

Discipline : Sciences physiques

Niveau : 4 Sciences Expérimentales

Durée : 3 Heures

Le sujet comporte 4 pagesPartie Chimie

Exercice N°1 : Etude d'un document Scientifique

Exercice N°2 : Dosage Acide Base

Partie Physique

Exercice N°1 : Onde progressive

Exercice N°2 : Oscillations forcées Electrique-Mécanique

Partie Chimie (9 points)**Exercice N°1 (3 points)** Etude d'un document Scientifique**AIE J'AI UNE CRAMPE**

Lors du métabolisme basal de l'homme, l'énergie nécessaire provient de la transformation en milieu oxygéné du glucose en dioxyde de carbone et eau. Le dioxyde de carbone est transporté par le sang jusqu'aux poumons où il est alors éliminé par ventilation.

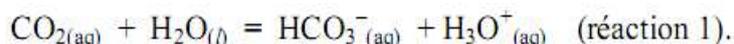
Lors d'un effort physique intense, les besoins énergétiques des muscles augmentent : le métabolisme basal augmente ainsi que la ventilation.

Dans certains cas, lorsque la ventilation est insuffisante, l'énergie nécessaire au fonctionnement du muscle devient insuffisante : la crampe apparaît. Il se forme, dans la cellule musculaire, de l'acide lactique qui lorsqu'il passe dans le sang, provoque une diminution locale de son pH du fait de la création en abondance de dioxyde de carbone dissous dans le sang. Cette diminution du pH sanguin déclenche des ordres hypothalamiques qui vont amplifier la ventilation.

Le sang est constitué d'un liquide plasmatique (contenant entre autres les globules et les plaquettes), qui peut être assimilé à une solution aqueuse ionique dont le pH (d'une valeur voisine de 7,4) est quasiment constant et ne peut subir que de très faibles fluctuations. Dans le cas contraire, de fortes fluctuations nuiraient gravement à la santé.

Le maintien de la valeur du pH se fait par deux processus :

- Le premier met en œuvre un ensemble d'espèces chimiques régulatrices dont notamment le couple acide-base $\text{CO}_2 / \text{HCO}_3^-$ (couple dioxyde de carbone / ion hydrogénocarbonate) grâce à l'équilibre :



- Le deuxième processus physico-chimique est la respiration.

A une température de 37°C on donne pH d'un sang artériel « normal » : 7,4

D'après « Science et vie » Article »# Aie j'ai une crampe-#

QUESTIONS

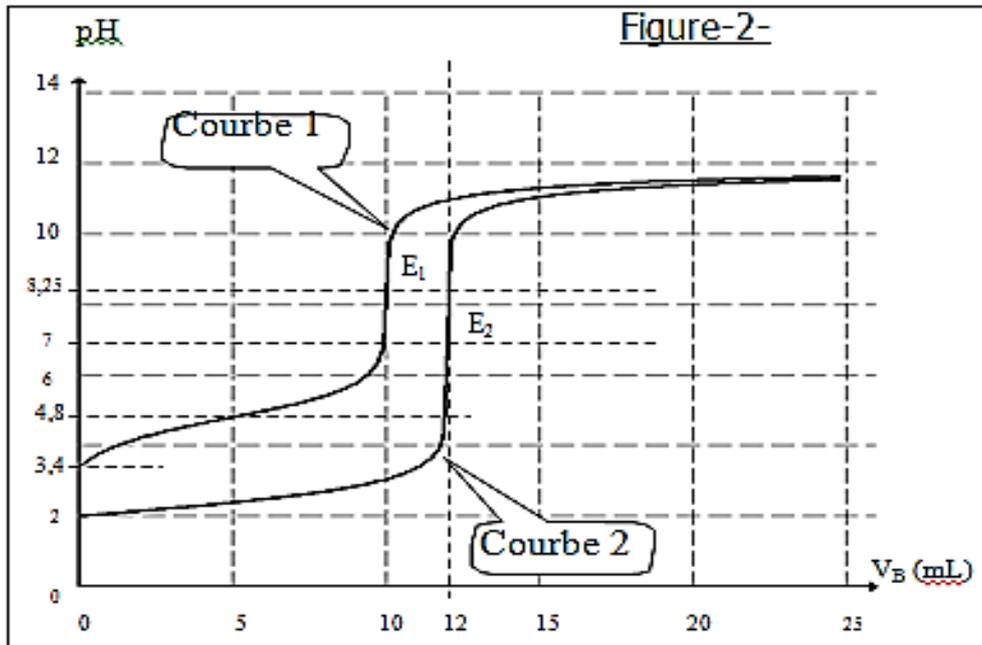
- 1- Donner l'expression de la constante d'acidité K_{a1} associée au couple régulateur (réaction 1).
- 2- En déduire la relation entre le pH et le pK_{a1} du couple $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$.
- 3- Calculer alors la valeur du rapport $[\text{HCO}_3^-] / [\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]$
Si on donne la valeur de $pK_{a1}=6,10$ à 37°C.
- 4- Lors d'un effort physique, la concentration en dioxyde de carbone dissous dans le sang au voisinage du muscle, augmente. Comment devrait varier le pH du sang ?

