Université Abou-Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département de Génie Civil

Tlemcen, le 15 Janvier 2018
Durée: 1H30mn.
Aucun document n'est autorisé.

Examen Final de Dynamique Des Structures 1 (M1-Structures /S1)
Partie1 QCM (Durée :30mn)

Nom et prénoms :

Cocher la bonne réponse **(6 PTS)**

1/ La période propre d'un SSDDL augmente en diminuant:

a. sa masse.
b. sa rigidité.
c. son amortissement.

2/ Un SSDDL est écarté de sa position d'équilibre. On constate qu'il revient à cette position initiale sans effectuer des vibrations autour de celle-ci. Que pouvez-vous dire concernant son amortissement ξ?

a. $\xi = 1$ (Système à amortissent critique).
b. $\xi < 1$ (Système sous-amorti).
c. $\xi > 1$ (Système sur-amorti).

3/ Afin d'évaluer l'amortissement ξ d'un SSDDL, on le soumet à un essai de vibrations libres ; le rapport de deux amplitudes consécutives est alors de 0.8. Quelle est la valeur de ξ?

a. $\xi = 1.$
b. $\xi = 3.55\%$
c. $\xi = 4.22\%$

4/ La réponse maximale en régime permanent d'un SSDDL de rigidité K et de masse M sous une charge harmonique $p(t) = P_0 \cos(\overline{\omega}t - \alpha)$ est égale à:

a. $u_{max} = \frac{P_0\, D}{K} \cos{(\alpha)}$
b. $u_{max} = \frac{P_0}{K}\, D$
c. $u_{max} = \frac{P_0}{\omega}\, D$

5/ Quelle serait la valeur du coefficient d'amplification dynamique D d'un SSDDL amorti ($\xi = 5\%$) soumis à une force harmonique, si le mouvement de cette force entrait en résonance avec celui du système?

a. $D = 1$
b. $D = 10.$
c. $D = 5$

6/ Un SSDDL fera un bon accéléromètre si :

a. $\xi = 0.7$ et $0 < \beta < 0.6$
b. $\xi = 0.7$ et $\beta > 0.6$
c. $\xi = 0.5$ et $\beta > 1$

7/Le développement en série de Fourier de la force dynamique appliquée à un SSDDL est utile dans le cas de:

a. chargement quelconque.
b. chargement impulsif.
c. chargement périodique.

8/ Suite à l'installation d'un système d'isolation vibratoire, on constate que le déplacement transmis est plus important que le déplacement appliqué. Que pouvez-vous dire concernant son rapport de fréquence β?

a. $\beta = \sqrt{2}$
b. $\beta < \sqrt{2}$
c. $\beta > \sqrt{2}$

9/ Un SSDDL de rigidité K, de masse M, de période T, initialement au repos et non amorti est soumis à une impulsion rectangulaire $p(t) = P_0$ sur l'intervalle $[0, t_1]$. sachant que $t_1 > \frac{T}{2}$ quelle est la valeur du déplacement maximum?

a. $\frac{P_0}{K} D.$
b. $2\frac{P_0}{K}$
c. $2\frac{P_0}{K} \sin\left(\pi \frac{t_1}{T}\right)$

10/ L'hypothèse principale dans la méthode temporelle Pas à Pas à accélération moyenne est de supposer que dans chaque pas de temps:

a. l'accélération est constante.
b. l'accélération est linéaire.
c. l'accélération est quadratique.

11/ Pour calculer directement la réponse dynamique maximale d'un SSDDL, on utilise :

a. la méthode temporelle pas à pas.
b. la méthode spectrale.
c. l'intégrale de Duhamel.

12/ Sachant que le déplacement sismique maximum d'un SSDDL de période propre égale à 0.2s est de 1 cm. Quelle est la valeur maximale de la pseudo-accélération de ce système?

a. Sa=9.85 m/s^2.
b Sa=98.5 m/s^2
c. Sa=6.85 m/s^2

Université Abou-Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département de Génie Civil

Tlemcen, le 15 Janvier 2018.
Durée: 1H30mn.
Aucun document n'est autorisé.

