



**Collège Lionel-Groulx**  
100, rue Duquet  
Sainte-Thérèse (Québec)  
J7E 3G6  
Téléphone. : (450) 430-3120  
Télécopieur : (450) 971-7883

**SESSION :** H-2007  
**NO DE COURS :** 203-NYC-05  
**PRÉALABLE(S) :** 203-NYB-05

**01 Enseignement régulier :** X  
**02 Formation continue :**

# PLAN DE COURS

**PROGRAMME :** SCIENCES DE LA NATURE  
**TITRE DU COURS :** ONDES ET PHYSIQUE MODERNE  
**PONDÉRATION DU COURS :** 3-2-3  
**DISCIPLINE :** PHYSIQUE

**NOM DU PROFESSEUR**

**NUMÉRO DU LOCAL**

**SIMON VILLENEUVE** <http://www.cchic.ca/svilleneuve/> S-339 ☎ 561

## PRÉAMBULE ET PRÉALABLES

Les cours de physique au niveau secondaire ont été l'occasion de s'initier à une certaine connaissance de la méthode scientifique et d'y chercher à développer un raisonnement logique et rigoureux.

Les cours de physique NYA et NYB de niveau collégial poursuivent les mêmes objectifs tout en permettant d'y approfondir nos connaissances de la physique, d'en découvrir les grandes lois fondamentales, et de montrer aussi l'importance d'utiliser avec intelligence les instruments mathématiques développés dans les cours de mathématiques NYA et NYB. En principe on considère donc que les élèves ont atteint ce niveau et acquis de bonnes habiletés dans le calcul différentiel et intégral, le calcul vectoriel, le traitement des fonctions algébriques, trigonométriques, exponentielles, logarithmiques et autres et la résolution de systèmes d'équations.

Il s'avère donc clair que l'analyse mathématique est tout à fait intégrée à l'étude des sujets traités et c'est dans cette voie que s'inscrivent les objectifs du cours de physique NYC.

Il y a cependant un écueil d'importance qu'il faut éviter à tout prix. Et nous citerons à ce sujet des commentaires recueillis par David Sénéchal du département de physique à l'université de Sherbrooke. Ils ressortent d'une rencontre informelle entre professeurs d'universités et de cégeps en mai 1994.

*"En physique, la difficulté principale provient de la relation que font les étudiants entre, d'une part, les concepts et lois de la physique et, d'autre part, les expressions mathématiques qui les représentent. Les étudiants accordent une importance trop grande à l'aspect littéral de ces expressions, ce qui rend difficile l'application de ces concepts à des situations où la traduction en symboles mathématiques des données du problème n'est pas immédiate. Les activités dans lesquelles les étudiants n'ont qu'à substituer des nombres dans des formules évidentes sont donc à décourager, en comparaison de celles où ils doivent parcourir un chemin plus long et identifier les concepts et lois nécessaires à la résolution du problème."*

À ce stade il doit être clair dans l'esprit de chacun que le fait de mémoriser des équations, des formules et même des définitions n'assure pas nécessairement une compréhension acceptable des notions fondamentales. Cette pratique tendancieuse a été maintes fois décriée par les professeurs du département. Il est à espérer qu'avec l'expérience les élèves auront appris à surmonter cet obstacle à l'acquisition d'une bonne compréhension des idées et des notions de physique et de leurs applications. C'est pourquoi des objectifs très spécifiques sont formulés, par chapitre, afin de guider les élèves dans leur cheminement et leur apprentissage (annexe III).

## OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Le cours de physique NYC "Ondes et physique moderne" ne déroge pas aux objectifs généraux déjà énoncés dans les plans des cours précédents. Il est cependant terminal en ce sens qu'il vient compléter par l'étude de l'optique physique et géométrique l'exploration du vaste champ de connaissances que couvre la physique (dite "classique") au niveau collégial. Mais qu'on se rassure, l'étude de la physique ce n'est pas "terminé". Elle commence pour la majorité d'entre nous car ses applications et ses implications se ramifient dans tous les domaines scientifiques (chimie, biologie, génie, médecine, physiothérapie, etc.) et de façon surprenante dans des domaines apparemment éloignés des sciences.

Par le biais de l'étude de la physique moderne le cours NYC tente aussi de présenter un début de synthèse qui devrait conduire à une meilleure compréhension de la matière et de certains aspects nouveaux que révèlent les découvertes de notre univers. Pour couvrir les points essentiels bien qu'encore rudimentaires, de la théorie quantique, de la mécanique ondulatoire et de la physique nucléaire, on fera appel aux principes et lois élaborés en mécanique et en électromagnétisme. On pourra ainsi apprécier que la physique n'est pas un ramassis de concepts et principes morcelés mais se présente comme un ensemble cohérent.

## OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Les objectifs spécifiques du cours sont présentés de façon systématique et par chapitre sous la forme de guides. Ils sont annexés au plan de cours. Il y aurait avantage à les insérer dans les notes de cours et les solutions d'exercices à titre d'introduction à chaque chapitre.

Pour chacun des chapitres au programme on trouvera généralement :

- . les points essentiels qui seront couverts parmi ceux présentés au début de chaque chapitre par l'auteur du manuel.
- . les objectifs particuliers à atteindre en termes de définitions, descriptions, énoncés, démonstrations et applications qu'il faudra être capable de reproduire après en avoir acquis une bonne compréhension. Il s'agit de montrer qu'on maîtrise les concepts, les principes et les lois en s'aidant au besoin de figures, schémas et graphiques appropriés. Au sujet des démonstrations, on se servira au départ des hypothèses énoncées dans le chapitre concerné.
- . les thèmes et sujets particuliers des exercices et problèmes à résoudre.
- . les instruments mathématiques particuliers à maîtriser dans le chapitre, s'il y a lieu (ex. produit vectoriel, différentielle partielle, intégrale de ligne).
- . les sujets facultatifs abordés dans le livre et les encadrés suggérés.
- . les lectures complémentaires suggérées.

