

Terminale – spécialité Physique/Chimie

Devoir surveillé n°2 – durée : environ 2h

Une réponse non justifiée ne sera pas comptabilisée

CHIMIE 1 : acide méthanoïque ($\approx 6,5$ pts)

L'acide méthanoïque est produit par des fourmis rouges.

Elles l'utilisent pour se défendre.

Sa formule brute est CH_2O_2 .

Il s'écrit HCOOH si on veut faire apparaître le groupe caractéristique des acides carboxyliques.

- 1/ Définir un acide de Brønsted.
- 2/ Écrire le couple acide/base auquel appartient HCOOH .
- 3/ Écrire l'équation bilan de la réaction entre HCOOH et l'eau. On supposera a priori que cette réaction est totale.
- 4/ Quel est ce groupe caractéristique des acides carboxyliques que l'on fait apparaître avec la formule HCOOH ?

On prépare $V = 250$ mL d'acide méthanoïque en apportant $n = 2,00 \times 10^{-3}$ mol de HCOOH .

Le pH de la solution ainsi préparée est de 2,96.

$c^0 = 1,0$ mol/L

- 5/ Calculer la concentration de la solution en acide apporté. On notera c_A cette concentration.
- 6/ Calculer la concentration en ions oxonium de la solution.
- 7/ Utiliser les résultats obtenus pour montrer que l'acide méthanoïque est un acide faible (méthode au choix).

La constante d'acidité du couple auquel appartient l'acide méthanoïque est $K_A = 1,78 \times 10^{-4}$

8/ Calculer le $\text{p}K_A$ correspondant.

9/ Tracer le diagramme de prédominance du couple auquel appartient l'acide méthanoïque.

10/ Montrer que pour le pH de la solution (2,96), la concentration de la base conjuguée de l'acide méthanoïque vaut environ 16% de celle de la concentration de l'acide méthanoïque présent en solution à l'équilibre.

Pour faciliter l'écriture, on pourra noter $[\text{A}^-]_{\text{éq}}$ et $[\text{HA}]_{\text{éq}}$ les concentrations correspondantes.

La constante d'acidité du couple auquel appartient l'ion ammonium (NH_4^+) conduit à $\text{p}K_A = 9,2$ à 25°C .

11/ A même concentration en acide apporté, lequel des deux acides (HCOOH ou NH_4^+) est le plus dissocié en solution aqueuse ?

12/ Citer un acide fort.

CHIMIE 2 : acide benzoïque ($\approx 8,5$ pts)

L'acide benzoïque a pour formule brute $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$

Il est utilisé comme conservateur alimentaire sous la référence E210 en Europe.

On considère dans la suite une solution aqueuse d'acide benzoïque, de concentration molaire en soluté apporté $c = 0,020$ mol/L. On notera (S) cette solution.

$\theta = 25^\circ\text{C}$ et $c^0 = 1,0$ mol/L

$K_e = 1,00 \times 10^{-14}$ à 25°C

- 1/ Écrire la formule brute de la base conjuguée de l'acide benzoïque.
- 2/ Écrire la constante d'acidité, K_A , du couple acide/base ainsi formé.

Cette constante d'acidité est par définition la constante d'équilibre de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.

Elle vaut $6,31 \times 10^{-5}$ à 25°C

3/ Montrer soigneusement qu'on peut écrire cette constante sous la forme

$$K_A = \frac{h^2}{(c-h) \times c^0} \quad \text{si } h = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$$

4/ Modifier la relation précédente pour obtenir une équation du second degré pour h , de la forme $h^2 + b \times h + c = 0$

5/ Résoudre cette équation pour déterminer la concentration en ions oxonium de la solution.

6/ En déduire le pH de cette solution.

7/ Calculer également la concentration en ions hydroxyde de la solution.

Dans $V = 50 \text{ mL}$ de la solution (S) précédemment étudiée, on ajoute $V_B = 4,0 \text{ mL}$ de soude à la concentration molaire $c_B = 0,050 \text{ mol/L}$

8/ Rappeler la formule de la soude (en pensant à Cléo).

La solution utilisée a été obtenue par dilution au vingtième de soude à $1,0 \text{ mol/L}$.

9/ Indiquer le protocole à suivre pour obtenir 500 mL de soude à $0,050 \text{ mol/L}$. Indiquer précisément la verrerie nécessaire.

10/ Écrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et les ions hydroxyde de la soude en considérant que la réaction est totale.

11/ Écrire la constante d'équilibre, K , de cette réaction.

12/ Montrer que K peut s'écrire $K = \frac{K_A}{K_e}$ et calculer sa valeur.

13/ Bonus : déduire de 12/ que la réaction est bien totale.

PHYSIQUE : cuve à ondes (≈ 5 pts)

Un vibreur frappe régulièrement, à la fréquence f , la surface plane d'une cuve à ondes, produisant une onde progressive rectiligne. Cette onde rencontre une ouverture de dimension a et on observe alors qu'après l'ouverture, l'onde n'est plus rectiligne.

On note θ le demi-diamètre angulaire de l'onde observée.

L'ensemble est schématisé grossièrement sur la figure 1 sans souci d'échelle.

1/ Ajouter clairement a , θ et λ (λ est la longueur d'onde de l'onde étudiée) sur la figure 1.

2/ Quel est le nom du phénomène particulier qui est mis en évidence par cette expérience ? A quelles conditions se manifeste-t-il ?

Pour différentes fréquences du vibreur et pour la même ouverture $a = 15,0 \text{ mm}$, on relève les valeurs du tableau de la figure 2.

