

**REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE,
SECONDAIRE ET PROFESSIONNEL**

**DIRECTION DES
PROGRAMMES SCOLAIRES ET
MATERIELS SIDACTIQUES**

**PROGRAMME NATIONAL
DE
PHYSIQUE**

**ENSEIGNEMENT
SECONDAIRE GENERAL**

P R E F A C E

De 1985 à nos jours, trois grandes réformes ont sensiblement marqué l'Enseignement Primaire et Secondaire de notre nation.

Celle de 1948 répondait au souci de former du personnel subalterne nécessaire à l'accroissement de la production des grandes sociétés privées.

Celle de 1958, qui a imposé le Plan d'Etude et le programme métropolitain, correspondait à une évolution politique belge dans le sens d'une émancipation sociale.

En 1961, la réforme a plutôt tenté d'unifier les différents régimes nés de l'application du programme métropolitain.

En effet, la résistance des réseaux d'enseignement conventionné à la laïcisation préconisée avait introduit une certaine confusion sur le terrain.

Cette coexistence de plusieurs régimes portait préjudice à l'homogénéité des études : programmes de valeur inégale et souvent mal adaptés aux réalités du pays (programme de 1948, programme de 1958 métropolitain officiel, programme métropolitain des Ecoles Catholiques, ou mélanges des trois).

La réforme débutée en 1974 est demeurée inachevée.

En 1981, l'Autorité Politique lance une quatrième Réforme.

L'option fondamentale, le concept clé qui doit sous-tendre, en leitmotiv. La Réforme scolaire actuelle se trouve dans le passage ci-après du discours du 5 décembre 1984 du Président-Fondateur du M.P.R. le Maréchal MOBUTU.

- La formation que nous donnons à nos enfants d'aujourd'hui conditionne l'avenir du Zaïre de demain...

Les questions à se poser sont les suivantes :

- nous formons nos enfants pour qui et pour quel type de société ?
- l'Université, l'Institut Supérieur, pour qui et pour quel emploi ?
- l'enseignement primaire, l'enseignement Secondaire pour qui et pour quelle finalité ?

Toutes ces questions veulent dire que la formation devra de plus en plus tenir compte de nos besoins réels.

Aux programmes de formation générale doivent être substitués des programmes de formation technique et professionnelle. Surtout au niveau des cadres moyens et des cadres d'exécution.

Je retiens que l'accès à l'Université n'est pas la finalité absolue.

Les programmes élaborés pour répondre à ce souci de finaliser et de professionnaliser l'enseignement sont expérimentés dans quelques écoles pilotes de la République. Ils ne seront généralisés que lorsque leur efficacité aura été prouvée et appréciée, c'est-à-dire au minimum dans trois ans.

En attendant, il convenait de mettre à la disposition des écoles un outil de travail susceptible d'aider les maîtres dans la noble tâche qui leur est assignée : assurer à tous les enfants un enseignement fondamental de qualité.

Le présent recueil répond au souci constant qui a toujours été le nôtre : aider au maximum les écoles à atteindre les objectifs fixés.

Le Commissaire d'Etat
à l'Enseignement Primaire et Secondaire

Prof. NZECE ALAZIAMBINA

AVANT - PROPOS

Alarmée par les signes de carence profonde des diverses écoles du pays en matière de programmes scolaires officiellement en vigueur, et constatant à chaque rentrée scolaire une avalanche de demande de renseignements à son Centre de Documentation, la Direction des Programmes Scolaires et Matériel Didactique du Département de l'Enseignement Primaire et Secondaire a décidé de remédier à cet état de choses.

Elle s'est attelée à reprendre tous les programmes officiels de l'Enseignement général dans leur intégralité, à les présenter de façon homogène et maniable et à en assurer une large diffusion.

Elle se propose enfin d'aider à la diffusion de ces programmes auprès de toutes les écoles du pays, grâce à son réseau de distribution, déjà bien éprouvé par la Revue Educateur et ses autres publications.

Il est de la plus grande importance que chaque enseignant, sur toute l'étendue de notre territoire, soit parfaitement au courant des objectifs qu'il doit poursuivre, de la matière qu'il doit transmettre et des directives méthodologiques destinées à diriger et soutenir son action.

Nous remercions le CEREDIP pour sa collaboration à cette entreprise de portée nationale.

INTRODUCTION

Grille horaire Hebdomadaire

Section & Option	3^e	4^e	5^e	6^e
- Scientifique :				
• Math-Physique (1).	3	2	3	3
• Bio-Chimie	3	2	3	3
- Littéraire	0	2	2	2
- Comm. & Adm	0	2	2	2
- Pédagogique	3	2	1	1
- Sociale	0	2	1	1
- Hôtesse d'accueil	0	0	1	1
- Artistique				
• Arts plastiques	0	2	1	1
• Art dramatique	0	2	1	1
• Musique	0	2	1	1
• Préarchitecture	3	2		
• Agricole	2	2	2	1

(1) Plus : séance de travaux pratiques tous les 15 jours.

Troisième année

- Les sections scientifique, pédagogique, agricole et artistique suivent le programme de la section scientifique.
- Les sections littéraire, commerciale - administrative, sociale et artistique (arts plastiques) n'ont pas de cours de physique.
- Les différentes options de la section technique -industrielle suivent leurs programmes spéciaux.

Quatrième année

- Les sections scientifique, pédagogique, agricole ainsi que l'option pré architecture de la section artistique suivent le programme de la section scientifique :
- Les sections littéraire, commerciale - administrative, sociale et option arts plastiques de la section artistique suivent le programme de la section littéraire :
- Les différentes options de la section technique industrielle suivent leurs programmes spéciaux.

CONSIDERATIONS GENERALES

L'Influence de la science sur la pensée moderne et sur les conditions de vie de l'homme exige une attention toute particulière de la part de tous ceux qui sont appelés à en enseigner ces éléments aux élèves du degré secondaire. On veillera donc à en souligner l'aspect culturel et on insistera, chaque fois que faire se peut, sur l'interdépendance de toutes les disciplines scientifiques. En ce qui concerne la physique, on se souviendra qu'elle n'est pas une collection de faits qui peuvent s'apprendre, mais un ensemble de concepts créés par la pensée pour donner un modèle intelligible et fécond de l'expérience que l'homme a acquise dans le monde où il vit.

Il faut que l'étudiant entrevoie la démarche propre à l'établissement des modèles physiques : choix d'un objet délimité, définition précise des variables caractérisant le phénomène, mesure de ces variables avec estimation de la marge d'erreur, établissement de relations entre résultats de mesures, formulation d'une hypothèse, prédiction de nouveaux résultats, test expérimental.

On profitera aussi, dès le début de cet enseignement, de l'intérêt évident des élèves pour cette discipline. On veillera, à chaque étape, à expliquer les grandes découvertes modernes de façon simplifiée, mais claire en faisant appel aux connaissances acquises. Au niveau du secondaire, la physique étant principalement inductive et expérimentale, tout ce qui peut être démontré expérimentalement doit être réalisé effectivement devant les élèves.

Tout en utilisant le mieux possible leurs connaissances en mathématique, on veillera à ne pas tomber dans le travers de ceux qui considèrent les leçons de physique comme un beau champ d'application de la mathématique. On commencera donc les applications numériques par des exercices dont les données seront suffisamment simples pour permettre leur résolution immédiate par le calcul mental. Tous les exercices proposés aux élèves devront tendre à la compréhension des phénomènes étudiés et seront rédigés clairement.

On commencera par reprendre les données, avec leurs symboles, en plaçant en regard de chacune d'elles l'unité convenable. Seules les unités du système international seront utilisées. On indiquera les formules nécessaires à la résolution du problème et les transformations à effectuer. On établira alors la solution théorique, puis on passera à l'application numérique

Dès les premières applications numériques, on attirera l'attention des élèves sur l'importance des chiffres significatifs. En particulier, pour déterminer le nombre de chiffres significatifs de la réponse, on examinera le nombre de ceux figurant dans les données. D'une façon générale et sauf indication contraire, on ne dépassera pas trois chiffres significatifs. On rappellera aux élèves que la physique est une science exacte, mais qui n'ignore jamais les limites de sa précision. Chaque nouveau chiffre significatif représente un progrès des méthodes de mesure et beaucoup de recherches, de temps... et d'argent.

Les remarques précédentes seront appliquées lors de la résolution de tout exercice numérique du cours de physique. De plus, avant tout calcul, on procédera à l'évaluation de l'ordre de grandeur du résultat recherché et on s'assurera à l'aide d'équations aux dimensions, de l'homogénéité de la formule obtenue après transformation de la relation de départ.

