Composition n°2 de Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1

Données : Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16 ; M(N) = 14.

Les acides aminés sont des composés organiques azotés qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques.

2-1). Des méthodes d'analyse quantitative ont permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote d'un acide aminé B de formule générale $C_xH_yO_zN$: % C = 46,60 ; % H = 8,74 ; % N = 13,59.

2-1-1). Vérifier que sa formule brute s'écrit $C_4H_9NO_2$, en calculant les valeurs de x, y et z.

2-1-2). Ecrire les formules semi-développées possibles de B et les nommer.

2-1-3). Le composé B est précisément un acide α -aminé. Ecrire sa formule semi-développée et donner son nom dans la nomenclature officielle.

2-2). La valine (val) est un acide α-aminé de formule $H_3C - CH(CH_3) - CH(NH_2) - COOH$

2-2-1). Montrer que la molécule de valine est chirale. Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de la valine et les nommer.

2-2-2). En solution aqueuse la valine donne trois formes ionisées dont un ion dipolaire, appelé zwittérion. Ecrire les équations des deux réactions du zwittérion sur l'eau en mettant en évidence les couples acido-basiques de pK_A 2,4 et 9,8.

2-2-3). Après avoir attribué à chacun des couples le pK_A qui lui correspond, justification à l'appui, indiquer sur une échelle des pH les domaines de prédominance de chaque forme ionisée.

2-3). On désire synthétiser un dipeptide D par condensation de B avec la Valine.

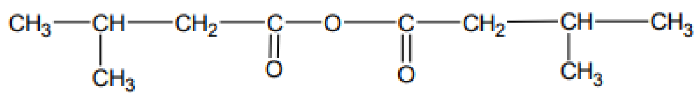
2-3-1). Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que B est l'acide α-aminé C–terminal. Entourer la liaison peptidique. Décrire le principe de la synthèse.

2-3-2). On effectue une décarboxylation de B, par chauffage, on obtient entre autres un composé organique azoté E.

Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décarboxylation de B. Nommer le produit E.

Exercice n°2

On considère le composé organique X de formule :



5-1). Préciser la fonction chimique de X et donner son nom.

5-2). Ecrire l'équation de sa réaction d'hydrolyse. Donner la fonction chimique et le nom du produit Y obtenu.

5-3). Par décarboxylation de Y en présence d'alumine, on obtient un produit B qui donne une réaction de précipitation avec la DNPH et ne réduit pas le réactif de Schiff. Donner la formule semi-développée et le nom de B.

5-4). Sur la solution Y on fait agir une solution de chlorure de thionyle et on obtient, entre autre, un produit organique D. Ecrire la formule semi-développée de D en mettant en exergue son groupement fonctionnel. Quel est le nom de la fonction chimique mise en évidence ? Donner le nom de D. (L'écriture de l'équation de la réaction chimique n'est pas demandée).

5-5). Lorsqu'on fait agir une solution de D sur du propan-2-ol, on obtient entre autre, un composé organique E.

5-5-1). Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondante, donner la formule semi-développée de E et préciser le nom de sa fonction chimique.

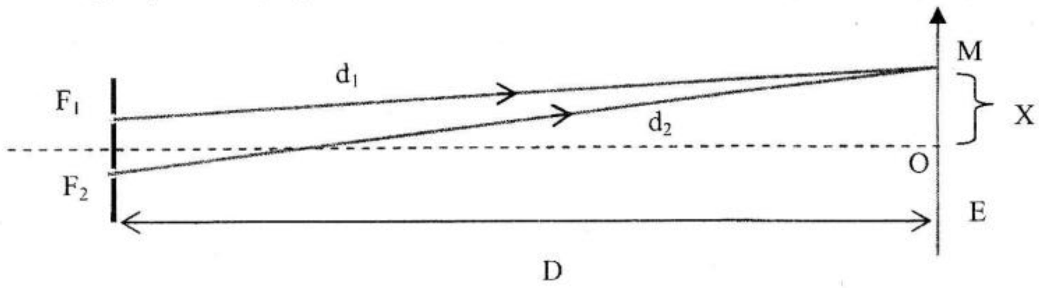
5-5-2). Comparer cette réaction à celle de Y sur le propan-2-ol.

