

## Devoir de sciences physiques n°2 Classe de TS1

### Partie Physique ( 10 points )

Un faisceau de lumière, parallèle monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda$ , produit par une source laser arrive sur un fil vertical, de diamètre  $a$  ( $a$  est de l'ordre du dixième de millimètre). On place un écran à une distance  $D$  de ce fil; la distance  $D$  est grande devant  $a$  (cf. **figure 1**).

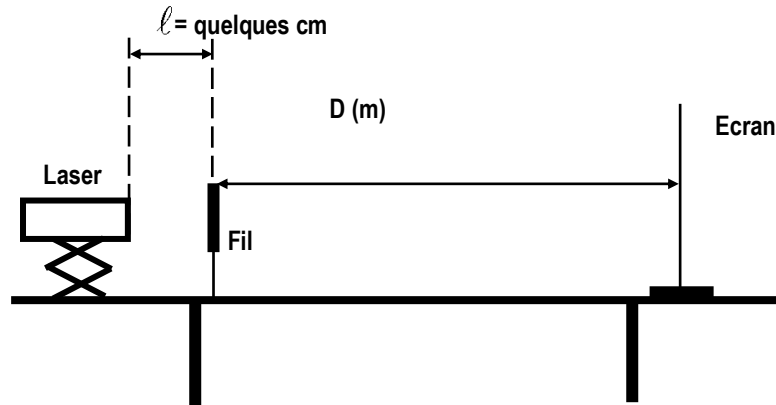


Figure 1

1. La **figure 2 de l'annexe** à rendre avec la copie présente l'expérience vue de dessus et la figure observée sur l'écran.  
Quel enseignement sur la nature de la lumière ce phénomène apporte-t-il ? Nommer ce phénomène.
2. Faire apparaître sur la **figure 2 de l'annexe** l'écart angulaire ou demi-angle de diffraction  $\theta$  et la distance  $D$  entre l'objet diffractant (en l'occurrence le fil) et l'écran.
3. En utilisant la **figure 2 de l'annexe** exprimer l'écart angulaire  $\theta$  en fonction des grandeurs  $L$  et  $D$  sachant que pour de petits angles exprimés en radian :  $\tan \theta = \theta$ .
4. Quelle expression mathématique lie les grandeurs  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $a$  ? (On supposera que la loi est la même que pour une fente de largeur  $a$ ). Préciser les unités respectives de ces grandeurs physiques.
5. En utilisant les résultats précédents, montrer que la largeur  $L$  de la tâche centrale de diffraction s'exprime par :

$$L = 2 \cdot \frac{\lambda \cdot D}{a}$$

6. On dispose de deux fils calibrés de diamètres respectifs  $a_1 = 60 \mu\text{m}$  et  $a_2 = 80 \mu\text{m}$ . On place successivement ces deux fils verticaux dans le dispositif présenté par la **figure 1**. On obtient sur l'écran deux figures de diffraction distinctes notées A et B (cf. **figure 3 annexe**). Associer, en le justifiant, à chacun des deux fils la figure de diffraction qui lui correspond.

On cherche maintenant à déterminer expérimentalement la longueur d'onde dans le vide  $\lambda$  de la lumière monochromatique émise par la source laser utilisée.

Pour cela, on place devant le faisceau laser des fils calibrés verticaux.

On désigne par «  $a$  » le diamètre d'un fil. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance  $D = 2,50 \text{ m}$  des fils.

Pour chacun des fils, on mesure la largeur  $L$  de la tâche centrale de diffraction.

On trace la courbe  $L = f(1/a)$  (cf. **figure 4, annexe**)

7. La lumière émise par la source laser est dite monochromatique. Quelle est la signification de ce terme ?
8. Montrer que l'allure de la courbe  $L = f(1/a)$  obtenue est en accord avec l'expression de L donnée en 5.
9. Donner l'équation de la courbe  $L = f(1/a)$  et en déduire la longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide de la lumière monochromatique constitutive du faisceau laser utilisé.
10. Calculer la fréquence de la lumière monochromatique émise par la source laser.

### Partie Chimie ( 10 points )

Les oxydes d'azote ( $N_2O$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ...) sont émis dans l'atmosphère par les installations de chauffage, les automobiles, les centrales thermiques, les volcans ou les orages.  
Ils participent à 3 phénomènes différents de pollution atmosphérique :

- formation de pluies acides,
- pollution photochimique : création de composés oxydants tels que l'ozone,
- augmentation de l'effet de serre.

À température élevée, le pentaoxyde de diazote, de formule  $N_2O_5$  se décompose selon la réaction lente suivante :



On se propose d'étudier la cinétique de cette réaction lente et totale.

#### Protocole expérimental

On place du pentaoxyde de diazote dans une enceinte fermée de volume  $V = 0,50$  L à température constante  $T=318$  K.

