Composition n°2 – Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1: (3 points)

Partie 1 :

Une masse m = 1,38 g d'un monoalcool saturé A est oxydé complètement en acide carboxylique.

1) Quelle est la classe de cet alcool A ? Justifier votre réponse.
2) L'acide carboxylique formé précédemment est dilué avec de l'eau pure pour former une solution (S_1) de volume V = 500 mL. On prélève un volume V_A =10 mL de la solution (S_1), et on le dose avec une solution de soude, de concentration molaire C_B = 0,04 mol.L^{-1}. L'équivalence acido-basique est obtenue lorsqu'on a versé un volume V_B = 15 mL de la solution de soude.
   a) Calculer le nombre de moles d'acide carboxylique contenus dans la solution (S_1).
   b) Calculer la masse molaire de l'alcool A, écrire sa formule semi-développée et donner son nom.

Partie 2 :

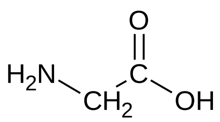
On dissout n moles d'acide méthanoïque HCOOH dans 500 mL d'eau distillée. On obtient ainsi une solution (S_2) de pH = 2,7 à 25°C. On négligera la variation de volume après la dilution. Le pKa du couple $HCOOH/HCOO^-$ est égal à 3,75.

1) Ecrire l'équation traduisant la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.
2)
   a) Déterminer les concentrations molaires des espèces chimiques (autres que l'eau) présentes dans la solution (S_2).
   b) En déduire la valeur de n.
3) On veut préparer une solution tampon (S'_2) de pH = 3,75 par la méthode suivante : on dissout une masse m d'hydroxyde de sodium (NaOH) solide dans la solution (S_2). On néglige la variation de volume. Calculer m.

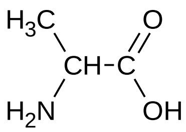
On donne : C = 12 g.mol^{-1} ; Na = 23 g.mol^{-1} ; O = 16 g.mol^{-1} ; H = 1 g.mol^{-1} ;

Exercice n°2: (3 points)

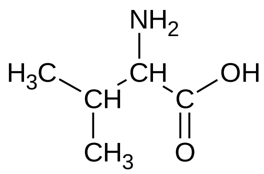
1) On donne les composés organiques ci-dessous :



glycine



alanine



valine

   a) A quel groupe de composés organiques appartiennent-ils ?
   b) Donner leurs noms en nomenclature officielle.
2)
   a) Parmi ces molécules, certaines sont chirales. Lesquelles ? Justifier la réponse.
   b) Donner les représentations de Fischer de la valine et nommer les configurations obtenues.
3)
   a) Sous quelle forme existent ces composés en milieu aqueux ?
   b) Ecrire la formule de la glycine en milieu aqueux.
   c) Ecrire l'équation de la réaction d'une solution de glycine avec une solution d'acide chlorhydrique, puis avec une solution d'hydroxyde de sodium.
   d) Quels sont les couples acide-base caractérisant la glycine en milieu acide et en milieu basique. Affecter à chaque couple l'un des pKa ci-dessous : pKa_1 = 2,4 ; pKa_2 = 9,6.
4) On désire préparer uniquement le tripeptide H-Ala- Gly- Val- OH
   a) Comment procéder ?
   b) Ecrire la formule du tripeptide.

Exercice n°3:

On donne :

- la masse du proton : $m_p = 1,00728$ u
- la masse du neutron : $m_n = 1,00866$ u
- la masse du noyau d'uranium 235 : $m_x = 234,9934$ u
- le nombre d'Avogadro : $\mathcal{N} = 6,02.10^{23}$ mol^{-1}
- 1 u = 931,5 MeV.c^{-2} ; 1eV = 1,6.10^{-19} J

Sous l'action d'un neutron lent, un atome d'uranium $^{235}_{92}U$ subit la réaction de fission nucléaire suivante : $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{91}_{Z_1}Zr + ^{A_2}_{58}Ce + 3^{1}_{0}n + 6^{0}_{-1}e$

