



Génie Mécanique, 5ème Semestre

EXAMEN MIDTERM – MÉCANIQUE VIBRATOIRE

AUTOMNE 2022-2023

DURÉE :1H30MIN

Instructions :

Ne pas retourner cette page avant d'y être autorisé

Avant l'examen

- Placez votre carte d'étudiant CAMIPRO devant vous sur la table.
- Les téléphones portables doivent être éteints et placés dans vos sacs.
- Préparez votre espace de travail. Matériel autorisé :
 - Stylos bleus et/ou noirs, **les stylos rouges et verts sont réservés pour la correction.**
 - Les crayons sont autorisés uniquement pour les dessins.
 - Une calculatrice est autorisée.

Pendant l'examen

- Écrivez et dessinez avec soin. Ce qui est illisible ne sera pas corrigé.
- Des feuilles de papier supplémentaires sont disponibles auprès des assistants.
 - Prenez soin de numérotter et d'indiquer votre nom sur toutes les feuilles de réponse.
- Levez la main si vous avez une question ou si vous souhaitez aller aux toilettes.
- Lors des 15 dernières minutes de l'examen, il est interdit de quitter la salle.
- Lorsque l'examen est terminé, **posez votre stylo**, et restez assis et silencieux jusqu'à ce que nous ayons ramassé TOUTES les copies.

Contenu de l'examen

- Question 1 – 15 points
 - Page 1
- Question 2 – 20 points
 - Page 1
- Question 3 – 30 points
 - Page 2
- Question 4 – 35 points
 - Page 3

QUESTION 1**(15 points)**

On a l'oscillateur de la Figure 1.1 avec $c = \sqrt{2km}$. Si l'on a $x(t = 0) = 0$ et $\dot{x}(t = 0) > 0$:

- i) Ecrire l'amplitude du mouvement $x(t)$ dans le régime permanent..... (5 pts)
- ii) À quel temps t_M on trouve l'amplitude maximale, si $\frac{m}{k} = \frac{2}{\pi^2} [\text{s}^2]$? (10 pts)

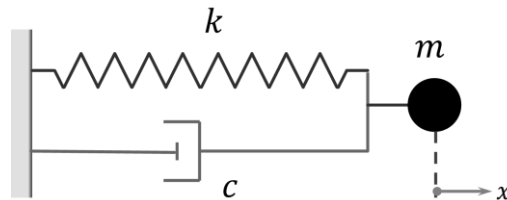


Figure 1.1 | Oscillateur simple.

QUESTION 2**(20 points)**

On a un oscillateur amorti comme montré dans la Figure 2.1, avec $\eta = 0.1$. On peut considérer que $\eta^2 \ll 1$ pour les calculs de ce problème. Les conditions initiales sont $x(t = 0) = X_0$ et $\dot{x}(t = 0) = v_0$. La force appliquée sur la masse est (avec $\frac{F_a}{k} = 1 \text{ m}$) :

$$F(t) = F_a(1 + \cos(\omega t)) \cos(\omega t)$$

Calculer :

- i) La moyenne de l'amplitude du mouvement en régime permanent..... (4 pts)
- ii) À quelles fréquences a-t-on du mouvement ? (2 pts)
- iii) Si $\omega = 0.01\omega_0$, pour quelle fréquence trouve-t-on une amplitude maximale ? (4 pts)
- iv) Si $\omega = \omega_0$, calculer les amplitudes pour chaque fréquence..... (5 pts)
- v) Calculer une valeur de ω pour que l'amplitude à 2ω soit la plus large (5 pts)

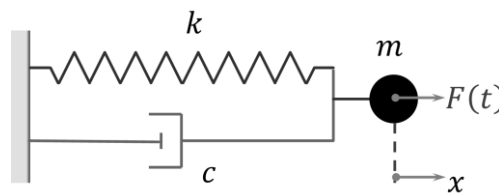


Figure 2.1 | Oscillateur amorti.

QUESTION 3**(30 points)**

Le système de la Figure 3.1 se compose d'une tige de raideur infinie et de masse $9m$ reliée à une masse ponctuelle m , soutenues par un ressort de raideur k . On trouve une autre masse ponctuelle reliée par un ressort de raideur k au mur et un ressort de couplage entre masses de raideur $4k$.

- i) Combien de DdL a le système ? (1 pts)
- ii) À partir de quels points définirais-tu les variables dynamiques x_1 et x_2 ? (3 pts)
- iii) Ecrire les énergies potentielles et cinétiques du système (8 pts)
- iv) Ecrire les équations de mouvement pour le système (4 pts)
- v) Ecrire les matrices de masses et de rigidités (2 pts)
- vi) Calculer les fréquences propres du système (6 pts)
- vii) Si l'on donne C.I. de $x_1(t=0) = x_0$, et $x_2(t=0) = 0$, et vitesses nulles, décrire qualitativement le mouvement du système (6 pts)

