



COLLEGE EDMÉ

ci-devant
COURS PRIVÉS EDMÉ

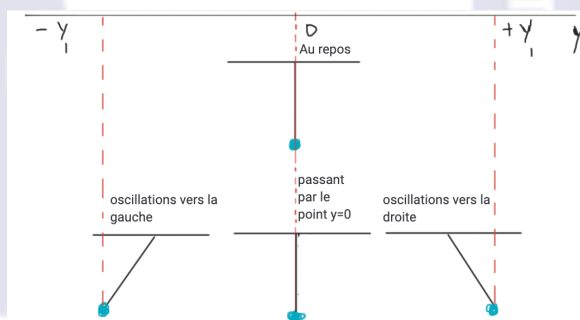
Cours Privés Edmé
Cours de Physique-Chimie
Mardi 29 Mars 2022
Classe de Première Spécialité

Phénomènes Périodiques

Dans cette partie du cours, nous nous intéresserons aux phénomènes périodiques. En particulier, nous étudierons les ondes.

Introduction

Un phénomène est dit **périodique**, s'il se répète identiquement à lui même sur un interval de temps donné. En se basant sur cette définition, nous pouvons prendre l'exemple d'une pendule qui oscille dans l'absence de force de frottement. Dans ces conditions, la pendule oscillera, sans jamais s'arrêter, entre deux valeurs extrémales. Dans le schéma ci-contre, nous représentons une



telle oscillations, en notant les différentes positions de la masse attachée au fil, selon l'horizontale. Le déplacement maximale vers la gauche est noté $-y_1$ et le celui vers la droite est noté $+y_1$. Si nous commençons notre chronomètre à partir de la position $-y_1$, et nous l'arrêtons quand la pendule revient à la position initiale $-y_1$. Nous disons que la pendule a effectuée une oscillation

complète, et le temps mis pour partir du point initial et revenir au point initial est appelé **la période (T)** du mouvement périodique. La période est noté en seconde. *Notez bien que l'on*

Kedy Edmé
Kedy Edmé

aurait pu choisir le moment initial à partir de la position $y = 0$ ou en encore $y = y_1$, pour cette même pendule. Dans les mêmes conditions physiques (pas de force de frottement, même masse, même fil, même champ de gravité) on aurait mesuré la même période. Nous pouvons aussi définir la **fréquence** de l'oscillation, qui est une indication du nombre d'oscillations par seconde. Plus généralement, **la fréquence d'un phénomène périodique est le nombre de fois que le phénomène se répète identiquement à lui-même par unité de temps**. La fréquence est inversement proportionnelle à la période:

$$f = \frac{1}{T}$$

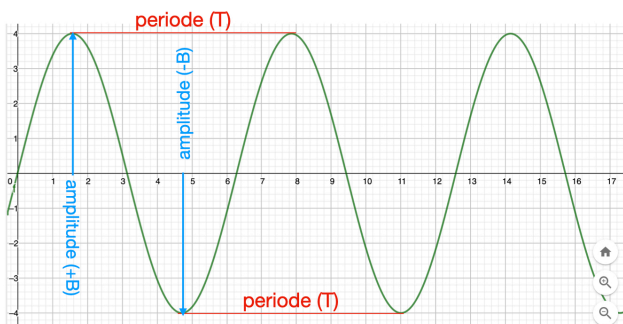
unité de f est (s^{-1} ou Hz)

où l'unité Hz est le hertz, nommé en honneur du physicien Heinrich Rudolf Hertz qui a prouvé l'existence des ondes électromagnétiques.

Nous remarquons aussi qu'en plus d'osciller entre les valeurs extrêmes (maximum $= +y_1$ et minimum $= -y_1$), la position de la pendule reprend toutes les valeurs intermédiaires. Alors, si nous voulons mathématiquement modéliser un événement périodique tel que celui-ci, nous souhaitons donc avoir recours à une fonction qui oscille entre deux valeurs extrêmes, en répétant toujours les mêmes valeurs intermédiaires. Les fonctions mathématiques qui possèdent ces propriétés sont les **fonctions périodiques**: $f(x) = A \cos(x)$ et $g(x) = B \sin(x)$.

