

Lumière et Couleurs 1

Sujets de suivi

Les sujets de suivi doivent faire l'objet d'une recherche personnelle, encadrée, théorique ou expérimentale, pour approfondir une thématique du cours ou explorer des sujets en lisière de ce qui est présenté dans le cours. En fin de semestre, l'étudiant doit présenter ses résultats sous forme d'un exposé oral d'une quinzaine de minutes.

I. Groupe C1. Uniquement expérimentaux.

1. Franges d'égale épaisseur d'une lame de savon : Les lames minces formées par un liquide savonneux ou des huiles présentent des irisations vues en réflexion ou en transmission. Vous expliquerez d'où elles proviennent. Expérimentalement, vous réaliserez des films de savons et vous observerez l'évolution de leur coloration avec le temps.

2. Mesure de l'angle de cohérence spatiale d'une source : Une source étendue est globalement incohérente, sauf pour un pinceau lumière centré sur l'axe optique. Vous calculerez théoriquement cet angle de cohérence, puis vous le mesurez expérimentalement. Vous pouvez aussi développer les applications de la mesure, notamment en astrophysique.

3. Etude d'un spectre cannelé : La lumière apparemment blanche obtenue par un Michelson éclairé par une source étendue blanche en dehors de la frange centrale, n'est en fait pas un éclairage continu en fonction de la longueur d'onde. Vous mettrez expérimentalement en évidence ce spectre cannelé.

4. Filtrage des fréquences spatiales : La lumière diffractée par un objet présente un spectre (intensité en fonction de l'angle). Si ce spectre est lui-même diffracté, on obtient une image de l'objet diffractant. Vous montrerez expérimentalement, que en éliminant cette partie du spectre (lumière diffractée) on peut filtrer les fréquences spatiales de l'objet diffractant, c'est-à-dire le lisser ou faire une détection de contour.

5. Spectres des lampes : A l'aide d'un goniomètre et d'un réseau, explorer le spectre des lampes à vapeur de sodium, hélium, mercure et cadmium. Mesurer la position des raies et identifier les transitions électroniques correspondantes.

Bibliographie sommaire :

Optique expérimentale. Sextant.

II. Groupe B2

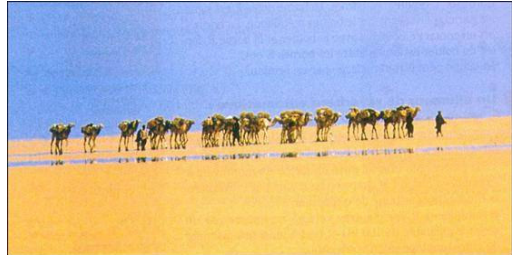
1. Etude de l'arc-en-ciel : Ce sujet est principalement une recherche bibliographique, pour étendre vos connaissances au-delà du cours et les présenter à l'ensemble des étudiants. La plupart des livres d'optique incluent une étude exhaustive de l'arc-en-ciel. Vous construirez votre exposé en vous aidant des questions suivantes.

- Quelle est la déviation D du rayon incident en fonction de l'angle d'incidence i et du premier angle réfracté r ?



- b. Trouver en fonction de n , la valeur de $\sin i$ pour laquelle la déviation du rayon incident est minimale.
- c. Trouver l'indice de réfraction de l'eau en fonction de la longueur d'onde. En déduire, l'ouverture angulaire d'un arc-en-ciel, le positionnement des couleurs.
- d. On observe parfois un arc secondaire. Celui-ci provient de deux réflexions successives dans la goutte d'eau. Refaire les questions 1-3 pour cet arc secondaire.

2. Jeux de lumières atmosphériques : Ce sujet est principalement une recherche bibliographique, pour étendre vos connaissances au-delà du cours et les présenter à l'ensemble des étudiants. En plus de l'arc-en-ciel, de nombreux jeux de lumières atmosphériques existent du fait de l'interaction entre la lumière et l'atmosphère, les nuages et la rosée : les mirages, les couronnes autour du Soleil, les halos, les gloires, les heiligenschein. Le but du suivi est de présenter, qualitativement, et non quantitativement, l'origine de ces figures atmosphériques. Je vous conseille le livre suivant *Jeux de lumières : les phénomènes lumineux du ciel* de F. Suagher et J.-P. Parisot (Besançon, Cêtre 1995), disponible à la bibliothèque physique enseignement, mais vous êtes libre de choisir le support de votre choix.



3. La couleur des flammes : Une flamme de bougie présente un gradient de couleur depuis le centre de la flamme vers l'extérieur, tandis qu'une flamme d'un réchaud à gaz ne possède qu'une couleur, le bleu. Vous préciserez pour plusieurs exemples, le mécanisme physique de l'émission et la nature physique de « l'émetteur ». On discutera, par exemple, le cas des feux d'artifices.



