

MQ42 – Mécanique générale et vibratoire

Examen : Médian

NOM :

Prénom :

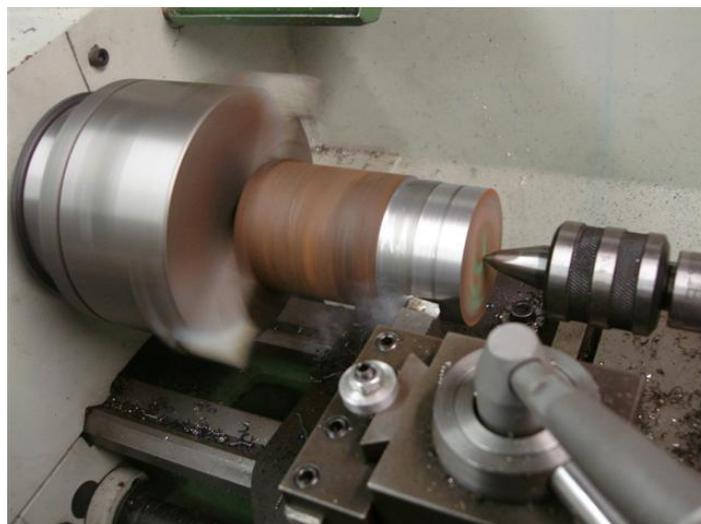
Né(e) le :

Niveau :

Consignes

Aucun document autorisé
Calculatrice autorisée
Smartphones, téléphones, tablettes ... interdits.

Le sujet est composé de trois parties indépendantes.
La lecture du sujet est évaluée à 10 minutes.
Les réponses se feront uniquement sur les feuilles du sujet.



Signature :

1. QCM concernant le cours (40 minutes)

Instructions

Il n'y a qu'une seule bonne réponse par question

Une réponse juste = 2 points

Une réponse fautive = -1 point

Aucune réponse = 0 point

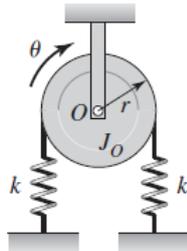
- 1) _____ **Le phénomène de résonance mécanique est :**
- a. Un phénomène bien sympathique.
 - b. Un phénomène de modification de la masse du système.
 - c. Un phénomène d'auto-amplification de l'énergie reçue.
 - d. Un phénomène d'augmentation rapide de la raideur.
- 2) _____ **Pourquoi, dans ce cours, la modélisation par approche discrète est-elle adoptée ?**
- a. Pour être sûr d'arriver au bout des calculs.
 - b. Pour tenir compte des vibrations en conception préliminaire.
 - c. Pour ne pas utiliser de logiciels de calculs éléments finis.
 - d. Pour surprendre vos collègues du Bureau d'Etudes.
- 3) _____ **Pour déterminer les paramètres matériaux d'une structure par une méthode vibratoire, il faut impérativement:**
- a. Des mesures précises à 5%.
 - b. Un modèle numérique du système.
 - c. Une excitation libre du système.
 - d. Une excitation forcée du système.
- 4) _____ **Laquelle de ces phrases est INCORRECTE**
- a. Une courbe de Wöhler donne la durée de vie d'un système.
 - b. Un amortisseur granulaire fonctionne à partir de 1 g d'excitation.
 - c. Une structure continue possède une infinité de modes propres.
 - d. Toute structure peut être discrétisée.
- 5) _____ **Les fréquences de résonance d'une poutre continue linéaire dépendent :**
- a. Des conditions aux limites.
 - b. Du niveau d'excitation de la structure.
 - c. De la gravité.
 - d. De l'opérateur.