Les fonctions cosinus et sinus varient entre -1 et 1. En multipliant par une constante A ou B , nous pouvons avoir que les valeurs extrêmes changent entre $-A$ et $+A$; $-B$ et $+B$. Ici, B ou $A = y_1$. Si l'on représente notre mouvement oscillatoire par les fonctions cos ou sin, nous

aurons des graphes comme ceux-là:



Notez que, si notre mouvement commence à partir du déplacement maximal (de la droite), notre oscillation commence à la valeur $y_1 = 4$ (dans ce schéma), vers la valeur minimale $y_1 = -4$ qui correspond à l'oscillation vers la gauche, et revient encore vers la droite avec une période T . Cette courbe est la fonction cosinus. Si par contre,

l'oscillation commence de la position d'équilibre ($y = 0$). La première valeur de notre courbe sera le point (0,0), mais les propriétés du système physique resteront les mêmes (période et donc fréquence, et amplitude). Le système peut être modélisé par une fonction sinus. Ne soyez pas trop inquiet par rapport au choix de sinus ou de cosinus, car on peut écrire une fonction cosinus en sinus et vice et versa. Il existe en effet un rapport de **phase** entre ces deux fonctions, ce rapport est l'angle de 90 degrés. C'est-à-dire que l'on peut écrire $\cos(x - \phi) = \sin(x)$; $\phi = \frac{\pi}{2}$. Il est important de savoir que choisir une fonction sinus ou cosinus pour modéliser un phénomène périodique n'est plus qu'une question de choix, car l'on peut écrire l'un en fonction de l'autre.

Ch.16-Phénomènes Ondulatoires Mécaniques Progressives

Il existe dans la nature des phénomènes qui sont des perturbations mécaniques qui peuvent être temporaire. Un exemple peut être la percussion de la main sur un tambour ou un battement de main. Dans les deux cas, il y a une perturbation de la position d'équilibre des atomes ou molécules dans le milieu: 1) les molécules qui constituent la surface du tambour sont déplacées de leur position d'équilibre et oscillent jusqu'à regagner celle-ci et 2) le battement de la main modifie la position d'équilibre des molécules de gaz autour de la main. **Ces perturbations se propagent de proche en proche dans un milieu matériel.** La propagation d'une perturbation est appelée une **onde mécanique**. Notez bien que dans le cas d'une perturbation mécanique, il n'y a pas de déplacement global de la matière (on ne retrouve pas la surface du tambour à 2 m de soi après avoir taper dessus). Les constituants du milieu matériel bougent pendant le passage de la perturbation, ils acquièrent donc de l'énergie mécanique, mais retournent à leur position initiale après le passage. **Si il n'y pas de milieu matériel, il ne peut avoir d'onde mécanique!**

Nous disons alors qu'une **onde mécanique progressive est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel élastique sans transport global de matière mais avec transfert d'énergie.**

L'onde se propage dans toutes les directions de l'espace possible. Si le milieu permet une seule direction de propagation (une corde) par exemple, il s'agit d'une onde de 1D. Sur la surface du tambour (ou de l'eau) c'est une onde à 2D, dans l'air les ondes sonores se propagent en 3D.

Si:

- le déplacement de l'onde est perpendiculaire à la direction de propagation, il s'agit d'une onde **transversale**. (exemple: surface de l'eau, tambour, corde etc.)

- le déplacement de l'onde est parallèle à la direction de propagation, il s'agit d'une onde **longitudinale**. (le long d'un ressort, ou d'un slinky)
- N.B: Le milieu peut aussi absorber une partie de l'énergie de l'onde pendant la propagation. Dans ce cas, on dit que l'onde est **amortie**.

