

A Savoir

Une onde correspond à la propagation d'une variation de grandeur physique. Une onde est donc une propagation d'énergie sans transport de matière.

Les ondes peuvent être caractérisées par différents paramètres :

- **La période T**: qui est le temps qui sépare deux reproductions
- **La fréquence f**: caractérise le nombre de fois ou le phénomène se répète dans une unité de temps (généralement la seconde)

La période est définie par $f = 1/T$ avec F en Hertz et T en secondes.

Les ondes électromagnétiques

Une onde électromagnétique correspond à la propagation de champs électriques et des champs magnétiques. Les ondes électromagnétiques peuvent se propager aussi bien dans le vide que dans certaines matières. Il existe plusieurs types d'ondes électromagnétiques selon la fréquence.

Rayons gamma	$\lambda < 10^{-11} \text{ m}$
Rayons X	$10^{(-11)}\text{m} < \lambda < 10^{-8} \text{ m}$
Rayons ultra-violets	$10^{-8} \text{ m} < \lambda < 3.8.10^{-7} \text{ m}$
Lumière visible	$380\text{n m} < \lambda < 780 \text{ nm}$
Les infra-rouges	$780\text{nm} < \lambda < 1\text{mm}$
Les micro-ondes	$1 \text{ mm} < \lambda < 1 \text{ m}$
Les ondes radio	$1 \text{ m} < \lambda < 10^8 \text{ m}$

La longueur d'onde est une grandeur physique homogène à une longueur. Elle est caractéristique d'une onde monochromatique (c'est à dire d'une seule couleur). Dans un milieu homogène, elle définit la distance séparant deux maxima (c'est à dire, deux valeurs maximales) consécutifs de l'amplitude.

Il existe un lien entre la période temporelle et la longueur d'onde.

$$\lambda = c.T = c/f$$

- λ longueur d'onde en mètre (m)
- c célérité en mètre par seconde (m.s^{-1})
- T période temporelle en seconde (s)
- f fréquence en Hertz (Hz)

Exercice N° 1

Les micro-ondes, comme celles qu'utilisent les radars et les fours à micro-ondes, ont des longueurs d'onde supérieures à 3 mm. Quelle est leur fréquence ?

Exercice N° 2

Lorsqu'un faisceau d'électrons frappe un bloc de cuivre, des rayons X de fréquence $2.0 \cdot 10^{18}$ Hz sont émis. Quelle est la longueur d'onde (en pm) de ces rayons X ?

Exercice N°3

Les ondes de votre station FM préférée sont produites à 99.3 MHz. Quelle est la longueur d'onde de cette station ?

Exercice N° 4

Les lampes à vapeur de sodium utilisées pour l'éclairage public émettent une lumière jaune à 589 nm. Quelle est l'énergie véhiculée par cette onde ?

Exercice N°5

La bande de fréquence allouée à la radiodiffusion en FM va de 87,5 MHz à 108 MHz. Les ondes électromagnétiques se propagent dans l'air à la vitesse $c = 3.108 \text{ m.s}^{-1}$.

Rappel : $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$

1. Déterminer, en secondes, les périodes T_1 et T_2 correspondantes aux deux fréquences de la bande FM données ci-dessus.
2. Rappeler la relation entre la longueur d'onde λ et la période T d'une onde électromagnétique, en précisant les unités utilisées.
3. Calculer les longueurs d'onde correspondant aux deux fréquences extrêmes de la bande données ci-dessus.
4. Les ondes utilisées en radiodiffusion font partie des ondes hertziennes. Citer deux autres utilisations possibles des ondes hertziennes.

Exercice n°4 : Les ondes radio et la lumière (BAC)

La bande de fréquence allouée à la radiodiffusion en FM va de 87,5 MHz à 108 MHz. Les ondes électromagnétiques se propagent dans l'air à la vitesse $c = 3.108 \text{ m.s}^{-1}$.

Rappel : $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$

1. Déterminer, en secondes, les périodes T1 et T2 correspondantes aux deux fréquences de la bande FM données ci-dessus.
2. Rappeler la relation entre la longueur d'onde λ et la période T d'une onde électromagnétique, en précisant les unités utilisées.
3. Calculer les longueurs d'onde correspondant aux deux fréquences extrêmes de la bande données ci-dessus.
4. Les ondes utilisées en radiodiffusion font partie des ondes hertziennes. Citer deux autres utilisations possibles des ondes hertziennes.

Exercice N°5

Étude préliminaire : l'onde radio

1.1. Nous rappelons ici que les ondes hertziennes font partie des ondes électromagnétiques dont une partie du spectre est donné ci-dessous :

Ondes hertziennes



A

Ondes hertziennes

B

λ (m)

$1,0.10^{-3}$

$1,0.10^4$

La lumière visible fait partie des ondes électromagnétiques.

Dans quel domaine (A ou B) peut-on la situer ? Justifier la réponse.

1.2. En 1888, Hertz réalisa un oscillateur qui permettait de générer des ondes électromagnétiques à travers son laboratoire. La célérité de la lumière valant $c = 3,0.10^8 \text{ m.s}^{-1}$, il mesura une longueur d'onde $\lambda = 9,0\text{m}$.

Calculer la fréquence des ondes qu'il réussit à émettre.

Exercice N°5

C.3 Le récepteur G.P.S.

Tout participant à la course possède un récepteur G.P.S. à bord.

Le terme « **Global Positioning System (G.P.S.)** » peut être traduit en français par « système de localisation mondial ».

Ce système est basé sur l'utilisation de nombreux satellites (situés à environ 20000 km de la Terre) qui émettent en permanence des ondes sur des fréquences de 1 575,42 MHz (pour le domaine civil) et 1 227,60 MHz (pour le domaine militaire).

Ces ondes électromagnétiques contiennent les informations nécessaires au calcul de la position des satellites.

Le récepteur G.P.S. peut, grâce à ces informations, calculer la distance qui le sépare des satellites, et ainsi connaître ses coordonnées.

C.3.1 Rappeler la structure d'une onde électromagnétique.

C.3.2 Sur le **document réponse n°6 page 12/12**, positionner approximativement les ondes électromagnétiques émises par les satellites du système G.P.S. pour le domaine civil et pour le domaine militaire.

C.3.3 Rappeler la relation entre la fréquence f , la longueur d'onde λ et la célérité c d'une onde électromagnétique.

C.3.4 Calculer la longueur d'onde λ pour une onde électromagnétique de fréquence $f = 1575,42$ MHz.
On rappelle la valeur de la célérité : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

C.3.5 Une information envoyée par un des satellites est reçue par le récepteur G.P.S. positionné sur le bateau avec un retard $\Delta t = 70,0$ ms.
Calculer la distance d séparant le satellite du voilier, et vérifier que cette distance est plausible.

Document réponse n°6 :

Spectre électromagnétique. Les différents domaines regroupent des ondes aux propriétés similaires.