Signature :

Un capteur de déplacement mesure qu'une structure vibre harmoniquement à 80 Hz avec une amplitude de vitesse de 50 μm . L'amplitude de l'accélération est égale à :

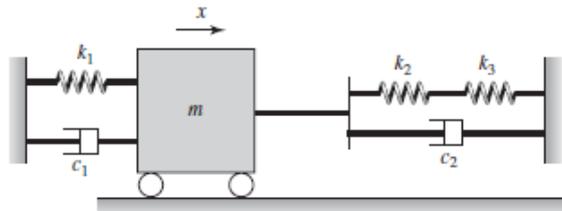
- 6) _____
- a. 0.033 g
 - b. 0.32 g
 - c. 1.28 g
 - d. 12.6 g

Déterminer la pulsation de résonance du système ci-dessous.



- 7) _____
- a. $\sqrt{\frac{2.r.k}{J_0}}$
 - b. $\sqrt{\frac{2.r^2.k}{J_0}}$
 - c. $\sqrt{\frac{r^2.k}{2.J_0}}$
 - d. $\sqrt{\frac{r.k}{2.J_0}}$

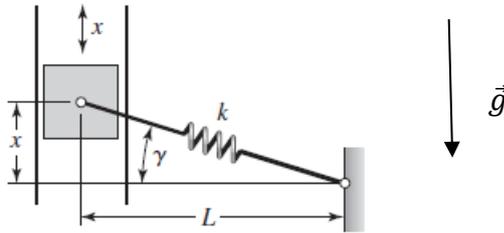
Nous souhaitons mettre en place un modèle équivalent du systèmes ci-dessous. Déterminer la raideur et l'amortisseur du système équivalent.



- 8) _____
- a. $c_e = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2} ; k_e = \frac{k_1(k_2 + k_3)}{k_1 + k_2 + k_3}$
 - b. $c_e = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2} ; k_e = k_1 + \frac{k_2 k_3}{k_2 + k_3}$
 - c. $c_e = c_1 + c_2 ; k_e = \frac{k_1(k_2 + k_3)}{k_1 + k_2 + k_3}$
 - d. $c_e = c_1 + c_2 ; k_e = k_1 + \frac{k_2 k_3}{k_2 + k_3}$

Signature :

On suppose que le système ci-dessous à une position d'équilibre lorsque $\gamma=0$. Déterminez l'expression de la force du ressort suivant l'axe du mouvement autour de cette position d'équilibre.



9) _____

- a. $k \cdot x \cdot \frac{(\sqrt{L^2+x^2})}{\sqrt{L^2+x^2}}$
- b. $k \cdot x \cdot \frac{(\sqrt{L^2+x^2}-L)}{\sqrt{L^2+x^2}}$
- c. $k \cdot x \cdot \frac{L}{\sqrt{L^2+x^2}}$
- d. $k \cdot x \cdot \frac{(\sqrt{L^2-x^2})}{\sqrt{L^2+x^2}}$

2. Modèle équivalent et mise en équation (50 minutes)

2.1. Géométrie du système initial

Un système de palan est modélisé par le système discret présenté en Figure 1. Sur cette figure, une tige filetée de diamètre d est engagée dans un écrou fixé au bâti en B et attachée à un ressort de traction-compression de raideur k en A. La liaison en A permet la rotation libre du ressort. Un câble inextensible, connecté par une extrémité à la tige filetée, est enroulé plusieurs fois autour de la tige filetée. Une masse est accrochée au câble à l'autre extrémité. Lorsque la masse descend, le ressort s'étire. La liaison hélicoïdale en B possède un pas de n , exprimé en millimètre par tour. Les liaisons sont supposées parfaites. Le moment d'inertie de la tige filetée autour de son axe de rotation est J_0 .

