

**Ondes série n°2: Interférences et ondes stationnaires**

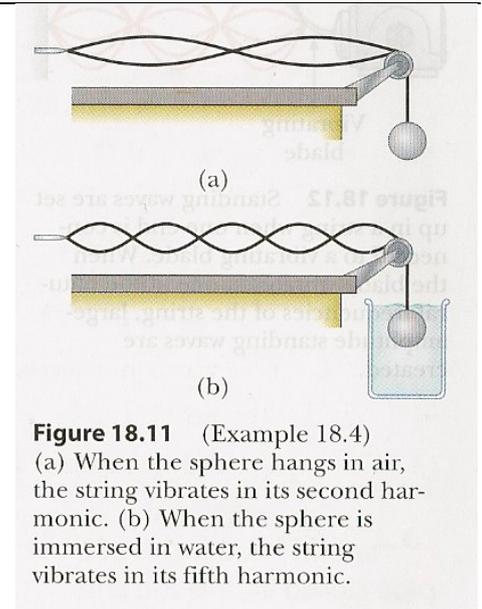
**Exercice 1 : Corde vibrante et rayon d'une sphère**

Une corde horizontale est attachée à l'une de ses extrémités par une lame vibrante. A l'autre extrémité, la corde passe par une poulie et est reliée à une sphère de masse  $m = 2,00 \text{ kg}$ .

La corde oscille selon le mode propre de rang 2 (seconde harmonique). Ensuite la sphère est totalement immergée dans un récipient d'eau. Dans cette configuration, la corde oscille selon le mode propre de rang 5.

Que vaut le rayon de la sphère ?

Note : Dans l'eau la sphère sera soumise à la poussée d'Archimède, force dirigée vers le haut et de norme  $\rho_{eau} gV_{sphère}$  où  $\rho_{eau}$  est la masse volumique de l'eau.



**Figure 18.11** (Example 18.4)  
 (a) When the sphere hangs in air, the string vibrates in its second harmonic. (b) When the sphere is immersed in water, the string vibrates in its fifth harmonic.

**Exercice 2 : Forme d'une onde stationnaire**

Deux ondes se propagent dans des directions opposées sur une corde fixée en  $x = 0$ . Elles sont décrites par les fonctions suivantes :

$$S_1 = 0,20\sin(2,0x - 4,0t) \text{ et } S_2 = 0,20\sin(2,0x + 4,0t),$$

où le temps est exprimé en seconde. Déterminer :

- a) La fonction  $S_{stat}$  de l'onde stationnaire ainsi générée.
- b) L'amplitude maximale en  $x = 0,45 \text{ m}$ .
- c) Les endroits où l'autre extrémité de la corde est fixe (pour  $x > 0$ ).
- d) L'amplitude maximale et les lieux où elle se produit.

**Exercice 3 : Onde sonore résultante**

On considère deux haut-parleurs identiques émettant des ondes sonores de même fréquence et de même amplitude  $P_0$ . On se place en un point le long de la ligne joignant les deux haut-parleurs, à  $5,00 \text{ m}$  de l'un et à  $5,17 \text{ m}$  de l'autre.

Déterminer l'amplitude de l'onde résultante au point considéré si la fréquence des haut-parleurs vaut  $1000 \text{ Hz}$ ,  $2000 \text{ Hz}$  et  $500 \text{ Hz}$ . On suppose que la vitesse du son vaut  $v = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**Exercice 4 : Onde stationnaire le long d'un ressort**

Tendons un long ressort de faible raideur entre deux vibreurs identiques alimentés par une même source de tension alternative. Le branchement des deux vibreurs au générateur est effectué d'une façon identique, afin que les lames vibrantes compriment ou détendent en même temps le ressort.

Lorsque les vibreurs fonctionnent, on observe le long du ressort un phénomène d'onde stationnaire (fig. 18.6).

Des spires restent immobiles; ce sont des **nœuds de déplacement**, les déplacements étant ici longitudinaux. Des spires oscillent avec une amplitude maximale; ce sont des **ventres de déplacement**.

