



PLAN DU COURS DE PHYSIQUE ONDES, OPTIQUE ET PHYSIQUE MODERNE

Objectif OOUT

Analyser différentes situations et phénomènes physiques liés aux ondes, à l'optique et à la physique moderne à partir de principes fondamentaux

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

TITRE DU COURS :	Ondes, optique et physique moderne
NUMÉRO DU COURS :	203-NYC-05
PRÉREQUIS :	203-NYA 201-NYA et 201-NYB
PONDÉRATION :	3 - 2 - 3
SESSION :	HIVER 2009
PROFESSEUR :	PIERRE NOËL DE TILLY

Bureau : 10.58
Téléphone : (514) 982-3437 poste 7652
Courriel : pnoel@cvm.qc.ca
Site Internet : <http://www.cvm.qc.ca/pnoel>

PHYSIQUE NYC ONDES, OPTIQUE ET PHYSIQUE MODERNE

PRÉSENTATION DU COURS

Le cours de physique « Ondes, optique et physique moderne » NYC est le troisième d'une série de trois (NYA-NYB-NYC) qui assurent une formation scientifique de base aux élèves se destinant aux études universitaires à caractère scientifique.

OBJECTIFS DU COURS

Les macrocompétences

A- CONNAISSANCES ET HABILITÉS

1. Raisonner avec rigueur.
2. Situer le contexte d'émergence et de développement des concepts scientifiques.
3. Établir des liens entre la science, la technologie et l'évolution de la société.
4. Traiter de situations nouvelles à partir de ses acquis.

B- TECHNIQUES DE TRAITEMENT D'INFORMATION ET DE COMMUNICATION

1. **Communiquer de façon claire et précise.**

C- APTITUDES PERSONNELLES À DÉVELOPPER

1. Apprendre de façon autonome.
2. Travailler en équipe.
3. Développer des attitudes propres au travail scientifique.

Énoncé de la compétence à atteindre

Analyser différentes situations et phénomènes physiques reliés aux ondes, à l'optique et à la physique moderne à partir de principes fondamentaux.

Par l'acquisition de connaissances de base en physique, ce cours a pour objectif principal de développer chez l'étudiant une pensée scientifique rigoureuse en l'initiant à l'étude de la nature et du comportement de la lumière à l'aide des phénomènes ondulatoires, de l'optique géométrique et de l'optique physique et en lui présentant les principaux aspects de la physique moderne.

Les éléments de compétence

- a) Appliquer les principes de base de la physique à la description des vibrations, des ondes et de leur propagation.
- b) Appliquer les lois de l'optique géométrique.
- c) Appliquer les caractéristiques des ondes aux phénomènes lumineux.
- d) Analyser quelques situations à partir des notions de la physique moderne.
- e) Vérifier expérimentalement quelques lois et principes reliés aux ondes, à l'optique et à la physique moderne.

Contexte de réalisation

- a) À partir de situations théoriques :
 - à l'occasion de résolution de problèmes en classe avec le professeur
 - individuellement en résolvant des problèmes à la maison.
- b) À partir de situations expérimentales
 - au laboratoire, en équipe
 - à l'aide d'un protocole expérimental, d'une documentation scientifique
 - à l'occasion de la rédaction d'un rapport de laboratoire.

Critères de performance

- Utilisation appropriée des concepts, des lois et des principes.
- Schématisation adéquate des situations physiques.
- Représentation graphique et mathématique adaptée à la nature des phénomènes.
- Justification des étapes retenues pour l'analyse des situations.
- Application rigoureuse des principaux modèles.
- Jugement critique des résultats.
- Interprétation des limites des modèles.
- Expérimentation minutieuse.
- Rédaction de rapports de laboratoire selon les normes établies.

Cadre général

L'atteinte de l'objectif nécessite la compréhension des caractéristiques de divers phénomènes vibratoires, ondulatoires et de quelques aspects de la physique moderne. Les situations d'apprentissage contribueront à l'intégration des objectifs précédents en physique. On présentera des applications techniques tirées de contextes de la vie courante et de la technologie.

On situera les grandes étapes du développement des divers modèles dans leur contexte historique.

L'étudiant(e) devra utiliser une calculatrice scientifique, l'ordinateur (*Excel, Word et des simulations appropriées*) et d'autres instruments appropriés.

