REPUBLIQUE TUNISIENNE
Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de la Technologie
Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs
Session 2008

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والتكنولوجيا
المناظرات الوطنية للدخول إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2008

Concours en Biologie et Géologie
Epreuve de Physique

Date : Jeudi 05 Juin 2008	**Heure : 8 H**	**Durée : 3 H**	**Nbre pages : 04**
Barème : Problème 1 : 08.5 / 20		**Problème 2 : 11.5 / 20**	

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.

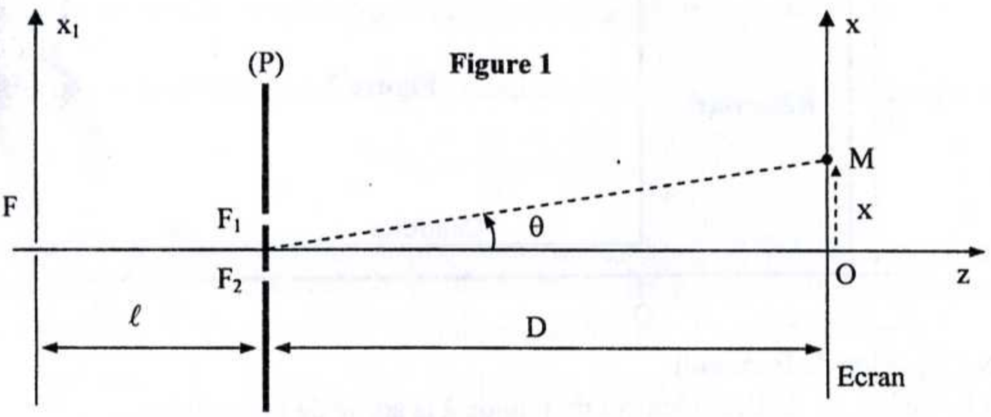
Problème 1 : Interférences lumineuses

On donne : $\cos(p)+\cos(q)=2\cos\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$

Dans tout le problème l'indice de réfraction de l'air sera pris égal à 1.

On réalise, dans l'air, l'expérience des fentes d'Young à l'aide du dispositif schématisé sur la figure 1. Ces fentes, distantes de $F_1F_2 = a$, sont éclairées par une onde monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 600$ nm, provenant d'une fente source très fine F placée à une distance $\ell >> a$ du plan (P) contenant F_1 et F_2.
L'observation se fait sur un écran, de centre O, se trouvant à une distance D >> a du plan (P).

Figure 1



1- Décrire brièvement la figure d'interférences observée sur l'écran.
2- Tracer la marche des deux rayons qui interfèrent au point M de l'écran.
3- Déterminer la différence de chemin optique $\delta(M)$ entre les deux vibrations associées à ces deux rayons.
4- En déduire l'expression de l'intensité lumineuse I(x) au point M de l'écran.
5-1- Déterminer l'interfrange i. Faire l'application numérique pour a = 1 mm et D = 1 m.
5-2- Représenter I(x).
5-3- Quelle est la position de la frange d'ordre $p_0 = 0$?

6- On intercale devant F_2 une petite lame à faces parallèles d'épaisseur e et d'indice n, de sorte que ses faces soient perpendiculaires à l'axe (Oz).

6-1- Déterminer la nouvelle différence de chemin optique entre les rayons qui interfèrent en M.

6-2- Dans quel sens et de quelle distance d la figure d'interférence est – elle translatée ? Justifier.

6-3- En déduire l'expression de l'indice de réfraction n de la lame.

Faire l'application numérique pour e = 40 μm et d = 20 mm.

6-4- Calculer le nombre de franges qui ont défilé en O.

7- On supprime la lame à faces parallèles.

On déplace la source F, dans son plan, d'une distance $x_1 = b > 0$.

7-1- Déterminer la nouvelle différence de chemin optique entre les rayons qui interfèrent en M.

7-2- Comment est modifiée la figure d'interférence ? Justifier.

