

LYCEE SECONDAIRE SIDI EL HENI SOUSSE	DEVOIR DE SYNTHÈSE N°2		SCIENCES PHYSIQUES
Dr. Amine Touati	Date : 14-03-2023	Durée : 3 <sup>H</sup>	BAC SC <sub>1</sub>

- le sujet comporte 2 exercices de chimie et 2 exercices de physique.
- On donnera l'expression littérale avant de passer à l'application numérique.
- Seulement l'usage de la calculatrice scientifique est autorisé.

### CHIMIE : (9 POINTS)

#### Exercice 1 : (5 points) Le produit ionique de l'eau à 25 °C est : $K_e = 10^{-14}$

Pour préparer trois solutions (S<sub>1</sub>), (S<sub>2</sub>) et (S<sub>3</sub>) on dissout respectivement trois monobases B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> et B<sub>3</sub> dans l'eau distillée. Les valeurs de leurs taux d'avancement finaux de dissociation dans l'eau sont consignées dans le tableau suivant :

Solution	(S <sub>1</sub> )	(S <sub>2</sub> )	(S <sub>3</sub> )
Concentration molaire	$C_1 = 5C_2$	$C_2$	$C_3 = C_2$
Taux d'avancement final	$\tau_{f1} = 0,04$	$\tau_{f2} = 0,04$	$\tau_{f3} = 1$

- Préciser que l'une de ces bases est forte et que les deux autres sont faibles.
  - Peut-on comparer le pouvoir des deux bases faibles ?
  - Établir l'expression du taux d'avancement final de la réaction de dissociation d'une base B dans l'eau.
  - Calculer la valeur de chaque concentration sachant que **pH** de la solution S<sub>3</sub> est **pH<sub>3</sub> = 12**.
- Montrer que, pour une base faible est donnée par :  $\tau_f (10^{pH-pK_a} + 1) = 1$ .
  - Vérifier que si la base est faiblement ionisée alors :  $\tau_f = 10^{pK_a-pH}$
  - Déduire dans ces conditions que  $2pH = pK_a + pK_e + \log C$
  - Calculer les valeurs de **pK<sub>a</sub>** de chacune des bases faibles, compare alors leurs pouvoirs.
- On prélève un volume **V<sub>1</sub> = 10 mL** de la solution (S<sub>1</sub>) auquel on ajoute d'eau distillée afin d'obtenir une solution (S'<sub>1</sub>) de concentration molaire C'<sub>1</sub> et de volume **V'<sub>1</sub> = 100 mL**.
  - Calculer la valeur de **pH<sub>1</sub>'** de la solution (S'<sub>1</sub>).
  - Montrer que  $\frac{\tau'_{1f}}{\tau_{1f}} = 10^{1+pH'_1-pH_1}$ . En déduire l'effet de la dilution.

#### Exercice 2 : (4 points)

L'acide formique **HCOOH** est l'une des rares espèces chimiques, cet acide faible étant secrété par les fourmis pour se défendre des agresseurs. De nos jours, il est synthétisé industriellement et participe à de nombreux usages tels que la production du cuir, lutte contre des parasites... On se propose de vérifier la qualité d'une solution aqueuse commerciale S<sub>0</sub> contenant de l'acide formique, préconisée dans la lutte contre un parasite tenu responsable de l'affaiblissement des colonies d'abeilles. L'étiquette du flacon de la solution commerciale porte l'indication « **P** » qui est la valeur du pourcentage massique d'acide formique contenu dans la solution commerciale. On souhaite vérifier son efficacité par un titrage pH-métrique.

1- Montrer que si **P = 65.2%** la concentration en acide formique S<sub>0</sub> est  $C_0 = \frac{P.d.\rho}{M}$ . Calculer sa valeur.

**Donnés : Densité formique :  $d=1,15$ , Masse volumique de l'eau :  $\rho=1g \cdot mL^{-1}$  et masse molaire  $M=46g \cdot mol^{-1}$**   
 Pour effectuer le titrage de S<sub>0</sub>, on dispose d'une solution aqueuse de soude, (hydroxyde de sodium: Na<sup>+</sup>, HO<sup>-</sup>) de concentration **C<sub>B</sub> = 0,1 mol.L<sup>-1</sup>**.

- Écrire la réaction bilan du dosage et montrer qu'elle est totale.
- Définir l'équivalence et en déduire le volume **V<sub>BE0</sub>** de solution de soude qu'il faudrait verser à l'équivalence pour doser un volume **V<sub>A</sub>=10mL** de solution commerciale S<sub>0</sub>. Que peut-on conclure ?
- On dilue au **100<sup>ième</sup>** la solution S<sub>0</sub> on obtient une solution de concentration C<sub>1</sub> notée S<sub>1</sub>. Sachant que le volume de la soude ajouté pour obtenir l'équivalence vérifie **10mL < V<sub>BE1</sub> < 25mL**, montrer qu'un titrage de **V<sub>A</sub> = 10mL** de S<sub>1</sub> est possible.

