

Devoir surveillé de Sciences Physiques n°2 Classe de TS₂

Autour du platine Partie physique (12 points)

La production de certains catalyseurs nécessite de déposer un métal noble comme le platine sur un support inerte comme de la silice (SiO_2). La silice commerciale se présente sous forme de petits grains blancs de tailles différentes : il est nécessaire de trier ces grains à l'aide de tamis pour fabriquer des catalyseurs tous identiques.

Le but de cet exercice est de vérifier la taille des mailles d'un tamis en effectuant une expérience de diffraction par un faisceau LASER.

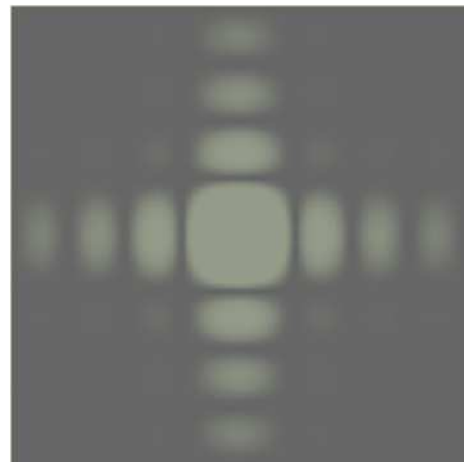
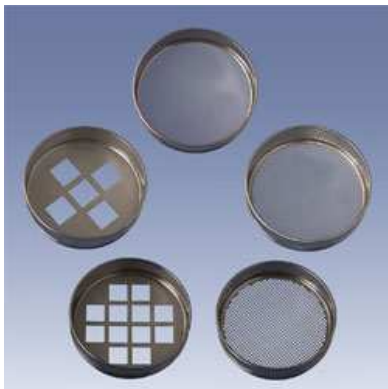
Partie 1 : Généralités sur les ondes

1.1. Définir la notion d'onde.

1.2. On différencie deux types d'onde selon la direction de la propagation et celle de la perturbation. Nommer chaque type et donner un exemple pour chacun.

Partie2 : Lumière LASER

Un faisceau LASER monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 532 \text{ nm}$ et se propageant dans l'air, est dirigé vers un tamis de laboratoire (sorte de grille) à maille carrée de côté a . On observe sur un écran une figure de diffraction identique à celle représentée ci-dessous. La tache centrale est un carré de côté $L = 2,66 \text{ cm}$.



2.1. Quel caractère de la lumière l'apparition d'une figure de diffraction met-elle en évidence ?

2.2. Dans quelle condition ce phénomène est-il observable ?

2.3. Une onde lumineuse est caractérisée par une périodicité spatiale et une périodicité temporelle. Nommer ces périodicités et préciser leur unité.

2.4. Rappeler la relation qui lie la longueur d'onde dans le vide λ_0 , la célérité de la lumière c dans le vide et la période T_0 . Exprimer puis calculer la valeur de la fréquence ν_0 correspondante.