Un baromètre mesure l'évolution de la pression P de l'enceinte en fonction du temps.

À  $t = 0$ , on mesure une pression  $P_0 = 463,8$  hPa =  $4,638 \times 10^4$  Pa.

Les mesures du rapport  $\frac{P}{P_0}$  en fonction du temps sont reportées dans le tableau ci-dessous.

Dates t en s	0	10	20	40	60	80	100
$\frac{P}{P_0}$	1,000	1,435	1,703	2,047	2,250	2,358	2,422

Tableau : mesure du rapport  $\frac{P}{P_0}$  en fonction du temps.

À partir de ces mesures, il est possible de déterminer l'avancement x de la réaction en fonction du temps et de représenter le graphique de l'avancement x en fonction du temps (**figure 2 de l'annexe à remettre avec la copie**).

#### Données :

Constante des gaz parfaits  $R = 8,31$  J.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>.

Équation d'état des gaz parfaits :  $PV = n_G RT$ ,  $n_G$  correspondant à la quantité de matière totale de gaz du système chimique. On rappelle que dans cette expression P est en Pascal (Pa), V en mètres cubes (m<sup>3</sup>),  $n_G$  en nombre de moles (mol) et T en Kelvin (K).

On considère que tous les gaz se comportent, au cours de l'expérience, comme des gaz parfaits.

## Questions

1. Soit  $n_0$  la quantité de matière initiale du pentaoxyde de diazote.

1.1. Montrer que  $n_0 = 8,8 \cdot 10^{-3}$  mol.

1.2. Compléter le tableau d'avancement de la transformation chimique étudiée en **annexe figure 1 à remettre avec la copie**.

1.3. Montrer que l'avancement maximal  $x_{\max}$  de la réaction a pour valeur 4,4 mmol.

2. Pour réaliser ce suivi temporel de la réaction, il a fallu trouver la relation entre  $\frac{P}{P_0}$  et  $x$ .

2.1. En utilisant le tableau d'avancement, montrer que la quantité de matière totale de gaz  $n_G$  vaut  $n_0 + 3x$

2.2. En déduire, en appliquant l'équation d'état des gaz parfaits, la relation suivante :

$$\frac{P}{P_0} = 1 + \frac{3x}{n_0}$$

2.3. En utilisant le résultat du 1.3, calculer le rapport  $\frac{P_{\max}}{P_0}$  où  $P_{\max}$  est la valeur de la pression de l'enceinte lorsque l'avancement maximal est atteint.

2.4. Justifier à l'aide du tableau de mesures en **page précédente** que la réaction n'est pas terminée à  $t=100$ s.

3. Étude de la cinétique de la réaction.

Le volume  $V$  de l'enceinte étant constant, on définit la « vitesse volumique » de la réaction par :

$$v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$

3.1. Comment varie la vitesse volumique de réaction au cours du temps ? Justifier à l'aide de la courbe en **annexe figure 2 à remettre avec la copie**.

3.2 Définir le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  et déterminer sa valeur à l'aide du graphe.

## Annexes Physique

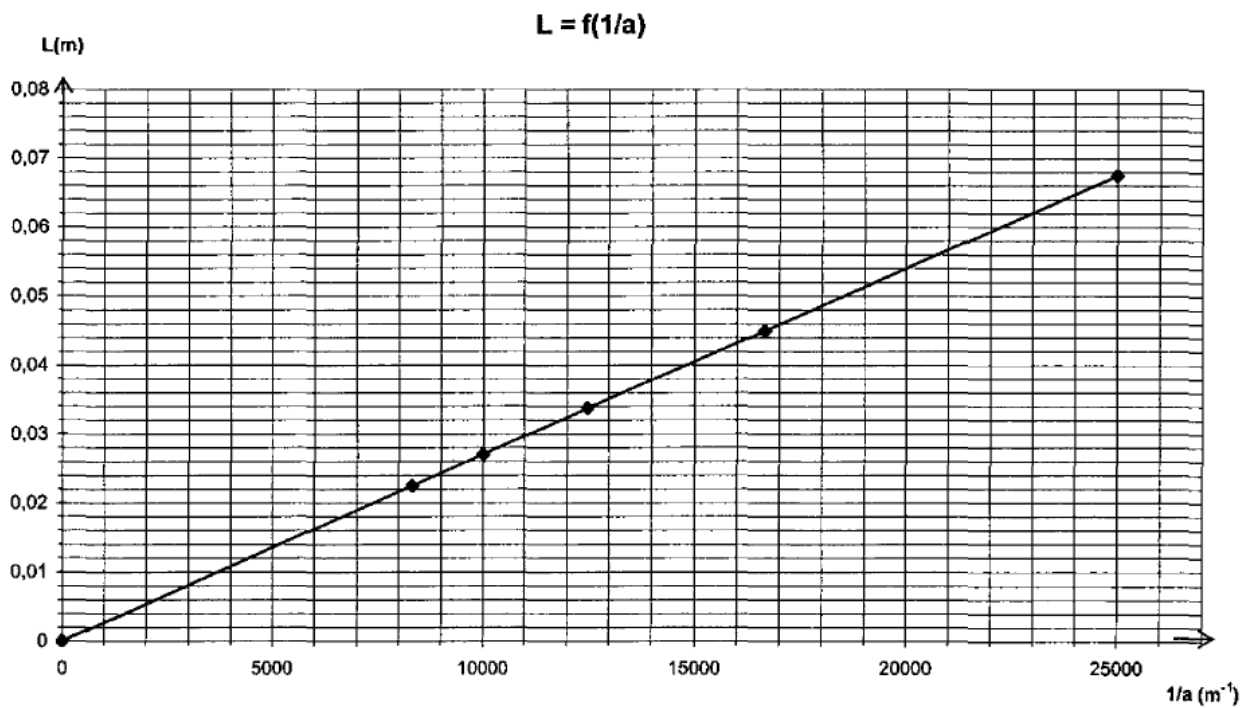
**Figure 2 ( questions 1, 2 et 4 )** Vue du dessus, le fil est perpendiculaire au plan de la figure.



