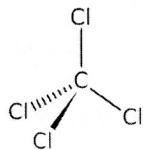
cyclohexane



acétone



tétrachlorure de carbone



éthanol



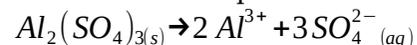
3. Indiquer si ces molécules sont polaires ou non.
- 4.a. Lequel ou lesquels de ces composés peuvent former des liaisons hydrogène avec eux-mêmes ?
- 4.b. Lequel ou lesquels de ces composés peuvent former des liaisons hydrogène avec l'eau ?
5. Indiquer en justifiant dans lequel ou lesquels de ces solvants le sulfate de sodium sera insoluble

### B. Sulfate d'aluminium

Nous souhaitons préparer une solution aqueuse de sulfate d'aluminium de volume  $V=100 \text{ mL}$  et de concentration molaire en ions aluminium

$[\text{Al}^{3+}] = 0,400 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Nous disposons de sulfate d'aluminium hydraté de formule  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$

L'équation de dissolution de ce solide ionique est la suivante :



1. Expliquer le principe de la dissolution
2. Calculer la concentration en soluté apporté  $c_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}$
3. Déterminer la masse  $m$  de solide ionique à dissoudre.
4. Dans quel récipient devra-t-on préparer la solution ? Expliquer le protocole de préparation de cette solution

## Exercice 2 corrigé disponible

### SOLUBILITE ET COHESION D'UN SOLIDE

- 1) Expliquez pourquoi le chlorure de sodium  $\text{NaCl}$  est très soluble dans l'eau mais pas le cyclohexane  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .
- 2) Nommez les interactions responsables de la cohésion des solides suivants :
  - a. chlorure de sodium
  - b. cyclohexane

## Exercice 3 corrigé disponible

Le chlorure d'aluminium est un solide ionique de formule  $\text{AlCl}_3(s)$  constitué d'ion aluminium  $\text{Al}^{3+}$  et d'ions chlorure  $\text{Cl}^-$ . On dissout 1,5 g de chlorure d'aluminium dans 200 mL d'eau.

On donne  $M(\text{AlCl}_3) = 133,5 \text{ g/mol}$

1. Quelles sont les 3 étapes de la dissolution de ce solide ionique dans l'eau ?
2. En représentant les ions par des sphères, schématiser l'hydratation des cations par les molécules d'eau. Justifier l'orientation des molécules d'eau.
3. Ecrire l'équation de dissolution du chlorure d'aluminium dans l'eau.
4. Calculer la concentration molaire en soluté apporté  $C(\text{AlCl}_3)$ .
5. Remplir le tableau d'avancement de l'équation de la dissolution.

molécule d'eau



	Avancement			
Etat initial				
Etat final				

6. Exprimer la concentration molaire effective des ions aluminium et des ions chlorure en fonction de  $C(\text{AlCl}_3)$  puis les calculer.

## Exercice 4 corrigé disponible

Autour du phosphate de sodium

Le phosphate de sodium est un solide ionique, constitué des ions sodium  $\text{Na}^+$  et des ions phosphates  $\text{PO}_4^{3-}$ .

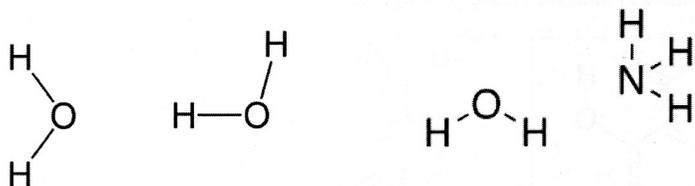
- 1) Ecrire la formule de ce solide en la justifiant.
- 2) Expliquer ce qu'est une structure cristalline et ce qui assure la cohésion du cristal de phosphate de sodium.
- 3) Donner la représentation de Lewis de la molécule d'eau ( $\text{O} : Z = 8 ; \text{H} : Z = 1$ ) en justifiant bien toute la démarche. Donner la géométrie de cette molécule et la représenter.
- 4) En déduire pourquoi la molécule d'eau a un caractère dipolaire.
- 5) Expliquer l'étape de la dissociation du phosphate de sodium lors de sa dissolution dans de l'eau.
- 6) Qu'appelle-t-on hydratation des ions ? Faire un schéma pour l'ion sodium et l'ion phosphate.
- 7) Ecrire l'équation de cette dissolution.
- 8) La concentration effective en ion sodium  $[\text{Na}^+]$  est égale à  $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Quelle est la concentration  $c_{\text{soluté}}$  en soluté apportée de la solution ? Quelle est la concentration effective en ions phosphate  $[\text{PO}_4^{3-}]$  ?
- 9) Quelle masse de phosphate de sodium solide faut-il prélever pour préparer  $V_{\text{sol}} = 50 \text{ mL}$  de solution à la concentration  $c_{\text{soluté}} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ?
- 10) On ajoute à présent une masse  $m_{\text{NaCl}} = 2,0 \text{ g}$  de chlorure de sodium solide  $\text{NaCl}$  (s) à la solution précédente sans variation de volume. Déterminer les concentrations effectives de tous les ions dissous.

