

1 Optique.

1.1 Exemple d'interféromètre par division d'amplitude : l'interféromètre de Michelson.

Le TP sur l'interféromètre de Michelson n'a pas encore été fait. La lame compensatrice n'a pas été évoquée : la lame séparatrice est considérée comme étant d'épaisseur nulle.

- Présentation de l'importance de l'appareil : historique (expérience de Michelson et Morley), jusqu'à aujourd'hui (détection des ondes gravitationnelles : LIGO, VIRGO).
- Description de l'appareil. Tracé des rayons. Les deux voies. Équivalences. Sources secondaires.
- Michelson en lame d'air. Localisation des franges à l'infini lorsque la source est étendue. Visualisation pratique. Différence de marche. Franges d'égale inclinaison. Applications à la mesure de l'écart d'un doublet, à la mesure de la longueur de cohérence (et donc de la largeur spectrale) d'une raie quasi-monochromatique. Cas de la lumière blanche.
- Michelson en coin d'air. Localisation des franges au voisinage des miroirs. Différence de marche. Franges d'égale épaisseur. Visualisation pratique. Cas de la lumière blanche.

2 Mécanique des fluides : bilans macroscopiques.

- Bilan de masse : sur un système ouvert et fixe, ou sur un système fermé et mobile.
- Bilan de quantité de mouvement pour un écoulement stationnaire unidimensionnel à une entrée et une sortie.
- Cas du moteur fusée ; poussée. Ordres de grandeur (fusée Ariane).
- Bilan d'énergie cinétique pour un écoulement stationnaire unidimensionnel à une entrée et une sortie.

3 Thermodynamique.

3.1 Systèmes ouverts en régime stationnaire.

- Premier principe de la thermodynamique pour un système ouvert en régime stationnaire, dans le seul cas d'un écoulement unidimensionnel dans la section d'entrée et la section de sortie : $\Delta h + \Delta e = w_u + q$.
- Exemples : détendeur (détente de Joule–Thomson), pompe ou compresseur, turbine, tuyère, évaporateur, condenseur.
- Diagramme (P, h) pour un corps pur. Courbe de saturation, point critique. Les différents réseaux de courbes (isentropes, isochores, isothermes, isotitres). Lecture et exploitation.
- Second principe pour un système ouvert.
- Diagramme (T, s) pour un corps pur.
- Exemple détaillé : un congélateur.

3.2 Rayonnement thermique.

- Approche descriptive du rayonnement du corps noir.
- Loi de Planck (hors-programme). Densité spectrale en fréquence, densité spectrale en longueur d'onde (le passage de l'une à l'autre a été vu en exercice).
- Loi de Wien (doit être fournie).
- Loi de Stefan (doit être fournie).
- Explication de l'effet de serre.

3.3 Diffusion thermique.

- Brève présentation des trois modes de transfert thermique.
- Vecteur densité de flux thermique \vec{j}_Q . Flux thermique à travers une surface.
- Bilan énergétique local (avec terme de source algébrique) : démonstration en 1D en géométrie cartésienne ; expression 3D admise.
- Loi de Fourier.

- Conductivité thermique ; ordres de grandeur pour différents matériaux (air, eau, béton, acier). Loi de Wiedemann-Franz pour les métaux (hors-programme).
- Équation de la diffusion thermique. Propriétés (non-invariance par renversement du temps liée à l'irréversibilité du processus ; analyse en ordres de grandeur : distance en \sqrt{t}).
- Nécessité pour toute résolution de connaître les conditions initiales et aux limites.
- Quelques exemples de résolution numérique (python).
- Cas particulier des régimes stationnaires. Notion de résistance/conductance thermique par analogie avec l'électrocinétique continue. Associations de résistances en série ou en parallèle.
- Relation de Newton (doit être fournie) comme condition aux limites à une interface solide-fluide.

3.4 Diffusion de particules.

L'approche microscopique n'est pas au programme de cette semaine.

- Densité particulaire.
- Vecteur densité de flux de particules \vec{j}_N . Flux de particules.
- Bilan de particules (avec terme de source algébrique) : démonstration à 1D en géométrie cartésienne, expression générale admise.
- Loi de Fick. Coefficient de diffusion ; ordres de grandeur (dans un gaz, dans un liquide, dans un solide).
- Équation de la diffusion. Propriétés (voir diffusion thermique).
- Résolution : nécessité de disposer de conditions initiales et aux limites.
- Cas particulier des régimes stationnaires.
- Un exemple de régime non stationnaire : particules toutes placées en $x = 0$ à $t = 0$.