Au laboratoire, on laissera graduellement à l'étudiant la responsabilité des étapes de la démarche scientifique.

CONTENU

Le contenu est basé sur les chapitres suivants de *Physique III, Optique et Physique moderne*, de Harris Benson, 3^e édition, ERPI.* Ces sections sont facultatives; le professeur précisera leur emploi en cours de route.

1- LES OSCILLATIONS

- 1.1 L'oscillation harmonique simple
- 1.2 Le système bloc-ressort
- 1.3 L'énergie dans un mouvement harmonique simple
- 1.4 Les pendules
- 1.5 La résonance

*Sujet connexe : Autant en emporte le vent : l'effondrement du pont de Tacoma Narrows

2- LES ONDES MÉCANIQUES

- 2.1 Les caractéristiques des ondes
- 2.2 La superposition d'ondes
- 2.3 La vitesse d'une impulsion sur une corde
- 2.4 La réflexion et la transmission
- 2.5 Les ondes progressives
- 2.6 Les ondes sinusoïdales progressives
- 2.7 Les ondes stationnaires
- 2.8 Les ondes stationnaires résonnantes sur une corde
- 2.9 *L'équation d'ondes
- 2.10 La propagation de l'énergie sur une corde
- 2.11 *La vitesse de propagation des ondes le long d'une corde

3- LE SON

- 3.1 La nature des ondes sonores
- 3.2 Les ondes sonores stationnaires résonnantes
- 3.3 L'effet Doppler
- 3.4 L'interférence dans le temps; les battements
- 3.5 L'intensité du son

4- RÉFLEXION ET RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE

- 4.1 Le spectre électromagnétique
- 4.2 L'optique géométrique
- 4.3 La réflexion
- 4.4 La réfraction
- 4.5 La réflexion totale interne
- 4.6 Le prisme et la dispersion
- 4.7 Les images formées par un miroir plan
- 4.8 Les miroirs sphériques
- *Aperçu historique : L'expérience du prisme de Newton
- *Sujet connexe : L'arc-en-ciel

5- LES LENTILLES ET LES INSTRUMENTS D'OPTIQUE

- 5.1 *Les dioptries sphériques
- 5.2 *La formule des opticiens
- 5.3 Les propriétés des lentilles
- 5.4 *Le grossissement
- 5.5 *La loupe
- 5.6 Le microscope composé
- 5.7 Le télescope
- 5.8 L'œil
- *Aperçu historique : L'évolution des télescopes
- * Sujet connexe : Les lentilles cornéennes

6- L'OPTIQUE PHYSIQUE (I)

- 6.1 L'interférence
- 6.2 La diffraction
- 6.3 L'expérience de Young
- 6.4 L'intensité lumineuse dans l'expérience de Young
- 6.5 Les pellicules minces
- 6.6 L'interféromètre de Michelson
- *Aperçu historique : Les deux théories de la lumière

7- L'OPTIQUE PHYSIQUE (II)

- 7.1 La diffraction de Fraunhofer et la diffraction de Fresnel
- 7.2 La diffraction produite par une fente simple
- 7.3 Le critère de Rayleigh
- 7.4 Les réseaux
- 7.5 Les fentes multiples
- 7.6 *L'intensité de la figure de diffraction produite par une fente simple
- 7.7 *Le pouvoir de résolution d'un réseau
- 7.9 La polarisation
- *Sujet connexe : L'holographie

8- LA RELATIVITÉ RESTREINTE

- 8.1 L'hypothèse de l'éther
- 8.2 L'expérience de Michelson-Morley
- 8.3 La covariance
- 8.4 Les deux postulats d'Einstein
- 8.5 Définitions
- 8.6 *La relativité de la simultanéité
- 8.7 La dilatation du temps
- 8.8 La contraction des longueurs
- 8.9 *L'effet Doppler en relativité
- 8.10 *Le paradoxe des jumeaux
- 8.11 *La transformation de Lorentz
- 8.12 *L'addition des vitesses
- 8.13 La quantité de mouvement et l'énergie
- 8.14 *La relativité et l'électromagnétisme
- 8.15 *La formulation de la transformation de Lorentz
- 8.16 *Le paradoxe de la perche et de la grange

