



BLAISE PASCAL
PT 2018-2019

Programme des colles semaine 24 : du 25 au 29 mars

Interférences

Au programme des questions de cours

- ▷ Établir l'expression de la différence de marche dans le cas de trous d'Young éclairés par une source ponctuelle monochromatique placée sur l'axe des trous, ou bien dans le cas d'une observation à grande distance, ou bien dans le cas d'une observation dans le plan focal image d'une lentille convergente (au choix de l'interrogateur).
- ▷ Dans le cas de trous d'Young éclairés par une source étendue centrée sur l'axe optique, établir l'expression de la largeur de cohérence spatiale de la source. L'expression de la différence de marche sera rappelée sans démonstration par l'étudiant.
 - Conventionnellement, la largeur de cohérence spatiale de la source est celle pour laquelle le critère de brouillage est atteint : $\Delta p = p_{\text{extrémité}} - p_{\text{centre}} = 1/2$.
- ▷ Établir la formule des réseaux. La différence de marche entre deux motifs consécutifs doit être redémontrée, et il est attendu que l'étudiant explique pourquoi il suffit de considérer des interférences constructives entre *deux* motifs pour déterminer les directions d'interférences constructives entre *tous* les motifs.
 - Au sens du programme, la « formule des réseaux » donne la position des maxima d'intensité : $\sin \theta_p - \sin \theta_0 = p\lambda/a$. Le calcul de l'intensité dans une direction quelconque par sommation d'une suite géométrique a été fait en classe (et peut être refait en exercice), mais n'est pas l'objet de cette question de cours.
- ▷ Rappeler la constitution d'un interféromètre de Michelson. Définir les deux configurations lame d'air et coin d'air, et préciser pour chacune le lieu de localisation des franges et la façon de l'observer ainsi que la façon dont l'interféromètre doit être éclairé.
- ▷ Établir l'expression de la différence de marche en lame d'air.
- ▷ Pour un couple redox proposé par l'interrogateur, écrire l'expression de la loi de Nernst.
- ▷ Construire le diagramme potentiel-pH de l'eau. Les couples de l'eau doivent être connus des étudiants, et je préférerais que les potentiels standard le soient également même s'ils pourront être rappelés en cas de besoin.

Au programme des exercices

Chapitre 19 : Modélisation des ondes lumineuses

Extrait du programme officiel : partie 3 « Optique », bloc 1 « Modèle scalaire des ondes lumineuses ».

Le programme utilise le mot « intensité » pour décrire la grandeur détectée mais on peut utiliser indifféremment les mots « intensité » ou « éclaircissement » sans chercher à les distinguer à ce niveau. L'intensité lumineuse est introduite comme une puissance par unité de surface. Le théorème de Malus (orthogonalité des rayons de lumière et des surfaces d'ondes) est admis.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Chemin optique. Déphasage dû à la propagation. Surfaces d'ondes. Théorème de Malus (admis).	Exprimer le retard de phase en un point en fonction de la durée de propagation ou du chemin optique.
Onde plane, onde sphérique.	Associer une description de la formation des images en termes de rayon de lumière et de surfaces d'onde.
Effet d'une lentille mince dans l'approximation de Gauss.	Utiliser la propriété énonçant que le chemin optique séparant deux points conjugués est indépendant du rayon de lumière choisi.
Modèle d'émission.	Citer l'ordre de grandeur du temps de cohérence Δt de quelques sources de lumière.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Relation entre la durée des trains d'ondes et la largeur spectrale.	Utiliser la relation (admise) $\Delta f \Delta t \simeq 1$ pour lier la durée des trains d'ondes et la largeur spectrale $\Delta \lambda$ de la source.
Détecteurs. Intensité lumineuse.	Exploiter la propriété qu'un capteur optique quadratique fournit un signal proportionnel à l'énergie lumineuse reçue pendant son temps d'intégration. Citer l'ordre de grandeur du temps d'intégration de quelques capteurs optiques. Mettre en œuvre une expérience utilisant un capteur CCD.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Extrait du programme officiel : partie 3 « Optique », bloc 2 « Superposition d'ondes lumineuses ».

Notions et contenus	Capacités exigibles
Superposition d'ondes incohérentes entre elles.	Exploiter l'additivité des intensités.
Superposition de deux ondes quasi monochromatiques cohérentes entre elles.	Vérifier que les principales conditions pour que le phénomène d'interférences apparaisse (égalité des pulsations et déphasage constant dans le temps) sont réunies.
Formule de Fresnel $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\varphi$.	Établir et exploiter la formule de Fresnel.
Facteur de contraste.	Associer un bon contraste à des intensités I_1 et I_2 voisines.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Chapitre 20 : Interférences par division du front d'onde

Le jury de la banque PT a indiqué à la réunion bilan d'octobre dernier que le concours se limitait aux dispositifs du programme, c'est-à-dire les dispositifs d'Young : pas de miroir de Lloyd, bilentilles de Billet, etc. Les éventuels exercices sur ces systèmes seront traités par analogie explicite avec les trous d'Young.

