

MINISTERE DE LA COMMUNAUTE FRANCAISE

ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTE FRANCAISE

Administration Générale de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

Service général des Affaires pédagogiques,
de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage
de l'Enseignement organisé par la Communauté française

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ORDINAIRE DE PLEIN EXERCICE

HUMANITES GENERALES ET TECHNOLOGIQUES

ENSEIGNEMENT GENERAL ET TECHNIQUE DE TRANSITION

Troisième degré

PROGRAMME D'ETUDES

**** DU COURS DE**

PHYSIQUE

**** DE L'ACTIVITE AU CHOIX**

RENFORCEMENT DE LA PRATIQUE DE LABORATOIRE EN PHYSIQUE

122-2/2001/240

AVERTISSEMENT

Le présent programme entre en application

- à partir de 2002-2003, pour la 1^{ère} année du degré;
- à partir de 2003-2004, pour les deux années du degré.

Il abroge et remplace, année par année :

- le programme 7/5770 du 11 août 1997, à partir du 1^{er} septembre 2002 ;
- le programme 7/5853 du 24 novembre 1998, à partir du 1^{er} septembre 2003.

Ce programme figure sur RESTODE, serveur pédagogique de l'enseignement organisé par la Communauté française.

Adresse : <http://www.restode.cfwb.be>

Il peut en outre être imprimé au format PDF.

ADMINISTRATION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



*Service général des Affaires pédagogiques
de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage de
L'Enseignement organisé par la Communauté Française*

Enseignement secondaire ordinaire de plein exercice
Humanités générales et technologiques

Enseignement secondaire général
et technique de transition

**Troisième degré
5e année**

Programmes d'étude du cours de
PHYSIQUE

Table des matières

A. INTRODUCTION

1. OBJECTIFS
2. ATTITUDES
3. COMPETENCES SCIENTIFIQUES (SCIENCES DE BASE)
4. COMPETENCES SCIENTIFIQUES (SCIENCES GÉNÉRALES)
5. MISE EN APPLICATION DES PROGRAMMES

B. NIVEAU SCIENCES GÉNÉRALES

1. MÉCANIQUE
2. ELECTROMAGNÉTISME
 - Electrostatique*
 - Electrocinétique*
 - Electromagnétisme*
3. SYNTHÈSE

C. NIVEAU SCIENCES DE BASE

1. ENERGIE
 - L'énergie mécanique*
 - Énergie et machines thermiques*
2. ELECTROMAGNÉTISME

D. BIBLIOGRAPHIE

A. Introduction

1. OBJECTIFS

Le décret relatif aux compétences terminales et savoirs requis en sciences pour l'enseignement secondaire de transition définit clairement les enjeux de l'enseignement des sciences et de la physique en particulier :

1. former des citoyens
2. former des scientifiques

Le décret détermine ainsi 2 niveaux distincts :

1. les sciences de base nécessaires à chacun pour gérer sa vie de citoyen
2. les sciences générales nécessaires à ceux qui orientent leur formation vers les sciences, les mathématiques et les technologies

1. Former des citoyens : les sciences de base

Faire en sorte que chacun puisse avoir une certaine compréhension de son environnement, même si celui-ci devient de plus en plus scientifique.

Pour cela, il faut avoir une petite idée de ce qu'est un atome, avoir une certaine compréhension de ce qu'est l'énergie, la radioactivité, la lumière...

C'est au travers des activités expérimentales que l'élève comprendra et progressera. Et ceci est d'autant plus vrai pour les élèves qui ont de plus grandes difficultés dans cette discipline.

Le cours de physique n'a de sens que si les élèves manipulent, participent à des discussions et sont confrontés à des questions de réflexion qui les interpellent et font appel à leur bon sens.

Il faut insister ici sur le rôle formateur du cours de physique : il doit faire acquérir des modes de raisonnement, des méthodes de travail et des attitudes d'honnêteté intellectuelle, d'ouverture d'esprit mais aussi de sens critique.

Enfin, il faut faire apparaître, dans notre enseignement, les liens entre la physique et les questions qui nous concernent tous. Il est important de démontrer au travers d'applications technologiques et d'exemples simples pris dans les domaines du sport, de la musique, de la médecine ou des communications que la physique intervient partout autour de nous et qu'elle nous aide à comprendre comment le monde fonctionne.

2. Former des scientifiques : les sciences générales

A ceux qui ont choisi de s'orienter vers les sciences, les mathématiques ou les technologies, nous voulons offrir une formation qui les prépare aux études supérieures scientifiques.

Pour un enseignement de la physique à ce niveau, deux conditions nous paraissent essentielles aujourd'hui : il faut un enseignement **expérimental** et **qui intègre les techniques de l'information et de la communication**.

- **Un enseignement expérimental**

Qu'apporte l'expérience ?

- elle permet de confronter ses représentations à la réalité
- elle apprend à observer et éveille la curiosité
- elle développe la créativité, l'habileté technique et l'esprit critique
- elle favorise l'apprentissage de l'autonomie, de l'initiative et du sens des responsabilités
- elle fait acquérir des méthodes de travail et des modes de raisonnement
- elle apprend aussi, et ceci est essentiel pour la formation du futur citoyen, à travailler en équipe.

- **Un enseignement qui intègre les technologies de l'information et de la communication**

Le cours de physique fournit l'occasion d'acquérir certaines compétences dans l'utilisation des TIC comme par exemple :

- automatiser l'acquisition et le traitement des données pour permettre de multiplier les exemples et d'approfondir la réflexion
- faire une recherche documentaire et critique sur CD-ROM ou sur le web et confronter les informations obtenues
- produire des documents de qualité utilisant l'importation d'images et de graphiques
- échanger les documents par courrier électronique entre les différents établissements faisant les mêmes mesures simultanément mais dans un autre environnement.
-

2. ATTITUDES

Les cours de physique niveau **sciences de base** et niveau **sciences générales** doivent non seulement développer des compétences et des savoirs spécifiques à la physique mais aussi faire adopter des attitudes directement liées aux activités scientifiques.

Ces attitudes déterminent la manière d'apprendre, d'utiliser ses connaissances, de penser et d'agir.

Elles sont indispensables à tout citoyen responsable appelé à prendre une place active dans la vie économique, sociale et culturelle.

- ◆ **L'honnêteté intellectuelle**

- rapporter ce que l'on observe et non ce que l'on pense devoir observer ;
- reconnaître les limitations du travail entrepris ;
- lors de la participation aux débats sur les questions posées à la société, s'investir dans une étude sérieuse et une analyse critique de la question ou suspendre son jugement.

◆ L'ouverture d'esprit et l'esprit critique

- être ouvert aux idées nouvelles et inhabituelles mais suspendre son jugement s'il n'existe pas de données crédibles ou d'argumentations logiques qui les défendent ;
- reconnaître les explications inconsistantes, les généralisations abusives, les failles dans une argumentation ;
- avoir pris l'habitude de se poser toujours la question : « Comment est-on arrivé à ces conclusions ? » ;
- chercher à se documenter à diverses sources en confrontant les informations recueillies.

◆ La curiosité

s'étonner, se poser des questions sur les phénomènes qui nous entourent et vouloir y rechercher des réponses.

◆ Le travail en équipe :

- prendre sa part de responsabilité dans un travail en équipe ;
- prendre conscience de la part que chacun apporte dans la réalisation d'un travail ;
- écouter l'autre et être prêt à envisager d'autres hypothèses que les siennes.

3. *COMPETENCES SCIENTIFIQUES* (Sciences de base)

L'ensemble des cours de physique de 4^e, 5^e et 6^e du niveau **sciences de base** apprend à l'élève à :

- confronter ses représentations avec les observations expérimentales et les théories établies ;
- modéliser : construire un modèle qui rend compte de manière satisfaisante des faits observés ;
- expérimenter ;
- utiliser une démarche scientifique pour appréhender des phénomènes naturels ou des processus technologiques ;
- maîtriser des savoirs scientifiques permettant de prendre une part active dans une société technico-scientifique ;
- bâtir un raisonnement logique, utiliser une argumentation rationnelle sur des sujets comme l'énergie, la santé, la radioactivité, l'environnement, ...
- communiquer :
 - utiliser un langage scientifique correct et précis respectant conventions, unités et symboles internationaux ;
 - utiliser différentes formes de présentation comme les tableaux, graphiques, schémas, diagrammes, plans, croquis ;
- intégrer les règles de sécurité dans les comportements quotidiens.
- expliquer les notions de base concernant l'utilisation, la maintenance et les règles de sécurité de quelques appareils domestiques ;

- évaluer l'impact des découvertes scientifiques et des innovations technologiques sur notre mode de vie ;
- évaluer l'impact d'actes quotidiens sur l'environnement ;
- tracer l'histoire de l'une ou l'autre théorie scientifique en rapport avec son contexte et les débats qui l'ont accompagnée.

4. *COMPETENCES SCIENTIFIQUES* (Sciences générales)

L'ensemble des cours de physique de 4^e, 5^e et 6^e du niveau **sciences générales**, apprend à l'élève à :

- **s'approprier des concepts fondamentaux, des modèles ou des principes**
 - en évaluer la portée et les limites ;
 - les utiliser pour rendre compte des faits observés ;
 - les utiliser dans des explications argumentées ou des prévisions.

- **conduire une recherche et utiliser des modèles**
 - cerner une question ;
 - rechercher l'information, en estimer le crédit et, le cas échéant, consulter un spécialiste ;
 - analyser un texte scientifique adapté et en extraire des éléments de réponse à la question posée ;
 - élaborer des modèles en faisant bon usage des boîtes noires ;
 - utiliser des modèles, en tenant compte de leur domaine de validité, dans des prévisions ou des explications ;
 - construire une argumentation, défendre un point de vue de manière logique et structurée ;
 - réfléchir sur les méthodes, raisonnements et procédures utilisés ;
 - élaborer une synthèse critique.

- **mener à bien une démarche expérimentale**
 - **imaginer et concevoir une expérience**
 - détecter, une question, un problème et la (le) caractériser ; observer un phénomène et le décrire ;
 - repérer les principaux facteurs qui peuvent influencer un phénomène,
 - émettre des hypothèses, faire des prédictions ;
 - imaginer et concevoir une expérience ;
 - établir un plan de travail ;
 - choisir les appareils et les techniques.

 - **réaliser une expérience**
 - mettre en œuvre une procédure méthodique ;
 - suivre les notices d'utilisation et les consignes de sécurité ;

- estimer les incertitudes commises sur les mesures ;
 - repérer les mesures apparemment aberrantes et les analyser ;
 - utiliser l'ordinateur pour collecter et traiter les données ;
 - prendre des initiatives ;
 - gérer le temps et respecter les délais convenus
- **analyser les résultats obtenus**
 - classer les mesures, utiliser tableaux, schémas, graphiques et diagrammes et identifier les tendances;
 - tirer des conclusions et les confronter à d'autres observations et aux théories actuelles;
 - prédire des applications ou conséquences de ces conclusions;
 - envisager comment améliorer la procédure;
 - imaginer une expérience permettant de poursuivre l'investigation;
 - présenter un rapport oral ou écrit et répondre aux questions et critiques sur la manière de procéder.

- **utiliser les mathématiques**

- utiliser les fonctions e^x et $\log x$, les fonctions trigonométriques et polynomiales;
- reconnaître la signification physique du coefficient angulaire d'une tangente à une courbe et celle de l'aire sous une courbe ;
- traduire une expression mathématique et un tableau de données en graphique et inversement, extraire des informations d'un graphique, tableau, schéma ou diagramme;
- bâtir un raisonnement logique.

Le cours de physique, niveau sciences générales, doit pouvoir **s'appuyer sur des compétences mathématiques. Il est important qu'à ce niveau, une collaboration étroite existe entre le professeur de physique et le professeur de mathématique.**

Le langage mathématique ne peut cependant pas masquer la compréhension du sens physique : le résultat d'un raisonnement mathématique doit être interprété et confronté avec l'observation des faits, les connaissances et l'analyse expérimentale.

- **résoudre des applications numériques**

- **cerner la question**

- à partir de l'énoncé d'un problème, reconnaître avec quelles lois et quels domaines le phénomène peut être mis en relation ;
- sélectionner les données utiles et les ordonner.

- **résoudre la question**

- concevoir un plan susceptible de conduire à la solution ;
- conduire un raisonnement logique en plusieurs étapes menant à une réponse quantitative ;
- faire des comparaisons, des analogies ;
- évaluer l'ordre de grandeur du résultat à obtenir ;
- estimer l'incertitude sur un résultat calculé à partir de mesures;
- utiliser le nombre approprié de chiffres significatifs.

- **vérifier si le résultat est plausible**

- confronter ce résultat avec la réalité quotidienne ou au résultat obtenu par une autre méthode ;
- faire un calcul aux dimensions pour vérifier une relation ou déterminer l'unité à utiliser ;
- réfléchir sur les méthodes, raisonnements et procédures utilisés.

- **communiquer**

- utiliser un langage scientifique correct et précis respectant conventions, unités et symboles internationaux ;
- utiliser différentes formes de présentation comme les tableaux, graphiques, schémas, diagrammes, plans, croquis... ;
- décrire les procédures suivies pour que d'autres puissent répéter l'expérience ou résoudre le problème.

- **utiliser les technologies de l'information et de la communication**

utiliser l'ordinateur pour collecter et traiter les données

- **placer la physique dans un contexte social et historique**

- En faisant appel à un exemple historique ou actuel, situer la construction d'une théorie en physique dans son contexte d'origine, décrire son évolution et l'argumentation utilisée pour la défense des idées
- faire le lien entre les développements de la physique et des technologies qui en découlent et :
 - la pratique de certaines activités (sport, industrie automobile, Internet, GPS, automatisation,...) ;
 - l'évolution de notre mode de vie (mobilité, communications rapides et à longues distances, accès facile à l'information, GSM, ordinateur, partage du temps de travail, systèmes de sécurité...)
 - les développements de la médecine (espérance de vie, imagerie médicale, médecine nucléaire, radiothérapie, chirurgie laser,...) ;
 - les nouvelles questions posées à la société (traitements des déchets, utilisation d'Internet, impact sur l'environnement des activités humaines...)
- faire le lien entre les pratiques expérimentales en physique, chimie et biologie
- mettre en évidence le transfert de certains modèles, démarches, concepts ou compétences d'une discipline à une autre

5. MISE EN APPLICATION DES PROGRAMMES

Pour des raisons pédagogiques évidentes, les programmes de physique sont mis en application de manière progressive selon le mode suivant :

application des programmes de 4^e dès septembre 2001
application des programmes de 5^e dès septembre 2002
application des programmes de 6^e dès septembre 2003

Pour les années scolaires 2001/2002, 2002/2003 et 2003/2004, les programmes de 4^e doivent tenir compte des adaptations suivantes :

en sciences générales comme en sciences de base :

1. ajouter : introduction à l'exploitation des graphiques au moyen d'expériences (par exemple la chute d'une bille dans un tube de glycérine et le mouvement d'un cylindre le long d'un plan incliné)
2. ajouter le travail introduit par les machines simples : poulies et plan incliné
3. optique : limiter à la réfraction et aux instruments d'optique (à voir comme indiqué dans les nouveaux programmes de 4^e)

Des formations sont organisées pour les professeurs de physique. Elles ont pour objectif de fournir des informations et des documents d'accompagnement qui doivent aider le professeur dans l'application des nouvelles directives. Il est fortement souhaité que les professeurs participent à ces journées.

