Zeitschrift: L'Enseignement Mathématique

Herausgeber: Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique

Band: 13 (1911)

Heft: 1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

Artikel: L ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES ET DE LA PHYSIQUE DANS LES ÉCOLES PRIVÉES DE POLOGNE

Autor: [s.n.]

Kapitel: II. — Compte rendu de la Commission des Programmes.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-13537

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

nisé en 1906 une commission des programmes, et celle-ci s'est chargée de réunir les programmes des écoles actuelles pour les étudier en détail.

La création de la *Commission internationale de l'enseignement mathématique* a provoqué, au sein de notre Société, une ardeur nouvelle pour l'action. Notre commission, composée des quelques membres de la Société et de quelques professeurs délégués des écoles privées susmentionnées de Varsovie, dans la session préparatoire, s'est proposée, avant tout, de faire un tableau de l'état actuel de l'enseignement des mathématiques dans les écoles privées. Dans ce but, on envoya aux écoles de province une adresse dans le sens ci-dessus, en y joignant le programme de la Commission internationale ; quant aux programmes des écoles de Varsovie, les membres de la Commission se les procurèrent, en cherchant les différents types d'écoles et, selon ces types, se divisèrent en une série de sections, en s'engageant à étudier, dans chaque section, les programmes des écoles du type donné et à indiquer leurs divergences d'avec le programme normal. Indépendamment de cela, conformément aux branches enseignées, les membres de la Commission formèrent deux sous-commissions : mathématique et physico-astronomique. Il fut en plus décidé que, dans les rapports présentés par chaque section, on devrait avoir égard à l'histoire des écoles de l'ancien type ; que, pour se faciliter à l'avenir le travail, la Commission devrait collectionner les manuels polonais pour l'enseignement des mathématiques, ainsi que tous les articles d'ordre didactique parus, tout au moins dans ces derniers temps. En conséquence de cette dernière résolution, M. Laparewicz, membre de cette Commission et rapporteur, a préparé une « Bibliographie », qui parut dans le tome XIV des *Wiadomosci matematyczne*.

II. — Compte rendu de la Commission des Programmes.

A. — *Sous-commission des Mathématiques.*

Le programme des branches des mathématiques dans les écoles privées de jeunes gens correspond, dans ses traits généraux, à celui des écoles officielles du même genre.

Le cours de huit années de mathématiques dans les *gymnases philologiques* officiels comprend : l'arithmétique (classes I-III) ; l'algèbre (cl. III-VII) ; la géométrie (cl. IV-VI) et la trigonométrie (VII). La dernière année (cl. VIII) est consacrée à la répétition du cours avec quelques suppléments.

Dans les *écoles réales, section des mathématiques,* parallèlement à la géométrie (cl. IV-VI), nous avons encore, deux heures par

semaine, de dessin comprenant la solution, à l'aide de constructions, des problèmes de la planimétrie, etc., le dessin projectif ou géométrie descriptive. (Ordinairement, pendant un semestre de la cl. VI). Quant à la trigonométrie, elle est enseignée en Vme cl. au lieu de l'être en VIIme ; le cours de la VII cl., à part les derniers chapitres de l'algèbre, embrasse l'application de la géométrie à l'algèbre, ou encore les éléments d'analyse. Dans la *section commerciale* des écoles réales, les mathématiques sont au même niveau que dans les gymnases. Dans les gymnases privés la divergence d'avec le programme officiel a trait à l'unique changement d'une heure de leçon de la VIIIme cl. dans la Vme, consacrée à l'étude plus fondamentale des chapitres suivants de la planimétrie : Proportionnalité des segments et similitude des figures, surtout des figures régulières, ensuite la mesure des aires. Cependant une pareille diminution du temps consacré à l'enseignement mathématique dans la VIIIme classe a forcé de supprimer du programme les éléments d'analyse. C'est, paraît-il, l'école de Lublin qui a trouvé la plus heureuse solution à ce problème. Eliminant de l'arithmétique la théorie des proportions et la règle de trois, et passant directement à la propedeutique de l'algèbre, les chapitres correspondants d'algèbre purent être enseignés, par conséquent, dans la classe inférieure, et le temps ainsi gagné fut consacré aux éléments du calcul différentiel et du calcul intégral.

Les notions élémentaires du calcul des probabilités comme aussi leur application à la pratique des assurances, sont enseignées depuis plusieurs années au gymnase du général Chrzanowski à Varsovie.

M. Ciechanowicz, professeur de ce gymnase, membre de notre Commission, nous présente les remarques suivantes, concernant le but de l'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires :

« Nous ne perdons pas de vue que le but principal de l'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires, quelqu'en soit le type, doit être le développement systématique des capacités intellectuelles de l'élève qu'il faut habituer au raisonnement exact sur les matières du domaine de sa connaissance mathématique et dont le savoir intellectuel doit être, simultanément et progressivement, enrichi d'une certaine somme des faits de ce domaine ; en un mot, la culture mathématique de l'esprit, c'est-à-dire la préparation et l'impulsion vers les travaux personnels futurs. Sous le rapport méthodologique, nous sommes d'avis que l'appropriation intellectuelle du savoir est avant tout psychologiquement intuitive puis, au niveau supérieur, formellement logique. Cela exposé, au commencement de l'étude des différentes branches des mathématiques, c'est-à-dire l'arithmétique dans la Ire classe, l'algèbre dans la IIIe classe et la géométrie dans la IVe classe (nous

enseignons la propedeutique géométrique, en passant aux leçons de dessin dans les IIe et IIIe classes), nous rejetons à priori les définitions abstraites des notions introduites qui dépasseraient le niveau intellectuel de ces classes; nous nous efforçons le plus souvent possible d'appliquer la méthode heuristique tendant à créer dans l'esprit de l'élève le besoin de former la notion générale et sa définition sur la base de faits déterminés par des preuves et des observations particulières.

