FRANCE LA RÉFORME DES PROGRAMMES D'ADMISSION AUX GRANDES ÉCOLES 1

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **L'Enseignement Mathématique**

Band (Jahr): **7 (1905)**

Heft 1: **L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

beaux travaux de M. Wallner sur l'origine du Calcul infinitésimal. Ces mémoires ont paru dans la *Bibliotheca mathematica* de M. G. Eneström, et ils ont été présentés, en partie, dans les conférences de mon Séminaire. A. v. Braunmühl.

FRANCE

LA RÉFORME DES PROGRAMMES D'ADMISSION AUX GRANDES ÉCOLES [1]

II. Programme de la classe de mathématiques spéciales [2].

Le ministre de l'instruction publique et des beaux-arts,

Sur la proposition de la commission interministérielle instituée par arrêté du 3 août 1903,

Arrête ainsi qu'il suit le programme de la classe de mathématiques spéciales :

Mathématiques.

A. — ALGÈBRE ET ANALYSE

Nombres incommensurables. — Notion de coupure.

Division des polynômes entiers. — Plus grand commun diviseur de deux polynômes. — La condition nécessaire et suffisante pour que deux polynômes $f(x)$ et $g(x)$ de degrés respectifs p et q aient un diviseur commun de degré n est qu'il existe deux polynômes A et B de degrés respectifs $p-n$ et $q-n$ tels que l'on ait :

$$A\,g(x) + B\,f(x) = 0.$$

Arrangements, permutations, combinaisons sans répétition.

Formule du binôme dans le cas de l'exposant entier et positif.

Calcul des valeurs arithmétiques des radicaux. — Exposants fractionnaires et négatifs. (On réservera pour la définition de a^x le cas de l'exposant incommensurable.)

Déterminants. — Définition, développement suivant les éléments d'une même ligne. — Echange des lignes avec les colonnes. — Permutation de deux colonnes ou de deux lignes. — Addition de lignes ou de colonnes. — Produit de deux déterminants. — Résolution d'un système d'équations linéaires [3].

---

[1] La *Première Partie*, consacré au *Rapport de M. Appell*, a été publiée dans *L'Ens. math.* du 15 novembre 1904, p. 485 et suivantes.

[2] Extrait du *Journal officiel* du 27 juillet 1904.

En s'inspirant de ce nouveau programme la *Revue de Mathématiques spéciales* (Rédacteur en chef : M. E. Humbert, Paris) a élaboré un programme, qu'elle publie dans son numéro de décembre 1904, et qui diffère en plusieurs points du nouveau programme. Tout en tenant compte des applications, elle donne plus de détails dans les développements théoriques de quelques chapitres. Nous reproduirons ce projet dans un prochain numéro.

[3] Les élèves devront être exercés à la résolution des équations numériques sans employer les déterminants.

Formes linéaires et homogènes à deux, trois ou quatre variables. — Conditions d'indépendance.

Nombres complexes. — Formule de Moivre.

Séries. — Séries à termes positifs : caractères de convergence ou de divergence tirés de l'étude des expressions $\frac{u_{u + 1}}{u_n}$, $\sqrt[n]{u_n}$, $n^p\, u_n$. — Séries absolument convergentes. — Convergence des séries à termes alternativement positifs et négatifs dont le terme général décroît constamment en valeur absolue et tend vers zéro.

Exemples numériques.

Fonctions. — Fonctions d'une variable réelle, représentation graphique, continuité. — Définition et continuité de la fonction exponentielle et de la fonction logarithmique. Limite de

$$\left(1 + \frac{1}{m}\right)^m$$

quand m grandit indéfiniment en valeur absolue. — Dérivée d'une fonction : pente de la courbe représentative. — Dérivée d'une somme, d'un produit, d'un quotient, d'une puissance entière, d'une fonction de fonction. — Dérivées des fonctions circulaires directes et inverses. — Dérivées de a^x et de $\log x$ (logarithmes vulgaires et logarithmes népériens). — Usage des tables de logarithmes et de la règle à calcul.

Théorème de Rolle, formule des accroissements finis, représentation graphique.

Fonctions de plusieurs variables indépendantes, dérivées partielles, formule des accroissements finis. — Dérivée d'une fonction composée. — Dérivée d'une fonction implicite. (On admettra sans démonstration l'existence de cette fonction et de sa dérivée.)

Emploi de la dérivée pour l'étude de la variation d'une fonction : maxima et minima.

Fonctions primitives d'une fonction donnée, leur représentation par l'aire d'une courbe.

Fonction définie par une série entière en x *à coefficients réels.* — Intervalle de convergence. — Addition et multiplication. — A l'intérieur de l'intervalle de convergence, on obtient la dérivée ou les fonctions primitives de la fonction en prenant la série des dérivées ou des fonctions primitives. (On ne s'occupera pas de ce qui se passe aux extrémités de l'intervalle.)

Exemples : développements en série de

$$\frac{1}{1 - x}\,;\ \frac{1}{1 + x^2}\,;\ \text{arc tang}\ x\,;\ \mathrm{L}\,(1 - x)\,;\ \mathrm{L}\,\frac{1 - x}{1 + x}\,.$$

Série exponentielle, série du binôme ; les équations

$$y' = y \text{ et } y'\,(1 + x) = m\,y$$

permettent de déterminer les sommes de ces deux séries. — Développements en série de a^x ; arc sin x.

Formules de Mac Laurin et de Taylor :

$$f(a+x)=f(a)+\frac{x}{1}f'(a)+\frac{x^2}{1.2}f''(a)+\ldots\ldots+\frac{x^n}{1.2\ldots n}f^{(n)}(a+\theta x).$$

Développements en série de sin x et de cos x.

