PROGRAMME DE COLLES — SUP MPSI 2

Semaine 14 — **Du 15 au 19 janvier 2024.**

ELECTRICITE (FIN) :

Electricité 8 — FILTRAGE D'UN SIGNAL PERIODIQUE

EN TD UNIQUEMENT.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Signaux périodiques.	Analyser la décomposition fournie d'un signal périodique en une somme de fonctions sinusoïdales. Définir la valeur moyenne et la valeur efficace d'un signal. Établir par le calcul la valeur efficace d'un signal sinusoïdal. Interpréter le fait que le carré de la valeur efficace d'un signal périodique est égal à la somme des carrés des valeurs efficaces de ses harmoniques.
Modèles de filtres passifs : passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bas et passe-bande d'ordre 2.	Choisir un modèle de filtre en fonction d'un cahier des charges. Expliciter les conditions d'utilisation d'un filtre en tant que moyenneur, intégrateur, ou dérivateur. Expliquer l'intérêt, pour garantir leur fonctionnement lors de mises en cascade, de réaliser des filtres de tension de faible impédance de sortie et forte impédance d'entrée. Expliquer la nature du filtrage introduit par un dispositif mécanique (sismomètre, amortisseur, accéléromètre, etc.).

PROPAGATION D'UN SIGNAL :

ONDES 1 — PROPAGATION D'UN SIGNAL

EN TD UNIQUEMENT.

Notions et contenus	Capacités exigibles
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. **Mesurer la vitesse de phase, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène ondulatoire.**
Milieux dispersifs ou non dispersifs.	Définir un milieu dispersif. Citer des exemples de situations de propagation dispersive et non dispersive.

ONDES 2 SUPERPOSITION DE DEUX ONDES ; INTERFERENCES

EN COURS ET TD.

Notions et contenus	Capacités exigibles
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. **Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour visualiser et caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes.**

MECANIQUE 1

Mécanique 1 NOTIONS DE CINEMATIQUE DU POINT

EN COURS UNIQUEMENT.

Notions et contenus	Capacités exigibles
2.1. Description et paramétrage du mouvement d'un point	
Repérage dans l'espace et dans le temps Espace et temps classiques. Notion de référentiel. Caractère relatif du mouvement. Caractère absolu des distances et des intervalles de temps.	Citer une situation où la description classique de l'espace ou du temps est prise en défaut.
Cinématique du point Description du mouvement d'un point. Vecteurs position, vitesse et accélération. Systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques.	Exprimer à partir d'un schéma le déplacement élémentaire dans les différents systèmes de coordonnées, construire le trièdre local associé et en déduire géométriquement les composantes du vecteur vitesse en coordonnées cartésiennes et cylindriques. Établir les expressions des composantes des vecteurs position, déplacement élémentaire, vitesse et accélération dans les seuls cas des coordonnées cartésiennes et cylindriques.
	Identifier les degrés de liberté d'un mouvement. Choisir un système de coordonnées adapté au problème.
Mouvement à vecteur accélération constant.	Exprimer le vecteur vitesse et le vecteur position en fonction du temps. Établir l'expression de la trajectoire en coordonnées cartésiennes.
Mouvement circulaire uniforme et non uniforme.	Exprimer les composantes du vecteur position, du vecteur vitesse et du vecteur accélération en coordonnées polaires planes.
Repérage d'un point dont la trajectoire est connue. Vitesse et accélération dans le repère de Frenet pour une trajectoire plane.	Situer qualitativement la direction du vecteur vitesse et du vecteur accélération pour une trajectoire plane. Exploiter les liens entre les composantes du vecteur accélération, la courbure de la trajectoire, la norme du vecteur vitesse et sa variation temporelle. **Réaliser et exploiter quantitativement un enregistrement vidéo d'un mouvement : évolution temporelle des vecteurs vitesse et accélération.**

Questions de cours à choisir parmi les suivantes :

- ✓ ***Q1 : Savoir refaire la méthode analytique pour obtenir l'amplitude en fonction du déphasage : Formule de Fresnel (§ II.3).***
- ✓ ***Q2 : Savoir retrouver l'expression du déphasage φ en fonction de la différence de chemin optique et connaitre les conditions d'interférences constructives et destructives sur φ et sur δ (§ III.2 & 3).***
- ✓ ***Q3 : Savoir refaire l'exercice d'application sur l'expérience des trous d'Young ; En particulier obtenir l'expression $\delta \approx \frac{xa}{D}$ et les expressions de x permettant obtenir des interférences constructives ou destructives. (§ IV).***

