

Nom: Prénom: Classe: Date:

Séparation du diiode et du sulfate de cuivre.

| Objectifs | Classe |
|---|----------------------|
| <input type="checkbox"/> Extraction par un solvant. Solubilité dans un solvant. Miscibilité de deux liquides. <input type="checkbox"/> Expliquer ou prévoir la solubilité d'une espèce chimique dans un solvant par l'analyse des interactions entre les entités. <input type="checkbox"/> Comparer la solubilité d'une espèce solide dans différents solvants (purs ou en mélange). <input type="checkbox"/> Choisir un solvant et mettre en œuvre un protocole d'extraction liquide-liquide d'un soluté moléculaire. | 1 ^{ère} Spé |
| | Durée |
| | 2 h |

Sur la paillasse

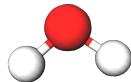
- une spatule,
- 6 tubes à essais et leur bouchons respectifs,
- Une pipette pasteur,
- du sulfate de cuivre, du saccharose, et du diiode,
- Une pissette d'eau distillée,
- Un flacon contenant un volume $V = 35\text{mL}$ de cyclohexane,
- Une ampoule à décanter de 100 mL,
- Le support de l'ampoule à décanter,
- Un flacon contenant un volume $V = 35\text{mL}$ de mélange de solutions aqueuses de sulfate de cuivre et de diiode,
- Un flacon transparent vide avec bouchon pour récupérer le sulfate de cuivre,
- Un flacon transparent vide avec bouchon pour récupérer le cyclohexane.

1 Dissolution de solides dans un solvant

Document 1: Solides en poudre

Le sulfate de cuivre, le saccharose (sucre en poudre) et le diiode sont trois solides en poudre qui se comportent différemment quand on les introduit dans l'eau ou dans le cyclohexane. Le but de cette partie est de comprendre comment prévoir si un solide est soluble ou non dans un solvant donné. On veut tester la solubilité du sulfate de cuivre $\text{CuSO}_4(s)$, du saccharose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(s)$ et du diiode $\text{I}_2(aq)$ dans l'eau et dans le cyclohexane.

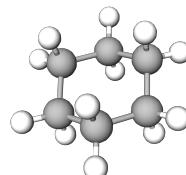
Données:



Molécule d'eau H_2O



Molécule de diiode I_2



Molécule de cyclohexane
 C_6H_{12}

Électronégativité de quelques éléments: $\chi(\text{H}) = 2.20$, $\chi(\text{O}) = 3.44$, $\chi(\text{C}) = 2.55$ et $\chi(\text{I}) = 2.66$.

On considère qu'une liaison est polarisée quand la différence d'électronégativité entre les deux atomes est supérieure à 0,4.

- Proposer un protocole expérimental pour déterminer la solubilité du sulfate de cuivre, du saccharose et du diiode dans l'eau distillée et le cyclohexane.

Solution: Protocole:

- Introduire dans un tube à essais une petite spatule du solide en poudre.
- Ajouter environ 5 mL du solvant.
- Boucher, agiter puis laisser reposer le tube à essais.
- Observer si le solide s'est dissous ou non.

Répéter ce protocole pour chaque combinaison solide/solvant.

2. Noter les résultats des tests dans le tableau suivant en indiquant «dissous» ou «non dissous»:

| | Dans l'eau distillée | Dans le cyclohexane |
|-------------------|----------------------|---------------------|
| Sulfate de cuivre | Dissous | Non dissous |
| Saccharose | Dissous | Non dissous |
| Diiode | Non dissous | Dissous |

3. L'eau est-elle un solvant polaire ou apolaire ? Justifier la réponse.

Solution: L'eau H_2O est un solvant **polaire**. Les liaisons O–H sont polarisées car $\Delta\chi = \chi(\text{O}) - \chi(\text{H}) = 3.44 - 2.20 = 1.24 > 0.4$. De plus, la géométrie coudée de la molécule d'eau fait que les centres des charges partielles positives et négatives ne se compensent pas, rendant la molécule polaire.