Il est indispensable que le professeur de physique s'informe du contenu du programme de mathématique de la classe où il enseigne et de la répartition de matière de cette discipline au cours de l'année. En effet, le professeur pourra être amené à introduire dans le développement de son cours certaines notions, élémentaires de mathématique qui ne seront étudiées qu'ultérieurement.

L'emploi du temps du professeur de physique sera conçu de manière à lui permettre d'effectuer avant ses leçons les préparatifs et les montages requis. Enfin, on ne se souviendra qu'un programme, si soigneusement préparé soit-il, ne remplacera jamais les qualités pédagogiques et les connaissances scientifiques du professeur.

Ceci implique que chacun fasse sans cesse, l'effort indispensable pour se tenir au courant des progrès de la science et de ses méthodes d'enseignement.

DIRECTIVES METHODOLOGIQUES

Notions Préliminaires

- Les propriétés des solides, liquides et gaz seront interprétées en s'appuyant sur les particularités de leur structure discontinue agitation, distances mutuelles des particules constitutives (atomes et molécules).
- Les notions élémentaires sur la constitution de la matière permettront de donner une première idée de la structure d'un atome (forme essentiellement d'un noyau porteur de charges positives et d'électrons périphériques négatifs). Sur cette base, les phénomènes d'électrisation seront interprétés comme un arrachement d'électrons et la circulation de charges électriques comme un déplacement de ces mêmes électrons. Un générateur apparaîtra ainsi comme une espèce de pompe à électrons où ces derniers sortent par une de ses bornes (-) et entrent par l'autre (+) à condition que celle-ci soient reliées par des conducteurs à un deuxième appareil dans lequel les électrons puissent circuler : le récepteur (lampe à l'incandescence, moteur électrique, voltamètre). Ces notions ne sont pas indispensables pour comprendre la suite du cours mais seront très utiles pour aborder une étude approfondie du programme de chimie.

Grandeurs fondamentales

- Le mètre-étalon introduira l'unité fondamentale de longueur : les multiples et les sous-multiples seront ensuite présentés ou rappelés : kilomètres, décimètre, centimètre, millimètre, micromètre (um), angstrom (A) et à cette occasion, on utilisera les puissances (positives et négatives) de 10.
- Les mesures de longueur, masse et temps seront introduites lors des vérifications expérimentales.

Mécanique

- L'étude de la composition et de la décomposition des forces (recherche des réactions d'appui...) des machines simples et de la balance sera, dans une très large mesure, expérimentale. L'étude très élémentaire de la balance s'appuiera sur la connaissance préalable du levier inter-appui. On opposera cet instrument, permettant de comparer des masses, au dynamomètre (ou peson) avec lequel on mesure des forces et en particulier, des poids.

- L'étude des mouvements pourra se faire aisément par référence aux connaissances apportées par la vie quotidienne (déplacement à pied, à bicyclette, en voiture, en bateau, en train ...) Les notions de durée (temps écoulé) et d'unités de temps devront avoir été vues au préalable. De nombreux exercices numériques simples seront effectués en classe avec vérifications graphique et mathématique.
- Après que les forces auront été caractérisées par leurs effets et définies, leur mesure permettra l'introduction des deux unités les plus utiles pour la suite du cours le newton le kilogramme-force. Ayant précisé que le poids d'un corps est la mesure de la force d'attraction que la terre exerce sur lui (pesanteur), on s'appuiera sur le fait (cfr. satellites) de la variation de cette attraction sur un même corps en fonction de sa position (par rapport à la terre, à la lune...) pour introduire la notion de masse du corps considéré. Ainsi, un même corps n'aura pas le même poids sur la lune que sur la terre, alors que sa masse reste la même. Le poids et la masse d'un corps étant ainsi bien distingués, le risque d'une confusion chez les élèves sera plus facilement évité que par une mise en garde purement formelle plus propre à les troubler qu'à les aider.
- L'expression du travail, numériquement égal au produit de la mesure d'une force par celle du déplacement de son point d'application, ne sera considérée que dans le cas où le déplacement est confondu avec la direction de la force. On exclura tout recours à des formules trigonométriques. Avant le calcul d'un travail, des forces éventuellement exprimées en kgF seront traduites en N. Cette remarque est d'ailleurs valable chaque fois qu'une donnée d'un problème est exprimée en une unité étrangère au système international (S.I.)

PROGRAMME

Notions préliminaires

1. Etats physiques de la matière :
Propriétés des solides, liquides et gaz.
2. Structure moléculaire.
3. Expériences d'électrisation par frottement : attraction et répulsion des corps électrisés.
Détermination du signe de la charge électrique portée par un corps électrisé.
4. Notion d'atome. Excès et défaut d'électrons.
5. Effets (thermique, lumineux, magnétique, chimique) du courant électrique continu (piles ou accumulateurs). Sens du courant : conséquences de son inversion sur les phénomènes précédents.

Grandeurs fondamentales

NOTION DE LONGUEUR

1. Grandeur : longueur, Symbole : e Unité : mètre (m)
2. Définition du mètre – étalon. Multiples du mètre.
- 3 Notion de mesure.
Notion d'incertitude absolue et d'incertitude relative.
Chiffres significatifs. Introduire les Puissances positives et négatives de 10.

NOTION DE MASSE

1. Grandeur : masse. Symbole : m.
Unité : kilogramme (kg)
2. Définition du kilogramme – étalon.
Multiple et sous-multiples du kilogramme.
3. Mesure.

NOTION DE TEMPS

1. Grandeur : temps. Symbole : t.
Unité : seconde (s)
2. Définition de la seconde.
Multiples : minute (1 min = 60 s).
Heure (1h = 3 600 s) ;
Jour (1) = 85.400 s) ; sous –multiples.
3. Mesure.

Mécanique

NOTION ELEMENTAIRE DE FORCE

1. Exemples d'effets statiques d'une force.
Définition d'une force (1^{re} partie).
2. Exemples d'effets dynamiques d'une force
Définition d'une force (2^e partie).

EFFETS STATIQUES D'UNE FORCE

1. Forces en équilibre
Etude qualitative et première approche d'une étude quantitative conduisant aux notions de : composantes et résultante, point d'application, direction, sens, intensité.
2. Poids d'un corps.
Première approche d'une étude quantitative de la notion de poids de diverses masses de matière. Expériences simples montrant qu'un poids produit aussi les effets statiques d'une force.
3. Mesure d'une force.
Dynamomètre (de préférence, gradué en newtons).
Etalonnage d'un ressort (ou d'un élastique) par l'action des poids d'un nombre croissant de masses égales.
On fera constater :
 - que des masses égales ont même poids (elles produisent le même allongement d'un ressort ou d'un élastique) :
 - qu'il y a proportionnalité entre poids et masse (si l'on double, triple...la masse, le poids sera lui aussi, doublé, triplé, ...).

Cet étalonnage pourra se faire en unités arbitraires de force en faisant agir successivement le poids de 1, 2, 3, ... masses égales arbitrairement choisies ou avec une approximation suffisante, en newtons, si chacune des masses utilisées à pour valeur 102 grammes.

La définition du newton, unité S.I. de force, sera donnée plus tard (cfr. Détermination expérimentale de la relation de Newton $F = m.r$).

4. Composition et décomposition de forces

Etude quantitative et systématique comprenant les points suivants :

- Trois forces concourantes en équilibre : recherche de la résultante de deux d'entre elles, parallélogramme des forces (les trois cas possibles conduisent chacun à deux forces de même intensité et directement opposées, concrétisation du principe de l'égalité de l'action et de la réaction).
- Cas particulier de trois forces en équilibre de même direction et de même point d'application (sommées et différence de forces de même direction et de même point d'application).
- Plus de trois forces concourantes en équilibre, résultantes, polygone des forces.
- Trois forces parallèles en équilibre; résultante de deux d'entre elles (trois cas possibles, conduisant tous au résultat obtenu en premier).

5. Notion de moment d'une force :

- Grandeur : moment d'une force
Symbole : M. Relation de définition :
 $M = e.f.$
Unité : mètre x newton (m.N)
- Etude de quelques exemples concrets (leviers).
- Somme des moments de plusieurs forces.
- Couple de forces. Moment.

6. Décomposition d'une force en deux forces de directions données.

7. Centre de gravité (recherche expérimentale raisonnée).

8. Equilibres stable, instable, indifférent d'un corps posé d'abord, et d'un corps suspendu ensuite.

9. Balance simple de laboratoire (trébuchet) :

- Description, qualité, utilisation (exécution d'une pesée simple).

EFFETS DYNAMIQUES D'UNE FORCE

1. Mise en mouvement d'un corps au repos, puis modification de ce mouvement par l'action d'une nouvelle force et, enfin, abandon à lui-même du corps en mouvement.

2. Mouvement rectiligne uniforme (MRU)

- Grandeur : vitesse.

Symbole : v.