8- On ajoute une source F' identique à F et située dans le même plan, à la distance $x'_1 = -b$ de l'axe (Oz).

8-1- Déterminer la nouvelle répartition de l'intensité lumineuse sur l'écran.

8-2- En déduire le contraste des franges défini par $C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$.

8-3- Tracer l'allure de C en fonction de la distance $a = F_1F_2$. Citer une application de ce phénomène.

9- On supprime la source F' et on ramène la source F à sa position initiale sur l'axe (Oz). Elle émet le doublet jaune de Sodium, formé de deux radiations monochromatiques de longueurs d'onde $\lambda_1 = 589{,}0$ nm et $\lambda_2 = 589{,}6$ nm.

9-1- Décrire le phénomène observé.

9-2- A quelle distance de la frange centrale les franges disparaissent – elles pour la première fois ?

Problème 2

Ecoulement parfait :

1- Un réservoir cylindrique, de section S, contient un liquide non visqueux de masse volumique ρ et de hauteur h maintenue constante (Figure 2). L'évacuation de ce liquide se fait par l'intermédiaire d'une conduite cylindrique de rayon a et de faible section s (s << S), reliée à la base du réservoir. Le liquide, en écoulement permanent, est en contact avec l'atmosphère de pression P_0.

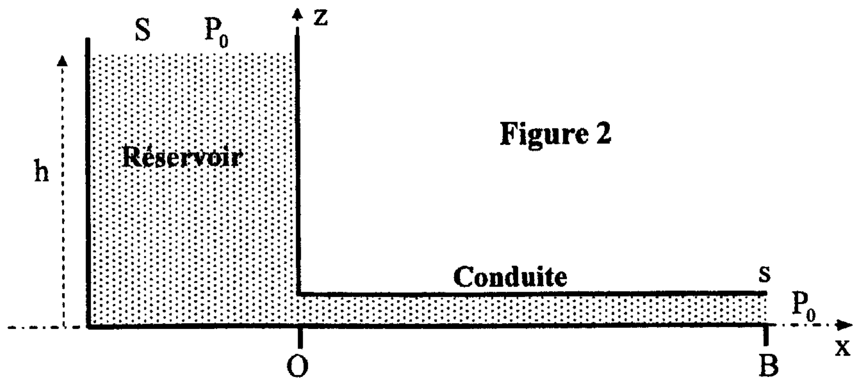


Figure 2

1-1- Rappeler l'équation de Bernoulli.

1-2- Calculer la vitesse v_B de l'écoulement du liquide à la sortie de la conduite.

1-3- Déduire le débit volumique Q_v de l'évacuation du liquide du réservoir.

On donne : h = 1,8 m ; $P_0 = 10^5$ Pa ; a = 5 cm et $g = 10\ m\ s^{-2}$.

2- On fixe à l'extrémité B de la conduite un embout de rayon $a' = \frac{a}{2}$ (Figure 3).

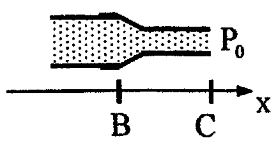


Figure 3

2-1- Calculer la vitesse v_C d'écoulement à l'extrémité C de l'embout.

2-2- Le modèle d'écoulement parfait reste-t-il valable lorsqu'on fait diminuer davantage la section de la conduite ? Justifier.

Ecoulement réel :

3- Le réservoir précédent est maintenant rempli d'un liquide de masse volumique ρ, de viscosité dynamique η et de hauteur h maintenue constante. L'évacuation de ce liquide se fait par l'intermédiaire d'une conduite cylindrique de longueur L et de rayon a (Figure 4). Sa section s est faible devant celle du réservoir de sorte que l'écoulement soit permanent. Dans ces conditions, le débit volumique Q_v est donné par la loi de Poiseuille :

$$Q_v = \frac{\pi a^4}{8\eta} \frac{P_M - P_N}{\ell}$$

où P_M et P_N sont les pressions aux points M et N de la conduite horizontale distants de ℓ.

