

PROPAGATION D'UNE ONDE LE LONG D'UNE CORDE (10 points)

Asie, 2005

1. Considérations générales.

/1

- 1.1. La direction de **propagation de l'onde** est l'**horizontale**. La direction du **mouvement du point M** est la **verticale**.
 1.2. Comme la direction de propagation de l'onde est perpendiculaire à la direction du mouvement du point M, l'**onde est transversale**.

2. Étude chronophotographique.

/2

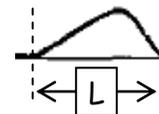
- 2.1. Considérons l'axe horizontal (Sx) d'origine S.

La célérité V de l'onde est le rapport de la distance $MM' = x_{M'} - x_M$ parcourue par l'onde entre les points M et M' sur la durée de propagation de l'onde, $t' - t$:

$$V = \frac{x_{M'} - x_M}{t' - t}$$

Entre les photos n°6 et n°8 le front de l'onde parcourt la distance $x_{M'} - x_M = 1,00 \text{ m}$ pendant la durée $t' - t = 2.\Delta t = 0,50 \text{ s}$. Donc $V = \frac{1,00}{0,50} = 2,0 \text{ m.s}^{-1}$.

- 2.2. Soit θ la durée pendant laquelle un point de la corde est en mouvement (en s).
 Soit L la longueur de la perturbation (en m) (voir ci-contre).



Alors la durée θ est liée à L et V par la relation :

$$\theta = \frac{L}{V}$$

Graphiquement, on lit : $L = 0,50 \text{ m}$ et avec $V = 2,0 \text{ m.s}^{-1}$ il vient : $\theta = \frac{0,50}{2,0} = 0,25 \text{ s}$

3. Évolution temporelle du déplacement vertical de plusieurs points de la corde.

/4

- 3.1. Graphiquement on constate que l'altitude z_A du point A est non nulle entre les instants de date $1,50 \text{ s}$ et $1,75 \text{ s}$ alors que l'altitude z_B du point B est non nulle pour des instants de date plus grandes : $2,00 \text{ s}$ et $2,25 \text{ s}$.
 Donc le **premier point** atteint par la perturbation est le **point A**.

- 3.2. Le front de l'onde atteint le **point A** d'abscisse x_A à la date $t_A = 1,50 \text{ s}$.

Le front de l'onde atteint le **point B** d'abscisse x_B à la date $t_B = 2,00 \text{ s}$.

L'instant de date $t_0 = 0 \text{ s}$ correspond au début du mouvement de S en $x_S = 0,0 \text{ m}$.

On a donc : $V = \frac{x_A - x_S}{t_A - t_0}$ donc $x_A = V.t_A$ $x_A = 2,0 \times 1,50 = 3,0 \text{ m}$

De même pour le point B : $x_B = V.t_B$ $x_B = 2,0 \times 2,00 = 4,0 \text{ m}$

Le point le plus près du point source S est le point A car $x_A < x_B$.

- 3.3. Le retard τ que présente le point B dans son mouvement par rapport au point A est : $\tau = t_B - t_A$ $\tau = 2,00 - 1,50 = 0,50 \text{ s}$

- 3.4. Pendant la durée τ , le front de l'onde parcourt une distance égale à la distance $AB = x_B - x_A$ séparant les points A et B, à la célérité constante $V = 2,0 \text{ m.s}^{-1}$. On a donc : $x_B - x_A = V.\tau$

$x_B - x_A = 2,0 \times 0,50 = 1,0 \text{ m}$

- 3.5. Le front de l'onde atteint le point C d'abscisse x_C à la date $t_C = 0,50 \text{ s}$. La célérité de l'onde étant constante, on peut écrire, entre les point A et C :

$V = \frac{x_C - x_A}{t_C - t_A}$ soit $x_C - x_A = V.(t_C - t_A)$ $x_C - x_A = 2,0 \times (0,50 - 1,50) = -2,0 \text{ m}$.

Comme $x_C - x_A$ est négatif, le **point C est situé 2,0 m avant le point A**.

- 3.6. Schéma :



4. Influence de quelques paramètres sur la célérité de l'onde.

/3

- 4.1. **Conditions** : même corde, même tension, forme de la perturbation différente.

On constate graphiquement que le front de chaque onde arrive au point K, au même instant de date $t = 1,50 \text{ s}$.
 La même distance est donc parcourue pendant la même durée.

La forme de la perturbation ne modifie donc pas la célérité de l'onde.

- 4.2. **Conditions** : même corde, tension différente, même forme de la perturbation.

On constate graphiquement que :

→ le front de l'onde de l'expérience 2-a arrive au point K à l'instant de date $t_{2a} = 1,50$ s.

→ le front de l'onde de l'expérience 2-b arrive au point K à l'instant de date $t_{2b} = 0,80$ s.

L'onde atteint le point K plus rapidement dans l'expérience 2-b que dans l'expérience 2-a. La célérité de l'onde est plus grande dans l'expérience 2-b que dans l'expérience 2-a.

