Concours Biologie et Géologie
Epreuve de Physique

Date : Jeudi 05 Juin 2014	**Heure : 8 H**	**Durée : 3 H**	**Nbre pages : 04**
Barème : Problème 1 : 15 pts		**Problème 2 : 05 pts**	

L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé

L'épreuve comporte deux problèmes ***indépendants****. Le candidat peut les résoudre dans l'ordre qui lui convient, en respectant néanmoins la numérotation des questions.*

PROBLEME 1 : OSCILLATEUR A PONT DE WIEN

Une grandeur notée $\underline{e}(t)$ est la représentation complexe d'une grandeur sinusoïdale $e(t)$.

Première partie :

On réalise à l'aide d'un amplificateur opérationnel (AO) idéal fonctionnant en régime linéaire, convenablement polarisé par une source symétrique de tension non représentée sur le schéma, le montage représenté par la figure 1.

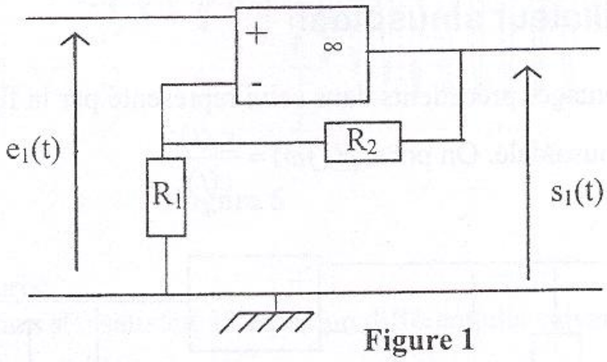

Figure 1

Le montage est alimenté par une source de tension sinusoïdale $e_1(t) = E_{m1}\cos(\omega t)$.

1- Montrer que le gain en tension de ce montage $\dfrac{\underline{s}_1(t)}{\underline{e}_1(t)} = \alpha$, où α est une fonction des résistances R_1 et R_2 que l'on déterminera.

2- Donner le nom de ce montage.

3- Sur quel domaine peut-on théoriquement faire varier α ? Qu'est-ce qui limite physiquement sa valeur ?

4- Calculer le gain en tension de ce montage pour $R_1 = 1k\Omega$ et $R_2 = 2k\Omega$.

Deuxième partie : pont de Wien

On considère le circuit R, C de la figure 2 alimenté par une source de tension sinusoïdale $e_2(t) = E_{m2}\cos(\omega t)$.

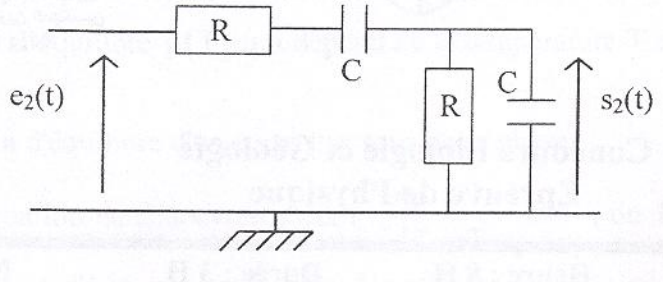

Figure 2

5- Sans faire de calcul, déterminer la nature du filtre réalisé par ce circuit.

6- Déterminer la fonction de transfert $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{\underline{s}_2(t)}{\underline{e}_2(t)}$.

7- Montrer que $\underline{T}(j\omega)$ peut se mettre sous la forme : $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{T_0}{1 + jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$. Préciser les expressions de T_0, Q et ω_0. Donner leurs significations.

8- Calculer $f_0 = \dfrac{\omega_0}{2\pi}$ pour $R = 2k\Omega$ et $C = 0{,}1\mu F$.

9- Tracer la courbe donnant le gain $G = |\underline{T}(j\omega)|$ en fonction de $x = \dfrac{\omega}{\omega_0}$.

10- Tracer la courbe donnant le déphasage $\varphi = \arg(\underline{T}(j\omega))$ en fonction de $x = \dfrac{\omega}{\omega_0}$.

11- Montrer que la bande passante de ce filtre s'écrit : $\Delta\omega = \dfrac{\omega_0}{Q}$.

Troisième partie : oscillateur sinusoïdal

On associe les deux montages précédents dans celui représenté par la figure 3. Ce montage est alimenté par une tension sinusoïdale. On pose $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{s}_0(t)}{\underline{e}(t)}$.