B. Niveau Sciences générales

1. Mécanique

Prérequis

- Lois du MRU et du MRUA : vitesse et accélération.
- Mouvements à deux dimensions.
- Approche qualitative de la loi d'inertie et de la loi fondamentale de la dynamique.
- Approche de la loi de gravitation universelle (force inversement proportionnelle au carré de la distance).
- Résultante de forces.
- Notions de travail, d'énergie et de puissance.

Exemples de questionnement

- Comment expliquer l'équilibre d'un pont, d'une échelle ?
- Comment éviter de se faire mal au dos en soulevant un objet lourd ?
- Qu'est-ce qui fait tourner les planètes autour du Soleil ?
- À la foire, pourquoi reste-on plaqué à la paroi du rotor ?
- Pourquoi les motocyclistes s'inclinent-ils dans les virages ?
- Sous quel angle lancer une pierre pour qu'elle aille le plus loin possible ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Associer l'analyse d'un mouvement au choix d'un système de référence. • Utiliser les vecteurs pour représenter déplacement, vitesse et accélération. • Expliquer que la vitesse peut varier en valeur et/ou en direction. • Rechercher l'équation de la trajectoire à partir des équations du mouvement. • Analyser un processus de freinage. • Expliquer, par la dynamique, des éléments de sécurité routière. • Vérifier si les conditions d'équilibre statique d'un corps sont remplies. • Expliquer la révolution des satellites. • Illustrer chacune des lois de Newton par des exemples de la vie quotidienne. • Interpréter physiquement la notion mathématique de dérivée. • Tracer et interpréter des graphiques, donner la signification de la pente et de l'aire sous la courbe. 	<p>MRU, MRUA, mouvement parabolique : vitesse et accélération instantanées (grandeurs vectorielles).</p> <p>Les trois lois de Newton ; systèmes de référence inertiels.</p> <p>Forces de contact, frottements, résistance dans les fluides. Décomposition de forces. Forces et équilibre.</p> <p>MCU.</p> <p>Lois de Kepler. Gravitation universelle : mouvements des planètes, satellites et comètes. Champ de pesanteur.</p>

Conseils méthodologiques

Cette partie du cours s'appuie sur l'étude de la mécanique faite en 4^e. La vitesse et l'accélération ont été définies dans le cas des mouvements rectilignes et des mouvements à deux dimensions, sans utilisation des vecteurs. En 5^e, on précise ces définitions d'un point de vue vectoriel et en parlant de limite, ce qui amène la notion de dérivée (le programme de mathématique fait référence à la vitesse comme exemple de dérivée).

Montrer comment retrouver les composantes de la vitesse à partir de celles du vecteur position et celles de l'accélération à partir de celles du vecteur vitesse. Représenter les vecteurs position, vitesse et accélération en divers points de la trajectoire.

Dans un mouvement plan, décomposer l'accélération suivant les directions normale et tangentielle à la trajectoire.

Faire remarquer que la première loi de la dynamique n'est pas incluse dans la deuxième. Elle sert à définir, à identifier un système de référence inertiel : un objet ne subissant visiblement aucune force (résultante) doit s'y déplacer en MRU. Quand un tel système est identifié, et seulement dans ce cas, la deuxième loi peut être appliquée.

Les applications doivent être traitées dans des systèmes inertiels (ou suffisamment inertiels). Ne pas exposer la démarche à suivre dans les autres systèmes de référence.

Des documents de l'IBSR permettent de démontrer l'importance de la ceinture de sécurité. Présenter des documents sur les distances de freinage sur sol sec et sur sol mouillé.

Forces et équilibre : envisager des questions d'équilibre statique dans un plan et appliquer les conditions d'équilibre (la somme des forces appliquées à l'objet et la somme des moments de ces forces par rapport à un axe choisi arbitrairement doivent être nulles). Introduire le centre de gravité.

L'étude du MCU peut se faire sans l'utilisation du calcul des dérivées, l'accélération est alors introduite par l'hodographe. Énoncer, démontrer et appliquer, dans des situations concrètes, les relations entre vitesses linéaire et angulaire, fréquence, période et accélération linéaire du MCU.

La notion de travail a été abordée en 3^e et précisée en 4^e (force constante et déplacement rectiligne).

Montrer que le travail de la force subie par un objet en MCU est nul. Pour cela, on imagine un découpage de la trajectoire en petites portions approximativement rectilignes.

Faire comprendre, de manière intuitive, que le travail de la force de gravitation (par exemple exercée par le Soleil sur la Terre) est nul pour une révolution complète (il est positif lors de l'approche, négatif lors de l'éloignement).

La notion de travail sera finalement généralisée au cours de 6^e en introduisant le calcul intégral.

Des logiciels, comme *Interactive Physics*, *CABRI* et *Maple V*, peuvent aider à envisager et discuter des exemples concrets d'équilibres et de mouvements.

Expériences à réaliser :

- La comparaison des vitesses acquises par des chariots au bas de rails inclinés permet d'introduire quantitativement la loi fondamentale de la dynamique.
- Chariot tracté sur un rail horizontal par un poids qui tombe.
- Montrer que la résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse en étudiant la chute de cônes en papier empilés.
- Équilibre d'une tige suspendue à un dynamomètre et à laquelle sont accrochées des masses (absence de rotation et de translation).
- Déviation d'une bille d'acier lancée sur une vitre au-dessus d'un aimant (matériel CTP).

Les expériences sont facilitées par l'utilisation de capteurs et d'un ordinateur pour la prise automatique et le traitement des données.

2. Electromagnétisme

Prérequis

- Lois de Newton.
- Travail, puissance, énergie.
- Atomes et molécules.
- Forces électrostatiques (aspect qualitatif).
- Electrification par frottement et par contact.
- Conducteur et isolant.
- Circuits électriques, intensité.
- Notion intuitive de tension.
- Loi d'Ohm, loi de Pouillet.

Exemples de questionnement

- Quel est le rôle d'un paratonnerre ?
- Pourquoi y a-t-il des crépitements quand on enlève certains vêtements ?
- Qu'est-ce que la foudre ?
- Qu'est-ce qu'une cage de Faraday ?
- Pourquoi le noyau de l'atome n'éclate-t-il pas ?
- Pourquoi utiliser plusieurs piles pour l'alimentation d'un appareil ? Comment les connecter ?
- Quel fusible choisir ?
- Quelles différences y a-t-il entre une pile, un accumulateur et le secteur ? Que doit-on utiliser ?
- Qu'est-ce que le kWh ?
- Quel est le type de tension utilisée à la maison ?
- Pourquoi utiliser des lignes à haute tension ?
- Comment fonctionne un moteur ?
- Comment fonctionnent une dynamo de vélo, un alternateur de voiture ?

Electrostatique

Compétences	Savoirs
<ul style="list-style-type: none">• Interpréter les phénomènes électrostatiques par les transferts d'électrons.• Montrer que le corps humain est conducteur d'électricité et que l'humidité accroît cette conductibilité.• Identifier les dangers de l'électricité statique dans des situations quotidiennes.• Expliquer et appliquer la loi de Coulomb.• Représenter la force électrique s'exerçant sur une charge placée en un point où le champ électrique est connu.• Relier les propriétés de conductibilité électrique des métaux au comportement des électrons dans la matière.• Prévoir le mouvement d'une charge électrique dans un champ électrique.• Expliquer la stabilité des atomes et des molécules par l'existence de forces électriques.	<p>Electrisation par influence, conductibilité électrique.</p> <p>Aspect microscopique de la matière : valeur de la charge élémentaire, principe de conservation de la charge électrique.</p> <p>Cage de Faraday, paratonnerre.</p> <p>Loi de Coulomb.</p> <p>Champ électrique, spectres, analogie avec le champ de pesanteur.</p> <p>Différence de potentiel électrique.</p>

Conseils méthodologiques

Rappeler les notions vues en 3^e et au 1^{er} degrés : forces électrostatiques, électrisation par frottement, conducteur et isolant.

L'électrostatique est volontairement limitée à une étude expérimentale et à l'interprétation de quelques phénomènes.

La loi de Coulomb ne peut s'accompagner de longs calculs de résultantes de forces électriques. Appliquer le principe des actions réciproques aux interactions entre charges.

La notion de champ électrique est abordée dans le cas d'un champ uniforme, essentiellement dans le but de comprendre qualitativement la déviation du faisceau électronique dans l'oscilloscope et d'introduire la différence de potentiel.

Les notions de potentiel électrique et de différence de potentiel peuvent être présentées à l'aide de sphères chargées, d'équilibre et de déséquilibre de « niveau électrique ».

Une autre voie utilise le travail de la force électrique dans le champ uniforme produit par un condensateur plan. On peut aussi s'appuyer sur les analogies avec le champ gravifique et l'hydraulique. Une dernière approche introduit la différence de potentiel en électrocinétique.

L'ordinateur peut aider à tracer des lignes de champ électriques et des surfaces équipotentielles.

Comparer les interactions électriques et gravifiques dans le cas du système électron proton. Discuter les circonstances dans lesquelles l'interaction gravifique est prépondérante.

Montrer que deux interactions sont obligatoirement à l'œuvre dans le noyau : la répulsion coulombienne entre protons doit être compensée par une attraction intense mais de courte portée.

Expériences à réaliser :

- Montrer des spectres électriques (champ électrique créé par une charge ponctuelle, par 2 plaques métalliques parallèles,...).
- Montrer des électrisations par influence, l'utilité d'une cage de Faraday, l'effet de pointe.

Electrocinétique

Compétences	Savoirs
<ul style="list-style-type: none">• Expliquer les phénomènes électrocinétiques en associant le courant à un flux de charges électriques et la différence de potentiel à une énergie par unité de charge.• Réaliser un montage correspondant à un schéma électrique simple et inversement.• Utiliser un multimètre.• Définir et interpréter résistance interne, tensions électromotrice et contre-électromotrice.• Calculer l'intensité du courant et la différence de potentiel entre deux points dans un circuit simple. Détecter un circuit ouvert ou un court-circuit dans un circuit électrique.• Distinguer les branchements en série des branchements en parallèle.• Lire et expliquer les caractéristiques d'un appareil électrique.• Expliquer pourquoi le courant électrique peut causer des accidents (proximité de l'eau, mauvais fusibles, mauvaises connexions, court - circuits) et justifier les mesures de sécurité des appareils et installations électriques.• Estimer notre consommation d'énergie électrique.	<p>Intensité de courant. Générateur de tension continue : tension électromotrice, résistance interne. Moteur : tension contre-électromotrice, résistance interne. Energie et puissance électriques. Conservation de l'énergie dans les circuits, lois de Kirchhoff. Associations de résistors en série et en parallèle. Loi de Joule.</p>

Conseils méthodologiques

Vérifier les lois de Kirchhoff dans le cas des circuits simples.

Utiliser les notions d'énergie et de puissance pour estimer les consommations et les coûts de l'énergie électrique, pour le choix des fusibles...

Faire le lien entre le coulomb et l'ampère-heure (et le mAh).

Présenter la loi de Joule comme une conséquence du principe de la conservation de l'énergie.

Ne pas abuser d'exercices consacrés aux lois de Kirchhoff et aux associations de résistors.

L'électrolyse, les piles et les accumulateurs sont étudiés au cours de chimie.

Expériences à réaliser :

- Mesures d'intensité de courants et de tensions à l'aide d'un multimètre.
- Faire construire des circuits comprenant des éléments en parallèle et en série à partir d'un schéma donné.
- Régler un diviseur de tension pour produire une tension déterminée.
- Utiliser un rhéostat pour limiter l'intensité du courant dans un circuit.
- Mesure de la tension contre-électromotrice et de la résistance interne d'un moteur à courant continu, calcul de sa puissance et de son rendement.
- Mesure de la tension électromotrice et de la résistance interne d'un générateur de tension continue.

Electromagnétisme

Compétences	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> • Représenter en un point le vecteur champ magnétique créé par un aimant et par un courant dans un fil rectiligne, une spire, un solénoïde. • Déterminer les caractéristiques de la force subie par un conducteur traversé par un courant et placé dans un champ magnétique. • Décrire le champ magnétique terrestre. En donner l'ordre de grandeur et un modèle explicatif. • Prévoir le mouvement d'une charge électrique dans un champ magnétique. • Expliquer quelques utilisations des électroaimants. • Associer l'existence d'un champ magnétique à un mouvement de charges électriques. • Expliquer les principes de fonctionnement d'un moteur électrique et d'un alternateur. • Justifier les avantages des tensions alternatives. • Expliquer le comportement d'un condensateur et d'une bobine soumis à une tension alternative. • Déterminer la valeur et le sens des courants induits. • Expliquer des applications des courants de Foucault. • Expliquer le principe de fonctionnement d'au moins un appareil utilisant les phénomènes d'induction de courant. 	<p>Aimants, pôles. Champ magnétique des aimants et des courants. Champ magnétique terrestre. Interprétation d'Ampère du magnétisme des aimants permanents en terme de courants électriques microscopiques . Interaction courant – courant. L'ampère, unité de base du SI. Force de Laplace : un exemple, le moteur. Force de Lorentz : un exemple, déviation d'une particule chargée dans un champ magnétique. Tension induite, loi de Lenz. Courants de Foucault. Courant alternatif : – production. – effets. – grandeurs efficaces. – impédance d'un condensateur et d'une bobine. Transformateur, transport de l'énergie électrique.</p>

Conseils méthodologiques

De manière générale, cette partie du cours se prête particulièrement bien aux illustrations expérimentales. On pensera aux diverses applications de l'induction de courant (par exemple le microphone). L'intérêt des lignes à haute tension peut être illustré par un modèle expérimental avec petits transformateurs, fils résistants et ampoules basse tension (il faut néanmoins rester dans des tensions assez basses).

Il est utile et intéressant de parler des applications pratiques des électroaimants (sonnette, relais, disjoncteur...) et des courants de Foucault (freinage magnétique, plaques de cuisson, suspension magnétique, amortissement du mouvement d'oscillation des balances, tachymètre des voitures, compteur d'énergie électrique...).

La forme différentielle de la loi de la tension induite peut être introduite et utilisée dans le cas de la rotation d'une bobine dans un champ magnétique constant (génératrice de tension alternative), établissant un lien avec le cours de mathématique.

L'étude du courant alternatif se fera sans démonstration, en particulier pour les notions de grandeurs efficaces et d'impédance. L'accent sera mis sur l'approche expérimentale. C'est l'occasion d'introduire le condensateur qui apparaît ici pour la première fois. Montrer qu'un courant peut circuler dans un circuit formé d'un condensateur et d'une lampe quand l'alimentation est alternative, alors qu'il n'y a pas de courant si l'alimentation est continue. Construire un condensateur à l'aide d'une feuille de papier et de deux feuilles d'aluminium. Mettre expérimentalement en évidence les facteurs influençant sa capacité, son impédance et celle d'une bobine.

Ne pas établir ni appliquer les expressions mathématiques de ces grandeurs.

Expériences à réaliser :

- Spectres magnétiques créées par des courants et des aimants.
- Force de Laplace.
- Etude de diverses applications (sonnette électrique, relais, disjoncteur).
- Rechercher les facteurs qui influencent la valeur de la tension induite.
- Comparer la chute d'un aimant dans un tube de cuivre et dans un tube isolant.
- Observer les courants de Foucault.
- Montrer le principe de fonctionnement du moteur asynchrone.
- Mesurer les tensions aux bornes d'un transformateur.
- Montrer les effets d'un courant alternatif.
- Montrer l'influence de la capacité du condensateur et de la fréquence de la tension d'alimentation sur l'intensité du courant circulant dans un circuit RC.
- Montrer l'influence du coefficient de self induction de la bobine et de la fréquence sur l'intensité du courant circulant dans un circuit RL (dans ces deux expériences, l'utilisation d'une lampe comme résistance permet une visualisation rapide).
- Modèle de ligne à haute tension construit à l'aide de fils de nickel chrome et de deux transformateurs (6 vers 30 V en début de ligne, 30 vers 6 V en bout de ligne).