Exercice n°3

On considère le dispositif des fentes de Young (figure ci-après). Une source de lumière peut éclairer les fentes permettant d'obtenir deux sources secondaires F_1 et F_2 distantes de a.

Un écran E est placé orthogonalement au plan médiateur de F_1F_2 et à une distance D de F_1F_2.

On désigne par O la projection du milieu de F_1F_2 sur l'écran (voir croquis).



4.1 Si les deux sources F_1 et F_2 étaient indépendantes (c'est-à-dire non dérivées d'une même source) et émettaient des radiations de même longueur d'onde λ, qu'observerait-on sur l'écran ? Justifier votre réponse.

4.2 Les deux sources F_1 et F_2 sont obtenues à partir d'une même source ponctuelle F située en avant et placée sur l'axe de symétrie de F_1F_2. La source F émet une radiation monochromatique de longueur d'onde λ.

4.2.1 Décrire qualitativement ce que l'on observe sur l'écran.

4.2.2 Tout se passe comme si les sources F_1 et F_2 issues de la diffraction de la lumière provenant de F émettaient respectivement des vibrations de la forme : $S_1 = S_2 = S_0 \sin \omega t$.

Ces vibrations se superposent en tout point de la partie commune aux faisceaux diffractés.

On cherche alors à caractériser l'intensité lumineuse ou éclairement aux différents points de l'écran : .

Soit M un point du champ d'interférences tel que $\overline{OM} = x$. On désigne par d_1 et d_2 respectivement la distance entre le point M et les sources F_1 et F_2

a) Exprimer la différence de marche $\delta = d_2 - d_1$ au point M en fonction de x, a et D

b) Donner l'expression de la vibration résultante S en M en appliquant le principe de superposition des petits mouvements.

c) Montrer, en utilisant la construction de Fresnel, que cette vibration résultante s'écrit :

$$S = 2\, S_0 \cos\left(\frac{\pi\delta}{\lambda}\right) \sin\left[\omega \left(t - \frac{d_1 + d_2}{2C}\right)\right]$$

, relation où C représente la célérité de la lumière dans le vide.

d) En déduire l'expression de l'amplitude A de la vibration résultante au point M.

e) L'intensité lumineuse ou éclairement E au point M est définie comme étant une grandeur proportionnelle à la puissance apportée par le rayonnement, cette puissance est elle-même proportionnelle au carré de l'amplitude de la vibration résultante en M. L'expression de E peut donc s'écrire : E = k A^2, relation où k est une constante de proportionnalité.

α) Montrer que l'intensité lumineuse E en M peut se mettre sous la forme :

$E = E_0(1 + \cos\frac{2\pi x}{i})$, relation où on précisera l'expression de E_0 et celle de i.

β) Recopier le tableau suivant et le compléter :

x	$-i$	$-\frac{3i}{4}$	$-\frac{i}{2}$	$-\frac{i}{4}$	0	$\frac{i}{4}$	$\frac{i}{2}$	$\frac{3i}{4}$	i
E									

Ebaucher le graphe E = f(x).

γ) A l'aide du graphe, retrouver :

- les positions des franges brillantes et celles des franges sombres ; on rappelle que les franges brillantes correspondent à l'éclairement maximal sur l'écran et les franges sombres à l'éclairement minimal ;
- la distance, en fonction de i, qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature.
- Application numérique : calculer cette distance pour : λ =0,579 µm : a = 1mm et D = 1 m

4.2.3 La source F émet simultanément deux radiations de longueurs d'onde λ_1 =0,55 µm et λ_2 = 0,75 µ m. A quelle distance x du point O observe-t-on la première extinction totale de la lumière ? On prendra : a = 1mm et D = 1m

4.2.4 La source F émet de la lumière blanche. Qu'observe-t-on sur l'écran ? Justifier brièvement votre réponse.

Exercice n°4

On considère le circuit électrique représenté sur la figure-4-.

* G: Générateur de basse fréquence maintenant entre ces bornes une tension sinusoïdale u (t) =U $\sqrt{2}$ sin(ω t), avec u en volt et t en seconde de valeur efficace U supposée constante et de pulsation ω réglable.
* Un condensateur de capacité variable.
* Une bobine d'inductance L et de résistance interne **r = 10Ω**.
* Conducteur ohmique de résistance R.
* Ampèremètre A de faible résistance.