3-1- Rappeler l'expression du nombre de Reynolds $\mathcal{R}$.

Pour quelle valeurs de $\mathcal{R}$ la loi de Poiseuille est-elle valable ? Comment peut-on alors qualifier un tel écoulement ?

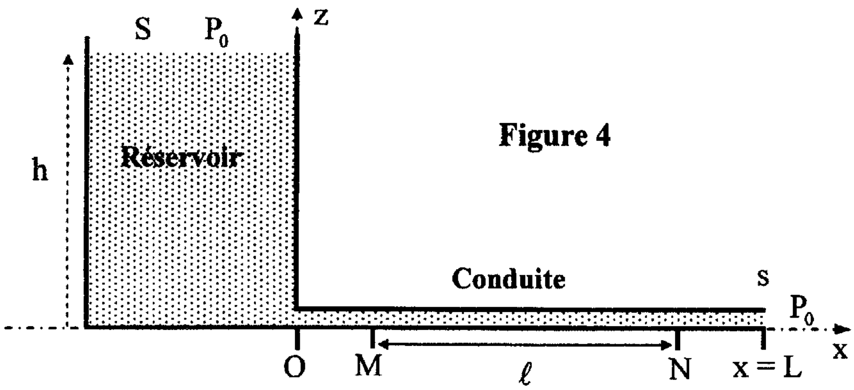


Figure 4

Dans la suite du problème, on admettra la validité de la loi de Poiseuille.

3-2- Montrer que la vitesse moyenne v_m de l'écoulement dans la conduite est donnée par :

$$v_m = \frac{a^2}{8\eta} \frac{P_M - P_N}{\ell}.$$

4- Pour mesurer la pression en différents points de l'écoulement, on fixe sur la conduite cylindrique quatre petits tubes identiques centrés respectivement sur les points A, B, C et D (Figure 5). A la sortie de la conduite, la valeur du débit volumique mesurée est : $Q_v = 5{,}5\ 10^{-6}\ m^3\, s^{-1}$.

On donne : $s = 5\ mm^2$; L = 40 cm ; OA = 5 cm ; OB = 10 cm ; OC = 30 cm et OD = 35 cm ;

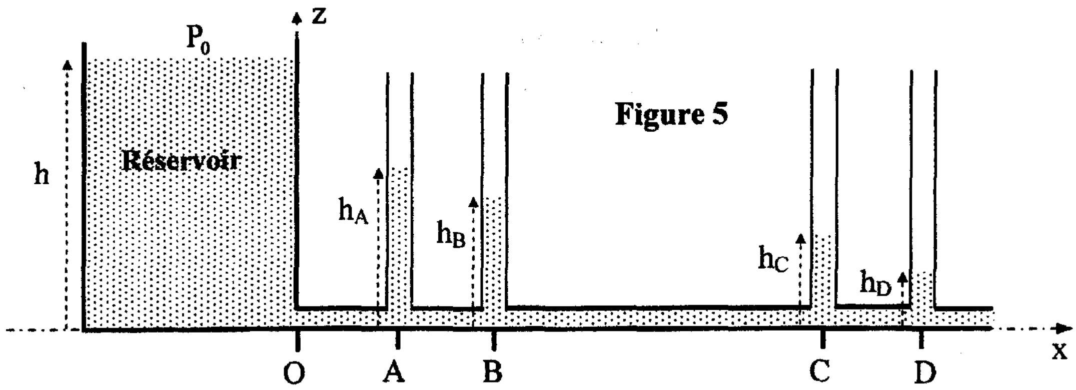
$\rho = 980\ kg\, m^{-3}$ et $g = 10\ m\, s^{-2}$.

Lors de l'écoulement du liquide visqueux, les hauteurs des niveaux du fluide dans les tubes verticaux situés en B et C sont respectivement : $h_B = 60$ cm et $h_C = 20$ cm.

