

**Exercice 1 : Étude du phénomène d'interférence (9 points)**

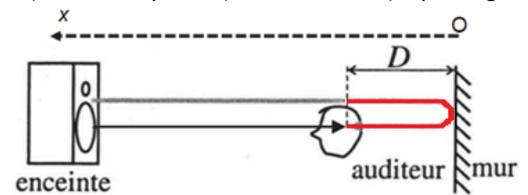
1. Rappeler les conditions d'observation d'interférences entre deux ondes.

Deux ondes interfèrent entre elles (lorsqu'elles se superposent) si elles sont synchrones (même fréquence) et cohérente (déphasage constant).

2. Exprimer  $\delta$  en fonction de  $D$ .

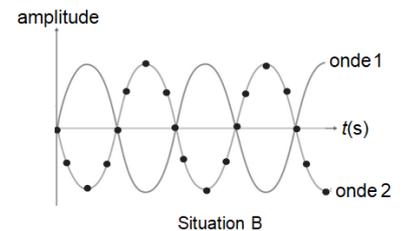
D'après le schéma, la différence de marche (en rouge) est:

$$\delta = \text{trajet en gris} - \text{trajet en noir} = 2 \times D$$



3. Identifier parmi les deux représentations de superpositions d'ondes présentées en figure 2, celle correspondant à une situation d'interférences destructives. Justifier..

La situation B correspond à une situation d'interférences destructives car les deux ondes sont en opposition de phase, c'est-à-dire que la somme des amplitudes des deux ondes est nulle.



4. Rappeler la relation liant  $\delta$  et  $\lambda$ , la longueur d'onde de l'onde acoustique considérée, dans le cas d'interférences destructives ; on introduira  $k$ , un nombre entier positif.

$$\text{Pour des interférences destructives, on a : } \delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

5. A l'aide des questions précédentes, montrer que l'expression reliant la distance  $D_k$  et la longueur d'onde  $\lambda$ .

La différence de marche  $\delta$  dépend de  $k$  (entier positif). Il en est de même pour la distance  $D$  que l'on note  $D_k$ .

La relation de la question 2 s'écrit donc :

$$\delta = 2 \times D_k$$

En utilisant la relation de la question 5, on peut écrire que :

$$2 \times D_k = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Soit

$$D_k = \frac{\lambda}{2} \left(k + \frac{1}{2}\right)$$

6. Dans le cas des ondes électromagnétiques, donner le nom usuel de la distance  $d$  définie ci-dessus.

Cette distance correspond à l'interfrange notée  $i$  (distance entre deux franges sombres, positions où les interférences sont destructives).

7. Déterminer la valeur de  $d$  à partir de  $D_{k=0}$  et  $D_{k=1}$ , pour la note  $La_0$ .

D'après la définition de la distance  $d$ , on peut écrire que :

$$d = D_{k=1} - D_{k=0} = \frac{\lambda}{2} \left(1 + \frac{1}{2}\right) - \frac{\lambda}{2} \left(0 + \frac{1}{2}\right) = \frac{\lambda}{2}$$

La longueur d'onde  $\lambda$  est liée à la fréquence  $f$  par la relation :

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times f \quad \text{soit } \lambda = \frac{v}{f}$$

On peut donc écrire que

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} = \frac{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2 \times 55 \text{ Hz}} = 3,1 \text{ m}$$

On rappelle que l'unité hertz (Hz) est l'inverse de la seconde :  $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$

**Exercice 2 : Etat final d'une transformation (11 points)**

1. Exprimer puis calculer le quotient de réaction à l'état initial.

$$Q_{r,i} = \frac{a(\text{Cu}^{2+}) \times a(\text{Br}^-)^2}{a(\text{Cu}) \times a(\text{Br}_2)}$$

$$Q_{r,i} = \frac{\frac{[\text{Cu}^{2+}]_i}{c^\circ} \times \frac{[\text{Br}^-]_i^2}{c^{\circ 2}}}{1 \times \frac{[\text{Br}_2]_i}{c^\circ}}$$

A l'état initial, les produits ne sont pas présents, donc  $[\text{Cu}^{2+}]_i = 0 \text{ mol.L}^{-1}$  et  $[\text{Br}^-]_i = 0 \text{ mol.L}^{-1}$

Donc  $Q_{r,i} = 0$

2. En déduire le sens d'évolution spontanée de la transformation.

$Q_{r,i} < K$  donc la réaction évolue dans le sens direct.

3. Compléter le tableau d'avancement de la transformation chimique étudiée.

Équation chimique	$\text{Cu(s)} + \text{Br}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Br}^-(\text{aq})$			
Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
$x = 0$	$n_i(\text{Cu})$	$n_i(\text{Br}_2)$	0	0
$x$	$n_i(\text{Cu}) - 1x$	$n_i(\text{Br}_2) - 1x$	$1x$	$2x$

4. Déterminer l'avancement maximal  $x_{\max}$  de la transformation ainsi que le réactif limitant.

On calcule les quantités de matière dans l'état initial :

$$n_i(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})}$$

$$n_i(\text{Cu}) = \frac{40,0 \times 10^{-3}}{63,5} = 6,30 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_i(\text{Br}_2) = c(\text{Br}_2) \times V$$

$$n_i(\text{Br}_2) = 1,00 \times 10^{-2} \times 50,0 \times 10^{-3} = 5,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

- Soit Cu est le réactif limitant :

$$n_i(\text{Cu}) - 1x_{\max,1} = 0 \text{ mol} \quad \text{alors}$$

$$x_{\max,1} = \frac{n_i(\text{Cu})}{1} = 6,30 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

- Soit  $\text{Br}_2$  est le réactif limitant :

$$n_i(\text{Br}_2) - 1x_{\max,2} = 0 \text{ mol} \quad \text{alors}$$

$$x_{\max,2} = \frac{n_i(\text{Br}_2)}{1} = 5,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$x_{\max,1} > x_{\max,2}$  donc la réaction limitant est  $\text{Br}_2$  et l'avancement maximal est  $x_{\max} = 5,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$

5. Déterminer l'avancement final  $x_f$  de la transformation.

D'après le tableau on a :  $n_f(\text{Br}^-) = 2x_f$

$$\text{Donc } x_f = \frac{n_f(\text{Br}^-)}{2}$$

$$x_f = \frac{[\text{Br}^-]_f \times V}{2}$$

$$x_f = \frac{2,00 \times 10^{-2} \times 50,0 \times 10^{-3}}{2} = 5,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

6. Calculer le taux d'avancement de la transformation et indiquer si la transformation est totale ou non.

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

$$\tau = \frac{5,00 \times 10^{-4}}{5,00 \times 10^{-4}} = 1$$

Donc la transformation est totale.

7. Calculer la quantité de matière de cuivre solide et de dibrome à l'état final.

Le dibrome  $\text{Br}_2$  est le réactif limitant, donc  $n_f(\text{Br}_2) = 0$

D'après le tableau on a :

$$n_f(\text{Cu}) = n_i(\text{Cu}) - 1x_f$$

$$n_f(\text{Cu}) = 6,30 \times 10^{-4} - 5,00 \times 10^{-4}$$

$$n_f(\text{Cu}) = 1,30 \times 10^{-4} \text{ mol}$$