

SIGNAUX ET ONDES

CHAPITRE 1 : PROPAGATION D'UN SIGNAL

Exemples de signaux. Signal sinusoïdal.	Identifier les grandeurs physiques correspondant à des signaux acoustiques, électriques, électromagnétiques.
Propagation d'un signal dans un milieu illimité, non dispersif et transparent Onde progressive dans le cas d'une propagation unidimensionnelle non dispersive. Célérité, retard temporel.	Écrire les signaux sous la forme $f(x-ct)$ ou $g(x+ct)$. Écrire les signaux sous la forme $f(t-x/c)$ ou $g(t+x/c)$. Prévoir, dans le cas d'une onde progressive, l'évolution temporelle à position fixée et l'évolution spatiale à différents instants.
Modèle de l'onde progressive sinusoïdale unidimensionnelle. Vitesse de phase, déphasage, double périodicité spatiale et temporelle.	Citer quelques ordres de grandeur de fréquences dans les domaines acoustique, mécanique et électromagnétique. Établir la relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse de phase. Relier le déphasage entre les signaux perçus en deux points distincts au retard dû à la propagation.
Milieux dispersifs ou non dispersifs.	Définir un milieu dispersif.
	Citer des exemples de situations de propagation dispersive et non dispersive.

I Signaux physiques transportés par des ondes

A Généralités

- 1) Définitions
- 2) Ondes et signaux physiques
- 3) Classifications
 - (a) Ondes électromagnétique ou mécanique
 - (b) Ondes mécaniques transversale ou longitudinale
- 4) Propagation unidimensionnelle ou non dans un milieu illimité, non dispersif et transparent

B Exemples de propagations d'ondes

1) Ondes acoustiques

- (a) Vitesses des ondes acoustiques
- (b) Fréquence et longueurs d'onde des ondes acoustiques
- (c) Intensité et niveau d'intensité

2) Ondes électromagnétiques

- (a) Vitesses des ondes électromagnétiques
- (b) Fréquences et longueurs d'onde des ondes électromagnétiques

II Propagation unidimensionnelle dans un milieu illimité, non dispersif et transparent

A Onde progressive

- 1) Retard temporel et décalage spatial
- 2) Expressions

B Onde progressive sinusoïdale

- 1) Double périodicité spatiale et temporelle
- 2) Expressions
- 3) Déphasages
 - (a) Définitions
 - (b) En avance, en retard
 - (c) En phase, en opposition de phase, en quadratures de phase

