



**Concours AMCPE session 2014**  
**Composition : Physique 6 (mécanique, électricité, optique)**  
**Durée : 3 Heures**

**MECANIQUE**

On rappelle l'expression de la loi de Poiseuille :  $Q = \frac{\pi r^4 (P_A - P_B)}{8\eta L}$ , où  $Q$  est le débit volumique (volume par seconde),  $r$  le rayon de la canalisation,  $\eta$  la viscosité du fluide et  $L$  la longueur de canalisation séparant les points A et B. La différence de pression  $\Delta P = P_A - P_B$  entre la pression en un point A et la pression en un point B situé en aval du point A est appelée la **perte de charge** et est due aux frottements entre le fluide qui s'écoule et la paroi immobile de la canalisation. Lors d'une transfusion sanguine, le sang provenant d'une bouteille surélevée doit s'écouler avec un débit de  $4 \text{ cm}^3$  à la minute par un tube jusqu'à l'aiguille plantée dans la veine du patient. Cette aiguille a un diamètre intérieur de  $D_a = 0,8 \text{ mm}$  et une longueur  $L_a = 4 \text{ cm}$ . La bouteille est surélevée afin que la surface libre du sang dans la bouteille est à une hauteur  $h_A$  par rapport à l'entrée de l'aiguille. La bouteille et la surface libre du sang sont à la pression atmosphérique. Le diamètre du tube reliant la bouteille à l'aiguille est assez grand pour qu'on puisse négliger la perte de charge dans le tube par rapport à la perte de charge due à l'aiguille.

- 1) Donner l'expression de la perte de charge  $\Delta P_A$  entre les extrémités de l'aiguille en fonction de  $Q$ ,  $L_a$ ,  $D_a$  et  $\eta_s$ , la viscosité du sang. Calculer la valeur numérique de  $\Delta P_A$ .
- 2) Sachant que la pression du sang dans la veine dépasse la pression atmosphérique de  $\Delta P_v = 2000 P_a$ , en déduire la surpression minimale par rapport à la pression atmosphérique  $\Delta P_{\min}$  requise à l'entrée de l'aiguille pour que le sang passe effectivement dans la veine.
- 3) Que se passe-t-il si la bouteille est placée à la même hauteur que l'entrée de l'aiguille ( $h_A = 0$ ) ?
- 4) Exprimer, en fonction de  $g$ ,  $\rho_s$  et  $h_A$ , la surpression  $\Delta P_h$  du sang à l'entrée de l'aiguille.
- 5) Exprimer, en fonction de  $\Delta P_{\min}$ ,  $g$  et  $\rho_s$ , la hauteur  $h_m$  minimale à laquelle on doit placer la bouteille au dessus de l'entrée de l'aiguille pour que le sang transfusé pénètre bien dans la veine.

**Application numérique :** Données : masse volumique du sang  $\rho_s = 1 \text{ g. cm}^{-3}$  ; accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m. s}^{-2}$  ; viscosité du sang  $\eta_s = 0,004 \text{ Pa. s}$ .

**ELECTROCINETIQUE**

Un interféromètre de Michelson comporte deux miroirs plans orthogonaux  $M_1$  et  $M_2$  de facteur de réflexion égal à 1 et une lame G inclinée à  $45^\circ$  par rapport aux normales aux deux miroirs (figure 1). La lame G appelée séparatrice est semi transparente de facteur de réflexion  $R=1/2$ , d'absorption négligeable et d'épaisseur nulle. Une source ponctuelle monochromatique S de longueur d'onde  $\lambda_0 = 632,8 \text{ nm}$  dans le vide placée au foyer objet de la lentille  $L_1$ , éclaire l'interféromètre par un faisceau de rayons parallèles. Le détecteur D placé au foyer de lentille  $L_2$  est considéré comme un générateur de courant parfait débitant un courant d'intensité  $J$  telle que :  $J = 0,4 \cdot 10^{-3} (1 + \cos(\omega t))$ . Il est branché en série avec un circuit LRC parallèle représenté sur la figure 2.

