Collège de Maisonneuve

**Statut provincial:** 203-NYC

Pondération: 3-2-3
Bloc obligatoire 75 heures
Préalables : Phy NYA
Phy NYB (PR)

# Ondes et physique moderne

## Table des matières


**1. OBJET DU COURS ET SA PLACE DANS LE PROGRAMME ..... 1**

**2. COMPETENCE DEVELOPPEE DANS LE COURS ..... 2**

**3. CONTENU DU COURS ..... 3**

ONDES ..... 3
OPTIQUE GEOMETRIQUE ..... 4
OPTIQUE PHYSIQUE ..... 4
RELATIVITE RESTREINTE ..... 5
PHYSIQUE MODERNE ..... 5
EXPERIENCES DE LABORATOIRE ..... 6

**4. ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE ..... 7**

THEORIE ..... 7
LABORATOIRES ..... 7

**5. ÉVALUATION SOMMATIVE ..... 8**

CRITÈRES GÉNÉRAUX D'ÉVALUATION ..... 8

**6. MODALITES D'APPLICATION DES POLITIQUES INSTITUTIONNELLES ET REGLES DEPARTEMENTALES PARTICULIERES ..... 8**

**7. PRECISION SUR LES EVALUATIONS ..... 9**

**8. MEDIAGRAPHIE ..... 9**

MANUEL UTILISE ..... 9
CAHIER DE LABORATOIRE ..... 9
AUTRES OUVRAGES PERTINENTS ..... 9


## 1. Objet du cours et sa place dans le programme

Le cours *Ondes et physique moderne* s'adresse aux étudiants inscrits au programme Sciences de la nature. Le cours est le troisième et dernier de la série des cours obligatoires de physique.
On peut subdiviser le cours en deux parties bien distinctes: physique classique et physique moderne.

La première partie est commune et obligatoire pour tous les étudiants, excepté pour quelques points spécifiques qui tiennent compte du profil des étudiants. Cette partie, portant sur les ondes mécaniques et sonores ainsi que sur l'optique géométrique et physique, complète l'étude de la physique classique commencée dans les cours *Mécanique* et *Électricité et magnétisme*. En sciences de la santé et de la vie, on peut y ajouter des applications intéressantes, tels les ultrasons et ses applications dans le diagnostic médical, l'oeil et la correction de certaines anomalies (myopie, hypermétropie, presbytie).

La deuxième partie du cours porte sur la physique moderne et ouvre de nouveaux horizons aux étudiants: relativité, physique atomique et nucléaire, rayons X, introduction à la mécanique quantique. Le choix des sujets traités est déterminé par les professeurs en tenant compte, toujours, du profil des étudiants.

À titre de préalable l'étudiant doit avoir suivi les cours de physique NYA et NYB.

## 2. Compétence développée dans le cours

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

Les connaissances : au terme de ce cours, l'étudiant doit :

- connaître, comprendre et savoir appliquer les grandes lois rencontrées dans les trois cours de physique, et en particulier, les grands principes de conservation;
- connaître et utiliser correctement la terminologie, le symbolisme et les conventions propres à la physique;
- connaître les principales définitions en précisant la signification de tous les symboles utilisés;
- connaître les formules les plus importantes et juger des contraintes et limites de leur applicabilité;
- connaître les unités du système international (SI) et savoir faire une analyse dimensionnelle;
- connaître et maîtriser les principales fonctions mathématiques importantes en physique;
- connaître les bases du calcul intégral et différentiel nécessaires pour comprendre certaines théories;
- connaître les techniques expérimentales de base en physique et comprendre les buts, les méthodes et les limites d'un protocole proposé;
- savoir situer, à l'occasion, un certain nombre de concepts, de développements théoriques et de faits expérimentaux dans un contexte historique.

Les habiletés : au terme de ce cours, l'étudiant doit pouvoir :

- raisonner qualitativement et formaliser ses réflexions, sa démarche et son travail expérimental;
- utiliser un vocabulaire précis et décrire dans un langage cohérent les situations à l'étude en respectant l'orthographe, les règles de grammaire et la syntaxe;
- traduire un problème physique en termes mathématiques en utilisant le symbolisme et la syntaxe habituels et résoudre les équations établies;
- prévoir l'ordre de grandeur du résultat d'un calcul, critiquer le résultat obtenu et en donner une interprétation physique;
- faire les graphiques et les schémas en respectant les normes habituelles;
- résoudre un problème en le décomposant en une suite de questions intermédiaires, en utilisant une démarche cohérente et logique et les techniques mathématiques appropriées;
- effectuer une démarche expérimentale et rédiger un rapport de laboratoire;
- utiliser adéquatement divers outils techniques, appareils et instruments de mesure, en particulier dans un laboratoire de physique;
- présenter des rapports de laboratoire concis et conformes aux exigences établies, rédigés dans un français correct, clair et précis;
- intégrer les apprentissages en mathématiques au cours de physique;
- faire le transfert de ses connaissances des lois de la physique à des situations de la vie quotidienne.

