

Lycée Kalaa sghira	Devoir de contrôle N°3 Sciences physiques	Année scolaire 2015/2016
Prof : Amara Moncef	Le 2/04/2016	Durée : 2 <sup>h</sup> 30 min

### Chimie (7 points)

Toutes les solutions sont préparées à 25°C ou le produit ionique de l'eau vaut  $10^{-14}$

#### Première partie (5 points)

On réalise le dosage d'un volume  $V_b = 10$  ml d'une solution aqueuse de base ( $B_1$ ) de concentration  $C_1$ , puis on fait le dosage d'un volume  $V'_b = 10$  ml d'une solution aqueuse de base ( $B_2$ ) de concentration  $C_2$ . Pour chacun des dosages, on utilise une solution aqueuse ( $S_A$ ) d'acide chlorhydrique ( $H_3O^+ + Cl^-$ ) de concentration

$C_A = 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. Sur la figure ci-contre sont portées les deux courbes (1) et (2) des dosages réalisés

1/A partir de l'observation des deux courbes, montrer que l'une des bases est forte et que l'autre est faible.

Les identifier, sans calcul, en précisant les raisons de votre choix.

2/ a) Déterminer à partir des courbes le volume de la solution d'acide chlorhydrique ajouté au point d'équivalence pour chaque cas.

b) Calculer les concentrations initiales  $C_1$  et  $C_2$  des deux solutions basiques  $B_1$  et  $B_2$ .

c) Justifier, pourquoi, au point d'équivalence  $E_2$  le pH n'est pas égal à 7.

3/ Dans le cas de la solution de base faible :

a- Déterminer le  $pK_a$  du couple correspondant à partir de la valeur de  $pH_E$  d'expression

$$\frac{1}{2} (pK_a - \log[BH^+]_{eq})$$

b) Déterminer graphiquement le  $pK_a$  du couple correspondant. Quelles propriétés particulières possède ce mélange

4-a) Expliquer pour quelle raison les deux courbes ont la même limite

b) Montrer par un calcul adéquat que le  $pH_{final} = 2,4$

#### Deuxième partie (2 points)

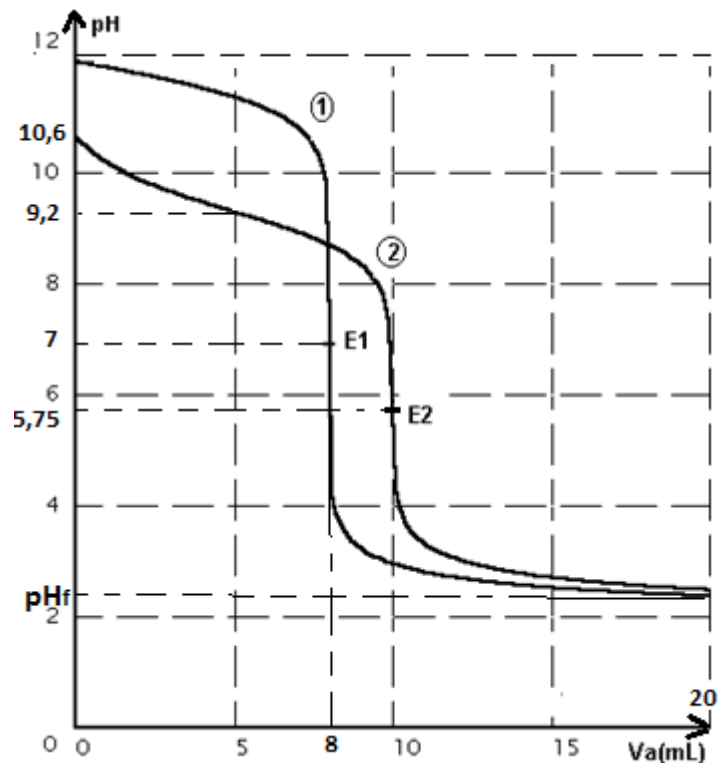
On dispose d'une solution d'ammoniaque  $NH_3$  identifié à la base  $B_2$  et de chlorure d'ammonium  $NH_4Cl$  d'égale molarité  $C = 0,1$  mol.L<sup>-1</sup>.

