

Lycée de Cebbala Sidi Bouzid - Tunisie	Matière : Sciences physiques Devoir de synthèse n° 2	Classe : 4 ^{ème} Math
Prof : Mr Barhoumi Ezzedine	Durée : 3 h Mars 2014	Coefficient : 4

Chimie (7 points)

On suppose que toutes les solutions sont préparées à 25°C; température à laquelle le produit ionique de l'eau $K_e=10^{-14}$ et on néglige l'ionisation propre de l'eau.

Exercice n°1 : (3 points)

On dispose de quatre composés chimiques, pour les classer selon leurs caractères acido-basiques. On prépare, avec chacun d'eux, une solution aqueuse de concentration molaire $C=10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$ chacune.

Solution	(S ₁)	(S ₂)	(S ₃)	(S ₄)
Composé	NH ₃	HF	HClO	C ₆ H ₇ N
pK _A	9,20	3,20	7,50	4,60

On rappelle que pour une solution aqueuse :

- d'un monoacide faible : $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_A - \log C)$ (1)

- d'une monobase faible : $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_A + \text{pK}_e + \log C)$ (2)

1. Reproduire et compléter le tableau suivant en appliquant chacune des relations (1) et (2) à toutes les solutions. {1 point}

Solution	(S ₁)	(S ₂)	(S ₃)	(S ₄)
Valeur du pH en appliquant la relation (1)				
Valeur du pH en appliquant la relation (2)				

2. On donne les valeurs désordonnées du pH des quatre solutions :

$$4,75 ; 8,30 ; 10,60 ; 2,60$$

a. Attribuer à chaque solution la valeur du pH qui lui convient. {0,5 point}

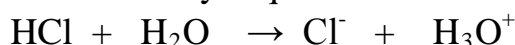
b. Identifier les composés acides et les composés basiques de cette liste. {0,5 point}

3. Ecrire l'équation de la réaction d'ionisation dans l'eau de chacun de ces composés. {1 point}

Exercice n°2 : (4 points)

On dispose d'une solution aqueuse (S₁) d'acide chlorhydrique HCl de concentration molaire $C_1=5.10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH}=2,30$.

La réaction d'ionisation de l'acide chlorhydrique dans l'eau est modélisée par l'équation :



1. a. Dresser le tableau d'avancement de cette réaction en fonction de l'avancement volumique. {0,5 point}

b. Déterminer l'avancement volumique final et l'avancement volumique maximal. {0,5 point}

c. Calculer le taux d'avancement final et en déduire que HCl est un acide fort. {0,5 point}

2. Par dilution d'un volume V_1 de la solution acide (S_1), on prépare un volume $V_2=500\text{mL}$ d'une solution (S_2) d'acide chlorhydrique de concentration $C_2=10^{-3}\text{ mol.L}^{-1}$.

a. Calculer le volume V_1 . {0,25 point}

b. Quelle est la valeur pH_2 de la solution (S_2) obtenue? {0,25 point}

c. Etudier la variation du pH lors d'une dilution d'une solution d'un acide fort. {0,25 point}

3. Pour déterminer la molarité C_B d'une solution aqueuse de soude NaOH, on dose un volume $V_B=10\text{mL}$ de la solution de soude à l'aide de la solution (S_2) d'acide chlorhydrique. L'équivalence est obtenu lorsque le volume versée de la solution acide est $V_{AE}= 12,4\text{mL}$.

a. Représenter le schéma annoté du dispositif qui a permis de réaliser ce dosage. {0,5 point}

b. Ecrire l'équation de la réaction qui se produit au cours de ce dosage. {0,5 point}

c. Calculer C_B et en déduire la valeur du pH de la solution de soude. {0,5 point}

d. Le pH du mélange réactionnel à l'équivalence est égal à 7. Justifier cette valeur. {0,25 point}

Physique : (13 points)

Exercice n°1 : document scientifique (2 points)

A la découverte des ondes

Il vous est certainement déjà arrivé de jeter un caillou dans l'eau calme d'un lac. Que s'est-il alors passé ? La surface du lac, qui était plane, a été localement perturbée au point d'impact du caillou et des vaguelettes sont nées. Ces petites vagues se sont déplacées, s'écartant en cercles concentriques de l'endroit où le caillou est entré dans l'eau. Les vaguelettes disparaissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point d'impact. Sans le savoir, vous avez créé une onde.