Les attitudes : ce cours doit amener l'étudiant à

- prendre la responsabilité de son processus d'apprentissage;
- développer son sens critique et son esprit d'analyse et de synthèse;
- développer ses capacités de travail en équipe;
- développer le goût de poursuivre sa formation en sciences, en particulier dans le domaine de la physique moderne et des applications de la physique à la technologie et aux autres disciplines scientifiques;
- développer son intérêt pour les sciences, l'histoire des sciences, l'éthique et l'épistémologie.

## 3. Contenu du cours

***Notez que le nombre de périodes inscrit est une approximation du temps réel alloué.***
(Certains sujets et applications sont facultatifs ou peuvent varier légèrement d'un professeur à l'autre.)

### Ondes

**(≈ 20 périodes)**

| Semaines 1 à 5 | L'étudiant doit pouvoir... |
|---|---|
| Oscillateur | • donner des exemples d'oscillateurs harmoniques simples<br>• définir amplitude, période, fréquence et phase d'un oscillateur harmonique simple<br>• donner l'équation de la position en fonction du temps pour différents départs de l'objet oscillant et l'illustrer graphiquement<br>• reconnaître l'équation différentielle qui décrit l'oscillateur libre<br>• calculer l'énergie d'un système oscillant masse-ressort<br>• décrire les transferts d'énergie interne pour un oscillateur mécanique |
| Ondes progressives | • donner des exemples d'ondes longitudinales et transversales<br>• énumérer et expliquer les caractéristiques d'une onde sinusoïdale : amplitude, période, fréquence, pulsation, longueur d'onde, nombre d'onde et vitesse de propagation<br>• dire, pour chaque caractéristique, si elle dépend uniquement de la source, uniquement du milieu ou du milieu et de la source<br>• déterminer la forme particulière de la fonction d'onde sinusoïdale f(x, t) pour différentes conditions<br>• appliquer la relation donnant la vitesse de propagation d'une onde sur une corde en fonction de la densité linéaire de la corde et de sa tension<br>• énoncer le principe de superposition d'ondes et l'appliquer graphiquement<br>• tracer la forme de l'onde réfléchie et transmise d'une onde qui passe d'une corde à une autre en utilisant les coefficients de réflexion et de transmission<br>• définir l'impédance d'une corde et étendre la notion d'impédance à d'autres milieux<br>• appliquer la relation donnant la puissance d'une onde sinusoïdale en fonction de sa fréquence, de son amplitude et de l'impédance du milieu |
| Ondes sonores | • expliquer qualitativement comment sont produites les ondes sonores<br>• obtenir, par analogie avec le cas de la corde, la puissance d'une onde sonore et l'impédance d'un milieu acoustique<br>• définir l'intensité d'une onde sonore<br>• résoudre des problèmes d'intensité sonore en unités internationales et en dB<br>• appliquer les propriétés de la réflexion et de la transmission des ondes aux ultrasons utilisés en échographie et calculer les temps d'aller-retour ainsi que l'énergie correspondant aux premiers échos reçus<br>• décrire différentes applications utilisant le retour des ondes ultrasonores dans les domaines médicaux et industriels |
| Ondes stationnaires | • expliquer comment est produite une onde stationnaire<br>• énumérer et expliquer les caractéristiques d'une onde stationnaire : amplitude, période, fréquence, pulsation, longueur d'onde, nombre d'onde, position des noeuds et des ventres<br>• déterminer la forme particulière de la fonction d'onde f(x, t) pour différents choix d'origines de temps et d'espace<br>• expliquer qualitativement le phénomène de résonance et en donner des exemples<br>• appliquer les notions précédentes à des cordes fixées aux deux extrémités (instruments à cordes) et à des colonnes d'air (instruments à vent) |
| Battements | • décrire les conditions donnant lieu à des battements et trouver la fréquence de battement |