1) Calculer les volumes  $V_1$  de solution d'ammoniaque et  $V_2$  de chlorure d'ammonium à ajouter pour obtenir 50 mL d'une solution (S) de pH égal à 9.

2-a) A la solution (S) précédente on ajoute 1 mL d'acide chlorhydrique à 1 mol.L<sup>-1</sup>. Indiquer la nouvelle valeur de pH. Conclure.

b) On dilue deux fois la solution (s) préparée au 1/. Que pensez-vous du nouveau pH après dilution

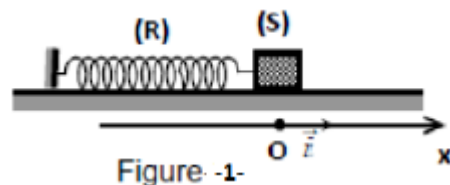
On donne  $pK_a (NH_4^+ / NH_3) = 9,2$



## Physique (13 points)

### Exercice N°1 (7 points)

Un solide (S) de centre d'inertie G, de masse m et pouvant glisser sur un plan horizontal, est lié à l'extrémité d'un ressort horizontal (R) de masse négligeable, de raideur  $k = 40 \text{ Nm}^{-1}$  et dont l'autre extrémité est fixe. Lorsque (S) est dans sa position d'équilibre, G occupe l'origine du repère (O,  $\vec{i}$ ) d'axe Ox horizontal (figure -1-). Un excitateur approprié exerce sur le solide (S) une force  $\vec{F} = F_m \sin(\omega t) \vec{i}$  ou l'amplitude  $F_m$  est constante et la pulsation  $\omega$  est réglable.



Ce solide subit une force de frottement visqueux  $\vec{f} = -h\vec{v}$  avec h un coefficient positif et  $\vec{v}$  est le vecteur vitesse de G. En régime permanent, l'équation horaire du mouvement de G est de type  $x(t) = X_m \sin(\omega t + \varphi_x)$ .

1) Pour un circuit RLC série alimenté par un générateur délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(\omega t)$ , l'amplitude  $Q_m$  de la charge q du condensateur est donné par

$$Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2\omega^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2}}$$

Montrer que l'amplitude  $Q_m$  est maximale pour une valeur  $\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}$  de la pulsation  $\omega$ .

2) Par analogie électrique-mécanique, donner les expressions de:

a- l'amplitude  $X_m$  des oscillations du centre d'inertie G du solide (S).

b- la pulsation  $\omega_r$  pour laquelle l'amplitude  $X_m$  est maximale.

3) On mesure l'amplitude  $X_m$  pour différentes valeurs de la pulsation  $\omega$  de la force excitatrice, ce qui a permis de tracer la courbe  $X_m = f(\omega)$  et d'en déduire la courbe  $V_m = g(\omega)$  qui traduit les variations de l'amplitude  $V_m$

de la vitesse instantanée  $v(t)$  du centre d'inertie G du solide (S). On obtient les courbes (a) et (b) de la figure-2- ci-contre.

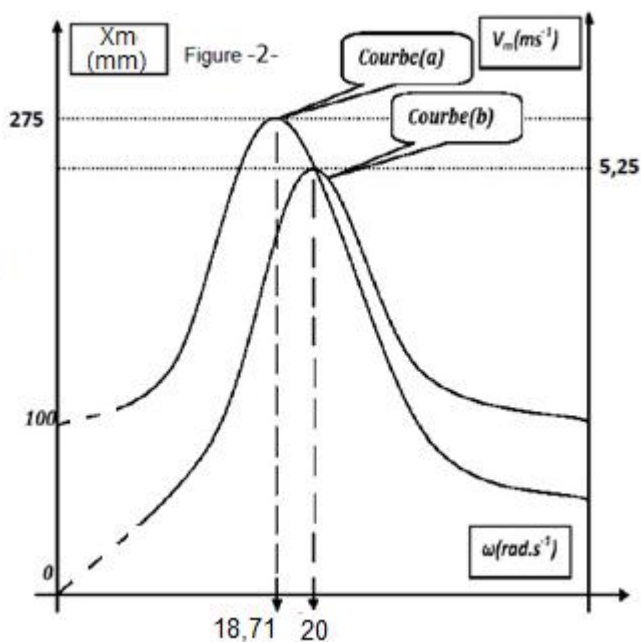
a- Montrer que la courbe (a) correspond à l'évolution de  $X_m = f(\omega)$

b- Expliquer comment peut-on obtenir la courbe (b) à partir des mesures qui ont permis de tracer la courbe (a)

