

COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES

Du second semestre

Exercice 1: (3 points), couple acide-base, pA et équivalence acido-basique

On considère à 25° une solution aqueuse d'acide benzoïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ de concentration molaire $c = 0,01 \text{ mol/L}$.

- 1.1. Ecrire l'équation-bilan de la dissolution dans l'eau de l'acide benzoïque.
- 1.2. Sachant que le pH de la solution d'acide benzoïque précédente vaut 3,1, calculer la constante d'acidité du couple acide-base correspondant.
- 1.3. A 20 mL de la solution d'acide benzoïque précédente on ajoute un volume v d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Le pH du mélange obtenu vaut alors 5,0. Ecrire l'équation-bilan de la réaction; calculer v .
- 1.4. Calculer le volume v' de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ qu'il aurait fallu verser dans les 20 mL d'acide benzoïque pour obtenir l'équivalence.

Exercice 2: (3 points), acide α -aminé

- 2.1. Donner la formule semi-développée de l'acide 2-aminopropanoïque ou alanine.
 - 2.2. Dans une solution aqueuse d'aniline apparaissent deux couples acide-base. Lesquels? Quel est l'amphion, le cation, l'anion?
 - 2.3. Les $\text{p}K_a$ de ces deux couples sont notés $\text{p}K_1$ et $\text{p}K_2$. On donne: $\text{p}K_1 = 2,3$; $\text{p}K_2 = 9,9$.
- Une solution d'alanine a une concentration $c = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Le pH de cette solution est égal à 9. Quelles sont les concentrations des différentes formes sous lequel se trouve cet acide α -aminé.

Exercice 3: (4,5 points), tir d'une balle dans l'eau d'une piscine

Un fusil spécial peut envoyer des balles, type balles de tennis, de masse $m = 100\text{g}$, à la vitesse $v_0 = 24 \text{ m.s}^{-1}$. On tire verticalement vers le bas vers l'eau d'une piscine profonde. On supposera que la balle pénètre dans l'eau à l'instant $t = 0$ avec la vitesse v_0 . Dans l'eau la balle subit une force de frottement $\vec{f} = -h\vec{v}$, proportionnelle à la vitesse, le coefficient de proportionnalité étant $h = 0,25 \text{ SI}$, une force dite poussée d'Archimède (poids du volume de liquide déplacé), verticale, vers le haut d'intensité $m'g$. Un volume d'eau égal à celui de la balle aurait une masse $m' = 250 \text{ g}$. On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$. On ne considèrera que le mouvement de la balle dans l'eau, l'axe Oz est vertical vers le bas.

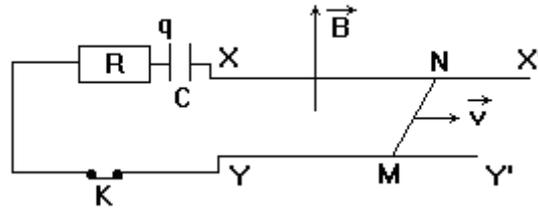
- 3.1. A quelles forces la balle est-elle soumise une fois dans l'eau? Faire un schéma et les représenter qualitativement.
- 3.2. Etablir l'équation différentielle relative à la vitesse v .
- 3.3. La solution de cette équation différentielle est : $v = v_0 e^{-\frac{h}{m}t} + \frac{g(m-m')}{h} \left(1 - e^{-\frac{h}{m}t} \right)$
 - 3.3.1. Donner l'expression de la vitesse limite v_p dans l'eau. Faire l'application numérique. Si cette vitesse limite est atteinte vers où se dirige la balle?
 - 3.3.2. Calculer la constante de temps τ caractéristique du mouvement.
 - 3.3.3. Au bout de combien de temps après avoir pénétré dans l'eau la balle se met-elle à remonter? On prendra $\ln 0,2 = -1,6$.
 - 3.3.4. A l'aide des résultats précédents, donner l'allure de la courbe représentant la vitesse en fonction du temps.

Exercice 4: (4,5 points), décharge d'un condensateur, induction - électromagnétique

On considère le montage ci-dessus:

- Les rails XX' et YY' sont parallèles et situés dans un plan horizontal
- La barre MN est homogène (MN = ℓ).

La barre MN glisse sans frottements sur les rails XX' et YY'. Sa résistance est r, sa masse est m; les rails ont une résistance nulle; le champ \vec{B} vertical est supposé uniforme. On branche en série un interrupteur K, un résistor de résistance R, un condensateur C.



A l'instant $t = 0$, on ferme K, la barre MN étant immobile et C portant une charge q_0 (l'armature située à gauche sur le schéma étant chargée positivement).