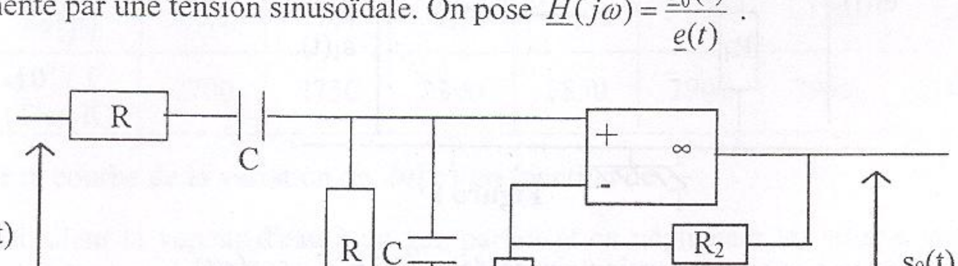

Figure 3

12- Montrer que $\underline{H}(j\omega)$ peut se mettre sous la forme : $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{H_0}{1 + jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$. Préciser l'expression de H_0.

On relie maintenant la sortie à l'entrée du montage de la figure 3 pour obtenir celui de la figure 4, l'alimentation sinusoïdale à l'entrée étant supprimée.

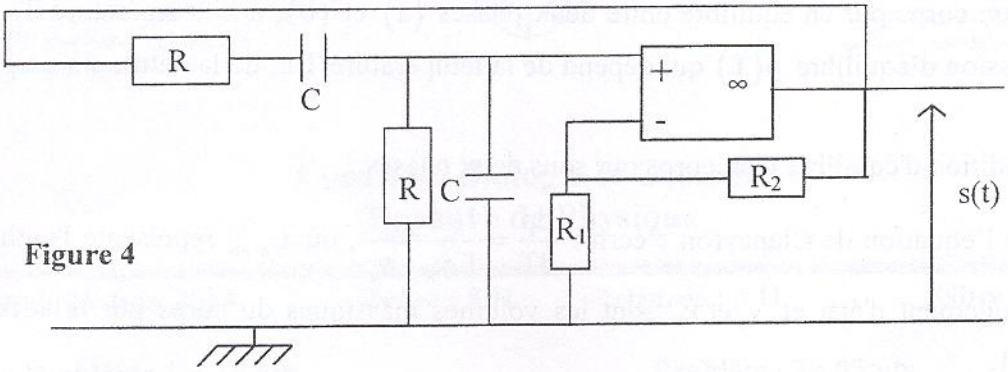

Figure 4

13- Quelle valeur doit prendre nécessairement la fonction $\underline{H}(j\omega)$ pour qu'un régime oscillatoire sinusoïdal de pulsation ω apparaisse ?

14- Calculer dans ce cas la valeur de α ainsi que la valeur de R_2 si l'on prend $R_1 = 1k\Omega$.

15- Que vaut la pulsation ω des oscillations ?

Pour expliquer le démarrage des oscillations (Figure 5), on considère qu'un régime transitoire peut apparaître à partir d'un signal parasite.

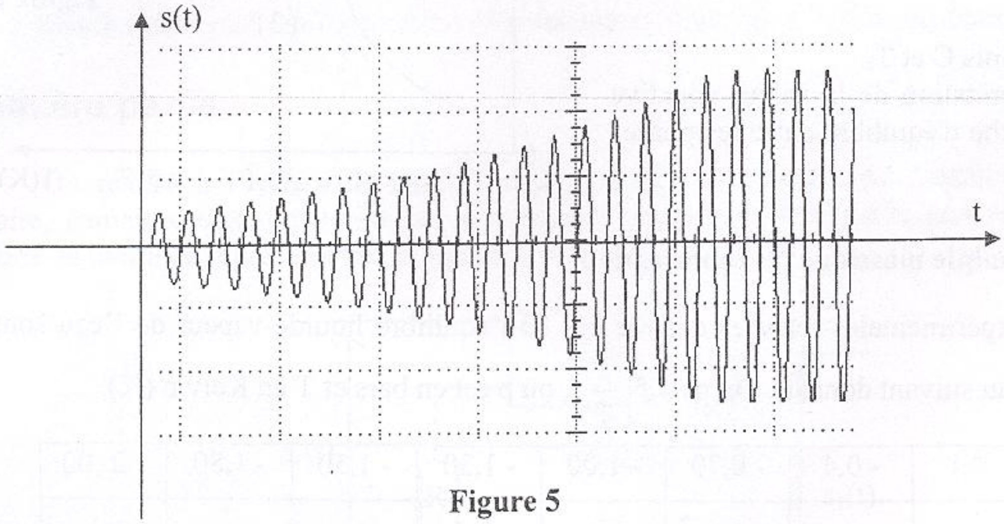

Figure 5

16- Interpréter cette courbe.