Examen Final de Dynamique Des Structures 1 (M1-Structures/S1)
Partie 2 Exercices

Exercice1 : (8 PTS)

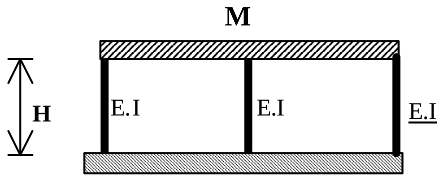


Figure 1.

Le portique de la figure 1 possède un plancher infiniment rigide. Il peut alors être modélisé par un système à un seul degré de liberté.
Ce portique est soumis à un déplacement horizontal du support $u_g = u_{g0} sin\bar{\omega}t$. Pour l'application numérique, on donne:
M=50 t; E.I=30 10^6 N.m^2; H=3,0 m, $\xi = 5\%$; $u_{g0} = 5mm$ $\bar{\omega} = 30\ rad/s$.

(2 pt) **1/** Calculer la pulsation propre du système.

(2 pts) **2/** Calculer le déplacement relatif maximum en régime permanent. Que pouvez-vous déduire?

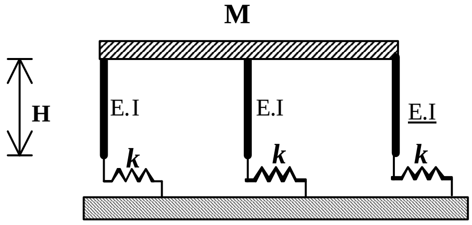


Figure 2.

Afin de réduire le déplacement transmis au niveau du plancher, on interpose à la base de chacun des poteaux un système d'isolation de rigidité horizontale k, on fera l'hypothèse que la valeur de k est très petite devant la rigidité du poteau. La nouvelle modélisation du bâtiment est décrite sur la figure 2.

(2 pt) **3/** Donner l'expression de la nouvelle pulsation propre du portique isolé.

(2 pts) **4/** Calculer la valeur de k permettant de réduire le déplacement transmis au niveau du plancher à 10% du déplacement appliqué maximum u_{g0}.

Exercice2 : (6 PTS)

Un système à un seul degré de liberté (SSDL) non amorti de rigidité K et de masse M est soumis au chargement $P(t)$ donné par la figure 3. Le système est initialement au repos. Pour l'application numérique, on donne: $P_0 = 200$N, M=7000kg, K=984 kN/m et $t_0 = 1s$.

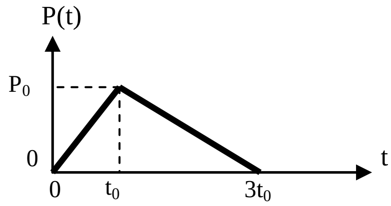


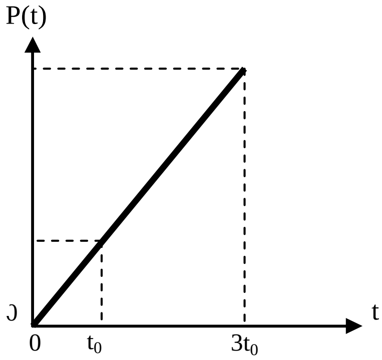
Figure 3

(2 pts) **1/** Donner l'expression du déplacement total pour $t \leq t_0$.

(2 pts) **2/** Pour $t_0 \leq t \leq 3t_0$ donner l'expression du déplacement total en utilisant la superposition de la figure 4.

(2 pts) **3/** Quel sera le comportement de la structure après l'instant $t = 3t_0$? Déterminer dans ce cas la valeur de l'amplitude maximale des oscillations de la structure.

P(t)=



-1.5

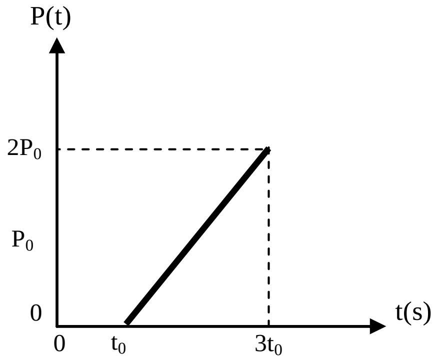


Figure 4.

