

DEVOIR SURVEILLE DE SCIENCES PHYSIQUES TS4

RENDRE LE SUJET AVEC LA COPIE

PARTIE PHYSIQUE (10 points)

PARTIE A : DIFFRACTION

On se propose d'étudier la diffraction obtenue avec un faisceau laser passant à travers un trou circulaire.

On mesure, pour 4 ouvertures circulaires de diamètres a différents, le rayon r de la tache centrale de diffraction obtenue sur un écran situé à la distance $D = 4,50$ m du trou.

Les résultats expérimentaux sont consignés dans le tableau en annexe 3.

Le laser émet un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 670$ nm.

L'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale de diffraction et la première extinction a pour expression :

$$\theta = 1,22 \frac{\lambda}{a}$$

1. Faites un schéma de la situation en faisant apparaître les grandeurs : θ , a , r et D .

2. On propose 4 expressions pour le diamètre de l'ouverture circulaire :

1	$a = 1,22 \frac{\lambda \cdot D}{r}$	3	$a = 1,22 \frac{D^2}{\lambda \cdot r}$
2	$a = \frac{1}{1,22} \cdot \frac{r \cdot D}{\lambda}$	4	$a = \frac{1}{1,22} \cdot \frac{r \cdot \lambda}{D}$

a) Montrez, par analyse dimensionnelle, que l'une des expressions est manifestement fausse.

b) En analysant les résultats expérimentaux, trouvez la seule expression qui convient.

c) Retrouvez cette expression en utilisant le schéma de la question 1.

3. a) Après avoir complété la troisième ligne du tableau des résultats expérimentaux (annexe 1), tracez, sur papier millimétré, le graphe représentatif de la fonction $\frac{1}{a} \rightarrow r \left(\frac{1}{a} \right)$.

Echelles :

- en abscisse : 1 cm pour $1,00 \cdot 10^2 \text{ m}^{-1}$,

- en ordonnée : 1 cm pour $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}$.

b) A partir de ce graphe, trouvez la valeur de λ .

PARTIE B : DISPERSION

Données :

- indice de réfraction de l'air : $n = 1,000$

- indice de réfraction du Plexiglas pour une radiation monochromatique violette : $n_V = 1,500$

- indice de réfraction du Plexiglas pour une radiation monochromatique jaune : $n_J = 1,485$

On envoie, en un point I de la surface plane d'un héli-cylindre de Plexiglas, un mince faisceau parallèle de lumière monochromatique jaune (voir schéma en annexe 2). L'étude est limitée à un rayon lumineux de ce faisceau : son angle d'incidence est : $i = 75^\circ$.

On supposera qu'aucun phénomène de réflexion ne se produit sur la surface de séparation air/eau.

1. Après avoir rappelé la définition de l'indice de réfraction d'un milieu transparent, écrivez la seconde loi de Snell - Descartes pour un rayon lumineux qui passe d'un milieu transparent d'indice n_1 à un milieu transparent d'indice n_2 (on notera r l'angle de réfraction).

2. Calculez la valeur de l'angle de réfraction r_j du rayon jaune.
3. Sur le schéma de l'annexe 2, tracez la marche de ce rayon lumineux à travers l'hémi-cylindre puis à sa sortie.
4. Lorsqu'une onde lumineuse monochromatique passe d'un milieu transparent d'indice n_1 à un milieu transparent d'indice n_2 (rayez les mentions inutiles sans justifier) :

Sa vitesse change	OUI - NON
Sa couleur change	OUI - NON
Sa fréquence change	OUI - NON
Sa longueur d'onde change	OUI - NON

5. Au point I du dioptre plan air/Plexiglas, on fait maintenant arriver dans les mêmes conditions (même angle d'incidence) un faisceau parallèle de lumière polychromatique constituée de la radiation jaune précédente et d'une radiation monochromatique violette. Là encore, l'étude sera limitée à des rayons lumineux.

a) Des deux radiations jaune et violette, quelle est celle dont la vitesse de propagation est la plus grande dans le Plexiglas ?

a) Montrez que, dans le Plexiglas, il se propage deux rayons lumineux colorés faisant entre eux un angle θ .

b) Calculez la valeur de cet angle θ .

PARTIE CHIMIE (10 points)

ÉTUDE DE LA CINÉTIQUE D'UNE RÉACTION CHIMIQUE

Les parties A, B sont indépendantes.