4. Le cyclohexane est-il un solvant polaire ou apolaire ? Justifier la réponse.

Solution: Le cyclohexane C_6H_{12} est un solvant **apolaire**. Les liaisons C–H ne sont pas polarisées car $\Delta\chi = |\chi(\text{C}) - \chi(\text{H})| = |2.55 - 2.20| = 0.35 < 0.4$.

5. Le sulfate de cuivre est un solide ionique (c'est-à-dire formé d'ions). Dans quel type de solvant (polaire ou apolaire) est-il fortement soluble ?

Solution: Le sulfate de cuivre, étant un solide ionique, est fortement soluble dans un solvant **polaire** comme l'eau. Les interactions ion-dipôle entre les ions Cu^{2+} et SO_4^{2-} et les molécules d'eau permettent la dissolution.

6. Le diiode et le saccharose sont tous les deux des solides moléculaires (c'est-à-dire formés de molécules). Le diiode est-il une molécule polaire ou apolaire ? Justifier la réponse.

Solution: Le diiode I_2 est une molécule **apolaire**. Elle est constituée de deux atomes identiques d'iode, donc la liaison I–I n'est pas polarisée ($\Delta\chi = 0$). La molécule ne possède pas de moment dipolaire.

7. Le saccharose est une molécule polaire. Compléter les pointillés dans le tableau suivant avec les mots «polaire» ou «apolaire» puis compléter les cases vides avec les mots «soluble» ou «insoluble».
8. Quelle expression décrit le mieux la solubilité d'un solide moléculaire dans un solvant, au niveau de la polarité : «Qui se ressemble s'assemble» ou «Les opposés s'attirent»?

| | Eau: solvant polaire | Cyclohexane: solvant apolaire |
|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Saccharose molécule polaire | Soluble | Insoluble |
| Diiode molécule apolaire | Insoluble | Soluble |

Solution: L'expression qui décrit le mieux la solubilité est : «**Qui se ressemble s'assemble**». Une molécule polaire se dissout dans un solvant polaire, et une molécule apolaire se dissout dans un solvant apolaire.

9. Rédiger une règle générale permettant de prévoir la solubilité d'un solide moléculaire dans un solvant.

Solution: Règle générale: Un solide moléculaire est soluble dans un solvant de même polarité. Les molécules polaires sont solubles dans les solvants polaires, et les molécules apolaires sont solubles dans les solvants apolaires. Les composés ioniques sont solubles dans les solvants polaires.

2 Extraction d'une espèce chimique par un solvant

L'extraction d'une espèce en solution par un solvant dépend de la nature du solvant et de la structure de l'espèce chimique à extraire. Le but de cette partie est de comprendre quelles propriétés doit posséder un solvant pour une extraction efficace.

Un élève maladroit (on ne le nommera pas !) a mélangé une solution aqueuse de sulfate de cuivre II avec une solution aqueuse de diiode (appelée eau iodée).

10. Pour réaliser cette extraction du diiode, il faut utiliser un solvant extracteur et une ampoule à décanter. D'après les données, choisir un solvant extracteur. Justifier ce choix.

| Solvant | Eau | Cyclohexane | Acétone | Éther |
|--|-------------|--|---|---|
| Solubilité du diiode I_2 | Très faible | Très grande | Nulle | Très grande |
| Solubilité du sulfate de cuivre $CuSO_4$ | Totale | Nulle | Nulle | Nulle |
| Densité | 1,00 | 0,78 | 0,78 | 0,71 |
| Miscibilité avec l'eau | - | Aucune | Totale | Partielle |
| Pictogramme | - |  |  |  |

Solution: On choisit le **cyclohexane** comme solvant extracteur. Justifications:

- Le diiode y est très soluble (très grande solubilité)
- Le sulfate de cuivre y est insoluble (solubilité nulle)
- Il n'est pas miscible avec l'eau, ce qui permet la formation de deux phases distinctes
- L'acétone est miscible avec l'eau (impossible de séparer les phases) et l'éther est partiellement miscible avec l'eau (séparation difficile).