Une onde est une perturbation qui se déplace, on dit qu'elle se propage. Si vous aviez tenté l'expérience à proximité d'un pêcheur, ligne à la main attendant patiemment que le bouchon s'agite, vous auriez pu, en observant ce bouchon à la surface de l'eau, décrire son mouvement : immobile avant que la vague ne l'atteigne, il se serait soulevé à son passage puis aurait repris sa position initiale sans être emporté par la vague ...

Site internet

Questions :

1. Quelle est la cause de la naissance des vaguelettes ? {0,5 point}

2. À partir du texte :

- donner la définition d'une onde, {0,5 point}
- montrer que la propagation d'une onde correspond à un transport d'énergie et non de matière. {0,5 point}

3. Quelle est la cause principale de la diminution de l'amplitude des vaguelettes au fur et à mesure qu'elles s'éloignent du point d'impact ? {0,5 point}

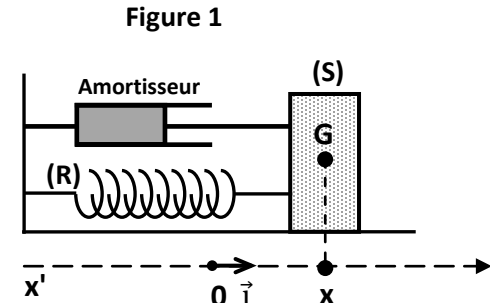
Exercice n°2 : (6 points)

Un pendule élastique est constitué par un solide (S) de masse m et de centre d'inertie G , un ressort (R) à spires non jointive, de masse négligeable et de raideur $k=10\text{N.m}^{-1}$.

A l'équilibre le centre d'inertie G coïncide avec le point O origine du repère (o, \vec{i}) de l'axe $(x'ox)$. On désigne par x l'abscisse de G et par v la valeur de la vitesse de G à l'instant t .

Le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux, opposée au mouvement de (S), exercée par un amortisseur telle que $\vec{f} = -h\vec{v}$ avec \vec{v} est la vitesse du centre d'inertie G du solide et h un coefficient positif.

Les oscillations de (S) sont entretenues par une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi Nt + \varphi_F) \vec{i}$ exercée par un dispositif approprié non représenté sur la figure 1.



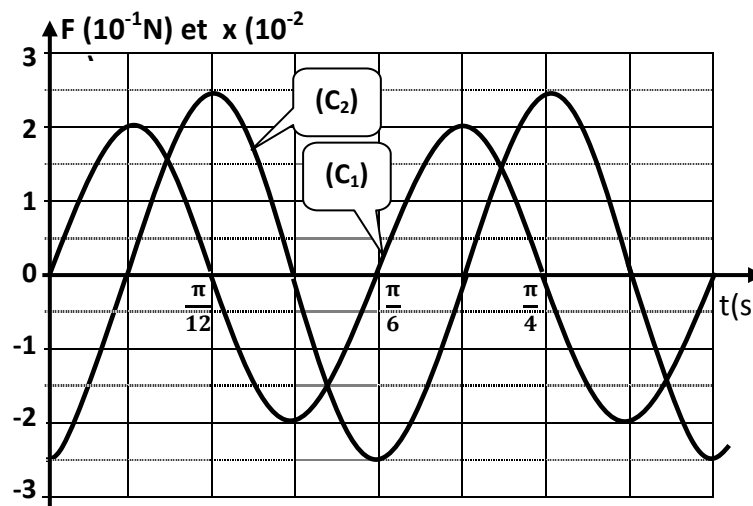
1. a. Faire le bilan des forces extérieures exercées sur le solide (S). {0,5 point}

b. Montrer que l'équation différentielle régissant les oscillations de (S) s'écrit :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F(t) \quad \{0,75 \text{ point}\}$$

2. La solution de cette équation différentielle est de la forme : $x(t) = x_m \sin(2\pi Nt + \varphi_x)$.

Pour une fréquence $N=N_1$, on représente sur la figure 2 les variations en fonctions du temps de $x(t)$ et $F(t)$.



a. Justifier que (C_1) est la courbe qui représente l'évolution de $F(t)$. {0,25 point}

b. Ecrire les expressions numériques de $x(t)$ et de $F(t)$. {1 point}

3. Montrer que le dispositif de la figure 1 est le siège d'une résonance de vitesse. {0,5 point}

4. Lorsque $N=N_1$, on a représenté (document 1 en annexe) les vecteurs de Fresnel associés à $F(t)$ et $kx(t)$.

a. Représenter, sur le document 1 en annexe, les vecteurs associés à $m \frac{d^2x}{dt^2}$ et $h \frac{dx}{dt}$. {0,5 point}

b. En déduire les valeurs de h et m . {0,5 point}

5. La résonance d'élongation est obtenue à la fréquence : $N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}}$

où N_0 est la fréquence propre de l'oscillateur.

