Concours AMCPE session 2013

Composition : Physique 6 (mécanique, électricité, optique)

Durée : 3 Heures

L'énoncé de cette épreuve comporte trois parties indépendantes.

I- ELECTROCINETIQUE

Partie 1

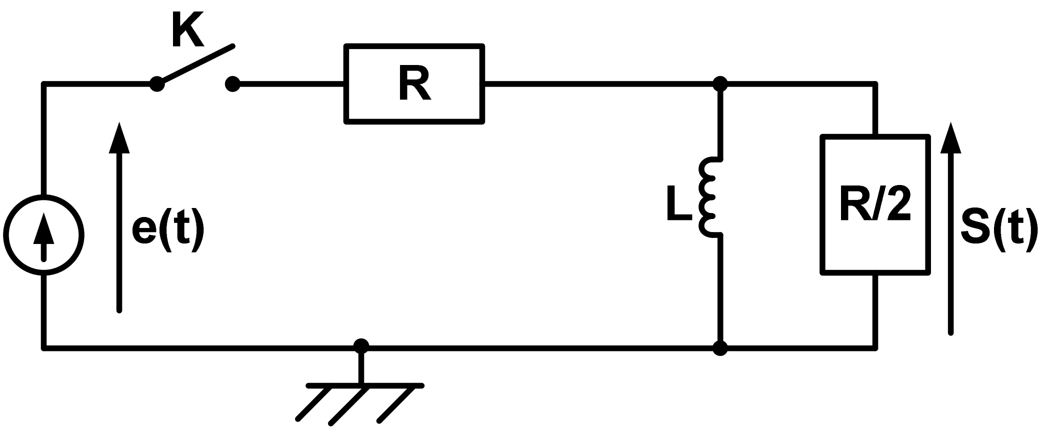

Figure 1

Le circuit ci-dessus (figure 1) est alimenté par un générateur idéal de tension de force électromotrice E. A l'instant initial (t=0), on ferme l'interrupteur K.

1-a) Déterminer s(t) pour $t = 0^+$. La tension de sortie est-elle continue en t = 0?

1-b) Définir le comportement asymptotique de s(t) lorsque t tend vers l'infini.

1-c) Déterminer le courant dans le circuit lorsque $t = 0^+$.

2-a) Etablir l'équation différentielle vérifiée par s(t).

2-b) En déduire l'expression s(t) et tracer son allure.
Donner la constante des temps du circuit et son interprétation physique.

Partie 2

On considère le montage suivant dans lequel l'amplificateur opérationnel est parfait.
La tension d'entrée est sinusoïdale de pulsation ω, de valeur efficace E constante.

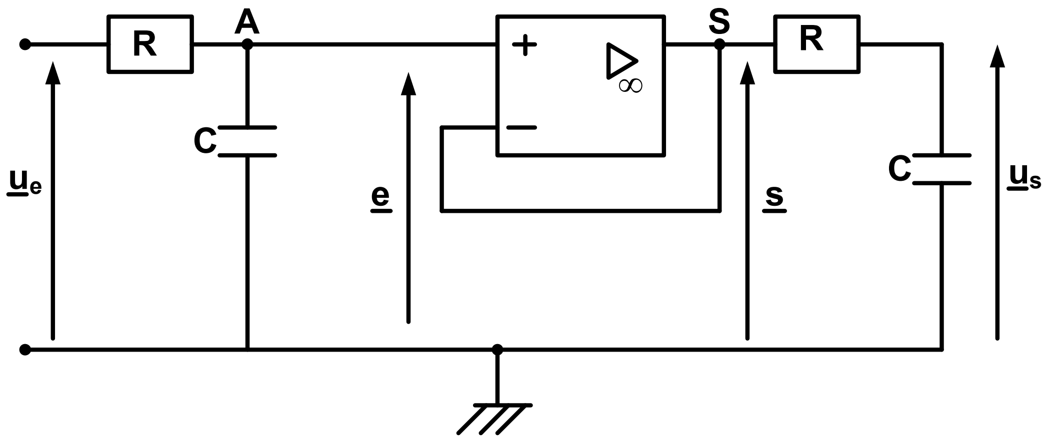

Figure 2

1) Déterminer la nature du filtre.

2) Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{u}_s}{\underline{u}_e}$.