Retard et Célérité

Prenons l'exemple de la propagation d'une onde le long d'une corde. Si nous identifions deux points sur la corde P_1 et P_2 . Au cours de la propagation de l'onde, une déformation se produit en P_1 (à t_1) et après un instant, cette même déformation se produit au point P_2 (à t_2). L'écart de temps entre ces deux instants est appelé le **retard** noté τ et est mesuré en seconde. Le retard est donc la durée mise par l'onde pour parcourir la distance P_1P_2 . La **célérité** de l'onde est la vitesse de propagation entre les deux points:

$$v = \frac{P_1P_2}{\tau}$$

unité (m/s^{-1})

Ch.17- Ondes Périodiques

Une **onde mécanique périodique** est la propagation d'une perturbation périodique. Elle est caractérisé exactement comme l'oscillation au début de ce document. Notamment par une période, une fréquence, une amplitude, et donc la fonction mathématique qui convient pour la modéliser est une fonction périodique. En générale, pour modéliser son évolution au cours du temps, on utilise une fonction de la forme:

$$s(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \phi\right)$$

où T est la période en seconde, t est le temps écoulé en seconde, A est l'amplitude ayant la même unité que le signal, et ϕ est la phase et dépend des conditions initiales. Notez que si $\phi = 0 \rightarrow s(t) \equiv \cos$, mais si $\phi = -\frac{\pi}{2} \rightarrow s(t) \equiv \sin$. Nous appelons ces **ondes périodiques**

des ondes sinusoïdales.

Nous pouvons aussi représenté l'amplitude de l'onde en fonction de la distance de propagation (axe des abscisses est distance en mètre au lieu de temps). Dans ce cas, ce qui correspond à la période sur le graph sera maintenant la distance nécessaire pour que la perturbation se reproduise identiquement à elle-même. Cette distance est appelé la **longueur d'onde** est noté λ et mesuré en mètre.

Nous disons dans ce cas qu'une **onde périodique a une double périodicité: une périodicité dans le temps (la période) et une périodicité dans l'espace (la longueur d'onde aussi appelé période spatiale).**

Retard, Célérité, Longueur d'Onde et Période

Reprenons l'exemple de la propagation d'une onde le long d'une corde et des deux points P_1 et P_2 . Nous nous souvenons que le retard τ est le temps écoulé entre le passage de l'onde en P_1 et en P_2 . Si nous mesurons cet écart entre lors d'une oscillation, alors le retard est exactement la période $\tau = T$. De plus, la distance entre les deux points sera alors exactement la longueur d'onde $P_1P_2 = \lambda$. Nous nous souvenons aussi que la célérité est le rapport entre la distance parcouru par l'onde sur le retard. Alors dans la situation que nous sommes en train de décrire nous pouvons écrire:

$$v = \frac{P_1P_2}{\tau} = \frac{\lambda}{T}$$

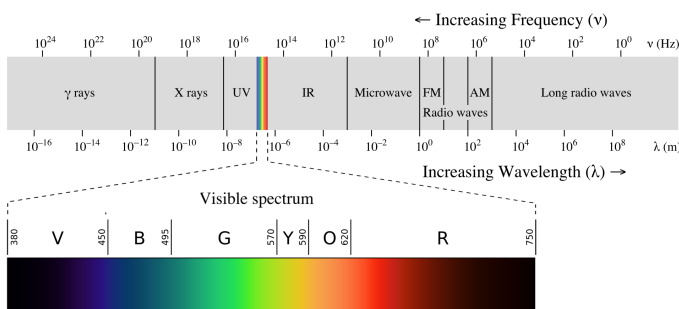
ou

$$vT = \lambda$$

Nous trouvons ainsi, la relation entre la célérité et la longueur d'onde, mais également une autre définition de la longueur d'onde: la distance que parcourt une onde de célérité v pendant une durée égale à la période T .

Ch.20 Modèles Ondulatoire et Particulaire de la Lumière

Nous avons vu lors de notre étude de la spectrophotométrie et des couleurs que la lumière est une **onde électromagnétique**. Au fait, la lumière n'est qu'une partie infime d'un grand spectre d'onde électromagnétique qui comporte, les rayons X, les rayons infrarouge, les microondes, les ondes radio etc. La Lumière ne consiste que cette portion des radiations électromagnétiques qui



est visible à l'oeil nu. Ce qui différencie les ondes électromagnétiques sont leurs longueurs d'onde (λ) et donc leurs fréquences (ν), par conséquent leurs énergies. **Toutes les ondes électromagnétiques ont la même célérité dans le vide:**

$$c = \lambda \times \nu$$

$$\text{ou } c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{est}$$

communément appelé **la vitesse de la lumière**.