Donnée : Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

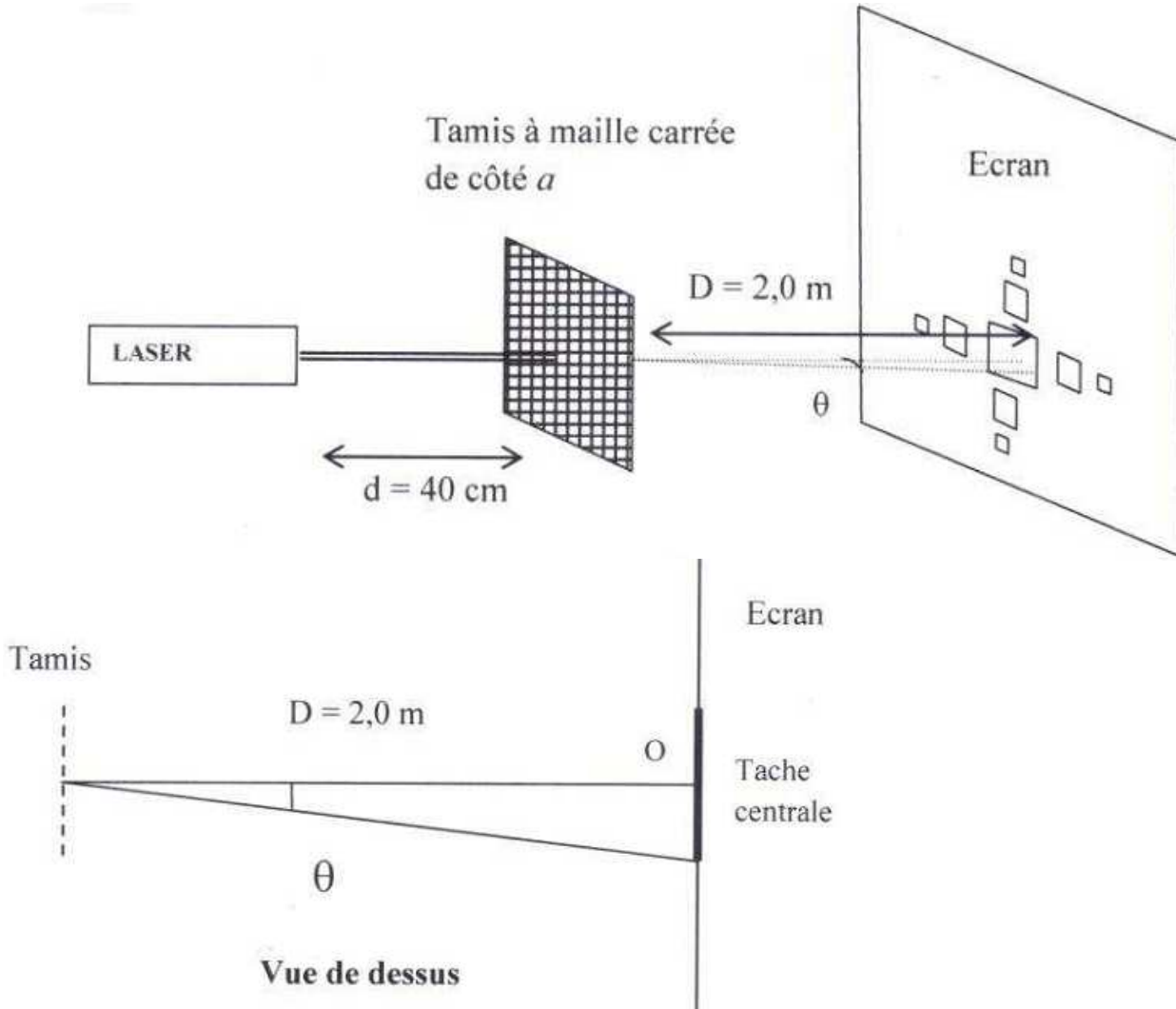
2.5. Calculer l'énergie associée à un photon LASER de fréquence ν_0 .

Donnée : Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;

2.6. On considérera par la suite que les longueurs d'onde dans l'air et dans le vide sont identiques. Quelle propriété de l'air, vis-à-vis de la lumière, permet de faire cette approximation ? Citer un milieu qui n'a pas cette propriété.

Partie 3 : Dimension des mailles du tamis

Le LASER est placé à une distance $d = 40$ cm du tamis ; la distance entre le tamis et l'écran vaut $D = 2,0$ m.



Un tamis à maille carrée possède des propriétés diffractantes identiques à celles observées lors de la superposition de deux fentes allongées de même largeur et disposées perpendiculairement l'une par rapport à l'autre.

3.1. Montrer, en s'aidant du schéma, que l'écart angulaire θ noté sur le schéma peut s'écrire $\theta = \frac{\lambda}{2D}$. On se placera dans l'approximation des petits angles : $\tan \theta = \theta$ (rad).

3.2. Rappeler la relation qui lie l'écart angulaire θ à la longueur d'onde λ et au côté a de la maille.

3.3. Exprimer puis calculer la dimension a d'une maille du tamis en utilisant les données expérimentales données ci-dessus.

Partie 4 Niveaux d'énergie du platine.

On fournit en feuille annexe le diagramme simplifié des niveaux d'énergie du platine. Par convention, on a fixé à une valeur nulle le niveau d'énergie le plus faible, noté E_0 .

4.1 Comment nomme-t-on le niveau E_0 ? Les niveaux E_1 , E_2 , E_3 et E_4 ?

4.2 L'énergie du laser utilisé dans la partie 3 vaut 2,3 eV. La radiation monochromatique constituant sa lumière peut-elle être absorbée par le platine? Justifier.

Un atome de platine est dans le niveau d'énergie E_4 . Il subit une transition spontanée vers le niveau d'énergie E_0 pour retrouver son maximum de stabilité.

4.2.1 Faire apparaître cette transition sur le diagramme des niveaux d'énergie.

4.2.2 Déterminer la quantité d'énergie mise en jeu lors de cette transition.

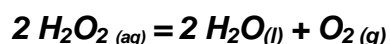
4.2.3 En déduire la longueur d'onde du photon associé à l'onde électromagnétique émise. Cette onde appartient-elle au domaine lumineux? Si oui, quelle couleur lui est-elle associée ?

