REPUBLIQUE TUNISIENNE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs
Session 2012

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المناظرات الوطنية للدخول
إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2012

Concours Biologie et Géologie
Epreuve de Physique

Date : Jeudi 07 Juin 2012	**Heure : 8 H**	**Durée : 3 H**	**Nbre pages : 04**
Barème : Problème 1 : 12 pts			**Problème 2 : 08 pts**

L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé

L'épreuve est constituée de deux problèmes indépendants.

Un candidat peut toujours se servir d'un résultat fourni par l'énoncé pour continuer sa composition.

Problème 1 :

I. Préliminaires:

On considère deux sources ponctuelles cohérentes S_1 et S_2 repérées, respectivement, par leurs coordonnées $\left(a/2, 0, -D\right)$ et $\left(-a/2, 0, -D\right)$, émettant, dans le vide, deux ondes lumineuses de même longueur d'onde λ et d'intensités respectives I_1 et I_2.

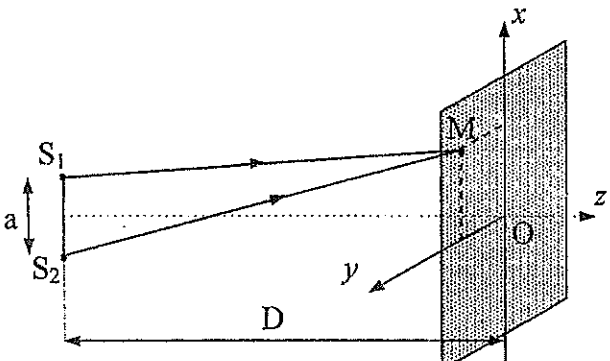


Figure 1

La vibration lumineuse issue de chaque source s'écrit: $s_i(S_i,t) = s_{0i}\cos(\omega t)$; $i=1;2$.

Les deux vibrations lumineuses issues de S_1 et S_2 interfèrent en un point M $(x,y,0)$ de l'écran placé à une distance D (voir Figure1).

La différence de marche entre ces deux vibrations est définie par : $\delta(M) = (S_2M) - (S_1M)$.

I.1. Déterminer les expressions des chemins optiques (S_1M) et (S_2M) en fonction de x, y, a et D.

I.2. Sachant que la distance D est tel que : $D \gg |x|, D \gg |y|$ et $D \gg a$, montrer que la différence de marche $\delta(M)$ est donnée par : $\delta(M) = \dfrac{ax}{D}$.

I.3. Donner les expressions des vibrations lumineuses $s_1(M,t)$ et $s_2(M,t)$ qui interfèrent en M.

I.4. Déterminer l'expression de l'intensité lumineuse résultante $I(M)$.

I.5.

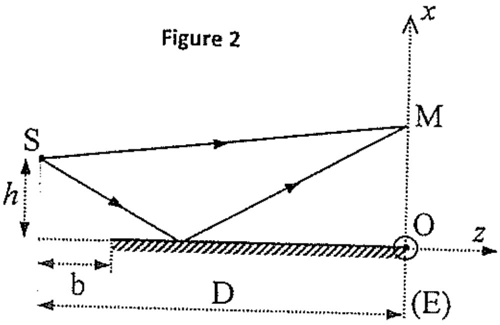
I.5.a) En déduire l'expression du contraste défini par : $C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$, où I_{max} et I_{min} sont, respectivement, les valeurs maximale et minimale de l'intensité I.

I.5.b) Dans quel cas le contraste est-il maximal?

II. Miroir de Lloyd:

II.1. On considère le dispositif du miroir de Lloyd constitué d'un miroir plan, éclairé par une source ponctuelle monochromatique S d'intensité I_0, placé à une distance h du plan du miroir et à une distance D de l'écran d'observation (E). L'écran (E) est perpendiculaire au miroir et confondu avec le plan (xOy) (voir figure 2).
Le dispositif est plongé dans l'air.

Figure 2



Données: h=2mm ; D=0.8 m ; b=0.5 m ; $\lambda = 540\,nm$.

II.1.1. Représenter schématiquement le champ d'interférences.

II.1.2. Déterminer la différence de marche entre deux rayons issus de S et qui interfèrent en M.