11. Réaliser le protocole expérimental ci-dessous.



- Verser 30 mL de la solution aqueuse contenant les deux solutés à séparer dans une ampoule à décanter.
- Ajouter 20 mL de solvant extracteur dans l'ampoule à décanter.
- Boucher l'ampoule, agiter fortement et dégazer. Renouveler l'opération si nécessaire.
- Reposer l'ampoule sur son support, la déboucher et laisser décanter.
- Utiliser le robinet pour récupérer séparément chaque phase.

12. De quelle couleur est la solution aqueuse obtenue après mélange des deux solutions ?

Solution: La solution aqueuse initiale est de couleur **bleu-vert** (bleu du sulfate de cuivre et brun-orangé du diiode).

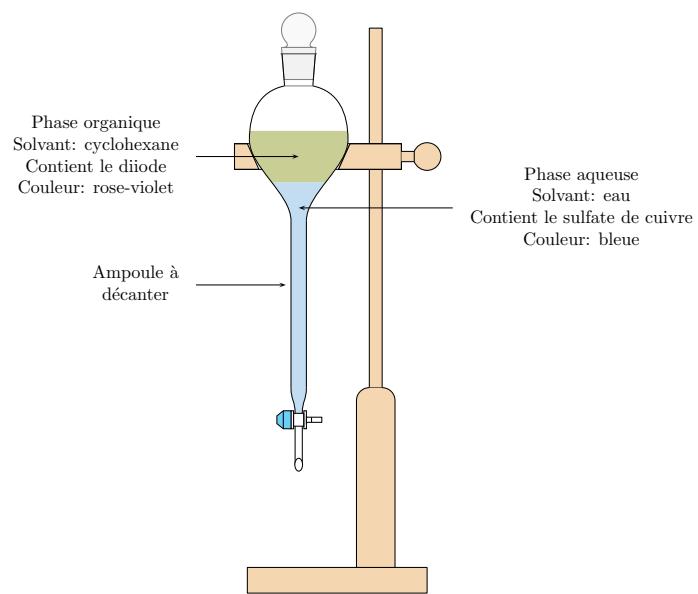
13. Quel solvant, entre l'eau et le solvant extracteur, est le plus dense ?

15. Dans l'ampoule à décanter suivante, représenter les différents solvants en notant leur nom, le ou les soluté(s) qu'ils contiennent et leur couleur.

Solution: L'**eau** est le solvant le plus dense. Sa densité est $d = 1.00$ tandis que celle du cyclohexane est $d = 0.78 < 1.00$. L'eau se trouve donc dans phase du bas dans l'ampoule à décanter.

14. Quelle espèce chimique a «migré» dans le solvant extracteur et a provoqué son changement de couleur ?

Solution: C'est le **diiode I₂** qui a migré dans le cyclohexane. Le cyclohexane prend une couleur **violette** (ou rose-violet) caractéristique du diiode dissous dans le cyclohexane.



16. De manière générale, quels sont les deux critères à utiliser pour choisir un solvant extracteur pour extraire une espèce chimique ?

Solution: Les deux critères pour choisir un solvant extracteur sont:

1. **Solubilité:** L'espèce à extraire doit être très soluble dans le solvant extracteur et peu ou pas soluble dans le solvant initial.
2. **Non-miscibilité:** Le solvant extracteur doit être non miscible avec le solvant initial pour permettre la séparation des deux phases.

17. Le diiode est soluble dans l'huile de tournesol, solvant apolaire. Pourquoi serait-il préférable d'utiliser l'huile de tournesol plutôt que le solvant choisi ?

Solution: Il serait préférable d'utiliser l'huile de tournesol car:

- C'est un solvant **non toxique** (contrairement au cyclohexane qui est toxique, qui est par ailleurs inflammable et polluant);
- Elle permet la même extraction (solvant apolaire pour le diiode apolaire);
- Elle est moins dense que l'eau, facilitant la récupération de la phase aqueuse.