

# Physique

## Chapitre 1 Ondes et particules

Rayonnement	UV	IR	Radioélectrique
Longueur d'onde dans le vide	10 à 400 nm	750 à 1000 nm	> 1000 nm
Exemples	Étoiles très chaudes Lampes fluocompactes	Planètes Télécommandes	Rayonnement fossile Wi-Fi

## Chapitre 2 Caractéristiques d'une onde

### Ondes progressives

**Perturbation** = modification locale et temporelle des propriétés d'un milieu

**Onde mécanique** = phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière mais avec transport d'énergie

**Onde longitudinale** = onde dont la direction de propagation est parallèle à la direction de la perturbation

**Onde transversale** = onde dont la direction de propagation est perpendiculaire à la direction de la perturbation

**Célérité** = vitesse de propagation d'une onde

*Dépend du milieu (de son inertie et de son élasticité)*

La durée se note  $\Delta T$  ;  $c \neq v$

La perturbation se transmet de proche en proche (progressif).

Deux ondes peuvent se propager sans se perturber.

Notion de retard :  $\tau = \frac{MM'}{c}$

### Ondes progressives périodiques

Onde périodique progressive : lorsque la source effectue un mouvement périodique.

$$f = \frac{1}{T} \quad ; \quad \lambda = c \cdot T \quad (\text{périodicité spatiale})$$

## Ondes sonores

Ondes progressives périodiques longitudinales mécaniques

Diapason → son pur (1 seule fréquence)

Son complexe = son périodique dont l'image électrique n'est pas une sinusoïde parfaite

*Peut être approximé par une somme de fonctions sinusoïdales*

Analyse de Fourier = accéder aux ≠ fréquences et aux ≠ amplitudes des fonctions composant le son

Son musical caractérisé par :

- Sa hauteur : fréquence fondamentale  $f_1$
- Sa richesse en harmoniques (timbre) :  $f_n = nf_1$

## Niveau sonore

$$L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad L \text{ en dB ; } I \text{ en } W.m^{-2} ; I_0 = 10^{-12} W.m^{-2}$$

Le niveau sonore ne s'additionne pas ! L'intensité sonore oui.

Limites de l'oreille humaine :

De  $10^{-12} W.m^{-2}$  à  $20 W.m^{-2}$  ; de 20 à 20 000 Hz

## Chapitre 3 Propriétés des ondes

### Effet Doppler

$$f_{re\grave{c}ue} = \frac{f_{\acute{e}mise}}{1 \pm \frac{v}{c}} \quad \text{plus élevée si l'objet se rapproche ; plus faible s'il s'éloigne.}$$

### Diffraction

Modification de la direction de propagation d'une onde au passage d'une petite ouverture / d'un petit obstacle, sans modification de sa fréquence ni de sa longueur d'onde.

Observé si la dimension de l'obstacle  $a < \lambda$  ( $a < 100\lambda$  dans le cas d'ondes lumineuses)

### Cas des ondes lumineuses

Tâche centrale lumineuse ; extinctions ; autres tâches.

Écart angulaire  $\theta$  = angle entre le milieu de la tâche centrale et la première extinction (en radians)

*On peut le trouver par les considérations géométriques dans un triangle rectangle.*

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

## Interférences

Phénomène qui se produit lorsque des ondes périodiques progressives produites par 2 sources cohérentes (çad de même fréquence et qui vibrent en phase au même instant) se superposent.

Différence de marche  $\delta = S_1M - S_2M$

Interférence constructive si  $\delta = k \lambda$

Interférence destructive si  $\delta = (k + 1/2) \lambda$

## Cas des ondes lumineuses

On utilise un dispositif expérimental : fentes de Young, avec une source LASER.

On obtient une succession de franges (clair-sombre-clair-...).

Elles sont séparées d'une distance  $i = \frac{\lambda D}{a}$ , avec D la distance fente-écran ; a la distance entre les deux fentes

Lors d'un changement de milieu, la fréquence de l'onde n'est pas modifiée. En revanche, sa longueur d'onde est modifiée !