3. Synthèse

<i>Compétences</i>	Savoirs
<ul style="list-style-type: none">• Interpréter physiquement la notion de dérivée.• Utiliser les lois de Newton et les lois de l'électromagnétisme dans des situations concrètes.• Décrire le principe de fonctionnement de l'oscilloscope.• Utiliser l'oscilloscope pour mesurer des fréquences et des tensions, pour visualiser des caractéristiques et la décharge d'un condensateur dans un résistor.• Montrer comment les particules électrisées peuvent être accélérées.	L'oscilloscope et les accélérateurs de particules (linéaires, cyclotrons, anneaux) ; particules chargées dans le champ magnétique terrestre.

Conseils méthodologiques

Ce chapitre sera l'occasion d'une étude mathématique rigoureuse (mais restant dans le cadre de la mécanique newtonienne) du comportement des particules chargées dans les champs électriques et magnétiques. Il permet de revoir des notions étudiées dans les deux premières parties et d'utiliser le calcul des dérivées étudié au cours de mathématique.

A l'occasion de l'étude des accélérateurs, montrer que les résultats expérimentaux font apparaître l'existence d'une vitesse limite. La mécanique newtonienne n'en prévoit pas. Une nouvelle mécanique est nécessaire : la relativité restreinte. Annoncer qu'elle sera abordée en 6^e.

Expériences à réaliser :

- Déviation d'un faisceau d'électrons (modèle d'oscilloscope Neva, matériel Phywé ou Leybold permettant d'estimer la charge de l'électron).
- Utilisation de l'oscilloscope pour observer une tension alternative, une caractéristique.
- Décharge d'un condensateur dans une résistance et dans une bobine.

C. Niveau sciences de base

1. Energie

Prérequis

- Machines simples.
- Travail, puissance, énergie.
- Formes et transformations d'énergie.
- Lois de Newton.

Exemples de questionnement

- Qu'est-ce que l'énergie ?
- Qu'est-ce que la conservation de l'énergie ?
- Quelle différence y a-t-il entre « énergie mécanique » et « énergie thermique » ?
- Comment fonctionne une centrale électrique ? Une machine à vapeur ? Un frigo ?
- Qu'est-ce que le zéro absolu ? L'échelle Kelvin ?
- Qu'est-ce que le rendement d'une machine ?
- Qu'est-ce que la chaleur ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Citer différentes formes et transformations d'énergie. • Décrire des situations où il y a transformation d'énergie potentielle en énergie cinétique (ou l'inverse). • Donner, en les expliquant, des exemples de transformation d'énergie mécanique en énergie thermique. • Montrer que les frottements entraînent une diminution de l'énergie mécanique. 	<p><i>L'énergie mécanique</i></p> <p>Energie. Transformation d'énergie potentielle de gravitation en énergie cinétique. Conservation de l'énergie mécanique en l'absence de frottements. Diminution d'énergie mécanique et augmentation d'énergie thermique en présence de frottements.</p>

Conseils méthodologiques

Il est utile de commencer par un rappel des notions vues au 1^{er} degré et en 3^e :

- Travail, puissance, énergie.
- Formes et transformations d'énergie.

Le travail des forces a été introduit en 3^e année à l'aide des machines simples (leviers, poulies, plan incliné) : le produit de la valeur de la force motrice par la valeur du déplacement (force et déplacement dans la même direction). Dans un premier temps, dire qu'un « système » (objet ou ensemble d'objets en interaction) possède de l'énergie

s'il est capable d'effectuer un travail. Cela revient à définir l'énergie comme une « réserve de travail » emmagasinée dans un objet en mouvement, dans un ressort comprimé, un élastique tendu, dans le système Terre + objet, dans la nourriture, l'essence, les piles, la lumière.

La variation d'énergie potentielle de gravitation, $\Delta E_p = mg \Delta h$, lors d'une variation de hauteur d'un objet est le travail de la force de pesanteur. La variation de l'énergie cinétique d'un objet lors d'une variation de sa vitesse est le travail de la résultante des forces qu'il subit, (application de la loi fondamentale de la dynamique dans le cas d'un MRUA).

Définir l'énergie mécanique ($E_k + E_p$). Constat (éventuellement de manière qualitative) sa conservation lors de la chute d'un objet dans le vide et du mouvement pendulaire (résistance de l'air négligeable).

Evoquer ensuite des exemples où l'énergie mécanique n'est pas conservée. Ceci permet d'introduire une nouvelle forme d'énergie, l'énergie thermique (exemple : les disques d'une voiture qui freine s'échauffent).

Dans les paragraphes consacrés à l'énergie, le terme « *perte* » doit être utilisé avec prudence : il faut éviter de répandre l'idée que de l'énergie peut être perdue. Insister sur le changement de forme de l'énergie.

Expérience à réaliser

- Montrer un exemple de transformation d'énergie mécanique en énergie thermique (chute des billes de plomb,...)

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer que la matière est faite de particules (atomes, molécules, ions) en perpétuel mouvement. • Faire, à l'échelle microscopique, la différence entre un solide, un liquide et un gaz, du point de vue des distances entre les particules et de leurs mouvements. • Associer la température à l'agitation moléculaire. • Distinguer température et énergie thermique. • Décrire et expliquer le comportement du gaz parfait. • Comparer l'échelle Kelvin à l'échelle Celsius. • Décrire le principe de fonctionnement d'une machine thermique et montrer que ce fonctionnement est régi par les principes de la thermodynamique. • Expliquer pourquoi et comment économiser de l'énergie. 	<p><i>Énergie et machines thermiques</i></p> <p>Structure et propriétés de la matière (compressibilité, dilatation). Forces électriques et cohésion de la matière. États de la matière, changements d'état : lien avec le comportement des molécules. Température et agitation moléculaire. Gaz parfait. Existence du zéro absolu alors qu'il n'y a pas de température maximale théorique, échelle Kelvin. Moteur thermique, conservation et dégradation de l'énergie. Rendements, ordres de grandeurs des quantités d'énergie mises en jeu.</p>

Conseils méthodologiques

Deux questions sont au centre de cette partie du cours : qu'est-ce que la « chaleur » ? Est-ce une forme d'énergie ?

Au niveau sciences de base, il est admis de conserver la confusion entre « chaleur » et « énergie thermique », bien que la chaleur corresponde en réalité à une forme passive de TRANSFERT d'énergie ne nécessitant pas l'intervention d'une force macroscopique (par opposition au travail).

Faire l'étude qualitative d'UNE machine thermique (par exemple : canard buveur, moteur à explosion, machine à vapeur, frigo, centrale électrique).

Préciser, pour la machine étudiée, où se trouvent les sources chaude et froide. Expliciter la transformation d'énergie dans la machine.

Donner l'ordre de grandeur du rendement de quelques machines thermiques.

Suivant le temps disponible et l'intérêt manifesté par les élèves, il est possible de faire un pas supplémentaire pour donner une interprétation de type microscopique.

Expérience à réaliser :

- Illustrer l'agitation moléculaire par une expérience de diffusion : odeur de parfum, d'éther qui se répand dans une pièce, dispersion d'encre, de KmnO_4 dans l'eau chaude puis dans l'eau froide.
- Montrer le comportement d'un gaz parfait (matériel du Centre Technique et Pédagogique de Frameries).

2. Electromagnétisme

Prérequis

- Fonctions sinusoïdales

Exemples de questionnement

- Comment fonctionnent divers objets et techniques de notre environnement quotidien (ex: boussole, ligne à haute tension, transformateur, dynamo, moteurs, haut-parleur, microphone, enregistrement magnétique, guitare électrique)?

Compétences	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> • Représenter les lignes de champ magnétique créées par un aimant permanent, un courant dans un fil rectiligne et dans un solénoïde. • Expliquer le principe de production d'une tension alternative sinusoïdale. • Expliquer le principe de fonctionnement d'un moteur, d'un haut-parleur, d'un alternateur, d'un transformateur, d'un microphone, d'une sonnette électrique, d'un disjoncteur. • Expliquer pourquoi le transport d'énergie électrique sur de grandes distances se fait par des lignes à « haute tension » et pourquoi l'on utilise le courant alternatif plutôt que le courant continu. 	Aimants, pôles. Champ magnétique, champ magnétique terrestre. Champ magnétique produit par un courant. Force électromagnétique, applications. Induction de tension, applications. Génératrice de tension alternative. Transformateur, transport de l'énergie électrique.

Conseils méthodologiques

L'étude de l'électromagnétisme doit être qualitative et s'appuyer essentiellement sur des expériences. En particulier, toute la partie consacrée à l'induction de courant et au transport de l'énergie sera illustrée par des expériences. Il faut obligatoirement étudier les principes de fonctionnement d'un moteur, d'un alternateur, d'un transformateur, du haut-parleur et du microphone (« dynamique »), les deux derniers appareils seront utilisés au cours de 6^e.

L'intérêt de la haute tension pour le transport de l'énergie électrique peut être montré à l'aide d'un montage « à échelle réduite » construit avec des fils fins (par exemple du nichrome de 0,2mm de diamètre) et deux transformateurs (survolteur à une extrémité, sous-volteur à l'autre) alimentant une lampe basse tension (6V, par exemple). Comparer ce montage à celui où la lampe est alimentée via les mêmes fils (quelques mètres de longueur), mais sans les transformateurs. Dans les deux cas, utiliser une alimentation de tension correspondant à la lampe. Donner la signification des 230 V et 50 Hz.

Il est inutile, à ce niveau, de parler du sens du courant induit (loi de Lenz), sauf si du temps reste disponible pour quelques expériences spectaculaires, par exemple celles mettant en jeu des courants de Foucault.

Expériences à réaliser :

- Montrer des spectres magnétiques au voisinage d'un aimant et d'un conducteur parcouru par un courant.
- Montrer les caractéristiques de la force de Laplace.

- Montrer les principes de fonctionnement de la sonnette électrique, du relais, du disjoncteur, d'un haut-parleur, d'un micro, d'un moteur, d'un alternateur, d'un transformateur.
- Montrer de quels facteurs dépend le phénomène d'induction magnétique.

D. Bibliographie

Physique

Hecht

De Boeck Université

ISBN 2-7445-0018-6

Mécanique Physique I

Resnick – Halliday

Editions du Renouveau Pédagogique

ISBN 2-7613-0011-4

Physique 2

Resnick - Halliday

Editions du Renouveau Pédagogique

Physique 3

Resnick - Halliday

Editions du Renouveau Pédagogique

Fundamental of Physics

Extended

Halliday, Resnick et Walker

ISBN 0-471-10559-7

Physique 1 - Mécanique

Harris Benson

De Boeck Université

Physique 2 - Electricité et magnétisme

Harris Benson

De Boeck Université

Physique générale 1

Mécanique et thermodynamique

Giancoli

Collection De Boeck Université

ISBN 2-8041-1700-6

Physique générale 2

Electricité et magnétisme

Giancoli

Collection De Boeck Université

ISBN 2-8041-1701-4

L'évolution des idées en physique

Einstein et Léopold Infeld

Petite bibliothèque Payot

Les concepts du mouvement

Série HPP - tome I

Equipe IRP

ISBN 88509-076-4

L'univers mécanique

Luc Valentini

Editeur Hermann

ISBN 2-7056-6273-1 (à l'usage du professeur)

Physique 1

Mécanique et thermodynamique

Serway

Collection De Boeck Université

ISBN 2-8041-1604-2

Physique 2

Electricité et magnétisme

Serway

Collection De Boeck Université

ISBN-2-8041-1605-0

La nature des lois physiques

Richard Feynman

Collection Marabout Université, n° 213

Cahiers de « Science et Vie »
Diffusion pour la Belgique
Press-abonnements SA
Avenue des Volontaires 103, boîte 11/12
1160 Bruxelles

n°2 - Galilée, la naissance de la physique moderne;
n°12 - La physique géante, du gigantesque pour observer l'infiniment petit;
n°13 - Newton, le concepteur de la science moderne ;
n°21 - Kepler, le fondateur de l'astronomie moderne;

Physical Science Study Committee avec le recueil d'expériences
La Physique, Dunod, Paris
1965 Educational Services Incorporated

Imagerie par résonance magnétique nucléaire
Thierry Metens
Les cahiers du CeDoP ULB
1997 ISBN -2-930089-44-X

Physics for scientists and engineers
Paul A. Tipler
W.H. Freeman and company/Worth publishers
ISBN 1-57259-673-2

Mémophysique : synthèse des formules et des lois essentielles de la physique.
A Vande Vorst
De Boeck Université

Introduction à la physique, premier cycle.
A Vande Vorst
De Boeck Université.

Nouveau cours d'électricité pratique
Lignon et Fucks
Edition Delagrave.

Cours d'électricité, lois générales, courant alternatif par J Niard

1ère Technique industrielle
Edition Masson, 120, Bd Saint-Germain, Paris 6e

Quelques problèmes de biomécanique
A Bellemans
ISBN 2-930089-35-0

Stephen Hawking's universe
The cosmos explained
David Filkin
ISBN 0 563 38301 1

Dictionnaire de la Physique
Atomes et particules
Albin Michel
ISBN 2 226 11 462 9

Documents du C.A.F

La mécanique en 4^e.

Le nucléaire - centre technique
Energie nucléaire Yves Chelet (Sciences - Seuil)
Le nucléaire en question Luc Gillon (Duculot)
Promesses de l'atome Yves La Prairie et Jean Le Chatelier (Fayard)
Dossier ONDRAF
Une femme honorable Françoise Giroud (livre de poche)

Guides des énergies renouvelables
Ministère de la région wallonne

Physique et société
Michel Wautelet
Presses Universitaires de Mons
Université de Mons-Hainaut
Sciences, technologies et société
Questions et réponses pour illustrer les cours de sciences
De Boeck
ISBN 2-8041-3579-9

Les cahiers du CeDoP

Précis de cinématique
C. Brans, M. Cornet, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest,
L. Gusman
ISBN 2-930089-15-6

Précis de dynamique - le mouvement de translation -
C. Brans, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L. Gusman
ISBN 2-930089-30-x

Les lois de Kirchhoff
C. Brans, M. Cornet, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest,
L. Gusman
ISBN 2- 930089-45-8

Quelques adresses utiles :

C.A.F. (Centre d'Auto-Formation)

La Neuville1, 4500 Tihange
☎ **085/ 27.13.60. - 27.13.61**
fax: 085/ 27.13.99

Centre technique et pédagogique de Frameries

Route de Bavay, 2B, 7080 Frameries
☎ **065/ 67.62.61. - 66.73.22.** *fax:* 065/ 66.14.21

Logiciels

Maple V, release 5, student version, en vente aux Presses universitaires de
Bruxelles, av P. Héger, 42, 1000, Bruxelles,
☎ **02/ 649.97.80.**, au prix de 3150 Bef

Interactive Physics 2.5. logiciel conçu par Knowledge revolution,
15, Brush Place, San Francisco Ca 94103
☎ (415)553 8153

Ce logiciel est vendu en Belgique par la firme Holleen sprl
Breekiezel, 20,3670 Meewen/Gruitrode
☎ **089/ 85.40.64**
fax : 089/85.71.80.

