

## EXERCICE III : ÉTUDE DES AGRÉGATS D'EAU (5,5 pts)

1. Masse  $m_1$  d'un agrégat de  $N = 50$  molécules d'eau, chacune de masse  $m_{\text{eau}}$  :  $m_1 = N \times m_{\text{eau}}$

Or : 1 molécule d'eau  $\Leftrightarrow m_{\text{eau}}$

$N_A$  molécules d'eau  $\Leftrightarrow M$

$$\text{Donc : } m_{\text{eau}} = \frac{M}{N_A}$$

$$\text{D'où : } m_1 = \frac{N \times M}{N_A}$$

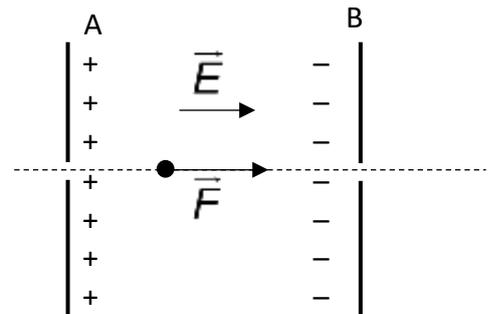
$$50 \times 18 / 6,02 \times 10^{23} \\ 1,49501661 \times 10^{-21}$$

$$\text{Soit } m_1 = \frac{50 \times 18,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1,50 \times 10^{-21} \text{ g} = 1,5 \times 10^{-24} \text{ kg}.$$

Il n'est pas possible de mesurer directement cette masse, car il est impossible d'isoler 50 molécules d'eau à l'échelle microscopique et de les peser avec une balance.

2. Le champ électrique  $\vec{E}$  est orienté de la plaque A chargée positivement vers la plaque B chargée négativement.

$$E = \frac{|U_{AB}|}{AB} \text{ soit } E = \frac{10,0 \times 10^3 \text{ V}}{10 \times 10^{-2} \text{ m}} = 1,0 \times 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}.$$



3. La force électrique subie par l'agrégat est  $\vec{F} = q\vec{E}$  avec  $q > 0$  (énoncé) donc les vecteurs  $\vec{F}$  et  $\vec{E}$  sont colinéaires (direction perpendiculaire aux plaques) et de même sens (vers la plaque B).

$$\text{Et } F = q \times E \text{ soit } F = 1,60 \times 10^{-19} \times 1,0 \times 10^5 \text{ N} = 1,6 \times 10^{-14} \text{ N}.$$

$$10 \times 10^3 / 10 \times 10^{-2} \\ \text{Ans} \times 1,60 \times 10^{-19} \\ 1,6 \times 10^{-14}$$

4. Calculons le poids :  $P_1 = m_1 \times g$

$$\text{Soit } P_1 = 1,50 \times 10^{-24} \times 9,81 = 1,47 \times 10^{-23} \text{ N}.$$

$$\frac{F}{P_1} = \frac{1,6 \times 10^{-14} \text{ N}}{1,47 \times 10^{-23} \text{ N}} = 1,1 \times 10^9 \text{ soit } F = 1,1 \times 10^9 \times P_1.$$

La valeur de la force électrique est plus d'un milliard de fois supérieure à celle du poids de l'agrégat. Il est donc possible de négliger l'effet du poids devant celui de la force électrique.

5. Travail de la force électrique :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos(0) = q \times E \times AB = q \times \frac{U_{AB}}{AB} \times AB = q \times U_{AB} = q \times U.$$

6. Théorème de l'énergie cinétique entre les points A et B :

$$E_C(B) - E_C(A) = W(\vec{F})$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = q \times U$$

Comme  $v_A$  est négligeable devant  $v_B$  il vient :  $\frac{1}{2} m v_B^2 = q \times U$  soit  $v_B^2 = \frac{2q \times U}{m}$  et finalement,

$$\text{en conservant que la solution positive : } v_B = \sqrt{\frac{2q \times U}{m}}$$

7. En négligeant le poids de l'agrégat dans la zone de déplacement libre, l'agrégat n'est soumis à **aucune force**. Le **mouvement** de l'agrégat est donc **rectiligne et uniforme** dans la zone de déplacement libre.
8. Dans la zone de déplacement libre, l'agrégat possède la vitesse  $v_B$  car son mouvement est rectiligne et uniforme. On peut donc écrire :  $v_B = \frac{D}{\Delta t} = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$ .

Soit :  $\Delta t = \frac{D}{\sqrt{\frac{2qU}{m}}} = \frac{D \times \sqrt{m}}{\sqrt{2qU}}$ . La durée  $\Delta t$  est bien proportionnelle à  $\sqrt{m}$ .

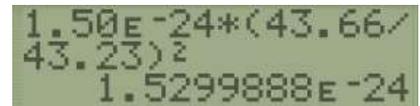
Et :  $\sqrt{m} = \frac{\sqrt{2qU} \times \Delta t}{D}$  soit  $m = \frac{2qU \times \Delta t^2}{D^2}$ .

Connaissant les valeurs de  $q$ ,  $U$  et  $D$ , la mesure de  $\Delta t$  permet de déterminer la masse  $m$  de l'agrégat.

9. On ne connaît pas a priori la valeur de  $D$ . Cependant la figure 2 montre que  $\Delta t_1 = 43,23 \mu s$  et que  $\Delta t_2 = 43,66 \mu s$  donc :

$m_1 = \frac{2qU \times \Delta t_1^2}{D^2}$  et  $m = \frac{2qU \times \Delta t_2^2}{D^2}$  ainsi :  $\frac{m}{m_1} = \frac{\frac{2qU \times \Delta t_2^2}{D^2}}{\frac{2qU \times \Delta t_1^2}{D^2}} = \frac{\Delta t_2^2}{\Delta t_1^2}$

Soit  $m = m_1 \times \frac{\Delta t_2^2}{\Delta t_1^2}$  et finalement :  $m = m_1 \times \left( \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} \right)^2$ .



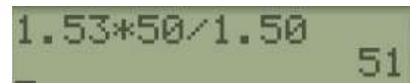
En laissant les durées en  $\mu s$ , il vient :  $m = 1,50 \times 10^{-24} \text{ kg} \times \left( \frac{43,66 \mu s}{43,23 \mu s} \right)^2 = 1,53 \times 10^{-24} \text{ kg}$ .

La masse  $m$  des agrégats est supérieure à la masse  $m_1$  ; ils contiennent donc plus de 50 molécules d'eau.

50 molécules d'eau  $\Leftrightarrow m_1$

$N$  molécules d'eau  $\Leftrightarrow m$

Les agrégats contiennent :  $N = \frac{m \times 50}{m_1}$  molécules d'eau.



soit  $N = \frac{1,53 \times 10^{-24} \text{ kg} \times 50}{1,50 \times 10^{-24} \text{ kg}} = 51$  molécules d'eau.

Ainsi une molécule d'eau s'est collée aux agrégats de référence à la sortie de la zone de collision.