Dans le calendrier des activités (annexe II) on trouvera la liste des chapitres et des sections au programme, les numéros des exercices et des problèmes à résoudre, les dates d'examen proposées, le tout répertorié selon les semaines du calendrier scolaire.

### Remarque

Au besoin on trouvera en annexes B et C du manuel les rappels mathématiques qui pourront être utiles, convenant au niveau mathématique proposé au cours de chaque chapitre.

## MÉTHODOLOGIE

### NOTES SUR LE MANUEL ET LES COURS

Étant donné l'augmentation exponentielle du nombre de découvertes et de la somme des connaissances avec le temps, tout ce qu'on apprend depuis la première année à l'élémentaire jusqu'à la fin "officielle" des études représentera peut-être 20 à 30% des connaissances à acquérir pendant une vie professionnelle pour assurer pleinement un rôle dans la société et apporter une contribution aussi modeste soit-elle à son développement.

Il s'agit donc "d'apprendre à apprendre", de consentir à étudier seul dans des bouquins et d'arriver à les comprendre et les maîtriser le mieux possible : cela requiert une méthode et bien sûr de l'habitude.

Dans sa préface et sous la rubrique "Notes aux étudiants" Raymond A. Serway, qui est l'auteur du manuel utilisé antérieurement (voir la bibliographie), insiste sur l'importance de la lecture.

"Une lecture attentive est indispensable et il faut se rappeler que rares sont ceux qui peuvent assimiler le contenu d'un texte scientifique dès la première lecture. Il est donc tout à fait normal que vous deviez relire certains passages à plusieurs reprises et recourir à vos notes de cours. Il s'avère bien que le premier outil didactique

indispensable à l'acquisition de connaissances et de compétences soit bien le manuel<sup>1</sup>.

De plus *Physique animée*, un logiciel fonctionnant avec le système Windows (version 3.1, 95 et 98) sert de laboratoire virtuel pour illustrer ou résoudre plusieurs exercices typiques. Ce logiciel est inséré dans le manuel sous forme d'un CD-ROM.

Les cours seront axés sur les illustrations des phénomènes physiques, la résolution de problèmes et la présentation des parties les plus abstraites et mathématiques du volume. Les points particuliers qui posent un problème y seront abordés. Les questions en classe seront d'autant plus appréciées que, si elles sont opportunes, elles pourront souvent apporter des éclaircissements à tous les élèves. Cette façon de procéder (le couple manuel/cours) peut paraître ardue et exigeante mais elle permet d'acquérir très rapidement une maîtrise dans l'apprentissage de la matière pour autant qu'on persévère dans un cheminement personnel.

**L'étude au jour le jour bien qu'elle exige une grande discipline personnelle est finalement la plus efficace!**  
Après deux cours de physique, on peut espérer que tous les élèves en soient convaincus!

### ACTIVITÉS HEBDOMADAIRES

Ces activités hebdomadaires sont généralement précisées dans le calendrier du plan de cours à l'exception des mini-tests. Il s'agit du contenu du cours établi en relation avec le manuel, des exercices et des problèmes recommandés, des sujets des activités au laboratoire, des examens prévus. Il est essentiel d'apprendre à appliquer les principes théoriques c'est pourquoi la résolution des exercices et des problèmes assignés est primordiale.

À l'occasion, il y aura des minitests d'une courte durée (10 minutes) proposés au début d'une période d'activités. Ils portent sur des définitions, des concepts et des applications simples sur les sujets abordés aux périodes précédentes.

Les examens au nombre de quatre sont programmés dans le calendrier. On trouvera dans les guides spécifiques à chaque chapitre des renseignements sur l'objet des questions auxquelles on doit se préparer. En général l'élève devra prévoir :

- . une question sur les définitions, les concepts et la compréhension des lois étudiées;
- . une démonstration;
- . deux ou trois problèmes : la solution de chacun de ces problèmes devra toujours être accompagnée D'UN SCHÉMA APPROPRIÉ sur lequel apparaîtront TOUS LES SYMBOLES UTILISÉS au cours du déroulement de la solution. SI CETTE EXIGENCE N'EST PAS REMPLIE, LE PROBLÈME RISQUE DE NE PAS ÊTRE CORRIGÉ.

Les expériences de laboratoire se font par équipe de deux élèves (ou trois si les circonstances l'imposent) et font l'objet d'un rapport rédigé selon les indications du guide de travaux pratiques. Ce rapport est préparé par les membres de l'équipe. Le tableau des mesures et les graphiques sont rédigés à l'aide du chiffrier Microsoft Excel disponible au laboratoire.

Il y aura deux tests sur les activités relatives au laboratoire, qui porteront sur la compréhension des principes et des procédés utilisés et les règles de présentation des résultats (format du tableau des mesures, calcul des incertitudes à l'aide du calcul différentiel, graphiques, courbe de tendance, ...).

---

<sup>1</sup> "Ouvrage didactique présentant sous un format maniable les notions essentielles d'une science, les connaissances exigées par un programme scolaire." (Petit Robert I - SNL - p. 1149 - 1977)

## MANUEL

*"Physique III. Ondes, optique et physique moderne" 3<sup>e</sup> édition.*

Harris Benson, Éditions du Renouveau pédagogique inc., 2005.