## Chapitre 4 Dualité onde-particule

Photons :  $E = h \nu$  avec E en J

Quantité de mouvement  $p = mv$

Longueur d'onde de De Broglie  $\lambda = \frac{h}{p}$

Aspect probabiliste : dans expérience d'interférences avec des particules, on ne peut prévoir la position de l'impact d'un photon sur un écran. Ils respectent cependant une loi de probabilité lorsqu'il y a un grand nombre.

## Chapitre 5 Transferts quantiques d'énergie

$$\nu = \frac{c}{\lambda} ; \lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$\Delta E = h \nu \quad (\text{relation de Bohr})$$

Principe de fonctionnement du laser :

1. Pompage optique : on inverse la population (on excite les atomes d'un niveau d'énergie  $E_0$  à  $E_2$ )

2. Émission spontanée : quelques atomes passent de l'état  $E_2$  à  $E_1$
3. → Émission stimulée (en chaîne) : tous les atomes repassent à l'état  $E_0$

## Chapitre 6 Temps, cinématique et dynamique newtonienne

**Référentiel** : solide par rapport auquel on étudie le mouvement d'un système.

On associe **2 repères** à un référentiel : repère d'espace et de temps.

*Pour simplifier, on ramène l'étude du mouvement d'un objet à l'étude de son centre d'inertie G.*

**Référentiel terrestre** : l'objet de référence est le sol.

**Référentiel géocentrique** : l'objet de référence est le centre de la Terre avec 3 étoiles lointaines dans des directions considérées comme fixes.

**Référentiel héliocentrique** : l'objet de référence est le centre du Soleil avec 3 étoiles lointaines dans des directions considérées comme fixes.

$$\overrightarrow{OM} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = x(t) \vec{i} + y(t) \vec{j} + z(t) \vec{k}$$

**Trajectoire** : ensemble des positions successives occupées par un point au cours du temps.

Le mouvement est **rectiligne** si la trajectoire est une **droite**.

Le mouvement est **circulaire** si la trajectoire est un **cercle**.

Le mouvement est **curviligne** si la trajectoire est une **courbe**.

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} ; \text{ Vitesse instantanée à } t_5 : \vec{v}(t_5) = \frac{\overrightarrow{A_4 A_5}}{2\tau} \quad (\text{avec } \tau \text{ l'intervalle entre deux positions})$$

Point d'application : A

Direction : tangente à la trajectoire au point d'application

Sens : celui du mouvement

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}$$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

**Forces usuelles**

	Poids <b>P</b>	Réaction normale au support <b>R<sub>n</sub></b>	Frottements <b>F</b>	Poussée d'Archimède <b>P<sub>A</sub></b>
Point d'application	Centre de gravité	Point de contact objet/support	Point de contact objet/support	Centre de gravité
Direction	Verticale	Perpendiculaire au support	Opposé au mouvement	Opposé au mouvement
Sens				
Valeur	$P = mg$	$R_n$	$F = k$ (si solide) $F = k v^n$ (si fluide)	$P_A = m_{\text{fluide}} g$ (poids du volume de fluide déplacé)

## Lois de Newton

### Première loi de Newton (principe d'inertie)

Dans un référentiel galiléen, si le vecteur vitesse du centre d'inertie ne varie pas, alors la somme vectorielle des forces extérieures qui s'exercent sur le système est égale au vecteur nul, et réciproquement.

*Référentiel galiléen : référentiel dans lequel les lois de Newton s'appliquent.*

*Dans un référentiel galiléen, un solide soumis à des forces qui se compensent a un mouvement rectiligne uniforme.*

### Deuxième loi de Newton : je suis perdu, j'utilise la relation fondamentale de la dynamique

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures qui s'exercent sur un système est égale à la dérivée du vecteur quantité de mouvement.

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dm}{dt} \quad \text{Soit, si la masse ne varie pas : } \frac{d\vec{p}}{dt} = m\vec{a}$$

### Loi des actions réciproques

Soit  $\vec{F}_{A/B}$  la force exercée par A sur B, et inversement.

Quel que soit l'état de repos ou de mouvement :  $\vec{F}_{A/B} + \vec{F}_{B/A} = \vec{0}$

**Flèche** : hauteur maximale

**Portée** : distance linéaire point de départ – point de chute

## Mouvement dans un champ électrique

**Champ** : représentation d'une grandeur physique dans l'espace

Champ électrique obtenu en plaçant une charge électrique en un point de l'espace ; une force électrique  $\vec{F}$  s'exerce sur une particule chargée en présence d'un champ électrique  $\vec{E}$ .