## Optique géométrique

**(≈ 15 périodes)**

| Semaines 6 à 8 | L'étudiant doit pouvoir... |
|---|---|
| Lumière et lois de l'optique géométrique | • énumérer les principaux modèles de la lumière à travers l'histoire<br>• énoncer les principes de Huygens et de Fermat<br>• démontrer les lois de la réflexion et de la réfraction à partir de l'un ou de l'autre des principes précités<br>• définir l'indice de réfraction d'un milieu<br>• expliquer le phénomène de dispersion de la lumière<br>• expliquer le phénomène de réflexion totale et donner les conditions pour l'obtenir<br>• définir rayon lumineux, faisceau lumineux, système optique, objets (réels et virtuels) et images (réelles et virtuelles) |
| Applications | • appliquer les lois de la réflexion et de la réfraction dans divers problèmes<br>• obtenir, au moyen d'un tracé de rayons lumineux, l'image d'un objet formée par un miroir plan<br>• définir le grandissement et le grossissement d'un système optique<br>• démontrer et appliquer les formules qui donnent la position de l'image produite par un dioptre sphérique ainsi que le grandissement<br>• démontrer et appliquer les formules qui donnent la position de l'image produite par une lentille mince ainsi que le grandissement<br>• définir la vergence et la distance focale d'une lentille<br>• identifier la position des foyers d'une lentille et faire le tracé des rayons principaux pour obtenir l'image d'un objet étendu<br>• résoudre, par calcul et par tracé de rayons, des problèmes impliquant deux lentilles<br>• expliquer la cause physique de certaines anomalies de l'oeil telles la myopie, l'hypermétropie, la presbytie et, à partir d'un modèle simple, corriger ces différentes anomalies<br>• démontrer et utiliser les formules du grossissement de la loupe, du microscope et de la lunette astronomique<br>• expliquer le phénomène de la profondeur de champ d'une caméra (ou de l'oeil) |

## Optique physique

**(≈ 6 périodes)**

| Semaines 9 et 10 | L'étudiant doit pouvoir... |
|---|---|
| Ondes électromagnétiques | • décrire une onde électromagnétique et les différentes régions du spectre électromagnétique |
| Interférence | • expliquer l'expérience de Young (interférence à deux fentes) et dessiner le patron d'intensité lumineuse obtenu<br>• expliquer le phénomène d'interférence à trois, quatre et N fentes (réseau) et reconnaître les patrons d'intensité lumineuse obtenus<br>• expliquer les spectres obtenus au moyen d'un réseau et résoudre des problèmes de spectroscopie<br>• expliquer l'interférence dans les pellicules minces et poser les conditions d'interférence constructive et destructive |

| | |
|---|---|
| Diffraction | • donner des exemples de diffraction de la lumière<br>• expliquer le phénomène de diffraction de Fraunhofer par une fente simple et dessiner le patron d'intensité lumineuse correspondant<br>• énoncer le critère de Rayleigh et l'utiliser dans des problèmes de fente ou d'ouverture circulaire<br>• discuter de la limite de résolution des instruments d'optique (microscope, télescope, etc.) et énumérer des moyens techniques pour l'améliorer<br>• définir la limite de résolution d'un réseau et l'utiliser |

## Relativité restreinte

**(≈ 8 périodes)**

| Semaines 11 à 13 | L'étudiant doit pouvoir... |
|---|---|
| Principe de la relativité restreinte | • énumérer les principales contradictions de la physique résolues par la théorie de la relativité<br>• expliquer l'hypothèse de l'éther et l'expérience de Michelson et Morley<br>• énoncer les postulats de la relativité restreinte |
| Les transformations de la relativité restreinte | • décrire une expérience simple qui démontre que deux observateurs en mouvement relatif divergent sur les mesures de temps et d'espace<br>• donner les expressions de la contraction des distances, la dilatation du temps et du défaut de synchronisation et les utiliser<br>• obtenir à partir des transformations de Lorentz les expressions pour les transformations de vitesses et les utiliser |
| Les bases de la mécanique relativiste | • définir la quantité de mouvement et l'énergie relativistes<br>• résoudre des problèmes simples de réactions nucléaires et de particules élémentaires en appliquant les lois de conservation de la masse-énergie et de la quantité de mouvement relativiste |