Il est recommandé de lire attentivement l'avant propos. Elle comporte des renseignements judicieux pour une bonne utilisation du manuel, particulièrement à la page VI.

## AUTRES VOLUMES

*"Guide de travaux pratiques, ondes et physique moderne".*

(À se procurer.)

*"Guide des sciences expérimentales".*

Gilles Boisclair, Jocelyne Pagé, ERPI, 2004, 3<sup>e</sup> édition (recommandé, pour consultation).

502.02/B682g/1998

## INSTRUMENTS DIDACTIQUES

- Calculatrice (scientifique).
- Règle en plastique transparent de 30 cm.
- Rapporteur d'angles (minimum 15 cm de diamètre).
- Clé USB (ou autre support compatible pour l'enregistrement des travaux informatiques).

Ce matériel sera pratiquement utile à chaque cours et à chaque laboratoire.

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

L'évaluation est continue : il n'y a pas d'examen cumulatif. La note de passage est de 60%. La répartition des notes est la suivante :

### Contenu théorique

Examens au nombre de quatre (4 x 17,5 points)	70 points
Minitests	5 points

### Contenu expérimental

Rapports de laboratoire	15 points
Tests relatifs au laboratoire (2 x 5 points)	<u>10 points</u>
	100 points

### Règles particulières

Les attentes et exigences du département de physique sont précisées dans la politique d'évaluation des apprentissages incluse dans ce plan de cours.

## MÉDIAGRAPHIE

Pour le cours de physique NYC il s'agit surtout d'une bibliographie. Voici les principaux auteurs et titres de manuels que vous pourrez consulter à l'occasion, répertoriés par ordre d'importance et d'accessibilité relativement au programme.

Raymond A. Serway, Physique III. Optique et physique moderne, Éditions Études Vivantes, 1997.

Douglas C. Giancoli, Ondes, optique et physique moderne, CEC, 1993.

Sylvie Asselin, Safinoz Calamarry, Michel Destroismaisons, Pierre Issid et Pierre Morin, Physique une approche structurée. Optique, ondes et physique moderne 301, Guérin, 1996.

Alan Cromer, Optique et structure de la matière, McGraw-Hill, éditeurs, 1984.

Resnick-Halliday, Physique 3 Ondes, optique et physique moderne, Chenelière / McGraw-Hill, 2004.

André Auger et Carol Ouellet, Vibrations, ondes, optique et physique moderne, Les éditions Le Griffon d'Argile, 1989.

Daniel Boutin, Excel en physique, informatisez vos rapports de laboratoire, Chenelières/McGraw-Hill, 1997.

Jean-Marie Gagnon et Réjean Gaudette, Guide pour la rédaction d'un rapport scientifique, Les Éditions de la Chenelière, 1995.

Parmi de nouvelles acquisitions dans le domaine historique les titres suivants sont suggérés :

Emilio Segré, Les physiciens classiques et leurs découvertes, Fayard (530.9 S455f Fc), chapitres I, II, III.

Emilio Segré, Les physiciens modernes et leurs découvertes, Fayard (530.9 S455f FL).

CD Physics for Window, David Halliday et Robert Resnick, 94, John Wiley & Sons Inc. and Smart Books Inc.

Vidéo :

\* La Dualité onde-corpuscule, TVONTARIO International Tele-Film.

\* Physics demonstrations in sound and wave

\* Physics demonstrations in light

## ANNEXE I

### POLITIQUE D'ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES DE LA DISCIPLINE PHYSIQUE

#### Article 1 : Introduction

- a) La présente politique s'applique à l'ensemble des cours qui sont donnés par la discipline physique, tant ceux de l'enseignement régulier que ceux de l'éducation permanente et en accord avec la politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages au collège.
- b) Le plan d'étude d'un cours donné est préparé ou révisé en concertation par l'ensemble des enseignants et enseignantes qui ont à le donner. Sauf dans le cas de situation extraordinaire, il n'y a pas de changement au plan d'étude.

#### Article 2 : Pondération des différents modes d'évaluation

- a) La note de passage est de 60 %.
- b) 70% à 80% des points sont accordés pour les examens et les minitest; 30% à 20% des points sont accordés pour les activités reliées au laboratoire (questions, contrôles, rapports).
- c) Un examen ne peut compter pour plus de 20% de la note finale.

#### Article 3 : Présence au cours et date de remise des travaux

- a) La présence au cours est obligatoire.
- b) Tout travail (rapport de laboratoire, exercices à remettre, etc...) doit être remis dans un délai d'une semaine. Il y a une pénalité de 20 % après ce délai. Après 7 jours de retard la note est 0.

#### Article 4 : Présence aux activités d'évaluation

- a) L'élève est tenu de se conformer à toute activité d'évaluation prévue au plan de cours (examen, minitest, laboratoire, etc...). L'absence à l'une ou l'autre de ces activités d'évaluation entraîne immédiatement la note zéro.
- b) Dans le cas d'une absence motivée par un motif raisonnable (cas de force majeure justifié par un document écrit; par exemple : deuil, hospitalisation, assignation en cour) l'activité peut être reprise à titre exceptionnel. L'élève doit prendre l'initiative de rencontrer son professeur afin de déterminer les modalités de reprise de l'activité d'évaluation.

Dans le cas d'une absence sans motif raisonnable à un examen, celui-ci est remplacé par un examen de synthèse (portant sur toute la matière) qui a lieu en fin de session.

- c) Toute activité de remplacement pourra être d'un degré de difficulté supérieur à celle remplacée.

Article 5 : Présentation des travaux

Le professeur donne aux élèves les informations et les consignes relatives à la présentation des travaux écrits. Un maximum de 10 % peut être alloué à la qualité de la présentation.