4. Introduction à la diffusion : La théorie de Mie. L'objectif sur projet est d'expliquer

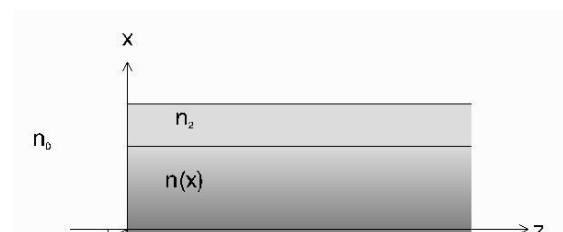
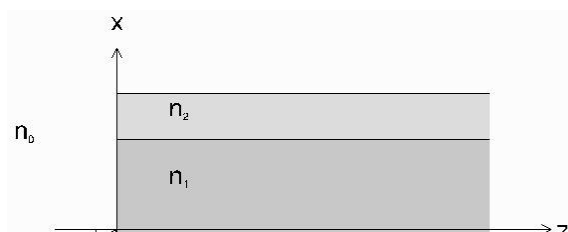


la différence de couleur du ciel et du Soleil entre la Terre et Mars. En effet (photos), sur Mars, le Soleil est bleu et le ciel rouge. En particulier, vous détaillerez les théories de diffusion de Rayleigh pour les molécules et de Mie pour les particules.



Préciser notamment la dépendance des sections efficaces en fonction de la longueur d'onde.

5. Les fibres optiques : Les fibres optiques constituent la deuxième voie essentielle de transmission de données et d'information. Vous orienterez vos recherches bibliographiques pour répondre aux questions suivantes.



- a. Dans le cas, d'une fibre à saut d'indice (cf. Fig.1), où l'indice varie brutalement d'une valeur n_1 au centre (le cœur) à une valeur plus faible n_2 à la périphérie (la gaine), montrer que tous les rayons incidents avec un angle $\theta < \theta_0$ ne peuvent pas sortir du cœur.
- b. Dans le cas d'une fibre à gradient d'indice (cf. Fig. 2), l'indice diminue de façon continue depuis la valeur n_1 sur l'axe optique à une valeur n_2 . On prendra par exemple : $n = n_1 (1 - x^2/(2\rho^2))$. Quelle quantité se conserve le long du trajet optique d'un rayon se propageant à l'intérieur de la fibre ? Déterminer l'équation différentielle d'un rayon lumineux se propageant dans la fibre, puis la solution générale de cette équation.
- c. Quelle physique limite le débit de données ?
- d. Quelle physique limite la longueur d'utilisation d'une fibre optique ?

6. Les ailes des papillons : Outre l'existence de pigments comme les caroténoïdes, qui sont trouvés dans l'alimentation, les couleurs des ailes de certains papillons sont dues à des phénomènes purement optiques (diffraction, interférences). En vous attachant aux phénomènes physiques impliqués, expliquez pourquoi les ailes des papillons sont si belles, avec de si extraordinaires couleurs. Vous pourrez ensuite essayer de voir pourquoi, par contre, les piérides ont des ailes parfaitement blanches.

7. Les pinces et les ciseaux optiques (optical tweezers) : En rendant possible la manipulation d'objets à des échelles sub-micrométriques, le développement des pièges optiques a été (et est encore) une des avancées les plus importantes de la biophysique moderne. Le piégeage optique est basé sur le transfert de moment entre le faisceau lumineux réfracté et l'objet qu'il traverse. Dans un premier temps, considérez que l'objet (sphérique) est de diamètre beaucoup plus grand que la longueur d'onde utilisée : montrez que, pour que le piège fonctionne, son indice doit être supérieur à celui du milieu qui l'environne. Pour cela, utilisez l'optique géométrique. Dans un second temps, pour traiter le cas d'un objet dont la taille est petite devant la longueur d'onde du faisceau lumineux, vous devrez l'assimiler à un dipôle ponctuel. Donner, sur quelques exemples d'applications, les échelles de valeurs réellement utilisées (taille et longueur d'onde).

Bibliographie sommaire :

Aurores, mirages, éclipse, David Lynch et William Livingston, Paris, Dunod 2002.

Jeux de lumières : les phénomènes lumineux du ciel, F. Suagher et J.-P. Parisot, Besançon, Cêtre 1995.

Télécommunications optiques, Pierre Lecoy, Paris 1992.

Traité des couleurs, L. Zuppiroli, M.-N. Bussac, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne 2001.

Transmissions sur fibres optiques – Technologie générale ???