T spé	Devoir surveillé N°2	Vendredi 16/10/2026

Nom et Prénom : ……

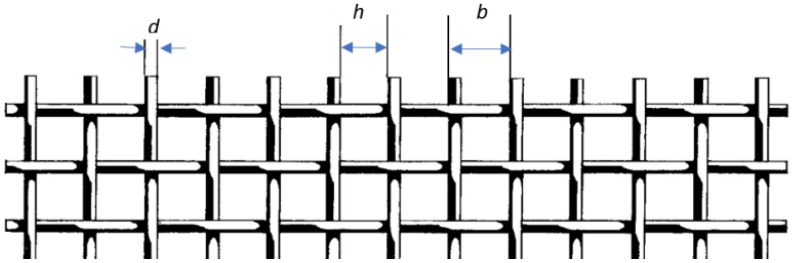
Exercice 1 (8 points)

L'aérogommage consiste à projeter, grâce à de l'air sous pression, une poudre abrasive pour éliminer la peinture ou les salissures présentes sur la surface d'un matériau.
Une fois l'opération terminée, la poudre utilisée est recyclée en la faisant passer à travers un tamis qui retient les déchets.



Figure 1 : Nettoyage d'une surface par aérogommage
Source : https://igcs.be/nettoyage-par-aerogommage/

Un tamis est un réseau plus ou moins serré de fils caractérisé par l'espace intermaille noté h (figure 2). Pour simplifier, on suppose que toutes les particules solides considérées dans cet exercice sont sphériques. Celles qui peuvent passer au travers de la maille ont donc un diamètre inférieur à h.



d : diamètre d'un fil
h : espace intermaille
b : distance entre deux fils parallèles $b = d + h$

Figure 2 : Schéma de la maille d'un tamis

L'objectif de cet exercice est de déterminer la valeur de l'espace intermaille h d'un tamis disponible au laboratoire pour savoir s'il peut être utilisé. On réalise pour cela le dispositif expérimental présenté dans la figure 3.

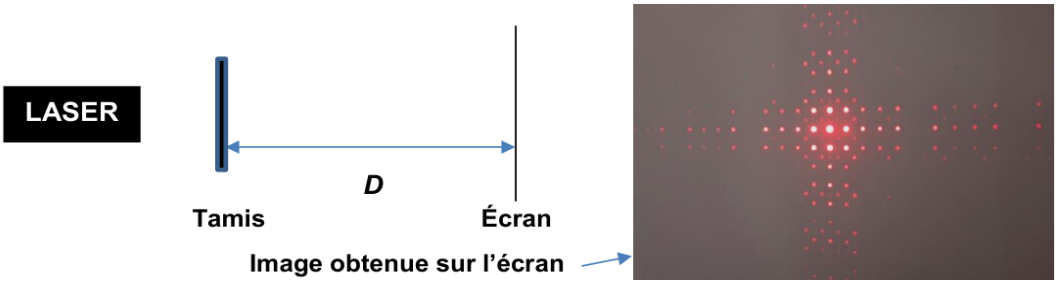


Figure 3 : Dispositif expérimental utilisé

Données :

- diode laser de longueur d'onde $\lambda = 650\ nm$;
- diamètre des fils du tamis testé : $d = 0{,}20\ mm$;
- l'expression de l'interfrange i (distance entre deux points brillants voisins) est donnée par la relation : $i = \frac{\lambda \times D}{b}$

1. Nommer le phénomène mis en évidence sur l'écran (figure 3) et préciser à quoi correspondent les zones sombres et brillantes. — 2

On réalise une première expérience avec le tamis du laboratoire en plaçant l'écran à une distance D = 35 cm du tamis. La figure obtenue est alors trop petite pour pouvoir mesurer l'interfrange i.

2. Proposer, en la justifiant, une modification du dispositif expérimental permettant d'obtenir une figure plus grande, sans changer le matériel utilisé. — 1

On refait l'expérience pour une distance $D = 2{,}10\ m$. Les résultats obtenus après analyse par un logiciel de traitement d'image sont donnés dans la figure 4.