- 5- Dans le tableau, de la page annexe à rendre, on donne quelques mesures de titrage par suivi pH-métrique de  $S_1$ . Compléter le tableau, justifier le calcul.
- 6- Déterminer la concentration  $C_0$  de la solution commerciale  $S_0$ , Dire si cette solution est encore efficace sachant que le pourcentage massique ne doit pas être inférieur à 63%

## PHYSIQUE : (11 POINTS)

### Exercice n° 1 : (5,5 points)

Un pendule élastique est formé d'un solide (S) supposé ponctuel, de masse  $m$  et d'un ressort (R) de raideur  $k$  enfilé sur une tige parfaitement lisse horizontale figure-1. On exerce sur (S) une force excitatrice  $\vec{F} = F_m \sin(\omega t) \cdot \vec{i}$  avec  $F_m$  constante et égale à 2,4N et  $\omega$  réglable. Au cours de son mouvement, le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux  $\vec{f} = -h \vec{v}$  où  $h$  est une constante positive et  $\vec{v}$  : vecteur vitesse instantanée. La position d'équilibre O de (S) correspond à l'origine des abscisses. Sachant que pour un dipôle RLC série soumis à une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(\omega t)$  l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q(t)$  est :

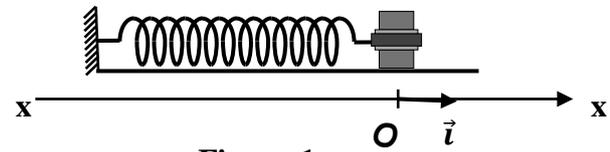


Figure-1

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = u(t)$$

La solution de cette équation est de la forme  $q(t) = Q_m \sin(\omega t + \phi_q)$  avec  $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 \omega^2 + (\frac{1}{C} - L\omega^2)^2}}$

- 1- Montrer que  $Q_m$  est maximale pour  $\omega = \omega_{rq}$  tel que :  $\omega_{rq} = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{R^2}{2L^2}}$ .
- 2- En précisant l'analogie utilisée, trouver l'équation différentielle vérifiée par l'élongation  $x(t)$  de (S) ainsi déduire l'expression de l'amplitude  $X_m$ .
- 3- a) En déduire à partir de l'expression de  $X_m$  que l'amplitude  $V_m$  de la vitesse  $v(t)$  vérifie la relation :

$$V_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 + \left(\frac{K}{\omega} - m\omega\right)^2}}$$

- b) Montrer qu'à la résonance de vitesse que  $\omega = \omega_0$ . On donnera son expression en fonction de  $K$  et  $m$ .
- c) Donne l'expression de la pulsation  $\omega_{rx}$  pour laquelle on obtient la résonance d'élongation.

3- Le facteur de qualité d'un oscillateur électrique est donné par  $Q_e = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

- a) Par analogie électrique-mécanique donner l'expression de  $Q$  d'un oscillateur mécanique
- b) Montrer que  $X_m$  s'écrit sous la forme :

$$X_m = \frac{a}{\sqrt{\frac{b^2}{Q^2} + (1 - b^2)^2}} \quad \text{avec} \quad a = \frac{F_m}{K} \quad \text{et} \quad b = \frac{\omega}{\omega_0}$$

4- Sachant que  $X_m$  est maximale si seulement si  $b = b_r = \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$

- a) Montrer que :  $X_{mr} = \frac{2Q^2 a}{\sqrt{4Q^2 - 1}}$
- b) Déduire que  $X_{mr} = \frac{2mF_m}{h\sqrt{4mK - h^2}}$

- 5- Un système d'acquisition de données permet de mesurer à la fois les valeurs des amplitudes  $X_m$  et  $V_m$  en fonction de la pulsation  $\omega$  de la force excitatrice, comme l'illustre les courbes  $C_1$  et  $C_2$  de la figure 2 de la page annexe.
- Montrer que la courbe  $C_1$  correspond à  $X_m = f(\omega)$ .
  - Donner les expressions des ordonnées des points  $B$  et  $D$ .
  - Déduire, graphiquement, les valeurs : de la pulsation propre  $\omega_0$  du pendule élastique, du coefficient de frottement  $h$ , de la raideur  $k$  du ressort et de la masse  $m$  du solide.
- d) Trouver alors la valeur de la pulsation désignée par la lettre  $A$  et la valeur de l'amplitude  $E$ .