Donc la tension de la corde modifie la célérité de l'onde.

D'autre part, la tension de la corde est plus grande dans l'expérience 2-b que dans l'expérience 2-a.

Plus la tension de la corde est grande, plus la célérité de l'onde est grande.

4.3. Conditions : cordes différentes (masse linéique différente), même tension, même forme de la perturbation.

On constate graphiquement que :

→ le front de l'onde de l'expérience 3-a arrive au point K à l'instant de date $t_{3a} = 1,00$ s.

→ le front de l'onde de l'expérience 3-b arrive au point K à l'instant de date $t_{3b} = 1,50$ s.

L'onde atteint le point K plus rapidement dans l'expérience 3-a que dans l'expérience 3-b. La célérité de l'onde est plus grande dans l'expérience 3-a que dans l'expérience 3-b.

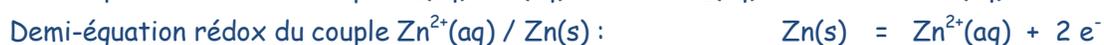
La masse linéique de la corde modifie la célérité de l'onde.

D'autre part, la masse linéique de la corde est plus faible dans l'expérience 3-a que dans l'expérience 3-b.

Plus la masse linéique de la corde est grande, plus petite est la célérité de l'onde.

RÉDUCTION DU DIODE PAR LE ZINC (10 points)

D'après Liban, 2002



1.2. Le diode étant de couleur brune, la coloration brune de la solution s'atténue au cours du temps.

Le zinc réagissant, sa masse diminue au cours du temps.

2.

2.1. On fixe la température car **c'est un facteur cinétique** : elle agit sur la vitesse de la réaction.

2.2. On peut affirmer que la réaction **n'est pas terminée** car il reste encore du diode, qui est le réactif limitant, le zinc étant en large excès.

2.3.

Équation chimique		$I_2(aq)$	+	$Zn(s)$	=	$2 I^-(aq)$	+	$Zn^{2+}(aq)$
État du système	Avancement	Quantités de matière						
État initial	0	$n_0(I_2) = C_0 V_0$		Excès		0		0
État intermédiaire	$x(t)$	$n_0(I_2) - x(t)$		Excès		$2 x(t)$		$x(t)$
État final	x_{max}	$n_0(I_2) - x_{max} = 0$		Excès		$2 x_{max}$		x_{max}

2.4. À la fin de la réaction, tout le diode a disparue, on peut alors écrire : $n_0(I_2) - x_{max} = 0$ donc $n_0(I_2) = x_{max}$

Comme $n_f(I^-) = 2 x_{max}$ alors **$n_f(I^-) = 2 n_0(I_2)$**

2.5. La concentration finale en ions iodure est égale à : $[I^-]_f = \frac{n_f(I^-)}{V_0} = \frac{2 n_0(I_2)}{V_0} = \frac{2 C_0 V_0}{V_0} = 2 C_0$

Donc **$[I^-]_f = 2 \times 0,020 = 0,040 \text{ mol.L}^{-1} = 40 \text{ mmol.L}^{-1}$**

2.6. Selon le tableau d'avancement, à un instant t on peut écrire que :

• $n_t(I_2) = n_0(I_2) - x(t)$ donc $x(t) = n_0(I_2) - n_t(I_2)$

• et $n_t(I^-) = 2 x(t)$ donc $n_t(I^-) = 2 [n_0(I_2) - n_t(I_2)]$

ce qui donne à l'instant t = 800 s : **$n_{800}(I^-) = 2 [n_0(I_2) - n_{800}(I_2)]$**

2.7. La concentration à 800 s en ions iodure est égale à :

$$[I^-]_{800} = \frac{n_{800}(I^-)}{V_0} = \frac{2 [n_0(I_2) - n_{800}(I_2)]}{V_0} = 2 \left[\frac{C_0 V_0}{V_0} - \frac{n_{800}(I_2)}{V_0} \right] = 2 (C_0 - [I_2]_{800}) = 2 (20 - 2,0) = 36 \text{ mmol.L}^{-1}$$

2.8. On a $[I^-]_f$ qui est supérieure à $[I^-]_{800}$, ce qui montre que la réaction n'est pas terminée.

Le pourcentage d'ions iodure formé à 800 s est : $\frac{[I^-]_{800}}{[I^-]_f} = \frac{36}{40} = 0,9 = 90 \%$

3.

3.1. La solution est diluée 2 fois (puisque l'on verse 25,0 mL dans 50,0 mL) donc : **$C_0' = \frac{C_0}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ mmol.L}^{-1}$**

3.2. La concentration étant plus faible, la **vitesse d'évolution des systèmes diminue** aussi.

3.3. Le facteur cinétique mis en évidence est la **concentration**.

4.

4.1. **Non**, comme l'augmentation de température accélère la réaction on ne peut pas affirmer que la réaction est ou n'est pas terminée au bout de 800 s.

4.2. Le facteur cinétique mis en évidence est la **température**.