9- LES DÉBUTS DE LA THÉORIE QUANTIQUE

- 9.1 Le rayonnement du corps noir
- 9.2 L'effet photo-électrique
- 9.3 L'effet Compton
- 9.4 Le spectre de raies
- 9.5 Les modèles atomiques
- 9.6 Le modèle de Bohr
- 9.7 La dualité onde-particule de la lumière
- *Sujet connexe : Les lasers

10- LA MÉCANIQUE ONDULATOIRE

- 10.1 Les ondes de de Broglie
- 10.2 La diffraction des électrons
- 10.3 L'équation d'onde de Schrödinger
- 10.4 La fonction d'onde
- 10.5 Applications de la mécanique ondulatoire
- 10.6 Le principe d'incertitude de Heisenberg
- 10.7 La dualité onde-particule
- *Sujet connexe : Les microscopes électroniques

EXERCICES ET PROBLÈMES

Chaque chapitre contient, en plus de la théorie, des aperçus historiques et des sujets connexes :

des **EXEMPLES** : inclus dans le texte, ils sont généralement importants. Ils servent souvent de modèle pour la résolution des EXERCICES ET PROBLÈMES DE FIN DE CHAPITRE;

des questions de **RÉVISION (R)** : questions faciles dont les réponses peuvent facilement être trouvées dans le texte.

des **QUESTIONS (Q)** : à la fin de chaque chapitre, elles constituent un moyen de vérifier la compréhension profonde après une deuxième lecture. Les réponses à ces questions peuvent être obtenues verbalement du professeur, soit en classe ou à son bureau;

des **EXERCICES** et des **PROBLÈMES** de fin de chapitre : la résolution de ces exercices et problèmes constitue l'essentiel du cours; les questions des tests seront fortement inspirées par ceux-ci. Les réponses aux EXERCICES ET PROBLÈMES DE FIN DE CHAPITRE **impairs** apparaissent à la fin du livre. Les réponses aux EXERCICES ET PROBLÈMES DE FIN DE CHAPITRE **pairs suggérés** accompagnent le CALENDRIER DES ACTIVITÉS (voir plus bas).

Un **CALENDRIER DES ACTIVITÉS** sera fourni au début de la session. Vous devrez répondre aux questions et faire les exemples, exercices et problèmes du manuel suggérés dans ce CALENDRIER DES ACTIVITÉS **en plus de ceux déjà**

faits en classe. Cela devrait vous assurer une maîtrise suffisante des notions vues dans le chapitre et l'acquisition des compétences exigées dans ce cours.

Il y a plusieurs exercices qui se ressemblent; si vous avez besoin de plus de pratique, rien ne vous empêche de faire des exercices autres que ceux qui apparaissent au calendrier. C'est à vous, individuellement, de choisir, selon vos exigences et vos difficultés, ceux que vous résoudrez.

Les exercices sont classés en deux catégories de difficulté : I, facile et II, plus difficile; il ne faut pas trop se fier à cette classification, elle est souvent trompeuse. Les problèmes sont la plupart du temps plus difficiles que les exercices.

N'oubliez pas qu'un exercice ou un problème est un **moyen** d'atteindre un objectif : la compréhension de la théorie. Mieux vaut en faire 10 de façon intelligente, en approfondissant la connaissance de la matière, qu'essayer d'en faire 20 en remplissant des formules sans comprendre ce qu'on fait.

MÉTHODOLOGIE. RESSOURCES DIDACTIQUES. DISPONIBILITÉ.

MÉTHODOLOGIE

Les modes d'intervention du professeur : Pendant la période de trois heures de théorie, stimulé par vos questions et commentaires, j'expliquerai le sujet de la semaine tout en faisant de nombreux exemples d'exercices et de problèmes. Nous utiliserons l'ordinateur pour simuler plusieurs exercices et problèmes.

Pendant la période de deux heures de laboratoire, en plus des expériences, je ferai souvent des démonstrations concrètes des phénomènes à l'étude, nous visionnerons des films et je répondrai aux questions et ferai les exercices et problèmes qui me seront demandés.

