

SYSTEME A 1 DDL - MOUVEMENT LIBRE - PERIODE PROPRE TAUX D'AMORTISSEMENT - PSEUDO-PERIODE - EXPLICATIONS

Masse = 1, Raideur = 100, Amortissement = 0, Frottement = 0, Position = 40, Vitesse = 0.

Masse seule

Masse = 1 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Masse = 4 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Comment la valeur de la période propre évolue-t-elle en fonction de la valeur de la masse ?

Réponse : Lorsqu'on multiplie la valeur de la masse par quatre, celle de la période propre est multipliée par deux, soit par la racine carrée de quatre.

(Ce résultat ne peut pas être justifié sans résoudre l'équation du mouvement de la masse ou traduire la conservation de l'énergie du système au cours du temps.)

Raideur seule

Raideur = 100 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Raideur = 400 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Comment la valeur de la période propre évolue-t-elle en fonction de la valeur de la raideur ?

Réponse : Lorsqu'on multiplie la valeur de la raideur par quatre, celle de la période propre est divisée par deux, soit par la racine carrée de quatre.

(Ce résultat ne peut pas être justifié sans résoudre l'équation du mouvement de la masse ou traduire la conservation de l'énergie du système au cours du temps.)

Amortissement seul

Amortissement = 0 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Amortissement = 1 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Le mouvement libre se répète-t-il à l'identique dans le cas où l'amortissement est non nul ?

Réponse : Non

(Au cours du temps, à chaque fois que l'énergie du système se retrouve en totalité sous la forme d'une énergie de déformation du ressort, la variation de la longueur du ressort est plus faible. Cette décroissance traduit une perte d'énergie du système. Cette perte résulte de frottements fluides à l'intérieur de l'amortisseur. Ces frottements visqueux dissipent de l'énergie mécanique en chaleur.)

Taux d'amortissement

Amortissement = 5 - Raideur = 100 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Amortissement = 5 - Raideur = 200 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Pour un même amortissement, la diminution de l'amplitude du mouvement libre, notamment après le premier aller-retour de la masse, est-elle indépendante de la raideur du ressort ?

Réponse : Non

(Pour quantifier l'effet de l'amortissement, il faut comparer la valeur maximale de la force d'amortissement aux valeurs maximales des autres forces en présence. Lorsqu'on augmente la raideur du ressort, sans augmenter l'amortissement du système, l'impact de la force d'amortissement devient comparativement plus faible que celui de la force exercée par le ressort. Le système se comporte alors comme un système moins amorti.)

Amortissement = 5 - Masse = 1 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Amortissement = 5 - Masse = 2 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Pour un même amortissement, la diminution de l'amplitude du mouvement libre, notamment après le premier aller-retour de la masse, est-elle indépendante de la valeur de la masse ?

Réponse : Non

(Pour quantifier l'effet de l'amortissement, il faut comparer la valeur maximale de la force d'amortissement aux valeurs maximales des autres forces en présence. Lorsqu'on augmente la valeur de la masse, sans augmenter l'amortissement du système, l'impact de la force d'amortissement devient comparativement plus faible que celui de la force d'inertie de la masse. Le système se comporte alors comme un système moins amorti.)

Amortissement = 0 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Amortissement = 1 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Pour un taux d'amortissement de 5 %, la "pseudo-période" du mouvement libre du système amorti est-elle sensiblement égale à la période du mouvement libre du système non amorti ?

Réponse : Oui.

(Les durées calculées et affichées dans les caractéristiques modales sont toutes deux égales à 0,63 s. Lorsque le taux d'amortissement est faible, la force d'amortissement est insuffisante en comparaison de la force exercée par le ressort et de la force d'inertie de la masse, pour modifier notablement la loi du mouvement sur une période. Dans ce cas, l'effet de l'amortissement se traduit essentiellement par la décroissance progressive de l'amplitude du mouvement libre, cumulée sur plusieurs périodes.)

Amortissement = 1 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Amortissement = 10 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Questions :

Comment varie la pseudo-période du mouvement libre lorsque le taux d'amortissement augmente de 5 à 50 % ?

Réponse : Elle varie faiblement, mais notablement.

(Les durées calculées et affichées dans les caractéristiques modales sont respectivement de 0,63 s et 0,73 s. Cette évolution révèle que la force d'amortissement n'affecte plus seulement l'amplitude du mouvement au cours du temps. Son influence sur la loi même du mouvement devient perceptible.)