Cabri géomètre II

Ministère de l'Education Nationale, de l'enseignement supérieur et de la
recherche, Paris.
Texas instrument <http://www.ti.com.calc/>

Firmes, entreprises ou organismes fabricant du matériel didactique ou diffusant des documents à caractères pédagogiques.

Liste non exhaustive de firmes et d'organismes susceptibles de fournir une documentation concernant des données techniques, des notions de base et de sécurité en électricité:

AIB/ VINCOTTE

Avenue André DRUART 29b
1160 BRUXELLES
02/674 57 11

A.N.P.I.

PARC SCIENTIFIQUE
1346 OTTIGNIES-LLN
010/41 87 12
"Eviter l'incendie chez soi"
"Se chauffer en toute sécurité"

CEBEC

Rodestraat 125
1630 LINKEBEEK
02/380 85 20

ELECTRABEL

Galerie Ravenstein 4 Bte 6
1000 BRUXELLES

VYNKIER

Nieuwevaart 51
9000 GENT
Mesures

SAMPOH -Belgium n.v.

Kernenergiestraat 47-49
2610 WILRIJK
03/827 22 87

Instruments de mesure de précision MITUTOYO

Diffuse des petits fascicules, notamment le
"Petit traité des principes de base de la mesure de précision" et
"Contrôle de qualité - manuel" présentant les méthodes statistiques

Télécommunications**BELGACOM**

Département relations publiques et service commercial
Boulevard E. Jacqmain 166
1210 BRUXELLES

On peut obtenir une importante documentation "grand public" sur tous les produits et services offerts par BELGACOM

ELECTRICITE DE FRANCE

(Environnement - information)
Direction de l'Equipement
Avenue de Wagram 22-30
75008 PARIS

INRS

rue Olivier Noyer 30
75660 PARIS CEDEX 14
"L'électricité, comment s'en protéger"

Véhicules électriques**CITELEC**

Association européenne des villes intéressées par l'emploi des véhicules électriques
Pleinlaan 2
1050 Bruxelles

Analyse chimique**COCKERILL SAMBRE**

"Application à l'analyse chimique de l'interaction lumière-matière"
P. Kicq Cockerill Sambre 1991(Diffusé au cours du projet Espoir)
Instruments d'optiques

CANON BENELUX

10 Boulevard Lambermont
1030 BRUXELLES
02/242 11 82

Documentation sur objectifs et appareils photographiques

SCHOTT BELGILUX

Ikaroslaan 11
1930 ZAVENTEM
02/7193811

Documentation sur fibres optiques et endoscopes

OMNILABO s.a.

17-19 Avenue Général Eisenhower
1030 BRUXELLES
02/245 22 90

Documentation sur microscopes et endoscopes

Carl ZEISS nv

Ikaroslaan, 9
1930 Zaventem

Documentation sur jumelles

PHYWE

Distributeur en Belgique:
Dimat
HOGE Kaart, 293
B-2930 Brasschaat

JEULIN

Distributeur en Belgique:

CARBO

rue des Palais 305
1210 BRUXELLES
02/242 85 32

(demander le catalogue de matériel didactique de physique et chimie)

PIERRON

Distributeur en Belgique:

Ets DEFRANCE

Bruyndonckxstraat 18
1780 WEMMEL
02/460 33 18

(demander le catalogue de matériel didactique de Sciences et techniques expérimentales)

LEYBOLD

SPRL DIDAC-SYSTEMS

Sterrebeekstraat 98
1930 Zaventem
02/725 02 65

(demander le catalogue de matériel didactique de physique avec une liste de prix)

VERNIER SOFTWARE

Internet : orders vernier.com, <http://www.teleport.com/-vernier>
8565 S.W. Beaverton-Hillsdale Hwy, Portland, OR 97225-2420
to order by phone, call (503)297-5317

Associations et centres

Association belge des professeurs de physique et chimie (A.B.P.P.C.)

Bulletin de l'A.B.P.P.C.

Union des physiciens (Paris)

Bulletin de l'Union des physiciens
44, Boulevard Saint-Michel
75270 Paris Cedex 06

Union des physiciens (UP)Belgique

L'ampoule: périodique trimestriel
Editeur responsable: Claire Hayez-Thirion
21, rue des Marchets, 5646, Stave

Président : Jean-Claude Van Hay
118, rue de Bransart, 5020, Malonne

Maison de la Science

22, quai Van Beneden 4020 Liège

Renseignements et réservations:

☎ **04/ 366. 35.85.**

Expérimentarium

ULB, Campus de la Plaine CP 238

1050 Bruxelles

02/ 650 51 13

Centre de documentation pédagogique CeDoP

CP 186, avenue F.D. Roosevelt, 150, 1050, Bruxelles

☎ **02/ 650.40.35.**

PASS

Parc d'attractions scientifiques

Rue de Mons, 3 Frameries

070/22 22 52

www.pass.be

Musée des sciences et des techniques de Parentville

Rues de Villers, 227 6010 Charleroi

Documents audiovisuels

www.ulb.ac.be/musees/parentville/

Médiathèque de la Communauté Française de Belgique

Service audiovisuel

Place de l'Amitié, 18

1000 Bruxelles

02 / 737 18 11

Le catalogue complet des documents d'intérêt général reprend toutes les cassettes vidéo disponibles dans les maisons de la culture, avec un commentaire. Chaque établissement peut prendre un abonnement pour la location de ces documents (2500F pour 100 locations par an en 1992).

Service vente des publications

AGERS

Rue Belliard, 9-13

1040 Bruxelles

02 213 59 11

www.agers.cfwb.be

programmes: AGERS, rue de Commerce, 68 A

1040 Bruxelles

02 500 48 11

Programmes précédents avec documents d'accompagnement

Document d'accompagnement du programme précédent

Ce document peut être commandé au CAF

Compétences du cours de Sciences : outils d'évaluation formative

Publié par la Direction Générale de l'Organisation des Etudes

43, rue de La Science

1040 Bruxelles, ISBN 2-87344-263-8

Physique 7 et physique 12.

publié par le CAF, 1, La Neuville, 4500, Tihange (Huy).

Documents d'accompagnement :

P.10.1. Travaux pratiques d'électricité, deuxième degré. Fascicule 1: fiches de l'élève, 40 pages.

Fascicule 2: fiches du professeur, 40 pages.

publié par le Centre Technique de Frameries, 2B, Route de Bavay, 1, 7080, Frameries.

Objectifs et évaluation, programme de 3e, 61 pages.

ADMINISTRATION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



*Service général des Affaires pédagogiques
de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage de
L'Enseignement organisé par la Communauté Française*

Enseignement secondaire ordinaire de plein exercice
Humanités générales et technologiques

Enseignement secondaire général
et technique de transition

**Troisième degré
6e année**

Programmes d'étude du cours de
PHYSIQUE

Table des matières

A. INTRODUCTION

1. OBJECTIFS
2. ATTITUDES
3. COMPETENCES SCIENTIFIQUES (SCIENCES DE BASE)
4. COMPETENCES SCIENTIFIQUES (SCIENCES GÉNÉRALES)
5. MISE EN APPLICATION DES PROGRAMMES

B. NIVEAU SCIENCES GÉNÉRALES

1. LOIS DE CONSERVATION, ÉNERGIE
Lois de conservation
Energie thermique
2. OSCILLATIONS ET ONDES
Oscillations
Ondes
3. PHYSIQUE MODERNE
Physique quantique
Mécanique relativiste
Physique nucléaire
Particules et interactions
Evolution de l'Univers

C. NIVEAU SCIENCES DE BASE

1. OSCILLATIONS ET ONDES
Mouvement périodique d'une source en vibration
Ondes matérielles
Comportement ondulatoire de la lumière
Ondes électromagnétiques
2. RADIOACTIVITÉ, PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
Radioactivité
3. UNIVERS
Principaux objets et phénomènes célestes
Evolution de l'Univers

D. BIBLIOGRAPHIE

A. Introduction

1. OBJECTIFS

Le décret relatif aux compétences terminales et savoirs requis en sciences pour l'enseignement secondaire de transition définit clairement les enjeux de l'enseignement des sciences et de la physique en particulier :

1. former des citoyens
2. former des scientifiques

Le décret détermine ainsi 2 niveaux distincts :

1. les sciences de base nécessaires à chacun pour gérer sa vie de citoyen
2. les sciences générales nécessaires à ceux qui orientent leur formation vers les sciences, les mathématiques et les technologies

1. Former des citoyens : les sciences de base

Faire en sorte que chacun puisse avoir une certaine compréhension de son environnement, même si celui-ci devient de plus en plus scientifique.

Pour cela, il faut avoir une petite idée de ce qu'est un atome, avoir une certaine compréhension de ce qu'est l'énergie, la radioactivité, la lumière...

C'est au travers des activités expérimentales que l'élève comprendra et progressera. Et ceci est d'autant plus vrai pour les élèves qui ont de plus grandes difficultés dans cette discipline. Le cours de physique n'a de sens que si les élèves manipulent, participent à des discussions et sont confrontés à des questions de réflexion qui les interpellent et font appel à leur bon sens.

Il faut insister ici sur le rôle formateur du cours de physique : il doit faire acquérir des modes de raisonnement, des méthodes de travail et des attitudes d'honnêteté intellectuelle, d'ouverture d'esprit mais aussi de sens critique.

Enfin, il faut faire apparaître, dans notre enseignement, les liens entre la physique et les questions qui nous concernent tous. Il est important de démontrer au travers d'applications technologiques et d'exemples simples pris dans les domaines du sport, de la musique, de la médecine ou des communications que la physique intervient partout autour de nous et qu'elle nous aide à comprendre comment le monde fonctionne.

2. Former des scientifiques : les sciences générales

A ceux qui ont choisi de s'orienter vers les sciences, les mathématiques ou les technologies, nous voulons offrir une formation qui les prépare aux études supérieures scientifiques.

Pour un enseignement de la physique à ce niveau, deux conditions nous paraissent essentielles aujourd'hui : il faut un enseignement **expérimental** et **qui intègre les techniques de l'information et de la communication**.

- **Un enseignement expérimental**

Qu'apporte l'expérience ?

- elle permet de confronter ses représentations à la réalité
- elle apprend à observer et éveille la curiosité
- elle développe la créativité, l'habileté technique et l'esprit critique
- elle favorise l'apprentissage de l'autonomie, de l'initiative et du sens des responsabilités
- elle fait acquérir des méthodes de travail et des modes de raisonnement
- elle apprend aussi, et ceci est essentiel pour la formation du futur citoyen, à travailler en équipe.

- **Un enseignement qui intègre les technologies de l'information et de la communication**

Le cours de physique fournit l'occasion d'acquérir certaines compétences dans l'utilisation des TIC comme par exemple :

- automatiser l'acquisition et le traitement des données pour permettre de multiplier les exemples et d'approfondir la réflexion
- faire une recherche documentaire et critique sur CD-ROM ou sur le web et confronter les informations obtenues
- produire des documents de qualité utilisant l'importation d'images et de graphiques
- échanger les documents par courrier électronique entre les différents établissements faisant les mêmes mesures simultanément mais dans un autre environnement.

2. ATTITUDES

Les cours de physique niveau **sciences de base** et niveau **sciences générales** doivent non seulement développer des compétences et des savoirs spécifiques à la physique mais aussi faire adopter des attitudes directement liées aux activités scientifiques.

Ces attitudes déterminent la manière d'apprendre, d'utiliser ses connaissances, de penser et d'agir.

Elles sont indispensables à tout citoyen responsable appelé à prendre une place active dans la vie économique, sociale et culturelle.

- ◆ **L'honnêteté intellectuelle**

- rapporter ce que l'on observe et non ce que l'on pense devoir observer ;
- reconnaître les limitations du travail entrepris ;
- lors de la participation aux débats sur les questions posées à la société, s'investir dans une étude sérieuse et une analyse critique de la question ou suspendre son jugement.

◆ **L'ouverture d'esprit et l'esprit critique**

- être ouvert aux idées nouvelles et inhabituelles mais suspendre son jugement s'il n'existe pas de données crédibles ou d'argumentations logiques qui les défendent ;
- reconnaître les explications inconsistantes, les généralisations abusives, les failles dans une argumentation ;
- avoir pris l'habitude de se poser toujours la question : « Comment est-on arrivé à ces conclusions ? » ;
- chercher à se documenter à diverses sources en confrontant les informations recueillies.

◆ **La curiosité**

s'étonner, se poser des questions sur les phénomènes qui nous entourent et vouloir y rechercher des réponses.

◆ **Le travail en équipe :**

- prendre sa part de responsabilité dans un travail en équipe ;
- prendre conscience de la part que chacun apporte dans la réalisation d'un travail ;
- écouter l'autre et être prêt à envisager d'autres hypothèses que les siennes.

3. *COMPETENCES SCIENTIFIQUES* (Sciences de base)

L'ensemble des cours de physique de 4^e, 5^e et 6^e du niveau **sciences de base** apprend à l'élève à :

- confronter ses représentations avec les observations expérimentales et les théories établies ;
- modéliser : construire un modèle qui rend compte de manière satisfaisante des faits observés ;
- expérimenter ;
- utiliser une démarche scientifique pour appréhender des phénomènes naturels ou des processus technologiques ;
- maîtriser des savoirs scientifiques permettant de prendre une part active dans une société technico-scientifique ;
- bâtir un raisonnement logique, utiliser une argumentation rationnelle sur des sujets comme l'énergie, la santé, la radioactivité, l'environnement, ...
- communiquer :
 - utiliser un langage scientifique correct et précis respectant conventions, unités et symboles internationaux ;
 - utiliser différentes formes de présentation comme les tableaux, graphiques, schémas, diagrammes, plans, croquis ;
- intégrer les règles de sécurité dans les comportements quotidiens.
- expliquer les notions de base concernant l'utilisation, la maintenance et les règles de sécurité de quelques appareils domestiques ;
- évaluer l'impact des découvertes scientifiques et des innovations technologiques sur notre mode de vie ;
- évaluer l'impact d'actes quotidiens sur l'environnement ;

- tracer l'histoire de l'une ou l'autre théorie scientifique en rapport avec son contexte et les débats qui l'ont accompagnée.