Données : $M_K = 39,1 \text{ g/mol}$; $M_O = 16,0 \text{ g/mol}$; $M_{Cr} = 52,0 \text{ g/mol}$;

On dispose :

pipettes graduées de 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL

pipettes jaugées de 1,0 mL, 2,0 mL, 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL, 25,0 mL, 50,0 mL

fioles jaugées de 50,0 mL, de 100,0 mL et de 200,0 mL

bechers et éprouvettes graduées de 50 mL et 100 mL

d'une balance de précision et de coupelles de pesées

A. Première partie : Réalisation des solutions de dichromate de potassium.

1. La solution mère à une concentration $C_0 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

a. Indiquer le protocole expérimental qui a permis d'obtenir 100,0 mL de solution mère.

b. Un élève réalise cette solution après avoir pesé 0,60 g de soluté. Quelle est la concentration de sa solution ?

2. On souhaite réaliser des solutions filles de concentration $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et $10,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Donner le protocole expérimental pour obtenir 100,0 mL de la solution fille de $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

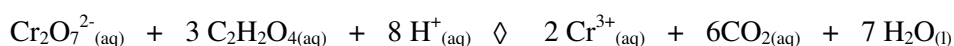
B. Deuxième partie : Présentation de la réaction et utilisation du spectrophotomètre

Réaction des ions dichromate avec l'acide oxalique

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 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4(\text{aq}) / \text{CO}_2(\text{aq})$.

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 est :



1. Écrire les demi-équations électroniques et préciser les substances réduites et oxydées.

2. Pour suivre la transformation, on décide d'utiliser une méthode spectrophotométrique. Pour cela, on commence par tracer la courbe donnant l'absorbance en fonction de la longueur d'onde $A = f(\lambda)$ pour les quatre solutions

filles de dichromate de potassium de concentration différentes. (*Figure 1* en annexe 3)

- A quelle longueur d'onde faut-il se placer pour déterminer le plus précisément possible la concentration des ions dichromate? Justifier la réponse.
- Justifier la couleur orangée de la solution.
- Indiquer sur la *figure 1* les concentrations correspondantes à chaque courbe. Justifier votre réponse.

3. Le spectrophotomètre, relié à l'ordinateur, permet d'obtenir la courbe $A = f(C)$. On se place pour cela à la longueur d'onde déterminée à la question 2.a..

On dispose de la représentation graphique $A = f([Cr_2O_7^{2-}(aq)])$ (*Figure 2* en annexe 3).

- Comment peut-on obtenir cette courbe $A = f([Cr_2O_7^{2-}(aq)])$ à partir des données de la *figure 1*?
- Justifier l'utilité de cette représentation graphique.
- Déterminer son équation.

C. Troisième partie : Etude de la cinétique au spectrophotomètre

A la date $t = 0$, on réalise le mélange suivant:

- $v_1 = 10,0$ mL d'une solution S_1 , d'acide oxalique de concentration $c_1 = 0,40$ mol.L⁻¹.
- $v_2 = 10,0$ mL d'une solution S_2 acidifiée de dichromate de potassium, de concentration $c_2 = 2,0 \cdot 10^{-2}$ mol.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* en annexe 3).

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

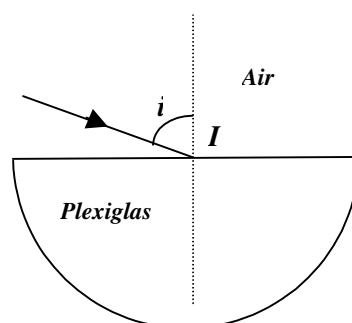
- Compléter le *tableau 1* en annexe 3, d'évolution du système.
- Préciser le réactif limitant.
 - En utilisant la réponse de la question B3.c et le tableau d'évolution, montrer que l'avancement x est relié à l'absorbance A par la formule: $x = (0,2 - \frac{A}{6}) \times 10^{-3}$.
- Définir la vitesse volumique de la réaction.
 - Expliquer comment déterminer cette vitesse à partir du graphe $A = f(t)$.
 - Déterminer sa valeur à $t = 20$ min
- Déterminer, après l'avoir défini, le temps de demi-réaction.