Le système en mouvement libre retrouve-t-il plus rapidement sa position d'équilibre statique lorsque le taux d'amortissement passe de 5 à 50 % ?

Réponse : Oui

(Lorsque le taux d'amortissement passe de 5 à 50 %, la masse étant plus fortement freinée, la durée d'un aller-retour de cette masse augmente, cependant l'énergie dissipée à chaque aller-retour augmente plus fortement, et au final, la décroissance de l'amplitude du mouvement est plus rapide.)

Amortissement = 10 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Amortissement = 20 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Que devient la pseudo-période du mouvement libre dans le cas où le taux d'amortissement atteint 1 ?

Réponse : Le terme pseudo-période ne s'applique plus, puisqu'il n'y a plus d'aller-retour de la masse.

(Dans le cas où le taux d'amortissement est égal à un, la force d'amortissement augmente tellement avec la vitesse du mouvement que le ressort ne peut donner à la masse une vitesse suffisante pour que celle-ci dépasse sa position d'équilibre statique. Dans ce cas, la masse retourne progressivement à sa position de repos. Lorsqu'elle l'atteint, sa vitesse est nulle et le mouvement s'arrête. Exprimé autrement, l'amortissement est suffisant pour dissiper la totalité de l'énergie du système lors d'un simple retour du système à sa position d'équilibre statique, sans oscillation de la masse.)

Amortissement = 20 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Amortissement = 40 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Le système en mouvement libre retrouve-t-il plus rapidement sa position d'équilibre statique lorsque le taux d'amortissement passe de 1 à 2 % ?

Réponse : Non

(Dans le cas où le taux d'amortissement est supérieur à un, le mouvement du système correspond à un retour progressif à sa position d'équilibre statique, sans oscillation de la masse. Dans ce cas, plus l'amortissement est élevé, plus le mouvement de la masse est freiné. La masse met alors plus de temps pour atteindre sa position d'équilibre statique.)

Remarque : Lorsque le taux d'amortissement est égal à un, on dit que l'amortissement est critique. Ce cas correspond à la durée la plus courte du temps de retour du système à une position de repos.

Frottement seul

Frottement = 0 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Frottement = 200 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

La valeur de la pseudo-période change-t-elle en fonction de la valeur de la force de frottement ?

Réponse : Non

(A la différence d'une force d'amortissement visqueux dont le module est proportionnel à la vitesse du mouvement, la valeur d'une force de frottement sec est indépendante de la loi du mouvement.)

Frottement = 100 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Frottement = 200 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Quelles sont les deux conditions qui déterminent la position dans laquelle le mouvement du système s'arrête ?

Réponse : Lorsque la masse en mouvement s'immobilise dans une position décalée par rapport à sa position d'équilibre statique, elle est rappelée vers cette position par le ressort. Mais pour que la masse soit mise en mouvement dans le sens inverse, il faut que le ressort exerce une force plus élevée que la force de frottement agissant sur la masse. Dans les deux sens du déplacement de la masse, la valeur de la force de frottement est comprise entre zéro et une valeur maximale au-delà de laquelle le frottement ne maintient plus la masse en place. Il existe de ce fait une zone d'équilibres statiques possibles autour de la position d'équilibre déterminée dans le cas où le frottement est nul. Finalement, le mouvement du système s'arrête lorsque la vitesse de la masse s'annule alors que la masse est à l'intérieur de cette zone d'équilibres.

Amortissement ou Frottement

Amortissement = 2, Frottement = 0 - Lancer l'animation - Mise en mémoire.

Amortissement = 0, Frottement = 100 - Lancer l'animation - Rappel mémoire.

Question :

Pourquoi la loi de décroissance de l'amplitude du mouvement libre est-elle différente selon qu'elle résulte d'un amortissement visqueux ou d'un frottement sec ?

Réponse : La valeur de la force exercée par l'amortisseur visqueux est proportionnelle à la vitesse du mouvement de la tige dans le corps de l'amortisseur, alors que la valeur de la force de frottement sec qui freine le mouvement de la masse est constante. Il en résulte que l'amplitude du mouvement libre décroît de la même quantité à chaque aller-retour de la masse dans le cas d'un frottement sec, alors qu'elle décroît de plus en plus faiblement dans le cas d'un amortissement visqueux. Ce dernier point s'explique par le fait que pour un aller-retour de même durée, la vitesse du mouvement décroît avec son amplitude. La force d'amortissement diminue donc, lorsque l'amplitude du mouvement décroît.