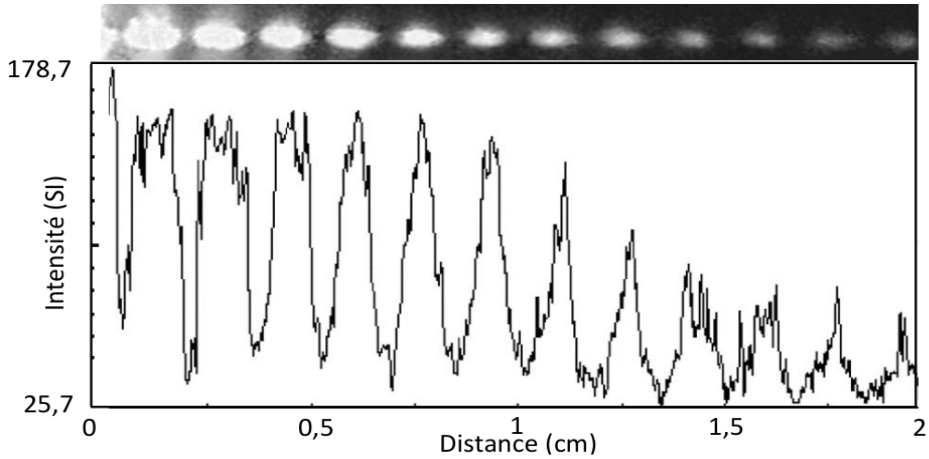


Figure 4 : Intensité lumineuse relative en fonction de la position sur l'écran

3. À l'aide de la figure 4, montrer que l'interfrange vaut environ $i = 1{,}6\ mm$ en détaillant la méthode employée. — 2

4. Déduire la valeur de b, puis la valeur de h à l'aide des données et de la question 3. — 2

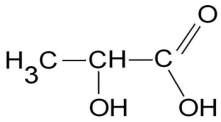
Pour nettoyer une surface dure, on utilise une poudre formée de grains de diamètre $500\ \mu m$. On suppose que le diamètre des déchets est d'au moins $1\ mm$.

5. Indiquer si ce tamis peut être utilisé pour le recyclage de cette poudre. — 1

Exercice 2 (12 points)

Plusieurs fabricants d'électroménager recommandent d'utiliser des détartrants à base d'acide lactique. En plus d'être efficace contre le tartre, cet acide est biodégradable et non corrosif.
Un détartrant commercial est conditionné sous forme liquide. Pour détartrer une bouilloire, on prépare une solution aqueuse S d'acide lactique de volume $V = 1{,}00\ L$ en dissolvant une quantité de matière initiale $n_0 = 1{,}00 \times 10^{-2}$ mol d'acide lactique pur dans l'eau distillée. Aucun produit n'est présent initialement.

Données

- Formule semi-développée de l'acide lactique : 
- Électronégativités : $\chi(\mathrm{H}) = 2{,}1$; $\chi(\mathrm{C}) = 2{,}5$; $\chi(\mathrm{O}) = 3{,}5$.
- Concentration molaire standard : $c^\circ = 1{,}0\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$.
- Constante d'équilibre de la réaction de l'acide lactique avec l'eau : $K = 1{,}3 \times 10^{-4}$.

1. Rappeler la définition d'un acide au sens de Brønsted. Justifier le caractère acide de la molécule d'acide lactique à partir de la polarité de ses liaisons. — 2

2. Représenter le schéma de Lewis de l'ion lactate. — 1

3. Écrire l'équation de la réaction chimique modélisant la transformation entre l'acide lactique, que l'on notera AH, et l'eau $\mathrm{H_2O}$. — 1

4. Donner l'expression littérale du quotient de réaction à l'instant initial, noté $Q_{r,i}$, associé à l'équation de réaction. — 1

5. Justifier qu'à l'instant initial $t = 0$, le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$ est nul. — 1

6. Prévoir, en justifiant, le sens d'évolution spontanée du système chimique. — 1

7. Calculer la valeur de l'avancement maximal $x_{\max}$ dans l'hypothèse d'une transformation totale. — 1

La mesure du pH de la solution S à l'équilibre (état final) donne $\mathrm{pH} = 2{,}90$ à $25°\mathrm{C}$.