« Tout à côté, comme un autre trait caractéristique de ce stade d'enseignement (l'arithmétique), nous attirons l'attention sur la nécessité de créer chez l'élève une certaine habileté pour le calcul, en appliquant souvent dans ce but, des problèmes mentaux de différents types.

« A un niveau supérieur, nous nous efforçons de faire sortir plus évidemment l'élément théorique, insistant sur les notions et les méthodes mathématiques, sur leur caractère abstrait et général, la relativité de leurs bases, et en même temps sur la continuité de l'enchaînement des anneaux du raisonnement (les lois des opérations mathématiques, l'induction complète en opposition à l'induction ordinaire, postulats et axiomes, etc.)

« Simultanément nous commençons systématiquement, dirons-nous, à saturer l'enseignement par les notions des fonctions, et à habituer la pensée à l'association fonctionnelle des grandeurs considérées. Dans ce but, nous débutons par les exemples concrets de la physique, ensuite nous insistons sur les parties de la géométrie métrique (quoique au détriment de la méthode de la géométrie moderne pour laquelle le temps manque) et expliquant les premiers éléments de la géométrie analytique, nous préparons ainsi à l'intelligence du cours de la variabilité des fonctions par la méthode graphique, dans le traitement des différents chapitres du cours : discussions des équations, théorie des logarithmes, maximum et minimum des fonctions du second degré, théorie des fonctions trigonométriques. En ce qui concerne la théorie des fonctions trigonométriques, nous estimons qu'il convient de viser, dans la VIe classe, à un degré de préparation mathématique qui permette le traitement général et immédiat de la trigonométrie, sans devoir la subdiviser en trigonométrie des angles aigus et en trigonométrie générale, ainsi que l'exposent la plupart des manuels. En géométrie, nous considérons comme nécessaire la démonstration des modèles de corps et des théorèmes stéréométriques, dans le but de parfaire chez les jeunes gens d'habitude peu riches en imagination spatiale, la faculté de comprendre les rapports spatiaux.

« Nous traitons l'algèbre formelle au point de vue de la généralisation progressive de la notion du nombre, jusqu'au nombre complexe inclusivement. Enfin, nous dirons que le chapitre sup-

plémentaire (éléments de l'analyse supérieure) placé en tête du programme, a été ensuite retranché. Ne pouvant admettre l'idée de la suppression des éléments du calcul infinitésimal, quoique en passant, nous donnons aux élèves une idée des infiniment petits et de leur ordre, comme aussi des opérations qu'ils permettent dans quelques problèmes, par exemple preuve de la formule de l'aire du triangle comme la limite de la somme des rectangles infiniments petits, comme aussi du volume de la pyramide, etc.

« Comme desiderata postulats des réformes rationnelles des programmes des mathématiques dans les écoles philologiques, nous désignons : 1° approfondissement de la théorie de l'arithmétique en VIIe ; 2° la théorie des séries pour le besoin de la théorie des nombres irrationnels et des logarithmes qui sont devenus déjà la partie intégrale des mathématiques élémentaires ; 3° premiers éléments de la géométrie nouvelle ; 4° les premiers éléments des calculs supérieurs. »

Dans l'*école commerciale* de VIIe classe de l'Union des commerçants de Varsovie, le programme des mathématiques présente quelques divergences avec le type général exposé plus haut des établissements qui sont proprement des écoles réales, mais sans cours fondamental. Dans la IIIe classe on commence l'algèbre par la solution des équations et à leur application aux plus simples problèmes ; dans l'étude subséquente, on attire l'attention sur la représentation graphique des formules et des équations ; la VIIe classe, outre la trigonométrie, comprend la répétition des chapitres étudiés des mathématiques.

Les *écoles de jeunes filles,* de l'initiative personnelle de leurs directrices, ont introduit, en 1909, la réforme qui les mit sur le même pied que les écoles de jeunes gens. Le nombre d'heures de leçons a été élevé à 4 dans chacune des 7 classes. Dans le 3 premières classes, parallèlement à l'arithmétique, la propedeutique géométrique est enseignée par reprises. L'étude de l'algèbre commence dans la IVe classe et se termine dans la VIIe classe par la théorie des logarithmes, les permutations et le binôme de Newton.

L'enseignement systématique de la géométrie se fait dans les IVe-VIe classes ; de plus, en VIIe classe on enseigne la goniométrie avec applications aux problèmes fondamentaux de la trigonométrie.