II.1.3. Montrer, alors, que l'intensité lumineuse s'écrit :

$$I(M) = 2I_0\left(1 - \cos\left(\frac{4\pi h x}{\lambda D}\right)\right)$$

II.1.4. Quelle est la nature de la frange qui passe par O ? Justifier.

II.1.5. Décrire la figure d'interférences observée sur l'écran.

II.1.6. Déterminer les positions des franges brillantes et des franges sombres.

II.1.7. Définir et calculer l'interfrange i.

II.1.8. Calculer la largeur L de la zone d'interférences sur l'écran. Déduire le nombre de franges brillantes observées.

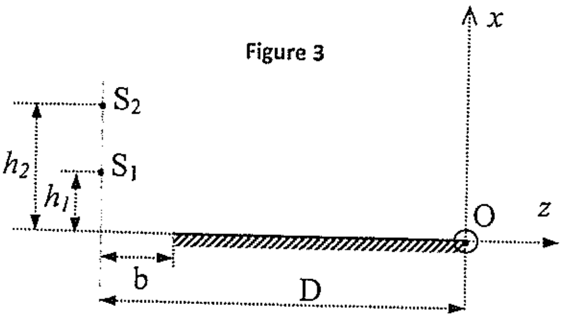
II.1.9. Décrire, qualitativement, l'effet de la translation de la source S :

a) dans la direction (Oy)

b) dans la direction (Ox).

II.2. On considère , maintenant, deux sources ponctuelles monochromatiques S_1 et S_2, de même intensité I_0, émettant la même longueur d'onde λ, placées, respectivement, à des distances h_1 et h_2 du plan du miroir.
(voir Figure 3).

Figure 3



II.2.1. Déterminer l'intensité *I(M)* en un point de M de l'écran.

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

II.2.2. Déterminer le contraste *C(x)*.

II.2.3. Déterminer la valeur de x pour laquelle le contraste C s'annule pour la première fois.

II.2.4. Tracer l'allure de I(M).

II.2.5. Décrire la figure d'interférences sur l'écran.

II.3. On considère, maintenant, que la source ponctuelle S émet de la lumière blanche. Décrire la figure observée sur l'écran.

Problème 2 :

On s'intéresse à l'étude de phénomènes liés à la tension superficielle, notée σ, qui se manifestent à la surface de séparation entre deux milieux fluides.

On suppose que le champ de pesanteur est uniforme : $g = 9,8 m.s^{-2}$

I. Formule de Laplace:

I.1. On considère une goutte de liquide, supposée sphérique, de rayon R. Sachant qu'une augmentation réversible de la surface dA s'accompagne d'un travail élémentaire δW, montrer que la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la goutte est:

$$P_{int} - P_{ext} = \frac{2\sigma}{R} \text{ (Formule de Laplace)}$$

I.2. Les alvéoles pulmonaires sont les lieux des échanges gazeux entre l'air et le sang.

Une alvéole est assimilée à une sphère de rayon R, couverte par un film mince aqueux (voir Figure 4).

La différence de pression entre les points M et N, situés de part et d'autre de l'interface, est donnée par la formule de Laplace.

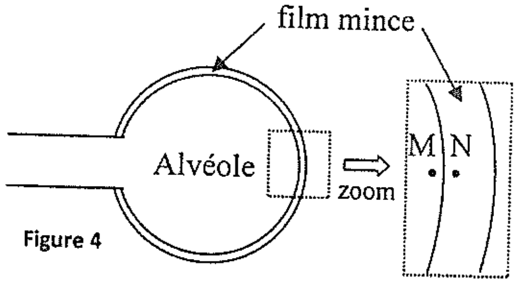


Figure 4

I.2.a. En supposant que le film aqueux est formé de l'eau pure, calculer $\Delta P = P_M - P_N$.

On donne: $R = 0.05$ mm (lors de l'expiration), $\sigma_{eau} = 72.10^{-3}$ Nm^{-2}

I.2.b. En réalité, le liquide constituant le film aqueux est un liquide physiologique aqueux appelé surfactant pulmonaire et la différence de pression est $\Delta P = 533$ Pa. Calculer la valeur de σ correspondante. Quel est, alors, le rôle du surfactant pulmonaire?

