

CONTRÔLE OPTIQUE ONDULATOIRE 1



Logo proposé par Chahine ABBAS , étudiant en PC L3 2012-2013

L'usage de la calculatrice est interdit. L'usage de tout document est interdit. Le sujet est volontairement long : faites bien ce que vous savez faire sans chercher nécessairement à aborder toute les parties. Pour y réussir, il vous est très fortement recommandé de lire tout l'énoncé avant de commencer à rédiger votre copie.

PARTIE A: QUELQUES GÉNÉRALITÉS

I. Des observations

	Lun 27 Mai	Mar 28 Mai	Mer 29 Mai	Jeu 30 Mai
8:00			8:00 - 11:00 S-U02-2310 - UEF 1 : ANALYSE DE FOURIER - M. CILIGOT-TRAVAIN Marc - L2 PHYSIQUE-CHIMIE - CM/TD - salle K VP	8:00 - 9:30 S-E02-2613 - OPTIQUE ONDULATOIRE - M. MICOLAU Gilles - L2 MATHEMATIQUES, L2 PHYSIQUE-CHIMIE - CM/TD - S-U02-2347 - 2E04 VP
9:00				
10:00	9:30 - 12:30 S-E02-2613 - OPTIQUE ONDULATOIRE - M. MICOLAU Gilles - L2 MATHEMATIQUES, L2 PHYSIQUE-CHIMIE - CM/TD - S-U02-2347 - 2W16 AUDIO			
11:00		11:00 - 12:30 A-E02-2620 - METHODE DE SEPARATION (ELECTRO - Mme ISSARTIER Sandrine, Mme TOMAO Valerie - CMI L2 PC, GR 2 L2 SVT - UEF Chimie-bio, L2 Parcours	11:00 - 12:30 CONTROLE CONTINU - M. BELTRAME Philippe - L2 PHYSIQUE-CHIMIE - CM/TP - S-E02-2614 - amphi C VP	
12:00				

FIGURE 1 – Extrait de l'emploi du temps de l'UAPV, UFR Sciences, filière L2PC de la semaine du 27 au 31 mai 2013.

I.1. Grâce à la figure 1, donner les salles dans lesquelles on eu lieu les enseignements d'Optique Ondulatoire le lundi 27 mai 2013 de M. Micolau et d'Ondes Electromagnétiques de M. Beltrame, le mercredi 29 mai.

I.2. Regarder attentivement le logo dessiné par M. Abbas tout en haut de la première page de cet énoncé. Quelle équation est écrite dans ce logo ?

I.3. Comment est il possible que dans un énoncé de Physique demandant d'explicitier l'équation de D'Alembert, et alors que celle ci est représentée dans l'énoncé en première page et que les étudiants ont eu 15 jours pour répondre à cette question, seulement quelques étudiants ont réussi à donner cette équation sans erreur ? La réponse à cette question devra comporter aux moins deux phrases complètes et ne devra pas excéder 100 mots.

I.4. A votre avis, pourquoi est il indispensable de lire un énoncé avant de commencer à y répondre ? Indication : la réponse à cette question est dans l'énoncé lui-même.

II. Des phrases claires et précises

II.1. Nous donnons la définition "Une modification des propriétés de l'espace-temps dans l'espace se propageant à une vitesse déterminée, ne transportant pas de matière mais uniquement de l'énergie d'une manière réversible constitue un phénomène ondulatoire contrairement au phénomène diffusif qui est de nature cinématiquement différente". En quelques phrases et quelques schémas essayer d'expliquer et d'exploiter cette définition. Vous devrez conclure sur votre niveau de compréhension

de cette définition.

II.2. Donner en quelques lignes, avec des phrases construites et à l'aide de schémas une définition du phénomène ondulatoire. Si vous n'êtes pas sûr de votre réponse, n'hésitez pas à demander à l'enseignant surveillant, il vous proposera une définition. Attention, cette question peut enlever des points si la réponse est erronée.

II.3. Interfrange.