On donne aux étudiants (si besoin) :
$$\cos(\alpha+\beta) = \cos(\alpha)\cos(\beta) - \sin(\alpha)\sin(\beta)$$
$$\cos(\alpha-\beta) = \cos(\alpha)\cos(\beta) + \sin(\alpha)\sin(\beta)$$
$$\text{Si } \varepsilon \ll 1 \text{ alors } \sqrt{1+\varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}$$

- ✓ ***Q4 : Savoir présenter les coordonnées cylindriques : Positions de (ρ ; θ; z) et de la base ($\overrightarrow{u_\rho}$; $\overrightarrow{u_\theta}$; $\overrightarrow{u_z}$), Expression de $\overrightarrow{OM}$ en coordonnées cylindriques, dérivation de $\overrightarrow{u_\rho}$ et $\overrightarrow{u_\theta}/\theta$, vecteur déplacement élémentaire (§ III.2.a, d, e & f).***
- ✓ ***Q5 : Connaitre les expressions et <u>démonstration</u>s des vecteurs vitesse et accélération en coordonnées cylindriques (§ IV.1.c & 2.c).***
- ✓ ***Q6 : Savoir présenter succinctement la base de Frenet. Savoir exprimer vitesse et accélération dans la base de Frenet (§ III.3, IV.1.d & 2.d).***
- ✓ ***Q7 : Mouvement rectiligne à accélération cste : Equation horaire (§ V.2).***
- ✓ ***Q8 : Mouvement parabolique à accélération cste : Equations horaires et équation de la trajectoire (§ V.3).***
- ✓ ***Q9 : Mouvement circulaire de rayon R : Expressions de $\vec{v}$ et $\vec{a}$ en coordonnées cylindriques ou polaires ; Cas particulier du mouvement circulaire uniforme (§ V.5).***

<u>Exercice d'application de Q3 : Expérience des trous d'Young :</u>

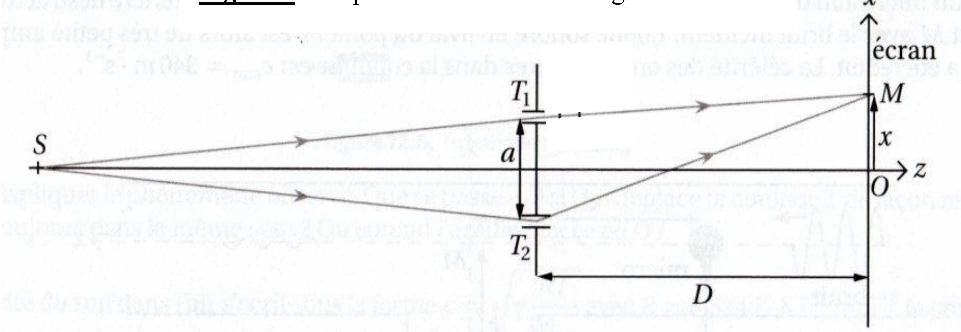
On considère un dispositif de trous de Young (schématisé figure 1 ci-dessous) composé de deux trous T_1 et T_2 séparés d'une distance α. Ce dispositif est éclairé par une source ponctuelle S monochromatique de longueur d'onde λ située sur l'axe optique.

La figure d'interférence est observée sur un écran situé à une distance D du plan des trous.

L'indice optique de l'air est supposé égal à 1.

On se place dans l'approximation paraxiale $x, a \ll D$.

<u>**Figure 1**</u> : Dispositif des trous d'Young :



Q1 - Les ondes issues des trous produisent des interférences. Expliquer qualitativement pourquoi on peut observer ce phénomène.

Q2 – Montrer que la différence de marche des deux rayons lumineux s'écrit $\delta \approx \frac{xa}{D}$.

Q3 - On note $\Delta\phi$ le déphasage entre les ondes issues des deux trous et arrivant au point M repéré par sa distance x à l'axe horizontal y cf schéma ci-dessus.

Montrer qu'alors $|\Delta\phi|$ peut se mettre sous la forme : $|\Delta\phi| \approx \frac{2\pi}{\lambda}\frac{ax}{D}$.

Q4 – Déterminer, en fonction de a, D et λ, les expressions de x pour lesquelles les interférences sont constructives ? Puis destructives ? **<u>Donnée :</u>** Si $\varepsilon \ll 1$ alors $\sqrt{1+\varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}$;