Relation de définition : $v = e / t$

Unités : mètre par seconde ($m.s^{-1}$) et kilomètre par heure ($km.h^{-1}$)

Tableau synoptique :

<u>Grandeur</u>	<u>Formules</u>	<u>Unités</u>	<u>Graphiques</u>
Somme des Forces	$F = 0$		F (t)
Vitesse	$v = e/t = cte$	$m.s^{-1}$	v (t)
Espace	$e = v.t$	m	e (t)

3. Mouvement rectiligne uniformément varié (MRUA).

- Grandeur : accélération.
Symbole : T
Relation de définition : $T = v/t$
Unité : mètre par seconde par seconde ($m.s^{-2}$)
- Montrer que T peut être positif ou négatif.

Tableau synoptique :

Grandeur	Formules	Unités	Graphiques
Somme des Forces	$F = cte$		$F(t)$
Accélération	$T = v/t = cte$	$m.s^{-2}$	$T(t)$
Vitesse Instantanée	$v = T.t$	ms^{-1}	$v(t)$
Espace	$gd/2T.t^2$	m	$e(t)$

4. Chute libre des corps

- Cas particulier où $T = g = 9,8 m.s^{-2}$
- Signaler que g peut varier, notamment avec la latitude. Applications.

5. Récapitulation des mouvements étudiés

- On établira un tableau comparatif des mouvements étudiés (cfr. MRU, Chute libre des corps); on fera remarquer que dans le mouvement rectiligne uniforme, $T = 0$.

DETERMINATION EXPERIMENTALE DE LA RELATION DE NEWTON $F = m.T$.

1. Grandeur : force

- Symbole : F .
- Relation de définition : $F = m.T$
- Unité : newton ($1 N = 1 kg.m.s^{-2}$)

POIDS D'UN CORPS

1. Cas particulier où $T = g$. Etablir la relation $P = m.g$.
2. Introduction du Kilogramme – force (kgf) comme unité étrangère.
3. Etablir que $1 kgf = 9,8 N$.
4. Variation de P (cf. Chute libre des corps 2-
5. Signaler que le poids d'un corps n'est pas le même à la surface de la Terre, sur la Lune et dans un satellite artificiel.

TRAVAIL

1. Grandeur : travail.

- Symbole : T
- Relation de définition : $T = F.e$
- Unité : joule ($1 j = 1 N .m$)

2. Le travail sera recherché successivement dans le cas où la force et le déplacement ont même direction et dans le cas où ces deux directions diffèrent. Montrer que si la direction du déplacement diffère de celle de la force. Il faut replacer celle-ci par sa composante active déterminée graphiquement. On exclura tout recours à des formules trigonométriques.
3. Machines simples : leviers, poulies, plan incliné, coin, plan.

PUISSANCE

1. Grandeur : puissance.

Symbole : P.

Relation de définition : $P = T/t$.

Unité : watt ($1\text{w} = 1\text{ J.s}^{-1}$).

Multiple : kilowatt ($1\text{ kw} = 10^3\text{ w}$)

Le cheval sera introduit comme unité étrangère ($1\text{ ch} = 736\text{ w}$)

2. Exemples concrets de quelques ordres de grandeur de puissances.

Statique des fluides (liquides et gaz)

RAPPELS

1. Grandeur : surface.

Symbole : s.

Unité : mètre carré (m^2) ; sous-multiples.

2. Grandeur : volume

Symbole : v.

* Unité : mètre cube (m^3) ; sous-multiples.

MASSE VOLUMIQUE

1. Grandeur : masse volumique

Symbole : ρ

Relation de définition : $\rho = m/v$

Unité : kilogramme par mètre cube (kg/m^3)

2. Détermination expérimentale de la masse volumique d'un liquide par pesée d'un volume connu de ce liquide.
3. Détermination expérimentale de la masse volumique d'un solide de forme quelconque par la méthode de flacon.

DENSITE

1. Grandeur densité

Symbole : d.

Relation de définition :

pour les solides et les liquides :

$$d_s = \frac{m}{V} \text{ ou } d_l$$

pour les gaz

$$d_g =$$

Unité : nombre abstrait.

POIDS VOLUMIQUE

1. Grandeur : poids volumique.
Symbole : ρ .
Relation de définition : $\rho = P/V$
Unité : newton par mètre cube (N/m^3)
Montrer que

NOTION DE PRESSION

1. Grandeur : pression
Symbole : p .
Relation de définition : $p = F/s$.
Unité : pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N.m}^{-2}$)
On se limitera à l'introduction du millibar ($1 \text{ mb} = 10^2 \text{ Pa}$) et du kilogramme force par centimètre carré ($1 \text{ kgf.cm}^{-2} = 9.8.10^4 \text{ Pa}$).
2. Principe fondamental de l'hydrostatique.
On montrera (capsule manométrique) qu'au sein d'un liquide en repos :
 - la pression en un point est indépendante de la direction ;
 - la pression est la même en tout point d'un plan horizontal ;
 - la différence des pressions régnant entre deux points situés à des profondeurs inégales est directement proportionnelle :
 - a) à la différence des profondeurs et
 - b) au poids volumique du liquide considéré.
3. Equilibre de plusieurs liquides non miscibles dans un vase.
4. Vases communicants (un ou plusieurs liquides non miscibles).
5. Théorème de Pascal, théorème d'Archimède. Applications : freins hydrauliques, presse hydraulique : détermination des masses volumiques et des densités, aréomètres, corps flottants.
6. Cas particulier des gaz. Pression atmosphérique, variations, baromètre, altimètre.
7. Loi de Boyle-Marlotte.
8. Pipette, seringue, pompe aspirante, pompe de bicyclette.

GRILLE HORAIRE

Matière & Numéro	Nombre d'heures
Notions préliminaire	6
Grandeurs fondamentales	6
Mécanique	
Notion élémentaire de force	2
Effets statiques d'une force	3
4.....	10
5	4

6.7.8.9.	8
Effets dynamiques d'une force	
1.2.....	3
3.....	4
4.5.....	4
Détermination expérimentale de la Relation de Newton $P = m.T$	3
Poids d'un corps	3
Travail	
1.2.....	2
3.....	5
Puissance.....	2
Statique des fluides	
Rappels	2
Masse volumique	6
Densité	6
Poids volumique	6
Notion de Pression	
1.2.....	3
3.4.	3
5	6
6.7.	3
8.	4
TOTAL	90

4^e SCIENTIFIQUE

DIRECTIVES METHODOLOGIQUES

- Les modes de propagation de la chaleur seront rapidement décrits et concrétisés par des exemples et des applications (où cette propagation est favorisée ou freinée).
- A la notion subjective de température donnée par nos sens, on opposera les phénomènes de dilatation liés à la température (expériences). On définira les échelles centésimales de température. Celsius et Kelvin, en signalant l'existence des échelles Fahrenheit et Réaumur.
- Les quantités de chaleur à mettre en œuvre pour élever d'un même nombre de degrés (Celsius ou Kelvin) la température de masses égales de diverses substances étant variables (expériences), on en déduira la notion de chaleur massique et ensuite la définition de la kilocalorie (et son sous-multiple, la calorie). Remarquons que les variations de températures s'écriront « degrés » (exemple : la température s'est élevée de 7 degrés Celsius (ou Kelvin), tandis que les températures lues sur un thermomètre de la salle est de 24° C ou 297° K). A l'occasion de l'étude de la transformation du travail en chaleur et inversement, on fera remarquer que l'équation des gaz parfaits $pV = nRt$ est l'expression de l'énergie de n kilo moles d'un gaz parfait en fonction de la température absolue T .

$$\frac{8,31 \times 10^3 \text{ joules}}{\text{(R= 1 kilo moles x 1 degré)}}$$

- Le cours d'optique sera essentiellement expérimental. Les lois (de la réflexion, de la réfraction) seront déduites d'expériences bien conduites.

Les formules des miroirs sphériques et des lentilles convexes et concaves, reposeront sur des conventions de signes logiques et clairement établies. Les exercices numériques simples seront nombreux, et les schémas seront exécutés avec le plus grand soin, à l'échelle et sur papier quadrillé de préférence.

- Toutes les notions figurant au programme seront systématiquement étayées par des exercices appropriés, et obligatoirement introduites par des expériences adéquates.