Déterminer la valeur h_{lim} du coefficient limite de la force de frottement pour que le phénomène de résonance d'élongation puisse se manifester. {0,5 point}

6. a. Compléter le tableau d'analogie du document 2 en annexe. {1 point}

b. En déduire l'expression de la fréquence N_r de l'oscillateur électrique analogue et préciser son état d'oscillations à cette fréquence. {0,5 point}

Exercice n°3 : (5 points)

Un vibreur excite l'extrémité S d'une corde élastique tendue horizontalement. La corde est alors le siège d'une onde progressive sinusoidale de fréquence N et d'amplitude a .

Le mouvement de l'extrémité S débute à l'origine du temps ($t=0s$).

On néglige l'amortissement et la réflexion des ondes.

La figure 1 représente le mouvement d'un point A de la corde situé à la distance $x_A=3cm$ de la source S, et la figure 2 représente l'aspect de la corde à l'instant de date t_1 .

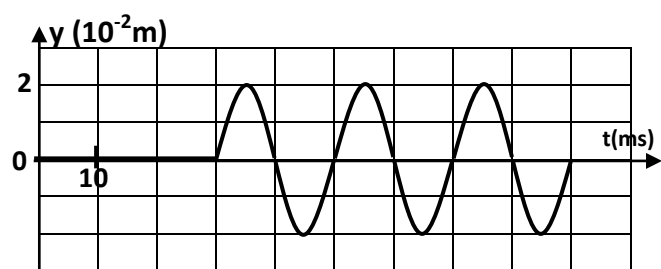


Figure 1

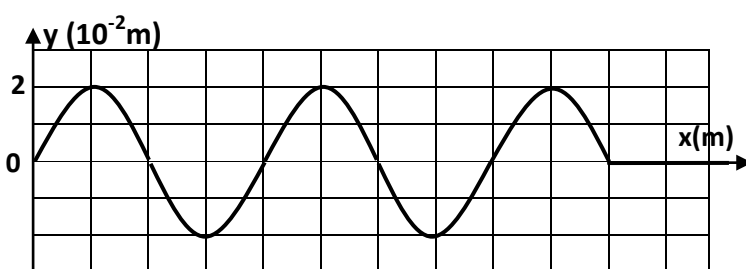


Figure 2

1. Déterminer en se référant aux deux courbes :

a. la période temporelle T et la fréquence N de l'onde. {0,5 point}

b. l'instant θ , à partir duquel le point A commence son mouvement vibratoire. {0,5 point}

c. la célérité v de l'onde le long de la corde. En déduire sa longueur d'onde λ . {1 point}

d. l'instant t_1 . {0,5 point}

2. a. Déterminer les lois horaires $y_A(t)$ du mouvement du point A et $y_S(t)$ du point S. {1 point}

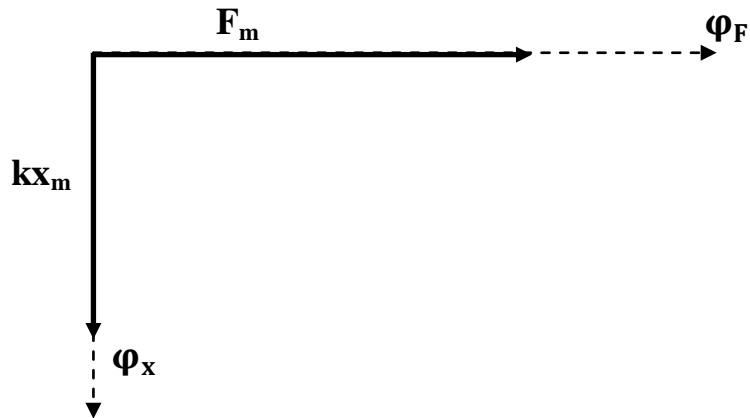
b. Représenter, sur le document 3 de l'annexe, l'aspect de la corde à l'instant $t_2=6.10^{-2}s$ (expliquer la démarche suivie). {0,5 point}