8. Déterminer la valeur de la concentration en ions oxonium $[\mathrm{H_3O^+}]_\mathrm{f}$ à l'équilibre. — 1

9. En déduire la valeur de l'avancement final x_f de la réaction. — 1,5

10. Définir puis calculer le taux d'avancement final. Conclure quant au caractère total ou non total de la transformation chimique. — 1,5

CORRECTION DÉTAILLÉE — DEVOIR SURVEILLÉ N°2

Spécialité Physique-Chimie — Classe de Terminale

EXERCICE 1 : L'aérogommage et le recyclage de la poudre (8 points)

1. Phénomène mis en évidence et nature des zones (1,5 point)

- **Phénomène observé :** Il s'agit du phénomène d' **interférences** de la lumière
- **Nature des zones observées sur l'écran :**
    - Les **zones brillantes** (maxima d'intensité lumineuse) correspondent aux zones d'**interférences constructives** (les ondes lumineuses arrivent en phase).
    - Les **zones sombres** (minima d'intensité lumineuse) correspondent aux zones d'**interférences destructives** (les ondes lumineuses arrivent en opposition de phase).

2. Modification du dispositif expérimental (1,5 point)

L'interfrange (ou l'écartement entre les taches de diffraction) est donnée par la relation :

$$i = \frac{\lambda \cdot D}{b}$$

Pour obtenir une figure d'interférence plus grande sur l'écran (c'est-à-dire augmenter la valeur de l'interfrange i) sans modifier le matériel utilisé (donc sans changer la longueur d'onde λ du laser ni le réseau du tamis de paramètre b), il faut **augmenter la distance D entre le tamis et l'écran**.

En effet, d'après la relation littérale, l'interfrange i est directement proportionnel à la distance D.

3. Détermination expérimentale de l'interfrange (1,5 point)

Pour déterminer précisément la valeur de l'interfrange i et diminuer l'incertitude de mesure sur la figure 4, on mesure la distance globale L s'étendant sur un grand nombre N d'interfranges consécutifs.

En mesurant la distance totale L correspondant à $N = 10$ interfranges consécutifs sur l'enregistrement de la figure 4, on lit $L \approx 16\ \text{mm}$.

L'interfrange i est alors calculé par :

$$i = \frac{L}{N} = \frac{16\ \text{mm}}{10} = 1{,}6\ \text{mm}$$

On retrouve bien la valeur indiquée dans l'énoncé : $i \approx 1{,}6\ \text{mm} = 1{,}6 \times 10^{-3}\ \text{m}$.

4. Déduction de la distance entre deux fils et de l'espace intermaille (2 points)

- **Calcul de la distance entre deux fils parallèles** b :

À partir de l'expression de l'interfrange $i = \frac{\lambda \cdot D}{b}$, on isole la grandeur b :

$$b = \frac{\lambda \cdot D}{i}$$

Conversion des données dans les unités du Système International :

- Longueur d'onde : $\lambda = 650\ \text{nm} = 650 \times 10^{-9}\ \text{m}$

- Distance écran-tamis : $D = 2{,}10\ \text{m}$

- Interfrange : $i = 1{,}6\ \text{mm} = 1{,}6 \times 10^{-3}\ \text{m}$

$$b = \frac{650 \times 10^{-9} \times 2{,}10}{1{,}6 \times 10^{-3}} = 8{,}5 \times 10^{-4}\ \text{m} = 0{,}85\ \text{mm}$$

- **Calcul de l'espace intermaille** h :

D'après le schéma de la figure 2, la distance entre deux fils parallèles b est égale à la somme du diamètre d'un fil d et de l'espace intermaille h :

$$b = d + h \Longrightarrow h = b - d$$

Avec $d = 0{,}20\ \text{mm}$:

$$h = 0{,}85\ \text{mm} - 0{,}20\ \text{mm} = 0{,}65\ \text{mm}$$

$$h = 650\ \mu\text{m}.$$

5. Diagnostic d'utilisation du tamis pour le recyclage (1,5 point)

Un tamis retient les particules solides dont le diamètre est supérieur à l'espace intermaille h, et laisse traverser les particules dont le diamètre est inférieur à h.