Autour du platine Partie chimie (8 points)

L'eau oxygénée commerciale est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène utilisée comme désinfectant pour des plaies, pour l'entretien des lentilles de contact ou comme agent de blanchiment.

Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) intervient dans deux couples oxydant-réducteur : $H_2O_2(aq) / H_2O(l)$ et $O_2(g) / H_2O_2(aq)$.

Le peroxyde d'hydrogène est capable dans certaines conditions de réagir sur lui-même c'est à dire de se dismuter selon l'équation de réaction suivante :



| |
|------------|
| Réaction 1 |
|------------|

Cette réaction est lente à température ordinaire mais sa vitesse peut être augmentée en présence d'un catalyseur.

La dismutation du peroxyde d'hydrogène est une réaction lente mais qui peut être accélérée en utilisant par exemple des ions fer III ($Fe^{3+}_{(aq)}$) présents dans une solution de chlorure de fer III, un fil de platine ou de la catalase, enzyme se trouvant dans le sang.

1. Donner la définition d'un catalyseur.

2. À quel type de catalyse correspond la catalyse réalisée par un fil de platine ?

La transformation étudiée est catalysée par le platine. On mélange 10,0 mL de la solution commerciale d'eau oxygénée avec 85 mL d'eau. À l'instant $t = 0$ s, on introduit dans le système un fil de platine. On récupère grâce à un dispositif adéquat le dioxygène formé et on mesure son volume au cours du temps. On peut ainsi, par calcul, déterminer la concentration en eau oxygénée.

3. Compléter le tableau d'avancement fournit en feuille annexe.

4. En utilisant le tableau d'évolution du système, exprimer l'avancement de la transformation $x(t)$ en fonction de $n_t(O_2)$ quantité de dioxygène présent à l'instant t

5. La vitesse volumique v de la transformation chimique est définie comme étant le rapport de la dérivée de l'avancement $x(t)$ en fonction du temps par le volume V du système :

En utilisant la relation obtenue à la question 4., montrer que cette vitesse v peut être exprimée par la relation suivante :

$$v = \frac{1}{V \times V_{\text{molaire}}} \frac{dv_{\text{O}_2}}{dt}$$

On rappelle que $\frac{d(kf)}{dt} = k \frac{df}{dt}$ si k est une constante.

$$n_{\text{gaz}} = \frac{V_{\text{gaz}}}{V_{\text{molaire}}}$$

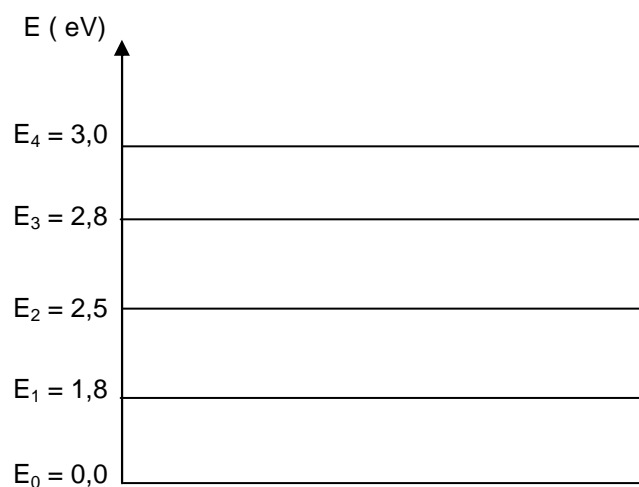
6. En s'aidant de la relation précédente et de la courbe d'évolution du volume de dioxygène dégagé en fonction du temps fournie en feuille annexe, indiquer comment évolue la vitesse de la transformation chimique au cours du temps. Expliquer le raisonnement.
7. Comment peut-on expliquer que la vitesse évolue de cette manière au cours de la transformation ?
8. Donner la définition du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
9. Déterminer graphiquement la valeur de $t_{1/2}$.
10. Si la transformation chimique étudiée avait été réalisée sans catalyseur, comment aurait évolué le temps de demi-réaction ? Justifier graphiquement votre réponse..

Feuille annexe

Nom

Prénom

Partie Physique : Diagramme des niveaux d'énergie



Partie Chimie : Tableau d'avancement

| Équation chimique | | $2 \text{H}_2\text{O}_{2(aq)} = 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$ | | |
|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------|
| État du système | Avancement (en mol) | Quantités de matière (en mol) | | |
| État initial | $x = 0$ | $n_0 (\text{H}_2\text{O}_2)$ | | $n_0 (\text{O}_2) = 0$ |
| État en cours de transformation | $x(t)$ | | X | |
| État final | x_{max} | | X | |

Partie Chimie : Courbe d'évolution du volume de dioxygène au cours du temps.