II.4. En quelques phrases courtes et claires, expliquer la question précédente.

II.5. Expliquer en quelques phrases courtes, claires et précises pourquoi il est essentiel de répondre par des phrases courtes, claires et précises et non par des mots isolés, jetés négligemment sur le papier.

III. Faire preuve de nuance dans la lecture de l'énoncé

III.1. La quantité notée $\delta(M)$ dans le cours possède un nom ET une signification physique. Les deux choses n'étant pas identiques.

III.1. a. Comment s'appelle cette quantité ?

III.1. b. Quelle est sa signification physique ?

III.1. c. Si l'on vous demande "Donner la signification physique de $\delta(M)$ " faut il répondre :

a. "différence de marche", sans rien de plus.

b. " $\delta(M)$ est une quantité qui mesure la différence de chemin optique au point M entre deux ondes. Elle caractérise la différence de temps de vol entre les deux ondes, mais elle est exprimée en distance. Elle a pour nom différence de marche." et éventuellement ajouter une explication sur le chemin optique ?

III.2. Expliquer l'hypothèse dite "hypothèse scalaire de l'Optique".

III.3. Expliciter en quelques phrases claires et une équation le principe de Huygens-Fresnel.

III.4. Les deux questions précédentes sont elles identiques ? Indication 1 : si vous avez répondu par un simple "oui" ou "non" à cette question, c'est que vous n'avez pas compris que l'on attend de vous des justifications avec des arguments clairs et précis. Indication 2 : si vous avez répondu la même chose aux deux questions précédentes, vous vous êtes trompés.

III.5. Proposer une définition du mot "démonstration".

III.6. Les questions de la partie A vous ayant permis de mieux comprendre comment répondre aux questions d'un énoncé, vous devrez vous en inspirer pour répondre aux parties B , C et D qui seront les seules parties notées de ce contrôle.

PARTIE B: QUELQUES QUESTIONS D'OPTIQUE ONDULATOIRE
I. Interférences

I.1. Deux ondes monochromatiques de longueur d'onde λ_0 , issues de deux sources ponctuelles S_1 et S_2 se propagent dans le vide. En un point quelconque M de l'espace, établir l'expression de l'intensité $I(M)$ en fonction de λ_0 et des distances S_1M et S_2M . Représenter cette quantité en fonction de la quantité $\delta(M) = S_1M - S_2M$.

Indication : la question vous demande d'établir la relation. Il faut donc construire un raisonnement et ne pas répondre une formule sèche. Pour cela on doit clairement donner les étapes du raisonnement. Les sous questions qui suivent sont là pour vous guider à construire ce raisonnement. Il faut donc réussir à les relier par des locutions logiques dans votre composition. Il n'est pas nécessaire de les suivre à la lettre.

I.1. a. Faire un schéma avec les trois points S_1 , S_2 et M .

I.1. b. On considère que le point M est suffisamment éloigné des points S_1 et S_2 pour considérer que les 2 ondes sont planes au point M . On rappelle alors que l'expression de l'amplitude complexe d'une onde plane issue d'un point S s'écrit en un point M quelconque :

$$\Psi_S(M) = \Psi_0 \exp[-jkSM] \text{ avec } k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Exprimer alors l'amplitude complexe de chacune des ondes issues de S_1 et S_2 au point M .

I.1. c. Au point M , l'amplitude complexe résultante Ψ_{12} est la somme des deux amplitudes complexes Ψ_{S_1} et Ψ_{S_2} . Exprimer l'amplitude complexe $\Psi_{12}(M)$ en fonction des données de l'énoncé.

I.1. d. L'intensité $I(M)$ est le module carré de l'amplitude complexe $\Psi_{12}(M)$. Faire le calcul littéral et le simplifier en utilisant la formule d'Euler :

$$\exp(jx) + \exp(-jx) = 2\cos(x)$$

I.1. e. Ne pas oublier de faire le graphique, avec en ordonnées la quantité $I(M)$ ET en abscisses la quantité $\delta(M)$.