Séminaires. — Il convient de classer, au nombre des écoles secondaires, les *séminaires,* (écoles normales) pour la formation d'instituteurs primaires, avec 4 années d'études, et dans lesquels peuvent être admises les personnes possédant la connaissance des opérations sur les nombres entiers et les fractions les plus simples. Au premier cours, avec 5 leçons par semaine, lors de la solution par les élèves eux-mêmes des problèmes sur les

nombres entiers, on attache une grande importance à l'écriture soignée et systématique des nombres, ainsi qu'à la discussion des problèmes; on habitue, en outre, les élèves à une exposition claire et détaillée. Lors de l'examen des propriétés de la somme, de la différence, etc., on donne la première idée de la notation algébrique. L'enseignement systématique de l'arithmétique commence par la théorie des opérations avec fractions, précédée de la théorie de la divisibilité des nombres entiers. L'étude de l'algèbre continue par les opérations sur les monômes et les polynômes; en plus on déduit les propriétés des quantités positives et négatives d'où découlent immédiatement les lois des opérations sur des nombres relatifs. Au reste, on arrive aux propriétés fondamentales des équations par la considération, principalement, des équations du premier degré à une inconnue et par les applications à la solution des problèmes. Les élèves étudient en outre, à ce cours, les éléments de la planimétrie appliqués sur le terrain pour tirer les lignes, la mesure de leur longueur et la construction des perpendiculaires et des parallèles, la mesure des angles, et se familiarisent ainsi avec la chaîne d'arpenteur, l'équerre et la boussole.

Le second cours (5 heures de leçons) comprend, en arithmétique, l'étude des proportions et des règles ; en algèbre, le système des équations, la représentation graphique de l'équation du premier degré à 2 inconnues et des phénomènes menant à la ligne droite ; on passe ensuite à des constructions plus compliquées, à la règle de l'extraction de la racine carrée d'un nombre donné et à la théorie des équations du second degré à une inconnue. En géométrie, on étudie la théorie des segments proportionnels et le reste de la planimétrie, avec l'application à la prise des plans, et aux instruments susmentionnés s'ajoute l'emploi du rapporteur.

Le troisième cours, outre la stéréométrie, comprend la méthodique arithmétique (2 heures) qui apprend aux élèves à connaître les méthodes typiques d'enseignement et les manuels, et leur permet de donner des leçons d'épreuve, dans une école modèle, avec des conférences convenables avant comme après pareille leçon.

Le quatrième cours (2 heures) est surtout consacré aux exercices pratiques dans l'école modèle. Les élèves y font la connaissance de la méthode de la propedeutique géométrique.

En outre, dans les trois premiers cours, on consacre deux heures de leçons par semaine à la physique ; au quatrième cours, une heure à la physique et une heure à la cosmographie. A la fin de ce cours, l'élève a le droit de se présenter à l'examen officiel d'instituteur primaire.

Ecole Rudzka. — En 1906, Mme Rudzka ouvrit dans son pensionnat de demoiselles, un cours d'une durée de deux ans, destiné à former des institutrices avec sections d'humanités et de sciences

mathématiques et naturelles. Y sont admises les élèves des pensionnats de demoiselles qui subissent les épreuves préalables.

A la section des sciences mathématiques et naturelles, les élèves de chaque cours ont trois heures de leçon par semaine. Au premier cours, 2 heures sont consacrées aux connaissances supplémentaires d'algèbre, omises dans le cours moyen, par exemple la division continue entre des expressions algébriques, les équations indéterminées, les éléments de la théorie des nombres ; les fractions continues et leurs réduites comme 2 séries de nombres convergents vers la limite ; l'application des fractions continues à la solution des équations exponentielles, la représentation graphique des fonctions du premier et du second degré et des fonctions exponentielles. La troisième heure de mathématiques est consacrée à la géométrie dans laquelle en plus de l'application de la trigonométrie aux différents problèmes de la planimétrie et de la stéréométrie, sont exposées les méthodes géométriques, et, complétées les notions de géométrie nouvelle.

Au deuxième cours, une leçon d'une heure est consacrée à l'algèbre (combinaisons, binôme de Newton, éléments du calcul des probabilités, enfin discussion du minimum et du maximum de la fonction du deuxième degré accompagnée des notions de la dérivée) ; restent deux heures consacrées à l'arithmétique et aux leçons modèles des classes inférieures du pensionnat.

Le même programme est approximativement admis aux cours pédagogiques de demoiselles de M. Milkowski qui possède, en plus, un cours préparatoire.

Dans l'*école mécanico-technique* H. Wawelberg et S. Rotwand, au cours préparatoire, l'algèbre et la géométrie sont enseignées outre une partie du cours de physique. En algèbre, lors de la solution des équations du premier degré avec 2 inconnues, on explique la dépendance fonctionnelle de ces inconnues par construction et par la solution graphique d'un système de 2 équations à 2 inconnues. Dans la solution des équations du deuxième degré, on explique les moyens de construction de la fonction correspondante à la fonction trinôme du second degré. La solution d'un système à 2 équations du second degré se fait au point de vue des chapitres ultérieurs de la géométrie analytique, chapitres sur la détermination des points d'intersection des courbes du second degré. Le cours de géométrie élémentaire se complète par l'étude de la théorie géométrique du centre de gravité, et cela dans le but de faire des déterminations de la surface et du volume des corps de rotation, en insistant sur les problèmes de construction dont les exercices sont le fondement du dessin technique.

L'enseignement de la trigonométrie au premier cours dure un semestre ; on y traite en détail les transformations des formules

goniométriques, les fonctions sin x et cos x sont développées en séries, à l'aide du calcul différentiel commencé en même temps. La géométrie analytique comprend 2 semestres au premier cours, et vise spécialement la ligne droite, les coniques, les cycliques et la chaînette, comme ayant le plus d'emploi technique ainsi que la droite et le plan dans l'espace. Dans le calcul différentiel et intégral enseigné pendant les deux semestres du premier cours, on attache une importance capitale à la différentiation et l'intégration de la fonction d'une variable, comme aussi à l'application à la géométrie pour la détermination de la tangente, du rayon de courbure, de la longueur de l'arc, des aires et du volume ; on vise aux besoins ultérieurs des cours de mécanique, la résistance des matériaux et la physique.