Bon Courage N.BENMANSOUR

Université Abou-Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département de Génie Civil

Tlemcen, le 15 Janvier 2018
Durée: 1H30mn.
Aucun document n'est autorisé.

Correction de l'Examen Final de Dynamique Des Structures 1 (M1-Structures /S1) Partie1 QCM (Durée : 25mn)

Cocher la bonne réponse **(6 PTS)**

1/ La période propre d'un SSDDL augmente en diminuant:

a. sa masse.
b.sa rigidité.
c.son amortissement.

2/ Un SSDDL est écarté de sa position d'équilibre. On constate qu'il revient à cette position initiale sans effectuer des vibrations autour de celle-ci. Que pouvez-vous dire concernant son amortissement ξ?

$a. \xi = 1$ (Système à amortissent critique).
$b. \xi < 1$ (Système sous-amorti).
$c. \xi > 1$ (Système sur-amorti).

3/ Afin d'évaluer l'amortissement ξ d'un SSDDL, on le soumet à un essai de vibrations libres ; le rapport de deux amplitudes consécutives est alors de 0.8. Quelle est la valeur de ξ?

$a. \xi = 1.$
b. $\xi = 3.55\%$
$c. \xi = 4.22\%$

4/ La réponse maximale en régime permanent d'un SSDDL de rigidité K et de masse M sous une charge harmonique $p(t) = P_0 \cos(\overline{\omega} t - \alpha)$ est égale à:

a. $u_{max} = \frac{P_0 D}{K} \cos(\alpha)$
$b. u_{max} = \frac{P_0}{K} D$
$c. u_{max} = \frac{P_0}{\omega} D$

5/ Quelle serait la valeur du coefficient d'amplification dynamique D d'un SSDDL amorti ($\xi = 5\%$) soumis à une force harmonique, si le mouvement de cette force entrait en résonance avec celui du système?

$a. D = 1$

$b. D = 10.$

$c. D = 5$

6/ Un SSDDL fera un bon accéléromètre si :

a. $\xi = 0.7$ et $0 < \beta < 0.6$
b. $\xi = 0.7$ et $\beta > 0.6$
c. $\xi = 0.5$ et $\beta > 1$

7/Le développement en série de Fourier de la force dynamique appliquée à un SSDDL est utile dans le cas de:

a. chargement quelconque.
b. chargement impulsif.
c. chargement périodique.

8/ Suite à l'installation d'un système d'isolation vibratoire, on constate que le déplacement transmis est plus important que le déplacement appliqué. Que pouvez-vous dire concernant son rapport de fréquence β?

$a. \beta = \sqrt{2}$
b.$\beta < \sqrt{2}$
c.$\beta > \sqrt{2}$

9/ Un SSDDL de rigidité K, de masse M, de période T, initialement au repos et non amorti est soumis à une impulsion rectangulaire $p(t) = P_0$ sur l'intervalle $[0, t_1]$. sachant que $t_1 > \frac{T}{2}$ quelle est la valeur du déplacement maximum?

$a. \frac{P_0}{K} D.$
$b. 2\frac{P_0}{K}$
$c. 2\frac{P_0}{K} \sin\left(\pi \frac{t_1}{T}\right)$

10/ L'hypothèse principale dans la méthode temporelle Pas à Pas à accélération moyenne est de supposer que dans chaque pas de temps:

a.l'accélération est constante.
b.l'accélération est linéaire.
c.l'accélération est quadratique.

11/ Pour calculer directement la réponse dynamique maximale d'un SSDDL, on utilise :

a. la méthode temporelle pas à pas.
b.la méthode spectrale.
c.l'intégrale de Duhamel.

