

Terminale – spécialité Physique/Chimie

Devoir surveillé n°2 – durée : ≈ 2h

Une réponse non justifiée ne sera pas comptabilisée.

PHYSIQUE : physique dans mon salon (5 points)

Sur le pointeur laser vert que je possède, on peut lire l'inscription « $\lambda = 532 \text{ nm}$ ».

1/ Calculer la fréquence de la lumière de mon pointeur laser ($c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$).

Je récupère un poil de chat de diamètre d inconnu sur mon canapé (...).

Avec ce poil et deux bouts de ruban adhésif, j'obtiens un fil tendu verticalement.

En éclairant ce poil (considéré comme un fil vertical) par le faisceau laser, j'observe sur le mur situé à la distance L du poil une figure de diffraction tout à fait similaire à celle obtenue avec une fente rectiligne verticale, de largeur d .

En mesurant la largeur ℓ de la tache centrale de la figure de diffraction et en faisant varier la distance L entre le mur et le poil j'obtiens les valeurs suivantes :

| | | | | | |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| L (m) | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| ℓ (cm) | 3,5 | 5,3 | 7,1 | 8,9 | 10,6 |

2/ Schématiser la situation en faisant apparaître sur le schéma les grandeurs L , ℓ et d .

3/ Ajouter sur ce schéma l'angle θ_c correspondant au demi-diamètre angulaire de la tache centrale.

4/ Rappeler le lien entre cet angle et le diamètre d du poil dans le cadre de l'approximation des petits angles.

5/ Montrer alors qu'on peut écrire $d = \frac{2L\lambda}{\ell}$

6/ Grâce au tableau de mesures, en déduire le diamètre du poil de mon chat.

En emportant ce poil au lycée je mesure un diamètre de $29 \mu\text{m}$ au microscope.

7/ Comparer cette valeur avec celle obtenue par diffraction (prendre $30 \mu\text{m}$ en cas d'échec à la question 6/).

CHIMIE 1 : avancement final (6,5 points)

On étudie les 3 solutions aqueuses suivantes, de même concentration en acide apporté,

$c_A = 8,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

(S₁) : solution d'acide méthanoïque ; $\text{pH}_1 = 2,97$

(S₂) : solution d'acide éthanoïque ; $\text{pH}_2 = 3,43$

(S₃) : solution d'acide propanoïque $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$; $\text{pH}_3 = 3,49$

1/ Rappeler la définition d'un acide de Brønsted.

2/ Donner la formule de l'acide méthanoïque.

3/ En déduire le couple acide/base auquel appartient cet acide.

4/ Écrire l'équation générale de réaction d'un acide faible HA avec l'eau.

5/ Donner le lien mathématique entre le pH d'une solution aqueuse et la concentration en ions oxonium de cette solution.

6/ Rappeler la définition du taux d'avancement final.

7/ Démontrer que le taux d'avancement final de la réaction d'un acide avec l'eau peut s'écrire :

$$\tau = \frac{c^0 \times 10^{-\text{pH}}}{c_A} \quad \text{avec } c_A : \text{concentration molaire en acide apporté}$$

8/ Calculer le taux d'avancement final pour les 3 solutions étudiées : τ_1 , τ_2 et τ_3 .

9/ Les 3 acides réagissent-ils avec l'eau de façon totale ?

10/ Quel acide parmi les 3 étudiés est le plus dissocié ?

11/ En déduire le pK_A du couple auquel appartient cet acide parmi les 3 valeurs suivantes : $3,75 - 4,76 - 4,87$.

- 12/ Donner un exemple d'acide fort.
 13/ Quel serait le pH d'une solution d'un acide fort de même concentration en acide apporté que les 3 solutions étudiées.

On dilue la solution (S₁) au dixième.

- 14/ Faire une liste de la verrerie à utiliser en précisant les volumes des ustensiles.

CHIMIE 2 : réaction acide + base (8,5 points)

On considère une solution aqueuse d'acide fluorhydrique, HF, de concentration molaire en soluté apporté $c_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. $\theta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

$\text{p}K_A(\text{HF}/\text{F}^-) = 3,17$; $K_e = 1,00 \cdot 10^{-14}$ à 25°C

- 1/ Écrire la réaction de cet acide avec l'eau sachant que HF est un acide faible.
- 2/ Écrire la constante d'équilibre de cette réaction : c'est la constante d'acidité du couple acide/base auquel appartient HF.
- 3/ Exprimer cette constante d'équilibre en fonction de c_1 et de la concentration en ions oxonium de la solution. On pourra noter $h = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$.
- 4/ En déduire une équation du 2nd degré en h .
- 5/ La résoudre et déterminer le pH de la solution.

Dans $V_A = 100 \text{ mL}$ de la solution d'acide fluorhydrique, on ajoute $V_B = 2,0 \text{ mL}$ de soude (Na^+ ; HO^-) à la concentration molaire $c_B = 0,020 \text{ mol/L}$.

- 6/ Écrire l'équation de la réaction (supposée totale) entre HF et HO^- lors de l'ajout de soude.
- 7/ Écrire la constante d'équilibre, notée K , de cette réaction.
- 8/ Montre que K peut s'écrire : $K = \frac{K_A}{K_e}$ et en déduire sa valeur numérique.
- 9/ Question bonus : justifier d'après la réponse précédente que la réaction est bien totale.
- 10/ Montrer que la concentration initiale en ions HO^- dans le mélange avant réaction est $[\text{HO}^-]_i = 3,92 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.
- 11/ Compléter alors la 1^{ère} et la 2^{ème} ligne du tableau d'avancement de la figure 1.

Attention : les valeurs indiquées dans le tableau sont **les concentrations en mol/L** dans le mélange et non les quantités de matière, ça ne change cependant rien au principe général du tableau d'avancement.

- 12/ Compléter la 3^{ème} ligne du tableau d'avancement (directement sur la feuille d'énoncé).
- 13/ Déduire de ce tableau le pH du mélange à l'équilibre.

| | | | | | | | |
|--------------|----------------------|---|-------|---|----------------------|---|---------|
| | HF | + | | → | F ⁻ | + | |
| État initial | $7,57 \cdot 10^{-3}$ | | | | $2,23 \cdot 10^{-3}$ | | Solvant |
| État final | | | | | | | |

Figure 1

✱

BONUS : (2 bâtons si au moins 3 bonnes réponses). Dans quelle partie du corps humain se trouve l'humeur vitrée ? Quel gaz se trouve dans les tubes fluorescents au dessus de vos têtes ? Quel est le nom d'usage de l'acide acétylsalicylique ? Quelle grandeur physique peut être mesurée en Torr ? Pourquoi le symbole du sodium est Na ?