3/ Peut-on utiliser l'approximation des petits angles dans la situation de cet exercice ?

4/ Calculer $\sin \theta$ pour chaque valeur de θ .

5/ Tracer le graphique $\sin \theta = f(\lambda)$ en utilisant la figure 3.

6/ Sachant que la droite obtenue doit passer par l'origine du repère, déterminer son équation.

7/ Vérifier alors grâce à la question 6/, et de façon convaincante, qu'on peut écrire $\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$

~

BONUS (2 bâtons si au moins 3 réponses correctes)

Un français figure parmi les lauréats du prix Nobel de Physique 2022. Quel est son nom ? A partir de quels métaux obtient-on du laiton (2 métaux) ? Comment s'appelle les molécules résultant de l'association d'acides aminés ? Un timbre coûte un euro de plus qu'une enveloppe. A eux deux ils coûtent 1,10 euros. Quel est le prix du timbre ? Et enfin, quel est le nom usuel de l'acide ascorbique ?

NOM :

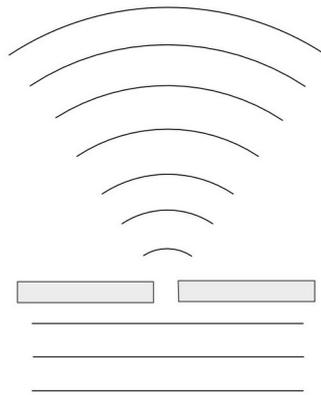


Figure 1

f (Hz)	25	35	40	50	65
λ (mm)	9,2	7,0	5,4	5,0	4,5
θ (°)	38	28	21	19	18

Figure 2

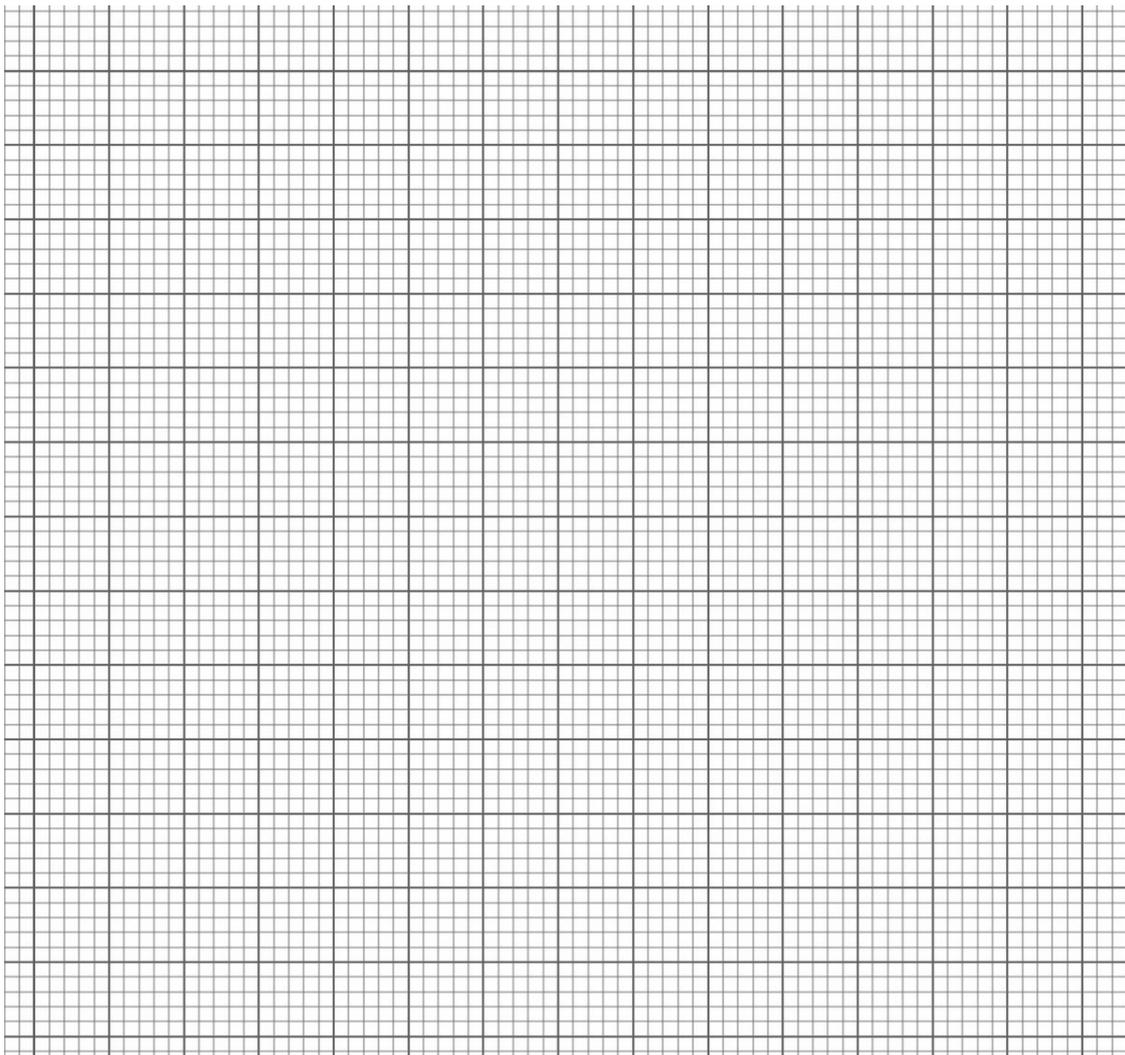


Figure 3