12/ Sachant que le déplacement sismique maximum d'un SSDDL de période propre égale à 0.2s est de 1 cm. Quelle est la valeur maximale de la pseudo-accélération de ce système?

a. Sa=9.85 m/s^2.
b Sa=98.5 m/s^2
c. Sa=6.85 m/s^2

Partie 2 Exercices

Exercice 1

1/	**0.25x2** **0.25x2** **0.5x2**	La rigidité d'un poteau encastré-encastré est: kpot=12EI/h^3=12x30x10^3/3^3=1.33x10^{4}kN/m La rigidité équivalente du portique keq=3xkpot=40000kN/m. La pulsation propre $\omega = \sqrt{Keq/M}$=28,28 rad/s
2/	**0.5** **0.5** **0.25x2** **0.5**	Le déplacement relatif maximum en régime permanent est $U_{max} = P_0 D/k$ L'équation de mouvement est $M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = -M\ddot{u_g} = M\overline{\omega}^2 u_{g0} sin\overline{\omega}t$ donc $P_0 = M\overline{\omega}^2 u_{g0} = 50x30^2x5x10^{-3}$ =225kN. $D = ((1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2)^{-0.5}$ $\beta = \frac{\overline{\omega}}{\omega} = 1.06$ D=6.09. $U_{max} = \frac{225x6.09}{40000} = 0.0343m$ $\beta \approx 1$ le mouvement de la force entre en résonance avec celui du système ce qui a donné un déplacement important du portique.
3/	**1** **1**	Le poteau est lié en série avec l'isolateur donc la rigidité d'un poteau isolé Kpot-isolé est exprimée par: $\frac{1}{Kpot-isolé} = \frac{1}{Kpot} + \frac{1}{k}$ puisque $k \ll Kpot$ $Kpot - isolé \approx k$ La rigidité du portique isolé équivalente$Keq = 3xKpot - isolé = 3k$. La pulsation propre du portique isolé est $\omega = \sqrt{3k/M}$
4/	**0.5** **1** **0.5**	le déplacement transmis au niveau du plancher est réduit à 10% du déplacement appliqué maximum u_{g0} donc Tr=0.1 $Tr = D\sqrt{1+(2\xi\beta)^2}$ en replaçant ξet Tr on obtient l'équation suivante: $\beta^4 - 2.99\beta^2 - 99 = 0$ les solutions sont ${\beta_1}^2 = 11.55$; ${\beta_2}^2 < 0$. donc $\beta = 3.39$. $\beta^2 = \frac{\overline{\omega}^2}{\omega^2} = \frac{\overline{\omega}^2}{3k}M$ donc k=1305.24kN/m

Exercice2

1/	**1** **1**	**Phase 1:** $t \le t_0; p(t) = \frac{P_0}{t_0}t; u_1(t) = Acos\omega t + Bsin\omega t + \frac{P_0}{kt_0}t.$ $u_1(0) = 0;\ \dot{u}_1(0) = 0 \Rightarrow u_1(t) = \frac{P_0}{kt_0}\left(t - \frac{sin\omega t}{\omega}\right); A.N: u_1(t) = 0.2032\left(t - \frac{sin 11.85t}{11.85}\right)mm$
2/	**0.5** **0.5** **1**	**Phase 2:** $t_0 \le t \le 3t_0$;en utilisant la superposition de la figure 3 $u_2(t) = u_1(t) - 1.5u'_2(t)$ $u_1(t) = 0.2032\left(t - \frac{sin11.85t}{11.85}\right)mm$ $u'_2(t)$ c'est le déplacement du même chargement linéaire que 1/ décalé de $t_0 = 1s$ donc : $u'_2(t) = 0.2032\left(t - 1 - \frac{sin11.85(t-1)}{11.85}\right)\ mm$ $u_2(t) = 0.2032(-0.5t + 1.5 - \frac{sin11.85t}{11.85} + 1.5\frac{sin11.85(t-1)}{11.85})$
3/	**0.5x2** **0.5** **0.5**	**Phase 3:** $t \ge 3t_0$; Le SSDDL est en vibrations libres dues aux conditions initiales qui sont égales aux conditions finales de la phase2. $u_3(t) = Acos11.85(t-3) + Bsin11.85(t-3) \Rightarrow u_{3max} = \sqrt{A^2+B^2}$ $u_3(3) = u_2(3) \Rightarrow A = u_2(3) = -0.01064mm$ $\dot{u}_3(3) = \dot{u}_2(3) \Rightarrow B = \frac{\dot{u}_2(3)}{\omega} = \frac{0.0466}{11.85} = 0.0039mm$ $u_{3max} = 0.0113mm$