Electronégativité:  $\text{P} \quad \text{H} \quad \text{C} \quad \text{Br} \quad \text{N} \quad \text{Cl} \quad \text{O} \quad \text{F} \rightarrow +$

## Exercice 5 corrigé disponible

La liaison hydrogène est la plus forte des liaisons intermoléculaires (10 à 235 kJ/mol). C'est un cas particulier des interactions de Van der Waals.

Elle se manifeste uniquement entre une molécule qui comporte un atome d'hydrogène lié à un atome X petit et très électronégatif (N, O ou F) et un autre atome, Y, possédant un doublet non liant (F, O ou N) :



### Question :

Représenter les charges partielles sur les molécules ci-dessus. Faire figurer les doublets non liants sur les atomes d'oxygène et d'azote. Enfin, à l'aide de la définition de la liaison hydrogène, la représenter symboliquement par des pointillés entre les atomes concernés.

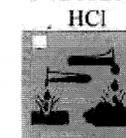
## Exercice 6 corrigé disponible

A.- L'acide sulfurique est l'acide le plus employé dans l'industrie. C'est un liquide visqueux très soluble dans l'eau.

- 1) Vérifier que la concentration d'une solution commerciale concentrée d'acide sulfurique à 96 %, et qui présente une densité :  $d = 1,833$  vaut  $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 18 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 2) Quel est le volume de solution commerciale à prélever afin de préparer  $V' = 250 \text{ mL}$  d'acide sulfurique de concentration  $c' = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  ?
- 3) Détailler les principales étapes de cette dilution (on pourra s'aider de schémas).
- 4) Ecrire l'équation de dissolution de l'acide sulfurique et en déduire les concentrations effectives en espèces ioniques de la solution-fille précédente.

B.- L'étiquette d'une solution saturée commerciale d'acide chlorhydrique est reproduite ci-dessous. Les données sont valables à  $20^\circ\text{C}$ .

ACIDE CHLORHYDRIQUE



Pourcentage massique : 37 %  
d : 1,17  
M : 36,5 g/mol

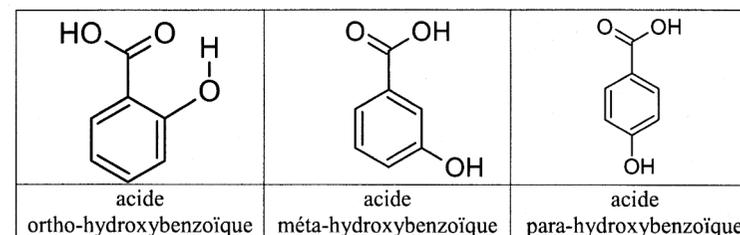
- 1) Que veut dire solution saturée ?
- 2) Quelle est la concentration  $c_{\text{HCl}}$  en soluté apporté ?
- 3) En déduire la solubilité  $s$  du chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau : c'est la masse maximale de chlorure d'hydrogène gazeux qu'on peut dissoudre par litre de solution.
- 4) A  $30^\circ\text{C}$  et sous  $p = 1013 \text{ hPa}$ , on dissout au mieux 250 L de chlorure d'hydrogène gazeux par litre de solution. Déterminer la nouvelle solubilité  $s'$ . Comment varie la solubilité d'un gaz en fonction de la température ?
- 5) La molécule de chlorure d'hydrogène est-elle dipolaire ? Justifier sa bonne solubilité dans l'eau.
- 6) Rigoureusement, quelle devrait être la formule de l'acide chlorhydrique ?