4) Déterminer graphiquement \_

a- La valeur de la pulsation propre  $\omega_0$  du système (solide, ressort). En déduire la valeur de la masse m du solide.

b- la valeur de la pulsation  $\omega_r$ .



c- l'amplitude  $X_{mr}$  à la résonance d'élongation.

d- l'amplitude  $V_{mr}$  à la résonance de vitesse.

5) a- Montrer que la valeur maximale de la force excitatrice est  $F_m = 4N$

b- Par analogie électrique- mécanique, exprimer à la résonance de vitesse, l'amplitude  $F_m$  en fonction de  $h$  et  $V_{mr}$

c- En déduire la valeur du coefficient de frottement visqueux  $h$ .

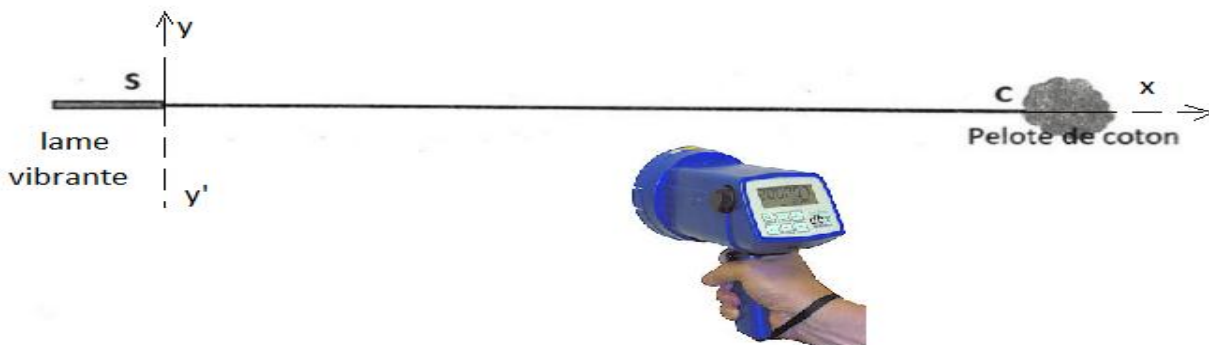
6) a- Calculer, à la résonance de vitesse, le coefficient  $Q = \frac{K \cdot X_m}{F_m}$

b- Dire, en le justifiant, quel risque peut courir le système (solide, ressort), si ce coefficient prend une valeur assez grande.

c- Donner par analogie électrique-mécanique, l'expression de ce coefficient dans le cas du circuit RLC série alimenté par la tension  $u(t)$ . Que représente ce coefficient ?

### Exercice N°2 (6 points)

Une corde élastique, de longueur  $L = SC = 40$  cm, tendue horizontalement et reliée par l'une de ses extrémités  $S$  à un vibreur électrique qui lui impose des vibrations rectilignes sinusoïdales d'amplitude  $a = 2$  mm et de fréquence  $N = 50$  Hz. La célérité des ondes le long de la corde est  $v = 5$  ms<sup>-1</sup>.



1) Décrire ce que l'on observe en lumière stroboscopique pour une fréquence des éclairs :

a-  $N_e = 25$  Hz.

b-  $N_e = 49$  Hz.

2) Définir la longueur d'onde  $\lambda$  puis la calculer.

3) Ecrire l'équation horaire du mouvement de la source  $S$  sachant qu'à l'instant  $t = 0$  s, elle débute son mouvement vers le bas.

