Ondes mécaniques et propagation

Prérequis

Ce cours suppose une bonne compréhension des notions de base sur le mouvement vibratoire (oscillations, période, fréquence) acquises en seconde. Il s'inscrit dans la continuité des chapitres sur la mécanique et prépare à l'étude de l'optique ondulatoire. Ce cours se place généralement en début d'année de Première.

Chapitre 1 : Description d'une onde mécanique progressive

1.1 Définition et caractéristiques d'une onde mécanique

Une **onde mécanique** est une perturbation qui se propage dans un milieu matériel sans transport de matière, mais avec transport d'énergie. Imaginez une vague à la surface de l'eau : l'eau ne se déplace pas sur de grandes distances, mais l'énergie de la vague oui.

- **Caractéristiques principales :** - **Milieu de propagation :** Le milieu matériel est indispensable à la propagation de l'onde. Dans le vide, aucune onde mécanique ne peut se propager. - **Direction de propagation :** C'est la direction selon laquelle l'énergie se propage. - **Vitesse de propagation (v) :** Elle dépend des propriétés du milieu (densité, température, etc.) et s'exprime en $m \cdot s^{-1}$. - **Amplitude (A) :** C'est l'écart maximal de la grandeur perturbée par rapport à sa position d'équilibre. S'exprime dans l'unité de la grandeur considérée (mètres pour une onde de déplacement). - **Période (T) et fréquence (f) :** La **période** (en secondes, s) est le temps nécessaire pour qu'un point du milieu effectue un cycle complet de vibration. La **fréquence** (en Hertz, Hz) est le nombre de cycles par seconde et est l'inverse de la période : $f=\frac{1}{T}$. - **Longueur d'onde (λ) :** C'est la distance séparant deux points consécutifs du milieu qui vibrent en phase (au même instant avec la même amplitude et la même vitesse). Elle s'exprime en mètres (m).

1.2 Ondes transversales et longitudinales

Il existe deux types principaux d'ondes mécaniques :

- **Ondes transversales :** La direction de vibration des particules du milieu est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde. Exemple : ondes à la surface de l'eau, ondes sur une corde vibrante. - **Ondes longitudinales :** La direction de vibration des particules du milieu est parallèle à la direction de propagation de l'onde. Exemple : ondes sonores dans l'air.

- *Remarque : **Certaines ondes peuvent présenter un caractère mixte. ==== 1.3 Equation d'une onde progressive sinusoïdale ==== Pour une onde progressive sinusoïdale se propageant selon l'axe (Ox), l'équation décrivant l'élongation y d'une particule du milieu situé en x à l'instant t est : $y(x,t)=A\sin(\omega t-kx+\phi)$, où : - A est l'amplitude - ω = 2πf est la pulsation ($rad \cdot s^{-1}$) - k = $2\frac{\pi}{\lambda}$ est le nombre d'onde ($rad \cdot m^{-1}$) - φ est la phase à l'origine**

(rad). - *Remarque: Le signe “-” correspond à une onde se propageant dans le sens des x croissants. Pour une onde se propageant dans le sens des x décroissants, on utilise un “+”.

Chapitre 2 : Ondes mécaniques progressives périodiques

2.1 Relation fondamentale entre la vitesse, la fréquence et la longueur d'onde

Pour une onde progressive périodique, la vitesse de propagation (v), la fréquence (f) et la longueur d'onde (λ) sont liées par la relation : **v = λf**. Cette relation est fondamentale pour comprendre la propagation des ondes.

- *Exemple : **Une onde sonore de fréquence f = 440 Hz se propage dans l'air à la vitesse v = 340 m·s⁻¹. Sa longueur d'onde est λ = v/f = 340 m·s⁻¹ / 440 s⁻¹ ≈ 0.77 m. ==== 2.2 Superposition d'ondes ==== Lorsque deux ondes se rencontrent dans le même milieu, elles se superposent. Le principe de superposition stipule que l'élongation résultante est la somme des élongations de chaque onde. Cela peut conduire à des phénomènes d'interférences (interférences constructives ou destructives). ==== 2.3 Interférences ==== -** Interférences constructives: **Si les ondes sont en phase, l'amplitude de l'onde résultante est la somme des amplitudes des ondes individuelles. -** Interférences destructives: **Si les ondes sont en opposition de phase, l'amplitude de l'onde résultante est la différence des amplitudes des ondes individuelles. Dans le cas particulier de deux ondes d'amplitude identique et en opposition de phase, l'onde résultante a une amplitude nulle (annulation). ===== Chapitre 3 : Applications et phénomènes liés à la propagation des ondes ===== ==== 3.1 Réflexion et réfraction ==== Lorsqu'une onde rencontre un changement de milieu, elle peut subir une réflexion (changement de direction de propagation) et/ou une réfraction (changement de direction de propagation et de vitesse). Ces phénomènes sont étudiés en détail dans le chapitre sur l'optique ondulatoire. ==== 3.2 Diffraction ==== La diffraction est la capacité d'une onde à contourner un obstacle ou à se propager dans l'ombre géométrique de cet obstacle. Ce phénomène est d'autant plus important que la longueur d'onde est grande par rapport à la taille de l'obstacle. ==== 3.3 Exemple concret : le son ==== Le son est une onde mécanique longitudinale qui se propage dans l'air. Sa vitesse de propagation dépend de la température et de la pression de l'air. La hauteur d'un son est liée à sa fréquence, et son intensité à son amplitude. ===== Résumé ===== -** Onde mécanique : **Perturbation qui se propage dans un milieu matériel sans transport de matière, mais avec transport d'énergie. -** Onde transversale : **Direction de vibration perpendiculaire à la direction de propagation. -** Onde longitudinale : **Direction de vibration parallèle à la direction de propagation. -** Amplitude (A) : **Écart maximal de la grandeur perturbée par rapport à sa position d'équilibre. -** Période (T) : **Temps nécessaire pour un cycle complet de vibration. -** Fréquence (f) : **Nombre de cycles par seconde ($f=\frac{1}{T}$). -** Longueur d'onde (λ) : **Distance entre deux points consécutifs vibrant en phase. -** Vitesse de propagation (v) : $v=\lambda f$ **-** Equation d'une onde progressive sinusoïdale : $y(x,t)=A\sin(\omega t-kx+\phi)$ **-** Superposition d'ondes : **L'élongation résultante est la somme des élongations de chaque onde. -** Interférences : **Constructives (ondes en phase) ou destructives (ondes en opposition de phase). -** Réflexion : **Changement de direction de propagation à la rencontre d'un changement de milieu. -** Réfraction : **Changement de direction et de vitesse à la rencontre d'un changement de milieu. -** Diffraction :** Capacité d'une onde à contourner un obstacle.

From:
https://www.wikiprof.fr/ - **wikiprof.fr**

Permanent link:
https://www.wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:generale:premiere_generale:physique_chimie:ondes_mecaniques_et_propagation&rev=1749934430

Last update: **2025/06/14 22:53**