- Les grains de la poudre abrasive ont un diamètre égal à $500\ \mu\text{m} = 0{,}500\ \text{mm}$. Comme $500\ \mu m < h = 653\ \mu\text{m}$, les grains de poudre **traversent le tamis**.
- Les déchets à éliminer ont un diamètre au moins égal à $1\ \text{mm} = 1000\ \mu\text{m}$. Comme $1000\ \mu\text{m} > h = 653\ \mu\text{m}$, les déchets sont **retenus par le tamis**.

Conclusion : Ce tamis sépare efficacement la poudre abrasive des déchets. Il **peut donc être utilisé** pour le recyclage de la poudre d'aérogommage.

EXERCICE 2 : Étude d'un détartrant à base d'acide lactique (12 points)

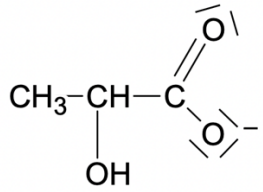
1. Définition d'un acide au sens de Brønsted et polarité des liaisons (1,5 point)

- **Définition :** Selon Brønsted, un **acide** est une espèce chimique capable de céder un ion hydrogène $\mathrm{H^+}$.
- **Justification du caractère acide à partir de la polarité :** L'acide lactique de comporte un groupe carboxylique $-\mathrm{COOH}$. Au sein de ce groupe, la liaison $\mathrm{O-H}$ réunit un atome d'oxygène de forte électronégativité ($\chi(\mathrm{O}) = 3{,}5$) et un atome d'hydrogène d'électronégativité plus faible ($\chi(\mathrm{H}) = 2{,}1$).

La différence d'électronégativité $\Delta\chi = 3{,}5 - 2{,}1 = 1{,}4 > 0{,}4$ rend la liaison $\mathrm{O-H}$ **fortement polarisée** : l'atome d'oxygène porte une charge partielle négative δ^- et l'atome d'hydrogène porte une charge partielle positive δ^+. Cet atome d'hydrogène électropositif peut être cédé sous forme d'un proton $\mathrm{H^+}$.

2. Schéma de Lewis de l'ion lactate (1 point)

L'ion lactate est la base conjuguée de l'acide lactique, son schéma de Lewis est :



3. Équation de la réaction avec l'eau (1 point)

En notant l'acide lactique $\mathrm{AH(aq)}$, l'équation de la réaction acide-base avec l'eau $\mathrm{H_2O(l)}$ s'écrit :

$$\mathrm{AH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq) + H_3O^+(aq)}$$

On admet une équation avec une seule flèche puisque rien n'est dit sur la réaction totale ou non totale avec l'eau

4. Expression littérale du quotient de réaction initial (1 point)

Par définition, le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$ associé à cette équation s'écrit :

$$Q_{r,\mathrm{i}} = \frac{\mathrm{a(A^-)_i} \times \mathrm{a(H_3O^+)_i}}{\mathrm{a(AH)_i} \times \mathrm{a(H_2O)_i}}$$

$$Q_{r,\mathrm{i}} = \frac{\frac{[\mathrm{A}^-]_\mathrm{i}}{c^\circ} \times \frac{[\mathrm{H_3O^+}]_\mathrm{i}}{c^\circ}}{\frac{[\mathrm{AH}]_\mathrm{i}}{c^\circ} \times 1}$$

$$Q_{r,\mathrm{i}} = \frac{[\mathrm{A}^-]_\mathrm{i} \times [\mathrm{H_3O^+}]_\mathrm{i}}{[\mathrm{AH}]_\mathrm{i} \times c^\circ}$$

5. Justification de la valeur nulle du quotient de réaction initial (1 point)

La solution S est préparée en dissolvant de l'acide lactique pur dans l'eau distillée, sans ajout initial de produits.