1)
   a) Qu'appelle-t-on réaction de fission nucléaire ? Exprimer les lois de conservation. Déterminer Z_1 et A_2.
   b) Donner la définition de l'unité de masse atomique (u).
   c) Calculer en MeV/nucléon, l'énergie de liaison par nucléon de $^{235}_{92}U$
2) Il existe un autre isotope de l'uranium $^{239}_{92}U$, radioactif β^-.
   a) Par deux désintégrations spontanées successives, il donne $^{A_3}_{Z_3}Pu$. Déterminer A_3 et Z_3.
   b) Etablir la loi de désintégration radioactive.
   c) La première désintégration a pour période T_1 = 25 min. Soit N_0 le nombre initial de noyaux radioactifs. Calculer le nombre de noyaux restant au bout de 125 min en fonction de N_0.
3) Le thorium 232 (période, 14 milliards d'années) est l'élément père d'une famille radioactive dont le dernier terme est le plomb 208. Les éléments intermédiaires sont tous de période négligeable. Dans les roches les plus anciennes de la terre, où le thorium et le plomb sont associés, on trouve un rapport moyen de 7 g de thorium pour 1 g de plomb. On admet que le nombre d'atomes de plomb formés est égal au nombre d'atomes de thorium désintégrés. Calculer l'âge de ces roches.

Exercice n°4:

On étudie le mouvement d'un satellite dans le champ gravitationnel terrestre. Ce satellite est considéré comme un objet ponctuel. La Terre est assimilée à une répartition sphérique de masse. On montre que dans ces conditions son champ gravitationnel en un point extérieur est identique à celui que créerait une masse ponctuelle placée en son centre et égale à sa masse totale. L'étude est menée dans le référentiel géocentrique lié au centre O de la Terre et en translation par rapport aux axes de Copernic. Ce référentiel est considéré galiléen. On ne tient compte que du champ gravitationnel terrestre.

On utilisera les valeurs numériques suivantes :

- masse de la Terre : $M_T = 6,00\ 10^{24}$ kg ;
- rayon de la Terre : R_T = 6400 km;
- constante de gravitation universelle : $G = 6,67\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2} ;
- durée du jour sidéral : T_0 = 86164 s

1) Donner l'expression du champ gravitationnel terrestre $\vec{\mathcal{G}}$ en un point *M* situé à la distance $r > R_T$ du centre de la Terre.
2) <u>Satellites circulaires</u>

On désire placer un satellite de masse *m* sur une orbite circulaire de rayon *r* dont le centre sera confondu avec le centre de la Terre.

   a) Montrer que le mouvement circulaire est nécessairement uniforme.
   b) Le satellite ayant atteint, au cours de la phase de lancement, un point M distant de *r* du centre *O* de la Terre, quelles caractéristiques doit-on donner à son vecteur vitesse pour le placer en ce point en orbite circulaire ?
   c) Etablir l'expression de la période *T* du satellite en fonction du rayon de son orbite.

d) Etablir l'expression de l'énergie *E* du satellite sur sa trajectoire circulaire en fonction du rayon de son orbite.

e) Soit λ la latitude de la base de lancement et Ω la vitesse de rotation de la Terre autour de l'axe de ses pôles. Quelle énergie faut-il communiquer au satellite pour le placer, depuis le sol, sur son orbite circulaire ? Quel est l'intérêt d'une base équatoriale ?

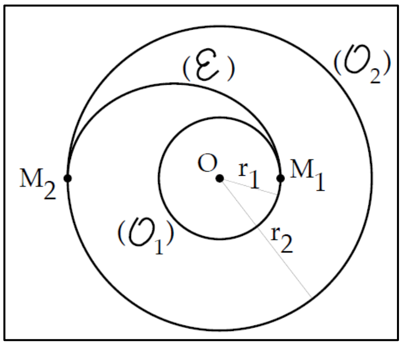
f) *Application numérique : r* = 6600 km ;
Calculer la vitesse du satellite sur son orbite circulaire, ainsi que la période de son mouvement.

g) Satellites géostationnaires.
- Donner la définition d'un satellite géostationnaire.
- Est-il possible de placer un satellite géostationnaire à la verticale de Paris ? Justifier la réponse.
- Calculer le rayon de l'orbite géostationnaire.
- Calculer la vitesse du satellite sur cette orbite.

