

SIGLE DU COURS : PHY 1620

NOM DU PROFESSEUR : Pierre Bergeron

TITRE DU COURS : Ondes et vibrations

EXAMEN INTRA : DATE : 23 février 2005 HEURE : 13 :30–15 :30 SALLE : Z–200

DIRECTIVES PÉDAGOGIQUES : **Aucune documentation ou calculatrice n'est permise, et vous devez répondre à toutes les questions.**

QUESTION 1 *Pendule simple*

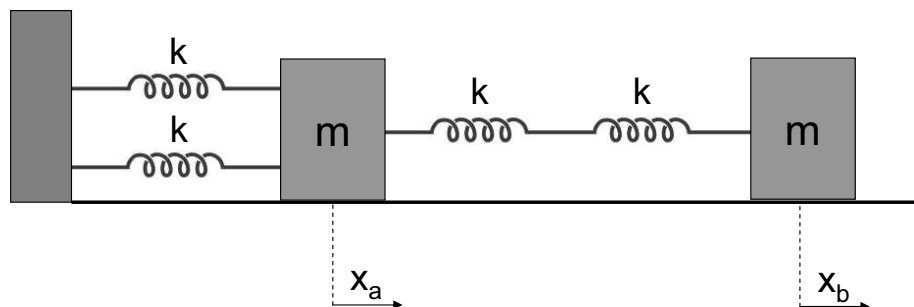
(10 points)

- Calculez précisément l'énergie totale instantanée d'un pendule simple de masse m et de longueur l .
- Déterminez l'énergie totale instantanée de ce pendule mais en faisant l'approximation des petits déplacements.
- À partir du résultat trouvé en b), déterminez directement la fréquence naturelle du pendule simple. Expliquez votre réponse.

QUESTION 2 *Oscillateurs couplés*

(30 points)

Deux blocs de masse m identique sont reliés par des ressorts ayant tous la même constante de rappel k , tel qu'illustré ci-dessous. Ils peuvent glisser sans friction sur une table mais sont limités à des mouvements le long de l'axe longitudinal x .



- Écrivez les équations du mouvement pour chacune des masses.
- Déterminez les fréquences et les amplitudes relatives des modes normaux de ce système.
- Déterminez les solutions générales des équations du mouvement pour chacune des masses.

Sigle du cours : PHY 1620

QUESTION 3 *Oscillateur amorti entretenu*

(30 points)

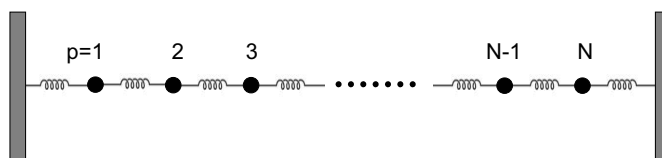
Considérez un oscillateur harmonique simple de masse m avec une constante de rappel k qui subit un amortissement caractérisé par une constante d'amortissement γ , et entretenu par une force externe de la forme $F_0 \cos \omega t$.

- Écrivez l'équation du mouvement de cet oscillateur.
- En supposant une solution complexe de la forme $z(t) = A(\omega) e^{i(\omega t - \delta)}$, déterminez les valeurs de $A(\omega)$ et $\delta(\omega)$.
- Calculez les énergies cinétique et potentielle *instantanées* du système.
- Calculez le rapport de l'énergie cinétique *moyenne* sur l'énergie potentielle *moyenne*. Exprimez votre réponse en terme de ω/ω_0 .
- Pour quelle(s) valeur(s) de ω l'énergie cinétique *moyenne* et l'énergie potentielle *moyenne* sont-elles égales? Quelle est l'énergie totale du système dans ces conditions?
- Comment l'énergie totale du système varie-t-elle en fonction du temps pour une valeur arbitraire de ω ? Pour quelle(s) valeur(s) de ω l'énergie totale demeure-t-elle constante en fonction du temps?

QUESTION 4 *Oscillateurs couplés à plusieurs composantes*

(30 points)

On s'intéresse aux oscillations **longitudinales** d'un ensemble de N plombs de masse m reliés entre eux par des ressorts de constante de rappel k , le tout relié aux extrémités à des parois fixes, tel qu'illustré ci-dessous.



- Écrivez l'équation du mouvement longitudinal $x_p(t)$ d'un plomb p quelconque.
- À partir du résultat trouvé en a), déterminez les fréquences et les amplitudes relatives des modes normaux pour les cas $N = 1$, $N = 2$, et $N = 3$.

Sigle du cours : PHY 1620

FORMULES UTILES

SIGNATURES : LE PROFESSEUR _____
Pierre Bergeron

LE DIRECTEUR _____
Laurent J. Lewis