Les concentrations initiales en ions lactate A^- et en ions oxonium $\mathrm{H_3O^+}$ issus de la réaction sont donc nulles :

$$[\mathrm{A}^-]_i = 0\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}} \quad \text{et} \quad [\mathrm{H_3O^+}]_i = 0\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$$

Le numérateur de l'expression de $Q_{r,i}$ étant nul, on en déduit :

$$Q_{r,i} = 0$$

6. Prévision du sens d'évolution spontanée du système (1 point)

On compare la valeur du quotient de réaction initial $Q_{r,i} = 0$ à la constante d'équilibre $K = 1{,}3 \times 10^{-4}$.

Comme $Q_{r,i} < K$ ($0 < 1{,}3 \times 10^{-4}$), le critère d'évolution spontanée indique que le système chimique évolue spontanément dans le **sens direct (sens 1)**, c'est-à-dire dans le sens de la consommation des réactifs et de la formation des produits $\mathrm{A^-(aq)}$ et $\mathrm{H_3O^+(aq)}$.

7. Calcul de l'avancement maximal (1 point)

Dressons le tableau d'avancement de la réaction en quantité de matière (en mol) :

État du système	Avancement (en mol)	$\mathrm{AH(aq)}$	$\mathrm{H_2O(l)}$	$\mathrm{A^-(aq)}$	$\mathrm{H_3O^+(aq)}$
État initial ($t = 0$)	0	$n_0 = 1{,}00 \times 10^{-2}$	Excès	0	0
État final (t_f)	x_f	$n_0 - x_f$	Excès	x_f	x_f

L'eau étant le solvant présent en grand excès, l'acide lactique AH est le réactif limitant.

Dans l'hypothèse d'une transformation totale ($x_f = x_{\max}$) :

$$n_0 - x_{\max} = 0 \Longrightarrow x_{\max} = n_0 = 1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{mol}$$

Autre rédaction possible :

L'eau étant le solvant présent en grand excès, l'acide lactique AH est le réactif limitant.

D'après l'équation de la réaction, le coefficient stœchiométrique de l'acide étant de 1, on a $x_{\max} = \frac{n_0}{1}$.

$$x_{\max} = \frac{n_0}{1} = 1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{mol}$$

8. Détermination de la concentration en ions oxonium à l'équilibre (1 point)

La mesure du pH à l'état final donne $\text{pH} = 2{,}90$.

D'après la relation liant la concentration en ions oxonium au pH :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = c^\circ \times 10^{-\text{pH}}$$

Avec $c^\circ = 1{,}0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = 1{,}0 \times 10^{-2{,}90} = 1{,}26 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

9. Déduction de la valeur de l'avancement final (1,5 point)

D'après le tableau d'avancement à l'état final :

$$n(\text{H}_3\text{O}^+)_f = x_f$$

Par définition de la concentration en quantité :

$$n(\text{H}_3\text{O}^+)_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \times V$$

Avec $V = 1{,}00\ \text{L}$:

$$x_f = 1{,}26 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1{,}00\ \text{L} = 1{,}26 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

10. Taux d'avancement final et conclusion (1,5 point)

- **Définition :** Le taux d'avancement final τ est le rapport entre l'avancement final x_f et l'avancement maximal $x_{\max}$:

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

- **Calcul numérique :**

$$\tau = \frac{1{,}26 \times 10^{-3}\ \text{mol}}{1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{mol}} = 0{,}126 = 12{,}6\%$$

- **Conclusion :** Comme $\tau < 1$ ($12{,}6\% < 100\%$), la transformation chimique est **non totale** (ou **limitée**).