Exercice N°2 : (6 points)

On dispose d'une solution aqueuse (S₁) d'un acide A₁H et d'une solution aqueuse (S₂) d'un acide A₂H de concentrations molaires respectives C₁ et C₂. L'un des acides est fort l'autre est faible.

On prélève un volume V₁ de (S₁) et un volume V₂ de (S₂) et on ajoute séparément et progressivement une solution de soude NaOH de concentration molaire C = 10⁻² mol.L⁻¹ sur ces deux prélèvements tout en suivant l'évolution de pH.

On obtient les deux courbes (1) et (2) de la figure -2- correspondantes respectivement dosages de (S₁) et (S₂)



1/ a- Dédurre, à partir de l'allure de chaque courbe, la nature, fort ou faible de chacun des deux acides.

b- Calculer la concentration C₁.

2/ a- Déterminer graphiquement la valeur du pKa du couple acide/base faible.

b- Ecrire l'équation de la réaction de dosage de l'acide faible et montrer qu'elle est totale.

3- a- Etablir l'expression du pH d'une solution d'acide faible en fonction de sa concentration C et de son pKa en précisant les approximations utilisées.

b- Vérifier que la concentration C₂ = 10⁻² mol.L⁻¹

c- Déterminer les volumes V₁ et V₂ prélevés initialement.

4/ a- Justifier le caractère basique du mélange à l'équivalence.

b- Pour permettre une bonne immersion de l'électrode combinée du pH-mètre dans le mélange, on ajoute environ 50 mL d'eau pure au volume de la solution d'acide faible à doser, et on refait les mesures au cours du dosage.

5/ Préciser en justifiant, si à la suite de cette dilution les grandeurs suivantes restent constantes ou subissent une diminution ou une augmentation :

*le volume V_b à l'équivalence.

*le pH à la demi-équivalence.

*le pH à l'équivalence.

Partie Physique (11 points)

Exercice N°01(4 points)

On considère une corde de longueur $L=120\text{cm}$ dont l'une des extrémités S est liée à une lame vibrante de fréquence $N=100\text{Hz}$. L'autre extrémité est placée de manière à éviter toute réflexion.

L'équation horaire du mouvement de S est $y_s(t)=2.10^{-3}\sin(2\pi Nt)$, $t \geq 0$

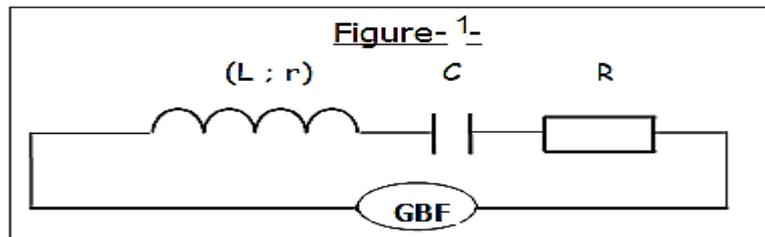
Une onde progressive se propage le long de la corde avec une célérité V et une longueur d'onde λ .

