

L'épreuve comporte 5 exercices indépendants et repartis sur 4 pages numérotées de 1 à 4

CHIMIE

EXERCICE N°1 (3,5 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

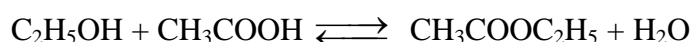
1) Le tableau ci-dessous indique le pH de quatre solutions aqueuses S_1 , S_2 , S_3 et S_4 . S_1 et S_2 sont respectivement deux solutions aqueuses de deux monobases B_1 et B_2 de concentrations molaires respectives C_1 et C_2 . S_3 et S_4 sont respectivement deux solutions diluées au dixième de S_1 et S_2 . Toutes les solutions ont le même volume $V=1L$.

	S_1	S_2	S_3	S_4
pH	10,8	12,5	10,3	11,5

- a- Montrer que l'une des deux bases est forte et préciser laquelle.
- b- Déterminer la concentration molaire de la solution mère de cette base forte.
- 2) La base faible est l'ammoniac (NH_3). Elle est utilisée pour préparer la solution mère de concentration molaire $C = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
 - a- Écrire l'équation-bilan de la réaction de cette base avec l'eau.
 - b- Dresser le tableau d'avancement de la réaction entre l'ammoniac et l'eau.
 - c- Calculer l'avancement volumique final y_f de la réaction ainsi que l'avancement volumique maximal y_{\max} , sachant que le pH de la solution étudiée est **10,8**. On précisera l'approximation faite.
 - d- Déterminer le taux d'avancement final τ_f pour la réaction qui accompagne la dissolution de l'ammoniac dans l'eau.
 - e- Établir, en fonction de τ_f , C et pK_e l'expression de la constante d'acidité K_a du couple NH_4^+/NH_3 , en précisant l'approximation utilisée. Calculer sa valeur.

EXERCICE N°2 (3,5 points)

On réalise deux mélanges contenant chacun n_0 mol d'acide éthanóïque et n_0 mol d'éthanol. Pour l'un d'entre eux, on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. La transformation chimique est modélisée par l'équation :



Pour suivre l'évolution temporelle de chacun de ces deux systèmes chimiques, on dose d'heure en heure l'acide éthanóïque restant à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Les résultats des mesures sont portés par les courbes de la figure 1.

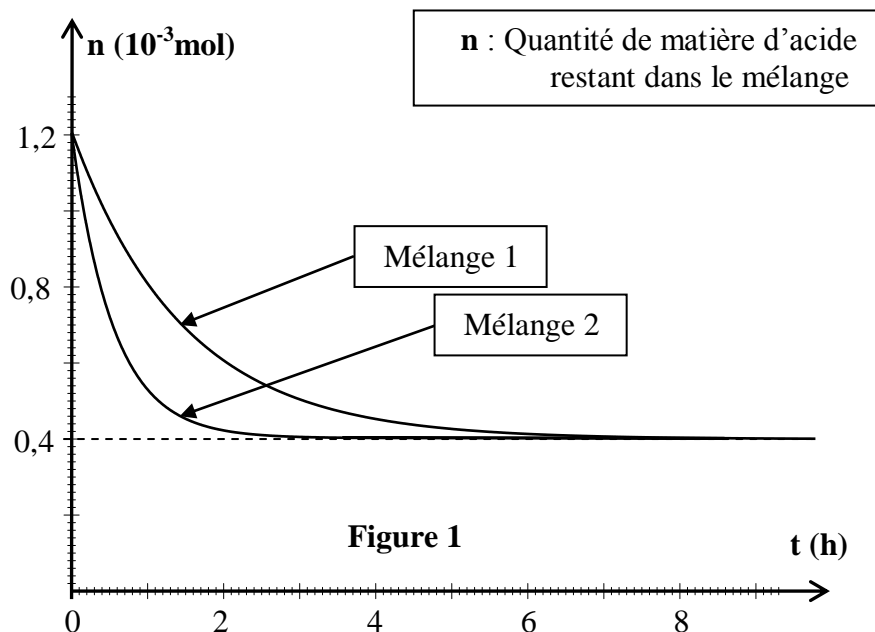


Figure 1

- 1) a- Énoncer la loi d'action de masse.
b- Interpréter macroscopiquement et microscopiquement l'état d'équilibre chimique.
- 2) a- Dresser le tableau d'avancement de l'évolution du système chimique correspondant au mélange 1.
b- Calculer la constante d'équilibre associée à la réaction d'estérification. Le volume réactionnel est supposé constant.
c- Calculer le taux d'avancement final de cette transformation.
- 3) Préciser, en justifiant, l'effet de l'acide sulfurique sur la valeur de la constante d'équilibre et sur le taux d'avancement final de la réaction.
- 4) À l'instant de date $t = 4 \text{ h}$, on ajoute $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ d'eau et $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ d'acide éthanoïque au mélange 2.
a- Préciser, en justifiant, le sens d'évolution spontané du système.
b- Déterminer la composition du mélange 2 lorsqu'un nouvel état d'équilibre est atteint.