Tout travail peut être refusé s'il comporte des vices de présentation.

Article 6 : Qualité de la langue dans les travaux

La qualité de la langue est évaluée dans les travaux écrits (examens, rapports de laboratoire). Un maximum de 10 % peut être alloué à la qualité de la langue.

Article 7 : Plagiat

Tout plagiat, toute tentative de plagiat ou toute collaboration à un plagiat entraînent immédiatement la note zéro pour l'activité en cause. Toute autre tricherie (falsification, fausse représentation, etc...) entraîne également la note 0 pour l'activité.

Article 8 : Révision de note

Toute demande de révision de note est faite dans le cadre des modalités prévues à la politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages. Voir ci-dessous l'article 5.6.3 de la politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages :

**5.6.3 Procédure de révision de la note finale**

*L'étudiant ou l'étudiante qui désire une révision de sa note finale fait une demande écrite de révision adressée à son enseignant ou enseignante qui doit répondre par écrit dans les dix jours suivant la réception de la demande.*

*Dans le cas d'insatisfaction, l'étudiant ou l'étudiante peut soumettre par écrit son cas au coordonnateur ou à la coordonnatrice de département. Ce dernier ou cette dernière verra à former un comité de révision de note en conformité avec les règles convenues au Collège.*

*La décision du comité de révision est finale et sans appel.*

*Cette procédure doit s'amorcer dans la période entre la réception du bulletin et le début de la session suivante.*

*Le Collège indique dans le bulletin de l'étudiant ou de l'étudiante l'échéance pour modifier le résultat scolaire d'une session donnée.*

## ANNEXE II

### CALENDRIER DES ACTIVITÉS

Semaine	Sections à étudier	Laboratoires ou cours-laboratoires	Exercices et Problèmes	Examens
1	1.1, 1.2, 1.3, 1.5 et 1.6 (étude qualitative seulement)		Ch. 1 E: 1, 5, 7, 11, 10, 13, 15, 18, 21, 53, 55, 57, 58, 60 P: 1	
2	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 et 2.6.	Mesure de la vitesse d'une impulsion sur un ressort (1)	Ch. 2 E: 1, 6, 7, 9, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 35, 43, 48, 62, 68 P: 2	
3	2.7, 2.8, 2.9 et 2.10* 3.1* et 3.2	Tube de Kundt (mesure de la vitesse du son dans l'air à l'aide d'une colonne d'air de longueur variable)  (cours-laboratoire)	Ch. 2 E: 38 Ch. 3 E: 1, 3, 13, 15, 17, 19, 21	
4	Suite du chapitre 3 (3.3, 3.4 et 3.5) (exercices et problèmes)	Mesure de la vitesse du son dans l'air (2)	Ch. 3 E: 23, 24, 25, 27, 31, 32, 36, 46, 55 P: 3, 9	
5	4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 et 4.7	(Présentation vidéo) Le modèle corpusculaire. Le modèle ondulatoire. Le modèle électromagnétique (TV ONTARIO)	Ch. 4 E: 1, 2, 7, 9, 11, 13, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 33, 36, 46, 48, 50	Ch. 1, 2 et 3
6	4.8 5.3, 5.1, 5.2 et 5.4	La lentille convergente (3)	Ch. 4 P: 1, 3, 8  Ch. 5 E: 1, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 25	
7	5.5, 5.6, 5.7 et 5.8	Miroir sphérique et combinaison de lentilles (cours-labo.)	Ch. 5 E: 27, 29, 31, 32, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 59	
8	Exercices et problèmes	Quelques instruments d'optique (cours-labo.)	Ch. 5 P: 1, 2, 3, 4, 7, 9, 14	
9	Ch. 6.1, 6.2, 6.3 et 6.4		Ch. 6 E: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15, 25, 27, 31, 33, 35,	Ch. 4 et 5

Semaine	Sections à étudier	Laboratoires ou cours-laboratoires	Exercices et Problèmes	Examens
			38 et 39	
10	6.5 et 6.6 7.5, 7.4, 7.1, et 7.2	Interférence des ondes ultrasoniques (4)	Ch. 6 P: 1, 5, 6, 9, 11	
11	Ch. 7.3, 7.6, 7.7, 7.9*	Résolution de l'oeil (cours-labo)	Ch. 7 E: 1, 3, 6, 7, 9, 11, 13, 17, 19, 21	
12	Exercices et problèmes	Expérience de spectroscopie (5)	Ch. 7 E: 23, 25, 27, 31, 48, 50, 52 P: 3, 9, 11	
13	Ch. 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6 et 9.7	(Présentation vidéo) La notion de quantum. Les photons. La nature ondulatoire de la lumière. (TVONTARIO)	Ch. 9 E: 1, 3, 9, 10, 11, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 26 P: 2, 8	Ch. 6 et 7
14	Ch. 10.1 et 10.2 12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, 12.6 et 12.7		Ch. 9 E: 37, 39, 43, 45, 55, 62 Ch. 12 3, 7, 8, 11, 13, 17, 19, 22	
15	Exercices et problèmes	La décroissance de l'indium radioactif (6)	Ch. 12 E: 25, 27, 29, 36, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 51, 55, 72, 76  Ch. 12 P: 2, 7	
16	<b>Semaine d'évaluation</b>			Ch. 9, 10 et 12