PROGRAMME

Chaleur

PROPAGATION – DILATATION – THERMOMETRIE

1. Propagation de la chaleur : Mise en évidence expérimentales des trois modes de propagation.
2. Etude qualitative de la dilatation des liquides.
3. Thermomètres à liquide. Description et fonctionnement. Echelle Celsius.
4. Notion de température.
Grandeur : température
Symbole : θ
Unité de variation de température degré Celsius.
Définition du degré Celsius.
5. Comparaison rapide des échelles Celsius et Fahrenheit juxtaposées (sans formules ni calculs de conversion)

6. Dilatation linéaire et cubique des solides. Applications.
7. Thermomètres à bilame.
8. Dilatation apparente et absolue des liquides.
9. Variation de la masse volumique des solides et des liquides en fonction de la température.
Cas particulier de l'eau (expérience).
10. Dilatation des gaz. Loi de Gay-Lussac.
Loi de Charles. Température absolue.
Equation générale des gaz parfaits.
11. Echelle Kelvin. Repérage d'une même température dans l'échelle Kelvin
(p.ex. 0°C ou 273°K).
12. Montrer l'identité du degré Celsius et du degré Kelvin comme unité de variation de température.

CALORIMETRIE

1. Quantité de chaleur.
Grandeur : quantité de chaleur
Symbole : Q Unité : kilocalorie (kcal).
Définition de la kilocalorie.
Sous-multiple : calorie.
2. Chaleur massique.
Grandeur : chaleur massique
Symbole : c.
Relation de définition :

$$c = \frac{Q}{m (T_2 - T_1)}$$
3. Principe, description et utilisation du calorimètre. Capacité calorifique.
Grandeur : capacité calorifique
Symbole : μ
Relation de définition

$$\mu = m.c = \frac{Q}{(T_2 - T_1)}$$
4. Détermination expérimentale de la chaleur massique d'un liquide et d'un solide.
5. Chaleur massique d'un gaz à pression constante. Chaleur massique d'un gaz à volume constant.

CHANGEMENT D'ETAT PHYSIQUE DES CORPS.

1. Fusion et solidification. Lois.
2. Vaporisation (évaporation, ébullition) et liquéfaction. Lois.
Vapeurs saturantes et non saturantes.
3. Applications : distillation simple, hygrométrie, liquéfaction des gaz (air liquide).
4. Sublimation et condensation.
5. Dissolution et cristallisation.

Energie

1. Rappel des notions de force et de travail.
2. Notion d'énergie, grandeur ayant des dimensions d'un travail.
3. Energie mécanique : notion d'énergie potentielle, d'énergie cinétique.
4. Principe de la conservation de l'énergie mécanique dans les cas d'un système isolé.
5. Transformation d'énergie mécanique en chaleur. Exemples.
6. Transformation de chaleur en travail. Application : la machine à vapeur.

Optique

PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIERE

1. Source lumineuse. Rayon lumineux. Faisceau lumineux.

CORPS TRANSPARENTS, TRANSLUCIDES ET OPAQUES

1. Examen de quelques cas concrets.
2. Réflexion, réfraction, diffusion, absorption.

SURFACES REFLECHSSANTES PLANES ET SPHERIQUES (miroirs plans et sphériques)

1. Marche des rayons lumineux incidents et réfléchis. Lois de la réflexion.
2. Construction de l'image d'un objet.

DIOPTRES PLANS

1. Marche des rayons lumineux lorsqu'ils rencontrent une surface plane de séparation entre deux milieux transparents : eau/air, eau/verre. Lois de la réfraction. Angle limite. Réflexion totale.
2. Lames à faces parallèles.

DIOPTRES SPHERIQUES

(lentilles convergentes et divergentes)

1. Marche des rayons lumineux incidents et réfractés.
2. Construction de l'image d'un objet ;
3. Convergence des lentilles. Dioptrie.

15

L'ŒIL

1. Etude optique de l'œil.
2. Défauts de vision et correction.

INSTRUMENTS D'OPTIQUE

1. Appareil photographique.
2. Projecteur de diapositives, agrandisseur photographique.
3. Loupe.
4. Microscope
5. Lunettes astronomiques.

GRILLE HORAIRE

Matière & NuméroNombre d'heures

Chaleur ;

Propagation – Dilatation – Thermométrie

1.2.3.4.5.....	4
6.7.8.9.....	4
10.....	4
11. 12.....	1

Calorimétrie

1.2.....	1
3.4.....	4
5.....	2

Changement d'état physique

des corps

1.	2
2.	4
3.	2
4. 5.....	2

Energie 8

Optique

Propagation rectiligne de lumière 4

Corps transparent, translucide

et opaque 4

Surfaces réfléchissantes, planes

et sphériques4

Dioptries plans 2

Dioptries sphériques 5

L'œil 2

Instruments d'optique 5

TOTAL 60

**4^e LITTÉRAIRE
COMMERCIALE
SOCIALE
ARTISTIQUE**

Les options concernées par la section artistique :

- Arts dramatiques
- Arts plastiques
- Musique.

Le programme de physique de la 4^e littéraire comportera uniquement les points suivants : cfr. pro. 3^e et 4^e scientifiques (manuel de physique de la 3^e scientifique).

- Notions préliminaires
- Grandeurs fondamentales
- Notion élémentaire de force
- Effets statiques d'une force
- Effets dynamiques d'une force
- Mouvement rectiligne uniforme (MRU)
- Mouvement rectiligne uniformément varié (MRUA)
- Chute libre des corps.
- Récapitulation des mouvements étudiés
- Détermination expérimentale de la relation de Newton
- Poids d'un corps
- Travail
- Puissance
- Energie (cf. 4^e scientifique) points 1, 2, 3, 4.

GRILLE HORAIRE

Matière & Numéro	Nombre d'heures
(cf. programme de la 3 ^e Scientifique)	
Notions préliminaires	5
Grandeurs fondamentales	5
Mécanique	
Notion élémentaire de force	2
Effets statiques d'une force	
1. 2. 3.	1
4.....	8
5.....	2
6. 7. 8. 9.....	9
Effets dynamiques d'une force	
1. 2.....	2
3	3
4. 5.....	5
Détermination expérimentale de la relation de Newton $F = m.T$	2
Poids d'un corps	2
Travail	

1. 2.	1
3.....	5
Puissance	1

(cf. programme de la 4 Scientifique)

Energie

1. 2.	2
3.	3
4.....	2
TOTAL	60

5^e SCIENTIFIQUE

Tout en accordant une grande importance à l'expérimentation, l'étude de la mécanique, de l'électricité, du magnétisme et de l'électromagnétisme doit faire appel aussi souvent que possible aux connaissances mathématiques des élèves. Un tel recours à la mathématique sera d'un usage plus fréquent et d'un niveau plus élevé en option « mathématique physique » qu'en option « chimie -biologie ».

Les démonstrations expérimentales de cours sont obligatoires pour les points suivants du programme :

- 1.B : électrodynamique
- 2 : magnétisme
3. : électromagnétisme

Cette obligation s'applique aussi au point 1A : électrostatique, dans la mesure où le matériel disponible et les conditions locales (humidité en particulier) le permettent.

Lors de la résolution d'exercices numériques nombreux et variés, le professeur entraînera ses élèves au calcul accéléré en vue d'obtenir rapidement l'ordre de grandeur du résultat cherché. L'usage systématique des puissances de dix, déjà préconisé dans le programme de physique de 3^e année, s'avèrera ici extrêmement utile, sinon indispensable.

I. Electricité

INTRODUCTION (4 ± 1 leçons)

Rappel de la notion de force. Unités (newton et kilogramme-force). Notions d'énergie. Energie potentielle, énergie cinétique. Principe de la conservation de l'énergie mécanique.

N.B. : Les notions suivantes seront présentées intuitivement, sans aucun développement, les éléments de thermodynamique faisant l'objet d'un chapitre spécial dans le programme de 6^e année.

Extension du principe de la conservation aux autres formes d'énergie. Transformation du travail en chaleur et de la chaleur en travail. Principe de l'équivalence. Equivalent mécanique de la kilocalorie (1 kilocalorie = 4.186 joules).

STATIQUE (6 + 1 leçons)

Le temps à consacrer à l'électrostatique doit être strictement limité. Il s'agira avant tout d'interpréter les phénomènes essentiels en fonction de la structure électronique de la matière.

Interprétation électronique de quelques phénomènes fondamentaux :

Electrisation par frottement
Electrisation par contact.
Mise à terre d'un corps chargé
Conservation de l'électricité
Electrisation par influence

Attraction d'une sphère légère par un barreau électrisé. Loi de Coulomb.

Définition de l'unité de charge, le coulomb, d'après la relation :

$$F = 9.10 \frac{q \cdot q'}{r^2}$$

Où F est exprimée en newtons, q et q' sont exprimées en coulombs et r est exprimée en mètres.
L'électroscope.

DYNAMIQUE (37 ± 3 leçons)

Le courant électrique continu : production, effets (calorifiques, chimiques et magnétiques), mesure (unité d'intensité : l'ampère).

Branchement d'un ampèremètre (en série) dans un circuit.

Etude des effets calorifiques du passage du courant dans un conducteur (résistance) : loi de joule.