Données :  $R = 8,31 \text{ SI}$  ; Electronégativité:  $\text{P} \quad \text{H} \quad \text{C} \quad \text{Br} \quad \text{N} \quad \text{Cl} \quad \text{O} \quad \text{F} \rightarrow +$

## Exercice 7 corrigé disponible

L'acide ortho-hydroxybenzoïque (acide salicylique) est moins soluble dans l'eau que ses deux isomères méta et para.

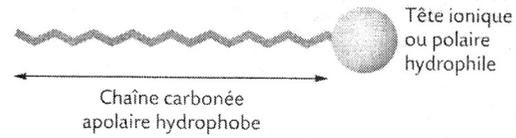
Expliquez cette observation à l'aide des liaisons hydrogènes.



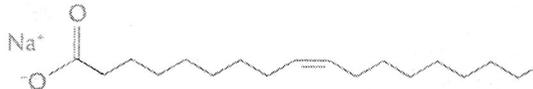
## Exercice 8 corrigé disponible

### Document 1

Un tensioactif possède une tête hydrophile, et une longue chaîne carbonée, lipophile et hydrophobe.



> Schéma de la structure d'un tensioactif.



> Formule topologique de l'ion oléate dans l'eau.

1. Une lessive contient de l'oléate de sodium de formule  $C_{17}H_{33}COON_a(s)$   
Ecrire l'équation de dissolution de l'oléate de sodium dans l'eau
2. Identifier dans la formule topologique de l'ion oléate les deux parties d'un tensioactif
3. Schématiser la micelle qui se forme autour d'une tache de graisse
4. Schématiser la micelle qui se forme autour d'une tache de terre

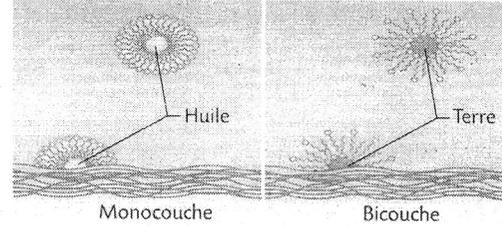
## Exercice 9 corrigé disponible

Donner la formule chimique et l'équation de dissolution des solides ioniques constitués par :

1. des ions potassium  $K^+$  et des ions iodure  $I^-$
2. des ions cuivres  $Cu^{2+}$  et des ions nitrate  $NO_3^-$
3. des ions sodium  $Na^+$  et des ions permanganate  $MnO_4^-$
4. des ions fer III  $Fe^{3+}$  et des ions sulfate  $SO_4^{2-}$

### Document 2

Dans le cas d'une tache de terre hydrophile, les molécules de tensioactifs forment une bicouche qui permet de nettoyer la salissure.



## Exercice 10 corrigé disponible

L'acide salicylique est présent dans les plantes telles que la reine des prés ou le saule. Il permettait autrefois de traiter la fièvre avant d'être remplacé par son dérivé moins toxique : l'aspirine. L'extraction d'acide salicylique des reines des prés commence par l'infusion à l'eau bouillante et se poursuit par une extraction par solvant.

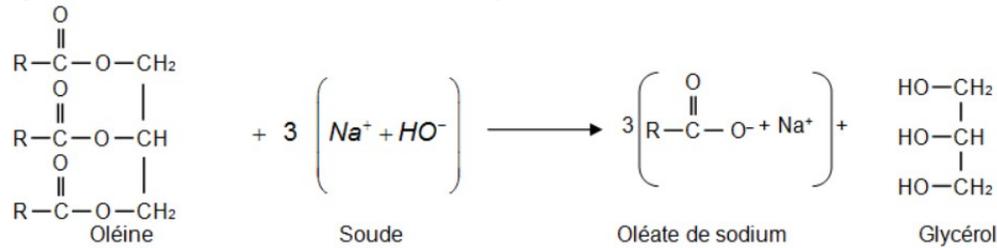
1. Donner le nom d'une autre technique qui permet d'extraire une espèce chimique présente dans une plante.
2. La solubilité de l'acide salicylique dans l'eau est de 22 g/L à 80°C . Quelle masse d'acide salicylique peut on dissoudre dans 250 mL d'eau à cette température ?
3. A l'aide des données du tableau déterminer quel(s) solvant(s) peu(ven)t servir pour l'extraction . Justifier précisément votre choix.
4. Schématiser l'ampoule à décanter et bien préciser la légende de son contenu après agitation avec un solvant choisi parmi ceux de la question 3 .