\* texte de base (caractères noirs) seulement à l'étude

## ANNEXE III

### Chapitre 1

#### Les oscillations

- (1) Points essentiels
- Oscillation harmonique simple.
  - Mouvement harmonique simple.
  - Énergies cinétique et potentielle.
  - Résonance.
- (2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :
- définir
- oscillation harmonique simple, oscillations amorties, oscillations forcées, résonance.
  - mouvement harmonique simple.
  - amplitude, fréquence, période, fréquence angulaire ou pulsation.
  - phase et constante de phase.
  - puits de potentiel.
- énoncer, décrire, appliquer
- mouvement harmonique simple (MHS) en termes de position, vitesse et accélération (expressions et graphiques).
  - la signification de la phase et de la constante de phase.
  - les 3 propriétés d'un oscillateur harmonique simple.
  - les 3 conditions pour qu'il y ait MHS.
  - conservation de l'énergie mécanique dans le cas du MHS.
  - loi de Hooke.
  - Signification physique du phénomène de résonance et condition de réalisation
- démontrer à partir des hypothèses énoncées après en avoir acquis une bonne compréhension
- période d'un système bloc-ressort à partir de l'étude dynamique et de l'équation différentielle caractérisant tous les types d'oscillations harmoniques simples.
  - énergie mécanique totale pour le MHS.
- (3) Résoudre des exercices et des problèmes qui consistent à :
- (uniquement le MHS du système bloc-ressort)
- déterminer les paramètres  $A$ ,  $\omega$  et  $\phi$  du MHS à partir du graphique  $x(t)$ .
  - calculer  $v(t)$  et  $a(t)$  à partir de  $x(t)$ .
  - évaluer la constante de phase  $\phi$  et l'amplitude  $A$  à partir des conditions initiales  $x(0)$  et  $v(0)$ .
  - déterminer  $x(t)$  à partir de  $A$ ,  $\omega$  et  $\phi$ .
  - vérifier la conservation de l'énergie mécanique dans le cas du MHS du système bloc-ressort.
- (4) Instruments mathématiques particuliers à maîtriser
- Solutions d'équations incluant des fonctions trigonométriques et des fonctions trigonométriques inverses.
  - Cercle trigonométrique.
  - Équation différentielle (interprétation).
  - Dérivée des fonctions  $\sin(ax)$  et  $\cos(ax)$ .
- (5) Lectures complémentaire : l'effondrement du pont de Tacoma Narrows.

## Chapitre 2

### Les ondes mécaniques

(1) Points essentiels

- Caractéristique des ondes.
- Vitesse d'une impulsion.
- Ondes sinusoïdales progressives.
- Ondes stationnaires.
- Énergie transportée.
- Équation d'onde.

(2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :  
définir

- onde (généralité).
- onde mécanique et onde électromagnétique.
- impulsion.
- onde longitudinale et onde transversale.
- fonction d'onde d'une onde progressive.
- fonction d'onde sinusoïdale progressive.
- longueur d'onde et nombre d'onde.
- crête et creux.
- fréquence et pulsation.
- vitesse de propagation de l'onde et vitesse d'une particule du milieu.
- accélération d'une particule du milieu.
- ondes stationnaires, noeuds et ventres.
- fréquence fondamentale ou de la première harmonique.
- équation d'onde linéaire.

énoncer, décrire, appliquer (figures, schémas, graphiques illustratifs)

- superposition des ondes.
- interférence constructive et interférence destructive.
- réflexion et transmission.
- onde sinusoïdale et MHS.
- onde sinusoïdale stationnaire (conditions de réalisation).

démontrer à partir des hypothèses énoncées après en avoir acquis une bonne compréhension

- le calcul de la vitesse d'une impulsion à partir du référentiel qui se déplace avec l'onde.
- la fonction d'onde d'une onde sinusoïdale stationnaire.
- $\lambda$  et  $f$  de la  $n^{\text{ième}}$  harmonique d'une onde sinusoïdale stationnaire en fonction de la longueur de la corde  $L$  et de la vitesse de l'onde.
- établir l'équation d'onde.

(3) Résoudre des exercices et des problèmes qui consistent à :

- interpréter le graphique d'une onde sinusoïdale progressive pour trouver la fonction d'onde en évaluant  $A$ ,  $k$ ,  $\omega$  et  $\phi$  (et l'inverse).
- vérifier que  $y(x, t)$  est solution de l'équation d'onde.
- évaluer la vitesse transversale et l'accélération d'une particule du milieu où passe une onde.
- évaluer la vitesse de l'onde sur une corde.
- faire le diagramme représentant les différents modes d'une onde stationnaire sur une corde.

(4) Instruments mathématiques particuliers à maîtriser

Différentielle partielle, équation différentielle simple, démonstration alternative de l'expression de la puissance moyenne transmise par l'onde.

## Chapitre 3

### Le son

(1) Points essentiels

- Nature des ondes sonores.
- Ondes stationnaires résonantes.
- Effet Doppler.
- Battements.

(2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :

définir

- infrasons, sons audibles et ultrasons.
- fronts d'onde, fronts d'onde sphériques, fronts d'onde plans.
- effet Doppler et onde de choc.
- battements et fréquence de battements.
- dimension et unité de l'intensité.
- échelle des décibels (dB).

énoncer, décrire, appliquer (figures, schémas, graphiques illustratifs)

- modes de résonance et harmoniques pour un tuyau fermé et pour un tuyau ouvert.
- figure représentant les fronts d'onde pour une source (ou un observateur) en mouvement.

démontrer à partir des hypothèses énoncées après en avoir acquis une bonne compréhension

- l'expression des harmoniques pour un tuyau fermé et un tuyau ouvert.
- l'expression de la fréquence observée lorsqu'il y a mouvement relatif entre la source et l'observateur (les deux cas possibles).
- l'expression de l'équation du MHS résultant en un point donné de la superposition de deux ondes de longueur d'onde légèrement différente et de l'expression de la fréquence des battements.