1°/ Pour une pulsation ω_1 de ω , l'ampèremètre indique **0,2 A**.

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe on visualise les tensions u (t) aux bornes du générateur et u_C(t) aux bornes du condensateur (les sensibilités verticales sont différentes).

On obtient l'oscillogramme de la figure-5-.

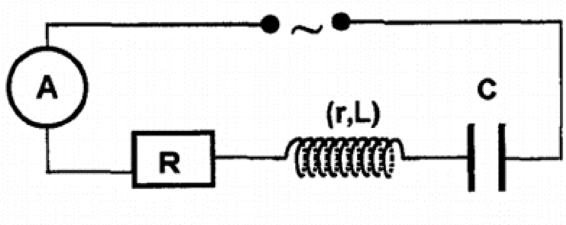
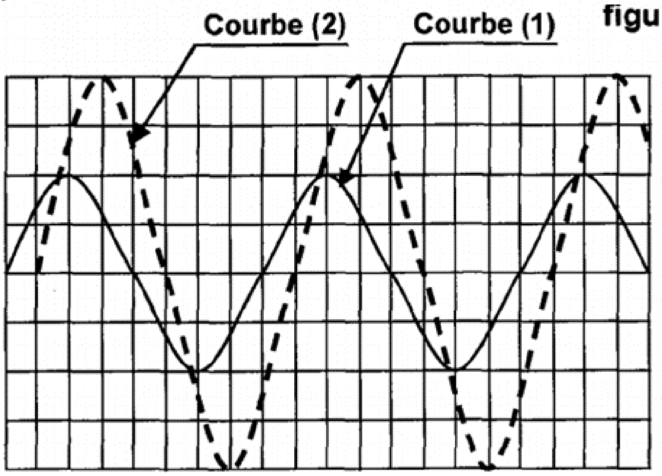


figure -4-

figure -5-



a- Faire sur la figure-4- le branchement de l'oscilloscope afin de visualiser la tension $u_C(t)$ sur la voie (x) et la tension u(t) sur la voie (y).
b- Montrer que la courbe (1) correspond à u(t).
c- Déterminer le déphasage $\varphi_u - \varphi_{u_C}$ entre les tensions u(t) et $u_C(t)$.
d- En déduire le caractère du circuit.

2°/ Pour la pulsation ω_1 de ω tel que $\omega_1 = \frac{\omega_0}{\sqrt{3}}$ et sachant que l'équation différentielle relative à l'intensité de courant électrique i dans le circuit est : $L\frac{di(t)}{dt}$ + (R+r) i(t) + $\frac{1}{C}\int i(t)dt$ = u(t).

a- Compléter le diagramme de Fresnel relatif aux tensions maximales à l'échelle **1cm ⟶ $2\sqrt{2}$ V.** Figure-6-.
b- En déduire la valeur de R et de U_m.
c- Sachant que l'énergie consommée par l'oscillateur pendant une période T_1 est $\mathbf{E_0 = 3.10^{-2}J}$. Déterminer ω_1, L et C.

3°/ On prendra dans la suite **R= 30Ω, L=0,06 H, C= 5.10^{-5} F et r= 10Ω.**
Pour une valeur ω_2 de ω, on visualise les tensions u(t) et $u_C(t)$. Figure-7-.

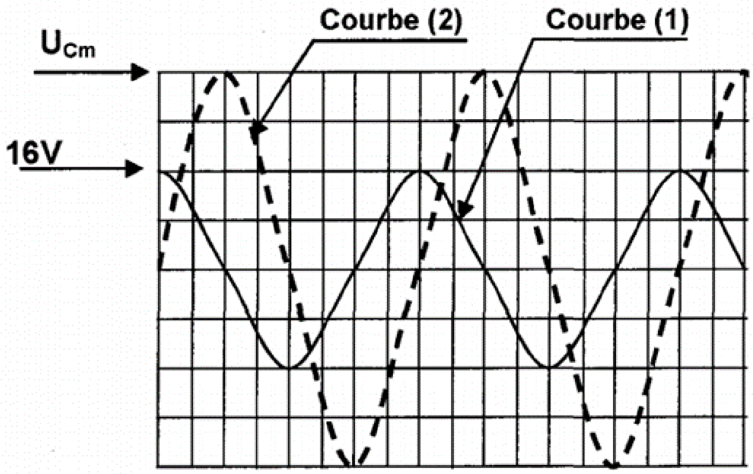


figure -7-

a- Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité.
b- Déterminer l'expression de l'intensité du courant i(t).
c- Montrer dans ces conditions que l'énergie électromagnétique se conserve.
En déduire qu'elle peut s'écrire sous forme : E = $\frac{U_m^{\ 2}.L}{2(R+r)^2}$.
d- Calculer E.