- Déterminer l'équation du mouvement d'un point P de la corde d'abscisse $x=SP$.
- Exprimer l'abscisse x de P lorsqu'il vibre :
 - En phase avec S ;
 - En opposition de phase avec S.
- Au cours de cette propagation on constate que la distance qui sépare le point M, $n^{\text{ième}}$ point qui vibre en phase avec S et le point N, $(n+2)^{\text{ième}}$ point qui vibre en opposition avec S est $d=50\text{cm}$
 - Montrer que $d=5\lambda/2$.
 - En déduire les valeurs de λ et V ;
- Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t_1=2.25.10^{-2}\text{s}$
- Dite pourquoi l'onde est progressive transversal
 - Si on éclaire par une lumière stroboscopique de fréquence $N_e=48\text{Hz}$ la corde Décrire vos observations

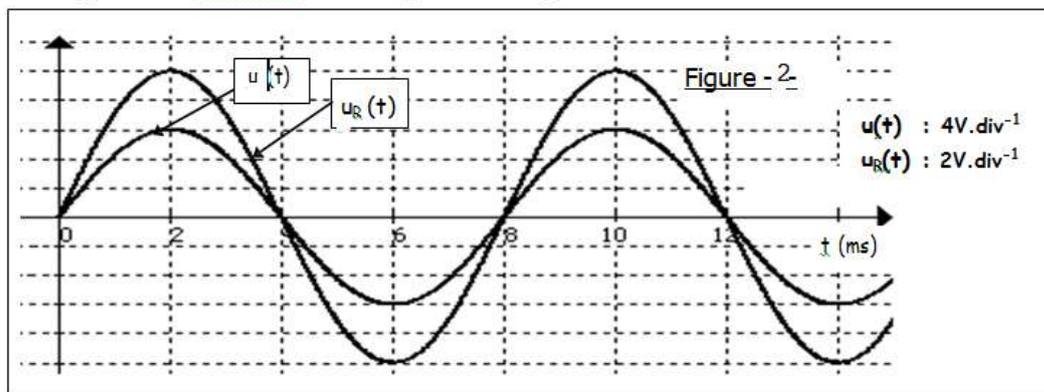
Exercice N°2 : (7 points)

PARTIE -A- Le circuit électrique de la figure -1- comporte en série :

- * Un résistor de résistance $R = 50 \Omega$.
- * Une bobine d'inductance L et de résistance r .
- * Un condensateur de capacité C .
- * Un générateur G.B.F. qui délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable et d'amplitude U_m constante.



Pour une valeur N_1 de la fréquence N , on visualise sur l'écran d'un oscilloscope bi courbe, la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$, entre les bornes du résistor. Les oscillogrammes obtenus sont indiqués sur la figure-2-



- Préciser en le justifiant, l'état électrique du circuit.
 - Déterminer la valeur de N_1 .
 - Déterminer la valeur de la résistance r .
- Pour une fréquence $N_2 = 142 \text{ Hz}$ de N , on mesure les tensions efficaces aux bornes du condensateur et aux bornes du résistor. On trouve $U_C = 28 \text{ V}$ et $U_R = 2,5 \text{ V}$.
 - Calculer l'intensité efficace I du courant dans le circuit.
 - Déterminer la capacité C du condensateur et l'inductance L de la bobine.

PARTIE B

1- Un solide (S) de masse $m = 50\text{g}$ est accroché à l'extrémité d'un ressort de raideur $K = 10\text{N.m}^{-1}$ et l'autre extrémité est fixe.