## Physique moderne

**(≈ 7 périodes)**

**Remarque** : en tenant compte du cheminement des étudiants, on choisit parmi les sujets suivants

| Semaines 14 et 15 | L'étudiant doit pouvoir... |
|---|---|
| Introduction à la physique quantique | • décrire l'effet photoélectrique et expliquer ses conditions de réalisation<br>• expliquer comment le concept de photon justifie les observations faites sur l'effet photoélectrique<br>• appliquer la loi de conservation de l'énergie à des problèmes d'effet photoélectrique<br>• expliquer les caractéristiques du modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène<br>• construire le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène ou des ions à un électron<br>• résoudre des problèmes de transitions électroniques dans les ions à un électron ou dans l'atome d'hydrogène<br>• expliquer l'hypothèse de Louis de Broglie sur la nature ondulatoire de la matière<br>• appliquer la relation de de Broglie à des problèmes d'interférence et de diffraction<br>• expliquer la portée du principe d'incertitude et l'appliquer |

| | |
|---|---|
| Physique nucléaire | • Appliquer la loi de Wien et la loi de Stefan-Boltzmann lorsque le rayonnement du corps noir est applicable.<br>• compléter une réaction nucléaire<br>• calculer l'énergie dégagée lors d'une fission nucléaire<br>• décrire ce que sont les particules $\alpha$, $\beta$ et $\gamma$<br>• différencier fission et fusion<br>• donner les conditions pour entretenir une réaction de fission<br>• différencier radioactivité naturelle et artificielle<br>• obtenir la loi de la désintégration naturelle, définir la demi-vie d'une substance et l'appliquer<br>• décrire quelques applications (médicales, agricoles, industrielles) utilisant des produits radioactifs (naturels et artificiels)<br>• discuter des effets des radiations sur les cellules<br>• appliquer la loi de désintégration dans des problèmes de datation au carbone 14. |

## Expériences de laboratoire

**(≈ 12 périodes)**

***Remarque :*** Les expériences mentionnées sont sujettes à des modifications éventuelles.

| | |
|---|---|
| Résonnance | • analyse les différentes formes de systèmes oscillants (libre, amorti et entretenu) |
| Ondes stationnaires | • expérimentation avec les ondes sonores dans un tube ouvert et fermé (mesure de la position des nœuds, résonance etc..) |
| Lentilles | • mesure les caractéristiques de lentilles divergentes et convergentes, séparément et en association, sur un banc d'optique |
| Modèle de l'oeil | • utilise un montage qui simule l'œil (cornée, cristallins interchangeables, milieu aqueux et rétine mobile) pour mesurer les caractéristiques d'un œil normal et d'un œil myope<br>• calcule théoriquement, puis vérifie expérimentalement, la vergence du verre requis pour corriger cette myopie |
| Interférence et diffraction | • analyse les figures de diffraction et d'interférence produites par la lumière d'un faisceau laser qui rencontre un obstacle ou qui passe par un système d'une ou de plusieurs ouvertures. |
| Ondes ultrasonores | • mesure de la vitesse d'un chariot par effet Doppler<br>• interférence de Young et interférence d'une onde ultrasonore |

## 4. Activités d'enseignement et d'apprentissage

Le cours se donne à raison de cinq heures de théorie par semaine sauf, évidemment, les semaines où des séances de laboratoire sont prévues.
Dans ce cas, il y aura trois heures de théorie et deux heures de laboratoire.

### Théorie

Les méthodes pédagogiques peuvent varier d'un professeur à un autre. Généralement, le professeur expose la théorie en classe par des cours de type magistral. Quelle que soit la méthode utilisée, le professeur fait lui-même et fait travailler par les étudiants, en classe, un certain nombre de problèmes, dans le but d'aider l'étudiant à comprendre la théorie. De plus, chaque semaine, le professeur indique aux étudiants un certain nombre de problèmes à faire à la maison. Le travail régulier constitue certainement une des conditions essentielles de la réussite.

### Laboratoires

L'étudiant doit effectuer toutes les expériences dont la liste apparaît précédemment.
Pour s'assurer de la participation continue des étudiants, le département de physique a établi les règlements suivants.

Les étudiants travaillent par équipes de deux au maximum. Ces équipes sont formées au début de la session et restent les mêmes pour toute la durée de la session.

***La présence des deux membres est obligatoire*** pour toutes les séances prévues sur la *feuille de route*. Chaque absence entraîne, pour l'étudiant concerné, une note zéro pour ce laboratoire.

Les rapports sont communs et la note va aux deux étudiants. Les rapports doivent être remis généralement une semaine ou deux (voir la feuille de route) après la séance de laboratoire, au début de la période normalement prévue pour les séances de laboratoire. Bien entendu les deux partenaires d'une même équipe sont conjointement responsables de la remise des travaux de laboratoire (préparations et rapports).

De plus chaque étudiant sera noté, pour la plupart des expériences, sur un travail préparatoire qu'il devra remettre avant la séance de laboratoire. Ces travaux sont appelés *préparations* sur la *feuille de route*.