En géométrie descriptive (il en est de même au premier cours, durant les 2 semestres), on étudie en détail les projections orthogonales sur 1, 2, 3 plans; l'axionométrie orthogonale, la géométrie projective plane et les projections centrales avec des constructions rencontrées en technique. Enfin, dans les chapitres correspondants de la mécanique et de la physique, on expose les notions du calcul vectoriel.

B. — *Sous-commission de la Physique*[1].

Lors de l'examen des programmes de physique admis dans la plupart des écoles privées polonaises, la commission s'est convaincue de ce que la matière étudiée ne s'écartait pas du type en usage depuis longtemps dans les écoles; cependant, dans la distribution de la matière et dans la méthodique de l'enseignement, il existe des différences assez considérables. Dans le but d'uniformiser les programmes et simultanément d'élargir et d'approfondir quelques chapitres de physique, la commission en est arrivée à certains postulats généraux qui sont déjà réalisés dans quelques écoles. Ces *postulats* sont les suivants :

1. L'introduction de l'enseignement préparatoire de la physique dans les classes inférieures est absolument désirable ; en effet, un nombre considérable d'élèves bornant leurs études à la IVe classe, il est inadmissible de les priver des connaissances élémentaires de physique et de chimie qui se présentent constamment appliquées dans la vie journalière et dans la technique.

2. L'enseignement à un degré inférieur doit être expérimental, basé sur des expériences simples et concluantes, les exemples numériques doivent être choisis avec à propos, et éclairer le côté quantitatif des phénomènes.

---

[1] Rapporteur M. S. Landau.

3. Etant donné que nos gymnases philologiques ne donnent pas une instruction purement classique, et que les études y durent une année de plus que dans les écoles réales, l'enseignement de la physique n'y doit pas être moins important que dans ces dernières, tant sous le rapport du nombre d'heures que sous celui de la matière.

4. Il est indispensable de ranimer l'étude de la physique. Les problèmes numériques doivent correspondre à la réalité. Les exemples donnés dans l'enseignement doivent se rapporter aux phénomènes réels qui intéressent immédiatement les élèves. Il faut rejeter absolument les descriptions détaillées des méthodes expérimentales n'ayant pas de réalité pour les élèves, comme aussi la description des instruments surannés exclusivement intéressants au point de vue historique. Par exemple, différents moyens de déterminer la densité des vapeurs, de l'air et des gaz, la méthode de Ramsden pour déterminer le coefficient de dilatation des corps solides, le calorimètre de Lavoisier et Laplace, les aréomètres à volume constant, etc. Il est de même superflu de citer les différentes corrections de mesures qui n'intéressent nullement l'élève.

Il est cependant indispensable que le professeur, au moment opportun, attire l'attention sur l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales et dans quelques cas sur l'importance des corrections. Par exemple dans une pesée, tenir compte de la pression hydrostatique de l'air; en parlant du photomètre, calculer les erreurs qui proviennent du peu de sensibilité de l'œil, etc.

5. Le pas en avant le plus important dans l'étude rationnelle de la physique sera sans doute l'introduction d'exercices obligatoires personnels et pratiques. Sous ce rapport, certains progrès ont été réalisés dans ces derniers temps, à Varsovie comme en province; cependant, le nombre des écoles possédant des laboratoires de physique est encore restreint.

Sans doute qu'en l'occurence, les difficultés matérielles l'emportent. Il convient cependant d'avoir en vue que, dans le cas qui nous occupe, les instruments les plus simples, et par conséquent peu couteux, suffiraient : la densité des corps solides et liquides, par exemple, peut être déterminée à l'aide d'une vulgaire balance de pharmacien; on peut parfaitement vérifier à l'aide d'un verre ordinaire acheté chez l'opticien pour quelques dizaines de copecks la formule des lentilles, un petit calorimètre donnant une chaleur spécifique avec une approximation de quelques $^0/_0$, coûte quelques dizaines de copecks. D'ailleurs aucune démonstration faite à l'aide d'instruments remarquables et d'une valeur de plusieurs centaines de roubles, ne pourra remplacer l'expérience personnelle et indépendante de l'élève.

Nous convenons que les expériences prennent du temps, ce qui

peut avoir une certaine influence sur le savoir général de l'élève; cependant, avec un tel système d'enseignement on parvient à approfondir la matière, et l'élève acquerra ainsi l'initiative et l'indépendance dans son travail, tout en faisant connaissance avec les méthodes d'investigation. La pédagogie rationnelle qui a pour but l'instruction de l'individu et non pas de lui entasser dans la tête une quantité de connaissances qui se trouvent dans les livres, doit donc considérer le moyen pratique d'étude comme le seul désirable.

Pour mener à bien la solution de la question de l'introduction des exercices pratiques dans l'étude à l'école, le Cercle mathématico-physique a installé dans son domicile (« Urania » rue Bracka, N° 18, à Varsovie), un laboratoire de physique qui donne gratuitement toutes les informations et renseignements désirables, pour l'organisation de ces exercices; chaque professeur trouvera au laboratoire trente problèmes classés, essayés et expliqués. Les professeurs sont admis gratuitement au laboratoire; les élèves, moyennant une modique redevance.