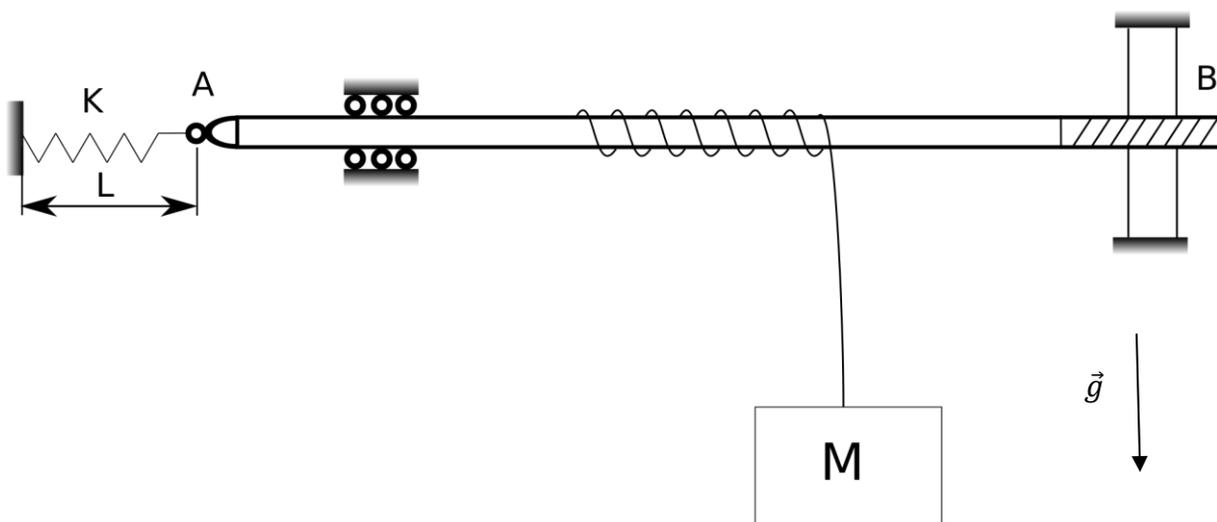


Figure 1 : Géométrie du système initial

Signature :

2.2. Analyse du système

2.2.1. Si la longueur du ressort non chargé est L_0 , déterminer la longueur d'équilibre L quand la masse M est attachée.

2.2.2. Déterminer de quelle distance la masse est-elle descendue pour atteindre sa position d'équilibre.

2.2.3. Dessiner, sur la Figure 1, le paramétrage du système (variables + repère orthonormé) permettant de décrire la position de chaque élément mobile.

2.2.4. Les variables obtenues sont-elles indépendantes ? Justifier votre réponse.

2.2.5. Combien d'équations de mouvement sont nécessaires pour décrire l'intégralité des mouvements du système ? Justifier la réponse.

2.3. Détermination du modèle équivalent

2.3.1. Choisir le(s) degré(s) de liberté équivalent(s) en justifiant votre choix et tracer le schéma du système équivalent.

Signature :

2.3.2. Isoler chaque élément constitutif des deux systèmes et donner leur équation d'équilibre.

2.3.3. Transformer les variables pour faire apparaître le(s) degré(s) de liberté du système équivalent.

Signature :

2.3.4. Comparer les équations de mouvement obtenues pour en extraire les paramètres équivalents du système.

2.3.5. Donner l'expression de la pulsation propre du système.

Signature :

3. Modélisation d'une pièce usinée en tournage (20 minutes)

3.1. Hypothèses de travail

Nous souhaitons développer un modèle vibratoire d'une phase d'usinage d'une pièce dans un tour mécanique. La Figure 2 présente cette phase. La Figure 3, quant à elle, donne une représentation simplifiée de cette phase. Le bâti est supposé infiniment rigide et fixé au sol. La tourelle est supposée séparée du bâti par un film d'huile. Le porte-outil est fixé rigidement sur la tourelle mais de manière asymétrique par rapport à la tourelle. L'ensemble {tourelle + porte-outil + outil} possède une masse M_m et une inertie J_0 . La pièce à usiner possède une certaine flexibilité par rapport à l'ensemble du tour. Le modèle doit être représentatif de la signature vibratoire de la structure réelle.