Dans le cas d'un condensateur :  $E = \frac{U}{d}$  (U la tension entre les armatures ; d la distance entre les armatures)

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

## Chapitre 7 Énergie des systèmes mécaniques

**Travail** : efficacité d'une force dans un déplacement donné

Le **travail d'une force constante** dont le point d'application se déplace de A vers B s'exprime par :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos(\vec{F}; \vec{AB})$$

Si  $W > 0$ , le travail est **moteur** (participe au déplacement).

Si  $W = 0$ , le travail est nul (aucune incidence sur le déplacement).

Si  $W < 0$ , le travail est **résistant** (s'oppose au déplacement).

**Force conservatrice** : une force est conservatrice si le travail de cette force entre A et B ne dépend pas du chemin suivi.

*Exemple du poids* : on en déduit  $W(\vec{P}) = \pm mgh$

Cas d'une force électrique :  $W_{AB}(\vec{F}_e) = qU_{AB}$

### Travail de la force exercée par un opérateur à l'extrémité d'un ressort

$$\vec{T} = \overrightarrow{F_{\text{ressort/opérateur}}} = -k(l - l_0) \cdot \vec{i} \quad ; \quad k \text{ la constante de raideur, } \vec{i} \text{ vecteur unitaire}$$

On pose  $x = l - l_0$  ; avec le calcul du travail élémentaire et des intégrales on arrive à :

$$W_{AB}(\vec{F}_{op}) = \frac{1}{2} k (x_b^2 - x_a^2)$$

### Énergie cinétique d'un solide en translation

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

**Théorème de l'énergie cinétique** : dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en translation est égale à la somme des travaux des forces extérieures qui s'exercent sur ce solide entre les deux instants.

## Énergie mécanique d'un système solide-ressort

Étiré ou comprimé, un ressort possède de l'énergie en réserve (communiquée par l'opérateur), appelée **énergie potentielle élastique**. Elle est égale au travail de la force effectué par l'opérateur pour le déformer.

$$E_{pe} = \frac{1}{2} k x^2$$

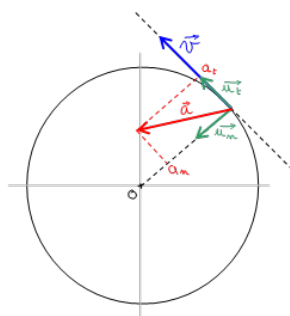
## Énergie potentielle de pesanteur $E_{pp} = mgz$

$$E_m = E_c + E_{pp} + E_{pe}$$

En l'absence de frottements, **l'énergie mécanique est constante**.

Dans le cas d'un oscillateur amorti, l'énergie mécanique diminue.

## Chapitre 8 Mouvements des satellites et planètes



Dans le **repère de Frenet**  $(O; \vec{u}_t; \vec{u}_n)$ , les coordonnées des vecteurs vitesse et accélération d'un point mobile A en mouvement circulaire sont :

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} v_t = v \\ v_n = 0 \end{pmatrix} ; \quad \vec{a} = \begin{pmatrix} a_t = \frac{dv}{dt} \\ a_n = \frac{v^2}{r} \end{pmatrix} \quad (\text{avec } r \text{ le rayon de l'orbite})$$

Si le mouvement est **circulaire uniforme**, alors le vecteur accélération est un **vecteur radial centripète**.

Autour d'un astre de masse M, **dans le cas d'une trajectoire circulaire** :  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

La période de révolution T est **dans ce cas** :  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

**Interaction gravitationnelle** :  $\vec{F}_{A/B} = -G \frac{m_A m_B}{d^2} \cdot \vec{u}_{AB}$

## Lois de Kepler

1. Dans un référentiel héliocentrique, la trajectoire du centre d'une planète est une ellipse dont l'un des foyers est le centre du soleil.
2. Le segment qui relie le centre du soleil à celui de planète balaie des aires égales pendant des durées égales.

