

OBSERVER

ONDES ET MATIERE

Ondes et particules Notions et contenus

Rayonnements dans l'Univers

Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre.

Les ondes dans la matière

Houle, ondes sismiques, ondes sonores.

Magnitude d'un séisme sur l'échelle de Richter.

Niveau d'intensité sonore.

Détecteurs d'ondes (mécaniques et électromagnétiques) **et de particules** (photons, particules élémentaires ou non).

Compétences exigibles

Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers. Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet.

Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière.

Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore.

Extraire et exploiter des informations sur :

- des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations ;
- un dispositif de détection.

Pratiquer une démarche expérimentale mettant en oeuvre un capteur ou un dispositif de détection.

Chapitre n°1 : Ondes et particules

Qu'est-ce qu'une onde ? Quelle différence avec une particule en mouvement ?

I. Rayonnements dans l'Univers

1. Présentation et rappels

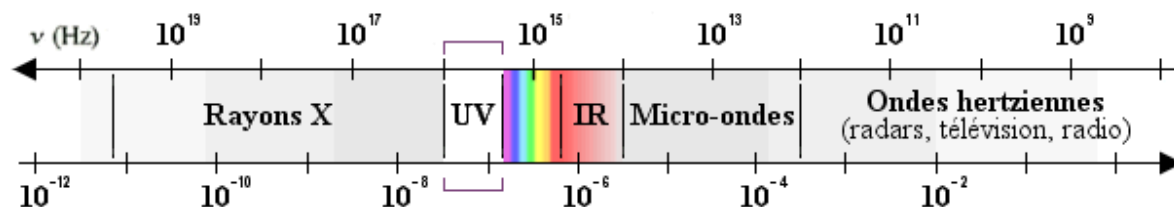
Le rayonnement est un phénomène physique qui peut être décrit :

- de façon particulaire (propagation de photons)
- par la propagation d'une onde électromagnétique.

Relation fréquence-longueur d'onde :

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

2. Les divers rayonnements

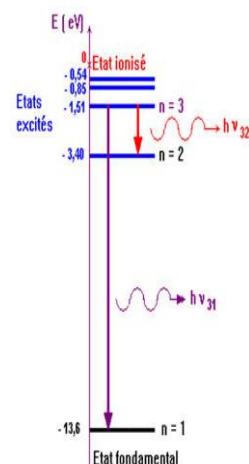


De nombreuses particules, principalement des protons et des noyaux d'hélium, circulent dans le vide interstellaire, on parle de rayonnement cosmique.

L'énergie de la lumière est transportée par des photons ; chaque photon transporte un quantum d'énergie $E = h \cdot \nu$; h : constante de Planck $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ J.s.

A chaque répartition des électrons sur les couches électroniques, correspond un niveau d'énergie de l'atome.

Pour qu'un électron passe d'une couche électronique à une couche supérieure, l'atome doit recevoir une certaine quantité d'énergie, et inversement. On dit que les énergies sont quantifiées, elles ne peuvent prendre que des valeurs discrètes.



Lorsque l'atome est à son niveau d'énergie le plus bas, on dit qu'il est

dans son état fondamental. Sinon, on dit qu'il est dans un état excité.

Un changement de niveau s'appelle une transition.

Utiliser cette relation pour calculer la fréquence du photon émis lorsqu'un atome passe de l'état d'énergie $E_1 = -3,03 \text{ eV}$ à l'état d'énergie $E_0 = -5,14 \text{ eV}$.

On donne : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$. Cette onde électromagnétique est-elle visible ?

$\nu = 5,09 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, $\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 589 \text{ nm}$.

laser : 532 nm, rouge 635 nm.

Radioactivité

Rappels + activité (Bq) ; détecteur compteur geiger.

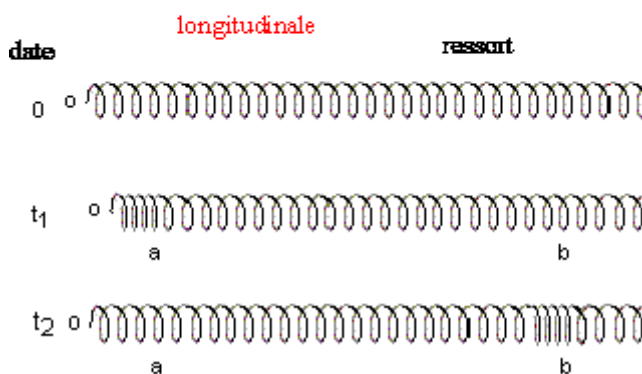
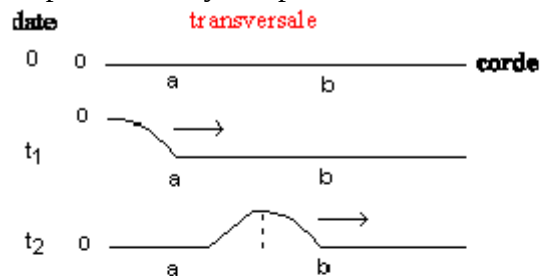
II. Ondes mécaniques

