

TS - DS 2 - 2h
Physique 3 : La lumière, modèle ondulatoire.
Chimie 4 : Vitesse d'une réaction chimique.

Toute réponse doit être rédigée avec une phrase. La clarté, la précision de l'explication ainsi que l'orthographe rentrent en compte dans la notation de votre copie.

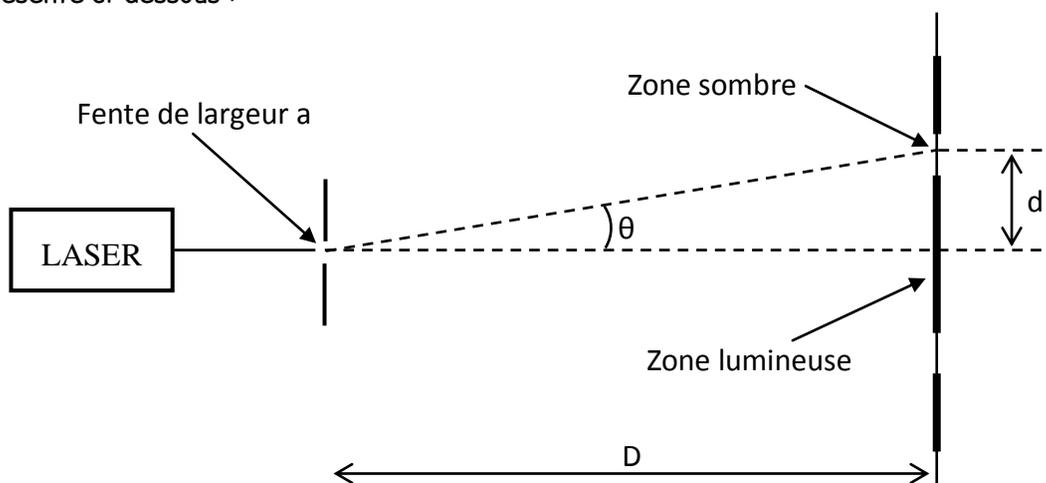
Laisser une marge en haut et à gauche de la copie. Le barème est donné à titre indicatif.

L'usage de la calculatrice est autorisé **LES TÉLÉPHONES PORTABLES SONT INTERDITS**

CARACTÈRE ONDULATOIRE DE LA LUMIÈRE (10 points)

Amérique du sud, 2009

On réalise une expérience en utilisant un LASER, une fente de largeur réglable et un écran blanc. Le dispositif (vu de dessus) est représenté ci-dessous :



Les mesures de la largeur de la fente a , de la distance de la fente à l'écran D et de la largeur de la zone lumineuse centrale $2d$ conduisent aux résultats suivants :

$a = 0,200 \text{ mm}$

$D = 2,00 \text{ m}$

$2d = 12,6 \text{ mm}$

1. Quel est le nom du phénomène observé ?

2. Exploitation des résultats de l'expérience.

2.1. L'angle θ étant « petit », on peut faire l'approximation : $\tan \theta \approx \theta$ (en rad).

En utilisant les résultats des mesures, calculer la valeur de l'angle θ en radians.

2.2. Donner la relation qui lie les grandeurs θ (écart angulaire), λ (longueur d'onde de la lumière) et a (largeur de la fente). Indiquer les unités dans le système international. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ .

2.3. Quelle est la relation entre λ (longueur d'onde de la lumière), c (célérité de la lumière) et ν (fréquence de la lumière) ? Indiquer les unités dans le système international.

2.4. Indiquer comment varie d lorsque :

- on remplace la lumière émise par le LASER (lumière rouge) par une lumière bleue ?
- on diminue la largeur de la fente a ?

2.5. Qu'est-ce qui différencie une lumière monochromatique d'une lumière polychromatique ?

3. Dispersion de la lumière.

On remplace le LASER par une source de lumière blanche et la fente par un prisme en verre.

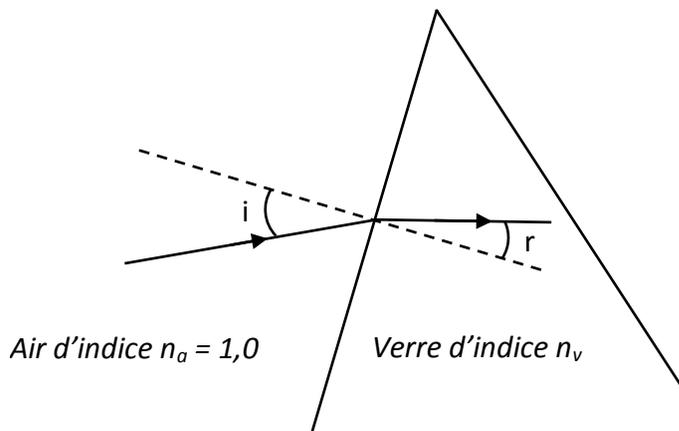
3.1. Quelle est la grandeur qui ne change pas lors du passage d'une radiation de l'air dans le verre : la longueur d'onde, la fréquence ou la célérité ?