Les calculs d'éclairement par intégrale sur une source étendue ou un spectre continu me semblent à la limite des objectifs du programme (voire de l'autre côté de cette limite) : ces calculs doivent être réservés aux bons étudiants et la démarche guidée. Le programme se limite à une approche semi-quantitative.

Extrait du programme officiel : partie 3 « Optique », bloc 3 « Exemple de dispositif interférentiel par division du front d'onde : trous d'Young ».

Dans le bloc 3, les trous d'Young permettent de confronter théorie et expérience. Les fentes d'Young sont abordées de manière exclusivement expérimentale. Aucune connaissance sur un autre diviseur du front d'onde n'est exigible.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Trous d'Young ponctuels dans un milieu non dispersif : source à distance finie et observation à grande distance finie. Ordre d'interférences p .	Décrire et mettre en œuvre une expérience simple d'interférences : trous d'Young ou fentes d'Young. Montrer la non localisation des franges d'interférences. Exprimer et utiliser l'ordre d'interférences.
Variations de l'ordre d'interférences p avec la position du point d'observation. Franges d'interférences. Interfrange.	Interpréter la forme des franges observées
Comparaison entre deux dispositifs expérimentaux : trous d'Young et fentes d'Young.	Comparer les deux dispositifs en mettant en évidence analogies et différences.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Variations de l'ordre d'interférences p avec la position ou la longueur d'onde de la source. Perte de contraste par élargissement spatial ou spectral de la source.	Utiliser le critère de brouillage des franges $\Delta p > 1/2$ pour interpréter des observations expérimentales.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Extrait du programme officiel : partie 3 « Optique », bloc 2 « Superposition d'ondes lumineuses ».

Notions et contenus	Capacités exigibles
Superposition de N ondes monochromatiques cohérentes entre elles, de même amplitude et dont les phases sont en progression arithmétique. Réseau par transmission.	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. Modéliser expérimentalement un spectroscopie à l'aide d'un réseau optique. Lier qualitativement le nombre de traits d'un réseau à la largeur des franges brillantes.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Chapitre 21 : Interférences par division d'amplitude

Merci de se limiter cette semaine à des exercices proches du cours, en particulier rien d'autre que du Michelson.

Extrait du programme officiel : partie 3 « Optique », bloc 4 « Exemple de dispositif interférentiel par division d'amplitude : interféromètre de Michelson ».

Dans le bloc 4, l'étude de l'interféromètre de Michelson en lame d'air permet de confronter théorie et expérience. L'étude de l'interféromètre de Michelson en coin d'air est abordée de manière exclusivement expérimentale. Pour la modélisation d'un interféromètre de Michelson on suppose la séparatrice infiniment mince.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Interféromètre de Michelson éclairé par une source spatialement étendue. Localisation (constatée) des franges.	Citer les conditions d'éclairage et d'observation en lame d'air et en coin d'air.
Lame d'air : franges d'égale inclinaison.	Régler un interféromètre de Michelson compensé pour une observation en lame d'air avec une source étendue à l'aide d'un protocole fourni. Établir et utiliser l'expression de l'ordre d'interférence en fonction de la longueur d'onde, de l'épaisseur de la lame d'air équivalente et de l'angle d'inclinaison des rayons. Mettre en œuvre un protocole pour accéder à l'ordre de grandeur de la longueur de cohérence d'une raie et à l'écart spectral d'un doublet à l'aide d'un interféromètre de Michelson.
Étude expérimentale en coin d'air : franges d'égale épaisseur.	Utiliser l'expression fournie de la différence de marche en fonction de l'épaisseur pour exprimer l'ordre d'interférence. Analyser une lame de phase introduite sur un des trajets de interféromètre de Michelson. Interpréter qualitativement le spectre cannelé en lumière blanche.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Révisions : Oxydoréduction et diagrammes potentiel-pH

Tout le programme de PTSI. Les piles seront revues très bientôt dans le cours d'électrochimie : merci de ne pas interroger dessus cette semaine.

Et après ?

- ▷ Chapitre 22 : Cinétique électrochimique ;
- ▷ Chapitre 23 : Conversion et stockage d'énergie chimique et électrique ;
- ▷ Révisions sur l'oxydoréduction et les diagrammes potentiel-pH.

- ▷ Les colles s'arrêteront aux vacances d'avril : les étudiants qui passent cette semaine vivront donc pour la plupart la dernière colle de physique de leur vie ... faites-en un grand moment ☺

Bon courage à tous,
Étienne Thibierge.