On néglige l'effet de la tension superficielle.

4 -1- Quelle est l'origine de la diminution du niveau du fluide dans les différents tubes verticaux ?

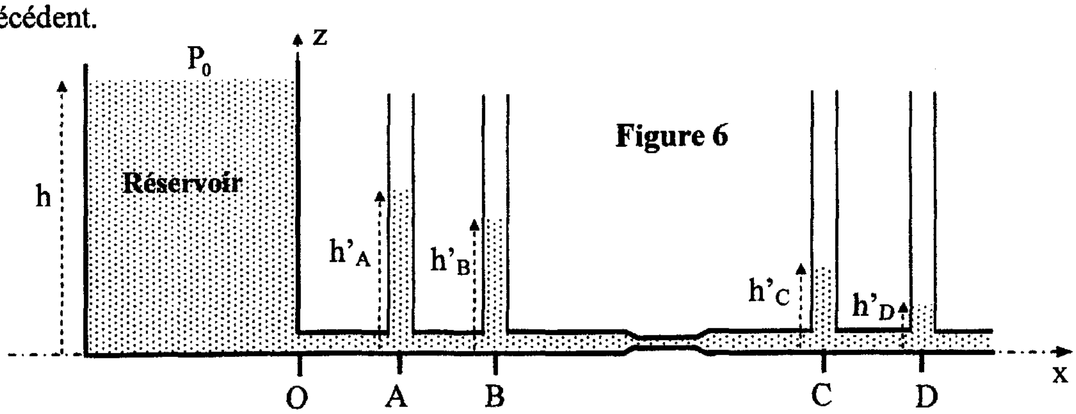
4 -2- En exploitant la relation fondamentale de l'hydrostatique et la loi de Poiseuille, déterminer les hauteurs h_A et h_D. Déduire la viscosité dynamique η du fluide.



4 -3- On crée un étranglement entre les points B et C (Figure 6). L'écoulement est supposé toujours permanent et on maintient le même débit volumique le long de la conduite horizontale.

4 -3-1- En se basant sur la loi de Poiseuille et la notion de débit volumique déterminer la loi de variation de la pression $P(x)$ avant l'étranglement.

4 -3-2- Expliquer l'évolution des niveaux du fluide dans les quatre tubes verticaux par rapport au cas précédent.



4 -4- Quel phénomène biologique illustre cette situation ?

Application :

5- Dans la circulation sanguine du corps humain, l'aorte se ramifie en artères qui se divisent à leur tour en artérioles. Ces dernières se ramifient en capillaires.

Les rayons de l'aorte et d'un capillaire sont respectivement $a_a = 1$ cm et $a_c = 10^{-3}$ cm. La section de tous les capillaires mis en parallèles est $S = 0,2\ m^2$.

Le débit volumique total à travers ces capillaires est : $Q_v = 8,3\ 10^{-5}\ m^3\ s^{-1}$.

5 -1- Calculer la vitesse moyenne de l'écoulement du sang dans l'aorte et dans un capillaire.

5-2-1- En supposant que la loi de Poiseuille reste valable dans les deux cas (aorte et capillaire), calculer la perte de pression par unité de longueur (perte de charge) $\frac{\Delta P}{L}$ relative à l'écoulement du sang dans l'aorte et dans un capillaire.

On donne : viscosité dynamique du sang $\eta = 2\,10^{-3}$ Poiseuille.

5 -2-2- Que peut-on déduire d'une comparaison qualitative entre les deux circulations sanguines ? Quel phénomène physique néglige-t-on ?

5 -3-1- Déterminer le nombre de Reynolds $\mathcal{R}$ pour l'écoulement du sang dans l'aorte d'une part et dans un capillaire d'autre part.

5 -3-2- Que peut-on dire de l'hypothèse d'un écoulement laminaire dans chaque cas ?

On donne : la masse volumique du sang $\rho = 1,03\ 10^3\ kg\ m^{-3}$.

- FIN DE L'EPREUVE -