Loi d'Ohm. Résistivité. Résistances en série. Rhéostat. Résistances en parallèle (ou en dérivation), courants dérivés.

Applications. Branchement d'un voltmètre (en dérivation). Etude des effets chimiques du passage du courant dans les électrolytes (fondus ou en solution) : loi de Faraday :

- Accumulateurs et piles électriques
- Généralisations de la loi d'ohm

Force électromotrice et tension aux bornes. Association de générateurs. Puissance et rendement d'un générateur. Tension et force électromotrice. Applications. Etude du passage du courant électrique dans les gaz. Rayons cathodiques. Rayons x. Emission thermo - électronique.

Emission photo - électronique.

N.B. : L'étude du passage du courant électrique dans les gaz s'appuiera sur les connaissances acquises en chimie sur la structure atomique.

MAGNETISME (6 ± 1 leçons)

Aimant. Loi de coulomb. Champ magnétique. Vecteur induction magnétique. Magnétisme terrestre.

ELECTROMAGNETISME (28 ± 3 leçons)

Champs magnétiques produits par des courants rectilignes et circulaires. Bobine plate. Solénoïde. Electro-aimant. Applications. Action réciproque entre courants et aimants. Introduction électromagnétique. Générateurs et moteurs à courant continu ;

TRAVAUX PRATIQUES : (16 séances de 2 heures)

Etude expérimentale de divers points du programme, choisis en fonction de leur intérêt et du matériel disponible.

5^e LITTÉRAIRE & COMMERCIALE

Le cours reposera essentiellement sur des démonstrations expérimentales. Les formules ne seront pas établies mathématiquement mais vérifiées au moyen d'exercices numériques simples.

Optique Géométrique

(13 ± 1 leçons)

Rayon lumineux

Corps transparents, translucides et opaques

Réflexion. Diffusion. Réfraction. Absorption.

Surfaces réfléchissantes et sphériques (miroirs plans et sphériques).

Prismes. Lentilles (convergentes et divergentes).

Etude optique de l'œil. Défauts de l'œil et correction.

Quelques applications (appareil photographique, projection, loupe, microscope, lunettes...).

Electricité

Le temps à consacrer à l'électrostatique doit être strictement limité. Il s'agira avant tout d'interpréter les phénomènes essentiels en fonction de la structure électronique de la matière.

A. STATIQUE (5 ± 1 leçons)

a) ***Notions préliminaires***

Rappel de la notion de force. Unité
(newton et kilogramme –force).

Notion d'énergie. Energie potentielle, énergie potentielle, énergie cinétique.

Principe de la conservation de l'énergie mécanique. Extension aux autres formes d'énergie.

Transformation du travail en chaleur et de la chaleur en travail.

Principe de l'équivalence.

Equivalent Mécanique de la kilocalorie

(1kilocalorie = 4.186 joules)

b) Interprétation électronique de quelques phénomènes fondamentaux :

Electrisation par frottement

Conducteurs et isolants

Electrisation par contact

Mise à la terre d'un corps chargé

Conservation de l'électricité

Attraction d'une sphère légère par un barreau électrisé

Loi de Coulomb. Définition de l'unité de charge, le coulomb par la relation.

$$F = 9.10 \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Où F est exprimée en newtons
 q et q' sont exprimées en coulombs
et r est exprimée en mètres.

L'électroscope.

B. DYNAMIQUE (16 ± 1 leçons)

Le courant électrique continu production, intensité, effets (calorifiques, chimiques et magnétiques), mesure (intensité : l'ampère). Branchement d'un ampèremètre (en série) dans un circuit.

Etude des effets calorifiques du passage du courant électrique dans un conducteur (résistance) : loi de joule.

Loi d'ohm. Réactivités. Résistances en parallèle (ou en dérivation), courants dérivés. Applications. Branchement d'un voltmètre (en dérivation).

Etude des effets chimiques du passage du courant dans les électrolytes (fondus ou en solution) : loi de Faraday. Accumulateurs et piles électriques.

Généralisation de la loi d'Ohm au cas d'un générateur de force électromotrice E , et de résistance interne r_g connecté à une résistance morte R .

Force électromotrice et tension aux bornes. Association de générateurs. Puissance et rendement d'un générateur.

Etude du passage du courant électrique dans les gaz. Rayons cathodiques.

Rayons x .

Emission thermoélectronique. Emission photo électronique.

Magnétisme (4 ± 1 leçons)

Aimants. Champs magnétiques

Magnétisme terrestre.

Electromagnétisme (16 ± 1 leçons)

Champs magnétiques produits par des courants rectilignes et circulaires. Bobine plate. Solénoïde. Electro-aimant. Applications. Actions réciproques entre courants et aimants. Induction électromagnétique.

Principe des générateurs et des moteurs à courant continu. La bobine de Ruhmkorff. Notions sur le courant alternatif (production, utilisation, transformation).

5^e PEDAGOGIQUE, HOTESSE D'ACCUEIL, SOCIALE & ARTISTIQUE

(voir programme de 5^e littéraire partie 1)

Le cours reposera essentiellement sur des démonstrations expérimentales. Les formules ne seront pas établies mathématiquement mais vérifiées au moyen d'exercices numériques simples.

Optique géométrique

(13 ± 1 leçons)

Rayon lumineux

Corps transparents, translucides et opaques.

Réflexion. Diffusion. Réfraction. Absorption.

Surfaces réfléchissantes et sphériques
(miroirs plans et sphériques).

Prismes. Lentilles (convergentes et
divergentes).

Etude optique de l'œil. Défauts de
l'œil et correction.

Quelques applications (appareil photographique, projecteur, loupe, microscope, lunettes, ...).

Electricité

Le temps à consacrer à l'électrostatique doit être strictement limité. Il s'agira avant tout d'interpréter les phénomènes essentiels en fonction de la structure électronique de la matière.

A. STATIQUE (5 ± 1 leçons)

a) Notions préliminaires

Rappel de la notion de force. Unités

(newton et kilogramme-force). Notion d'énergie. Energie potentielle, énergie cinétique.

Principe de la conservation de l'énergie mécanique. Extension aux autres formes d'énergie. Transformation du travail en chaleur et de la chaleur en travail. Principe de l'équivalence. Equivalent mécanique de la kilocalorie

(1 kilocalorie = 4.186 joules).

b) Interprétation électronique de quelques
phénomènes fondamentaux.

Electrisation par frottement

Conducteurs et isolants

Electrisation par contact

Mise à la terre d'un corps chargé

Conservation de l'électricité.

Attraction d'une sphère légère par un barreau électrisé.

Loi de Coulomb. Définition de l'unité de charge, le coulomb par la relation :

$$F = 9.10 \frac{q_1 q_2}{2 \tau} \quad 1 \tau$$

F est exprimée en newtons
q et q' sont exprimées en coulombs
r est exprimée en mètres.
L'électroscope.

B. DYNAMIQUE (16 ± 1 leçons)

Le courant électrique contenu :

Production, intensité, effets (calorifiques, chimiques et magnétiques), mesure (intensité : l'ampère). Branchement d'un ampèremètre (en série) dans un circuit.

Etude des effets calorifiques du passage du courant électrique dans un conducteur (résistance) : loi de joule.

Loi d'Ohm. Résistivité, Résistance en série. Rhéostat. Résistances en parallèle (ou n dérivation), courants dérivés. Applications, Branchement d'un voltmètre (en dérivation).

5^e AGRICOLE

2 heures /semaine

Ce programme est valable pour les options : Agriculture, Horticulture, Vétérinaire et Industrie Alimentaire.

Plusieurs interprétations ont été données à ce programme. La présente note annule toutes instructions antérieures éventuelles.

La section agricole ne doit pas suivre le programme prévu pour les sections littéraires.

Suivant les instructions accompagnant le programme des 5^e et 6^e années, le cours de Physique a trait à l'électricité en 5^e et 6^e à raison respectivement de deux heures et une heure. Le programme sera celui de sections scientifiques aménagé comme suit :

E l e c t r i c i t é

INTRODUCTION (4 ± 1 leçons)

Rappel de la notion de force. Unités (newton et kilogramme –force).

Notion d'énergie.

Energie potentielle, énergie cinétique.

Principe de la conservation de l'énergie mécanique.

N.B. : Les notions suivantes seront présentées intuitivement, sans aucun développement :

Extension du principe de la conservation aux formes d'énergie. Transformation du travail en chaleur et de la chaleur en travail, Equivalent mécanique de la kilocalorie (1kilocalorie = 4.186 joules).

A) STATIQUE (6 ± 1 leçons)

N.B. : Le temps à consacrer à l'électrostatique doit être strictement limité. Il s'agira avant tout d'interpréter les phénomènes essentiels en fonction de la structure électronique de la matière.