3. Déterminer graphiquement les abscisses $x_i=SM_i$ des points M_i de la corde affectés par l'onde, qui à la date t_1 ont une vitesse nulle. {1 point}

Nom : Prénom :

Annexe : à compléter et à rendre avec la copie de l'élève

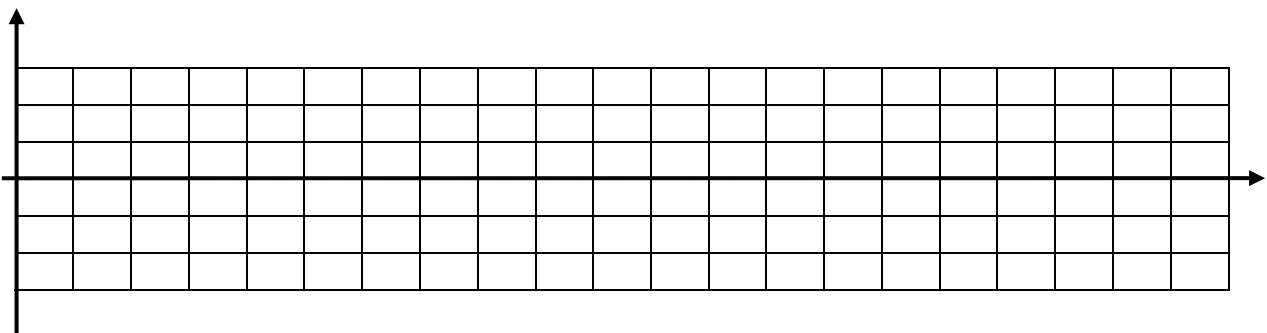
Physique / exercice n°2/ Document 1 :



Physique / exercice n°2/ Document 2 :

Oscillateur mécanique	m	k	h	x(t)	v(t)
Oscillateur électrique					

Physique / exercice n°3/ Document 3 :



Correction du devoir de synthèse n°2 - Bac Math – Mars 2014

Chimie / Exercice n°1 (3 pts)

1/ Calcul du pH en utilisant les deux expressions (1) et (2) :

Solution	(S ₁)	(S ₂)	(S ₃)	(S ₄)
Relation (1) : $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_A - \log C)$	5,60	2,60	4,75	3,30
Relation (2) : $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_A + \text{pK}_e + \log C)$	10,60	7,60	9,75	8,30

2/ a/ $\text{pH}(S_1)=10,60$; $\text{pH}(S_3)=4,75$; $\text{pH}(S_2)=2,60$; $\text{pH}(S_4)=8,30$

b/ Les solutions S₂ et S₃ ont un pH acide (<7) donc les acides de la liste sont : HF et HClO

Les solutions S₁ et S₄ ont un pH basique (> 7) donc les bases de la liste sont : NH₃ et C₆H₇N.

3) $\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

$\text{C}_6\text{H}_7\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_7\text{NH}^+ + \text{OH}^-$

Exercice n°2 (4 pts)

1/ a/	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$			
t=0	C ₁	excès	0	10 ⁻⁷
t>0	C ₁ - y		y	y + 10 ⁻⁷
t=t _f	C ₁ - y _f		y _f	y _f + 10 ⁻⁷

b/ $y_f + 10^{-7} \approx y_f \rightarrow y_f = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,3} = 5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$; $y_m = C_1 = 5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

c/ $\tau_f = \frac{y_f}{y_m} = 1 \rightarrow \text{HCl}$ est un acide fort.

2/ a/ Au cours d'une dilution $n_1 = n_2 \Leftrightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Leftrightarrow V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = 0,1\text{L}$

b/ HCl est un acide fort donc $\text{pH} = -\text{Log } C_2 = 3$

c/ $\text{pH}_1 = 2,3$ après dilution $\text{pH}_2 = 3 \rightarrow$ le pH d'une solution acide augmente au cours d'une dilution.

3/ a/ Schéma du dispositif expérimental du dosage.

b/ Equation de la réaction du dosage : $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

c/ La relation d'équivalence : $C_B V_B = C_2 V_{AE} \Leftrightarrow C_B = \frac{C_2 V_{AE}}{V_B} = 1,24.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le pH de la solution de soude (base forte) : $\text{pH} = 14 + \text{Log } C_B = 11,09$.

d/ Le mélange à l'équivalence renferme des ions inertes Cl⁻ et Na⁺, et, comme $n(\text{OH}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+)$ donc le mélange est neutre (pH=7).