### Exercice n° 2 : (3.5 points)

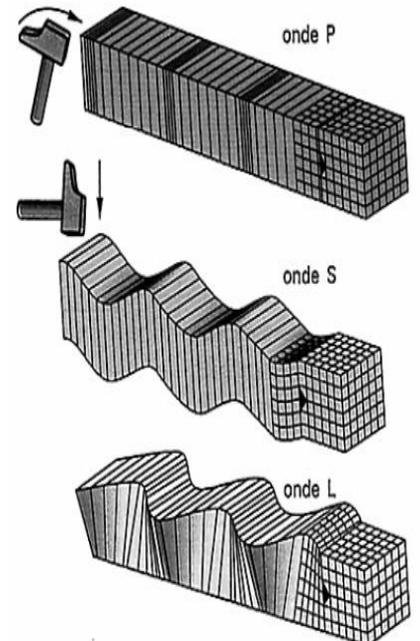
Un oscillateur mécanique horizontal constitué d'un solide (S) de masse  $m$ , mobile sur un rail à coussin d'air, fixé à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur  $K$ . La position du centre d'inertie G du solide est repérée par son abscisse  $x(t)$  sur un axe horizontal  $x'Ox$  dans un référentiel terrestre. À  $t = 0s$ , on écarte (S) de sa position d'équilibre O puis on le lâche sans vitesse initiale, le solide (S) commence à osciller sans frottement, voir figure 3 de la page annexe à rendre.

- Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du centre d'inertie G de (S).
  - Donner l'expression de la période propre  $T_0$ .
- Application : Pour peser dans une navette spatiale où règne l'apesanteur l'utilisation d'un pèse-personne n'étant plus possible, les scientifiques ont utilisé le dispositif de la chaise oscillante : une chaise masse  $m$  mobile sur un rail à coussin d'air est fixée à l'extrémité d'un ressort, l'autre extrémité étant reliée à un point fixe ce qui constitue un oscillateur mécanique. La période propre des oscillations de la chaise à vide est  $T_{01} = 1,28s$ . Lorsque l'astronaute de masse  $M$  est sur la chaise, la nouvelle période propre des oscillations est  $T_{02} = 2,39 s$ .

  - Donner l'expression littérale des périodes propres  $T_{01}$  et  $T_{02}$ .
  - En déduire l'expression de la masse  $M$  de l'astronaute. Calculer  $M$  sachant que masse  $m = 25,2 kg$ .
- La solution de l'équation différentielle est de la forme  $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \phi_x)$ .

  - Donner l'expression de des énergies : potentielle élastique  $E_{pe}$  et cinétique  $E_c$  en fonction de temps.
  - En déduire que l'énergie mécanique  $E_m$  est conservée.
- Dans ce dispositif on constate l'existence des forces des frottements  $\vec{f} = -h \vec{v}$  où  $h$  est une constante positive et  $\vec{v}$  : vecteur vitesse instantanée. L'équation différentielle du mouvement est de la forme suivante  $a(t) + \alpha.v(t) + \beta.x(t) = 0$ . Ou  $a$  représenté l'accélération de système.

  - Déterminer les expressions des constantes  $\alpha$  et  $\beta$ .
  - Montrer que  $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{hx_0^2}{2E_{p0}}$
  - La figure 4 de la page annexe correspondant à des acquisitions de l'évolution de l'élongation  $x(t)$  et de l'énergie potentiel élastique  $E_{pe}$  Sachant que  $\alpha = 3,5 S.I.$  et  $\beta = 160. S.I$  déterminer les valeurs de  $h$ ,  $K$  et  $m$



### Exercice n° 3 : (2 points) Documentaire Comment les ondes sismiques se propagent-elles ?

Quand la Terre tremble, les vibrations se propagent dans toutes les directions à partir du foyer du tremblement de terre situé dans les profondeurs de la couche terrestre. Les vibrations sont initialement de deux types : celles qui compriment et détendent alternativement les roches, à la manière d'un accordéon, et celles plus

destructrices qui les cisailent. Les premières, les plus rapides (appelées ondes P), voyagent dans la croûte à une vitesse de 6 km/s environ, mais peuvent être ralenties dans les roches peu consolidées. Les secondes (appelées ondes S) sont, à cause des propriétés élastiques des roches, systématiquement deux fois plus lentes mais environ cinq fois plus fortes que les premières. Ainsi, lors d'un séisme lointain, ayant ressenti l'onde P, on peut anticiper l'arrivée des ondes S. Les ondes P vibrent dans leur direction de propagation, elles soulèvent ou affaissent le sol, tandis que les ondes S vibrent perpendiculairement et nous secouent horizontalement. Heureusement, lors de leur voyage à travers le sous-sol, les ondes perdent de leur énergie. En s'éloignant du foyer, elles s'amortissent et leurs effets s'atténuent. Voilà pourquoi les séismes superficiels, trop proches pour être affaiblis, sont les plus destructeurs.