PHYSIQUE

EXERCICE N°1 (4,5 points)

Une pointe excite verticalement un point O de la surface libre d'un liquide homogène à la fréquence $N = 25 \text{ Hz}$.

L'origine des temps ($t = 0 \text{ s}$) est choisie à l'instant où O commence à vibrer en se déplaçant vers le haut, sens choisi comme sens positif des elongations. Le mouvement de (O) est supposé sinusoïdal d'amplitude $a = 5 \text{ mm}$.

On appellera V la célérité de propagation des déformations à la surface du liquide et on négligera la diminution d'amplitude due à l'amortissement et à la dilution de l'énergie.

- 1) a- Le phénomène résultant de la propagation des déformations à la surface du liquide est appelé onde mécanique transversale. Justifier cette appellation.
b- Décrire l'aspect de la surface libre du liquide en lumière ordinaire.
- 2) Établir l'équation horaire $y_O(t)$ du mouvement de O.
- 3) a- Définir la longueur d'onde λ .
b- Sachant qu'à l'instant de date $t_1 = 0,02 \text{ s}$, le front d'onde est à $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ de O, calculer les valeurs de λ et V .
- 4) On considère un point quelconque M de la surface du liquide à une distance $r = OM$ de O.
a- Établir l'équation horaire $y_M(t)$ du mouvement de M en fonction de r , t et λ .
b- Déterminer l'expression donnant les valeurs de r pour lesquelles le mouvement de M est en opposition de phase avec celui de O.

5) a- Représenter, en justifiant, une coupe transversale de la surface du liquide suivant un plan vertical passant par O, à l'instant de date $t_2 = 7.10^{-2} s$.

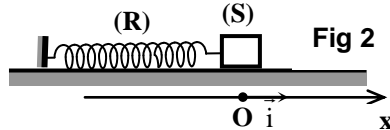
b- Soit P un point de la surface libre du liquide situé à $r = 2.10^{-2} m$ de O.

b₁ - Déterminer la valeur de la vitesse de ce point à l'instant de date t_2 .

b₂ - Déterminer le déphasage du mouvement de P avec celui de O. Préciser, en justifiant, si ce déphasage évolue ou non au cours du temps.

EXERCICE N°2 (4,5 points)

Un solide (S) de masse m est attaché à l'extrémité libre d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur $K=20 N.m^{-1}$. L'autre extrémité du ressort est attachée à un point fixe. Le système {(S) + ressort} est placé sur un plan horizontal (figure-2-).



Au repos, le centre d'inertie G du solide est au point O, origine d'un repère (O, \vec{i}) horizontal. À partir de O, on écarte le solide (S) d'une certaine distance dans le sens positif et on le lâche avec vitesse initiale.

A- Les frottements sont négligeables.

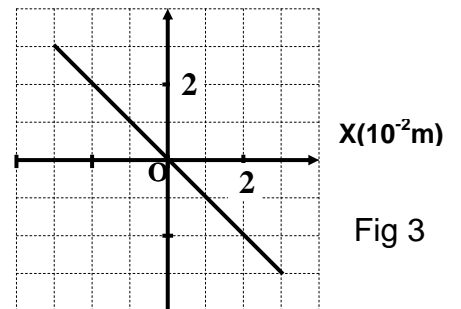
1) a- Établir l'équation différentielle qui régit l'évolution de l'abscisse $x(t)$ du centre d'inertie G du solide et déduire l'expression de la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur.

b- On donne le graphe représentant les variations de l'accélération du solide (S) en fonction de l'élongation x (figure-3-).

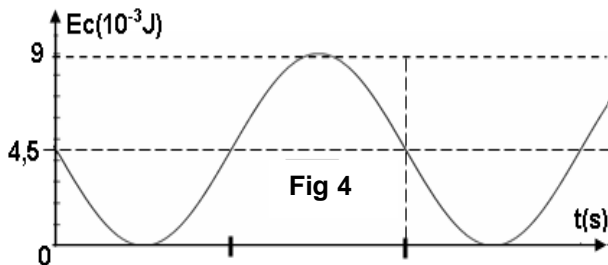
Déterminer graphiquement ω_0 . Montrer que la masse du solide est $m = 200 g$. $\frac{d^2x}{dt^2} (m.s^{-2})$

2) a- Au passage du solide (S) par une position d'abscisse x sa vitesse est v. Donner l'expression de l'énergie mécanique totale E du système en fonction de m, v, K et x.

b- Montrer que l'énergie E est constante.



