

## Devoir non surveillé n°2

### Spectrophotométrie

1. L'ion dichromate  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  est l'oxydant du couple  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) / \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ . L'acide oxalique  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$  est le réducteur du couple  $\text{CO}_2(\text{aq}) / \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4(\text{aq})$ . Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui se produit quand on met en présence l'ion dichromate et l'acide oxalique en milieu acide.

2. Pour suivre la transformation, on décide d'utiliser une méthode spectrophotométrique. Pour cela, on commence par tracer la courbe  $A = f(\lambda)$  pour une solution de dichromate de potassium (figure 1).

a. À quelle longueur d'onde faut-il se placer pour déterminer le plus précisément possible la concentration des ions dichromate? Justifier la réponse.

b. Justifier la couleur orangée de la solution.

3. Le spectrophotomètre, relié à l'ordinateur, permet d'obtenir la courbe  $A = f(t)$ . On se place pour cela à la longueur d'onde  $\lambda$  déterminée à la question 2.a. On dispose de la représentation graphique  $A = f([\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})])$  (figure 2).

- Justifier l'utilité de cette représentation graphique.
- Déterminer son équation.

4. À la date  $t = 0$ , on réalise le mélange suivant:

$V_1 = 10 \text{ mL}$  d'une solution  $S_1$  d'acide oxalique de concentration  $C_1 = 0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$V_2 = 10 \text{ mL}$  d'une solution  $S_2$  acidifiée de dichromate de potassium, de concentration  $C_2 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On agite et très rapidement, on place une partie du mélange dans une cuve que l'on place dans le spectrophotomètre. On relève alors la courbe  $A = f(t)$  (figure 3).

La solution contenue dans la cuve évolue dans le temps de la même façon que le mélange réactionnel.

Déduire de la courbe  $A = f(t)$ , la représentation graphique  $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})] = g(t)$ .

### 5. Questions

a. Dresser le tableau d'évolution du système.

b. En utilisant la réponse de la question 3.b et le tableau d'évolution, montrer que l'avancement  $x$  est relié à l'absorbance  $A$  par la formule:

$$x = \left(0,2 - \frac{A}{6}\right) \times 10^{-3}$$

c. Calculer  $x$  pour différentes valeurs de  $t$  (10 valeurs) et tracer la représentation graphique  $x = f(t)$ .

d. Trouver le réactif limitant. En déduire le temps de demi-réaction en supposant la réaction totale.

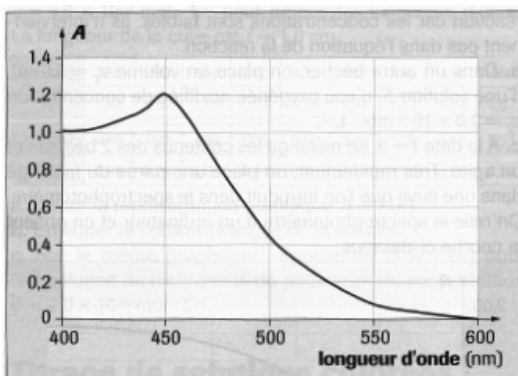


Figure 1

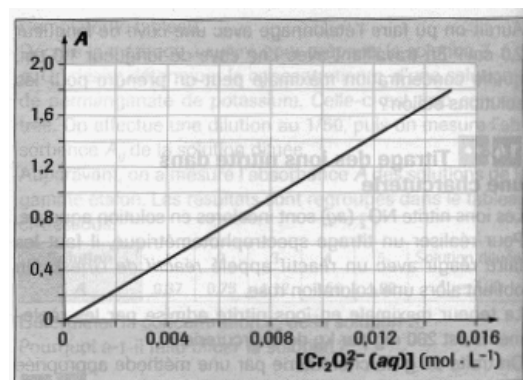
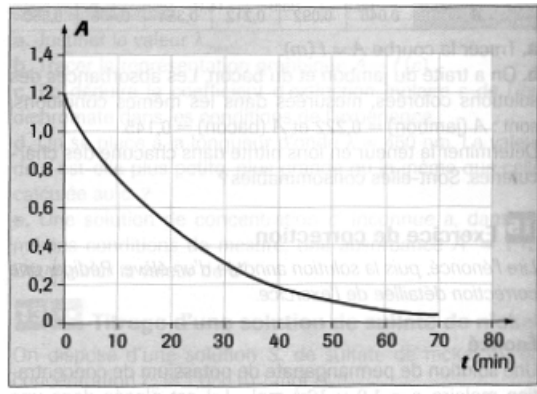


Figure 2

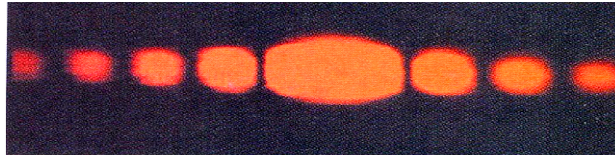


e 3

### Diffraction de la lumière.

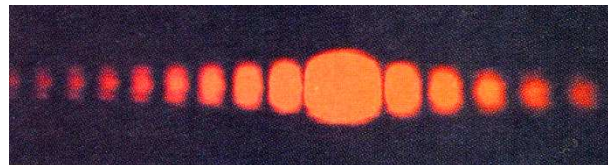
On dirige le faisceau laser vers une fente rectiligne de largeur  $a = 140 \mu\text{m}$ .  
 La longueur d'onde dans le vide de la lumière rouge émise par le laser est  $\lambda_0 = 650 \text{ nm}$ .  
 On obtient la figure de diffraction donnée en document 1 lorsque l'écran est placé à la distance  $D = 2,00 \text{ m}$ . On note  $L$  la largeur de la tache centrale de diffraction.