Les activités d'apprentissage des étudiants : vous devez participer activement au déroulement du cours en posant des questions aussitôt qu'un détail vous échappe, en faisant des commentaires pour corriger une erreur ou éclairer une explication et **en expliquant une notion ou un exercice au tableau**. Votre participation est nécessaire autant pour la dynamique du cours que pour votre compréhension. Vous ne devez pas venir au cours pour prendre des notes et «savoir ce qu'on fait» mais pour apprendre et comprendre à travers la dynamique du cours. Sans cela, vous perdez tous les avantages du cours, vous perdez beaucoup de temps et vous devrez travailler beaucoup plus fort à la maison.

À la maison, vous devez réviser la matière vue au cours et faire les problèmes s'y rapportant. Le délai entre le cours et la révision est très important : plus il est court et plus le processus d'apprentissage par renforcement est efficace; s'il est trop long, vous avez le temps d'oublier une partie de ce que vous avez vu en classe et le renforcement est beaucoup moins efficace. De plus, si vous travaillez au jour le jour vous pouvez me poser des questions pendant le cours sur ce que vous n'avez pas compris à la maison.

La résolution de problèmes est l'activité la plus importante dans un cours de physique. Elle assure une intégration maximum des concepts et est le test d'une compréhension véritable. Vous devez faire les problèmes que je vous donne. Si vous ne réussissez pas du premier coup, vous pouvez me demander de l'aide en classe ou pendant mes périodes de disponibilité; vous pouvez aussi travailler avec un ou plusieurs de vos collègues. Il existe aussi des modalités d'encadrement par des étudiants très forts en physique, demandez-moi des détails si le besoin s'en fait sentir.

Au laboratoire vous travaillerez par équipes de cinq ou six. Pour chaque expérience il y aura un test individuel. Pour deux des expériences il y aura un rapport de laboratoire complet à rédiger et ce pour chaque étudiant. Pour profiter au maximum des séances de laboratoire, chaque membre de l'équipe doit participer à toutes les activités de manipulation et de rédaction de tous les laboratoires.

Déroulement et fonctionnement des cours : par semaine, le cours comprend :

3 périodes de théorie : la présentation de la matière fera ressortir les notions essentielles.

Des exercices et des problèmes, souvent simulés à l'ordinateur, permettront des les rendre plus claires.

2 périodes au laboratoire : sept (7) expériences illustreront les grands principes. Les autres séances seront utilisées pour des démonstrations, des examens, des exercices, des films, etc.

3 périodes de travail personnel : chaque cours de physique demande de votre part un travail personnel constant : au **minimum 3 heures par semaine** et ce **dès la première semaine**.

RESSOURCES DIDACTIQUES :

Livres utilisés :

Manuel de cours :Benson, Harris, *Ondes, Optique et Physique Moderne*, 3^e édition, ERPI.

Durand, Stéphane, *La relativité animée*, Griffon d'Argile.

Boisclair, Pagé, *Guide des Sciences expérimentales*, 3^e éd., ERPI.

Logiciels utilisés :

Physique animée, CD vendu avec le livre de Benson.

Interactive Physics 2004, MSC Working Knowledge.

Plusieurs petits logiciels.

Autres références :

Halliday, Resnick, *Optique et physique moderne*, McGraw-Hill, 3^e éd., 2004.

Serway, Raymond A. , *Optique et physique moderne*, HRW.

Destroismaisons, M. & Asselin, S., *Optique et ondes*, Éditions Destroismaisons-Asselin.

Giancoli, Douglas C., *Ondes, optique et physique moderne*, CEC.

Auger-Ouellet, *Vibrations, ondes, optique et physique moderne*, Griffon d'Argile.

DISPONIBILITÉ :

Ma disponibilité apparaît sur l'horaire que je vous ai remis avec le plan de cours. De plus, vous pouvez me rencontrer sur **rendez-vous**. N'hésitez pas à me rencontrer personnellement, je suis là pour ça. N'attendez pas d'être sûr d'avoir besoin d'aide, souvent il sera avantageux de me rencontrer pour vous assurer que vous êtes sur le bon chemin, celui de la réussite, et pour éclaircir des détails. Une rencontre personnelle avec moi, tôt dans la session, est comme une mise-au-point pour une automobile, elle augmente les chances de se rendre à bon port.