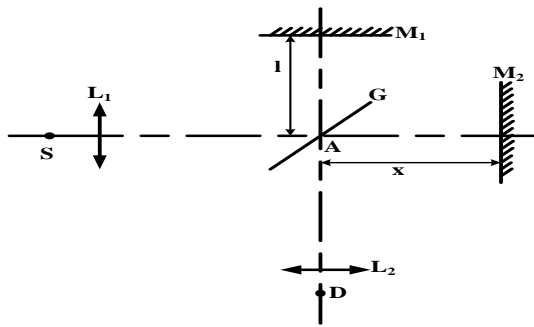


Figure 1

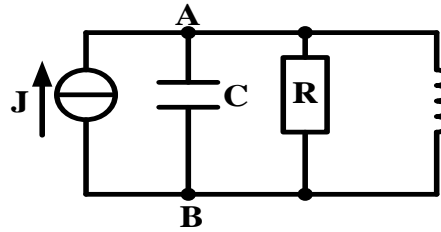


Figure 2

Ce circuit comporte une bobine d'auto-inductance  $L$ , de résistance propre nulle, un résistor de résistance  $R$ , un condensateur parfait de capacité  $C$ .

1. Calculer l'impédance complexe  $\underline{Z}$  du circuit entre A et B à la pulsation  $\omega$ .
2. Pour quelle fréquence  $F_0$  le module de cette impédance est-il maximum ? Quelle est cette valeur maximum  $Z_M$  ?
3. On pose :  $\omega_0 = 2\pi F_0$ ,  $\alpha = \frac{\omega}{\omega_0}$  et  $Q = \frac{R}{L\omega_0}$ . Exprimer le module de  $\underline{Z}$ ,  $Z = |\underline{Z}|$  en fonction de  $\alpha$ ,  $Q$  et  $R$ .
4. Calculer les pulsations  $\omega_1$  et  $\omega_2$  pour lesquelles on a  $|\underline{Z}| = \frac{Z_M}{\sqrt{2}}$ . Exprimer  $\frac{|\omega_1 - \omega_2|}{\omega_0}$  en fonction de  $Q$ .
5. Application numérique : on donne  $F_0 = 1000$  Hz,  $C = 1 \mu\text{F}$ ,  $R = 10^4 \Omega$ .
  - a) Calculer  $L$
  - b) Calculer  $Q$
  - c) Calculer  $|\omega_1 - \omega_2|$

## OPTIQUE

Un microscope possède un objectif  $L_1$  ( $O_1$ ,  $f_1 = 0,5$  cm) et un oculaire  $L_2$  ( $O_2$ ,  $f_2 = 2$  cm). Un objet lumineux AB est observé. On définit la distance par  $\Delta = F_1'F_2 = 12,3$  cm.

- 1) A quelle position placer AB, par rapport à l'instrument, pour obtenir une vision à l'infinie.
- 2) Déterminer la puissance intrinsèque  $P_i$  du microscope (rapport entre l'angle  $\alpha'$  sous lequel on voit l'objet en sortie et la taille de l'objet).
- 2) On observe désormais les globules du sang humain de dimension  $7 \mu\text{m}$ . Quel est l'angle sous lequel on voit un globule à travers l'instrument, pour une visée à l'infinie ?
- 3) Du fait de la structure granulaire de la rétine, l'œil ne peut distinguer deux points que si l'angle sous lequel il les voit est au moins égal à  $\epsilon = 1,5'$ . Trouver en fonction de  $\epsilon$ ,  $f_1$  et  $f_2$ , la taille  $d$  du plus petit objet dont les points A et B sont vus distinctement à travers le microscope. Calculer  $d$  et comparer cette valeur à la longueur d'onde moyenne du rayonnement utilisé. Conclure.