L'ensemble est horizontal et (s) subit des actions de frottement visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$, où \vec{v} est la vitesse du centre d'inertie G de (S) et h est une constante positive. De plus, (S) subit un force \vec{F} dirigée suivant l'axe du ressort et dont la projection sur cet axe est $F = F_m \sin(\omega t)$ (N)

a - Par recours à l'analogie formelle électrique -mécanique établir l'équation différentielle régissant les oscillations du centre d'inertie G de (S).

b- Sachant que la valeur maximale X_m de l'élongation $x(t)$, vérifie la relation :

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

Montrer que l'amplitude X_m , prend une valeur maximale X_{m0} , lorsque l'expression de la pulsation ω de la force excitatrice est $\omega_r = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{h^2}{2m^2}}$ avec ω_0 la pulsation propre du pendule élastique.

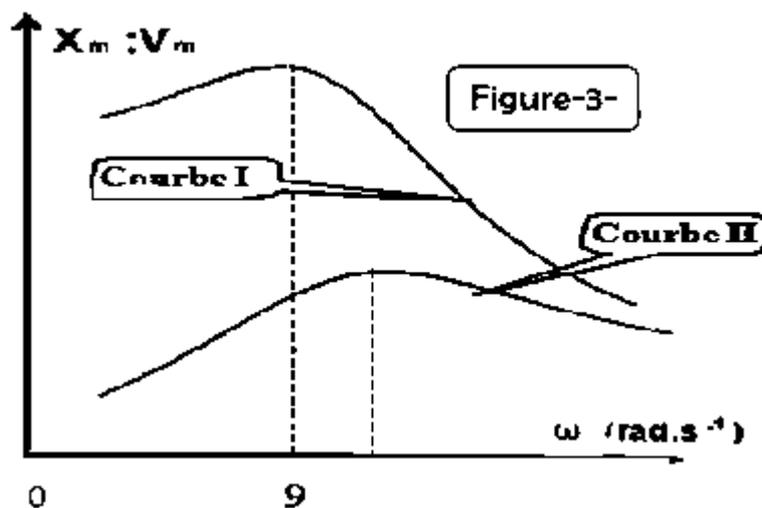
2- Pour différentes valeurs de la pulsation ω de la force excitatrice appliquée à l'oscillateur mécanique, on mesure l'amplitude X_m .

A partir de ces mesures on trace la courbe d'évolution de l'amplitude X_m en fonction de ω : $X_m = f(\omega)$.

On déduit la courbe d'évolution de la vitesse V_m en fonction de ω : $V_m = f(\omega)$ où V_m est l'amplitude de la vitesse instantanée $v(t)$ du centre d'inertie du solide (S).

Les résultats sont donnés par le graphique de la figure -3- .

- Identifier, en le justifiant, les deux courbes (I) et (II).
 - Préciser le phénomène physique mise en évidence par chaque courbe.
 - Déterminer la valeur du coefficient de frottement visqueux h.
- 3- Montrer qu'à la résonance de vitesse :
- L'élongation $x(t)$ vérifie l'équation : $m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$.
 - L'énergie mécanique totale E du système est constante.



Aïe ! j'ai une crampe

1. Donner l'expression de la constante d'acidité K_{a1} associée au couple régulateur (réaction 1).

$$K_{a1} = \frac{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]}$$

En déduire la relation entre le pH et le $\text{p}K_{a1}$ du couple $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$.

$$\text{pH} = \text{p}K_{a1} + \text{Log} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]}$$

- . Calculer alors la valeur du rapport $[\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]$ dans le sang artériel normal.

$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]} = 10^{\text{pH} - \text{p}K_{a1}} = 10^{7,4 - 6,2} = 20$$

. Lors d'un effort physique, la concentration en dioxyde de carbone dissous dans le sang, au voisinage du muscle, augmente. Comment devrait varier le pH du sang ?

Le dioxyde de carbone est l'acide du couple $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$. Une augmentation de sa concentration doit donc diminuer le pH du sang.