Règlements particuliers

- Ø Tout plagiat, ou collaboration à un plagiat, entraîne la note zéro pour le travail ou l'examen concerné, et il n'y a aucun droit de reprise.
- Ø Un retard de plus de dix minutes peut être considéré comme une absence et le professeur peut exiger que l'étudiant attende la période suivante avant d'entrer en classe.
- Ø Pour réussir le cours, il faut avoir au moins 50% en théorie, au moins 50% en laboratoire et 60% pour la note globale.

Pour tout renseignement supplémentaire, voir la *Politique d'évaluation des apprentissages du département des Sciences de la nature* disponible sur le site WWW du département : <http://www.cvm.qc.ca/Sciencesdelanature/>.

ÉVALUATION

THÉORIE : 70%

TESTS : 70 % de la note finale. Il y aura 3 tests au rythme d'environ un test à toutes les 5 semaines. La note allouée à chaque question ou problème sera inscrite sur le questionnaire du test. Voir le calendrier des activités de votre groupe pour les dates précises.

Le test 1 portera sur les chapitres 1, 2 et 3 (23% de la note finale)

Le test 2 portera sur les chapitres 4,5 et 6 (23% de la note finale).

Le test 3 portera sur les chapitres 7, 8, 9 et 10 (24% de la note finale).

Les tests corrigés seront remis une semaine après. Je donnerai les solutions des numéros lors de la remise des tests corrigés.

En cas d'absence, si vous avez un papier d'un médecin, vous pourrez reprendre un et un seul test à la fin de la session.

Genre de test : Ils seront composés de questions, exercices et problèmes de même niveau que ceux du livre de cours.

On exige des solutions complètes déduites des lois générales. Ces solutions s'appuieront sur des schémas ou diagrammes clairs.

Ni les notes personnelles, ni les notes de cours, ni les livres ne sont permis lors d'un examen.

Les symboles et unités employés sont ceux du Système International d'unités (SI).

La durée d'un test est d'environ 100 minutes.

MINI-TESTS : Il y aura 3 mini-tests (**valant chacun 2 points boni**) au rythme d'environ un mini-test à toutes les 5 semaines. Voir le calendrier des activités de votre groupe pour les dates précises.
Le mini-test 1 portera sur les chapitres 1, 2 et 3.
Le mini-test 2 portera sur les chapitres 4, 5 et 6.
Le mini-test 3 portera sur les chapitres 7, 8 9, et 10.
Je donnerai les solutions des numéros immédiatement après.
Ils seront composés de questions, exercices et problèmes de même niveau que ceux du livre de cours. Un mini-test est composé de questions préparant à l'examen.
On exige des solutions complètes déduites des lois générales. Ces solutions s'appuieront sur des schémas ou diagrammes clairs.

LABORATOIRE : 30 %

EXPÉRIENCES : **24%** de la note finale. Il y aura environ 6 expériences. Voir le calendrier des activités de votre groupe pour les dates précises.
Les rapports corrigés seront remis deux semaines après. S'il y a trop de fautes de français, 10 % de la valeur maximum du laboratoire sera enlevé.
Les rapports de laboratoire doivent être remis 1 semaine après l'expérience. **Tout retard sera pénalisé de 5 % par jour. Aucun rapport ne sera accepté après la remise des rapports corrigés.**
Une absence au laboratoire, même si vous remettez un rapport, entraîne la note zéro pour le rapport de laboratoire.

PROBLÈMES CONTEXTUALISÉS : **6%** de la note finale. Il y aura environ 3 problèmes contextualisés. Voir le calendrier des activités de votre groupe pour les dates précises.
Les problèmes corrigés seront remis une semaine après. S'il y a trop de fautes de français, 10 % de la valeur maximum du problème sera enlevé.
Une absence à un problème contextualisé entraîne la note zéro.

Mesure d'encadrement de fin de session et examen de synthèse

Le dernier examen porte sur la matière vue durant toute la session. À ce titre cet examen permet d'évaluer l'ensemble des compétences théoriques acquises par l'étudiant. Par conséquent, un étudiant qui échoue selon le calcul prévu qui tient compte de toutes les évaluations se verra accorder la note de passage s'il remplit les 3 conditions suivantes :

- § Il a obtenu la note de passage aux laboratoires et problèmes contextualisés : 60%.
- § Il a obtenu la note de passage au dernier examen (examen synthèse) : 60%.
- § Il a participé à tous les examens. Son taux d'absence est inférieur à 15%. Il n'a pas de retards systématiques.