II. Diffraction

II.1. Énoncer le principe d'Huygens Fresnel, en quelques phrases claires et précises.

II.2. Établir l'expression de l'intensité lumineuse $I(M)$ observée sur un écran de projection situé à une distance D d'un écran diffractant percé d'une fente infiniment longue et de largeur b , éclairé par une source monochromatique de longueur d'onde λ dans les conditions de Fraunhofer. On souhaite exprimer I en fonction de la coordonnée du point M sur l'écran. Comme pour le paragraphe précédent les questions intermédiaires sont là pour vous guider dans l'établissement de cette relation.

II.2. a. Faire un schéma du dispositif en positionnant un repère cartésien (avec x horizontal et y vertical et le centre au milieu de la fente)

II.2. b. Le principe de Huygens-Fresnel permet d'exprimer l'amplitude complexe $\Psi(M)$ dans les conditions de Fraunhofer par la relation suivante :

$$\Psi(M) = \Psi_0 \int_{-b/2}^{+b/2} \exp \left[j \frac{2\pi}{\lambda D} y_P y_M \right] dy_P$$

En déduire l'expression de $\Psi(M)$ sans intégrale et en faisant intervenir la fonction sinus cardinal.

II.2. c. En déduire l'expression de l'intensité en fonction des paramètres du dispositif.

II.2. d. Tracer l'allure de l'intensité en fonction de y_M . Ne pas oublier de mettre un titre et une légende au graphe.

II.2. e. Déterminer littéralement la largeur du lobe principal. Attention on vous demande d'expliquer votre raisonnement et de ne pas répondre en une seule ligne et une seule équation.

PARTIE C: COMPOSITION LIBRE SUR LA DIFFRACTION EN OPTIQUE ONDULATOIRE

Vous composerez, sur une feuille maximum, sur le sujet de la diffraction en optique ondulatoire. L'exposé devra être clairement structuré en quatre ou cinq parties. Devront y figurer nécessairement les éléments suivants : une définition claire et exploitable du phénomène de diffraction, un exemple d'expérience standard avec un schéma, l'énoncé du principe d'Huygens Fresnel et sa traduction mathématique, la notion de diffraction de Fraunhofer, une discussion sur la taille de la tâche de diffraction. Il n'est pas nécessairement demandé de reproduire les calculs du cours : la donnée claire des hypothèses et l'explication du raisonnement amenant aux relations donnant l'intensité sur l'écran d'observation pourront suffire. Rédiger dans l'esprit d'une diffusion publique de vos explications (cours pour un élève de lycée, site internet,...). La rigueur de vos explications, de vos phrases, de vos calculs et de vos démonstrations sera un point essentiel de l'appréciation.

PARTIE D: COMPOSITION LIBRE SUR LE PHÉNOMÈNE D'INTERFÉRENCE EN OPTIQUE ONDULATOIRE

Vous composerez, sur une feuille maximum, sur le sujet des interférences en optique ondulatoire. L'exposé devra être clairement structuré en quatre ou cinq parties. Devront y figurer nécessairement les éléments suivants : une définition claire et exploitable du phénomène d'interférence, un exemple d'expérience standard avec un schéma, une discussion sur la particularité de l'optique qui consiste à observer l'intensité de l'onde et non son amplitude, des exemples d'appareils interférométrie, un exemple détaillé de mesure par interférométrie avec une application numérique (mesure d'une longueur d'onde, d'une épaisseur ou encore d'un indice optique) et quelques calculs sur l'interfrange. Il n'est pas nécessairement demandé de reproduire les calculs du cours : la donnée claire des hypothèses et l'explication du raisonnement amenant aux relations donnant l'intensité sur l'écran d'observation pourront suffire. Rédiger dans l'esprit d'une diffusion publique de vos explications (cours pour un élève de lycée, site internet,...). La rigueur de vos explications, de vos phrases, de vos calculs et de vos démonstrations sera un point essentiel de l'appréciation.

—FIN DE L'ÉNONCÉ—