REPUBLIQUE TUNISIENNE
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs
Session 2005

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي
المناظرات الوطنية للدخول
إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2005

Concours Biologie et Géologie
Epreuve de Physique

Date : Lundi 13 Juin 2005	**Heure : 8 H**	**Durée : 3 H**	**Nb pages :4**
Barème :	**Problème 1 : 13/20**		**Problème 2 : 7/20**

L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé

L'épreuve comporte deux problèmes constitués par des parties **indépendantes** entre elles. Les candidats peuvent les résoudre dans l'ordre qui leur convient, en respectant néanmoins la numérotation des questions.

INSTITUT PREPARATOIRE AUX ETUDES D'INGENIEURS SFAX
BIBLIOTHEQUE

Problème 1

On donne : * pour α petit : $\operatorname{tg}\alpha \approx \alpha$

* $\sin p - \sin q = 2\sin\frac{p-q}{2}\cos\frac{p+q}{2}$

* $2\sin^2 a = 1 - \cos 2a$

L'espace est rapporté à un trièdre orthonormé direct (Oxyz) de vecteurs unitaires $\vec{i},\vec{j},\vec{k}$.

Une corde homogène inextensible de masse linéique μ est tendue entre deux points O et A. L'extrémité O de cette corde est liée à une lame métallique vibrante animée d'un mouvement sinusoïdal d'équation $y(O,t) = 2.10^{-2}\sin(100\pi t)$, y est exprimée en mètre. L'autre extrémité de la corde est accrochée à une masse m à travers une poulie à axe fixe. Ainsi une onde mécanique se propage le long de la partie OA = L = 1 m de la corde à la vitesse v = 25 m/s (figure1).

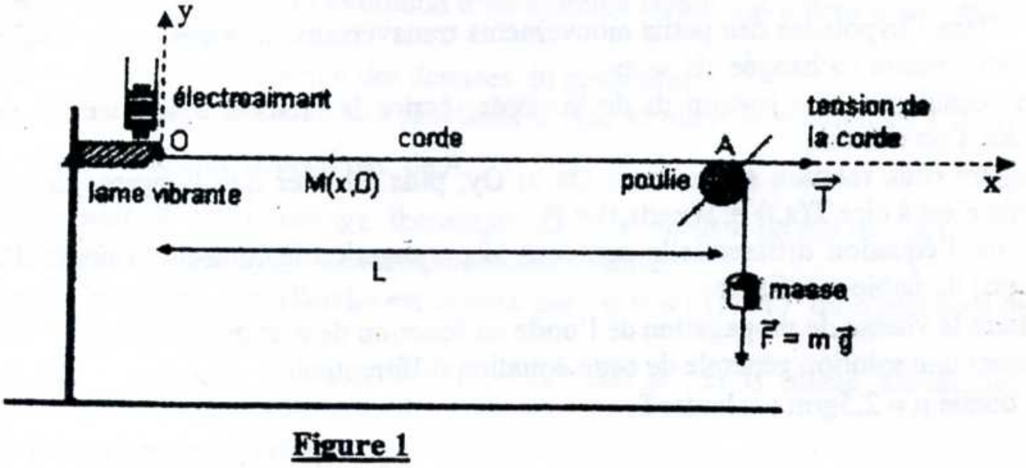

Figure 1

I- Préliminaire :

Dans cette partie, on ne tient pas compte des ondes réfléchies au point A.

1°) Donner la définition d'une onde progressive.

2°) Donner l'amplitude a_0 de la vibration et la fréquence f de la lame vibrante.

3°) Donner l'élongation y(x,t) de la vibration en un point M de la corde d'abscisse x.

4°) Déterminer la longueur d'onde λ associée à l'onde mécanique.

5°) Calculer les valeurs maximales v_m de la vitesse et γ_m de l'accélération de la vibration transversale de la corde.

II- Equation du mouvement :

A l'instant t, les extrémités d'un élément de la corde de longueur curviligne ds et situé entre les abscisses x et x + dx sont soumises aux tensions $\vec{T}(x,t)$ et $\vec{T}(x+dx,t)$ respectivement. Ces tensions sont tangentes à la corde et font avec l'axe Ox les angles faibles $\theta(x,t)$ au point extrémité de coordonnées (x,y(x,t)) et $\theta(x+dx,t)$ au point de coordonnées (x+dx,y(x+dx,t)), ce qui impose l'approximation $\left|\frac{\partial y}{\partial x}\right| << 1$ le long de la corde vibrante (figure 2).

On néglige le poids de la corde.

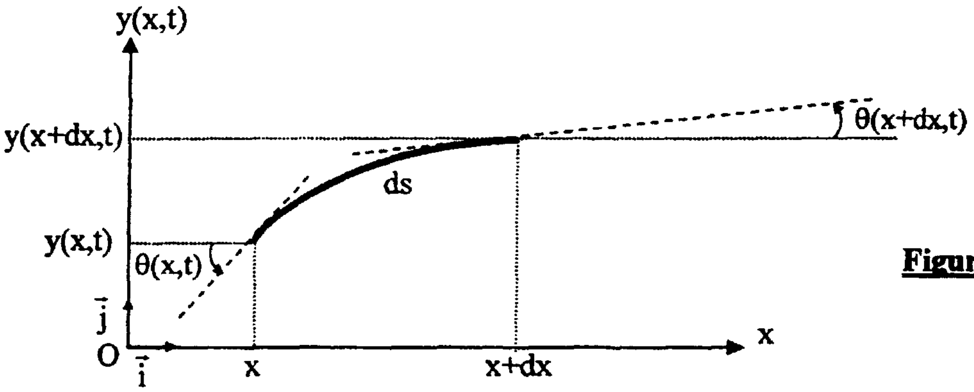

Figure 2

Dans l'hypothèse des petits mouvements transversaux, la longueur de l'élément de la corde reste pratiquement inchangée $ds \approx dx$.