Interprétation électronique de quelques phénomènes fondamentaux :

Electrisation par frottement

Conducteurs et isolants

Electrisation par contact

Mise à la terre d'un corps chargé

Conservation de l'électricité

Electrisation par influence

Attraction d'une légère sphère par un barreau électrisé.

Loi de Coulomb. Définition de l'unité de charge, le coulomb, d'après la relation :

$$F = 9.10 \frac{q.q'}{r^2}$$

où F est exprimée en newtons

q et q' exprimées en coulombs et r exprimée en mètres.

L'électroscope.

B) DYNAMIQUE (37 ± 1 leçons)

Le courant électrique continu : production, effets (calorifiques, chimiques, et magnétiques), mesure (unité d'intensité : l'ampère).

Branchement d'un ampèremètre (en série) dans un circuit.

Etude des effets calorifiques du passage du courant dans un conducteur, (résistance) : loi de joule.

Loi d'Ohm. Résistivité, Résistance en série. Rhéostat.

Résistances en parallèle (ou en dérivation), courants dérivés.

Applications. Branchement d'un voltmètre (en dérivation).

Etude des effets chimiques du passage du courant dans les électrolytes (fondus ou en solution) : loi de Faraday.

Accumulateurs et piles électriques.

Généralisations de la loi d'Ohm.

Force électromotrice et tension aux bornes. Association de générateurs. Puissance et rendement d'un générateur. Puissance consommée dans un récepteur.

Tension et force électromotrice. Applications.

Magnétisme

Aimant. Loi de Coulomb. Champ magnétique. Vecteur induction magnétique.

Magnétisme terrestre.

6^e SCIENTIFIQUE

3 heures par semaine.

Cinématique

(9 ± 1 leçons)

Révision des mouvements rectilignes uniformes et uniformément variés (chute libre), équations horaires, exercices numériques. Le mouvement rectiligne sinusoïdal. Le mouvement circulaire uniforme.

Dynamique (12 ± 1 leçons)

Révision du principe fondamental

($F = m \times T$ et $P = m \times g$).

Force d'inertie. Moment d'inertie (valeur pour quelques solides particuliers).

Théorème de l'énergie cinétique.

Application des Principes (15 ± 2 leçons)

Mouvements des projectiles. Résistance de l'air.

Translation et rotation combinées

Force centrifuge

Volant

Pendule et mouvements pendulaires

Moment cinétique.

Thermodynamique

(18 ± 2 leçons)

Système. Variation d'état. Variation d'énergie interne. Cycle. Principe d'équivalence.

Détermination de l'équivalent mécanique de la kilocalorie. Principe de Carnot.

Principe :

- du moteur à explosion à 4 temps.
- du moteur Diesel
- des turbines
- des réacteurs.

Phénomènes périodiques (27 ± 3 leçons)

Etude des mouvements vibratoires. Application à l'acoustique et à l'optique physique.

Etude du courant alternatif : caractéristiques, circuits R.L.C, alternateurs, transformateurs.

Oscillations électriques, Ondes

Electromagnétiques.

Principes élémentaires de radio, semi-conducteurs, transistors.

Travaux pratique (16 séances de 2 heures)

Etude expérimentale de divers points du programme, choisis en fonction de leur intérêt et du matériel disponible.

6^e LITTÉRAIRE & COMMERCIALE

2 heures par semaine

Le cours de physique en sixième littéraire doit être un véritable cours de culture scientifique. Les sujets sont classés et ordonnés en partant de la notion d'énergie, fondamentale dans la civilisation du monde moderne. Il faut que les élèves comprennent les principes dont sont issues les applications industrielles modernes de la physique ; pour cela, il faudra très souvent schématiser et négliger des détails techniques. Une expérience toute simple apportera très souvent plus pour la compréhension que des schémas techniques compliqués.

L'étude et la définition d'une grandeur physique devra toujours être suivie d'applications numériques pratiques donnant une idée des ordres de grandeur impliqués.

TABLEAU SYNOPTIQUE DES MATIÈRES

Introduction (2 heures)

1. Mesures et erreurs, précision d'une mesure.
2. Erreur absolue, erreur relative.
3. Importance de la notion de mesure : nombre de chiffres significatifs obtenu lors d'un calcul portant sur des valeurs approchées.
4. Systèmes d'unités.

Les grandeurs fondamentales (3 heures)

1. Les grandeurs fondamentales du système international : longueur, masse, temps, intensité de courant, température.
2. Grandeur - symbole - unité. Définition des unités par des étalons.
3. Exemples pratiques, ordres de grandeur.
Multiples et sous-multiples des unités
Internationale (puissances positives et négatives de 10).

Les grandeurs dérivées (7 heures)

1. Surface, volume, masse volumique, vitesse, accélération, force, pression, travail, puissance, tension électrique. Symboles des grandeurs et des unités ; équations de définition.
2. Unités internationales, unités étrangères au système international, taux de conversion.
3. Exemples pratiques : ordres de grandeur.
4. Révision rapide des mouvements uniforme et uniformément accéléré.
5. Notion de poids d'un corps : à la surface terrestre, à la surface de la lune, sur une orbite circum terrestre.
6. Révision rapide de la composition et de la décomposition des forces, Composante active d'une force.

Energie potentielle et cinétique (4 heures)

1. Définition de l'énergie : travail qui peut être fourni par un système.
2. Energie potentielle : niveau de référence. Applications.
3. Energie cinétique de translation. Chute des corps dans le vide.
Etude du pendule : période, fréquence ; transformation périodique d'énergie potentielle en énergie cinétique, et inversement.
Etude parallèle du pendule à ressort, uniquement expérimentale.
4. Energie cinétique de rotation.
Exemples purement expérimentaux.

Formes d'énergie (2 heures)

1. Energie mécanique – thermique – chimique – électrique – rayonnante – atomique.
2. Unités étrangères : la kilocalorie, le kw.h.
3. Exemples : ordres de grandeur.

Transformations directes d'une forme d'énergie en une autre.

Applications pratiques et industrielles
(15 heures)

1. Transformation de l'énergie mécanique en énergie thermique – électrique – chimique.
2. Transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique – électrique – chimique – rayonnante.
3. Transformation de l'énergie chimique en énergie mécanique – thermique – électrique – rayonnante.
4. Transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique – thermique – chimique – rayonnante.
5. Transformation de l'énergie rayonnante en énergie mécanique – thermique – électrique – chimique.

Transformation en chaîne

(5 heures)

1. Machine à vapeur : moteurs à combustion interne.
2. Centrale thermoélectrique.
3. Microphone et téléphone
4. Facultatif : transformation du son par la radio, de l'image par la télévision.

Synthèse de la notion d'énergie

(3 heures)

1. Conservation de l'énergie dans un système isolé
2. Dégradation de l'énergie : formes nobles, formes dégradées d'énergie.
Facultatif : notion d'entropie.

Inertie de l'énergie (8 heures)

1. Relation d'Einstein : $E = m.c^2$
2. Energie atomique (fission, fusion).
3. Application : le réacteur atomique.
4. Le Soleil, source d'énergie.

INDICATIONS METHODOLOGIQUES

On trouvera ci-après une liste non limitative d'expériences qui peuvent être réalisées pour éclairer le cours, et d'exemples numériques à donner.

Introduction

1. Mesurer la longueur ou la largeur d'une feuille de papier avec différents instruments : mètre divisé en cm, double-décimètre divisé en mm. Examiner à la loupe ou au microscope le bord de la feuille de papier pour faire saisir la notion de *nombre de chiffres significatifs d'une mesure*. Pesée d'un même objet par plusieurs élèves, sur une balance sensible. Discussion sur les écarts observés.
2. Une mesure physique s'exprime toujours par un nombre suivi de l'erreur absolue. Cette erreur absolue est précédée du signe « ± ». Mais l'erreur absolue n'a pas la même signification pour des grandeurs dont les mesures diffèrent notablement : mesurer un kilomètre avec une précision d'un mm signifie une précision de loin supérieure à celle de la mesure d'une longueur d'un dm avec la même erreur absolue. D'où la notion d'erreur relative.
3. Montrer par de nombreux exemples la précision qu'on peut atteindre lors de la mesure d'une grandeur physique : insister sur le coût d'une précision de plus en plus grande. Constater sur des exemples numériques que lors d'un calcul, le nombre de chiffres significatifs n'augmente jamais, qu'il est donc illusoire de vouloir conserver les derniers chiffres calculés lors d'une multiplication par exemple. La physique est une science exacte dans la mesure où elle reste consciente de la précision des résultats qu'elle obtient.
4. Souligner l'importance d'unités bien choisies, alors qu'au départ ce choix est arbitraire. Les unités doivent être admises internationalement. Il faut qu'à partir de quelques unités fondamentales, les autres s'en déduisent par des définitions simples. Donner les exemples négatifs de quelques unités anglaises.