3) On note G(ω) et φ(ω) respectivement le module et l'argument de $\underline{H}(j\omega)$.
Tracer les allures de G(ω) et de φ(ω) en fonction de la pulsation ω.

4) Quel est l'ordre de ce filtre ? Quel son intérêt par rapport d'ordre inférieur ?

II – MECANIQUE DES FLUIDES

On considère un récipient de forme de forme cylindrique, de hauteur H et de rayon R complètement rempli d'un fluide parfait (figure 3). Ce fluide s'écoule par un orifice circulaire de rayon r situé dans le fond du cylindre. On suppose la zone de turbulence négligeable et l'écoulement du fluide incompressible entre deux points A et B quasi-stationnaire dans le cas où r << R. Au point B, l'écoulement se fait à l'air libre, sans contrainte, avec $P_B = P_{ext} = P_A$.

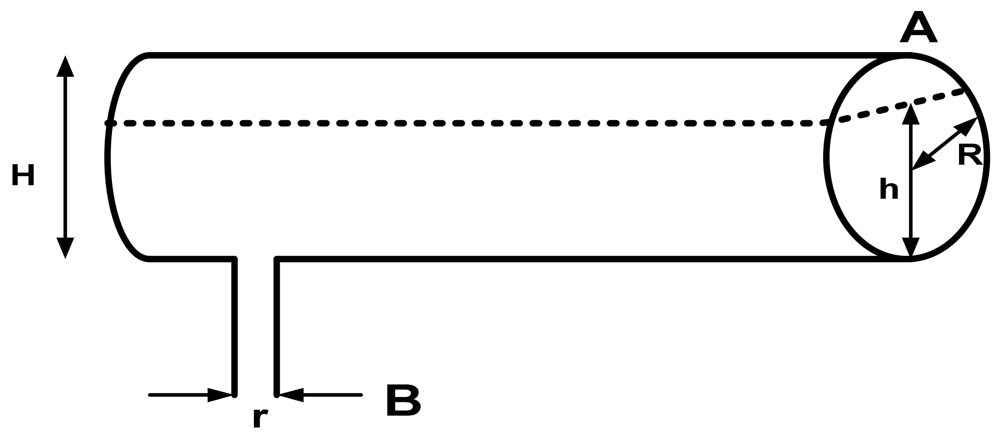

Figure 3

1- Ecrire l'équation de Bernoulli entre les deux points A et B en prenant z_A-z_B =h.

2- On désigne par V la vitesse à la surface libre du fluide et par v la vitesse au fond du récipient (rayon r) . Montrer que : $V R^2 = v r^2$.

3- En déduire l'expression de la vitesse v en fonction des paramètres g, h, R et r puis la formule de Torricelli pour r << R.

4- On constate, dans le cas où r << R, que h diminue lorsque t croît.

4-a) Donner l'expression de V.

4-b) En fait, au cours de l'écoulement, le rayon R de la surface libre varie. En prenant la vitesse V égale à une constante K et en supposant h(t) proportionnel au temps écoulé, montrer que h est de la forme : $h = AR^4$. Que représente une telle équation?

III – OPTIQUE GEOMETRIQUE

I-1- Considérons une lentille convergente L_1 qui donne d'un objet réel AB une image réelle A'B'. La position de l'objet est telle que : OA > f et f = OF < 0, le point O étant le centre optique. A partir des triangles semblables, établir la relation de conjugaison de Descartes.

I-2- Dans le cadre de l'approximation de Gauss, trouver, à travers une lentille L de centre optique O, l'image A'B' d'un objet étendu, perpendiculaire à l'axe optique dans les cas suivants :

a) lorsque, la lentille L étant convergente, l'objet AB est situé entre le centre optique et le foyer image de la lentille ;

b) la lentille étant divergente, de centre optique O, la distance focale objet f est telle que : $2f < OA < \infty$.

c) Préciser, dans chaque cas, la construction géométrique, la nature de l'image et le grandissement transversal.

II- Un objet AB et un écran E sont fixes et distants de D. Entre l'objet et l'écran, on déplace une lentille mince convergente de distance focale image f'.

II-1- Montrer que si D>4f', il existe deux positions de la lentille convergente distantes de d, pour lesquelles il y a une image nette sur l'écran. On pourra repérer la lentille par sa distance x à l'objet si on impose les positions de AB et de A'B'.

II-2- Exprimer f' en fonction de D et d.

Application numérique : calculer f' pour D=5cm et d =2cm