*D'après La Recherche (n° exceptionnel aout octobre 2001 LES SEISMES)*

- 1- Pourquoi les ondes sismiques appartiennent au domaine des ondes mécaniques.
- 2- D'après le texte : "les premières voyagent dans la croûte à une vitesse de 6 km/s environ". Quel terme plus approprié devrait-on utiliser pour le mot vitesse ?
- 3- Les ondes sismiques peuvent être, classer selon les cas,
  - a) D'après le documentaire donner les termes qualifiés pour une onde sismique.
  - b) Caractériser une onde P. Justifier la réponse.
  - c) Caractériser une onde S. Justifier la réponse.

## FEUILLE ANNEXE A RENDRE

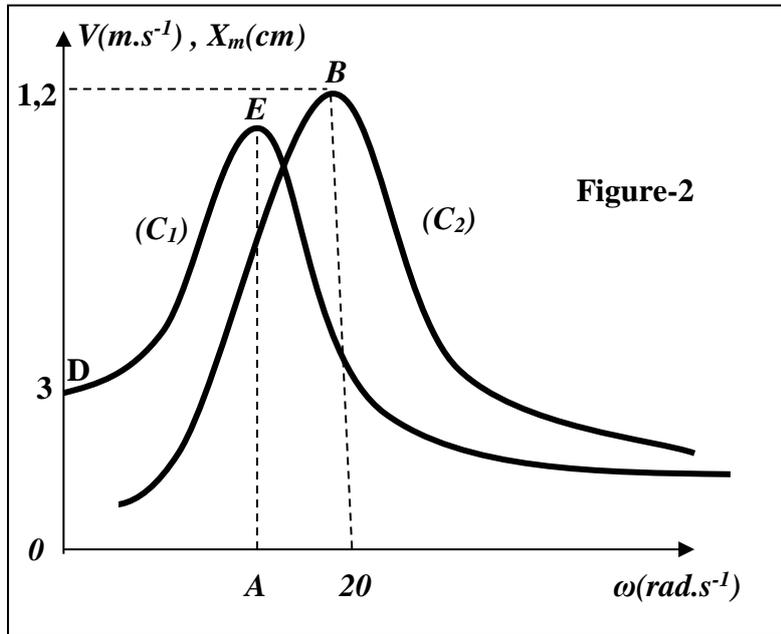
Nom et Prénom :

Exercice chimie 2

	Initiale	Demi-équivalence	équivalence
<b>V<sub>B</sub> (mL)</b>	<b>0</b>		<b>15.8</b>
<b>pH</b>		<b>3.8</b>	

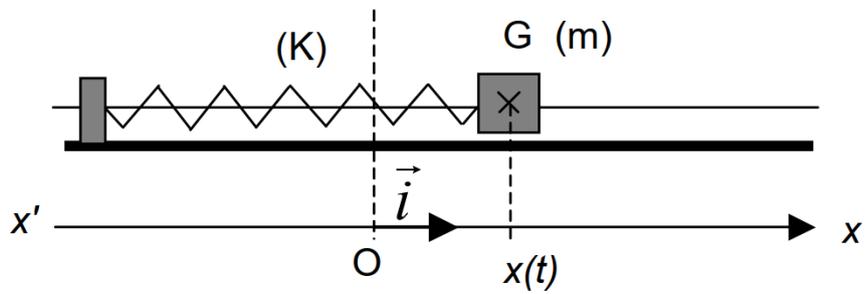
Justification

Exercice physique 1



Exercice 2 Physique

Figure-3



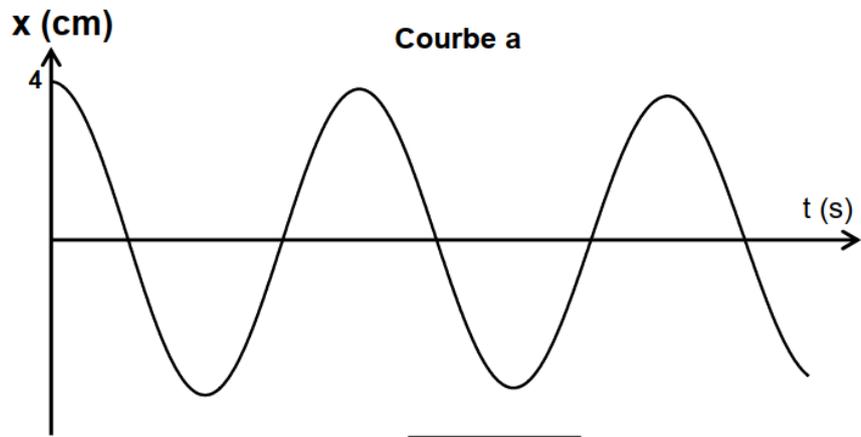


Figure 4