Physique / Exercice n°1 (2 pts)

1) La cause de naissance des vaguelettes est la perturbation de la surface de l'eau par le caillou

2) - la définition d'une onde : une onde est une perturbation qui se propage.

- Une onde transporte l'énergie et non la matière : au passage de l'onde le bouchon se soulève et répond sa position initiale sans être emporté par la vague, ce qui montre que l'onde transporte l'énergie sans transporter la matière.

3) La dilution de l'énergie est la cause principale de la diminution de l'amplitude des vaguelettes au fur et à mesure qu'elles s'éloignent du point d'impact.

Physique / Exercice n°2 (6 pts)

1/ a/ Représentation des vecteurs forces

b/ Appliquons la RFD : $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{T} = m\vec{a}$

Par projection de la relation précédente sur l'axe (ox) on obtient :

$$F(t) - hv - kx = m \frac{d^2x}{dt^2} \rightarrow m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F(t)$$

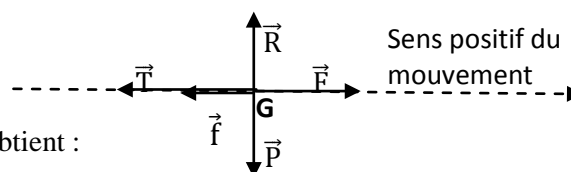
2/ a/ F(t) est toujours en avance sur x(t), d'où la courbe C₁ correspond à F(t)

b/ $x(t) = x_m \sin(2\pi Nt + \varphi_x)$ avec $x_m = 2,510^{-2} \text{ m}$; $2\pi N = \frac{2\pi}{T} = 12 \text{ rad.s}^{-1}$

$x(0) = x_m \sin(\varphi_x) = -x_m \rightarrow \sin(\varphi_x) = -1 \rightarrow \varphi_x = -\frac{\pi}{2}$

Donc $x(t) = 0,025 \sin(12t - \frac{\pi}{2})$ exprimé en (m)

$F(t) = F_m \sin(2\pi Nt + \varphi_F)$ avec $F_m = 0,2\text{N}$



$$F(0) = F_m \sin(\varphi_F) = 0 \rightarrow \varphi_F = 0 \text{ ou } \pi \text{ comme } \frac{dF}{dt} > 0 \rightarrow \cos(\varphi_F) > 0 ; \varphi_F = 0$$

Donc $F(t) = 0,2 \sin(12t)$ exprimée en (N)

$$3/ \varphi_F - \varphi_x = \frac{\pi}{2} \text{ et on sait que } \varphi_v - \varphi_x = \frac{\pi}{2} \text{ ce qui conduit à } \varphi_F - \varphi_v = 0$$

$F(t)$ et $v(t)$ sont en phase alors l'oscillateur mécanique est en état de résonance de vitesse.

4/ a/ voir construction de Fresnel

$$b/ 2\pi N_1 h x_m = F_m \rightarrow h = \frac{F_m}{2\pi N_1 x_m} = 0,66 \text{ Nsm}^{-1}$$

$$4\pi^2 N_1^2 m x_m = k x_m \rightarrow 4\pi^2 N_1^2 m = k \rightarrow m = \frac{k}{4\pi^2 N_1^2} = 0,069 \text{ Kg}$$

5/ lorsque $N_r = 0$ alors $h = h_{lim}$

$$N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}} = 0 \rightarrow N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2} = 0 \rightarrow N_0^2 = \frac{h^2}{8\pi^2 m^2} \rightarrow N_0 = \frac{h}{2\sqrt{2}\pi m} \rightarrow h = 2\sqrt{2}\pi m N_0 = 0,69 \text{ Nsm}^{-1}$$

6/ a/ Tableau d'analogie

Oscillateur mécanique	m	k	R	x(t)	v(t) = $\frac{dx}{dt}$
Oscillateur électrique	L	$\frac{1}{C}$	h	q(t)	i(t) = $\frac{dq}{dt}$

$$b/ \text{ Pour un oscillateur électrique : } N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{R^2}{8\pi^2 L^2}}$$

Lorsque $N = N_r$ lors l'oscillateur électrique est en état de résonance de charge.