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Donner les définitions d'une onde électromagnétique et d'une onde mécanique.
Donner la définition d'une onde mécanique transversale/longitudinale.
2. Citer des exemples d'ondes électromagnétiques et d'ondes mécaniques.
Citer des exemples d'ondes mécaniques transversale/longitudinale en précisant le signal transporté.
3. Citer les dimensions de propagation des ondes.
Citer les hypothèses sur le milieu de propagation des ondes.
4. Donner les définitions d'une propagation unidimensionnelle ou non, dans un milieu illimité, non dispersif et transparent.
Donner les conséquences d'une propagation unidimensionnelle, dans un milieu illimité, non dispersif et transparent.
5. Définir les ondes acoustiques et les ondes sonores.
Différencier sons, infrasons et ultrasons.
6. Donner les ordres de grandeur des célérités des ondes acoustiques dans l'air, l'eau et les solides.
7. Rappeler les masses molaires de l'hydrogène, du carbone, de l'azote et de l'oxygène.
Déterminer la masse molaire de l'eau en rappelant la composition d'une molécule d'eau.
Déterminer un ordre de grandeur de la masse molaire de l'air en rappelant la composition de l'air atmosphérique.
8. Donner la gamme de fréquences du spectre acoustique.
Déterminer la gamme de longueurs d'onde dans l'air du spectre acoustique.
9. Définir le niveau d'intensité. Préciser son unité.
Donner des ordres de grandeur pour le seuil d'audibilité, la conversation, le cri et le son douloureux.
10. Définir les ondes électromagnétiques et les ondes lumineuses.
Différencier les couleurs puis les rayons UV, rayons X et rayons gamma et enfin les IR, micro-ondes et ondes radios.
11. Déterminer les ordres de grandeur des célérités des ondes électromagnétiques dans le vide, l'air, l'eau et le verre.
12. Donner la gamme de longueurs d'onde dans le vide du spectre électromagnétique.
Déterminer la gamme de fréquences du spectre électromagnétique.
13. Donner la définition d'une onde progressive.
Différencier l'onde progressive vers les x croissants et les x décroissants.
14. Définir le retard temporel et le décalage spatial. Préciser leur relation.
15. Donner les expressions spatiales/temporelle des ondes progressives vers les x croissants et les x décroissants. Préciser leur équivalence.
16. Présenter graphiquement et analytiquement le passage du temporel au spatial et inversement (pour une OP et une OPS).
17. Donner la définition d'une onde progressive sinusoïdale.
Justifier que le signal physique est alternatif.
18. Définir la période, la fréquence et la pulsation. Préciser leurs relations.
Définir la longueur d'onde, le nombre d'onde et le vecteur d'onde. Préciser leurs relations.
Préciser les relations entre les périodicités temporelles et spatiales.
19. Donner les expressions spatiales/temporelle des ondes progressives sinusoïdales vers les x croissants et les x décroissants en fonction des différentes périodicités.
20. Donner la relation entre le déphasage spatial et le décalage spatial, la relation entre le déphasage temporel et le retard temporel.
21. Présenter l'allure et définir deux signaux en phase, en opposition de phase et en quadratures de phase.
22. ...

SIGNAUX ET ONDES

CHAPITRE 2 : PHÉNOMÈNE D'INTERFÉRENCES

Phénomène d'interférences Interférences entre deux ondes acoustiques ou mécaniques de même fréquence.	Exprimer les conditions d'interférences constructives ou destructives. Déterminer l'amplitude de l'onde résultante en un point en fonction du déphasage.
Interférences entre deux ondes lumineuses de même fréquence. Exemple du dispositif des trous d'Young éclairé par une source monochromatique. Différence de chemin optique. Conditions d'interférences constructives ou destructives. Formule de Fresnel.	Relier le déphasage entre les deux ondes à la différence de chemin optique. Établir l'expression littérale de la différence de chemin optique entre les deux ondes. Exploiter la formule de Fresnel fournie pour décrire la répartition d'intensité lumineuse.

I Diffraction

A Mise en évidence expérimentale

B Diffraction à l'infini

C Tache centrale de diffraction

II Interférences

A Mise en évidence expérimentale

1) Interférences d'ondes électromagnétiques et d'ondes mécaniques

2) Dispositif expérimental

3) Franges d'interférences

B Interférences dans la configuration des trous d'Young

1) Conditions

2) Approche qualitative du principe d'Huygens-Fresnel

C Franges d'interférences

1) Interférences

Dans le cours, on se restreint au cas de signaux de même amplitude.