Photon

Les radiations électromagnétiques peuvent être modélisées par un modèle ondulatoire. Cependant, dans certains cas, notamment dans leurs interactions avec la matière (en particulier: les phénomènes d'absorption et d'émission d'énergie), le modèle ondulatoire est inadéquat. Albert Einstein proposa que les radiations électromagnétiques étaient constituées de particules et que l'échange énergétique qui s'effectuait entre la matière et les radiations se faisait par absorption et émission de ces particules. Ces particules n'ont aucune masse, et il furent nommé **photon** par le chimiste Gilbert Newton Lewis. L'énergie d'un photon est proportionnelle à sa fréquence. Nous pouvons calculer l'énergie d'un photon par la relation de Planck:

$$|\Delta\epsilon| = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

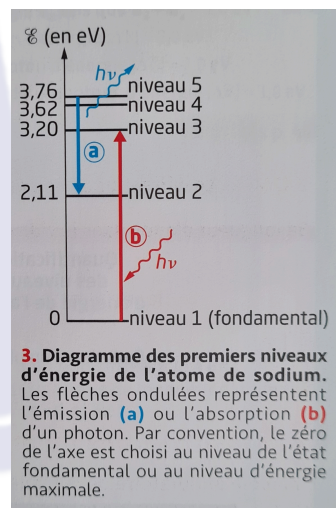
unités: $|\Delta\epsilon|$ en (J); $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$; et ν en (Hz)

h est appelé **la constante de Planck**.

Kedy Edme
Kedy Edme

Niveaux d'Énergie d'un Atome, Transition Quantique et Spectres Atomiques

Contrairement au système macroscopique (à l'échelle humaine et des astres) les niveaux d'énergie de systèmes microscopiques (particules subatomiques, atomes, molécules) ne peuvent avoir que des valeurs spécifiques. Par conséquent, les niveaux d'énergie d'un atome sont **quantifiés**. C'est de là que provient le nom de **physique/chimie quantique** qui, est la branche de la physique qui étudient les systèmes microscopiques. Etant donné le niveau d'énergie des



atomes quantifiés, lorsqu'un atome interagit avec un photon, il ne l'absorbe que, si et seulement si, l'énergie du photon incident est égal à la différence d'énergie entre deux niveaux d'énergie de l'atome.

Prenons l'exemple de l'atome de sodium. Les cinq premiers niveaux d'énergie sont représentés sur le schéma de gauche. Lorsque l'atome est dans le niveau d'énergie le plus bas, on dit qu'il est à l'**état fondamental**. Lorsque l'énergie est supérieure on dit qu'il est à l'**état excité**. Un photon (représenté par $h\nu$) est absorbé par l'atome de sodium car son énergie est égal à la différence entre l'énergie de l'état fondamental et de l'état excité 3. Une fois ce photon absorbé, l'atome de sodium est promu de l'état fondamental à l'état excité.

Afin de retourner à l'état fondamental, l'atome émet de l'énergie sous forme d'un photon de cet même énergie.

Nous pouvons comprendre pourquoi des atomes peuvent absorber uniquement des radiations de certaines énergies précises (couleurs) et émettent des radiations de couleurs précises. Cette compréhension est la base de la spectroscopie des atomes et molécules, de la spectrophotométrie étudié au chapitre 1. Bien que pour les molécules, les spectre sont un peu plus compliqués.

Kedy Edme
Kedy Edme



COURS PRIVÉS EDMÉ

Rte de Jacquet #15, Jacquet Toto, Delmas 95 * Tél : 509- 3702-4222 * e-mails : cpedmead@yahoo.fr *
coursprivasedme@gmail.com

Kedy Edme
Kedy Edme