4) Montrer que l'équation horaire du mouvement d'un point  $M$  de la corde d'abscisse

$$x = SM \text{ s'écrit : } y_M(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin \left( 100\pi \cdot t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \pi \right) \text{ pour tout } t \geq \frac{x}{v} .$$

5) a- Ecrire l'équation du mouvement d'un point  $M_1$  de la corde d'abscisse  $x_1 = SM_1 = 17,5$  cm.

b- Représenter sur la figure -3- de l'annexe page 4/4 à remettre avec la copie les diagrammes du mouvement de la source  $S$  et du point  $M_1$ . Comparer les mouvements des points  $S$  et  $M_1$

6) a- Représenter sur la figure -4- de l'annexe l'aspect de la corde à l'instant  $t_1 = 0,035$  s.

b- Déterminer le nombre et les lieux des points de la corde qui ont à l'instant  $t_1$  une élongation de  $-1$  mm en se déplaçant dans le sens négatif. Représenter ces points sur la figure -4

# Annexe

Nom ..... Prénom ..... Classe .....

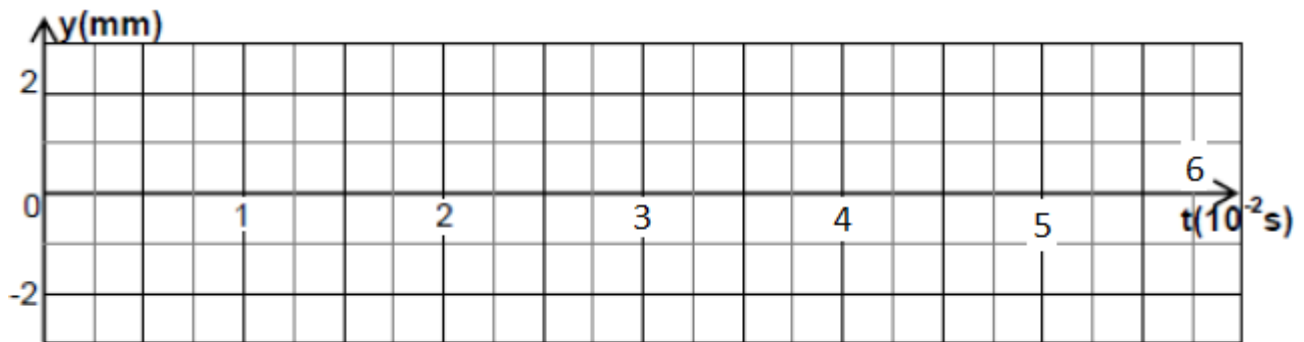


Figure -3-

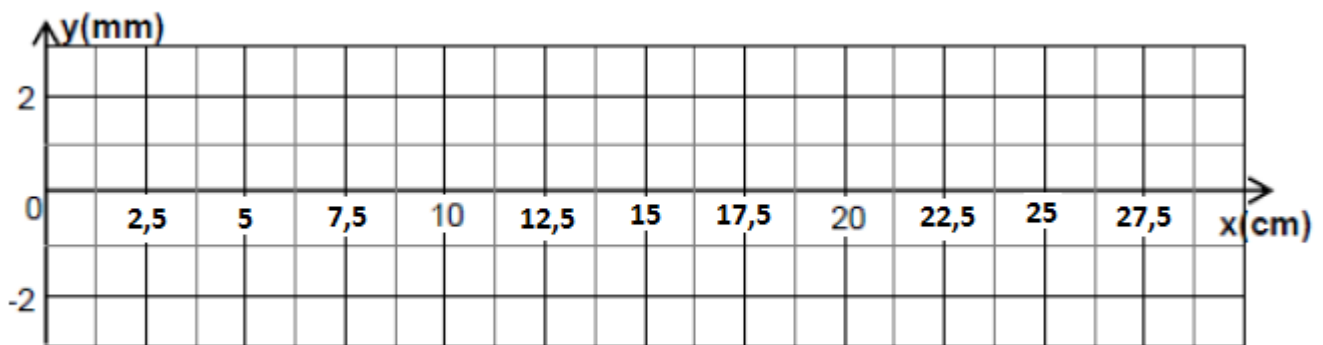


Figure -4-

chimie:

Partie 1

1) La courbe (1) présente deux concavités donc B<sub>1</sub> est une base forte  
La courbe (2) présente trois concavités donc B<sub>2</sub> est une base faible