(a) Signal résultant

(b) Intensité résultante : Formule de Fresnel

(c) Interférences constructives et destructives

2) Franges

(a) Différence de marche/différence de chemin optique

(b) Interfrange

3) Cas de la lumière blanche

4) Réseaux

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Faire un schéma du dispositif expérimental des trous d'Young en identifiant les paramètres physiques et géométriques.
2. Représenter et décrire la figure d'interférences de l'onde lumineuse du laser par deux fentes infinies, deux ouvertures rectangulaires ou deux ouvertures circulaires dans la configuration des trous d'Young en précisant les orientations et en identifiant les paramètres géométriques.
3. Donner les ordres de grandeur des longueurs d'onde/de la fréquence des sources lumineuses/acoustiques utilisées en TP pour les expériences de diffraction et d'interférences.
4. À quelles conditions a-t-on le phénomène de diffraction à l'infini ?
5. À quelles conditions a-t-on le phénomène d'interférences dans la configuration des trous d'Young ?
6. Justifier, à partir des expressions de la demi-largeur de la taille centrale de diffraction et de l'interfrange dans la configuration des trous d'Young, que la figure de d'interférences est modulée par la figure de diffraction.
7. Déterminer l'expression de la différence de chemin optique entre deux ondes dans la configuration des trous d'Young.
8. En déduire l'expression de l'interfrange dans la configuration des trous d'Young.
9. Qu'a-t-on dans le cas de la lumière blanche ?
10. Que donne le théorème de Babinet ?
11. Qu'a-t-on dans le cas des réseaux ?
12. De quels signaux les interférences sont-elles la superposition ?
13. Déterminer la forme du signal résultant des interférences.
14. Déterminer l'expression de l'amplitude résultante des interférences.
15. En déduire l'expression de l'intensité.
16. Tracer l'amplitude et l'intensité en fonction du déphasage.
17. Caractériser les interférences.
18. Définir la différence de marche et l'ordre d'interférence.
19. Déterminer l'expression de l'amplitude A_{tot} et de la pulsation ω_{tot} du signal temporel sinusoïdal résultant de la superposition de deux signaux temporels sinusoïdaux de même pulsation ω :
 - (a) de même amplitude A_0 et en phase.
 - (b) de même amplitude A_0 et en opposition de phase.
 - (c) d'amplitudes différentes A_1 et A_2 et en phase.
 - (d) d'amplitudes différentes A_1 et A_2 et en opposition de phase.
20. En déduire l'expression de l'intensité I_{tot} .
21. Caractériser les interférences.
22. Déterminer l'expression de l'amplitude A_{tot} et de la pulsation ω_{tot} du signal temporel sinusoïdal résultant de la superposition de deux signaux temporels sinusoïdaux de même pulsation ω :
 - (a) de même amplitude A_0 et déphasés de $\Delta\varphi$.
 - (b) d'amplitudes différentes A_1 et A_2 et déphasés de $\Delta\varphi$.
23. En déduire l'expression de l'intensité I_{tot} .
24. Tracer A_{tot} et I_{tot} en fonction de $\Delta\varphi$.
25. ...

SIGNAUX ET ONDES

CHAPITRE 3 : ONDES STATIONNAIRES

Ondes stationnaires mécaniques
Modes propres.

Caractériser une onde stationnaire par l'existence de nœuds et de ventres.
Exprimer les fréquences des modes propres connaissant la célérité et la longueur de la corde.
Utiliser la propriété énonçant qu'une vibration quelconque d'une corde accrochée entre deux extrémités fixes se décompose en modes propres.
Relier les notions sur les ondes stationnaires avec celles utilisées en musique.

I Onde stationnaire

1) Définition et expression

2) Nœuds et ventres

(a) Nœuds

b) Ventres

3) Représentation de l'onde stationnaire

II Modes propres

A Fréquences propres

1) Méthode graphique

2) Méthode analytique

B Cas d'excitation propre

1) Corde de Melde

2) Résonance aux modes propres

C Cas d'excitation quelconque

1) Instruments de musique

2) Décomposition en modes propres

SIGNAUX ET ONDES

CHAPITRE 4 : BATTEMENTS

Approche qualitative de la superposition de deux signaux sinusoïdaux de fréquences voisines. Battements.

Déterminer une différence de fréquences à partir d'enregistrements de battements ou d'observation sensorielle directe.

I Mise en évidence expérimentale

1) En acoustique

(a) Dispositif expérimental

(b) En musique

2) En électrocinétique

(a) Dispositif expérimental

(b) Signal temporel et analyse spectrale en amplitude

II Battements

Dans le cours, on se restreint au cas de signaux de même amplitude.

1) Définition et expression

2) Enveloppe et porteuse

3) Représentation des battements

(a) Temporelle

(b) Spectrale