utbm université de technologie Belfort-Montbéliard	**MQ42 - P06** **EXAMEN du 26 juin 2006** **(10h à 12h)**	***Organisez votre temps correctement et bon travail !*** **W. Charon**

L'examen contient deux parties distinctes :
1) Une partie « compréhension du cours théorique» sur 10 points.
2) Une partie « exercices » sur 10 points également.

L'étudiant a le droit de consulter exclusivement ses notes manuscrites personnelles correspondant aux cours magistraux et travaux dirigés. Les listings des programmes développés aux TD sont également admis.

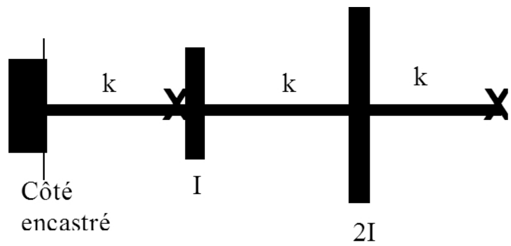
Compréhension du cours théorique

1) Que représentent physiquement les équations de Lagrange ?
2) Dans la recherche des formes propres et valeurs propres des poutres longues, pourquoi fait-on intervenir les fonctions de DUNCAN ? Donnez en les principales propriétés.
3) La recherche d'une solution particulière au système $M\,\ddot{q} + K\,q = 0$ conduit à chercher les solutions propres du système $\left(K - \omega^2 M\right)x = 0$. Selon quel principe trouve-t-on les valeurs propres ?
4) Physiquement, que représente un vecteur propre associé à un système mécanique ?
5) Comment interpréter le diagramme d'amplitude d'un coefficient d'influence dynamique d'une structure mécanique ?
6) Expliquez la relation $\boldsymbol{q = X\eta}$ (utilité, application, signification, ...).

EXERCICES

Exercice 1 - Vibrations des arbres en torsion

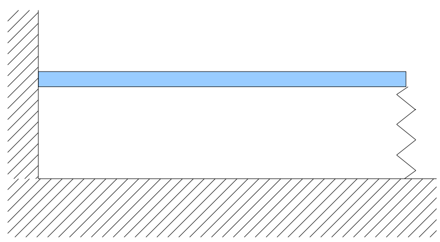
Soit le système encastré – libre ci-contre. En appliquant la technique propre à l'étude des vibrations des arbres en torsion, on demande de représentez graphiquement les coefficients d'influence dynamique principaux aux 2 endroits où sont les croix et d'en calculer les points particuliers.



Exercice 2 – Modélisation numérique

Ci-joint le programme de calcul des caractéristiques propres d'une poutre encastrée.

1) Commentez les lignes 25, 26 et 40
2) Expliquez le calcul de J (signification ?) ligne 34
3) Cette poutre peut-elle seulement se déformer dans un plan ? Justifiez.
4) Donnez les adaptations du programme nécessaires pour ajouter une masse de 20 kg sans inertie au milieu de la poutre et une masse de 10 kg sans inertie en bout libre de la poutre. On s'intéresse seulement au 4 premiers modes propres.
5) Donnez les adaptations du programme nécessaires pour ajouter un appui simple au bout libre
6) Donnez les adaptations du programme nécessaires pour ajouter un ressort de raideur 100000 N/m comme indiqué sur le dessin.



```
% -----------------------I-------------------------------------------I
% UTBM - MQ42 - P06      I NOM :                                     I
% EXAMEN du 26 juin 2006 I                                           I
%      (10h à 12h)       I Prénom :                                  I
%                        I                                           I
%                        I Signature :                               I
%                        I                                           I
% -----------------------I-------------------------------------------I
% *******************************************
% POUTRE encastrée - libre en aluminium avec SDT
% *******************************************
clear, format short e
% DONNEES géométriques et du matériau
% *********************************
L = 1; h = 0.02; b = 0.01; % Longueur, hauteur et largeur de la poutre
E   = 70000e6;             % [N/m2]  module de Young pour l'aluminium
nu  = 0.3;                 % [-]     module de Poisson
rho = 2700;                % [kg/m3] masse spécifique

% Détermination de la matrice des noeuds
% ************************************
ne     = 9;             % Nombre d'éléments de la poutre
Noeuds = [1:ne+1]';     % Numérotation des noeuds
Dx=L/ne; x = [0:Dx:L]'; % Abscisse des noeuds
node = [Noeuds,zeros(ne+1,3),x,zeros(ne+1,2)];
node = [node;ne+2,0,0,0,0,0,1];

% Caratéristiques des matériaux utilisés pour chaque barre
% ****************************************************
pl = [110 1 E nu rho E/2/(1+nu)];

% Données géométrique de la section droite des éléments de poutre
% **********************************************************
Iy = b*h^3/12; Iz = h*b^3/12; J = 0.55*(Iy+Iz); A = b*h;
il = [32 1 J Iy Iz A];

% Matrice des éléments
% ******************
elt = [inf abs('beam1')
       [1:ne]'  [2:ne+1]'  ones(ne,1)*[110,32,ne+2,0]];

% Matrice de masse et de raideur
% ****************************
[M,K,mdof] = fe_mk(node,elt,pl,il);

% Fixations
% ********
[adof,ind] = fe_c(mdof,[1],[],2);

% Résolution du problème aux caractéristiques propres
% **********************************************
nvp = 10;                 % Nombre de modes à calculer
[X,om] = fe_eig(M,K,[1,nvp],mdof,adof);
freq = om/2/pi;
Resultats = [0,freq';mdof,X]

% Visualisation
% ***********
feplot('InitModel',node,elt); % Vérification ou initialisation du modèle
feplot('InitDef',X,mdof);     % Déformations
```