3. Le carré de la période de révolution  $T$  d'une planète est proportionnel au cube de la longueur  $R$

du demi-grand-axe de son orbite : 
$$\frac{T^2}{R^3} = k$$

## Chapitre 9 Transferts thermiques

Il y a un grand blabla dans le 1/ du cours (pas forcément utile).

**Capacité thermique** : on considère un système qui n'échange avec l'extérieur que de l'énergie thermique (pas de travail), dans un état condensé (liquide/solide) et constant.

On note  $\Delta T$  la différence de température (peut être négatif).

**Variation d'énergie interne**  $\Delta U = C \cdot \Delta T = m c \Delta T$ , avec  $C$  la capacité thermique ou  $c$  la capacité thermique massique

**Conduction** : transfert d'énergie par contact, lorsqu'il y a un gradient de température au sein d'un système. Transmission de proche en proche (pas de mouvement d'ensemble). Surtout dans les solides.

**Convection** : transfert thermique lié au mouvement d'ensemble des entités à l'intérieur d'un système.

**Rayonnement** : transfert thermique dû à l'émission ou à l'absorption d'un rayonnement électromagnétique.

**Flux thermique** : grandeur qui rend compte de la vitesse du transfert thermique à travers la paroi plane d'épaisseur  $e$ .

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{|\Delta T|}{R_{th}} \quad ; \quad R_{th} = \frac{e}{\lambda S} \quad \text{avec } S \text{ la surface de la paroi en m}^2 \text{ et } \lambda \text{ la conduction thermique}$$

Les résistances thermiques s'additionnent si les parois sont accolées.

**Bilan d'énergie** :  $\Delta U = W + Q$

Faire un bilan d'énergie consiste à étudier les échanges thermiques ou autres qui touchent de près le système → on s'intéresse aussi à l'extérieur du système.

*Commencer par un diagramme.*

## Chapitre 10 Transmettre et stocker de l'information

**Chaîne d'information** : émetteur – canal de transmission – récepteur

**Propagation guidée / libre** : libre si le signal se propage dans toutes les directions.

**Atténuation** : peut être due à l'absorption d'une partie de l'énergie de l'onde électromagnétique → évacué par transfert thermique ou à la diffusion d'une partie de son énergie dans de multiples directions si elle interagit avec la matière.

Coefficient d'atténuation linéaire ( $\text{dB.m}^{-1}$ ) noté  $\alpha_{\text{dB}}$ .



$$P_s = P_e \cdot 10^{-\frac{\alpha_{dB} L}{10}} \quad \text{Ou} \quad A = 10 \log\left(\frac{P_e}{P_s}\right) = \alpha_{dB} \cdot L, \quad \text{avec } P_e \text{ la puissance en entrée, } P_s \text{ la puissance de}$$

l'onde en sortie d'une ligne de longueur L. A est l'atténuation, en dB.

**Dépend de la fréquence émise.**

1 octet = 8 bits

1 couleur = 1 octet =  $2^8$  nuances

CD/DVD : creux (pits) et plats (lands) – avec LASER et phénomène d'interférences, la lumière perçue par le capteur est maximale ou minimale → variation d'intensité → décodage

**Signal analogique :**

**Signal numérique :**

**Échantillonnage :** découpage d'un signal continu à intervalle de temps réguliers ( $T_e$ ). Fréquence d'échantillonnage = nombre de points retenus par seconde.

**Quantification :** approximation de toutes les valeurs prises par la tension du signal par un ensemble limité de valeurs (résolution R).  $R = 2^k$  (où k est le nombre de bits utilisés)

## Chapitre 11 Relativité du temps

Beaucoup de blabla.

Quand 2 événements se produisent au même endroit dans un référentiel inertiel (la 1<sup>ère</sup> loi de Newton s'applique), l'intervalle de temps  $\Delta t_0$  qui les sépare, mesuré dans ce référentiel, est appelé **intervalle de temps propre**.

Une mesure de temps dans un autre référentiel est toujours supérieure.

→ la mesure du temps dépend du référentiel d'étude dès lors que la vitesse est proche de celle de la lumière : **dilatation du temps**.

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad ; \text{ si } v < 0,1c, \text{ alors } \Delta t \approx \Delta t_0$$