4. *COMPETENCES SCIENTIFIQUES* (Sciences générales)

L'ensemble des cours de physique de 4^e, 5^e et 6^e du niveau **sciences générales**, apprend à l'élève à :

- **s'approprier des concepts fondamentaux, des modèles ou des principes**
 - en évaluer la portée et les limites ;
 - les utiliser pour rendre compte des faits observés ;
 - les utiliser dans des explications argumentées ou des prévisions.
- **conduire une recherche et utiliser des modèles**
 - cerner une question ;
 - rechercher l'information, en estimer le crédit et, le cas échéant, consulter un spécialiste ;
 - analyser un texte scientifique adapté et en extraire des éléments de réponse à la question posée ;
 - élaborer des modèles en faisant bon usage des boîtes noires ;
 - utiliser des modèles, en tenant compte de leur domaine de validité, dans des prévisions ou des explications ;
 - construire une argumentation, défendre un point de vue de manière logique et structurée ;
 - réfléchir sur les méthodes, raisonnements et procédures utilisés ;
 - élaborer une synthèse critique.
- **mener à bien une démarche expérimentale**
 - **imaginer et concevoir une expérience**
 - détecter, une question, un problème et la (le) caractériser ; observer un phénomène et le décrire ;
 - repérer les principaux facteurs qui peuvent influencer un phénomène,
 - émettre des hypothèses, faire des prédictions ;
 - imaginer et concevoir une expérience ;
 - établir un plan de travail ;
 - choisir les appareils et les techniques.
 - **réaliser une expérience**
 - mettre en œuvre une procédure méthodique ;
 - suivre les notices d'utilisation et les consignes de sécurité ;
 - estimer les incertitudes commises sur les mesures ;
 - repérer les mesures apparemment aberrantes et les analyser ;
 - utiliser l'ordinateur pour collecter et traiter les données ;
 - prendre des initiatives ;

- gérer le temps et respecter les délais convenus
- **analyser les résultats obtenus**
 - classer les mesures, utiliser tableaux, schémas, graphiques et diagrammes et identifier les tendances
 - tirer des conclusions et les confronter à d'autres observations et aux théories actuelles
 - prédire des applications ou conséquences de ces conclusions
 - envisager comment améliorer la procédure
 - imaginer une expérience permettant de poursuivre l'investigation
 - présenter un rapport oral ou écrit et répondre aux questions et critiques sur la manière de procéder
- **utiliser les mathématiques**
 - utiliser les fonctions e^x et $\log x$, les fonctions trigonométriques et polynomiales
 - reconnaître la signification physique du coefficient angulaire d'une tangente à une courbe et celle de l'aire sous une courbe
 - traduire une expression mathématique et un tableau de données en graphique et inversement, extraire des informations d'un graphique, tableau, schéma ou diagramme
 - bâtir un raisonnement logique

Le cours de physique, niveau sciences générales, doit pouvoir **s'appuyer sur des compétences mathématiques. Il est important qu'à ce niveau, une collaboration étroite existe entre le professeur de physique et le professeur de mathématique.**

Le langage mathématique ne peut cependant pas masquer la compréhension du sens physique : le résultat d'un raisonnement mathématique doit être interprété et confronté avec l'observation des faits, les connaissances et l'analyse expérimentale.

- **résoudre des applications numériques**
 - **cerner la question**
 - à partir de l'énoncé d'un problème, reconnaître avec quelles lois et quels domaines le phénomène peut être mis en relation ;
 - sélectionner les données utiles et les ordonner.
 - **résoudre la question**
 - concevoir un plan susceptible de conduire à la solution ;
 - conduire un raisonnement logique en plusieurs étapes menant à une réponse quantitative ;
 - faire des comparaisons, des analogies ;
 - évaluer l'ordre de grandeur du résultat à obtenir ;
 - estimer l'incertitude sur un résultat calculé à partir de mesures;
 - utiliser le nombre approprié de chiffres significatifs.

- **vérifier si le résultat est plausible**

- confronter ce résultat avec la réalité quotidienne ou au résultat obtenu par une autre méthode ;
- faire un calcul aux dimensions pour vérifier une relation ou déterminer l'unité à utiliser ;
- réfléchir sur les méthodes, raisonnements et procédures utilisés.

- **communiquer**

- utiliser un langage scientifique correct et précis respectant conventions, unités et symboles internationaux ;
- utiliser différentes formes de présentation comme les tableaux, graphiques, schémas, diagrammes, plans, croquis... ;
- décrire les procédures suivies pour que d'autres puissent répéter l'expérience ou résoudre le problème.

- **utiliser les technologies de l'information et de la communication**

utiliser l'ordinateur pour collecter et traiter les données

- **placer la physique dans un contexte social et historique**

- En faisant appel à un exemple historique ou actuel, situer la construction d'une théorie en physique dans son contexte d'origine, décrire son évolution et l'argumentation utilisée pour la défense des idées
- faire le lien entre les développements de la physique et des technologies qui en découlent et :
 - la pratique de certaines activités (sport, industrie automobile, Internet, GPS, automatisation,...) ;
 - l'évolution de notre mode de vie (mobilité, communications rapides et à longues distances, accès facile à l'information, GSM, ordinateur, partage du temps de travail, systèmes de sécurité...)
 - les développements de la médecine (espérance de vie, imagerie médicale, médecine nucléaire, radiothérapie, chirurgie laser,...) ;
 - les nouvelles questions posées à la société (traitements des déchets, utilisation d'Internet, impact sur l'environnement des activités humaines...)
- faire le lien entre les pratiques expérimentales en physique, chimie et biologie
- mettre en évidence le transfert de certains modèles, démarches, concepts ou compétences d'une discipline à une autre

5. MISE EN APPLICATION DES PROGRAMMES

Pour des raisons pédagogiques évidentes, les programmes de physique sont mis en application de manière progressive selon le mode suivant :

application des programmes de 4^e dès septembre 2001
application des programmes de 5^e dès septembre 2002
application des programmes de 6^e dès septembre 2003

Pour les années scolaires 2001/2002, 2002/2003 et 2003/2004, les programmes de 4^e doivent tenir compte des adaptations suivantes :

en sciences générales comme en sciences de base :

1. ajouter : introduction à l'exploitation des graphiques au moyen d'expériences (par exemple la chute d'une bille dans un tube de glycérine et le mouvement d'un cylindre le long d'un plan incliné)
2. ajouter le travail introduit par les machines simples : poulies et plan incliné
3. optique : limiter à la réfraction et aux instruments d'optique (à voir comme indiqué dans les nouveaux programmes de 4^e)

Des formations sont organisées pour les professeurs de physique. Elles ont pour objectif de fournir des informations et des documents d'accompagnement qui doivent aider le professeur dans l'application des nouvelles directives. Il est fortement souhaité que les professeurs participent à ces journées.

B. Niveau Sciences générales

1. Lois de conservation, énergie

Prérequis

- Lois de Newton.
- Travail d'une force constante lors d'un déplacement rectiligne.
- Notions d'énergie (cinétique, potentielle, thermique).
- Modes de propagation de l'énergie thermique.
- Observation de dilatations.
- Aspect qualitatif des changements d'états.
- Qualités d'un bon isolant thermique.

Exemples de questionnement

- Pourquoi le fusil recule-t-il lors du coup de feu ?
- Pourquoi une collision de plein fouet est-elle plus dangereuse qu'une autre ?
- Qu'est-ce qui propulse un avion à réaction ?
- Qu'est-ce que la relativité ?
- Pourquoi le serpent fixé à l'arrière du frigo est-il chaud ?
- Pourquoi doit-on dépenser de l'énergie pour refroidir un corps ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none">• Résoudre les problèmes de collisions dans différents systèmes de référence inertiels.• Utiliser le théorème de l'énergie cinétique.• Mettre en évidence quelques propriétés physiques particulières de l'eau et leurs conséquences pratiques.• Relier les propriétés macroscopiques de la matière aux théories microscopiques.• Expliquer le comportement du gaz parfait par la théorie cinétique.• Démontrer l'existence du zéro absolu.• Appliquer les propriétés de la matière pour expliquer l'un ou l'autre phénomène climatiques.• Interpréter les transformations d'énergie en termes de conservation et de dégradation.• Décrire le fonctionnement d'une machine thermique au choix, en établir le bilan énergétique et montrer qu'il est régi par les principes de la thermodynamique.• Interpréter l'évolution des systèmes en termes de réversibilité ou d'irréversibilité, d'ordre ou de désordre.	<p><i>Lois de conservation</i></p> <p>Conservation de la quantité de mouvement dans un système isolé. Collisions, principe de relativité galiléen. Travail, énergie cinétique, énergie potentielle. Conservation et transformation d'énergie.</p> <p><i>Energie thermique</i></p> <p>Chaleur massique et chaleur latente. Dilatation volumique. Le gaz parfait, température absolue. Température et agitation moléculaire. Machine thermique : conservation et dégradation de l'énergie, rendement, désordre, irréversibilité.</p>

Conseils méthodologiques

La première partie du chapitre doit allier l'étude expérimentale et la mathématisation. Elle permet de rappeler les lois de Newton, de préciser les concepts de travail et d'énergie et d'introduire la quantité de mouvement.

Son objectif est double :

- établir deux grands principes de conservation (quantité de mouvement, énergie)
- introduire et expliquer le principe de relativité galiléen.

Etudier les collisions molles et élastiques à une dimension. Un des objets peut être initialement immobile. Envisager différents rapports de masse et leurs conséquences (petite masse frappant une cible de grande masse et inversement, masses égales, masse de la cible double de celle du projectile et inversement...). L'étude expérimentale (absolument nécessaire) est alors simple. L'utilisation du coefficient de restitution permet de résoudre plus facilement des problèmes de collisions plus complexes. Le principe de relativité permet d'étendre les résultats aux cas où les deux objets sont initialement en mouvement, et éventuellement aux collisions à deux dimensions.

Les systèmes de référence utilisés sont liés au centre de masse, à un des objets ou au laboratoire.

L'étude consacrée à l'énergie commence par un rappel de la définition du travail d'une force constante lors d'un déplacement rectiligne. Le théorème de l'énergie cinétique est établi dans ce cas simple. Il faudra ensuite généraliser en introduisant le principe du calcul intégral (en sachant qu'il n'a pas encore été étudié au cours de mathématique). L'introduction de la notion d'énergie potentielle pour les forces conservatives permet de montrer la conservation de l'énergie mécanique en l'absence de forces dissipatives et l'apparition d'énergie thermique quand elles agissent.

Introduire la chaleur massique et la chaleur latente à l'aide d'applications pratiques. Comparer les valeurs de chaleur massique et de chaleur de fusion de différents corps et insister sur le coût énergétique d'un changement d'état. Limiter l'étude de la dilatation à quelques exemples pratiques.

Rappeler la loi du gaz parfait utilisée au cours de chimie. Discuter l'interprétation cinétique. Donner la loi liant l'énergie cinétique moyenne des molécules à la température du gaz, sans nécessairement l'établir. Pour des raisons horaires seuls des calculs de vitesse quadratique moyenne seront effectués (d'autres exercices auront été résolus dans le cadre du cours de chimie). Un travail pourra être demandé aux élèves à propos des ressources énergétiques, du climat terrestre, des échanges thermiques, des propriétés physiques de l'eau (dilatation, calorimétrie) et de leur influence sur le climat. Pour éviter que ce travail ne se limite à la copie de documents, des questions précises, y compris numériques, doivent être posées aux élèves.

Expériences à réaliser :

- Collisions de 2 chariots sur un rail (matériel Phywé, par exemple).
- Comportement des gaz (matériel CTP).
- Laisser tomber l'ensemble formé d'une balle « magique » surmontée d'une balle de ping-pong, analyser le rebond.

2. Oscillations et ondes

Prérequis

- Lois de Newton.
- MCU.
- Energie.
- Self induction.
- Comportement d'un condensateur en alternatif.
- Réflexion, réfraction et dispersion de la lumière.

Exemples de questionnement

- Qu'est-ce qu'un amortisseur de voiture ?
- Qu'est-ce que la résonance ?
- Est-il possible de casser un verre en chantant ?
- Un pont peut-il s'effondrer quand des soldats marchant au pas le traversent ?
- Qu'est-ce qu'une onde ?
- Le GSM est-il dangereux ?
- Les ondes électromagnétiques sont-elles dangereuses ?
- Qu'est-ce qu'une gamme d'ondes ?
- Comment peut-on mesurer la vitesse de la lumière ?
- Qu'est-ce que l'effet Doppler ?
- Comment les gendarmes mesurent-ils la vitesse des voitures avec leurs radars ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Dans le cas d'un oscillateur harmonique, montrer que l'accélération est proportionnelle à l'élongation et établir la relation permettant de calculer l'énergie mécanique. Montrer qu'elle est constante. • Etablir les relations qui permettent de calculer les périodes d'oscillation du ressort et du pendule simple. • Associer la diminution d'amplitude d'une oscillation amortie à la diminution d'énergie mécanique. • Associer des fréquences propres à un système oscillant. • Donner la condition pour qu'un système soit en résonance et citer des exemples de la vie courante. • Reconnaître, à partir de graphiques, un déphasage, une concordance et une opposition de phase. • Composer deux mouvements harmoniques simples de même direction et de même fréquence. 	<p><i>Oscillations</i></p> <p>Période, fréquence, amplitude, pulsation, élongation et phase. Mouvement harmonique simple. Mouvement d'un corps suspendu à un ressort. Pendule simple. Energie d'un système oscillant. Amortissement. Oscillations forcées et résonance Résonance du circuit LC ; fréquence propre. Composition de deux mouvements harmoniques simples de même direction et de même fréquence.</p>

Conseils méthodologiques

Introduire le mouvement harmonique simple comme projection orthogonale du mouvement circulaire uniforme sur un de ses diamètres. Préciser que le mouvement harmonique simple est un modèle qui permet de comprendre un grand nombre de phénomènes naturels (voir brochure du Cedop ULB).

Insister sur le fait que l'oscillation d'un pendule simple n'est approximativement harmonique que pour de petites amplitudes (angulaires).

Lors de la composition de deux mouvements harmoniques, éviter la construction point par point.

Dans les paragraphes consacrés à l'énergie, le terme « *perte* » doit être utilisé avec prudence : il faut éviter de répandre l'idée que de l'énergie peut être perdue. Insister sur le changement de forme de l'énergie (lors de l'amortissement, l'énergie mécanique est transformée en énergie thermique).

Expériences à réaliser :

- Masse suspendue à un ressort (influence de la raideur du ressort, de la masse).
- Pendule simple.
- Résonance : pendules couplés, diapasons...
- Montrer à l'oscilloscope la décharge d'un condensateur dans une résistance, l'influence d'une bobine.
- Self induction (rappels).
- Résonance d'un circuit LC.

Les capteurs et l'ordinateur peuvent être utilisés avantageusement.

<i>Compétences à atteindre</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Etablir la relation entre la fréquence de la vibration, la vitesse de propagation et la longueur d'onde. • Décrire et interpréter les expériences réalisées pour mettre en évidence les propriétés des ondes. • Etablir l'équation de l'onde progressive transversale : $y = f(t,x)$. • Utiliser et interpréter les graphiques $y = f(t)$ et $y = f(x)$. • Exprimer, en fonction de la longueur d'onde, la distance entre les points qui vibrent en concordance de phase et opposition de phase. • Appliquer le principe de superposition pour expliquer les propriétés des interférences et du régime stationnaire. • En se basant sur les observations faites à l'oscilloscope, lier les caractéristiques d'un son aux propriétés des vibrations. • Mesurer, par une expérience, la vitesse du son dans l'air. • Expliquer comment l'oreille perçoit les sons et quels sont les dangers causés par un niveau d'intensité sonore trop élevé. • Montrer, en se basant sur des expériences, l'aspect ondulatoire de la lumière. • Etablir la loi de la réfraction à partir de la théorie ondulatoire. 	<p><i>Ondes</i></p> <p>Longueur d'onde. Vitesse de propagation. Propagation d'énergie. Equation de propagation ($y = f(t,x)$). Ondes transversales et longitudinales. Propriétés générales :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Transmission d'énergie. – Principe de Huygens. – Réflexion. – Réfraction. – Diffraction. – Dispersion. – Superposition de deux ondes : <ul style="list-style-type: none"> – Interférences – Régime stationnaire, résonance. – Effet Doppler.

- Trouver, en se basant sur une expérience de diffraction, la longueur d'onde d'une source monochromatique.
- Distinguer les ondes matérielles des ondes électromagnétiques.
- Classer les ondes électromagnétiques suivant leur gamme de fréquence.
- Expliquer les principes physiques de base de quelques techniques médicales courantes (échographie, Doppler...).
- Expliquer quelques applications technologiques des phénomènes ondulatoires (télé-détection, caméra infrarouge, four à micro-ondes, sonar, hologramme, lecteur CD, GPS...)

Applications en acoustique et en optique.
 Perception des sons par l'oreille humaine, définition du décibel.
 Ondes électromagnétiques, spectre électromagnétique.