Physique / Exercice n°3 (5 pts)

$$1/ a/ T = 2 \times 0,01 = 0,02s ; N = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz.}$$

$$b/ \theta = 3 \times 0,01 = 0,03s$$

$$c/ v = \frac{x_A}{\theta} = 1 \text{ m.s}^{-1} ; \lambda = vT = 0,02 \text{ m}$$

$$d/ t_1 = \frac{2,5\lambda}{v} = 0,05s$$

$$2/ a/ y_A(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi_A) \text{ pour } t \geq \theta$$

$$y_A(t) = 0 \text{ pour } 0 \leq t \leq \theta$$

L'amplitude du mouvement est $a = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

Lorsque $t = \theta$, le point A commence son mouvement en se dirigeant vers le haut, ce qui permet d'écrire :

$$y_A(t) = 0 \rightarrow \sin(2\pi N \theta + \varphi_A) = 0 \rightarrow \sin(3\pi + \varphi_A) = 0 \rightarrow \varphi_A = 0 \text{ ou } \pi \text{ comme } \frac{dy_A}{dt} > 0 \text{ donc } \varphi_A = \pi$$

$$y_A(t) = 2 \cdot 10^{-2} \sin(100\pi t + \pi) \text{ pour } t \geq \theta$$

$$y_A(t) = 0 \text{ pour } 0 \leq t \leq \theta$$

Le mouvement de la source S se répète par le point A après une durée $\theta = 0,03s$, ce qui permet d'écrire :

$$y_S(t) = y_A(t+\theta) = 2 \cdot 10^{-2} \sin(100\pi(t+\theta) + \pi) \text{ pour } t \geq 0$$

$$y_S(t) = 2 \cdot 10^{-2} \sin(100\pi t + 100\pi \theta + \pi) \text{ pour } t \geq 0$$

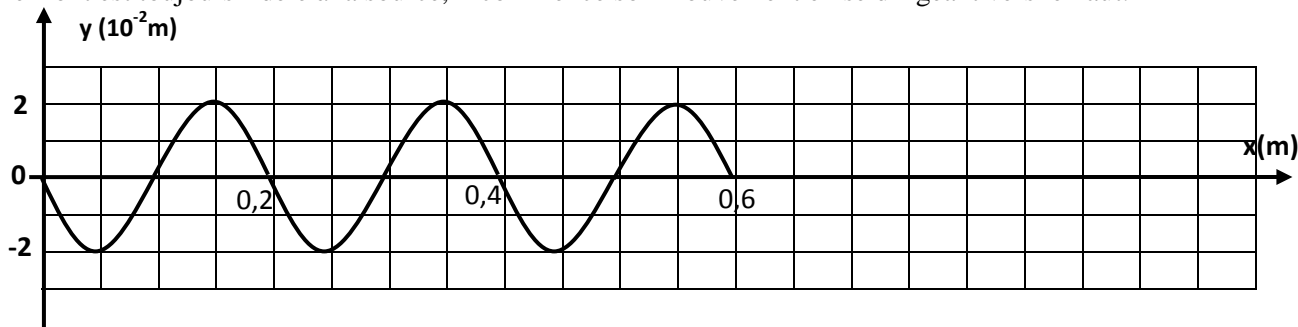
$$y_S(t) = 2 \cdot 10^{-2} \sin(100\pi t + 3\pi + \pi) \text{ pour } t \geq 0$$

$$y_S(t) = 2 \cdot 10^{-2} \sin(100\pi t + 4\pi) \text{ pour } t \geq 0$$

$$y_S(t) = 2 \cdot 10^{-2} \sin(100\pi t) \text{ pour } t \geq 0$$

$$b/ \text{ A l'instant } t_2 = 6 \cdot 10^{-2} s, \text{ l'onde atteint la distance } d_2 = vt_2 = 1 \times 6 \cdot 10^{-2} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 60 \text{ cm} = 3\lambda.$$

Le front est toujours fidèle à la source, il commence son mouvement en se dirigeant vers le haut.



3/ d'après le graphique précédent, les points M_i ayant une vitesse nulle à l'instant $t_2 = 6 \cdot 10^{-2} s$ sont :

$$M_1 (x_1 = 5 \text{ cm}), M_2 (x_2 = 15 \text{ cm}), M_3 (x_3 = 25 \text{ cm}), M_4 (x_4 = 35 \text{ cm}), M_5 (x_5 = 45 \text{ cm}), M_6 (x_6 = 55 \text{ cm})$$