Les programmes ci-dessous (enseignement préparatoire et systématique) donnent une idée de l'étendue admise de l'enseignement, mais non de son ordre qui dépend seulement de la manière de voir personnelle du professeur. La commission cependant est d'avis que, dans certains chapitres, l'ordre ne pourrait pas être interverti sans préjudice quant aux résultats de l'enseignement. Cela concerne avant tout la mécanique qui doit être traitée en deux degrés.

La mécanique est en grande partie le chapitre le plus abstrait de la physique; l'esprit qui n'est pas bien exercé dans le raisonnement mathématique, rencontre de nombreuses difficultés pour se rendre maître du côté formel de l'objet enseigné. Du reste, le contenu des problèmes (par exemple les formules liées avec le mouvement variable) est tellement profond, qu'un esprit jeune n'en peut avoir de compréhension que tout à fait superficiellement et par la mémoire; la répétition de ces questions dans la classe supérieure, le lien de l'idée de vitesse et d'accélération à l'idée de la dérivée en mathématiques, sont choses nécessaires. Une étude approfondie de la mécanique, dans le début, est impropre et pour la raison que l'élève attend de la physique tout autre chose que ce que lui donne l'étude de la mécanique; la jeunesse s'intéresse avant tout aux phénomènes de la nature, afin de connaître les principes des nombreuses constructions techniques qu'on rencontre à chaque pas dans la vie. Une pensée profonde, une généralisation vaste peuvent intéresser seulement des esprits bien dressés, possédant de nombreuses connaissances positives. Et voilà pourquoi, afin de ne pas créer d'inutiles difficultés et de ne pas décourager tout au début les élèves, il sera

bon de consacrer la première année à l'étude de la mécanique, en ce qui est indispensable à la compréhension des chapitres ultérieurs de la physique et en reportant l'autre partie à la troisième année. Lors d'une étude plus approfondie de cet objet, il est impossible d'omettre un chapitre si important que la théorie du mouvement vibratoire auquel sont intimement liées l'acoustique et l'optique physique. L'interférence de la lumière et certaines notions sur la diffraction, la considération de la lumière comme un cas particulier d'un rayonnement électro-magnétique ne peuvent être omis, en aucun cas, dans l'enseignement secondaire. C'est d'ailleurs une question trop importante pour la science et trop capitale pour l'instruction générale. On pourrait, peut-être, tomber d'accord sur une diminution de quelques parties de l'optique géométrique ; l'abréviation, par exemple, de la théorie des lentilles. La formule des lentilles devrait éventuellement être donnée telle qu'elle, sans démonstration, avec sa seule preuve expérimentale. Il suffit aussi de donner des notions générales sur la polarisation et la diffraction de la lumière ; d'ailleurs, étant données leur difficulté et leur étendue, ces chapitres répondent peu à l'enseignement secondaire.

Si le programme ci-dessous diffère quelque peu de celui qui est généralement admis, c'est parce que, sans doute, l'étude de la chaleur contient les notions de l'équilibre entre les différents états d'agrégation des corps, et quelques données sur la théorie des solutions, à l'exception, d'ailleurs, des travaux de Raoult. L'ordre des leçons sur la lumière et le rayonnement peut paraître très original ; cependant, dans cet ordre, la pensée se développe partout logiquement ; il n'y a ni omission ni retour au même sujet. En somme, l'ordre ci-dessous indiqué est un des plusieurs possibles et admissibles.

a) Programme de l'enseignement préparatoire de la physique.

Phénomènes de la nature. Sens. Observation des phénomènes. Etats d'agrégation des corps. Influence de la chaleur sur le volume des corps solides (anneau de Gravesande), des liquides (thermomètre à mercure), des corps gazeux (thermomètre à gaz). Bons et mauvais conducteurs de la chaleur. Fonte de la glace. Gelée. Solidification et vaporisation des liquides. Absorption de chaleur pendant la vaporisation. Ebullition des liquides ; points d'ébullition. Condensation de la vapeur. Transformation de l'eau dans la nature : nuages, pluie, neige, grêle, rosée, givre. Applications de la vapeur d'eau. Sources de chaleur (le soleil, le frottement).

Mouvements uniforme et varié des corps. Chute des corps. La verticale. Centre de gravité. Equilibre des corps, équilibre stable, instable, indifférent. Poids des corps ; balance ordinaire, pesée, contrôle de la balance. Unité de poids, leviers, exemples, applications des leviers, poulie fixe. Equilibre des liquides. Surface des niveaux. Vases communiquants, fontaines, puits arté-

siens. Vases capillaires. Pression des liquides sur le fond. Pression des liquides vers le haut. Corps immergés dans un liquide (loi d'Archimède). Flottement des corps sur l'eau. Densité des corps relativement à l'eau. Détermination de cette densité.

Propriétés des gaz. Densité des gaz par rapport à l'eau, à l'air. Expansibilité des gaz. Influence du volume des gaz sur leur élasticité. Diffusion des gaz. Pression atmosphérique (baromètre, loi d'Archimède pour les gaz, ballons). Ondes aériennes, le son, tons, interférences, résonnateurs, vitesse du son. Echo.

Le soleil. Sources de chaleur et de lumière. Rayons lumineux. Propagation rectiligne de la lumière. Corps diaphanes et opaques. Ombre. Pénombre. Image au travers d'une petite ouverture. Réflexion de la lumière dans les miroirs plans. Images imaginaires. Réflexion de la lumière dans les miroirs concaves et convexes. Réfraction de la lumière des lentilles. Foyers de la lentille convergente. Images réelles et imaginaires. Courte explication des instruments d'optique. Dispersion de la lumière. Spectre. Couleurs du spectre continu. Arc-en-ciel. Couleurs des corps.