Conseils méthodologiques

Mener en parallèle des expériences pour illustrer les propriétés des diverses ondes matérielles (dans un ressort, une corde, à la surface de l'eau, ondes sonores dans l'air). A cette occasion, les battements peuvent être mis expérimentalement en évidence de façon simple. Ils permettent notamment d'accorder les instruments de musique et de mesurer le déplacement Doppler. Signaler que l'onde transporte de l'énergie d'un endroit à l'autre alors que la matière ne fait que s'agiter localement.

Des expériences de diffractions et d'interférences permettent d'introduire ensuite le caractère ondulatoire de la lumière. Les longueurs d'onde, associées aux couleurs de l'arc-en-ciel, peuvent être trouvées à l'aide d'un réseau (par exemple). Finalement, l'onde lumineuse est présentée comme une onde électromagnétique.

L'étude des ondes électromagnétiques peut être réalisée sans explication du circuit oscillant (vu comme une boîte noire imposant une tension alternative à une antenne produisant des champs électrique et magnétique oscillants). Préciser qu'un dipôle ou un circuit oscillant envoie dans l'espace environnant une onde électromagnétique de même fréquence (voir document CAF).

Des simulations informatiques peuvent souvent faciliter la compréhension des propriétés des ondes (houle, interférences, réfraction, effet Doppler...), mais, il est évident qu'elles ne peuvent, en aucun cas, remplacer l'observation des phénomènes réels quand le matériel nécessaire est accessible (ce qui est le cas ici). Ce sont toujours des compléments.

Expériences à réaliser :

- Propagation d'une perturbation dans une corde, le slinky...
- Propriétés des ondes dans le slinky, l'ondoscope, à la surface de l'eau (cuve à ondes).
- Mesure de la vitesse du son par déphasage (micro éloigné d'un haut-parleur).
- Observation des caractéristiques d'un son à l'oscilloscope.
- Régime stationnaire dans une corde (éclairée par un stroboscope : expérience de Melde).
- Régime stationnaire pour les ondes sonores, par exemple dans le tube de Kundt.
- Décomposition de la lumière d'une lampe à incandescence.
- Diffraction de la lumière laser par une fente de largeur réglable, un réseau, un CD utilisé comme réseau par réflexion.

Il est également possible de mener à bien une mesure précise de la vitesse de la lumière dans l'air par déphasage (récepteur éloigné d'un laser pulsé : matériel du CTP).

3. Physique moderne

Prérequis

- Dispersion de la lumière.
- Ondes électromagnétiques.
- Lois de Newton.
- Accélérateurs de particules.
- Structure de la matière.
- Effet Doppler.

Exemples de questionnement

- Quelle est la différence entre la lumière laser et une autre lumière ?
- Comment l'information est-elle stockée sur un CD ?
- Quelle est la signification de « $E = m.c^2$ » ?
- La radioactivité est-elle dangereuse ?
- Faut-il construire des centrales électriques nucléaires ou thermiques classiques ?
- Qu'est-ce qu'un quark ? Un gluon ?
- La matière est-elle divisible à l'infini ?
- Comment l'Univers a-t-il commencé ?
- Qu'est-ce que le Big Bang ? Une supernova ? Un trou noir ?
- Qu'est-ce qu'une galaxie ?
- Quelle est la différence entre une planète et une étoile ?
- Combien de temps le Soleil existera-t-il ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Décrire une expérience qui met en évidence l'effet photoélectrique. • Enoncer et expliquer les lois de l'effet photoélectrique, les interpréter en utilisant l'hypothèse du photon. • Utiliser les notions d'états d'énergie discrets pour expliquer l'émission et l'absorption de lumière et la fluorescence. • Décrire quelques applications du laser (en industrie, médecine, recherche...). • Expliquer les principes physiques de base de quelques techniques médicales courantes (radiographie, scanner, traceurs, chirurgie laser). • Expliquer la différence entre une information analogique et une information digitale. 	<p><i>Physique quantique</i></p> <p>Effet photoélectrique. Le photon. Dualité de la lumière. Spectres de raies (absorption et émission). Expérience de Rutherford. Formule de Balmer pour l'hydrogène. Le modèle de Bohr de l'atome H : interprétation de son spectre basée sur les concepts de niveaux d'énergie discrets et de photon. Ondes de de Broglie et interprétation de la règle de quantification de Bohr. Limite du modèle de Bohr. La Mécanique Quantique : caractère probabiliste des prédictions. Etats quantiques de l'atome H et notion d'orbitales. Les rayons X, la fluorescence. Le LASER.</p>

- Expliquer que l'existence d'une vitesse limite a conduit à une révision des lois de la mécanique.
- Expliquer que la masse est une forme de l'énergie.
- Décrire la composition d'un isotope ${}_Z^AX$.
- Comparer les émissions α , β et γ du point de vue de leur nature, de leur origine, de leur pouvoir de pénétration, et de leurs effets sur le corps humain.
- Faire le lien entre le défaut de masse et l'énergie de liaison d'un noyau.
- Interpréter le graphique de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse.
- Calculer une décroissance, un temps de demi-vie.
- Décrire le principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire. L'identifier comme une machine thermique.
- Expliquer ce qu'est une réaction en chaîne
- Interpréter des documents de collisions de particules
- Décrire la structure, le fonctionnement, l'origine et l'évolution de l'Univers.

Mécanique relativiste

Principes de la relativité restreinte.
Relativité de la simultanéité, des durées, des longueurs, de la masse.
Equivalence masse – énergie.

Physique nucléaire

Radioactivité naturelle, découverte.
Nature et propriétés des rayonnements.
Structure du noyau de l'atome.
Stabilité des nuclides, énergie de liaison.
Désintégration, demi-vie, loi de décroissance, datation.
Activité d'une source radioactive (le Becquerel).
Effets biologiques des rayonnements (le Sievert).
Fusion, fission, réaction en chaîne.
Centrales nucléaires, déchets.
Applications de la radioactivité (médecine, agriculture, archéologie, radioéléments).
Datation au carbone 14.

Particules et interactions

Electrons, structure interne du proton et du neutron, modèle des quarks.
Classification des particules élémentaires.
Interactions vues comme un échange de particules.

Evolution de l'Univers

Le Soleil.
Les étoiles : naissance, vie et mort.
Expansion de l'Univers.
Hypothèse du Big Bang et formation des premiers éléments.

Conseils méthodologiques

Le chapitre consacré à la physique « moderne » est l'occasion d'ouvrir un certain nombre de fenêtres sur une partie de la physique très médiatisée. Il ne peut être question d'épuiser ces domaines, ni même de les approfondir.

Physique quantique

Montrer que l'hypothèse du photon permet d'expliquer les lois de l'effet photoélectrique.

Comparer le modèle ondulatoire au modèle corpusculaire.

Montrer le rôle de la spectroscopie dans l'analyse des substances gazeuses.

La formule de Balmer pour l'atome d'hydrogène peut être utilisée lors de l'introduction du modèle de Bohr. Montrer que ce modèle, s'il a eu une grande importance du point de vue historique, a rapidement été abandonné car il ne s'est révélé efficace que pour l'atome d'hydrogène. Les développements de la théorie quantique ont amélioré cette première ébauche, introduisant les concepts d'orbitale et de probabilité de présence.

Introduire quelques applications de la fluorescence (tubes luminescents, agents blanchissants, marquages des billets, cartes d'identité...)

Suivant l'intérêt des élèves et le temps disponible, le chapitre consacré à la physique quantique peut être prolongé par l'étude d'un certain nombre de questions permettant, entre autres, de faire le lien avec le cours de chimie :

- le spin de l'électron.
- structure des atomes à plusieurs électrons : orbitales inspirées du modèle de l'hydrogène, principe d'exclusion de PAULI et occupation des orbitales.
- structure électronique de l'état fondamental et des états excités de quelques atomes.

Utiliser des documents de diffraction des électrons et des photos réalisées au moyen d'un microscope électronique.

Relativité restreinte

Les grands développements mathématiques sont déconseillés. Il faut privilégier un exposé des grandes lignes de la théorie et des conséquences les moins intuitives. A l'occasion, l'une ou l'autre démonstration peut, bien entendu, être faite, tout en gardant à l'esprit l'orientation des élèves (formation mathématique plus ou moins développée).

Des documents graphiques (Maple V) permettent l'illustration des différences entre les mécaniques newtonienne et relativiste.

Plusieurs démarches sont possibles. On peut, par exemple, partir du principe de l'invariance de la vitesse de la lumière pour tous les systèmes inertiels et montrer la disparition de la simultanéité, la dilatation du temps ou la contraction des longueurs.

Il est également possible de se servir de l'expression de la masse relativiste pour établir la loi $E = mc^2$ ou de partir de la loi d'addition des vitesses pour montrer que la vitesse de la lumière dans le vide est une vitesse limite....

Suivant l'intérêt des élèves et le temps disponible, l'étude de la relativité restreinte peut être prolongée par l'exposé et la discussion d'autres modifications de la mécanique newtonienne. Arrivé à ce stade du cours, il est intéressant de revoir les propriétés particulières du photon (masse nulle au repos, quantité de mouvement, énergie).

Physique nucléaire

Utiliser le tableau périodique pour écrire des équations de transmutation. Exploiter la représentation graphique de l'équation des décroissances radioactives.

D'autres activités variées peuvent être menées, parmi lesquelles :

Identifier, à partir de schémas, une centrale à combustible fossile, une centrale hydraulique, une centrale nucléaire.

Comparer les quantités d'énergie utilisable fournies par une même masse de fuel et de combustible nucléaire.

Comparer les rejets et déchets d'une centrale nucléaire à ceux d'une centrale à combustible fossile.

Expliquer pourquoi la fusion nucléaire est si difficile à réaliser de manière contrôlée.

Visiter une centrale nucléaire (Tihange).

Le cours de physique doit permettre à l'élève, au (futur) citoyen, de participer aux débats de société. Si le temps disponible ne permet pas de discuter longuement la problématique de la consommation d'énergie et des déchets, ces leçons doivent au minimum donner quelques outils permettant la compréhension de ces questions. Mentionner le caractère forcément limité des ressources « fossiles » d'énergie utilisable et de l'uranium. Montrer que le physicien ne confond pas l'énergie utilisable par l'homme et l'énergie qui, elle, est évidemment conservée. Il est également, dans cette optique, intéressant de comparer la puissance d'une centrale nucléaire à celle d'une éolienne. On peut aussi, par exemple, calculer l'énergie dégagée lors de la fusion d'un gramme d'hydrogène et la comparer à l'énergie récupérée par l'homme lors de la combustion d'un gramme de charbon.

Exploiter les documents sur les centrales fournis par Electrabel et l'Ondraf et la collection de physique nucléaire du Centre Technique et Pédagogique de Frameries.

Utiliser les documents vidéo fournis par l'Ondraf, Electrabel... (sur la radiothérapie, les utilisations des traceurs, du laser, des rayons X, les centrales nucléaires, le traitement des déchets radioactifs...)

Particules et interactions

Utiliser les documents vidéo fournis par le CERN.

Evolution de l'Univers

Eviter tout développement mathématique. Faire observer différents types d'étoiles, les planètes, étoiles filantes, galaxies (à partir de documents photographiques).

Indiquer que la gravitation est le moteur du mouvement des planètes autour des étoiles, des étoiles dans les galaxies. Aider à estimer quelques ordres de grandeurs de distances et de durées.

Montrer que l'observation du spectre des galaxies permet de dire que l'Univers est en expansion, faire comprendre que plus on observe loin, plus on remonte dans le temps.

Présenter l'hypothèse du Big Bang comme déduite des observations, en indiquant son caractère incertain. Mentionner l'importance du rôle de la gravitation dans l'évolution future de l'Univers.

Montrer la compétition entre les forces de gravitation et les forces nucléaires au sein des étoiles, le rôle des forces électriques dans la fusion. Si cela n'a pas été fait dans la partie physique nucléaire, écrire une équation de fusion de l'hydrogène en hélium (sans donner les développements intermédiaires). Mentionner le processus de formation des éléments par fusion dans les étoiles. Il est alors possible de parler de la durée de vie nécessairement limitée des étoiles. Suivant l'intérêt des élèves et le temps disponible, le sujet peut être étendu aux supernovae, étoiles à neutrons, trous noirs...

Utiliser les documents fournis par le site de la NASA.

Expériences à réaliser :

- Expérience simple de la décharge d'une plaque de zinc (introduction de l'effet photoélectrique).
- Etablir la loi de l'effet photoélectrique et déterminer la valeur de la constante de Planck (si possible).
- Faire observer quelques spectres d'absorption et d'émission.
- Comparer le spectre d'une lampe à incandescence à celui d'un tube luminescent.

C. Niveau sciences de base

1. Oscillations et ondes

Prérequis

- Energie.
- Haut-parleur, microphone.
- Champs électriques et magnétiques.

Exemples de questionnement

- Qu'est-ce qu'une onde ?
- Les ondes électromagnétiques sont-elles dangereuses ?
- Comment peut-on mesurer la vitesse de la lumière ?
- Qu'est-ce que l'effet Doppler ?
- Comment mesure-t-on la vitesse des voitures avec un radar ?

Compétences	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> • Distinguer les ondes transversales et longitudinales. • Distinguer la propagation de l'onde du mouvement de la matière (ondes matérielles). • Etablir la relation entre fréquence, vitesse de propagation et longueur d'onde. • Montrer que l'onde transporte de l'énergie. • Décrire les propriétés des ondes et les illustrer par des exemples concrets. • Énoncer les conditions dans lesquelles apparaissent des nœuds et des ventres de vibration. • Montrer, en se basant sur des expériences, l'aspect ondulatoire de la lumière. • Décrire les caractéristiques d'un son (hauteur, timbre, intensité). • Expliquer comment l'oreille perçoit les sons et quels sont les dangers causés par un niveau sonore trop élevé. • Distinguer les ondes matérielles des ondes électromagnétiques. • Classer les ondes du spectre électromagnétique. • Décrire simplement l'une ou l'autre technologie médicale comme le « Doppler », la radiographie, l'échographie... • Montrer que le spectre de raies fournit une information sur la composition des substances. • Expliquer l'influence de l'effet Doppler sur le spectre de raies. • Expliquer quelques applications technologiques (exemple : four à micro-ondes, sonar, GPS...) 	<p><i>Mouvement périodique d'une source en vibration</i></p> <p>Fréquence, période, amplitude. Caractéristique d'un signal sonore, décibels. Oreille, perception et dangers causés par les sons.</p> <p><i>Ondes matérielles</i></p> <p>Formation d'une onde. Principe de Huygens. Longueur d'onde et vitesse de propagation. Propriétés : transmission d'énergie, réflexion, réfraction, interférences, diffraction, régime stationnaire, résonance, effet Doppler.</p> <p><i>Comportement ondulatoire de la lumière</i></p> <p>Diffractions, interférences, effet Doppler. Longueur d'onde et couleur, dispersion par un prisme. Spectres de raies (émission et absorption de lumière).</p> <p><i>Ondes électromagnétiques</i></p> <p>Spectre électromagnétique.</p>

Conseils méthodologiques

Proscrire tout développement mathématique, la seule loi mathématique à voir est celle liant la longueur d'onde à la fréquence et à la vitesse de propagation.

Rappeler les principes de fonctionnement du haut-parleur et du microphone étudiés en 5^e.

Pour l'étude des propriétés des ondes, s'inspirer du document de travail « *Etude des ondes adaptée au niveau B* » (CAF 2000-2001).