17- Montrer que la tension s(t) satisfait à l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2s(t)}{dt^2} + 2\beta\omega_0 \frac{ds(t)}{dt} + \omega_0^2 s(t) = 0$$

Donner les expressions de β et ω_0.

18- A quelle condition sur β, la tension $s(t)$ est-elle purement sinusoïdale ? Quelle est alors la fréquence de ce signal ?

19- En supposant que $\beta < 0$ mais proche de zéro, expliquer le comportement observé du montage de la figure 4. Proposer une réalisation expérimentale de cette condition.

20- Quelle est la limite mathématique de $s(t)$ quand $t \to \infty$? Qu'est-ce qui limite physiquement l'amplitude de $s(t)$?

PROBLEME 2 :

I – Préliminaires

1- On considère un corps pur en équilibre entre deux phases (a) et (b), à la température T. Il est soumis à une pression d'équilibre $p(T)$ qui dépend de la température T et de la nature du corps pur utilisé.

1-1- Ecrire la condition d'équilibre d'un corps pur sous deux phases.

1-2- Montrer que l'équation de Clapeyron s'écrit : $\frac{dp}{dT} = \frac{1}{T} \frac{L_{a \to b}}{v_b - v_a}$, où $L_{a \to b}$ représente l'enthalpie massique de changement d'état et v_a et v_b sont les volumes massiques du corps pur relatifs aux phases (a) et (b).

On s'intéresse à l'étude des changements de phase de l'eau et à la détermination de son enthalpie massique de vaporisation. La figure 6 représente son diagramme (p, T).

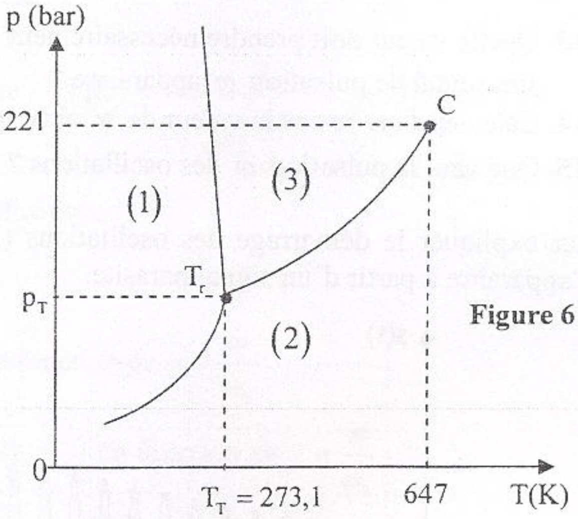

Figure 6

2- Identifier les trois domaines numérotés (1), (2) et (3) du diagramme (p, T) ainsi que les courbes qui les délimitent.

3- Caractériser les points C et T_r.

4- Donner une interprétation de la valeur négative de la pente de la courbe d'équilibre entre les phases (1) et (3).

II - Mesure de l'enthalpie massique de vaporisation

Les valeurs expérimentales relevées dans le cas de l'équilibre liquide-vapeur de l'eau sont indiquées sur le tableau suivant donnant $\ell n(p) = f\left(\frac{1}{T}\right)$, où p est en bars et T en Kelvin (K).

$\ell n(p)$	- 0,1	- 0,4	- 0,70	- 1,00	- 1,30	- 1,50	- 1,80	- 2 ,00
$10^6 / T$ (T en K)	2700	2750	2800	2850	2900	2950	3000	3040

5- Tracer la courbe de la variation de $\ell n(p)$ en fonction de $\frac{1}{T}$.

6- En assimilant la vapeur d'eau à un gaz parfait et en négligeant le volume massique du liquide devant celui du gaz, simplifier l'expression de l'équation de Clapeyron.

7- Une régression linéaire donne $\ell n(p) = \frac{-5068}{T} + 13{,}58$, où p est en bars et T en K.

7-1- En déduire la valeur de l'enthalpie massique de vaporisation L_V.

On donne : $M = 18 \text{ g mol}^{-1}$, $R = 8{,}314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

7-2- Déterminer la pression p_T caractérisant le point T_r.

Fin de l'épreuve