5^e LITTÉRAIRE & COMMERCIALE

25

Les grandeurs fondamentales

On veillera à bien distinguer les notions de GRANDEUR, SYMBOLE de la grandeur. UNITE de la grandeur.

On dressera le tableau suivant

GRANDEUR	SYMBOLE – UNITE	
Longueur	e ou s	m

Masse	m	kg
Temps	t	s
Intensité de courant	I	A
Température	0	°K ou °C

m : mètre international
kg : kilogramme international
s : 85400-lème partie du jour solaire moyen
A : courant libérant par seconde dans un voltamètre 1.118 mg d'argent
°K, °C : repérée sur un thermomètre à gaz ou à liquide.

Energie potentielle et cinétique

Multiples		et	sous-multiples	
(et leurs symboles)				
	-12			12
pico	10	p	Téra	10 T
	-9			9
nano	10	n	Giga	10 G
	-6			6
micro	10	μ	Méga	10 M
	-3			3
milli	10	m	kilo	10 k
	-2			2
centi	10	c	hecto	10 h
	-1			1
déci	10	d	déca	10 da

Exemples : diamètre d'un atome, du globe terrestre, de son orbite : masse d'un atome, de la terre, du soleil, durées diverses, temps nécessaire à un ordinateur pour effectuer une addition, durée de vie d'un homme, existence du genre humain, de l'univers. Intensité du courant dans l'influx nerveux, dans une ampoule électrique, dans les câbles de sortie d'une centrale électrique.

Températures à la surface des planètes, à l'intérieur des étoiles.

Les grandeurs dérivées (7 heures)

1. On dressera un tableau des grandeurs dérivées analogue au précédent. (utilisation systématique des exposants négatifs).
2. Exemples analogues (voir Multiples et sous-multiples et leurs symboles)
3. Etude parallèle des mouvements, force nulle, force constante. Graphiques de l'accélération, de la vitesse, de l'espace parcouru en fonction du temps.
4. Une série d'expériences est nécessaire pour parvenir à la relation de Newton $F = m.a$. Nombreux exercices numériques de tous ordres de grandeur choisis dans la vie courante. Le kgf, unité liée à la surface terrestre. Mesure du poids ou de la masse par un peson ou par une balance à plateaux, à la surface terrestre, à la surface de la lune, en orbite.

Constatation de ce qu'on mesure dans chaque cas. Force nécessaire à la déformation d'un corps.

5. On étudiera comme application le mouvement d'un corps placé sur un plan incliné. Composante active de la force de pesanteur dans ce cas. Comparaison du travail le long du plan incliné avec celui effectué en soulevant le mobile verticalement à la même hauteur.

GRANDEUR	SYMBOLE	UNITE	DEFINITION, UNITES ETRANGERES
Surface	$S = e^2$	m^2	
Volume	$v = s.e$	m^3	1 litre = 1 dm^3
Masse volumique	$p = m/v$	kg/m^3	$1 \text{ g/cm} = 1 \text{ kg/dm}^3$ $= 10^3 \text{ kg/m}^3$
Vitesse	$v = e/t$	m/s	$1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$
Accélération	$a = v/t$	m/s^2	$g = 9.8 \text{ m/s}^2$
Force	$F = m.T$	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg.m/s}^2$
Pression	$p = F/S$	F	$1 \text{ kgf} = 9.8.N.$ $1 \text{ PA} = 1 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ baryes}$ $1 \text{ millibar (mb)} = 10^3$ $1 \text{ kgf/cm}^2 = 98 \text{ 000 Pa}$
Travail	$T = F.e$	j	$1 \text{ j} = 1 \text{ N.M} ; 1 \text{ kgf.m} = 9.8 \text{ j}$
Puissance	$p = T/t$	w	$1 \text{ w} = 1 \text{ j/s} ; 1 \text{ ch} = 736 \text{ w}$
Tension électrique	$U = P/j$	v	$1 \text{ v} = 1 \text{ w/A}$

Energie potentielle et cinétique (4 heures)

3. Energie potentielle d'un corps placé à une certaine hauteur au-dessus du sol. Impossibilité d'exploiter l'énergie potentielle d'un corps par rapport au centre de la terre. Niveau de référence. Application : barrages, ressort tendu, lame déformée. Energie potentielle d'un accumulateur chargé, d'une quantité de charbon.
4. Facultatif : propagation d'une oscillation mécanique, notion d'onde : longueur d'onde, rapport entre fréquence, longueur d'onde et vitesse de propagation.
5. Construire un disque d'inertie (yoyo) et montrer qu'il tombe moins vite lorsqu'il tourne autour de son axe que lorsqu'il tombe en chute libre. C'est qu'une partie de l'énergie potentielle se transforme en énergie cinétique de rotation. S'il n'y a pas de frottements, on a tout instant :

$$E_{\text{Tot}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{cin}} + E_{\text{rot}}$$

Formes d'énergie

Traitement analogue aux chapitres précédents.

1. a) Frottements, freins, applications à l'aérodynamique. Utilité et désavantages du frottement, refroidissement des moteurs, lubrification.
b) Production d'une charge électrostatique par frottement. Dynamo, magnéto : alternateur, hydroélectricité.

- c) Energie mécanique d'activation d'une réaction chimique, détonateur.
- 2. a) Chauffage d'une éprouvette
Bouchée contenant de l'eau : le Bouchon est projeté. Machine à vapeur, moteur à combustion interne.
- b) Coupe thermoélectrique, lecture des températures à distance.
- c) Activation de processus chimiques
Par la chaleur : décomposition de corps organiques (bois, sucre,...)
- d) Eclairage par bougies, lampe à pétrole, à incandescence. Rendement de cette transformation.

27

6^e LITTÉRAIRE & COMMERCIALE

- 3. a) Explosion. Dynamite. Moteur à Combustion interne.
- b) Flammes, combustion, importance économique des combustibles.
- c) Piles, accumulateurs. Qualités et défauts, rendement.
- d) Phosphorescence, luminescence, Lucioles.
- 4. a) Moteur électrique et ses applications modernes. Rendement.
- b) Appareils de chauffage, four électrique.
- c) Electrolyse, charge d'un accumulateur production du cuivre électrolytique.
- d) Etincelles, clair : décharge dans les gaz, tubes * fluorescents*
- 5. a) Radiomètre de Crookes ; pression de radiation (queue des comètes).
- b) Rayonnement du soleil, force solaires. Effet de serre .
- c) Cellule photoélectrique.
- d) Noircissement d'une plaque Photosensible : photographe. Photosynthèse des plantes verte.

Transformation en chaîne (6 heures)

Exemple familier et assez complexe que se passe-t-il lorsqu'on frotte une allumette ?
Facultatif : étude expérimentale d'un circuit de fréquence suffisamment basse pour que les oscillations puissent être rendues visibles sur un ampèremètre.

Synthèse de la Notion d'énergie

(3 heures)

1. De la synthèse des exemples vus
Précédemment, on conclut à la conservation de l'énergie dans un système ISOLE.
Exemples : corps en chute libre dans le vide, pendule pendant un temps assez court, disque d'énergie, satellite sur orbite, planètes, circuit oscillant.
2. Un système n'est jamais tout à fait isolé : l'énergie s'enfuit par frottements, effet Joule, etc. La chaleur produite ne peut être récupérée : dégradation de l'énergie. La transformation de la chaleur en une autre forme d'énergie n'est jamais totale : niveaux de référence, source chaude et froide.

Inertie de l'énergie (8 heures)

1. Augmentation de la masse d'un corps lorsque sa vitesse augmente, donc lorsque l'énergie augmente. L'énergie a donc une masse, c'est-à-dire la masse peut se transformer en énergie et inversement.
Exemples. Relation d'Einstein, exemples numériques, transformation totale (théorique) d'une masse d'un kg en énergie.
2. Défaut de masse lors de la fission d'atomes lourds, et lors de la fusion d'atomes légers.
Réactions nucléaires.
Réactions en chaîne provoquant l'explosion atomique.
Calcul de la masse (théorique) de matière fissible nécessaire pour une bombe atomique équivalant à 10^9 kg de TNT (appelée une mégatonne).
3. Nécessité de modérateurs pour endiguer la production d'énergie. Perte de rendement.
Réacteur à rendement nul.
4. Le cycle de Bethe. Calculer la durée de vie du Soleil s'il était entièrement constitué de charbon et d'oxygène en état de combustion.
Calculer la masse réellement perdue par seconde et sa durée de vie théorique.
En étudiant ce programme, le professeur fera systématiquement appel aux connaissances acquises en physique, en chimie et en biologie dans les classes précédentes. Il les précisera et les coordonnera dans l'optique générale du cours.