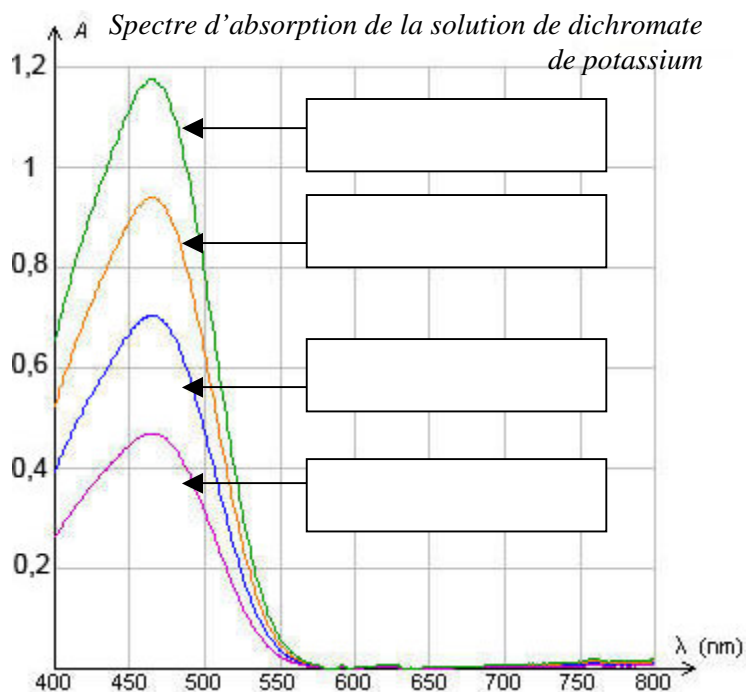
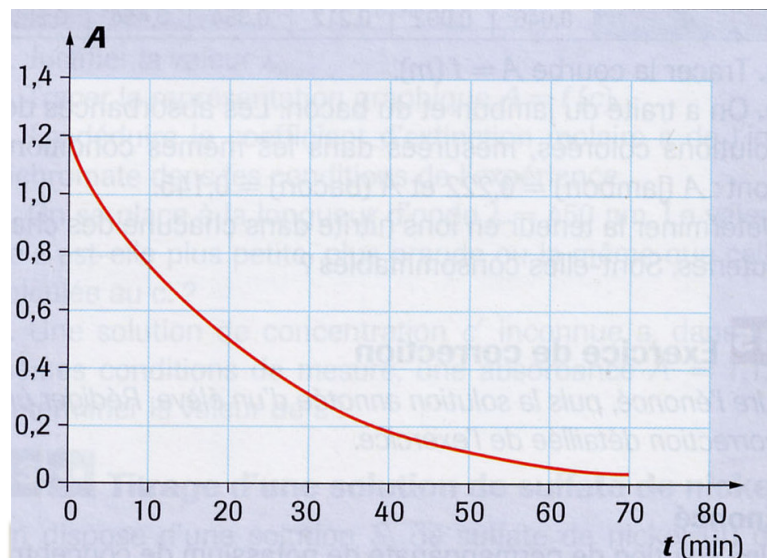
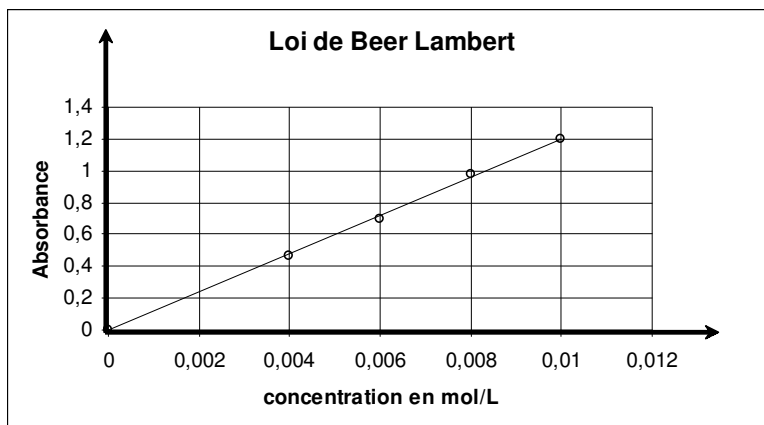
Bon courage et pensez que toute réponse se justifie.

ANNEXE 1

a (en m)	$4,90 \times 10^{-4}$	$6,20 \times 10^{-4}$	$8,20 \times 10^{-4}$	$1,23 \times 10^{-3}$
r (en m)	$7,5 \times 10^{-3}$	$6,0 \times 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-3}$
$1/a$ (en m ⁻¹)				

ANNEXE 2



ANNEXE 3**Figure 1****Figure 3****Figure 2****Tableau 1**

Réaction	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 3 \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons 2 \text{Cr}^{3+} + 6 \text{CO}_2(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$						
Date	Avancement (mol)	Quantités (mol)					
		$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$	$n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$	$n(\text{H}^+)$	$n(\text{Cr}^{3+})$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$
$t = 0$	$x = 0$			excès			excès
t	x			excès			excès
t_∞	$x = x_{\text{max}}$			excès			excès