L'étude des ondes électromagnétiques est limitée à l'aspect qualitatif. Elles sont présentées comme la propagation de la variation du champ électrique et de celle du champ magnétique. Préciser qu'elles sont produites par un dipôle électrique ou un circuit oscillant.

Expériences à réaliser :

- Observer différentes sources de vibration (diapason, haut-parleur, lame métallique).
- Montrer les caractéristiques d'un son à l'oscilloscope.
- Faire observer les propriétés des ondes avec la corde, le slinky et la cuve à ondes.
- Diffraction de la lumière (expérience de Young, diffraction au travers d'un réseau, par réflexion sur un réseau...).
- Montrer des spectres de raies (lampe à vapeur de sodium, de mercure).

D'autres expériences peuvent être réalisées, comme celle de Melde, du tube de Kundt, des régimes stationnaires dans un tuyau...

2. Radioactivité, production d'énergie électrique

Prérequis

- Travail, puissance, énergie mécanique, énergie thermique.
- Structure de la matière, température et agitation thermique.
- Transformations, conservation et dégradation de l'énergie.
- Transport de l'énergie électrique.

Exemples de questionnement

- Qu'est-ce que la radioactivité ? Qu'est-ce qu'un rayonnement ?
- Est-elle dangereuse ?
- Qu'est-ce qu'un isotope ?
- Qu'est-ce que l'uranium enrichi ? Appauvri ?
- Comment une éolienne fonctionne-t-elle ? Et une centrale nucléaire ?
- Quelle est la différence entre la fusion et la fission nucléaire ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Comparer les émissions α, β et γ du point de vue de leur nature, de leur origine, de leur pouvoir de pénétration, et de leurs effets sur le corps humain. • Expliquer ce qu'est un isotope. • Définir la demi-vie d'un radio nuclide. • Expliquer la relation $E = mc^2$. • Décrire le principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire. • Comparer les rejets et déchets d'une centrale thermique à combustible fossile à ceux d'une centrale nucléaire. 	<p><i>Radioactivité</i></p> <p>Découverte de la radioactivité. Rayonnements α, β, γ ; propriétés. Isotopes, nuclides stables, nuclides instables. Désintégration, demi-vie. Fission de l'uranium 235, fusion nucléaire, défaut de masse et libération d'énergie, réaction en chaîne, applications. Utilisation des radio-isotopes : – traceurs radioactifs utilisés en médecine, dans l'agriculture, dans l'industrie ; – radiothérapie.</p> <p><i>Production d'énergie électrique</i></p> <p>Centrales thermiques classiques et nucléaires. Problèmes environnementaux, rejets et déchets. Épuisement des ressources et énergies renouvelables.</p>

Conseils méthodologiques

Pour des raisons horaires, l'ampleur de ce chapitre doit être limitée au maximum (environ 6 leçons).

Utiliser le tableau périodique pour écrire des équations de transmutation. Exploiter un graphique de décroissance radioactive.

Le cours de physique doit permettre à l'élève, au (futur) citoyen, de participer aux débats de société. Si le temps disponible ne permet pas de discuter longuement la problématique de la consommation d'énergie et des déchets, ces leçons doivent au minimum donner quelques outils permettant la compréhension de ces questions.

Mentionner le caractère forcément limité des ressources « fossiles » d'énergie utilisable et de l'uranium. Montrer que le physicien ne confond pas l'énergie utilisable par l'homme et l'énergie qui, elle, est évidemment conservée. Il est également, dans cette optique, intéressant de comparer la puissance d'une centrale nucléaire à celle d'une éolienne. On peut aussi, par exemple, calculer l'énergie dégagée lors de la fusion d'un gramme d'hydrogène et la comparer à l'énergie récupérée par l'homme lors de la combustion d'un gramme de charbon.

Exploiter les documents sur les centrales fournis par Electrabel et l'Ondraf et la collection de physique nucléaire du Centre Technique et Pédagogique de Frameries.

3. Univers

Prérequis

- Lois de Newton.
- Force de pesanteur et chute des objets.
- Mouvement circulaire uniforme.
- Mouvements de satellites, de la Lune.
- Effet Doppler, ondes électromagnétiques, spectres de raies.
- Fusion nucléaire.

Exemples de questionnement

- Quelle est la différence entre une planète et une étoile ?
- Pendant combien de temps le Soleil existera-t-il ?
- Qu'est-ce qu'une supernova, un trou noir ?
- Qu'est-ce qu'une galaxie ?
- Qu'est-ce que le Big Bang ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Décrire la structure, le fonctionnement, l'origine et l'évolution de l'Univers. • Expliquer comment les interactions entre les particules ont permis au fil du temps la structuration de la matière. • Montrer que l'observation du spectre des galaxies permet de dire que l'Univers est en expansion. • Montrer la compétition entre les forces de gravitation et les forces nucléaires au sein des étoiles. 	<p><i>Principaux objets et phénomènes célestes</i></p> <p>Système solaire, galaxies, structure de l'Univers. Facteurs dont dépend la force de gravitation</p> <p><i>Evolution de l'Univers</i></p> <p>Le Soleil Les étoiles : naissance, vie et mort. Expansion de l'Univers Hypothèse du Big Bang et formation des premiers éléments.</p>

Conseils méthodologiques

Le nombre de leçons consacrées à ce chapitre doit être limité (environ 5). Les derniers contacts avec la physique pour une majorité d'étudiants du niveau « sciences de base » seront donc essentiellement qualitatifs, descriptifs. Le but est de donner une vision globale de la structure à grande échelle (temporelle et spatiale) de l'Univers.

Faire observer différents types d'étoiles, les planètes, les étoiles filantes, les galaxies (à partir de documents photographiques).

Eviter tout développement mathématique. Aider à estimer quelques ordres de grandeurs de distances et de durées.

Faire comprendre que plus loin on observe dans l'Univers, plus on remonte dans le temps.

Présenter l'hypothèse du Big Bang comme déduite des observations, en indiquant son caractère incertain.

Si cela n'a pas été fait dans le premier module, on peut écrire une équation de fusion de l'hydrogène en hélium (sans donner les développements intermédiaires). Mentionner le processus de formation des éléments par fusion dans les étoiles. Il est alors possible de parler de la durée de vie nécessairement limitée des étoiles. Suivant l'intérêt des élèves et le temps disponible, le sujet pourra être étendu aux supernovae, étoiles à neutrons, trous noirs...

Parler de la force de gravitation et des forces nucléaires en compétition dans les étoiles. Mentionner le rôle des forces électriques lors de la fusion. Indiquer que la gravitation est le moteur du mouvement des planètes autour des étoiles, des étoiles dans les galaxies. Mentionner l'importance du rôle de la gravitation dans l'évolution future de l'Univers. Utiliser les documents fournis par le site de la NASA

D. Bibliographie

Physique
Hecht

De Boeck Université
ISBN 2-7445-0018-6

Mécanique Physique I
Resnick – Halliday
Editions du Renouveau Pédagogique
ISBN 2-7613-0011-4

Physique 2
Resnick - Halliday
Editions du Renouveau Pédagogique

Physique 3
Resnick - Halliday
Editions du Renouveau Pédagogique

Fundamental of Physics
Extended
Halliday, Resnick et Walker
ISBN 0-471-10559-7

Physique 1 - Mécanique
Harris Benson
De Boeck Université

Physique 2 - Electricité et magnétisme
Harris Benson
De Boeck Université

Physique 3 – Ondes, optique et physique moderne
Harris BENSON et al
De Boeck Université

Physique générale 1
Mécanique et thermodynamique
Giancoli
Collection De Boeck Université
ISBN 2-8041-1700-6

Physique générale 2
Electricité et magnétisme
Giancoli
Collection De Boeck Université
ISBN 2-8041-1701-4

Physique générale 3
Ondes, optique et physique moderne
Giancoli
Collection De Boeck Université

L'évolution des idées en physique
Einstein et Léopold Infeld
Petite bibliothèque Payot

Les concepts du mouvement
Série HPP - tome I
Equipe IRP
ISBN 88509-076-4

L'univers mécanique
Luc Valentini
Editeur Hermann
ISBN 2-7056-6273-1 (à l'usage du professeur)

Physique 1
Mécanique et thermodynamique
Serway
Collection De Boeck Université
ISBN 2-8041-1604-2

Physique 2
Electricité et magnétisme
Serway
Collection De Boeck Université
ISBN-2-8041-1605-0

Physique 3
Optique et physique moderne
Serway
Collection De Boeck Université

La nature des lois physiques
Richard Feynman
Collection Marabout Université, n° 213

Cahiers de « Science et Vie »
Diffusion pour la Belgique
Press-abonnements SA
Avenue des Volontaires 103, boîte 11/12
1160 Bruxelles
n°2 - Galilée, la naissance de la physique moderne;
n°12 - La physique géante, du gigantesque pour observer l'infiniment petit;
n°13 - Newton, le concepteur de la science moderne ;
n°21 - Kepler, le fondateur de l'astronomie moderne;

Physical Science Study Committee avec le recueil d'expériences
La Physique, Dunod, Paris
1965 Educational Services Incorporated

Imagerie par résonance magnétique nucléaire
Thierry Metens
Les cahiers du CeDoP ULB
1997 ISBN -2-930089-44-X

Physics for scientists and engineers
Paul A. Tipler
W.H. Freeman and company/Worth publishers
ISBN 1-57259-673-2

Mémophysique : synthèse des formules et des lois essentielles de la physique.
A Vande Vorst
De Boeck Université

Introduction à la physique, premier cycle.
A Vande Vorst
De Boeck Université.

Nouveau cours d'électricité pratique
Lignon et Fucks
Edition Delagrave.

Cours d'électricité, lois générales, courant alternatif par J Niard
1ère Technique industrielle
Edition Masson, 120, Bd Saint-Germain, Paris 6e

Stephen Hawking's universe
The cosmos explained
David Filkin
ISBN 0 563 38301 1

Dictionnaire de la Physique
Atomes et particules
Albin Michel
ISBN 2 226 11 462 9

Documents du C.A.F

- Module nucléaire : document professeur
- Etude des ondes adaptée au niveau B

Le nucléaire - centre technique
Energie nucléaire Yves Chelet (Sciences - Seuil)
Le nucléaire en question Luc Gillon (Duculot)
Promesses de l'atome Yves La Prairie et Jean Le Chatelier (Fayard)
Dossier ONDRAF

Une femme honorable Françoise Giroud (livre de poche)

Guides des énergies renouvelables
Ministère de la région wallonne

Physique et société
Michel Wautelet
Presses Universitaires de Mons
Université de Mons-Hainaut
Sciences, technologies et société
Questions et réponses pour illustrer les cours de sciences
De Boeck
ISBN 2-8041-3579-9

Les cahiers du CeDoP

Précis de cinématique
C. Brans, M. Cornet, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L. Gusman
ISBN 2-930089-15-6
Précis de dynamique - le mouvement de translation -
C. Brans, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L. Gusman
ISBN 2-930089-30-x
Quelques problèmes de biomécanique
A Bellemans
ISBN 2-930089-35-0
La conservation de la quantité de mouvement
C. Brans, M. Cornet, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L. Gusman
ISBN 2-930089-45-8
Les superpositions d'ondes et diverses applications
C. Brans, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L. Gusman
ISBN 2-930089-58-X

Le mouvement oscillant et diverses applications en physique, chimie, biologie et écologie

C. Brans, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L. Gusman
avec la collaboration de A. Goldbeter et G. Gusman
ISBN 2-930089-53-9

Quelques adresses utiles :

C.A.F. (Centre d'Auto-Formation)

La Neuville1, 4500 Tihange
☎ 085/ 27.13.60. - 27.13.61
fax: 085/ 27.13.99

Centre technique et pédagogique de Frameries

Route de Bavay, 2B, 7080 Frameries
☎ 065/ 67.62.61. - 66.73.22. fax: 065/ 66.14.21

Logiciels

Maple V, release 5, student version, en vente aux Presses universitaires de Bruxelles, av P. Héger, 42, 1000, Bruxelles,

☎ 02/ 649.97.80., au prix de 3150 Bef

Interactive Physics 2.5. logiciel conçu par Knowledge revolution, 15, Brush Place, San Francisco Ca 94103

☎ (415)553 8153

Ce logiciel est vendu en Belgique par la firme Holleen sprl
Breekiezel, 20,3670 Meewen/Gruitrode

☎ 089/ 85.40.64

fax : 089/85.71.80.

Cabri géomètre II

Ministère de l'Education Nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, Paris.

Texas instrument <http://www.ti.com.calc/>

Firmes, entreprises ou organismes fabriquant du matériel didactique ou diffusant des documents à caractères pédagogiques.

Liste non exhaustive de firmes et d'organismes susceptibles de fournir une documentation concernant des données techniques, des notions de base et de sécurité en électricité:

AIB/ VINCOTTE

Avenue André DRUART 29b
1160 BRUXELLES
02/674 57 11

A.N.P.I.

PARC SCIENTIFIQUE
1346 OTTIGNIES-LLN
010/41 87 12
"Eviter l'incendie chez soi"
"Se chauffer en toute sécurité"

CEBEC

Rodestraat 125
1630 LINKEBEEK
02/380 85 20

ELECTRABEL

Galerie Ravenstein 4 Bte 6
1000 BRUXELLES

VYNKIER

Nieuwevaart 51
9000 GENT
Mesures

SAMPOH -Belgium n.v.

Kernenergiestraat 47-49
2610 WILRIJK
03/827 22 87

Instruments de mesure de précision MITUTOYO

Diffuse des petits fascicules, notamment le
"Petit traité des principes de base de la mesure de précision" et
"Contrôle de qualité - manuel" présentant les méthodes statistiques

Télécommunications

BELGACOM

Département relations publiques et service commercial
Boulevard E. Jacqmain 166
1210 BRUXELLES

On peut obtenir une importante documentation "grand public" sur tous les produits et services offerts par BELGACOM

ELECTRICITE DE FRANCE

(Environnement - information)
Direction de l'Equipement
Avenue de Wagram 22-30
75008 PARIS

INRS

rue Olivier Noyer 30
75660 PARIS CEDEX 14
"L'électricité, comment s'en protéger"

Véhicules électriques

CITELEC

Association européenne des villes intéressées par l'emploi des véhicules électriques
Pleinlaan 2
1050 Bruxelles

Analyse chimique

COCKERILL SAMBRE

"Application à l'analyse chimique de l'interaction lumière-matière"
P. Kicq Cockerill Sambre 1991(Diffusé au cours du projet Espoir)
Instruments d'optiques

CANON BENELUX

10 Boulevard Lambertmont
1030 BRUXELLES
02/242 11 82

Documentation sur objectifs et appareils photographiques

SCHOTT BELGILUX

Ikaroslaan 11
1930 ZAVENTEM
02/7193811

Documentation sur fibres optiques et endoscopes

OMNILABO s.a.

17-19 Avenue Général Eisenhower
1030 BRUXELLES
02/245 22 90

Documentation sur microscopes et endoscopes

Carl ZEISS nv

Ikaroslaan, 9
1930 Zaventem

Documentation sur jumelles

PHYWE

Distributeur en Belgique:
Dimat
Hoge Kaart, 293
2930 Brasschaat

JEULIN

Distributeur en Belgique:

CARBO

rue des Palais 305
1210 BRUXELLES
02/242 85 32

(demander le catalogue de matériel didactique de physique et chimie)

PIERRON

Distributeur en Belgique:

Ets DEFRANCE

Bruyndonckxstraat 18
1780 WEMMEL
02/460 33 18

(demander le catalogue de matériel didactique de Sciences et techniques expérimentales)

LEYBOLD

SPRL DIDAC-SYSTEMS

Sterrebeekstraat 98
1930 Zaventem
02/725 02 65

(demander le catalogue de matériel didactique de physique avec une liste de prix)

VERNIER SOFTWARE

Internet : orders vernier.com, <http://www.teleport.com/~vernier>
8565 S.W. Beaverton-Hillsdale Hwy, Portland, OR 97225-2420
to order by phone, call (503)297-5317

Associations et centres

Association belge des professeurs de physique et chimie (A.B.P.P.C.)

