

CLASSE : Première

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Lévitation acoustique

1. Étude de l'onde ultrasonore émise par un émetteur

1.1.

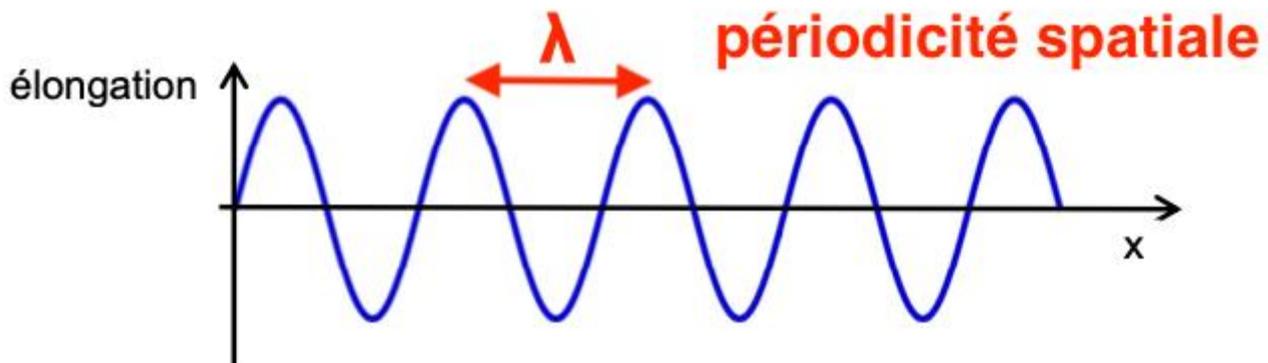
L'onde sonore représentée est longitudinale (la perturbation se produit dans la même direction que la propagation) et périodique (la perturbation qui la caractérise se répète à intervalles de temps réguliers). La grandeur physique associée à l'élongation de cette onde est l'amplitude.

1.2.

1.2.1.

La période spatiale, appelée longueur d'onde, est égale à la distance minimale pour laquelle l'onde se répète identique à elle-même.

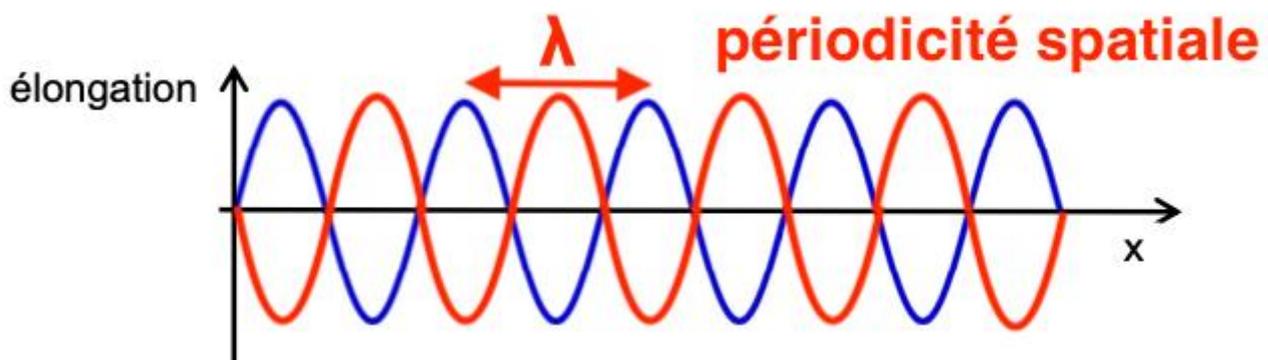
1.2.2.



1.2.3.

A chaque période temporelle T , l'onde se déplace d'une longueur d'onde λ . Pour $T/2$, elle se déplace d'une demi longueur d'onde $\lambda/2$.

L'allure de la courbe donnant l'élongation en fonction de la distance x à la date $t_0 + T/2$ est donné ci-dessous en rouge :



1.3.

On utilise le terme « ultrasonore » pour l'onde émise par les émetteurs utilisés pour l'expérience de lévitation acoustique réalisée au laboratoire car la fréquence utilisée 40 kHz est supérieure à 20 kHz et appartient donc aux ultrasons.