Figure 2 : Zoom d'une pièce en cours d'usinage

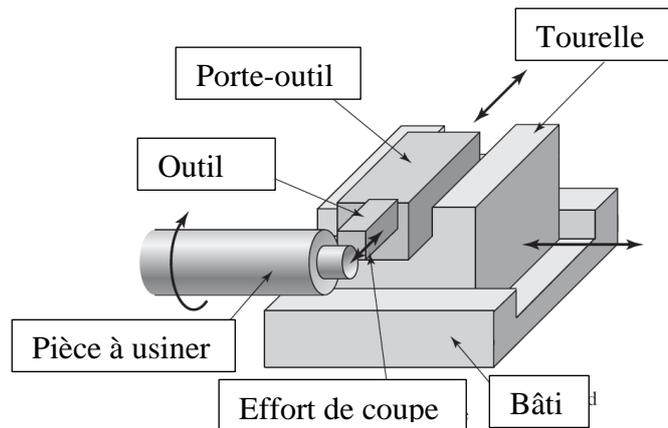


Figure 3 : Schéma d'une pièce en usinage

3.2. Développement du modèle

- 3.2.1. En justifiant vos choix de conception, indiquer le nombre de degrés de liberté du système et le nombre d'équations nécessaires pour décrire le mouvement du système.

Signature :

3.2.2. Donner le schéma de la modélisation que vous avez choisie

Signature :

Annexe 1 : Liaisons normalisées

Nom	point(s) d'expression	ddl	Représentation plane	Représentation 3D	Torseur cinématique $\{V(2/1)\}$	Torseur des AM $\{T(1 \rightarrow 2)\}$
Encastrement	tout point de l'espace	0			$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} X_{12} & L_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & N_{12} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Pivot d'axe (A, \vec{x})	tout point de l'axe	1			$\begin{Bmatrix} \omega_{x21} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} X_{12} & 0 \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & N_{12} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Glissière de direction \vec{x}	tout point de l'espace	1			$\begin{Bmatrix} 0 & V_{x21} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} 0 & L_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & N_{12} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Hélicoïdale d'axe (A, \vec{x}) et de pas p	tout point de l'axe	1			$\begin{Bmatrix} \omega_{x21} & h\omega_{x21} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$ avec $h = \pm \frac{p}{2\pi}$	$\begin{Bmatrix} X_{12} & -hX_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & N_{12} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$ avec $h = \pm \frac{p}{2\pi}$
Pivot glissant d'axe (A, \vec{x})	tout point de l'axe	2			$\begin{Bmatrix} \omega_{x21} & V_{x21} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & N_{12} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Rotule à doigt de centre A bloquée en \vec{x}	centre de la liaison	2			$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ \omega_{y21} & 0 \\ \omega_{z21} & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} X_{12} & L_{12} \\ Y_{12} & 0 \\ Z_{12} & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Rotule de centre A	centre de la liaison	3			$\begin{Bmatrix} \omega_{x21} & 0 \\ \omega_{y21} & 0 \\ \omega_{z21} & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} X_{12} & 0 \\ Y_{12} & 0 \\ Z_{12} & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Appui plan de normale \vec{y}	tout point de l'espace	3			$\begin{Bmatrix} 0 & V_{x21} \\ \omega_{y21} & 0 \\ 0 & V_{z21} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} 0 & L_{12} \\ Y_{12} & 0 \\ 0 & N_{12} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Linéique annulaire de centre A et de direction \vec{x}	centre de la liaison	4			$\begin{Bmatrix} \omega_{x21} & V_{x21} \\ \omega_{y21} & 0 \\ \omega_{z21} & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{12} & 0 \\ Z_{12} & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Linéique rectiligne de ligne (A, \vec{x}) et de normale \vec{y}	tout point du plan (A, \vec{x} , \vec{y})	4			$\begin{Bmatrix} \omega_{x21} & V_{x21} \\ \omega_{y21} & 0 \\ 0 & V_{z21} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{12} & 0 \\ 0 & N_{12} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$
Ponctuelle en A de normale \vec{y}	tout point de (A, \vec{y})	5			$\begin{Bmatrix} \omega_{x21} & V_{x21} \\ \omega_{y21} & 0 \\ \omega_{z21} & V_{z21} \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{12} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{\mathcal{R}_A}$

Signature :