

I°) Préparation du TP : 1-A quelle époque vivait B. Franklin? 18^{ième} siècle

Benjamin Franklin (17 janvier 1706 à Boston - 17 avril 1790 à Philadelphie) est, entre autres, un écrivain et physicien américain et diplomate. C'est un des personnages les plus illustres de l'histoire américaine. Benjamin Franklin est un philosophe "classique", il fut le premier ambassadeur des États-Unis à la cour du roi de France. Intellectuel complet et "Franc-maçon" de la tradition britannique, il est imprimeur et précurseur "encyclopédiste" avant la lettre, en imprimant et distribuant des almanachs dans les demeures les plus humbles des colonies britanniques d'Amérique. Chaque almanach est un condensé de récits, réflexions philosophiques, rudiments des sciences et recettes techniques. Il est l'un des pères de la Révolution Américaine de 1776.

2- Que signifie les mots « hydrophile » et « hydrophobe » ?

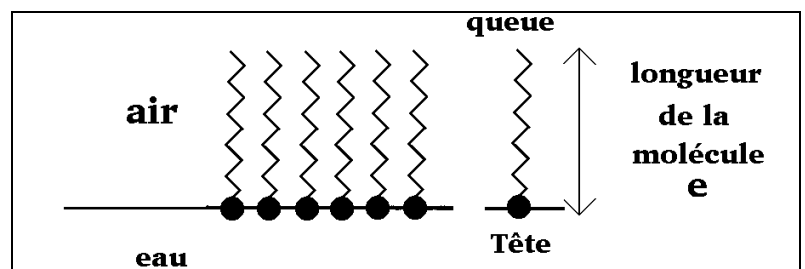
Hydrophile : affinité pour l'eau

Hydrophobe : qui n'aime pas l'eau

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?

La molécule est composée d'une tête **hydrophile** (qui pénètre dans l'eau) et d'une queue **hydrophobe** (qui reste en dehors de l'eau). Il ne peut y avoir qu'une seule couche car dans le cas contraire (2 couches par exemple), les têtes hydrophiles sont soit en l'air soit en contact avec les queues lipophobes : dans les 2 cas cela est impossible et toutes les têtes se mettent les unes à côté des autres formant une monocouche.



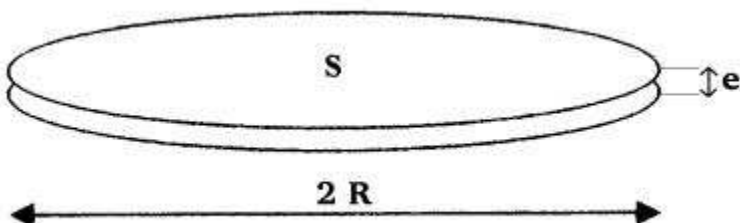
4- Partant de ce modèle de représentation, donner l'expression de la hauteur de la flaque d'huile qui recouvre l'étang en fonction de la taille de la molécule.

L'huile déposée à la surface de l'eau s'étale sur une surface d'aire S en couche mono moléculaire, dont l'épaisseur e peut être considérée comme étant la longueur 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.

$$V_{\text{huile versée}} = S \times \text{taille de la molécule}$$

L'huile s'étale à la surface de l'eau. On considère que la tache est circulaire.



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.

Taille de la molécule $= 6 \cdot 10^{-6} / 2000$ (attention aux unités : les mL en L puis les L en m^3) $= 3 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ ce qui fait un ordre de grandeur de 10^{-9} m .

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

2- Détermination de la taille d'une molécule d'huile d'arachide :

Questions :

* Donner l'incertitude absolue puis relative du diamètre du fil.

Le fil a un diamètre de 0,30 mm vérifié au palmer soit l'encadrement : $0,295 \text{ mm} \leq 0,30 \text{ mm} < 0,305 \text{ mm}$

L'incertitude absolue est de + ou - 0,005 mm (erreur de 0,01 mm au palmer).

* En utilisant la formule du volume d'une sphère, calculer en m^3 le volume d'huile qui va tomber du fil pour une goutte (Respecter le nombre de chiffres significatifs).

$$V_{\text{huile liée à 1 goutte}} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times (0,15 \times 10^{-3})^3 = 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3$$

* Déterminer l'ordre de grandeur du volume (en m^3) d'une goutte de solution d'huile.

L'ordre de grandeur du volume ci dessus est 10^{-11} m^3

Questions :

* Mesurer le diamètre de la tache d'huile d'arachide grâce au papier millimétré puis en déduire la surface de la tache.

Le diamètre de la tache est d'environ 10,2 cm soit une surface de $S = \pi \times (5,1 \times 10^{-2})^2 = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

* En s'inspirant des réponses données dans le I°) en déduire l'épaisseur puis l'ordre de grandeur de la taille d'une molécule à partir de votre expérience.

Taille de la molécule $\approx$ épaisseur de la tache $= V_{\text{huile pour 1 goutte}} / S_{\text{tache}} = 1,4 \cdot 10^{-11} / (8,2 \cdot 10^{-3}) \approx 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ soit un ordre de grandeur de 10^{-9} m (nanomètre). On retrouve le même ordre de grandeur que Franklin. Remarquons que le diamètre de la goutte peut être un peu plus gros que le diamètre du fil et d'autre part il peut arriver que l'on fasse tomber plusieurs gouttes au lieu de 1.

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.

* On verse du sable calibré dans une éprouvette graduée de 10 mL et ce à l'aide d'un entonnoir et d'une spatule (On en met 10 mL).

* On place une feuille A4 sous un papier autocollant double face (une face est déjà collée, on utilise l'autre face).

* On étale tout le sable uniformément sur le papier autocollant.

* Le sable non collé est récupéré grâce à la feuille A4, puis reverser dans l'éprouvette graduée. Par différence on en déduit le volume de sable de la monocouche.

$$V_{\text{sable monocouche}} \approx 0,8 \text{ mL soit } 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

* On mesure la surface du papier $5,0 \cdot 10^{-2} \times 10,0 \cdot 10^{-2} = 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

En utilisant la même formule que pour la molécule d'huile d'arachide on trouve la taille du grain de sable

$$\text{taille} = 0,8 \cdot 10^{-6} / (50 \cdot 10^{-4}) \approx 2 \cdot 10^{-4} \text{ m} \text{ soit } 0,2 \text{ mm ce qui fait un ordre de grandeur de } 10^{-4} \text{ m}$$