3) On donne le graphe représentant les variations de l'énergie cinétique E_c du solide en fonction du temps (figure-4-). La loi horaire du mouvement est donnée par $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$



a- Montrer que l'énergie cinétique E_c s'écrit sous la forme $E_c = \frac{1}{4} K X_m^2 (1 + \cos(2\omega_0 t + 2\varphi))$.

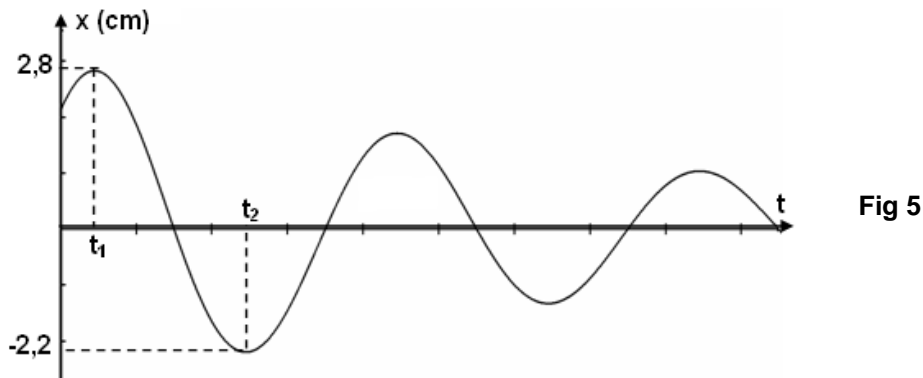
b- Déduire, à partir du graphe, les valeurs de X_m et φ .

4) Déterminer les valeurs de x pour lesquelles $\|\vec{v}\| = 0,2\sqrt{2} m.s^{-1}$.

B- Les frottements ne sont plus négligeables.

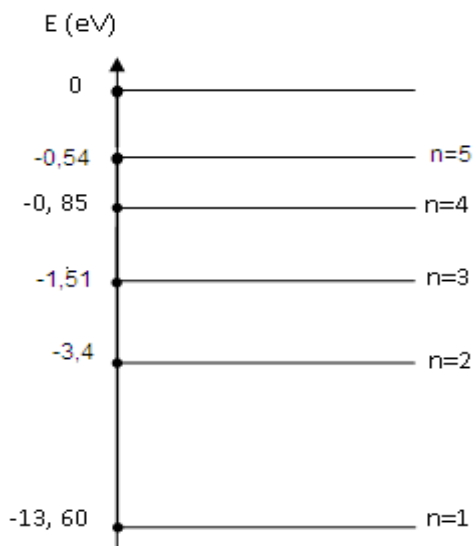
Le solide (S) est maintenant soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h \vec{v}$ ($h=constante>0$), le graphe de **la figure-5-** représente les variations de son abscisse x en fonction du temps. (Les conditions initiales sont les mêmes que dans la partie A).

- 1) Établir l'équation différentielle du mouvement de (S) é.
- 2) Montrer que l'énergie totale du système diminue au cours du temps.
- 3) Calculer la variation de l'énergie totale du système entre les instants de dates t_1 et t_2 .



EXERCICE N°3 (4 points)

La grande nébuleuse d'Orion comporte quatre étoiles très chaudes rayonnant de la lumière ultraviolette de longueur d'onde inférieure à 91,2 nm, au sein d'un grand nuage de gaz interstellaire constitué en majorité d'atomes d'hydrogène. Le diagramme ci-contre présente quelques-uns des niveaux d'énergie possibles pour l'atome d'hydrogène.



- 1) Reproduire sur votre copie ce diagramme et y indiquer :
 - l'état fondamental,
 - les états excités,
 - l'état ionisé.
- 2) Définir l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène et donner sa valeur en électron volt (eV).

3) a- Écrire la relation entre l'énergie d'un photon et la longueur d'onde λ qui lui est associée.

b- Préciser le comportement d'un atome d'hydrogène pris à l'état fondamental lorsqu'il reçoit un photon de longueur d'onde $\lambda = 91,2 \text{ nm}$.

c - Cet atome d'hydrogène, pris à l'état fondamental, ne peut pas être excité par un photon d'énergie 11 eV. Justifier cette affirmation.

4) Lorsque le gaz interstellaire de la nébuleuse d'Orion est ionisé, les électrons se recombinent avec les protons pour former des atomes d'hydrogène dans un état excité. Un atome d'hydrogène excité se désexcite ensuite progressivement en émettant une succession de photons.

a- Déterminer la longueur d'onde de la radiation émise lorsque cet atome d'hydrogène passe de l'état excité $n = 3$ à l'état excité $n = 2$.

b- Préciser si cette radiation est visible ou non.

On donne :

Pour le spectre visible : $400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$;
 $C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ $1\text{eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$ $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$.