Document 1 :



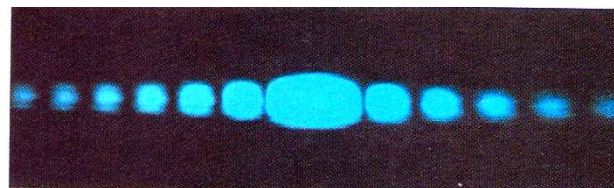
On utilise maintenant une fente de largeur  $a'$  plus large que la précédente, éclairée par le même laser dans les mêmes conditions expérimentales : on obtient la figure de diffraction donnée en document 2 :

Document 2 :



Si, tous les autres paramètres étant maintenus constants, on éclaire la première fente, de largeur  $a$ , par la lumière bleue d'un second laser, de longueur d'onde dans le vide  $\lambda_0'$  telle que  $\lambda_0' < \lambda_0$ , on obtient la figure de diffraction donnée en document 3 :

Document 3 :



1. La lumière émise par le laser est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier.
2. Les figures de diffraction observées résultent-elles de fentes horizontales ou verticales ?
3. On rappelle que l'angle  $\theta$  est l'angle sous lequel on voit la demi-tache centrale de diffraction depuis l'objet diffractant. En vous appuyant sur un schéma annoté, montrer que  $\theta = \frac{L}{2D}$ .  
 (On rappelle que, pour les angles petits et exprimés en radian,  $\tan \theta \approx \theta$ ).

4. On propose 3 relations entre  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $a$  :

$$(1) \quad \theta = \frac{\lambda}{a} \qquad (2) \quad \theta = \lambda \cdot a \qquad (3) \quad \theta = \frac{a}{\lambda}$$

où  $a$  est la largeur de la fente diffractante et  $\lambda$  la longueur d'onde de la lumière incidente.

4.1. Par une analyse dimensionnelle, montrer qu'il est possible d'éliminer l'une des trois relations proposées. On précise que  $\theta$  est une grandeur sans dimension.

4.2. Une modification de l'ouverture  $a$  provoque-t-elle une variation de  $\theta$  proportionnelle ou inversement proportionnelle à  $\theta$  ? Justifier en vous appuyant sur les figures de diffraction.

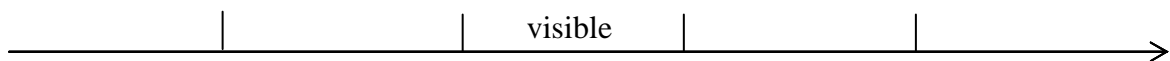
En déduire la relation correcte entre  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $a$ .

5.

5.1. Montrer que la longueur d'onde est donnée par  $\lambda_0 = \frac{L \cdot a}{2D}$ .

5.2. A partir de la mesure de  $L$  déduite de l'exploitation du document 3, Donner une estimation de la valeur numérique  $\lambda_0$ , longueur d'onde dans le vide du second laser utilisé.

6. La lumière visible ne constitue qu'une infime partie du spectre des ondes électromagnétiques :

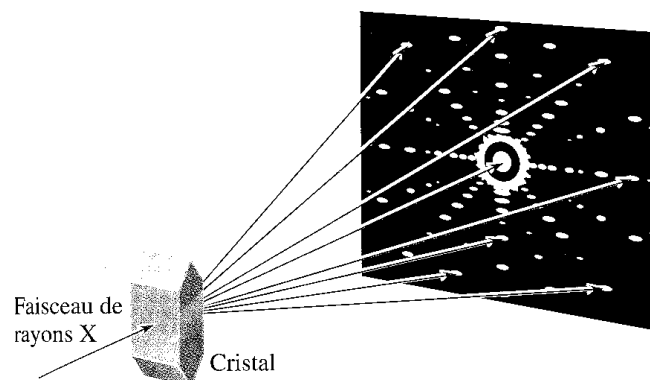


$\lambda$

6.1. Reproduire sur la copie le spectre représenté ci-dessus et indiquer les longueurs d'onde dans le vide correspondant aux limites de la lumière visible.

6.2. Indiquer sur le spectre les zones correspondant aux Infrarouges et aux Ultraviolets.

6.3. Les rayons X sont une autre composante du spectre électromagnétique. On utilise les rayons X en radiographie mais aussi en cristallographie pour déterminer, par diffraction, les caractéristiques des cristaux ioniques, formés de l'empilement régulier d'ions. (Voir figure ci-dessous)



On utilise un faisceau de rayons X de fréquence  $\nu = 2,00 \times 10^{18}$  Hz, qu'on dirige vers un cristal ionique. On observe que les RX sont diffractés, c'est à dire qu'on retrouve des faisceaux émergents dans des directions différentes de l'incidence. La déviation et l'intensité de ces faisceaux émergents dépendent de la nature du cristal cible.

7.3.1 Calculer la longueur d'onde dans le vide des RX utilisés.

7.3.2 Placer les rayons X sur le spectre électromagnétique

7.3.3 Quel est l'ordre de grandeur de la distance entre les objets diffractant dans le cristal ? Justifier brièvement.

Donnée :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$