Electrisation des corps par le frottement Pendule électrique. Deux genres d'électricité. Electricité par influence. Machines électriques. Etincelle (la foudre, le tonnerre). Idée sur le courant électrique (courant dans un conducteur unissant les pôles de la machine électrique). Piles galvaniques, batterie, application du courant électrique, lampes électriques. Electro-aimants, sonnerie électrique, aimants artificiels et naturels. Pôles des aimants. Zone neutre. Aiguille magnétique, boussole.

(D'après le programme des branches enseignées dans l'école de commerce de jeunes filles *A. Werecka*. Cours de la IIe classe).

b) Programme de physique des classes supérieures.

Première année (3 leçons par semaine). — Introduction. Phénomènes physiques et chimiques. Propriétés des corps. Grandeurs physiques. Rapports entre des grandeurs physiques. Observations et expériences. Lois physiques. Mesures physiques. Système métrique. Vernier à ligne.

Mécanique Mouvement. Chemin. Mouvement uniforme, sa vitesse. Mouvement rectiligne et mouvement curviligne. Genre du mouvement par rapport au chemin. Mouvement uniforme et varié relativement à la vitesse. Mouvement rectiligne uniforme. Formule du chemin parcouru. Dimension de la vitesse. Représentation graphique du mouvement uniforme. Mouvement rectiligne varié. Mouvement uniformément accéléré sans vitesse initiale. Accélération. Formule de la vitesse et du chemin parcouru (démonstration par procédé graphique). Lois du mouvement de *Newton*. Première loi. Inertie. Deuxième loi. La masse. Formule de la force. Unité de force. La force comme quantité dirigée. Indépendance de l'action des forces. La force au point de vue statique. Dynamomètres. Troisième loi. Composition et décomposition des mouvements et des forces. Loi du parallélogramme. Projection horizontale. Composition des forces parallèles. Couple de forces. Notions générales sur la gravitation universelle. Poids des corps. Centre de gravité. Poids spécifique. Densité des corps. (Méthodes de détermination — voir plus loin). Equilibre des forces. Notion du moment statique. Equilibre des corps pesants appuyés à un point sur le plan. Machines simples.

Leviers. Balances. Poulie multiple. Cabestan. Roues dentées. Plan incliné. Coin. Notion de la vis.

Le travail. Formule du travail. Unité de travail. Représentation graphique du travail. L'effet. Son unité.

Energie. Energie potentielle et cinétique. Transformation de l'énergie. Principe de la conservation de l'énergie. Propriétés des corps solides, liquides et gazeux. Division des corps en solides, liquides et gazeux. Déformations élastiques. Corps solides. Hypothèse de l'agrégation moléculaire. Corps cristallisés et amorphes. Genres de déformations des corps solides. Elasticité. Loi de *Hooke*. Résistance. Notions générales du frottement des solides. Liquides. Surface libre. Pression. Son unité. Compression des liquides. Loi de *Pascal*. Presse hydraulique. Pression hydrostatique sur le fond et les parois latérales des vases. Equilibre des liquides dans les vases communiquants. Sources. Fontaines. Conduits d'eau.

Loi d'*Archimède*. Conditions du flottement des corps. Méthodes de détermination de la densité et des poids spécifiques des solides et des liquides. Mesure directe et pesée, pesée hydrostatique. Aréomètres. Pyknomètres. Phénomènes expliqués par l'action des forces intermoléculaires. Tension superficielle. Pression superficielle. Humidification. Equilibre des liquides dans les tubes capillaires. Notions générales sur la viscosité des liquides et sur le mouvement des liquides. Loi de Torricelli. Distribution de la pression dans un tuyau (aspirateur). Diffusion et osmose des liquides. Corps gazeux. Pression atmosphérique. Expérience de Torricelli, de Guericke et de Pascal. Baromètre à mercure (à siphon, de Fortin). Baromètres métalliques (Vidi, Bourdon). Barographes. Pompes à piston et à mercure. Loi de Boyle, limites de son exactitude. Représentations graphiques. Manomètres fermés et ouverts. Manomètres à ressorts. Appareils basés sur l'élasticité des gaz. Pipette. Siphon. Pompes, pompes à main. Notions sur la densité des gaz. Loi d'Archimède dans les gaz. Ballons et aérostats. Résistance de l'air. Aéroplanes. Diffusion des gaz. Loi de Dalton.

Chaleur. Thermométrie. Thermomètres. Thermomètre à mercure. Echelles thermométriques. Thermomètres à différents liquides. Thermomètres métalliques. Thermographe. Thermomètre à maxima et à minima. Dilatibilité des corps solides. Coefficients de dilatation, de longueur et de volume. Dilatation des vases et des règles. Dilatabilité apparente et réelle des liquides. Dilatation du mercure (par la méthode de Dulong et Petit), dilatation de l'eau. Corrections barométriques. Dilatation des gaz. Loi de Charles (Gay-Lussac). Echelle absolue des températures. Thermomètres à gaz. Equation de Clapeyron ($pv = RT$).