3.2. Donner la relation qui définit l'indice de réfraction d'un milieu transparent pour une radiation lumineuse monochromatique, en précisant la signification des symboles utilisés.

3.3. On donne : célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; indice du verre utilisé $n = 1,50$ pour une radiation lumineuse donnée. Calculer la célérité de cette radiation dans le verre.

3.4. Qu'appelle-t-on milieu dispersif ?

Lorsque la lumière passe de l'air dans le prisme, elle est déviée :



Relation de Descartes pour une lumière monochromatique :
 $n_a \cdot \sin i = n_v \cdot \sin r$

On observe que si on fixe la valeur de i , la valeur de r varie lorsque la fréquence de la radiation incidente varie.

3.5. Dédire de ces informations, à partir de la relation de Descartes et de la définition de l'indice de réfraction que le verre est dispersif.

ÉTUDE CINÉTIQUE D'UNE RÉACTION (10 points)

Afrique 2007

1. La transformation étudiée.

Le 2-chloro-2-méthylpropane réagit sur l'eau pour donner naissance à un alcool. Cet alcool est le 2-méthylpropan-2-ol. La réaction est lente et totale.

On peut modéliser cette transformation par :



Données :

Masse molaire du 2-chloro-2-méthylpropane : $M = 92,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; masse volumique : $\rho = 0,85 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

La conductivité d'un mélange est donnée par $\sigma = \sum_i \lambda_i^0 [X_i]$ où $[X_i]$ désigne la concentration des espèces ioniques présentes dans le mélange, exprimée en $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$.

Conductivités molaires ioniques : $\lambda^0(\text{H}_3\text{O}^+) = 349,8 \cdot 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$; $\lambda^0(\text{Cl}^-) = 76,3 \cdot 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$

Protocole observé :

Dans une fiole jaugée, on introduit 1,0 mL de 2-chloro-2-méthylpropane et de l'acétone afin d'obtenir un volume de 25,0 mL d'une solution S.

Dans un bécher, on place 200,0 mL d'eau distillée dans laquelle est immergée la sonde d'un conductimètre. Puis à l'instant $t = 0 \text{ min}$, on déclenche un chronomètre en versant 5,0 mL de la solution S dans le bécher.

Un agitateur magnétique permet d'homogénéiser la solution obtenue, on relève la valeur de la conductivité du mélange au cours du temps.

- 1.1. Montrer que la quantité initiale de 2-chloro-2-méthylpropane introduite dans le dernier mélange est $n_0 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.
- 1.2. Compléter le tableau d'avancement donné en ANNEXE 1 (à rendre avec la copie). Quelle relation lie $[\text{H}_3\text{O}^+]$ et $[\text{Cl}^-(\text{aq})]$ à chaque instant ?
- 1.3. Donner l'expression de la conductivité σ du mélange en fonction de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ et des conductivités molaires ioniques.
- 1.4. Donner l'expression de la conductivité σ du mélange en fonction de l'avancement x de la réaction, du volume V du mélange réactionnel et des conductivités molaires ioniques des ions présents dans la solution.
- 1.5. Pour un temps très grand, la conductivité notée σ_∞ du mélange ne varie plus. Sachant que $\sigma_\infty = 0,374 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$, vérifier que la transformation envisagée est bien totale.
- 1.6. Exprimer le rapport $\frac{\sigma}{\sigma_\infty}$. En déduire l'expression de l'avancement x en fonction de σ , σ_∞ et de l'avancement maximal x_{max} de la réaction.
- 1.7. Pour $\sigma = 0,200 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$, quelle est la valeur de x ?

2. Exploitation des résultats.

L'expression établie en 1.6 permet de construire la courbe montrant les variations de l'avancement x de la réaction en fonction du temps. La courbe est donnée en **ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)**.

La vitesse volumique v de réaction est donnée par la relation: $v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$ où V est le volume de la solution et x l'avancement de la réaction.

- 2.1. Expliquer la méthode qui permettrait d'évaluer graphiquement cette vitesse à un instant donné.
- 2.2. À l'aide de la courbe, indiquer comment évolue cette vitesse au cours du temps.
- 2.3. Quel facteur cinétique permet de justifier cette évolution ?
- 2.4. Définir le temps de demi-réaction et estimer graphiquement sa valeur.
- 2.5. On réalise maintenant la même expérience à une température plus élevée.
 - 2.5.1. Dessiner qualitativement sur le graphique de l'**ANNEXE 2** l'allure de la courbe montrant les variations de l'avancement x au cours du temps.
 - 2.5.2. La valeur du temps de demi-réaction est-elle identique, inférieure ou supérieure à la valeur précédente ? Justifier.

ANNEXE 1 (à rendre avec la copie)

Équation chimique		$(\text{CH}_3)_3\text{C-Cl(l)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)} = (\text{CH}_3)_3\text{C-OH(l)} + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-(\text{aq})$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (en mol)				
État initial	0	n_0	excès			
État intermédiaire	x		excès			
État final	x_{max}		excès			

ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)