1. Nature d'une onde

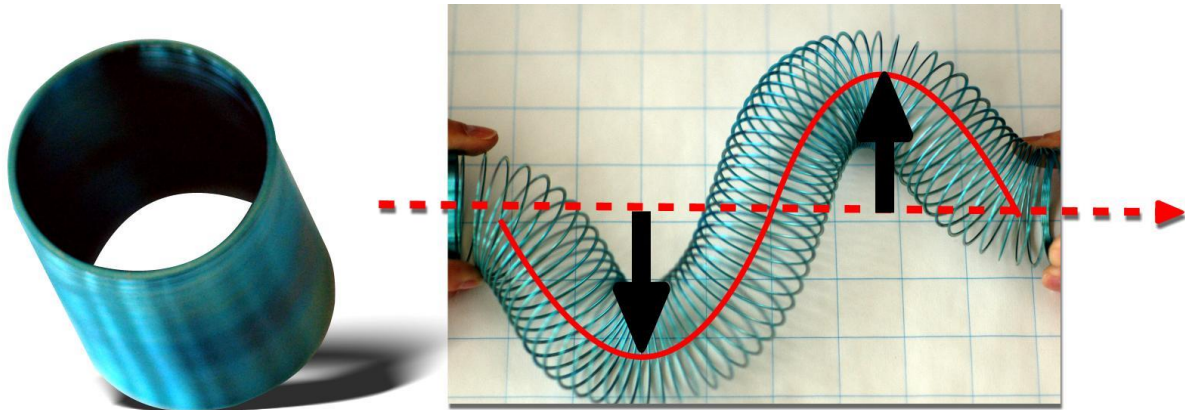
Une perturbation est une modification locale et temporelle des propriétés physiques d'un milieu. Une onde consiste en la propagation de cette perturbation dans un milieu.

Si la propagation de la perturbation nécessite un milieu matériel l'onde est dite mécanique.

Expérience : tuyau, spires du ressort.



L'onde est transversale si la déformation est perpendiculaire à la direction de propagation de la perturbation. A l'inverse, l'onde est longitudinale si la déformation s'effectue dans la direction de propagation de la perturbation.



La propagation de la perturbation s'effectue :

- sans transport de matière (après le passage, le milieu revient à son état initial : les vagues sur l'eau...)
- avec transport d'énergie (énergies cinétique et potentielle se transfère de proche en proche).

2. Détecteurs d'ondes mécaniques

Le sismomètre (détecteur d'ondes sismiques)

(sismomètre du labo)

L'amplitude $y_{\max}$ d'un sismogramme est la plus grande valeur possible de $y(t)$. L'échelle de Richter classe les séismes par une grandeur sans unité, la magnitude notée M , et liée au logarithme décimal de $y_{\max}$:

$M = \log \left(\frac{y_{\max}}{y_0} \right)$ où y_0 dépend de la distance du sismomètre à l'épicentre du séisme.

Mathématiques :

$$\log(ab) = \log(a) + \log(b)$$

$$\log(a^n) = n \cdot \log(a)$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$$

$$\log(x) = a \rightarrow x = 10^a$$

Application :

Comparer le rapport des amplitudes maximales enregistrées par un sismomètre donné lors du séisme du Japon le 11 mars 2011 (magnitude 9.0) et de sa réplique 4 jours plus tard (magnitude 6.0).

Premier séisme : $M_1 = \log \left(\frac{y_{\max 1}}{y_0} \right)$, seconde : $M_2 = \log \left(\frac{y_{\max 2}}{y_0} \right) = M_1 - 3$

$\log \left(\frac{y_{\max 2}}{y_{\max 1}} \right) = -3$ soit $\frac{y_{\max 2}}{y_{\max 1}} = 10^{-3} = \frac{1}{1000}$: l'amplitude maximale est divisée par 1000.

III. Ondes sonores

1. Nature d'une onde sonore

Le son se caractérise par la propagation d'une perturbation qui affecte temporairement la densité des particules constituant le fluide (modification de la pression).

L'onde sonore est longitudinale. Il n'y a pas de déplacement de matière, les particules se

déplacent autour de leur position d'équilibre.

2. Niveau d'intensité sonore

L'intensité sonore I définie en un point de l'espace est la puissance sonore par unité de surface. Elle s'exprime en W.m^{-2} .

Le niveau d'intensité sonore en décibel (dB) est défini par :

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad I \text{ et } I_0 \text{ en } \text{W.m}^{-2} \text{ et } L \text{ en dB}$$

$I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ est l'intensité sonore minimale que l'oreille peut percevoir. Ce seuil d'audition correspond à un niveau de 0 dB.

Exemple	Niveau sonore L
Seuil d'audition	0 dB
Intérieur d'une pièce silencieuse	30 dB
Lave-vaisselle à 5 m	50 dB
Rue animée	75 dB
Scooter accélérant à 5 m	90 dB
Marteau-piqueur à 5 m	130 dB