2-a)  $V_{aeq(1)} = 8 \text{ ml}$   
 $V_{aeq(2)} = 10 \text{ ml}$

b) A l'équivalence  $C_a V_{aeq} = C_b V_b$   
 $V_b = V_b' = 10 \text{ ml}$ ;  $C_a = 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$   
donc  $C_b = \frac{C_a V_{aeq}}{V_b}$

$C_1 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$ ;  $C_2 = 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$

c)  $pH_{E_2} < 7$  car à l'équivalence les espèces chimiques présentes sont  $H_2O$ ;  $Cl^-$  et  $B_2H^+$  acide conj. faible et  $Cl^-$  ion inerte  
donc  $pH_{E_2} = pH(B_2H^+)$

3°) a)  $pK_a = 2pH_E + \log[B_2H^+]_{eq}$   
 $[B_2H^+]_{eq} = \frac{C_2 V_b'}{V_b' + V_{aeq(2)}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$

$pK_a \approx 9,20$

b) à la  $\frac{1}{2} eq$ ;  $pH = pK_a = 9,20$   
Le mélange de la  $\frac{1}{2} eq$  est dit tampon de pH varie peu suite à une addition modérée d'acide ou de base

4-a) Après l'équivalence les deux courbes ont la même limite car on ajoute une solution d'acide forte sur

- un milieu neutre
- une solution d'acide faible

b)  $pH_f = -\log[H_3O^+]_{restant}$

$V_f = 20 \text{ ml}$   
 $[H_3O^+]_f = \frac{C_a(V_f - V_{aeq1})}{V_b + V_f}$   
 $= 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$

$pH_f = 2,39 \approx 2,4$   
ou  $pH_f = 2,47$

Partie 2:

1°)  
 $K_a = \frac{[H_3O^+][NH_3]}{[NH_4^+]}$

$pK_a = pH - \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$

$[NH_3] = C V_1 / V$

$[NH_4^+] = C V_2 / V$

$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{V_1}{V_2}$   
 $pK_a = pH - \log \frac{V_1}{V_2}$

$\log \frac{V_1}{V_2} = pH - pK_a$   
 $(pH - pK_a)$

$\frac{V_1}{V_2} = 10^{(pH - pK_a)}$

$\frac{V_1}{V_2} = 10^{-0,2} = 0,63$

$V_2 = V - V_1$

donc  $\frac{V_1}{V - V_1} = 0,63$

$V_1 = \frac{0,63 V}{1,63} = 19,3 \text{ ml}$

donc  $V_2 = V - V_1 = 39,7 \text{ ml}$

2-a) soit  $n = C'V = 10^{-3} \text{ mol}$  d'acide ajouté qui vont neutraliser  $10^{-3} \text{ mol}$  de base  $NH_3$

donc  $[NH_3] = \frac{C V_1 - n}{V} = 1,86 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$

$[NH_4^+] = \frac{C V_2}{V}$  n change  
 $= 6,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$

$$pH = pK_a + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$pH = 9,2 + \log \frac{1,86 \cdot 10^{-2}}{6,14 \cdot 10^{-2}}$$

$$pH \approx 8,7$$

Le pH a diminué légèrement donc le mélange obtenu est tampon

b) suite à cette dilution le rapport  $\frac{[NH_3]}{[NH_4^]}$  ne sera pas modifié donc le pH sera inchangé

## Physique :

### Ex n° 1

1°) Pour que  $Q_m$  soit max il faut que la quantité  $A = R^2 \omega^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2$  soit min lorsqu'on fait varier  $\omega$  donc  $\frac{dA}{d\omega} = 0$

$$2R^2\omega + 2(L\omega^2 - \frac{1}{C})(2L\omega) = 0$$

~~$$2R^2\omega$$~~

$$2\omega [R^2 + 2L^2\omega^2 - 2\frac{L}{C}] = 0$$

$\omega \neq 0 \Rightarrow$  La quantité entre crochets est nulle d'où

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}$$

$$\text{alors } \omega_1 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}$$

