



Date : Vendredi 4 Mai 2018

## 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

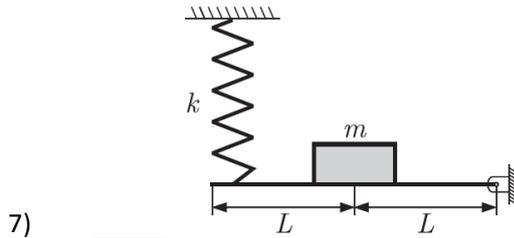
Aucune réponse = 0 point

- 1) \_\_\_\_\_ **Un mouvement harmonique est caractérisé par trois éléments. Lesquels ?**
  - a. Son amplitude, sa pulsation et sa phase.
  - b. Son déplacement, sa vitesse et son accélération.
  - c. Sa vitesse, sa pulsation et son amplitude.
  - d. Sa phase, sa fréquence et sa pulsation.
  
- 2) \_\_\_\_\_ **Quelle est l'unité vibratoire usuelle d'une accélération ?**
  - a.  $\text{mm/s}^2$
  - b.  $\text{m/s}$
  - c.  $g$
  - d.  $\mu\text{m/s}^2$
  
- 3) \_\_\_\_\_ **Quel type de modélisation est adoptée dans ce cours ?**
  - a. Une approche continue.
  - b. Une approche discrète.
  - c. Une approche multi-physique.
  - d. Une approche à pas feutrés.
  
- 4) \_\_\_\_\_ **Laquelle de ces phrases est INCORRECTE**
  - a. L'amortissement critique donne le retour à l'équilibre le plus rapide.
  - b. La réponse libre d'un système permet de déterminer le facteur d'amortissement.
  - c. Une structure continue possède une centaine 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 :

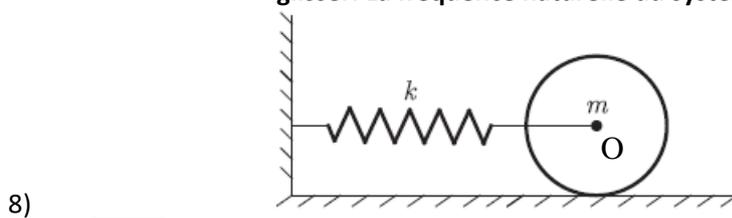
- 6) \_\_\_\_\_ Un vélocimètre indique qu'une structure vibre harmoniquement à 60 Hz avec une amplitude de vitesse de 100 mm/s. L'amplitude de l'accélération est égale à
- a. 0.61 g
  - b. 6.00 g
  - c. 37.68 g
  - d. 3.84 g

En considérant la masse  $m$  concentrée au centre de la barre de longueur  $2L$ . La masse de la barre est négligeable. La pulsation naturelle du système ci-dessous est égale à



- a.  $\sqrt{\frac{k}{2m}}$
- b.  $\sqrt{\frac{k}{m}}$
- c.  $\sqrt{\frac{2k}{m}}$
- d.  $\sqrt{\frac{4k}{m}}$

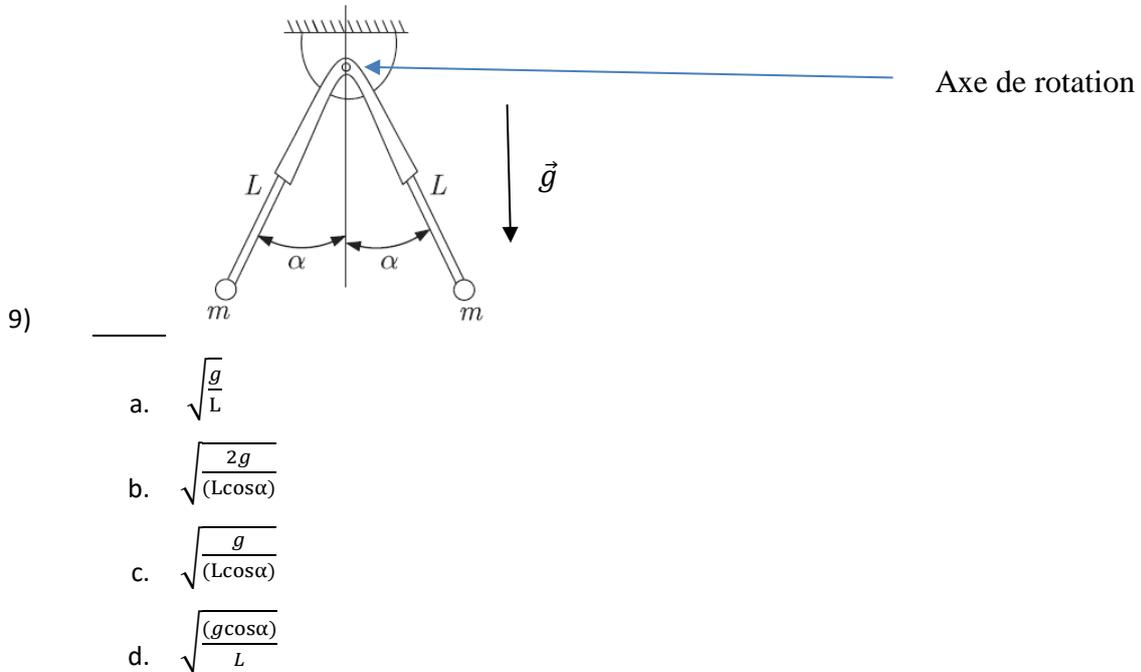
Le disque de masse  $m$ , de rayon  $R$  et de moment d'inertie au centre  $I_0 = \frac{mR^2}{2}$ , roule sans glisser. La fréquence naturelle du système ci-dessous est égale à