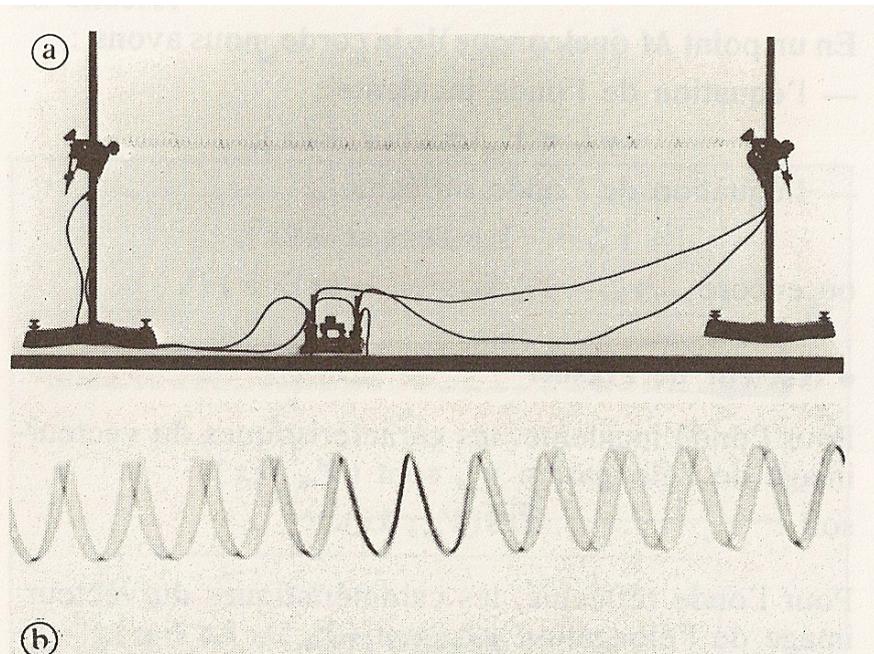


Fig. 18.6 — *Onde stationnaire le long d'un ressort.*

a) Vue d'ensemble de l'expérience; on remarquera la présence des deux vibreurs. b) Vue de détail du ressort.

1° Précisez le modèle choisi pour établir l'état vibratoire d'une spire du ressort.

2° a) Écrire l'équation, en fonction du temps, de l'élongation longitudinale des sources  $S'$  et  $S''$  constituées par les deux lames vibrantes.

On suppose que le mouvement des sources  $S'$  et  $S''$  est sinusoïdal. De plus, on observera bien le branchement des électro-aimants au générateur de tension alternative pour écrire les équations des mouvements de  $S'$  et  $S''$ .

b) Donnez l'expression de l'élongation d'une spire quelconque  $M$ , due à l'onde provenant de la source  $S'$  si elle était seule. On exprimera cette élongation en fonction de  $k$ , norme du vecteur d'onde.

c) Donnez l'expression de l'élongation d'une spire quelconque  $M$  due à l'onde provenant de la source  $S''$  si elle était seule.

3° Établissez l'équation de l'élongation de la spire  $M$  lorsque les deux sources  $S'$  et  $S''$  sont alimentées par le générateur.

4° Donnez la position des nœuds de déplacement longitudinal le long du ressort.

5° Donnez la position des ventres de déplacement longitudinal le long du ressort.

### Exercice 5 : L'expérience de Young

**3.2.4** *Une expérience de Young bichromatique.* Dans un montage de l'expérience de Young, les deux fentes sont espacées de 1,5 mm. On les éclaire simultanément avec de la lumière rouge provenant d'un laser au rubis ( $\lambda = 694 \text{ nm}$ ) et de la lumière violette provenant d'un laser au krypton ( $\lambda = 416 \text{ nm}$ ). On observe la figure d'interférence sur un écran situé à 3 m de distance. **(a)** Quelle est la distance sur l'écran entre le troisième maximum rouge et le troisième maximum violet ? **(b)** Pour un observateur situé à la position des fentes, quel est l'angle entre les deux maximums en question ?

**3.2.5** *La détermination de la longueur d'onde, prise 2.* On éclaire simultanément les fentes d'une expérience de Young avec de la lumière jaune provenant d'un laser au cuivre ( $\lambda = 578 \text{ nm}$ ) et de la lumière d'un autre laser de longueur d'onde inconnue  $\lambda'$ . Déterminez  $\lambda'$ , sachant que le sixième maximum pour  $\lambda$  se superpose au sixième minimum pour  $\lambda'$ . (On peut supposer que  $\theta$  est beaucoup plus petit que 1 rad.)

### Exercice 6 : L'intensité dans l'expérience de Young

**3.3.2** *L'intensité dans l'expérience de Young.* On envoie de la lumière d'une longueur d'onde de 500 nm sur un masque contenant deux minces fentes espacées de 0,1 mm et on observe la figure d'interférence produite sur un écran placé à 4 m du masque. **(a)** À quelle distance du maximum central se forme le premier minimum ? **(b)** Quelle est l'intensité (en fonction de  $I_1$ ) en un point situé à 0,2 cm du maximum central ? **(c)** À quelle distance du maximum central l'intensité est-elle égale à 87,5 % de celle du maximum central ?