2°) a) Analogie

$x \longrightarrow q$	$m \longrightarrow L$
$v \longrightarrow i$	$k \longrightarrow \frac{1}{C}$
$F \longrightarrow u$	$h \longrightarrow R$

$$a) X_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 \omega^2 + (m\omega^2 - k)^2}}$$

$$b) \omega_r = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{h^2}{2m^2}}$$

3°) a) La courbe (a) d'ordonnée à l'origine non nulle correspond à  $X_m = f(\omega)$  car pour  $\omega = 0$  ;  $X_m = \frac{F_m}{k} \neq 0$

$$b) v = \frac{dx}{dt} \Rightarrow v_m = \omega X_m$$

4°) a) La résonance de vitesse est obtenue pour  $\omega = \omega_0$ .

d'après la courbe (b)

$$\omega_0 = 20 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega_0^2}$$

$$m = 0,1 \text{ kg}$$

b)  $\omega_{rx} = 18,7 \text{ rad s}^{-1}$   
d'après la courbe (a)

$$c) X_{mr} = 275 \text{ mm}$$

$$d) v_{mr} = 5,25 \text{ m s}^{-1}$$

$$5-a) X_n(\omega=0) = \frac{F_m}{k}$$

$$F_m = k X_n(\omega=0)$$

$$F_m = 40 \times 100 \cdot 10^{-3} = 4 \text{ N}$$

b) A la résonance d'intensité l'impédance est minimale

$$\text{ou } Z_{\min} = \frac{U_n}{I_n} = R$$

$$\text{d'où } \frac{F_m}{v_{mr}} = h$$

$$c) h = \frac{4}{5,25} = 0,76 \text{ kg s}^{-1}$$

$$6^{\circ} - a) Q = \frac{40 \times X_m}{4}$$

$$Q = 10 \cdot X_m$$

$$V_m = \omega_0 X_m \Rightarrow X_m = \frac{V_m}{\omega_0}$$

$$X_m = \frac{5,25}{20} = 262,5 \text{ mm}$$

$$Q = 2,625$$

$$b) Q = \frac{T_m}{F_m} \text{ car } T_m = kx_m$$

Si  $Q$  augmente,  $T_m$  augmente de même ( $F_m = \text{cte}$ ) donc on risque une rupture du ressort si  $Q$  prend une valeur très grande

$$c) Q = \frac{Q_m}{C U_m} = \frac{U_{cm}}{U_m}$$

qui représente le facteur de surtension

Ex n° 2 :

1-a)  $N_e = \frac{N}{2}$  on observe l'immobilité apparente de la corde

b)  $N_e = 49 \text{ Hz} \leq N$  donc on observe l'évolution au ralenti dans le sens réel des ondes progressive

2) La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une période des oscillations de la source excitatrice

$$\lambda = \frac{v}{N} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

$$3^{\circ} y_s(t) = a \sin(\omega t + \varphi_s)$$

$$\text{à } t=0 \quad y_s = 0 \text{ et } \frac{dy_s}{dt} < 0$$

$$0 = a \sin \varphi_s \Rightarrow \varphi_s = \pi$$

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

$$4^{\circ} y_n(t) = y_s(t - \theta) \text{ ou } \theta = \frac{x}{v}$$

dans l'équation horaire de la source on remplace  $t$  pour  $t - \frac{x}{v}$  ce qui donne

$$y_n(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \pi) \quad t \geq \frac{x}{v}$$

$$5-a) y_n(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t - 3,5\pi + \pi)$$

$$y_n(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t - 2,5\pi) \quad t \geq 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

b) Voir fig-3-

$M_1$  oscille en quadrature avec sur  $S$

$$6-a) x_f = v t_1 = 17,5 \text{ cm soit } 1,75 \lambda$$

$\varphi_s = \pi$  le front d'onde est un creux

$$y(x) = 0 \text{ pour } x \geq x_f$$

$$b) y = -1 = -a/2$$

$$-\frac{a}{2} = \frac{a}{2} \sin(100\pi \times 0,035 - \frac{2\pi x}{\lambda} + \pi)$$

$$\sin\left(\underbrace{4,5\pi - \frac{2\pi x}{\lambda}}_{\alpha}\right) = -\frac{1}{2}$$

$$\sin \alpha = -\frac{1}{2} \Rightarrow \alpha \begin{cases} -\pi/6 ; \cos \frac{\pi}{6} > 0 \\ 7\pi/6 ; \cos \frac{7\pi}{6} < 0 \end{cases}$$

$M$  se déplace dans le sens négatif

$$\text{donc } v_n < 0 \Rightarrow \cos \alpha < 0 \Rightarrow$$

$$4,5\pi - \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{7\pi}{6} + 2k\pi$$

## Annexe

Nom ..... Prénom ..... Classe .....