2. Analyse de l'expérience de lévitation acoustique.

2.1.

2.1.1.

La fiche technique des émetteurs à ultrasons : hauteur 7 mm ;

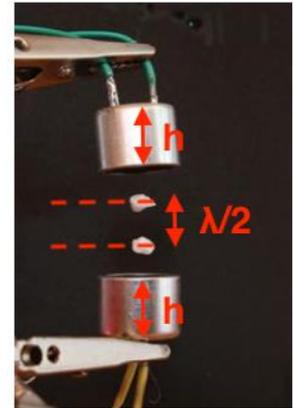
Schéma	Réel
1 cm	7 mm
0,7 cm	$\frac{\lambda}{2}$

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{0,7 \times 7}{1}$$

$$\frac{\lambda}{2} = 4,9 \text{ mm}$$

$$\lambda = 2 \times 4,9$$

$$\lambda = 9,8 \text{ mm}$$



2.1.2.

$$c = \lambda \times f$$

2.1.3.

$$c = \lambda \times f$$

$$\lambda \times f = c$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$f = \frac{343}{9,8 \times 10^{-3}}$$

$$f = 3,5 \times 10^4 \text{ Hz}$$

$$f = 35 \text{ kHz}$$

D'après la fiche technique des émetteurs à ultrasons : les émetteurs à ultrasons émettent à 40 kHz. Notre résultat est du même ordre de grandeur que celui trouvé. La différence vient du fait que la mesure sur le schéma est imprécise.

Ainsi, Le résultat obtenu à la question 2.1.1 est-il compatible avec la valeur de la fréquence des ondes donnée par le constructeur.

2.2.

2.2.1.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\frac{m}{V} = \rho$$

$$m = \rho \times V$$

Or

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times R^3$$

D'où

$$m = \rho \times \frac{4}{3} \times \pi \times R^3$$

$$m = 20 \times \frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{2,5 \times 10^{-3}}{2} \right)^3$$

$$m = 1,6 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

$$m = 1,6 \times 10^{-7} \times 10^3 \text{ g}$$

$$m = 1,6 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$m = 0,16 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$m = 0,16 \text{ mg}$$

Ainsi, la masse m de la bille a pour valeur 0,16 mg.

2.2.2.

Chaque bille est en lévitation. Elle est en équilibre : d'après la première loi de Newton, les forces se compensent :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$$

$$\vec{P} + \vec{F}_{\text{air}} = \vec{0}$$

$$\vec{F}_{\text{air}} = -\vec{P}$$

Remarque : le signe négatif indique que les deux forces ont des sens opposés. Elles ont la même norme (même valeur).

$$F_{\text{air}} = P$$

Or

$$P = m \times g$$

D'où

$$F_{\text{air}} = m \times g$$

$$F_{\text{air}} = 1,6 \times 10^{-6} \text{ N}$$

2.2.3.

a)

$$F_A = \rho_{\text{fluide}} \times V \times g$$

$$F_A = \rho_{\text{air}} \times V \times g$$

$$P = m \times g$$

Or

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\frac{m}{V} = \rho$$

$$m = \rho \times V$$

D'où

$$P = \rho_{\text{poly}} \times V \times g$$

Pour qu'il y ait lévitation, il faut que

$$F_a = P$$

$$\rho_{\text{air}} \times V \times g = \rho_{\text{poly}} \times V \times g$$

$$\rho_{\text{air}} \times \cancel{V} \times \cancel{g} = \rho_{\text{poly}} \times \cancel{V} \times \cancel{g}$$

$$\rho_{\text{air}} = \rho_{\text{poly}}$$

Ainsi, pour qu'il y ait lévitation, il faut que les masses volumiques de l'air et du polystyrène soient égales.

b)
La masse volumique de l'air à 20 °C est $1,2 \text{ kg.m}^{-3}$.
La masse volumique du polystyrène expansé : 20 kg.m^{-3} .
 $\rho_{\text{air}} < \rho_{\text{poly}}$ contrairement au résultat trouvé à la question précédente : la lévitation ne peut pas s'expliquer uniquement par la poussée d'Archimède.