Exercice n°5

Partie A

La mécanique quantique montre que l'état fondamental de l'atome d'hydrogène est caractérisé par une énergie E_1 = -13,6ev et chaque niveau excité n >1 est définie par une énergie

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ (n est un entier naturel positif) avec } E_0 = 13{,}6\text{ev.}$$

1-/A quoi correspond l'énergie E_0 ?
2-/ Quelle relation simple existe entre l'énergie de transition ΔE d'un niveau n à un niveau p et la longueur d'onde du photon émis ou absorbé. (Traiter chaque cas à part)
3-/a-/ Montrer que pour une transition d'un niveau p à un niveau n tel que p > n, on peut écrire la relation

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right).$$

b-/ Vérifier que R_H (appelée constante de Rydberg) vaut $R_H = 1{,}10.10^{+7} m^{-1}$

c--/Dans la série de Balmer (le retour au niveau n = 2) l'atome H émet 1 spectre contenant 4 raies visibles, on se propose de calculer deux longueurs d'ondes de 2 raies de ce spectre correspondant à p=3 ($\lambda_{3,2}$) et p =4 ($\lambda_{4,2}$). Sans faire de calcul, et en utilisant ΔE, comparer $\lambda_{3,2}$ et $\lambda_{4,2}$ puis calculer leurs valeurs.

4-/ L'atome H est dans son état fondamental (n=1), on l'excite à l'aide d'un photon incident d'énergie W=13,8 ev. Que se passe t-il ? Calculer (en ev) l'énergie cinétique Ec de l'électron de H éjecté.

5/ si l'atome entre en choc inélastique avec un électron ayant une énergie cinétique égale 11 ev, que se passe t-il ?

Partie B :

Un réacteur nucléaire fonctionne avec l'uranium enrichie qui est constitué de $p = 3\%$ de ^{235}U fissible et $p' = 97\%$ de ^{238}U non fissible.

La production de l'énergie au sein de cette centrale nucléaire est basée sur la fission de l'uranium ^{235}U bombardé par des neutrons.

Donnés : $m\left(^{140}Xe\right) = 139{,}8920\ u$; $m\left(^{94}Sr\right) = 93{,}8945\ u$; $m\left(^{235}U\right) = 234{,}9935\ u$; $m\left(^{1}_{0}n\right) = 1{,}0087\ u$

$1MeV = 1{,}6.10^{-13} J$; $1u = 1{,}66.10^{-27} kg = 931{,}5\ MeV.c^{-2}$.

Le noyau ^{235}U subit une fission selon l'équation : $^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{94}_{z}Sr + ^{140}_{54}Xe + x\,^{1}_{0}n$.

❶ Determiner x et z.

❷ Calculer en joule (J) l'énergie $|\Delta E_0|$ libérée par la fission de $m_0 = 1g$ de ^{235}U.

❸ Pour produire une quantité d'énergie électrique $W = 3{,}73.10^{16} J$, un réacteur nucléaire de rendement $r = 25\%$ consomme une masse m de l'uranium enrichi.

Exprimer m en fonction de W, $|\Delta E_0|$, m_0, r et p. Calculer m.

❹ Dans ce réacteur nucléaire se trouve aussi une faible quantité du nucléide ^{234}U qui est radioactif α.

La mesure de l'activité radioactive, à l'instant t=0, d'un échantillon de l'uranium $^{234}_{92}U$ a donné la valeur $a_0 = 5{,}4.10^8 Bq$. Calculer la valeur de l'activité nucléaire de cet échantillon à l'instant $t = \frac{t_{1/2}}{4}$

Echelle : 1cm ⟶ $2\sqrt{2}$ V

figure -6-