- 4.1. Exprimer la f.é.m. induite dans le circuit en fonction de B, ℓ et de la vitesse v de la barre.
- 4.2. Déterminer l'équation différentielle qui relie les grandeurs électriques du circuit, à savoir q en fonction de B, C, R, r, ℓ et v.
- 4.3. Déterminer la vitesse du centre d'inertie de la barre en combinant l'équation électrique et l'équation mécanique relative au circuit et en déduire que la vitesse va tendre vers une limite v_{lim} telle que:

$$v_{lim} = v_{lim} = \frac{q_0 \ell B}{m + C \ell^2 B^2}.$$

Exercice 5: (5 points), circuit RLC-série en régime sinusoïdal forcé

On dispose des appareils suivants: un générateur de tension alternative sinusoïdale $u = f(t)$ de valeur efficace réglable de 10 V, de fréquence réglable de 5 à 5000 Hz; un ampèremètre; deux voltmètres; une bobine d'induction L et de résistance r; un condensateur de capacité C; une résistance R réglable de 0 à 100 Ω; un oscillographe bicourbe.

- 5.1. En utilisant certains appareils cités ci-dessus; faire le schéma d'un montage simple qui permet d'étudier la variation de l'intensité du courant dans un circuit RLC-série soumis à une tension sinusoïdale de fréquence variable. (L'oscillographe ne sera utilisé qu'au 5.3.).
- 5.2. Une tension efficace U est maintenue constante et égale à 5 V pour tout l'exercice. La mesure de l'intensité efficace montre qu'elle passe par un maximum $I_0 = 47$ mA pour une valeur de la fréquence $N_0 = 700$ Hz. En déduire la résistance totale du circuit.
- 5.3.1. Représenter sur un schéma le branchement de l'oscilloscope bicourbe pour visualiser la tension $u(t)$ délivrée par le générateur sur la voie A et les variations d'intensité sur la voie B.
- 5.3.2. Lorsque $N = N_0$ on observe l'oscillogramme n°1.
Déviations verticales: voie A: 2 V/div; voie B: 1 V/div.
Balayage horizontal: 0,2 ms/div.
Quelle courbe correspond à celle enregistrée sur la voie A? Quelle courbe correspond à celle enregistrée sur la voie B? En déduire la valeur de la résistance R réglable puis celle de la résistance r de la bobine.
- 5.3.3. La tension efficace U_c mesurée aux bornes du condensateur est alors maximale et vaut 21,5 V. Donner l'expression de la tension U_c en fonction de R, r, C, N_0 et U. En déduire la valeur de C.
Calculer ensuite la valeur de L.

17

5.4. On règle maintenant N de façon à obtenir l'oscillogramme n°2. Les réglages de l'oscilloscope sont les mêmes que précédemment (pour les déviations verticales et pour le balayage horizontal).

- 5.4.1. Déterminer la fréquence N et le déphasage de l'intensité $i(t)$ par rapport à la tension $u(t)$. (0,5 point)

5.4.2. En prenant les valeurs de C, de R et r trouvées précédemment, en déduire la valeur de l'inductance L. La comparer à celle trouvée à la question 5.3.3.

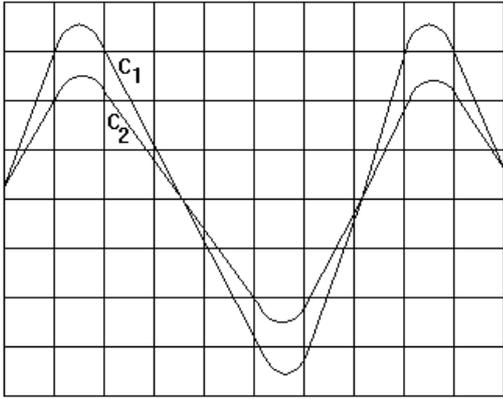


figure n°1

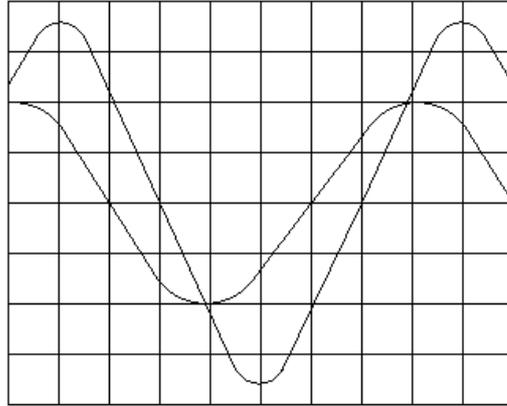


figure n°2