Bulletin de l'A.B.P.P.C.

Union des physiciens (Paris)

Bulletin de l'Union des physiciens
44, Boulevard Saint-Michel
75270 Paris Cedex 06

Union des physiciens (UP)Belgique

L'ampoule: périodique trimestriel
Editeur responsable: Claire Hayez-Thirion
21, rue des Marchets, 5646, Stave
Président : Jean-Claude Van Hay
118, rue de Bransart, 5020, Malonne

Maison de la Science

22, quai Van Beneden
4020 Liège
Renseignements et réservations:
☎ 04/ 366. 35.85.

Centre de documentation pédagogique CeDoP

CP 186, avenue F.D. Roosevelt, 150 1050 Bruxelles
☎ 02/ 650.40.35.

Expérimentarium

ULB, Campus de la Plaine CP 238
1050 Bruxelles
www.ulb.ac.be/musees/parentville/

02/ 650 51 13

PASS

Parc d'attractions scientifiques
Rue de Mons, 3 Frameries
070/22 22 52
www.pass.be

Musée des sciences et des techniques de Parentville

Rues de Villers, 227 6010 Charleroi

Documents audiovisuels

Médiathèque de la Communauté Française de Belgique

Service audiovisuel
Place de l'Amitié, 18
1000 Bruxelles
02 / 737 18 11

Le catalogue complet des documents d'intérêt général reprend toutes les cassettes vidéo disponibles dans les maisons de la culture, avec un commentaire. Chaque établissement peut prendre un abonnement pour la location de ces documents (2500F pour 100 locations par an en 1992).

AGERS

Rue Belliard, 9-13
1040 Bruxelles
02 213 59 11
www.agers.cfwb.be
programmes: AGERS, rue du commerce, 68 1040 Bruxelles
02/ 500 48 11

Documents audiovisuels

Médiathèque de la Communauté Française de Belgique

Service audiovisuel
Place de l'Amitié, 18
1000 Bruxelles
02 / 737 18 11

Le catalogue complet des documents d'intérêt général reprend toutes les cassettes vidéo disponibles dans les maisons de la culture, avec un commentaire. Chaque établissement peut prendre un abonnement pour la location de ces documents (2500F pour 100 locations par an en 1992).

Programmes précédents avec documents d'accompagnement

Document d'accompagnement du programme précédent, comprenant 13 annexes :

1. Le pendule élastique
2. A propos de la 2^e loi de Newton
3. La découverte de la planète Neptune
4. Une expérience simple testant la conservation de la quantité de mouvement
5. Equilibre de l'échelle (utilisation de de Maple V, Cabri II, Interactive physics)
6. Dynamique du solide en rotation
7. Battements et figures de Lissajous à peu de frais
8. Tensions et courants dans les circuits alimentés par un générateur de tension alternative
9. Effets capacitifs dans divers circuits (utilisation des logiciels Excel 5 et Maple V)
10. Physique nucléaire
11. Oscillations et ondes au niveau B
12. Quelques problèmes sur les transformations d'énergie
13. Expériences de Hertz.

Ce document peut être commandé au CAF

Compétences du cours de Sciences : outils d'évaluation formative

Publié par la Direction Générale de l'Organisation des Etudes

43, rue de La Science

1040 Bruxelles, ISBN 2-87344-263-8

Physique 7 et physique 12.

publié par le CAF, 1, La Neuville, 4500, Tihange (Huy).

Documents d'accompagnement :

P.10.1. Travaux pratiques d'électricité, deuxième degré. Fascicule 1: fiches de l'élève, 40 pages.

Fascicule 2: fiches du professeur, 40 pages.

publié par le Centre Technique de Frameries, 2B, Route de Bavay, 1, 7080, Frameries.

Module son: document professeur , 4^e niv B, 3^e niv A (24 pages).

Module son: évaluation des objectifs, 4^e niv B, 3^e niv A (15 pages).

Objectifs et évaluation, programme de 3e, 61 pages.

Document accompagnant le programme de 5^e rédigé par les professeurs de la Commission des programmes de physique

Publiés par le CAF, 1, La Neuville 4500, Tihange.



*Service général des Affaires pédagogiques
de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage de
L'Enseignement organisé par la Communauté Française*

Enseignement secondaire ordinaire de plein exercice
Humanités générales et technologiques

Enseignement secondaire général
et technique de transition

5^e et 6^e années

Programmes du cours de
***Renforcement de la pratique de
laboratoire
partie PHYSIQUE***

Table des matières

TABLE DES MATIERES

A. INTRODUCTION

B. OBJECTIFS

1. DES QUESTIONS QUI REPRESENTENT UN CHALLENGE POUR TOUS LES ELEVES
2. UN COURS OU LES ELEVES MANIPULENT EUX-MEMES
 - imaginer et concevoir une expérience*
 - réaliser une expérience*
 - analyser les résultats obtenu*
 - communiquer*
3. UN COURS QUI INTEGRE LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION
4. UN COURS QUI FAVORISE L'ADOPTION D'ATTITUDES
 - L'honnêteté intellectuelle*
 - L'ouverture d'esprit et l'esprit critique*
 - La curiosité*
 - Le travail en équipe*

C. CHOIX DES ACTIVITES

- Exemples de manipulations en 5^e*
- Exemples de manipulations en 6^e*

D. FORMATIONS DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE

A. Introduction

Imagine t-on toute la physique qu'il y a dans un match de ping-pong, un concert de musique ou le vol d'un papillon ?

Le cours de renforcement de la pratique de laboratoire est l'occasion de montrer que la physique intervient partout : dans les voitures que nous conduisons , les avions que nous prenons, la maison où nous vivons, l'endroit où nous travaillons..

Il faut faire apparaître les liens entre la physique et les questions qui nous concernent tous, démontrer au travers d'applications technologiques et d'exemples simples pris dans les domaines du sport, de la musique, de la médecine ou des communications que la physique fournit un cadre logique et rigoureux qui nous aide à comprendre comment le monde fonctionne.

B. Objectifs

Les grands objectifs du cours de renforcement de pratique de laboratoire sont :

1. Aborder des questions qui représentent un challenge pour tous les élèves et qui sont liées à des sujets qui les intéressent et les motivent.
2. Organiser des séances de laboratoire pour lesquelles tous les élèves s'engagent activement. Faire acquérir des modes de raisonnement, des méthodes de travail et une certaine habileté technique.
3. Intégrer les technologies de l'information et de la communication.
4. Faire adopter des attitudes d'honnêteté intellectuelle, d'ouverture d'esprit mais aussi de sens critique...

1. Des questions qui représentent un challenge pour tous les élèves

Les questions sont bien choisies pour qu'elles interpellent les élèves et leur posent un défi. Le cours de renforcement de pratique de laboratoire est l'occasion de **placer la physique dans un contexte social. Il faut souligner le lien qui existe entre les développements de la physique et des technologies et :**

- La pratique de certaines activités (sport, industrie automobile, Internet, GPS, automatisation, ...);
- L'évolution de notre mode de vie (mobilité, communications rapides et à longues distances, accès facile à l'information, GSM, ordinateur, partage du temps de travail, systèmes de sécurité...);
- Les développements de la médecine (espérance de vie, imagerie médicale, médecine nucléaire, radiothérapie, chirurgie laser,...) ;
- Les nouvelles questions posées à la société (traitements des déchets, utilisation d'Internet, impact sur l'environnement des activités humaines).

2. Un cours où les élèves manipulent eux-mêmes

Qu'apporte l'expérience ?

- Elle permet de confronter ses représentations à la réalité.
- Elle apprend à observer et éveille la curiosité
- Elle développe la créativité, l'habileté technique et l'esprit critique
- Elle favorise l'apprentissage de l'autonomie, de l'initiative et du sens des responsabilités
- Elle fait acquérir des méthodes de travail et des modes de raisonnement
- Elle apprend aussi, et ceci est essentiel pour la formation du futur citoyen, à travailler en équipe.

L'élève apprend à :

• Imaginer et concevoir une expérience

- Détecter une question, un problème et la(le) caractériser
- Observer un phénomène et le décrire
- Repérer les principaux facteurs qui peuvent influencer un phénomène
- Emettre des hypothèses, faire des prédictions
- Imaginer et concevoir une expérience
- Etablir un plan de travail
- Choisir les appareils et les techniques

• Réaliser une expérience

- Mettre en œuvre une procédure méthodique
- Suivre les notices d'utilisation et les consignes de sécurité
- Estimer les incertitudes commises sur les mesures
- Repérer les mesures apparemment aberrantes et les analyser
- Utiliser l'ordinateur pour collecter les données
- Prendre des initiatives
- Gérer le temps et respecter les délais convenus.

• Analyser les résultats obtenus

- Classer les mesures, utiliser tableaux, schémas, graphiques et diagrammes et identifier les tendances
- Utiliser l'ordinateur pour traiter les données
- Repérer les mesures apparemment aberrantes et les analyser
- Tirer des conclusions et les confronter à d'autres observations et aux théories actuelles
- Prédire des applications ou conséquences de ces conclusions
- Envisager comment améliorer la procédure
- Imaginer une expérience permettant de poursuivre l'investigation
- **communiquer**
- Présenter un rapport oral ou écrit et répondre aux questions et critiques sur la manière de procéder

- Utiliser un langage scientifique correct et précis respectant conventions, unités et symboles internationaux
- Utiliser différentes formes de présentation comme les tableaux, graphiques, schémas, diagrammes, plans, croquis...
- Décrire les procédures suivies pour que d'autres puissent répéter l'expérience ou résoudre le problème.

3. Un cours qui intègre les technologies de l'information et de la communication

Le cours de renforcement de la pratique de laboratoire, partie physique, fournit l'occasion d'acquérir certaines compétences dans l'utilisation des TIC comme, par exemple :

- automatiser l'acquisition et le traitement des données pour permettre de multiplier les exemples et d'approfondir la réflexion
- faire une recherche documentaire et critique sur CD-ROM ou sur le web et confronter les informations obtenues
- produire des documents de qualité utilisant l'importation d'images et de graphiques
- échanger les documents par courrier électronique entre les différents établissements faisant les mêmes mesures simultanément mais dans un autre environnement.

4. Un cours qui favorise l'adoption d'attitudes

• L'honnêteté intellectuelle

- Rapporter ce que l'on observe et non ce que l'on pense devoir observer
- Reconnaître les limitations du travail entrepris
- Lors de la participation aux débats sur les questions posées à la société, s'investir dans une étude sérieuse et une analyse critique de la question ou suspendre son jugement.

• L'ouverture d'esprit et l'esprit critique

- Etre ouvert aux idées nouvelles et inhabituelles mais suspendre son jugement s'il existe pas de données crédibles ou d'argumentation logiques qui les défendent ;
- Reconnaître les explications inconsistantes, les généralisations abusives, les failles dans une argumentation
- Avoir pris l'habitude de se poser toujours la question : « comment est-on arrivé à ces conclusions ? »
- Chercher à se documenter à diverses sources en confrontant les informations recueillies.

• La curiosité

S'étonner, se poser des questions sur les phénomènes qui nous entourent et vouloir y rechercher des réponses.

• Le travail en équipe

- Prendre sa part de responsabilité dans un travail en équipe
- Prendre conscience de la part que chacun apporte dans la réalisation d'un travail
- Ecouter l'autre et être prêt à envisager d'autres hypothèses que les siennes.

C. Choix des activités

Le renforcement de la pratique de laboratoire , partie physique, propose aux élèves des manipulations à se réaliser en groupes de 2 à 3 élèves au maximum. Si le matériel n'existe qu'en nombre limité, des manipulations différentes peuvent être menées simultanément par chacun des groupes.

Les expériences sont en relation plus ou moins étroite avec le cours de physique ou peuvent aborder un domaine de la physique totalement nouveau pour les élèves (électronique , astrophysique, photographie, télédétection, imagerie médicale, communications...).

L'utilisation des capteurs et le traitement immédiat des données par ordinateur est fortement conseillé. Ils permettent un accès plus rapide aux résultats et offrent la possibilité de multiplier les exemples et les expériences pour poursuivre les investigations.

Le cours doit être varié et couvrir un grand nombre de domaines de la physique en impliquant un large éventail de méthodes, de techniques et de démarches scientifiques.

Les manipulations se basent sur des questions qui interpellent et stimulent les élèves dans leur recherche. Elles ne peuvent en aucun cas se limiter à suivre une procédure préétablie pour vérifier une loi connue. Elles sont construites pour laisser un maximum d'initiative aux élèves, développer le sens des responsabilités et susciter la discussion.

Le rapport est une partie importante du travail des élèves. Il est individuel. Le professeur le commente et envisage avec l'ensemble de la classe les manières d'améliorer les procédures ou de poursuivre l'investigation.

Exemples de manipulations en 5^e

1. Apprendre à utiliser l'oscilloscope et visualiser les caractéristiques de différents éléments.
2. Charge et décharge d'un condensateur vues à l'oscilloscope, dans un circuit comprenant une résistance, dans un circuit comprenant une bobine ; résonance.
3. Redressement et filtrage d'un courant alternatif, pont de Graz.
4. Courants de Foucault et applications : freinage automatique, compteur de vitesse...
5. Utilisations des capteurs pour l'analyse de mouvements et de phénomènes électromagnétiques.
6. Moteur électrique : mesure de sa puissance et de son rendement.
7. Loi fondamentale de la dynamique.
8. Construction d'une pompe à eau fonctionnant à l'énergie solaire.
9. Propriétés du gaz parfait.
10. Principe de Fernet.
11. Analyse de mouvements enregistrés sur bande vidéo ou photographiés (chronophotographie réalisée en classe).
12. Construction d'un modèle de détecteur antivol pour magasin.
13. Précipitation électrostatique des fumées dans les cheminées.
14. Utilisation du logiciel Maple V pour calculer des distances de freinage, la trajectoire d'une particule chargée dans un champ électromagnétique.

Exemples de manipulations en 6^e

1. Etude des collisions de 2 chariots sur un rail.
2. Construire un compteur digital et un compteur décimal.
3. Réaliser un récepteur de radio AM.
4. Mesure de la longueur d'onde d'une onde lumineuse, mesure du pas d'un CD.
5. Utiliser le transistor en amplificateur.
6. Mesure de la vitesse du son dans l'air ; plage d'audibilité.
7. Utiliser les ultrasons pour la mesure d'une distance (sonar).
8. Mesure de la vitesse de la lumière dans l'air.
9. Mesure de la constante de Planck.
10. Construire et utiliser un interféromètre de Michelson, mesure d'un allongement.
11. Etude d'un mouvement oscillant à l'aide de capteurs.
12. Spectroscopie (émission et absorption).

D. Formations des professeurs de physique

Un fascicule d'expérience est en cours de rédaction.

Des formations sont organisées pour les professeurs de physique. Elles ont pour objectif de fournir informations et documents d'accompagnement utiles à la préparation des séances de laboratoire. Il est fortement souhaité que les professeurs participent à ces journées.