

TP de physique : écriture sur un support type CD/DVD

I Etude documentaire

A partir des quatre documents que vous avez lus, répondre aux questions suivantes :

1) Le codage des données

- Déterminer une valeur approchée de la vitesse linéaire de lecture de la piste en $m.s^{-1}$ sachant que la durée de lecture correspond à la durée de musique écoutée.
- Combien de tours par minute effectuée en moyenne le CD lors de sa lecture ?
- On veut coder (en binaire) la suite de bits 011000101110. Dessiner le profil à graver sur le disque correspondant de la suite de land et de pit (sachant qu'on démarre toujours sur un land)

2) Principe de lecture des données

Dans cette partie, l'indice optique du polycarbonate utilisé est assimilable à la valeur $n_p = 1,2$. Cet indice est lié à la célérité de la lumière V_p dans le polycarbonate par la formule : $n_p = \frac{c}{V_p}$ où c est la célérité de la lumière dans le vide ($c = 3,00.10^8 m.s^{-1}$).

- Calculer la célérité V_p de la lumière dans le polycarbonate.
- Calculer la longueur d'onde λ_p du laser dans le polycarbonate sachant que la période d'un signal ondulatoire reste inchangée quand on change de matériau (à la différence de la célérité et donc de la longueur d'onde)
- Vérifier ainsi que la profondeur d'un « pit » est de l'ordre de $\frac{\lambda_p}{4}$.
- Expliquer alors pourquoi il y a des interférences destructives au niveau du passage plat/creux (cela entraîne au niveau du capteur la transcription du nombre 1) du faisceau retour vers le capteur.
- Que se passe-t-il au niveau d'un plat (land) ? Au niveau d'un creux (pit) ?

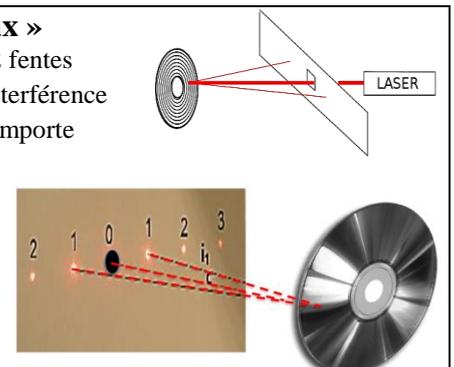
3) Le problème de la diffraction

- Calculer le diamètre de la tache due à la diffraction pour un CD (compléter le tableau de l'image 11).
- Montrer que, compte tenu des dimensions des pistes du CD, ce diamètre permet une lecture correcte.
- Faire le calcul pour un DVD sachant que la largeur d'un pit vaut $0,32 \mu m$.
- Pour un DVD, quelle doit être la profondeur d'un creux ?
- Par quel moyen un DVD permet-il d'avoir une plus grande capacité qu'un CD ? Expliquer pourquoi ce moyen permet d'avoir une plus grande capacité. Idem pour le passage du DVD à l'HD-DVD puis pour le passage de l'HD-DVD au Blu-ray ?

II Vérification de la distance entre deux sillons adjacents du CD ou du DVD

Document 1 : les supports type CD se comportent comme des « réseaux »

Les supports de type CD permettent d'obtenir un phénomène d'interférences non plus à 2 fentes comme vu précédemment en cours et en TP (fentes d'Young), mais par N fentes. Il y a interférence entre les faisceaux issus des N sources créées par un réseau ou le CD (ou DVD) qui se comporte comme un réseau par réflexion. On observera le phénomène par réflexion sur un écran. On observe des taches lumineuses correspondant à plusieurs « ordres » du phénomène, de part et d'autre de la tache centrale. Les taches les plus proches de la tache centrale sont les taches d'ordre 1 et -1 (voir figure ci-contre). On utilisera ces taches d'ordre 1 et -1 dans le travail expérimental.



Document 2 : relation des réseaux

On admet la relation des réseaux tel que pour un ordre p on a $\sin(\theta) = p * \frac{\lambda}{a}$ avec θ l'angle entre la direction de la tache centrale et la direction du rayon d'ordre p , λ la longueur dans le vide du laser utilisé et a la distance entre les deux centres de deux sillons adjacents sur le disque.

Par ailleurs, si d est la distance entre la tache 0 et la tache 1 (voir figure ci-dessus) et D la distance entre le CD et l'écran :

$\tan(\theta) = \frac{d}{D}$. Si θ est faible, on peut approximer son sin et sa tangente par lui-même et alors $\frac{\lambda}{a} = \frac{d}{D}$. Il sera impératif de vérifier au préalable cette approximation lors de l'expérience. Sinon, il faudra passer par le sin et la tan.

1) Protocole

Proposer un protocole avec le matériel mis à votre disposition pour observer la diffraction par un CD d'abord puis par un DVD et pour déterminer le paramètre a des deux supports.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3) Mesures

Déterminer les grandeurs adéquates afin de trouver les paramètres a (pour le CD) et a' (pour le DVD) et les calculer.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2) Précision des mesures

On peut calculer l'incertitude sur a à partir de la relation : $\frac{\Delta a}{a} = \sqrt{\left[\left(\frac{\Delta \lambda}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2\right]}$

On prendra $\Delta \lambda = 10 \text{ nm}$ (incertitude donnée sur plusieurs sites de vente de lasers).

Evaluation de l'incertitude sur D : Elle résulte des deux lectures faites à la règle graduée et est donnée par la $\sqrt{\frac{2}{3}} \times r$ où r est la plus petite graduation de la règle.

Evaluation de l'incertitude sur d : Il existe deux incertitudes, l'une, notée Δd_1 , qui est due aux deux lectures sur la règle (comme pour D), et l'autre, notée Δd_2 , qui provient de la difficulté d'identifier parfaitement les positions de deux maxima d'éclairement (taches). Pour Δd_2 , on évalue la largeur ε de l'intervalle sur lequel on considère qu'un maximum d'intensité s'étale et alors $\Delta d_2 = \varepsilon$

L'incertitude sur d est alors donnée par la relation : $\Delta d = \sqrt{(\Delta d_1)^2 + (\Delta d_2)^2}$.

Déterminer l'incertitude sur a et a' et les forme scientifique avec incertitude à 95 %.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3) Et le Blu-ray ?

Les fabricants donnent $a = 0,32 \mu\text{m}$.

Expliquer pourquoi on ne propose pas de faire la même étude avec un Blu-ray.

.....
.....
.....
.....
.....