Deuxième année (3 heures de leçon par semaine). — *Chaleur* (suite). Unité de chaleur. Chaleur spécifique. Calcul. Détermination de la chaleur spécifique d'un corps solide. Calorimètres à glace (Bunsen) et à eau. Chaleur spécifique des gaz. Transformation des différents états d'agrégation. Congélation. Fusion et solidification. Point de solidification de l'eau. Chaleur latente de fusion. Surfusion. Changement de volume dans les phénomènes de la fusion. Deux catégories de corps. Influence de la pression sur le point de fusion. Représentation graphique de la dépendance de la pression de la température de fusion. Fonte de la glace et solidication de l'eau dans la nature. Point de fusion des alliages. Vaporisation et ébullition. Point d'ébullition. Chaleur latente de la vaporisation. Retard de l'ébullition. Etat sphéroïdal. Changement de volume dans la vaporisation. Dépendance

du point de vaporisation de la pression. Représentatian graphique de cette dépendance. Chaudière de Papin. Distillation. Propriétés de la vapeur. Vapeur saturée et non saturée. Condensation de la vapeur. Sublimation. Représentation graphique du changement des points d'agrégation d'un corps simple, de l'eau par exemple. Condensation des gaz. Expériences de Faraday, d'Andrews. Température critique. Représentation graphique. Derniers applanissements des difficultés expérimentales. Machine pour la liquéfaction de l'air. Solutions non saturées, saturées, sursaturées, leur congélation. Point eutectique. Mélanges réfrigérants. Ebullition des solutions. Moteurs thermiques. Machines à vapeur. Chaudière à vapeur. Moteurs à alcool, à benzine, à gaz (en général). Côté énergétique des processus thermiques. Hypothèse sur la nature de la chaleur. Travaux de Mayer, Joule, Helmholtz, Equivalent mécanique de la chaleur. Idées générales sur les deux principes de la thermodynamique. Propagation de la chaleur. Conductibilité des corps solides. Conductibilité des liquides et des gaz. Quelques considératious sur le rayonnement (voir troisième année). Humidité de l'air, absolue et relative. Corps hygroscopiques. Méthodes de détermination de l'humidité atmosphérique (Loi de Dalton par rapport à l'air). Point de rosée. Hygromètre. Psychromètre d'Auguste. Hygromètre Saussure. Météores atmosphériques.

Electricité et magnétisme. Aimants artificiels et naturels. Aiguille aimantée. Pôles d'un aimant. Loi de Coulomb. Unité de la masse magnétique et sa dimension. Champs magnétiques. Ecrans magnétiques, Paramagnétisme et diamagnétisme. Magnétisme terrestre. Déviation et inclinaison des lignes du magnétisme terrestre. Composante horizontale du magnétisme. Lignes isogones et isoclines. Variations du magnétisme terrestre. Phénomènes électriques causés par frottement (et quelques mots sur d'autres sources d'électricité). Conducteurs. Non-conducteurs. Loi de Coulomb. Unité de la masse électrique. Electroscopes. Electromètres. Distribution d'une charge électrique (électroscopes, électromètres). Influence électrique. Potentiel électrique et son unité. Champ électrostatique. Electrophore. Machine à frottement. Machine à influence. Capacité électrostatique. Théorie du condensateur. Diélectriques. Bouteille de Leyde. Décharge électrique. Courant électrique. Décharge et étincelles. Electricité atmosphérique. Expériences de Galvani et de Volta. Pile de Volta. Force électromotrice au point de vue de la différence de potentiels. Déviation de l'aiguille aimantée sous l'influence du courant. Lois d'Ampère. Direction du courant. Galvanomètre à aiguille aimantée. Polarisation de l'élément de Volta. Dépolarisateurs. Eléments à dépolarisateurs. Eléments secs. Eléments réversibles. Accumulateurs (en général — voir plus loin). Intensité du courant (quantité, force). Boussole des tangentes. Unité de force du courant. De l'unité électrolytique (voir plus loin). Ampèremètre. Résistance des conducteurs. Lois d'Ohm. Unité de résistance. Résistance des corps solides, liquides et gazeux. Résistance interne des éléments. Groupement des éléments en séries parallèles et groupements mixtes. Moyen le plus avantageux des groupements. Les dérivations du courant. Lois de Kirchhoff. Pont de Wheatstone. Détermination de la grandeur des résistances. Electromagnétisme. Action du courant sur les aimants mobiles (voir plus haut), action des aimants sur les conducteurs mobiles. Application dans la construction des galvanomètres. Champs magnétiques autour des conducteurs à courant. Propriétés des sélénoïdes. Action mécanique des conducteurs à courant sur d'autres conducteurs à courant. Electro-aimants. Sonnerie élec-

trique. Télégraphie électromagnétique. Courants induits. Mouvement du conducteur dans le champ magnétique. Règle de Lenz. Force électromotrice. Selfinduction. Courants de Foucault. Téléphone. Microphone. Dynamos. Machines à courant variable et constant. Collecteurs. Système dynamoélectrique de Siemens. Moteurs électriques et leurs applications dans les constructions techniques et la locomotion. Courants alternatifs. Transformateurs. Bobine de Ruhmkorff. Transport d'énergie électrique à distance. Thermo-électricité. Eléments et batteries thermo-électriques. Thermomètres (pyromètres) électriques. Transformation de l'énergie électrique en chaleur et en lumière. Les unités employées aux mesures d'énergie électrique. La puissance dans les phénomènes électriques. Lois de Joule Chauffage et éclairage électriques. Electrolyse. Ions. Réactions secondaires. Loi de Faraday. Applications de l'électrolyse. Polarisation des électrodes. Réactions électrolytiques dans les éléments et les accumulateurs.