**Figure 3 ( question 6 )**



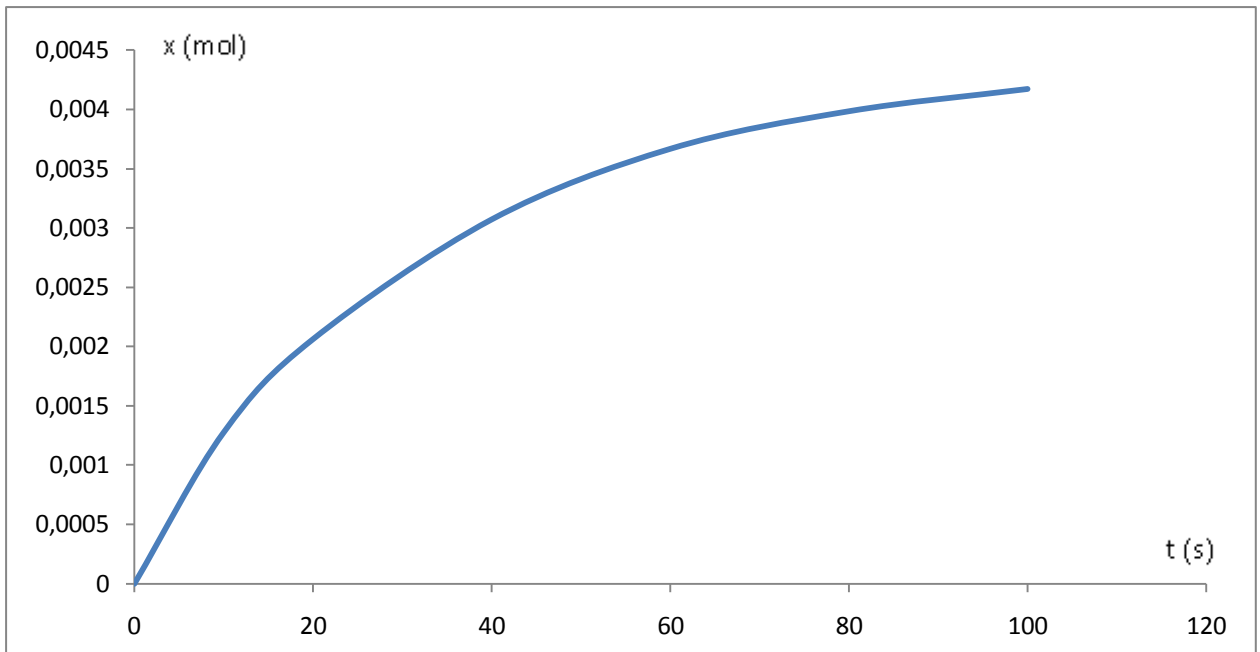
**Figure 4 ( questions 8 et 9 )**



**Tableau d'avancement ( question 1.2)**

Équation de la réaction		$2 \text{ N}_2\text{O}_5 (\text{g}) = 4 \text{ NO}_2(\text{g}) + \text{ O}_2(\text{g})$		
État	Avancement	$n(\text{N}_2\text{O}_5)$	$n(\text{NO}_2)$	$n(\text{O}_2)$
Initial	0			
Intermédiaire	x			
Final	$x_{\text{max}}$			

**Avancement en fonction du temps ( question 3.1 )**



**Figure 2**