3) Etude d'une orbite de transfert.

On désire faire passer le satellite précédent de l'orbite circulaire ($\mathcal{O}_1$) de rayon r_1 à l'orbite circulaire ($\mathcal{O}_2$) de rayon r_2 ($r_2 > r_1$). Pour y parvenir, on lui fait emprunter une orbite de transfert elliptique ($\mathcal{E}$), tangente en son périgée M_1 à l'orbite ($\mathcal{O}_1$) et en son apogée M_2 à l'orbite ($\mathcal{O}_2$). Les passages en M_1 de l'orbite ($\mathcal{O}_1$) à l'orbite ($\mathcal{E}$) et en M_2 de l'orbite ($\mathcal{E}$) à l'orbite ($\mathcal{O}_2$), sont effectués en fournissant au satellite, à l'aide de propulseurs, deux impulsions permettant d'augmenter respectivement son énergie de ΔE_1 et ΔE_2 (voir figure).

On admettra que les relations donnant *E* et *T*, établies avec *r* pour des trajectoires circulaires, restent formellement valables ici, pour des trajectoires elliptiques de demi-grand axe *a* en remplaçant *r* par *a*.



a) Quel est le demi-grand axe de l'orbite de transfert ?

b) Quelles sont les énergies respectives du satellite sur les orbites ($\mathcal{O}_1$), ($\mathcal{O}_2$), ($\mathcal{E}$), en fonction de *G*, M_T, *m*, r_1 et r_2 ?

c) Exprimer ΔE_1 et ΔE_2 en fonction des mêmes paramètres.
Application numérique. Calculer ΔE_1 et ΔE_2 : *m* = 100 kg ; r_1 = 6600 km ; r_2 = 42200 km.

d) Calculer la durée du transfert de l'orbite ($\mathcal{O}_1$) d'altitude 200 km, à l'orbite ($\mathcal{O}_2$) d'altitude 35 800 km.

Exercice n°5:

Au cours d'une séance de travaux pratiques deux groupes d'élèves se proposent d'étudier expérimentalement un circuit R LC en régime sinusoïdal forcé.

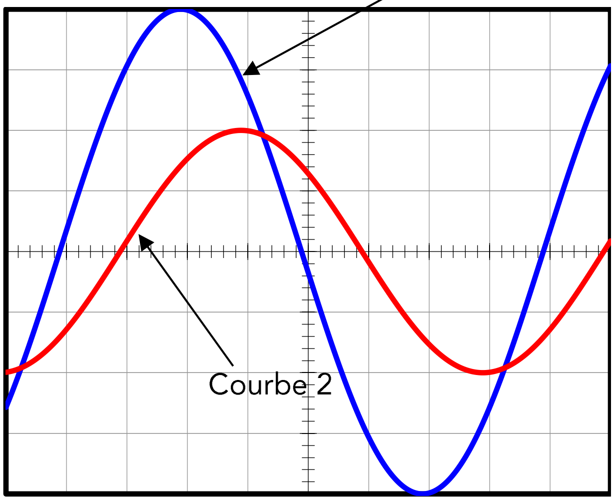
I-Le premier groupe réalise un circuit électrique comportant en série un conducteur ohmique de résistance **R**, un condensateur de capacité **C**, une bobine d'inductance **L=1H** et de résistance interne **r**, un ampèremètre et un GBF qui délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t)$ de pulsation ω variable et de valeur efficace U constante. Le courant traversant ce circuit est d'intensité $i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi_i)$

Un oscilloscope bicourbe est branché de manière à visualiser :
- ✓ Sur la voie A la tension **u(t)** aux bornes du générateur ;
- ✓ Sur la voie B la tension $\mathbf{u_R}$ **(t)** aux bornes du conducteur ohmique.