Troisième année (3 heures de leçon par semaine). — *Compléments de mécanique.* — Mouvement varié Approfondissement de la notion de vitesse et d'accélération. Mouvement uniforme circulaire. Force centripète. Figure de la terre. Lois de Kepler. Gravitation. Coefficient de la formule de Newton. Variation du poids. Projection oblique. Répétition de la théorie des machines. Bascule. Généralisation du principe de la conservation de l'énergie. Sur les systèmes d'unités en physique. Considération répétée des unités en mécanique et électricité. Mouvement harmonique simple. Vitesse et accélération du mouvement pendulaire. Cas les plus simples de sommation des mouvements harmoniques. Pendule mathématique. (Indication sur l'existence de la longueur réduite du pendule physique sans démonstration mathématique.) Horloge à pendule. Expérience de Foucault. Explication de cette expérience au pôle. Sur la propagation du mouvement pendulaire. Etude des ondes. Vibrations longitudinales et transversales. Longueur des ondes. Principe d'Huygens. Théorie de la réflexion et de la réfraction des ondes d'après Huygens. Interférences. Ondes stationnaires (nœuds, ventres).

Le son. Sources du son. Conditions de la propagation des ondes sonores. Vitesse du son dans de différents milieux. Réflexion des ondes sonores. Interférences. Battements. Ondes stationnaires. Caractères du son. Intensité du son. Hauteur du son (sirènes). Principe de Doppler. Timbre. Analyse et synthèse du son (de la résonnance). Echelles musicales.

Vibrations des corps. Vibrations des barres (diapason). Vibrations des plaques (figures de Chladni). Lois des vibrations des cordes (expérimentalement). Vibrations des colonnes d'air (tuyaux à anches et flûtes). L'oreille et la trachée artère. Phonographe.

Lumière et énergie rayonnante en général. Propagation de la lumière. Vitesse de la lumière. Méthode de Rœmer et méthode de Fizeau. Couleur. Décomposition de la lumière blanche. Recherches de Newton. Analyse et synthèse de la lumière. Couleurs des corps. Parties ultra-violette et ultra-rouge du spectre et moyen de les déceler (Réactions photochimiques). Fluorescence. Application des méthodes électriques. Radiomètres.

Décomposition de la lumière blanche indépendamment de sa dispersion. Théorie ondulatoire de la lumière. Interférences de la lumière. Expérience de Young. Longueur de l'onde lumineuse. Rapport entre la couleur et la longueur de l'onde. Couleurs des couches minces, anneaux de Newton (sans formule mathématique).

Sous-divisions de l'optique en optique géométrique et optique physique. Dif-

ficulté de la définition du rayon lumineux. Phénomènes expliqués par la propagation rectiligne de la lumière : ombre, pénombre, images à l'aide de petites ouvertures (chambre obscure). Lois de la réflexion de la lumière. Diffusion de la lumière. Miroirs plans. Méthode de Poggendorff de la mesure des petits angles. Formule des miroirs. Discussion de la formule. Construction des images. Réfraction de la lumière. Coefficient de réfraction. Réflexion totale. Explication à l'aide de la réfraction et de la réflexion de la lumière de quelques phénomènes cosmiques : réfraction astronomique, mirages, arc-en-ciel (notions générales). Passage des rayons à travers une plaque aux plans parallèles. Prisme. Angle de la déviation minima (traiter comme fait expérimental). Réfraction de la lumière sur une surface sphérique. Lentilles. Formule des lentilles. Discussion de la formule. Construction des images (expliquant la théorie des lentilles très minces, admettre l'existence du centre optique comme une chose évidente). Défauts des lentilles. Aberration sphérique. Astigmatisme. Aberration chromatique. Instruments d'optique. Chambre noire. Photographie. Explication des procédés de la photographie. Idée de la photographie des couleurs. L'œil. Construction anatomique (vision). Accommodation des objets éloignés et rapprochés. Défauts de l'œil. Lunettes. Vision binoculaire. Stéréoscope. Quelques remarques sur la physiologie et la psychologie de la vue.

Loupe. Agrandissement. Microscope. Télescope. Caractères communs et différences. Construction. Formation des images. Agrandissement. Télescope terrestre. Lunette de Galilée. Lorgnettes prismatiques. Côté énergétique du rayonnement. Rayonnement de la chaleur (par incandescence et luminescence). Relation entre le pouvoir émissif et le pouvoir absorbant de l'incandescence (Expérimentalement). Questions pratiques sur l'éclairage. Unité de l'intensité de la lumière. Eclairage. Comparaison des différentes sources de lumière. Photométrie. Spectres d'émission et d'absorption (spectres continu et linéaire). Mentions sur les spectres à bandes. Analyse spectrale et sa signification. Spectre solaire. Lignes de Fraunhofer. Constitution du soleil. Analyse spectrale d'autres corps célestes. Principe de Doppler. Mention sur les phénomènes de diffraction de la lumière. Les réseaux de diffraction. Notions sur la polarisation de la lumière. Polarisation par réflexion. Double réfraction. Polarisation par double réflexion. Spath d'Islande. Nicol. Rotation du plan de polarisation et application pratique de ce phénomène. Notions sur la théorie électromagnétique de la lumière. Idées de Faraday et de Maxwell. Expériences de Hertz. Ondes électromagnétiques, leur production, leur découverte et leurs propriétés; leur application à la télégraphie sans fil.

Quelques mots de l'influence du champ magnétique. Sur les phénomènes lumineux. Polarisation rotatoire magnétique. Phénomène de Zeeman. Nouveaux genres de rayons. Rayons X. Rayons cathodiques. Corps radioactifs. Electrons.