Pour les applications industrielles. Il ne s'agit nullement d'en développer l'aspect technologique ; mais d'en faire connaître le minimum indispensable à leur compréhension en appliquant les principes physiques étudiés.

Les indications entre parenthèses permettront au professeur d'évaluer l'importance relative à attribuer aux différents chapitres et de répartir sa matière équilibrée tout au long de l'année scolaire.

Les professeurs feront usage au maximum du manuel que possèdent les élèves. Ils consulteront en outre ceux des manuels de physique des auteurs suivants : DELARUELLECLAES ; R. FAUCHER ; DESSART-JODOGNE, ainsi que d'autres ouvrages d'un niveau au moins équivalent.

6^e PEDAGOGIQUE, HOTESSE D'ACCUEIL, SOCIALE & ARTISTIQUE

(voir PRO- 5^e Littéraire – partie II)

Etude des effets chimiques du passage du courant dans les électrolytes (fondus ou en solution) : loi de Faraday.

Généralisation de la loi d'Ohm au cas d'un générateur de force électromotrice E_g et de résistance r_g connecté à une résistance morte R . Force électromotrice et tension aux bornes.

Association de générateurs. Puissance et rendement d'un générateur.

Etude du passage du courant électrique dans les gaz.

Rayons cathodiques. Rayons X. Emissions thermoélectronique. Emission photoélectromique.

Magnétisme (4 ± 1 leçons)

Aimants. Champs magnétiques.

Magnétisme terrestre.

Electromagnétisme (16 ± 1 leçons)

Champs magnétiques produits par des courants rectilignes et circulaires. Bobine plate. Solénoïde. Electro-aimant. Applications. Actions réciproques entre courants et aimants. Induction électromagnétique. Principe des générateurs à courant continu. La bobine de Ruhmkorff. Notions sur le courant alternatif (production, utilisation, transformation).

6^e AGRICOLE

1 heure/semaine

Electromagnétisme

(15 leçons)

Champs magnétiques produits par des courants rectilignes et circulaires. Bobine plate. Solénoïde. Electro-aimant. Applications. Actions réciproques entre courants et aimants. Induction électromagnétique. Générateurs et moteurs à courant continu.

Etude du courant

alternatif (10 leçons)

Caractéristiques, circuits R. I. C. courant monophasé et triphasé.

Alternateurs, transformateurs, moteur asynchrone.

TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	2
Préface	3
Avant-propos.....	4
Introduction	5
3 ^e Scientifique, Pédagogique & Agriculture.....	6
4 ^e Scientifique.....	10
4 ^e Littéraire, Commerciale Sociale & Artistique	15
5 ^e Scientifique	17
5 ^e Littéraire & Commerciale	18
5 ^e Pédagogique, Hôtesse d'accueil, Sociale & Artistique	19
5 ^e Agricole	20
6 ^e Scientifique.....	22
6 ^e Littéraire & Commerciale	22
6 ^e Pédagogie, Hôtesse d'accueil, Sociale & Artistique	28

CEREDIP

LISTES DES PRIX DU 1 JANVIER 1989

ANGLAIS Z

Practical guide 6 ^e	300
(préparation examen d'Etat)	
Practical guide :	60
Key to the exercises	
Start I (1re sec.).....	375

BIOLOGIE

Les vertébrés.....	200
(1re prof. & 2e ens. gén.)	
Invertébrés.....	150
(2 ^e prof. agr. & 2 ^e sec. Gén.)	
Premières notions de botanique	250
(1 ^{re} prof. agr.)	
Botanique 2 ^e	200
(1 ^e sec. gén. & 2 ^e prof. agr.)	
Botanique générale (1 ^{re} sec.).....	300
Cahier d'anatomie (élève 1 ^{re} sec.)	80
Cahier d'anatomie	90
(professeur 1 ^{re} sec.)	
Cahier de botanique (lève 1 ^{re} sec.).....	80
Cahier de botanique	90
(professeur 1 ^{re} sec.)	

CHIMIE

Premières notions de chimie	250
(1 ^{re} prof.)	
Notes de chimie (théorie 5 ^e sec.).....	250
Guide de travaux pratiques	100
de chimie (5 ^e sec.)	
Exercices résolus de chimie	
(préparation examen d'Etat) :	
1. Notions de concentration	100
2. pH des solutions aqueuses.....	40
3. Dosages par acidi-alcalimétrie.....	70
4. Dosages par argentimétrie et	40
gravimétrie	
5. Etude du nombre d'oxydation et.....	70
équilibrations des équations	
d'oxydo-réduction	
6. Dosages par oxydo-réduction	70
7. Electrochimie.....	70
8. Chimie nucléaire	200

FRANÇAIS

Z

A petits pas (4 ^e prim.).....	220
A grands pas (5 ^e prim.)	250
Exercices d'orthographe	90
Au gré des vagues 1	250
Au gré des vagues 2.....	250
Auteurs français 1	250
Auteurs français 2.....	250
Conjuguons	130
Au fil du temps	420
Exercices français	120
Nous parions le français	100
Français 6 ^e	200

GEOGRAPHIE

Le Zaïre, puissance en devenir	200
(6 ^e sec.)	
Les Pays du COMECON (6 ^e sec.).....	100
Développement (6 ^e sec.).....	50
Les Pays de l'A.E.L.E. (6 ^e sec.).....	80
Documentation GEO.....	20
(bulletin mensuel) le n ^o	

HISTOIRE

Histoire du Zaïre par les textes	800
--	-----

LEGISLATION

Recueil des Directives et	500
Instructions Officielles	
Le code de la route de l'écolier	250
(ens. Prim.)	
Programme de Français (sec.)	300
Programme de Mathématique (sec.)	100
Programme National du Primaire	1000

MATHEMATIQUE

Calcul 5 (5 ^e prim.).....	250
Math. 1 (1 ^{re} & 2 ^e sec.)	50
Math. 2 (1 ^{re} & 2 ^e sec.).....	50
Notes méthodologiques à l'usage	200
des professeurs (1 ^{re} & 2 ^e sec.)	
Exercices résolus de	350
Géométrie Analytique	
(préparation examen d'Etat)	

PEDAGOGIE **Z**

Notes de pédagogie	200
(ens. normal)	
Méthodologie générale et pratique.....	200
(ens. normal)	

PHYSIQUE

Physique 1re partie (1re sec.)	70
Etude de l'eau (1re sec.).....	60
Physique générale (références pour 5 ^e & 6 ^e math-phys.)	
1. Mécanique classique	500
2. Electrostatique et	500
électromagnétisme	
4. Optique géométrique et	500
ondulatoire	
Exercices résolus de physique	350
(préparation examen d'Etat)	

TECHNIQUE

Mécanique appliquée.....	500
(6 ^e techn. Indu.)	
Cahier de la nouvelle écriture	60
normalisée (1 ^{er} techn. & prof.)	
Les cahiers de constructions.....	75
géométriques (1er tech. & prof.)	
Machines électriques	300
(6 ^e tech. Ind.)	
Exercices résolus de machines	70
électriques (6 ^e tech. Ind.)	

A PARAITRE

Programmes 1re & 2 ^e secondaire (enseignement général)	
Programme des Sciences Naturelles & de Biologie (1er, 2 ^e & cycle long).	
Programme de Chimie (cycle long)	
Programme de Géographie (cycle long)	
Calcul 3 ^e (primaire)	
Calcul 4 ^e (primaire)	
Calcul 5 ^e (primaire)	
Comment élaborer un manuel scolaire.	

CONDITIONS & POINTS DE VENTE

20 % de réduction pour vente en gros.
Paiement anticipatif au :
COMPTE MANUELS SCOLAIRES
B.C.Z. n° 101-0985.708-07 (St. Paul)

KINSHASA

- Direction des Programmes Scolaires
& Matériel Didactique
Avenue des Cliniques
- St. Paul Avenue du Commerce
- Cedi avenue Kalemie
- Librairie Evangélique de l'Alliance.
2e rue, n° 4 Q. Kimbangu 1., Kalamu

BANDUNDU

- Centre Kinduku, Institut Sadisana –
KIKWIT II

BAS CONGO

- Coordination Catholique - MATADI

KASAI OCCIDENTAL

- Coordination Catholique - KANANGA

KASAI ORIENTAL

- ISP – MBUJI-MAYI
- Candip ISP - MBUJI-MAYI

ORIENTALE

- St. Paul - KISANGANI
- ISP – BUNIA
- Liwe B.P. 45 - ISIRO

KATANGA

- St. Paul - LUBUMBASHI
- Coordination Diocésaine – KALEMIE
- Coordination Communautaire
CMUNS – KAMINA

KIVU

- Libreza – BUKAVU
- Les Volcans – GOMA
- Coordination Communautaire
CEBK - GOMA