Solvant	Densité	Miscibilité à l'eau	Solubilité de l'acide salicylique
Eau chaude	1		Moyenne
Eau froide	1		Faible
Ethanol	0,79	Oui	Bonne
Toluène	0,87	Non	Faible
Diéthyléther	0,71	Non	Bonne

## Exercice 11 corrigé disponible

Cet exercice a pour objectif d'étudier quelques caractéristiques des espèces chimiques mises en jeu lors de la synthèse d'un savon ainsi que des propriétés lavantes du savon.

Équation de la réaction modélisant la synthèse de l'oléate de sodium



Dans les représentations semi-développées ci-dessus, les chaînes carbonées sont représentées par le symbole « R » ; R est un groupe qui contient 17 atomes de carbone.

Données :

- numéro atomique Z de quelques éléments : H : 1 ; O : 8 ; Na : 11 ;
- électronégativité  $\chi$  de quelques éléments selon l'échelle de Pauling : H : 2,2 ; O : 3,5 ; Na : 0,9 ;
- masses molaires en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :  $M(\text{Na}) = 23,0$  ;  $M(\text{O}) = 16,0$  ;  $M(\text{H}) = 1,00$
- L'huile ou oléine est peu soluble dans les solvants polaires alors que les espèces ioniques y sont généralement très solubles :

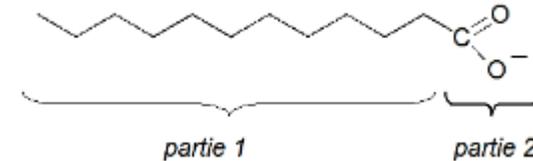
	Oléine	Hydroxyde de sodium (soude)	Oléate de sodium (Savon)
<b>Solubilité dans l'eau</b>	insoluble	soluble	soluble
<b>Solubilité dans l'éthanol</b>	soluble	soluble	soluble
<b>Solubilité dans l'eau salée</b>	insoluble	soluble	peu soluble

1. Établir le schéma de Lewis de la molécule d'eau en déterminant au préalable le nombre total d'électrons de valence.
2. Quelle est la géométrie de la molécule d'eau. Justifier
3. En déduire le caractère polaire ou apolaire de la molécule d'eau
4. L'oléine (huile) a-t-elle un caractère polaire ou apolaire ; est-elle soluble dans l'eau ?

La soude est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Elle est obtenue par dissolution dans l'eau d'un échantillon d'hydroxyde de sodium NaOH solide de masse  $m = 400 \text{ g}$  pour obtenir un volume  $V = 1,0 \text{ L}$  de solution.

5. Exprimer, puis calculer la concentration en quantité de matière de soluté apporté de la solution de soude.
6. Écrire l'équation de la réaction qui modélise la dissolution de l'hydroxyde de sodium solide NaOH(s) dans l'eau.
7. Exprimer puis calculer les concentrations en quantités de matière effectives des ions présents dans la solution de soude.

Voici une représentation de l'ion oléate actif dans le savon :



8. Caractériser les parties 1 et 2 des schémas de l'ion à l'aide du vocabulaire suivant : hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe.
9. Parmi les schémas a ou b suivants, quel est celui qui peut expliquer le mode d'action d'un savon ? Décrire l'étape suivante menant à l'élimination de la tache de graisse.

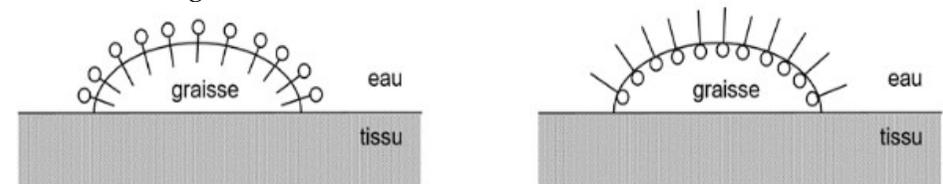


Schéma a.

Schéma b.