Données : base de temps ***: 1 ms.div**$^{-1}$**;***
Sensibilité verticale : ***1 V.div**$^{-1}$ **pour les deux voies.***

1) Schématiser le circuit adéquat avec les données de l'exercice et y indiquer les connexions à réaliser à l'oscilloscope.
2) Pour une certaine fréquence N, on obtient les courbes du schéma ci-dessous (voir figure):
L'ampèremètre indique une valeur efficace **I= 9,43mA**

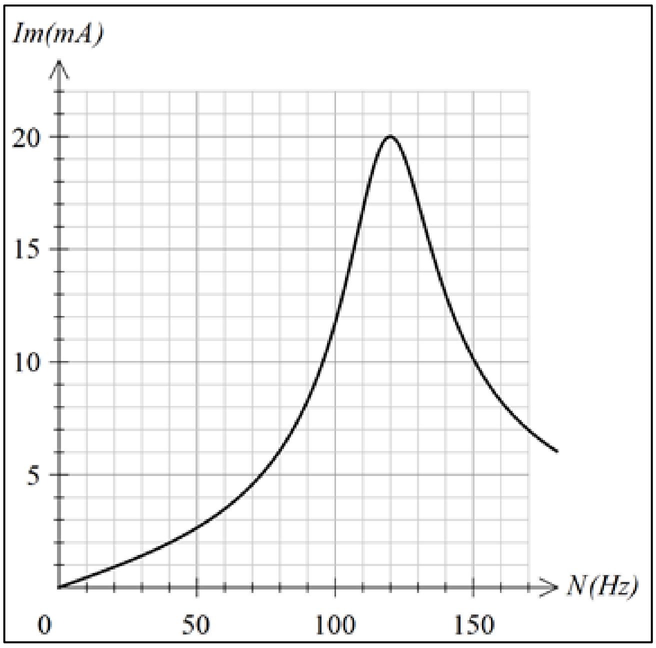
a) Montrer que la courbe (C_1) représente la tension u(t).
b) Déterminer la fréquence N, les amplitudes U_m et U_{Rm}.
c) Calculer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_u$ et déduire le nature de circuit.



3)
a) Etablir l'équation différentielle reliant i(t), sa dérivée première $\frac{di}{dt}$ et sa primitive $\int idt$
b) A l'aide de la construction de Fresnel, déterminer les valeurs de R, r et C. (Echelle : 1cm → 1V)

4) Déterminer graphiquement la tension maximale aux bornes de l'ensemble {Bobine ; condensateur}. Retrouver cette valeur par calcul.

II- <u>Le deuxième groupe</u> souhaite construire point par point la courbe représentative I_m = f (N) où I_m représente l'intensité maximale et N la fréquence imposée par le GBF. Il monte en série, un résistor de résistance **R'=150Ω**, une bobine d'inductance **L'=1H** et de résistance interne **r'**, un condensateur de capacité **C'** et un ampèremètre de résistance négligeable.
Aux bornes de la portion de circuit ainsi réalisée, il applique une tension sinusoïdale u(t) de fréquence N variable, d'amplitude **U_m** maintenue constante et d'expression **u(t) = 4 sin(2πNt)**.
Des mesures et des calculs de l'intensité maximale **I_m** du courant dans le circuit, en fonction de la fréquence **N** de la tension sinusoïdale permettent de tracer la courbe suivante (Figure-4-) :



1)
a) Déterminer graphiquement la fréquence N_0 de résonance d'intensité.
b) Déterminer, à l'aide de cette courbe, les valeurs de r' et de C'.
c) Calculer la valeur du facteur de surtension Q.

2) Pour une fréquence N_r de GBF, la tension aux bornes du condensateur atteint sa valeur maximale.
a) Sachant que
$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R'+r)^2 + \left(L'\omega - \frac{1}{C'\omega}\right)^2}}$$
, déduire l'expression de la tension U_{Cm}
b) Montrer que : $N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{(R'+r)^2}{8\pi^2 L'^2}}$ puis calculer sa valeur.
c) Montrer que la résonance de charge devient impossible pour les valeurs de (R'+r') supérieures à une valeur limite R_L dont on déterminera la valeur.