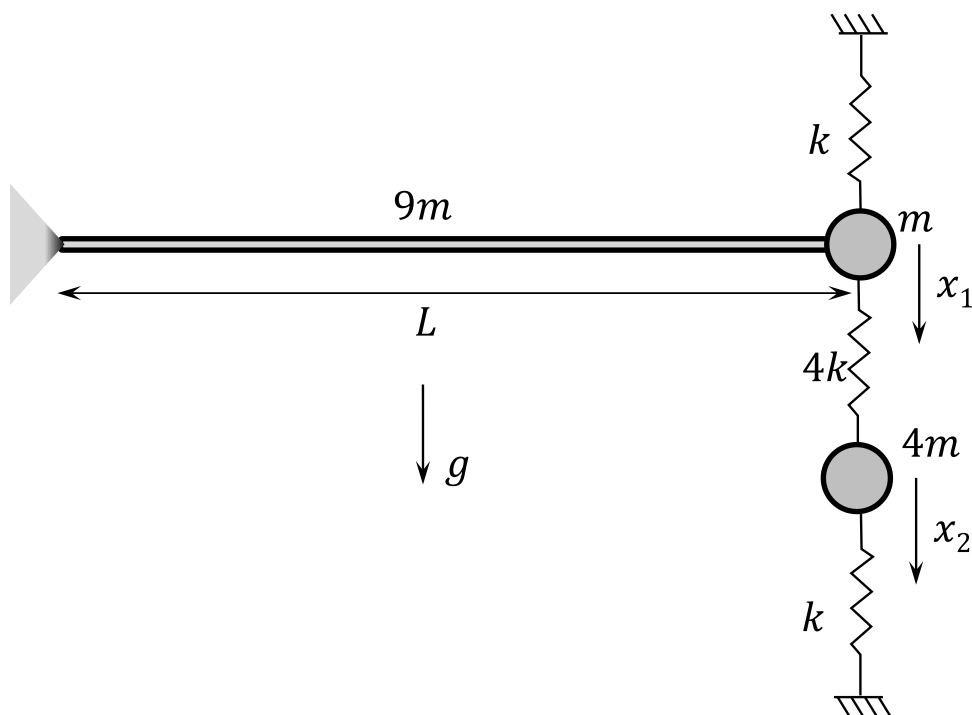


Figure 3.1 | Schéma du système.

QUESTION 4**(35 points)**

J'ai pris mon *Segway* pour venir à l'examen. Des travaux ont eu lieu sur la rue, laissant un profil sinusoïdal sur la chaussée. La vitesse en direction horizontale était constante, v . Le système peut être approximé par le schéma de la Figure 4.1, respecte toujours $c < 2\sqrt{km}$, et l'on considère que l'on est dans le régime permanent.

- i) Combien de DdL a le système ? (1 pts)
- ii) Ecrire la fonction du déplacement vertical de la masse m_{roue} , $y(t)$ (4 pts)
- iii) Ecrire l'équation du mouvement vertical de la masse m , $z(t)$ (10 pts)
- iv) Calculer le déplacement $z(t)$ en fonction des paramètres du problème. (20 pts)

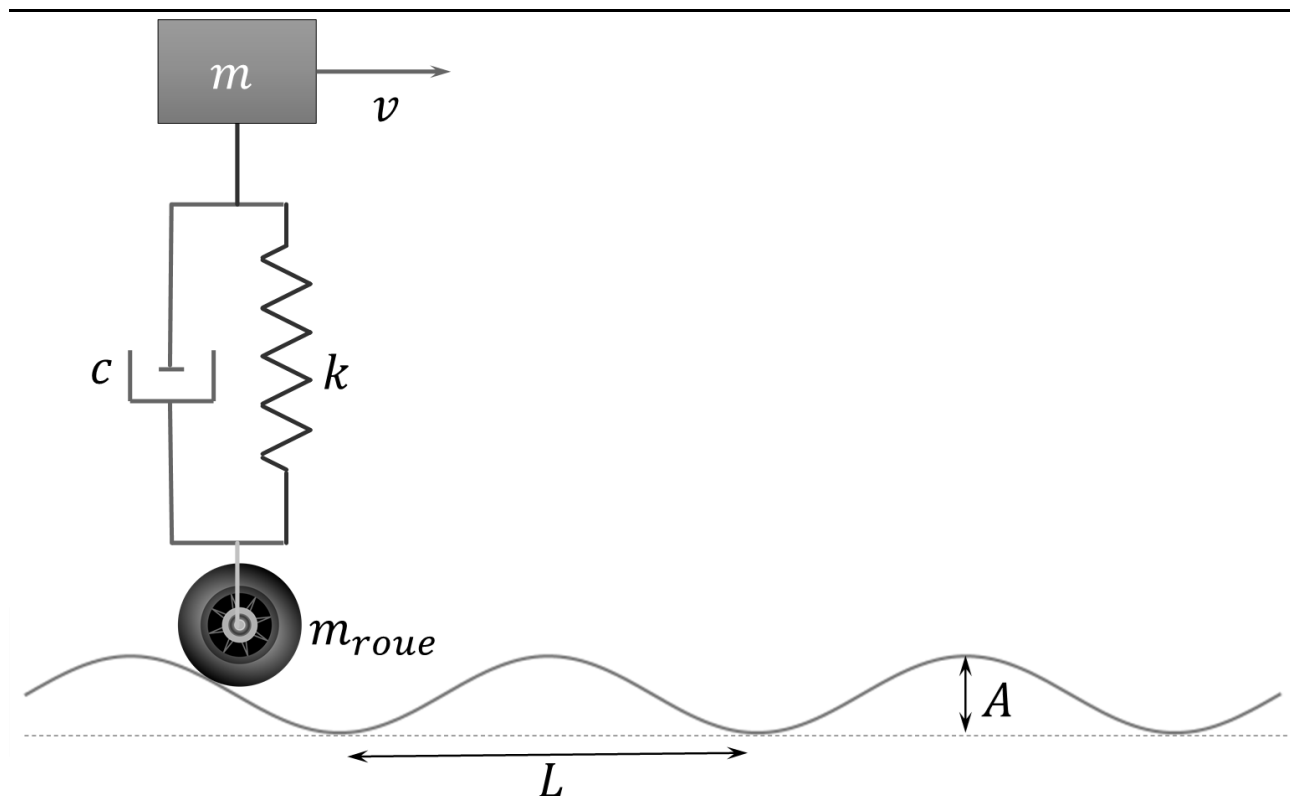


Figure 4.1 | Schéma du *Segway* avec ressort et amortisseur, avec une masse m tel que $c < 2\sqrt{km}$.