(3) Résoudre des exercices et des problèmes qui consistent à :

- établir les différents modes de résonance pour un tuyau fermé ou ouvert (figure, et relation entre  $f$ ,  $\lambda$  et longueur du tuyau).
- évaluer la fréquence perçue lorsqu'il y a déplacement de la source et/ou de l'observateur.
- calculer la fréquence des battements.
- évaluer l'intensité du son en  $w/m^2$  selon sa valeur en décibels et l'inverse.
- évaluer l'intensité d'un son à l'aide de l'échelle logarithmique des décibels.

(4) Instruments mathématiques particuliers à maîtriser :

- opérations avec fonctions logarithmiques (base 10).

(5) Lecture complémentaire : (section 3.7)

- les séries de Fourier et les spectres sonores (composantes harmoniques).
- signification du théorème de Fourier.

## Chapitre 4

### Réflexion et réfraction de la lumière

#### (1) Points essentiels

- Spectre électromagnétique.
- Lois de l'optique géométrique : réflexion, réfraction, réflexion interne totale.
- Prisme et dispersion.
- Miroirs et images (formules et tracés des rayons).

#### (2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :

##### définir

- |   |   |
|---|---|
| - spectre électromagnétique et ses différentes composantes. | - prisme et dispersion.                 |
| - optique géométrique.                                      | - objets réel et virtuel.               |
| - rayon.  | - images réelle et virtuelle.           |
| - diffraction.  | - miroir concave et miroir convexe.     |
| - réflexion, réfraction et indice de réfraction.            | - foyer réel et foyer virtuel.          |
| - angle critique.   | - distance focale et rayon de courbure. |
|   | - nanomètre (nm)                        |

##### énoncer, décrire, appliquer

- |   |   |
|---|---|
| - modes de production des différentes composantes du spectre électromagnétique (lumière visible, infrarouge, rayons X et rayons $\gamma$ ). | - formation du mirage.                    |
| - loi de la réflexion.  | - dispersion de la lumière par le prisme. |
| - principe d'Huygens.   | - miroir plan.                            |
| - réflexion totale interne et calcul de l'angle critique.   | - rayons principaux.                      |
|   | - convention des signes pour p, q et f.   |
|   | - rayons paraxiaux.                       |
|   | - aberration de sphéricité.               |

##### démontrer

- loi de la réflexion et de la réfraction à partir du principe d'Huygens.
- formule des miroirs (miroir plan, miroir concave, miroir convexe).
- grandissement linéaire.

#### (3) Résoudre des exercices et des problèmes qui consistent à :

- ordonner les différentes composantes du spectre électromagnétique selon la fréquence ou la longueur d'onde.
- appliquer les lois de la réflexion et de la réfraction (dans le prisme par exemple).
- suivre la marche d'un rayon lumineux à travers un prisme.
- suivre la marche d'un rayon lumineux dans le cas de la réflexion totale interne.
- calculer la déviation d'un rayon lumineux par un prisme.
- solution graphique et algébrique pour localiser l'image, et déterminer la nature et la grandeur de l'image pour les systèmes suivants:
  - . miroir plan, 2 miroirs à angle, et miroir sphérique concave et convexe.

#### (5) Lectures complémentaires suggérées :

- la vitesse de la lumière section 4.9
- aperçu historique : l'expérience du prisme de Newton.
- sujet connexe : l'arc-en-ciel.

## Chapitre 5

### Les lentilles et les instruments d'optique

(1) Points essentiels

- Tracés des rayons pour les lentilles.
- Grossissement angulaire.
- Microscope et télescope.
- Oeil.

(2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :

définir

- Dioptre sphérique.
- lentille convergente et lentille divergente, lentille mince.
- foyer.
- aberration chromatique, aberration de sphéricité.
- distance focale, distance objet, distance image.
- grandissement transversale ou linéaire.
- loupe.
- grossissement (angulaire).
- microscope composé.
- télescope, lunette astronomique, lunette de Galilée.
- punctum remotum, punctum proximum.
- hypermétropie, presbytie, myopie.
- puissance d'une lentille et l'unité "dioptrie".

énoncer, décrire, appliquer

- image réelle, image virtuelle; objet réel et objet virtuel.
- tracé des rayons principaux pour une lentille mince.
- fonctionnement de la loupe.
- fonctionnement du microscope composé.
- fonctionnement de la lunette astronomique.
- fonctionnement de l'oeil.
- corrections des défauts de l'oeil (presbytie, myopie et hypermétropie) par une lentille mince.

Démontrer

- Formule du dioptre sphérique et formule des opticiens.
- formule des lentilles minces.
- formule du grandissement d'une lentille mince.
- grossissement de la loupe et du microscope composé.
- grossissement de la lunette.

(3) Résoudre des exercices et des problèmes qui consistent en :

- La solution graphique (par les rayons principaux) et la solution algébrique pour localiser l'image, sa nature et sa grandeur pour les systèmes suivants
  - . combinaison de deux lentilles, de deux dioptries et calcul du grandissement total
  - . loupe et calcul du grossissement
  - . microscope composé et lunette de Képler et calcul du grossissement
  - . correction des problèmes de l'œil
  - . calcul du grandissement et du grossissement

(4) Lecture complémentaire :

- aperçu historique : l'évolution des télescopes.

## Chapitre 6

### L'optique physique (I)

(1) Points essentiels

- Interférence et diffraction.
- Expérience de Young : franges d'interférence et intensités.
- Interférence dans les pellicules minces.

(2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :

définir

- interférences constructive et destructive.
- diffraction.
- différence de marche et différence de phase.
- frange d'interférence.
- sources cohérentes.

