

Acoustique

Exercice 4-07 : cordes de guitare

On s'intéresse à la première (diamètre 0,012") et à la deuxième corde (diamètre 0,016") d'une guitare électrique.

1. Calculer le diamètre des cordes en millimètre.

On donne : 1" = 1 inch = 1 pouce = 2,54 cm

2. Montrer que :

$$\mu = \pi \frac{D^2}{4} \rho$$

Avec :

μ : masse linéaire de la corde

D : diamètre de la corde

ρ : masse volumique de la corde

3. Les cordes sont en acier de masse volumique 7800 kg/m³.

Calculer la masse linéaire (en g/m) des deux cordes.

4. La première corde permet de jouer, à vide, la note mi₃.

A quelle fréquence (en hertz) doit vibrer la première corde ?

5. La deuxième corde permet de jouer, à vide, la note si₂.

A quelle fréquence (en hertz) doit vibrer la deuxième corde ?

6. La longueur à vide des cordes est de 25,5 pouces (64,77 cm).

Calculer la tension (en newtons) de la première corde.

Calculer la tension (en newtons) de la deuxième corde.

Commentaire ?

7. Estimer la tension totale qu'exerce l'ensemble des cordes sur le manche de la guitare.

Faire la correspondance en kilogramme (1 kg ≈ 9,81 newtons).

On donne : nombre de cordes de la guitare : 6

Eléments de correction

1. Diamètre de la première corde : $0,012 \times 25,4 = 0,3048$ mm
Diamètre de la deuxième corde : $0,016 \times 25,4 = 0,4064$ mm

2. Masse linéaire = masse d'un mètre de corde

$$\text{Volume d'un mètre de corde : } V = S \times 1 \text{ m} = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\mu = \rho V \quad \text{d'où : } \mu = \pi \frac{D^2}{4} \rho$$

3. Masse linéaire de la première corde :

$$\mu = \pi \frac{(0,3048 \cdot 10^{-3})^2}{4} 7800 = 0,569 \text{ g/m}$$

Masse linéaire de la deuxième corde :

$$\mu = \pi \frac{(0,4064 \cdot 10^{-3})^2}{4} 7800 = 1,012 \text{ g/m}$$

4. 329,63 Hz

5. 246,94 Hz

6. Formule des cordes :

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$F = 4L^2 f^2 \mu$$

$$= 4 \cdot 0,6477^2 \cdot 329,63^2 \cdot 0,569 \cdot 10^{-3} = 101,5 \text{ N}$$

$$F = 4L^2 f^2 \mu$$

$$= 4 \cdot 0,6477^2 \cdot 246,94^2 \cdot 1,012 \cdot 10^{-3} = 103,5 \text{ N}$$

Les tensions des deux cordes sont quasiment identiques.

7. On suppose que les 6 cordes ont quasiment la même tension :

$$6 \times 102,5 = 615 \text{ newtons}$$

$$615 / 9,81 = 63 \text{ kg}$$

Remarque : en réalité, c'est un peu plus (74 kg) car les cordes du milieu sont un peu plus tendues.