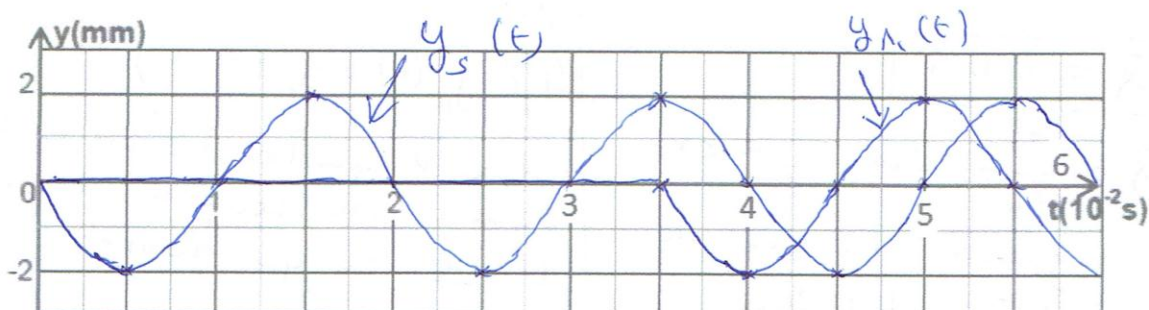


Figure -3-

$$T = \frac{1}{N} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ s}; \quad \theta_{n1} = 1,75 \pi$$

Sur  $[0, 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}]$   $\pi_1$  est au repos

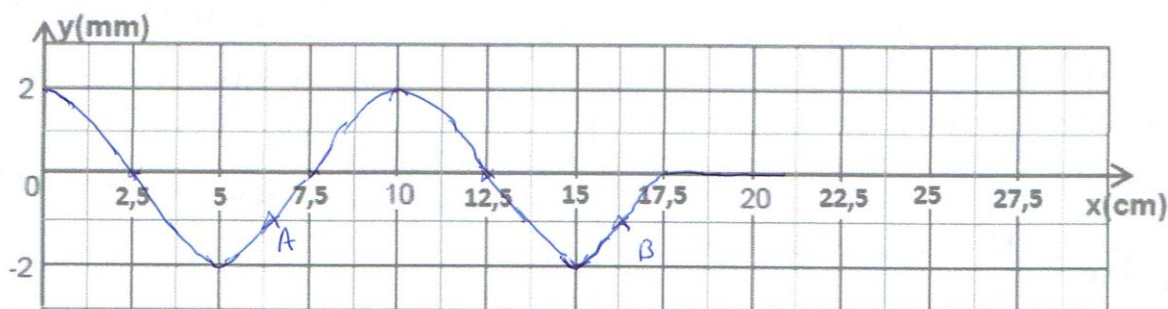


Figure -4-

aspect de la corde à la date  
 $t = 0,035 \text{ (s)}$

6-b) suite

$$0 < x \leq x_b$$

$$0 < x \leq 1,75 \lambda$$

$$4,5 \pi - \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{7\pi}{6} + 2k\pi$$

$$x = \frac{5}{3} \lambda - k \lambda$$

$$0 < \frac{5\lambda}{3} - k\lambda \leq 1,75\lambda$$

$$-0,83 < k \leq 1,66$$

$$k: \{0, 1\} \text{ il y a deux}$$

tel que  $y_n(t_1) = -\frac{a}{2}$  et  
 $v_n < 0$

$k$	0	1
$x = \frac{5}{3} \lambda - k\lambda$	$\frac{5}{3} \lambda = 16,66 \text{ cm}$	$\frac{2}{3} \lambda = 6,66 \text{ cm}$
	(A)	(B)