énoncer, décrire, appliquer

- dispositif de Young pour produire des franges d'interférence à partir de la lumière du Soleil.
- interférence produite par une pellicule mince.
- formation des couleurs cyan, jaune et magenta par l'absence de certaines couleurs du spectre de la lumière visible.
- pellicule mince et pellicule d'épaisseurs variables.
- enduit antireflet.
- anneaux de Newton.
- fonctionnement de l'interféromètre de Michelson (la poursuite des trajets (2) de la lumière).

démontrer

- l'expression de l'intensité lumineuse dans le cadre du dispositif de Young (deux méthodes : avec l'identité trigonométrique et avec les vecteurs de Fresnel) qui sont introduits au chapitre 7.

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs à :

- position des franges d'interférence pour un dispositif à 2 fentes (dispositif de Young).
- calcul du déphasage produit par réflexion.
- calcul du déphasage produit par l'épaisseur d'une pellicule mince.
- nombre des franges d'interférence pour une pellicule d'épaisseur variable.
- calcul de l'épaisseur minimale pour un enduit antireflet.
- couleur d'une pellicule mince en fonction de l'absence d'une couleur primaire par interférence destructive.

(4) Lecture complémentaire :

- Aperçu historique : les deux théories de la lumière.

(1) Points essentiels

- Diffraction produite par une fente simple.
- Critère de Rayleigh.
- Réseau.
- Fentes multiples.
- Intensités dans les cas de fentes multiples et simple.

(2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :

définir

- diffraction de Fresnel et diffraction de Fraunhofer.
- critère de Rayleigh.
- pouvoir de résolution.
- séparation angulaire critique.
- réseau.
- relation géométrique entre onde et vecteur de Fresnel.
- polarisation de la lumière.

énoncer, décrire, appliquer

- diffraction produite par une fente simple pour une onde plane.
- interférence et diffraction combinées.
- interférence pour un dispositif à plusieurs fentes et utilisation des vecteurs de Fresnel.
- polarisation de la lumière (qualitativement seulement).

démontrer

- intensité de la figure de diffraction produite par une fente simple.
- pouvoir de résolution du réseau.

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs à :

- position des franges d'interférence pour une fente, plusieurs fentes et le réseau.
- position des franges d'interférence pour deux fentes en tenant compte de la largeur des fentes (interférence et diffraction combinées).
- séparation angulaire critique pour une fente et pour une ouverture circulaire.
- calculs impliquant l'utilisation du diagramme de Fresnel pour déterminer l'onde résultante provenant de deux ou plusieurs fentes espacées régulièrement.
- nombre d'ordres complets et chevauchement des ordres pour un réseau.

(4) Instruments mathématiques particuliers à maîtriser.  
Addition des vecteurs par la méthode graphique.

(5) Lecture suggérée:

- sujet connexe : l'holographie.

## Chapitre 9

### Les débuts de la théorie quantique

(1) Points essentiels

- Rayonnement d'un corps noir.
- Loi de Planck et hypothèse d'Einstein.
- Effet photoélectrique.
- Effet Compton (étude qualitative).
- Modèles de l'atome.
- Théorie et modèle de Bohr.
- Dualité onde-particule de la lumière.

(2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :

définir

- Corps noir.
- Catastrophe ultraviolette.
- Effet photo-électrique.
- Potentiel d'arrêt.
- Photon.
- Travail d'extraction.
- Fréquence de seuil.
- Effet Compton (qualitatif).
- Spectre de raies.

énoncer, décrire, appliquer

- loi du déplacement spectral de Wien.
- accord de la loi du rayonnement de Wien et loi de Rayleigh-Jeans avec le spectre de rayonnement du corps noir.
- hypothèse quantique de Planck et loi du rayonnement de Planck.
- hypothèse quantique d'Einstein.
- le modèle de Bohr pour l'atome d'hydrogène et ses 3 postulats.
- le diagramme des niveaux d'énergie pour l'hydrogène.
- formule de Balmer.
- modèle de l'atome selon J.J. Thomson.
- modèle de l'atome selon Ernest Rutherford.
- principe de correspondance.
- dualité onde-particule.

démontrer

- équation photoélectrique.
- le rayon et l'énergie totale de la  $n^{\circ}$  orbite pour l'atome d'hydrogène.
- La formule de Rydberg à l'aide des équations 9.21 et 9.24.

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs aux :

- calcul de  $\lambda_{\text{max}}$  du spectre de rayonnement.
- calcul de l'énergie d'un photon.
- calcul de la longueur d'onde de seuil.
- calcul du travail d'extraction.
- calcul de l'énergie cinétique maximale des photoélectrons.
- calcul des caractéristiques des photons émis ou absorbés ( $f$ ,  $\lambda$  et  $E$ ) à partir du diagramme des niveaux d'énergie pour l'atome d'hydrogène.

(4) Instruments mathématiques particuliers à maîtriser.

- Dérivée des fonctions exponentielles.

(5) Notions complémentaires. Chapitre 10 10.1 : l'hypothèse de Broglie (matière au programme) (lien avec le 3<sup>e</sup> postulat de Bohr).  
10.2 : étude qualitative seulement.

(6) Lecture suggérée :

- sujet connexe : les lasers.

## Chapitre 12

### La physique nucléaire

(1) Points essentiels

- Énergie de liaison d'un noyau.
- Radioactivité  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et neutrons.
- Loi de désintégration radioactive.
- Réactions nucléaires.
- Fission, fusion.

(2) Objectifs particuliers à atteindre. Il s'agit d'être capable de :

définir

- nucléon et nuclide.
- numéro atomique et nombre de masse.
- isotope.
- unité de masse atomique (définition opérationnelle).
- constante de désintégration et demi-vie.
- les unités : becquerel (Bq) et curie (Ci).

