

Détermination de la taille d'une molécule et d'un grain de sable

TP n°5 (Physique)

I°) Préparation du TP :

1- Etude d'un texte.

Texte adapté du livre de Pierre-Gilles de Gennes: « Les objets fragiles ».
Ce texte rapporte, comment il y a 200 ans, Franklin a pu déterminer l'ordre de grandeur de la taille d'une molécule.

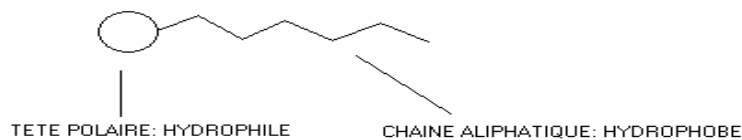
Examinons ce qui se passe lorsqu'on ajoute à l'eau une petite quantité de « surfactant » (on peut considérer qu'une molécule d'huile entre dans cette catégorie). Les molécules de surfactant sont des objets assez extraordinaires ; elles sont plutôt petites (un à deux nanomètres de long) et possèdent deux propriétés violemment antagonistes. Une des extrémités de la molécule est fortement hydrophile, nous l'appellerons « tête polaire » de la molécule. Le reste de la molécule est résolument hydrophobe, c'est une chaîne « aliphatique » formée d'atomes de carbone et d'hydrogène. Si je plonge une telle molécule, seule dans l'eau, elle devient très « malheureuse ». Sa chaîne aliphatique ne songe qu'à fuir l'eau qu'elle exècre. Aidée par l'agitation thermique, elle parvient à la surface. La situation, sans être idéale est déjà meilleure. La tête polaire peut rester immergée avec délice dans l'eau. La chaîne hydrophobe peut se sécher à l'air. En se serrant l'une contre l'autre comme les pingouins d'une rookerie, les molécules de surfactant peuvent alors créer une situation presque parfaite : tête dans l'eau, chaîne à l'air presque perpendiculaire à la surface. Les molécules forment une couche bien régulière dont l'épaisseur est égale à une longueur moléculaire. C'est une mono couche ... Depuis les Grecs, on sait qu'un film d'huile, répandu sur la mer, tend à calmer les vagues. Franklin, lui, fait l'expérience suivante: il va au bord d'un étang (à Clapham près de Londres) et verse, doucement, une cuillère d'huile d'olive sur l'étang. L'huile s'étale, la « peau » de l'eau est devenue comme rigide, c'est ce phénomène qui permet à Franklin d'évaluer assez bien la surface du film d'huile, elle est d'environ 2000 m².

Remarque: Un surfactant est la substance active des détergents ou des lessives. Les surfactants ont de nombreuses applications pratiques. Ils peuvent disperser dans l'eau des substances qui y sont insolubles (par exemple, enlever une tache de graisse).

2- Questions.

On représente une molécule d'acide gras (c'est à dire d'huile d'olive) par le schéma suivant:

SCHEMA D'UNE MOLECULE D'HUILE



Après avoir lu le texte, répondre aux questions suivantes:

- 1- A quelle époque vivait B. Franklin?
- 2- Que signifie les mots « hydrophile » et « hydrophobe » ?
- 3- En utilisant ce schéma de la molécule, représenter quelques molécules d'huile disposées à la surface de l'eau conformément à la description qu'en fait l'auteur. Pourquoi, lorsqu'elles ont suffisamment de place, forment-elles une mono couche?
- 4- Partant de ce modèle de représentation, donner l'expression de la hauteur de la flaque d'huile qui recouvre l'étang en fonction de la taille de la molécule.
- 5- Exprimer la taille de la molécule en fonction du volume d'huile versée et de la surface de la flaque mesurée par Franklin.
- 6- Franklin a déposé une cuillère d'huile de volume $V = 6 \text{ mL}$. En déduire l'ordre de grandeur de la taille d'une molécule.

II°) Ordre de grandeur de la taille d'un objet de petites dimensions (TP) :

1- Objectifs :

- En s'inspirant de l'expérience réalisée par Franklin, nous allons déterminer au laboratoire l'ordre de grandeur de la taille d'une molécule d'acide oléique (dans cette expérience, les molécules d'huile et d'acide oléique ont le même comportement)
- Nous allons aussi déterminer l'ordre de grandeur de la taille d'un grain de sable.

2- Détermination de la taille d'une molécule.

a- Protocole expérimental :

- La solution d'acide oléique utilisée est préparée comme suit : Dans une fiole jaugée de 100 mL, on introduit 0,25 mL d'acide oléique puis on complète avec du cyclohexane jusqu'au trait de jauge (cela correspond à 0,22 g d'acide oléique dans la fiole jaugée de 100 mL).
- Mettre environ 1 cm d'eau dans un plat à tarte et saupoudrer uniformément et légèrement la surface de l'eau avec la poudre de lycopode.
- A l'aide d'une seringue, disposer avec précaution une goutte de la solution préparée à la surface de l'eau. Le lycopode est repoussé puis il reprend en partie sa position initiale en laissant une tâche centrale quasi-circulaire.
- Mesurer le diamètre de la tâche d'acide oléique

b- Questions.

- Pourquoi doit-on diluer l'acide oléique (il remplace l'huile de l'expérience de Franklin) ?
- Quelle propriété doit avoir le solvant utilisé?
- En utilisant les données sur la réalisation de la solution, calculer le volume d'acide oléique contenu dans 1 mL de solution (acide oléique + cyclohexane), puis dans la goutte déposée. Pour faire ce dernier calcul, il manque une donnée. Laquelle? Comment la déterminer avec le matériel à disposition ? (Imaginer un protocole puis le soumettre au professeur et le réaliser)
- En s'inspirant de l'expérience de Franklin, déduire des résultats de vos manipulations, l'ordre de grandeur d'une molécule.

3- Détermination de la taille d'un grain de sable.

En s'inspirant de l'expérience précédente, proposer un protocole expérimental permettant de trouver la taille d'un grain de sable. Matériel à disposition: sable, éprouvette graduée, entonnoir, papier collant, règle.