II. Angle de raccordement:

On considère une goutte de liquide immobile déposée sur un support solide.

II.1. Définir l'angle de raccordement θ du liquide en contact avec le solide.

II.2. Expliquer, sur un schéma, la différence entre un liquide mouillant et un liquide non mouillant. Donner un exemple pour chaque cas.

III. Loi de Jurin:

En plaçant un tube capillaire dans une cuve remplie d'eau, de masse volumique ρ, on remarque que l'eau monte à une hauteur h et que l'interface entre l'eau et l'air est une calotte sphérique de rayon R (voir Figure 5).

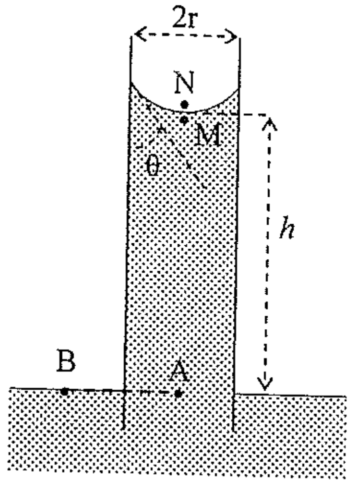


Figure 5

III.1. Exprimer le rayon R de l'interface entre l'eau et l'air en fonction du rayon r du tube et de l'angle de raccordement θ de l'eau avec la surface du tube.

III.2. En appliquant la loi de l'hydrostatique, déterminer la différence de pression entre les points M et N.

III.3. Montrer, alors, que la hauteur h est donnée par :

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g r}$$

III.4. On remplace l'eau par du mercure. Calculer la valeur de h dans un tube de verre de rayon r =1mm. Faire un schéma.

Données: $\theta_{mercure/verre} = 135,2°$; $\rho_{mercure} = 13600 kg.m^{-3}$; $\sigma_{mercure} = 0,5 N.m^{-2}$

III.5. Dans les arbres, la sève conduit l'eau et les éléments nutritifs des racines aux feuilles. Elle est transportée dans des tubes capillaires fins appelés xylèmes.

On veut expliquer le mécanisme permettant la montée de la sève dans les grands arbres.

Dans la suite, la sève sera assimilée à de l'eau pure $\left(\rho_{sève} = 10^3 kg.m^{-3}\right)$ et on s'intéressera à des arbres de hauteur H=50m. Le rayon d'un xylème est r =15µm.

III.5.1. En appliquant la loi de Jurin, calculer la hauteur que peut atteindre la sève dans un arbre. On supposera que la sève est parfaitement mouillante. Commenter.

III.5.2. L'eau, au niveau des feuilles, s'évapore sous l'effet du rayonnement solaire. La pression au niveau des racines est $P_{atm} = 1$ bar.

En appliquant la loi de l'hydrostatique, déterminer la pression P_f au niveau des feuilles. Calculer cette pression. Commenter.

III.5.3. On veut estimer la pression qu'il faut exercer pour diviser la colonne de sève dans le xylème en deux, ce qui consiste à faire apparaitre deux interfaces air-eau (voir figure 6). Pour cela, on assimilera cette colonne à un cylindre de section S. Une force de traction F, constante, est appliquée au niveau de la face supérieure de la colonne (voir figure 6).

III.5.3.a. Exprimer le travail W nécessaire pour rompre la colonne en deux en fonction de σ et S.

III.5.3.b. En supposant que le travail des forces de courte portée ℓ s'exerçant sur les molécules situées de part et d'autre de la surface de séparation est W=Fℓ, déterminer la valeur de la pression $P_1 = \dfrac{F}{S}$.

On prendra : $\ell = 10\ nm$.

III.5.3.c. En comparant les valeurs des pressions P_f et P_1, déduire le mécanisme expliquant la montée de la sève dans les arbres.

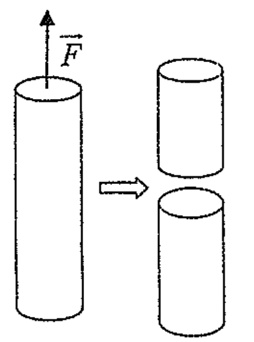


Figure 6

Fin de l'Epreuve