Lycée Charles Coëffin — Sciences physiques

Fiche de travaux pratiques — CPGE TSI2

TD 7 : Superpositions de N ondes lumineuses

Objectifs

- Établir l'expression de la différence de marche entre deux motifs consécutifs.
- Établir la relation fondamentale des réseaux liant la condition d'interférences constructives à la valeur de la différence de marche entre deux motifs consécutifs.

Pré-requis : sources lumineuses ; modèle de l'optique géométrique ; modèle scalaire de la lumière ; superposition de deux ondes lumineuses.

1 Entraînements

Autour du réseau à N fentes

Entraînement 11.8 — Pas du réseau.

Nous disposons d'un réseau présentant 600 traits par millimètre (600 traits/mm).
Le pas du réseau a est la distance entre deux fentes successives (distance centre à centre).

Déterminer a en µm .....

Entraînement 11.9 — Calcul de linéature en lpi.

La linéature d'un réseau est affichée en unités anglosaxonnes en lpi (line per inch). On rappelle qu'un pied (foot) correspond à un tiers de verge anglaise (yard), et qu'il est divisé en douze pouces (inches). Un yard vaut 91,44 cm.

a) Donner la valeur du pouce (1 inch) en mm.

(a) 7,62 mm (b) 25,4 mm (c) 39,3 mm (d) 43,7 mm

.....

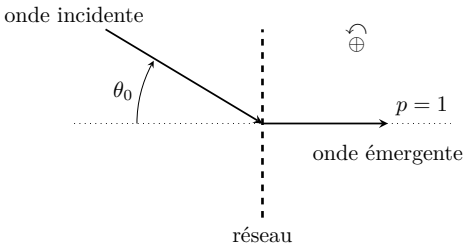
b) Calculer en traits par millimètre (résultat arrondi à la centaine la plus proche), la linéature d'un réseau comportant $n = 30\,000$ lpi .....

Entraînement 11.10 — À propos de la relation fondamentale des réseaux.

Un réseau de fentes de linéature $n = 600\,\text{traits/mm}$ est éclairé par une onde plane issue d'une source monochromatique de longueur d'onde dans l'air $\lambda = 546{,}1\,\text{nm}$ et on observe l'ordre 1 de diffraction par ce réseau en émergence normale.

On rappelle la relation fondamentale des réseaux par transmission entre l'angle d'incidence θ_0 et l'angle de diffraction θ par le réseau dans l'ordre p :

$$\sin(\theta) - \sin(\theta_0) = pn\lambda.$$



Que vaut l'angle d'incidence θ_0 (en degrés) de l'onde éclairant ce réseau ?

.....

Entraînement 11.11 — Brouillage des ordres.

Un réseau de fentes de linéature $n = 600$ traits par mm est éclairé sous incidence normale par une lampe à vapeur de mercure émettant les raies de longueur d'onde dans l'air :

λ (en nm)	404,7	407,8	435,8	491,6	546,1	577,0	579,1	623,4	690,7

On rappelle la condition d'interférences constructives entre les ondes planes diffractées dans l'ordre p par un réseau suivant la direction θ (angle mesuré par rapport à la normale au plan du réseau), éclairé par une onde plane incidente de longueur d'onde λ sous incidence normale : $\sin(\theta) = pn\lambda$

a) En exploitant le tableau, donner en degré l'intervalle $[\theta^{\min}, \theta^{\max}]$ des angles du spectre d'ordre 1 de la lampe à vapeur de mercure diffracté par ce réseau .....

b) Même question pour le spectre d'ordre 2 .....

c) Même question pour le spectre d'ordre 3 .....

d) On parle de chevauchement d'ordre quand au moins une raie d'un ordre donné s'intercale dans le spectre d'un ordre inférieur. Choisir la bonne réponse parmi les quatre propositions ci-dessous :

(a) Tout le spectre d'ordre $p = 3$ est mélangé à celui d'ordre $p = 2$.

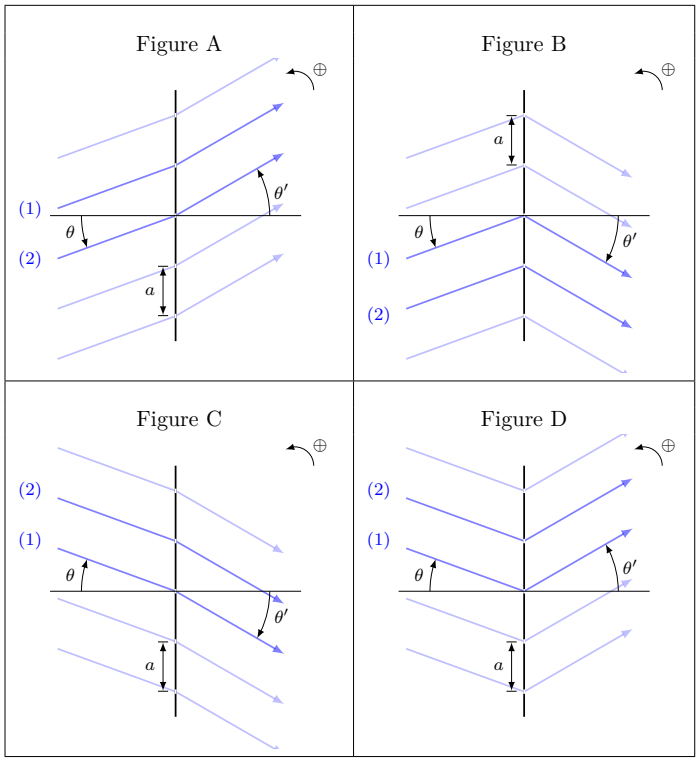
(b) Seules les trois dernières raies du mercure dans l'ordre $p = 3$ ne chevauchent pas les raies du spectre d'ordre $p = 2$.

(c) Seules les trois premières raies du mercure dans l'ordre $p = 3$ chevauchent les raies du spectre d'ordre $p = 2$.

.....

Entraînement 11.13 — Différences de marche.

On dispose d'une réseau plan constitué de n traits transparents par millimètre. Il est positionné sur un goniomètre préalablement réglé à l'infini. Ainsi, il est éclairé par une onde plane et on observe les interférences ayant lieu à l'infini. Le dispositif est plongé dans le vide (indice 1).
Nous souhaitons déterminer la différence de marche δ du rayon (2) par rapport au rayon (1) dans les différents cas représentés :



Quatre différences de marche sont proposées :

(a) $\delta = a\Big(\sin(\theta) + \sin(\theta')\Big)$
(b) $\delta = a\Big(\sin(\theta) - \sin(\theta')\Big)$
(c) $\delta = a\Big(\sin(\theta') + \sin(\theta)\Big)$
(d) $\delta = a\Big(\sin(\theta') - \sin(\theta)\Big)$

a) Dans le cas A, quelle est l'expression correcte de δ_A ? .....

b) Dans le cas B, quelle est l'expression correcte de δ_B ? .....

c) Dans le cas C, quelle est l'expression correcte de δ_C ? .....

d) Dans le cas D, quelle est l'expression correcte de δ_D ? .....