énoncer, décrire, appliquer

- abondance relative de chaque isotope et calcul de la masse atomique.
- énergie de liaison et énergie de liaison moyenne par nucléon.
- l'équation et le processus de désintégration pour les particules  $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$  et  $\gamma$
- énergie de la réaction nucléaire (Q).
- notations d'une réaction nucléaire.
- fission et fusion nucléaire.
- réaction exothermique et endothermique.

démontrer

- la loi de la désintégration.
- l'expression de la demi-vie en fonction de la constante de désintégration.

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs aux :

- calcul de la masse atomique selon l'abondance relative de chaque isotope.
- calcul de l'énergie de liaison du noyau.
- calcul de l'énergie de liaison par nucléon.
- calculs impliquant les différents paramètres dans le cadre d'un processus de désintégration.  $R$ ,  $N$ ,  $\lambda$ ,  $T_{1/2}$ ...
- datation radioactive avec le  $^{14}\text{C}$ .
- calcul de l'énergie nucléaire dans le cadre d'une réaction exothermique/endothémique et de fission/fusion.
- Écriture de l'équation représentant une réaction nucléaire.

(4) Instruments mathématiques particuliers à maîtriser :

- calcul de l'intégrale de  $dx/x$ ; fonction exponentielle décroissante et son graphique; utilisation du papier semi-logarithmique.
- opérations avec les fonctions  $\ln x$  et  $e^x$ .

(5) Lectures complémentaires :

- sujet connexe : les réacteurs nucléaires.
- les particules élémentaires (chapitre 13). Lecture de vacances!

## ANNEXE IV

### CORRECTIONS AU VOLUME DE HARRIS BENSON, PHYSIQUE III 2<sup>e</sup> édition

(\* pour la 3<sup>e</sup> édition)

page *	Page	Correction
	24	Exercice 15, lire $x = A \sin(\omega t)$
	27	E 55, lire $t = 0,05$ s E 60, montage selon la figure 1.4
59	56	E 27, c) lire « quel est le déplacement maximal du point de la corde de coordonné $x = 0,5$ cm
	74	Dans l'exemple 3,6 $I/I_0 = 10^{8,5}$
	117	Dans le résumé, 3 <sup>e</sup> paragraphe, lire selon la loi de la réflexion.
130	126	P3 : pour $\theta$ très petit.
168		E43 : enlever le mot ' myope'
	169	Figure 6.6 a $a > \lambda$ dans les deux cas
	179	Figure 6.21 : le rayon R se prolonge jusqu'à la surface convexe
207, 210 et 213	200, 203	Dans la légende des figures 7.7, 7.12 et 7.15 lire graphique de l'intensité des franges d'interférence au lieu de figure d'interférence
209	202	Exemple 7.3 : 3 <sup>e</sup> ligne de la solution, lire 0,03 s d'arc
232	224	Exercice 7 : lire un signal de 5kHz
276	269	Exemple 9.2 b) $I = 113$ au lieu de $133 \frac{W}{m^2}$
	281	dernier paragraphe, 4 <sup>e</sup> ligne, lire : $E_3 = -13,6/3^2$
289		Figure 9.14 : il faut enlever la 3 <sup>e</sup> barre de la série de Paschen (celle qui arrive entre $n=5$ et $n=6$ )
	294	Exercice 17, lire $1,34$ KW/m <sup>2</sup>
	297	Problème 2, biffer (équation 9.2)
303		Ajouter le symbole $\Delta$ devant $V_0$
	354	Exemple 12.2 : $\frac{4\pi}{3}(1,2 \times 16^{\frac{1}{3}} \times 10^{-15} \text{ m})^3 =$ $V = 1.16 \times 10^{-43} \text{ m}^3$
	362	Exemple 12.6 : dans la formule lire $N = mN_A/M$ , dans le texte lire $N_0 = (1,3 \times 10^{-12})N$ et avant dernière ligne de la solution remplacer log par ln
	375	Exercice 8, lire 9% de ${}^{22}_{10}\text{Ne}$ Exercice 13, la masse de ${}^{13}_7\text{N}$ est de 13,005739 u
	376	Exercice 36, la masse du ${}^{210}_{84}\text{Po}$ est de 209,982848 u
	377	Exercice 51, la masse du ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ est de 143,92267 u

page *	Page	Correction
		La masse du $^{89}_{36}\text{Kr}$ est de 88,917555 u
387		Exercice 72, retirer les mots < en électronvolts >
	414	Réponse à l'exercice 11 b, ch.1 : $v_x = \pm 0,611$ m/s
433		E48 : lire 0.0060 au lieu de 0.0600
435	417	Réponse à l'exercice 1 ch. 5 b) 2,28 cm Réponse à l'exercice 9, ch.5 : a) 18,1 mm et pour b) 18,5 mm Réponse à l'exercice 39, ch. 5 $G = +4$ Réponse à l'exercice 15, ch. 6 : 1,38 m sans l'approximation des angles petits
436	418	Réponse au problème 6, ch. 6 : 1.9 cm Réponse à l'exercice 5, ch. 7 : a) $1,79 \times 10^3$ Hz Réponse à l'exercice 7, ch. 7 : a) il n'y a pas de minimum de diffraction ici car $\lambda \cong a$ b) $32^0$
	419	Réponse de l'exercice 26, ch. 9 : a) $4,03 \times 10^{-15}$ V · s
	420	Réponse de l'exercice 25, ch. 12 : $2,71 \times 10^4$ a (années)
439		Réponse à l'exercice 62, ch. 9 : remplacer m par n'