- a.  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3k}{2m}}$
- b.  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{3m}}$
- c.  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$
- d.  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{m}}$

Signature :

L'assemblage ci-dessous est constitué de deux barres sans masse de longueur  $L$  et de deux masses concentrées  $m$ . L'oscillation se fait autour d'un axe perpendiculaire à la feuille. La pulsation naturelle de cet assemblage est



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

### 2.1. Géométrie du système initial

Un balancier (ABC) de masse  $M$  et de moment d'inertie  $I_G = \frac{M \cdot (a+c)^2}{12}$ , donné au centre de gravité  $G$ , supporte un système à deux masses,  $m_1$  et  $m_2$ . Le balancier est contraint par deux ressorts de traction-compression,  $K_a$  et  $K_b$  et un ressort de torsion  $K_O$ . Comme le montre la Figure 1, un effort extérieur  $F_B$  est appliqué au point B. Le balancier est considéré comme une poutre droite homogène.

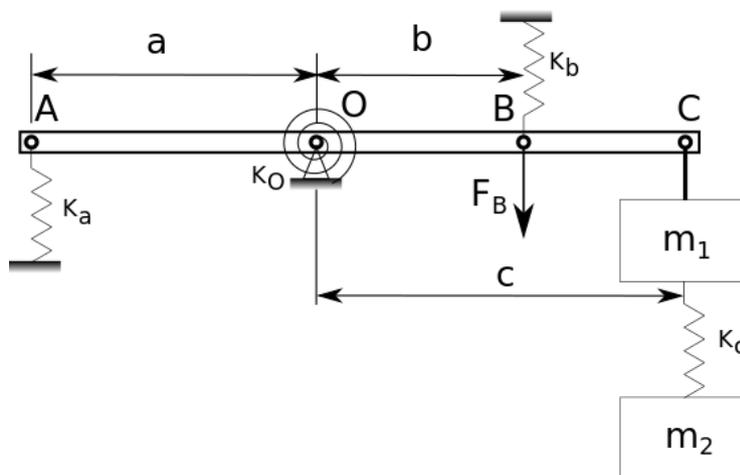


Figure 1 : Géométrie du système initial

Signature :

## 2.2. Etude analytique

- 2.2.1. Quelle hypothèse doit-on poser pour permettre la mise en équation du système ?
  
- 2.2.2. Combien d'équations de mouvement sont nécessaires pour décrire l'intégralité des mouvements du système ? Justifier la réponse.
  
- 2.2.3. Paramétrer le système initial directement sur la Figure 1.
  
- 2.2.4. Choisir les degrés de liberté équivalents et tracer le schéma du système équivalent.
  
- 2.2.5. Isoler chaque élément dans les deux systèmes et donner leur équation d'équilibre.

Signature :

2.2.6. Transformer les variables pour faire apparaître les degrés de liberté du système équivalent.

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

Signature :

2.2.8. Donner les équations sous forme réorganisée puis sous forme matricielle.

### 3. Modélisation d'un avion à l'atterrissage (20 minutes)

#### 3.1. Hypothèses de travail

Dans le cadre du développement d'un outil de dimensionnement des suspensions d'un avion de tourisme, nous souhaitons développer un modèle discret de l'appareil lors de la phase d'atterrissage. Le modèle doit être représentatif de la signature vibratoire de la structure réelle. Comme montré en Figure 2 et en Figure 3, il s'agit d'un avion monoplan à hélice.



Figure 2 : Vue latérale d'un avion de tourisme à l'atterrissage



Figure 3 : Vue de face d'un avion de tourisme à l'atterrissage

Par ailleurs, la piste d'atterrissage a un profil qui peut être modélisé par une onde sinusoïdale dont la longueur d'onde  $\lambda$  est de 30m et d'amplitude  $Y_0$  égale à 0.05m. On suppose que l'avion atterrit à la vitesse de 326 km/h et qu'il reste en contact avec la piste.

#### 3.2. Développement du modèle

3.2.1. A partir des informations données en section 3.1, donner la forme du déplacement dû au profil de la piste.

Signature :

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

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

Signature :