Un examen pratique de laboratoire servira à vérifier l'acquisition, par chaque étudiant, de certaines théories et techniques vues en laboratoire.

La ponctualité à un laboratoire est très importante puisque plusieurs séances de laboratoire sont largement dirigées en début de séance. Le professeur se réserve le droit de pénaliser l'étudiant dont le retard n'est pas justifié.
Un calendrier des séances de laboratoire sera fourni, sur la feuille de route, au début de la session.

Veuillez noter qu'il est strictement interdit de boire et de manger dans les laboratoires de physique, et ce, autant pendant les cours théoriques que pendant les expériences de laboratoires.

## 5. Évaluation sommative

Le barème de la session se répartit comme suit:

- théorie (80 à 85 % ) Contrôles, devoirs et autres environ 50%
  Examen final environ 30%

- laboratoires (15 à 20%)

***Remarque :***
Pour plus de précision, veuillez consulter la ***feuille de route*** de votre enseignant(e).

Le professeur évalue tout travail (et en particulier les examens) à partir de ce que l'étudiant a effectivement écrit et non en fonction de ce qu'il a voulu écrire.

Il peut arriver que les dates des examens soient modifiées en cours de session. Le département considère cependant que ***les étudiants demeurent disponibles jusqu'à la date de fin de session prévue au calendrier modifié.***

Le calendrier scolaire prévoit normalement certaines journées d'évaluation formative. L'évaluation formative a pour but de fournir à l'étudiant, durant le déroulement d'un cours, de l'information sur son apprentissage dans le but de l'aider à poursuivre son cours. Les journées d'évaluation formative peuvent comprendre des activités dirigées ou des activités de tutorat et la présence des étudiants à ces journées peut-être exigée.

### Critères généraux d'évaluation

1. Utilisation appropriée des concepts, des principes et des lois.

2. Schématisation adéquate des situations physiques.

3. Représentation graphique adaptée à la nature des phénomènes.

4. Justification des étapes retenues pour l'analyse des situations.

5. Application rigoureuse des lois de l'électricité et du magnétisme.

6. Jugement critique des résultats.

## 6. Modalités d'application des politiques institutionnelles et règles départementales particulières

La présence aux cours est très importante. L'étudiant qui suit un cours, loin de subir une perte de temps, fait déjà une partie du travail d'apprentissage sur place. Il en faut peu pour conclure que l'étudiant qui manque un cours s'expose à un surcroît de travail. Les absences répétées risquent de représenter un retard difficile à rattraper.

Dans le contexte actuel où l'étudiant est invité à prendre ses propres responsabilités, et à assumer ses libertés d'adulte, le département de physique n'impose pas généralement la présence obligatoire aux cours théoriques; il existe cependant un certain nombre d'absences limite, au-delà duquel un étudiant ne pourra pratiquement plus récupérer sa session. ***La présence aux laboratoires et aux contrôles est évidemment obligatoire*** .

Toutes les politiques concernant l'évaluation, les absences, retards, etc. sont consignées dans les deux documents suivants :

1) La politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages (PIÉA):

http://physique.cmaisonneuve.qc.ca/PIEA.pdf

2) La politique départementale d'évaluation des apprentissages (PDÉA:

http://physique.cmaisonneuve.qc.ca/PDEA-Physique.pdf

## 7. Précision sur les évaluations

**a. Dates et pondération** : voir la feuille de route du professeur.

**b. Remise des travaux**
Tous les travaux de laboratoire et les examens sont conservés au département par les professeurs concernés durant au moins une session. Les étudiants doivent remettre au professeur leur copie, après consultation; ***aucune copie ne doit sortir de la classe***. Cependant, les étudiants peuvent revoir leurs copies au bureau du professeur durant les périodes de disponibilité de celui-ci.

## 8. Médiagraphie

### Manuel utilisé

SÉGUIN, Marc. Physique XXI. Volume C. Ondes et physique moderne. 2010. Montréal : 2010. 572 p.

### Cahier de laboratoire

Cahier Coop (numéro donné par le professeur en début de session)

### Autres ouvrages pertinents


- BENSON, Harris. Physique 3: Ondes, optique et physique moderne. 2e éd.
  Montréal : Éditions ERPI, 1999 428 p.

- SERWAY , Raymond A. , Physique 3 : Optique et physique moderne. 4e éd.
  Laval: Études vivantes , 1996. 326p.

- LAFRANCE, René, Optique et physique moderne.
  Montréal : Chenelière Éducation, 2014. 476 p.