1°) En considérant une portion ds de la corde, écrire la relation fondamentale de la dynamique appliquée à cet élément.

2°) Projeter cette relation sur les axes Ox et Oy, puis montrer que la norme de la tension est une constante c'est à dire $T(x,t) = T(x+dx,t) = F$.

3°) Etablir l'équation différentielle régissant la propagation le long de la corde d'un ébranlement transversal de faible amplitude.

En déduire la vitesse de propagation de l'onde en fonction de F et de μ.

4°) Donner une solution générale de cette équation différentielle.

5°) On donne $\mu = 2{,}5 g/m$; calculer F.

III- Ondes stationnaires :

Dans cette partie on étudie la superposition d'une onde incidente et d'une onde réfléchie en un point M de la corde.

1°) Donner l'élongation $y_i(A,t)$ associée à l'onde incidente au point A.

2°) Déterminer l'élongation $y_r(A,t)$ associée à l'onde réfléchie en A.

3°) Exprimer $y_i(M,t)$ et $y_r(M,t)$ en un point M d'abscisse x par rapport à l'origine O.

4°) En déduire l'élongation y(M,t) associée à l'onde résultante au point M de la corde. Caractériser cette onde.

5°) Déterminer le nombre de nœuds et de ventres. Représenter l'allure de la corde.

6°) a) Donner une condition sur la masse m pour observer un nombre entier de nœuds et de ventres.

b) Calculer la masse m pour laquelle la corde présente trois nœuds et trois ventres.

On prendra : f = 50 Hz et l'accélération de la pesanteur $g = 10\ m.s^{-2}$.

7°) Déterminer l'énergie cinétique E_c de toute la corde. Quelle est sa valeur maximale ?

Problème 2

On considère un système thermodynamique constitué d'un liquide dispersé (pulvérisé) en gouttelettes très fines. Il est décrit par des fonctions d'état dépendant de la température et de la surface libre des gouttelettes. Le volume du liquide est considéré comme indépendant de la température et de la pression. Lors d'une transformation élémentaire réversible où la température T varie de dT et la surface A de la gouttelette varie de dA, le travail et l'échange thermique élémentaires s'écrivent :

$$\delta W = \sigma\, dA$$

$$\delta Q = C\, dT + k\, dA$$

σ étant la tension superficielle dépendant uniquement de la température. C et k étant à priori des fonctions de T et de A.

I- 1°) Décrire l'expérience de Jurin permettant de mettre en évidence la tension superficielle σ. On pourra choisir l'exemple de l'eau.

2°) a) Définir le coefficient C.

b) Enoncer, sous forme différentielle, le premier et le second principe de la thermodynamique relatifs à l'évolution d'un système fermé. On notera U son énergie interne et S son entropie.

c) Exprimer dU et dS en fonction des données du problème.

3°) En utilisant le fait que U et S sont des fonctions d'état, montrer la relation de Clapeyron $k = -T\frac{d\sigma}{dT}$. En déduire que k ne dépend pas de A.

4°) Calculer le travail W et l'échange thermique Q mis en jeu lorsqu'on fait passer réversiblement la surface de A_1 à A_2 à une température constante.

5°) L'expression de la tension superficielle est donnée par : $\sigma = \alpha\,(T_c - T)^n$ où α et n sont des constantes et T_c la température critique.

Pour l'eau on donne : $n = 1{,}2$; $\alpha = 6{,}2.10^{-5}$ S.I. ; $T_c = 647$ K et la masse volumique $\rho = 10^3\ Kg.m^{-3}$.

a) Définir la température critique T_c.

b) Calculer σ puis k à la température T = 274 K.

II- 1°) On pulvérise 0,1Kg d'eau, initialement sous forme non dispersée, en gouttelettes sphériques de brouillard de rayon r = 5 μm à la température T = 274 K. On rappelle que la surface d'une sphère de rayon r est $4\pi r^2$ et que son volume est $\frac{4}{3}\pi r^3$.

a) Déterminer le nombre de gouttelettes dans 0,1 Kg d'eau.
b) En déduire la surface totale A_2 des gouttelettes en suspension.
c) Sachant qu'à l'état initial où l'eau est non dispersée ($A_1 \approx 0$) et qu'à l'état final, le liquide se trouve sous forme complètement dispersée (gouttelettes en suspension), calculer le travail et le transfert thermique mis en jeu.

2°) On considère une gouttelette sphérique ;

a) Donner la définition de la pression capillaire.
b) Montrer en exprimant de deux manières différentes le travail élémentaire δW, que la pression intérieure P_i et la pression extérieure P_e de la gouttelette vérifient la relation de Laplace:

$$P_i - P_e = \frac{2\sigma}{r}.$$

c) Calculer cette surpression pour une gouttelette de rayon r = 5 μm à T = 274 K.

FIN DE L'EPREUVE