Application de la formule de Taylor à l'étude du quotient de deux fonctions de x dans le voisinage d'une valeur donnée de x; cas où les deux fonctions de x s'annulent pour cette valeur. — Diverses formes d'indétermination.

Croissances de e^x et Lx comparées à celle de x^m. Application à la recherche de la limite de $\frac{e^x}{x^m}$ pour x infini et de x^mLx pour $x=0$.

Fonctions e^z, cos z, sin z pour z complexe. — Egalités :

$$e^z\times e^{z'}=e^{z+z'},\; e^{x+iy}=e^x(\cos y+i\sin y).$$

Sinus et cosinus hyperboliques, leurs relations avec le sinus et le cosinus ordinaires.

Propriétés générales des équations algébriques. — Nombre des racines d'une équation. — Relations entre les coefficients et les racines. — Toute fonction rationnelle et symétrique des racines s'exprime rationnellement en fonction des coefficients. — Elimination d'une inconnue entre deux équations au moyen des fonctions symétriques.

Propriétés spéciales des équations à coefficients réels. — Racines imaginaires conjuguées. — Indications que fournissent les signes des résultats de la substitution de deux nombres réels.

Conditions pour qu'une équation ait des racines égales. — Recherche des racines commensurables.

Théorème de Descartes.

Infiniment petits. — Infiniment petits équivalents. — Ordre relatif de deux infiniment petits. — Valeur principale. — Exemples.

Différentielle première d'une fonction d'une variable.

Différentielle totale d'une fonction $f(x, y, \ldots)$ définie par la formule :

$$df=f'_x\,dx+f'_y\,dy+\ldots\ldots$$

Transformation de cette expression lorsqu'on remplace x, y,..... par des fonctions d'autres variables.

Intégrales. — L'aire d'un segment de courbe est la limite de la somme des rectangles inscrits; emploi des symboles :

$$\int f(x)\,dx\;;\qquad \int_a^b f(x)\,dx.$$

Valeur moyenne d'une fonction dans un intervalle. — Changement de la variable. — Intégration par parties.

Décomposition des fractions rationnelles en éléments simples. — Intégration des différentielles rationnelles en x et de celles qui s'y ramènent.

Application des quadratures à la rectification des courbes, au calcul d'un volume décomposé en tranches par des plans parallèles, à l'évaluation de l'aire d'une surface de révolution et au calcul des moments d'inertie du cylindre de révolution, de la sphère, et du parallélipipède par rapport à leurs axes de symétrie. — Aires et volumes des solides de la géométrie élémentaire.

Intégration des équations différentielles du premier ordre :

1° Dans le cas où les variables se séparent immédiatement ;

2° Dans le cas où l'équation est linéaire.

Intégration de l'équation différentielle linéaire du second ordre à coefficients constants sans second membre; cas où le second membre est un polynôme ou une somme d'exponentielles de la forme A e^{ax}.

Résolution numérique des équations algébriques ou transcendantes. — Méthode d'approximation de Newton et méthode des parties proportionnelles établies par des considérations géométriques. — Extension de la méthode de Newton à la résolution numérique de deux équations simultanées qu'on remplacera par deux équations linéaires approchées.

Calcul approché d'une intégrale définie par la méthode des trapèzes.

II. — TRIGONOMÉTRIE

Fonctions circulaires. — Angles correspondant à une fonction circulaire.

Théorème des projections.

Relations entre les fonctions circulaires d'un même angle. — Formules relatives à l'addition, à la soustraction, à la multiplication et à la division des angles.

Divisions sexagésimale et centésimale de la circonférence. (On fera usage de tables trigonométriques centésimales à cinq décimales.)

Résolution des triangles rectilignes.

Résolution trigonométrique de l'équation binôme.

Formule fondamentale de la trigonométrie sphérique :

$$\text{Cos}\, a = \text{Cos}\, b\ \text{Cos}\, c + \text{Sin}\, b\ \text{Sin}\, c\ \text{Cos}\, A.$$

III. — GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE

1° Géométrie plane.

Constructions d'expressions algébriques. — Homogénéité.

Coordonnées rectilignes. — Représentation d'une ligne par une équation. — Formules de transformation des coordonnées rectilignes. Ordre d'une courbe algébrique. Distance de deux points.

Ligne droite. — Equation de la ligne droite. Problèmes simples relatifs à sa détermination. — Formules donnant la distance d'un point à une droite et la tangente de l'angle de deux droites, en supposant les axes rectangulaires. Applications. — Notions succinctes sur les points à l'infini au moyen des coordonnées homogènes et sur les éléments imaginaires. — Relation homographique; relation involutive; rapport anharmonique de quatre nombres. Application au rapport anharmonique de quatre points en ligne droite et de quatre droites appartenant à un même faisceau linéaire.

Cercle.

Lieux géométriques.

Courbes dont l'équation est résolue ou résoluble par rapport à l'une des coordonnées. Tracé. — Equation de la tangente en un point; sous-tangente. — Normale; sous-normale. — Concavité; convexité; points d'inflexion. —

Asymptotes. — Application à des exemples simples et en particulier à des coniques et à des courbes dont l'équation est du second degré par rapport à l'une des coordonnées.

Courbes définies par l'expression des coordonnées d'un de leurs points en fonction d'un paramètre. — Tracé. — Exemples numériques. — Les courbes du second ordre et celles du troisième ordre à point double sont unicursales.

Courbes définies par une équation implicite. — Equation de la tangente et de la normale en un point. — Tangentes à l'origine dans le cas où l'origine est un point simple ou un point double. Recherche des asymptotes sur des exemples *numériques* de courbes du second et du troisième ordre.

Courbure. — Enveloppes. — Développées.

Intersection d'une courbe algébrique donnée, définie par une équation entière et homogène : $f(x, y, z) = 0$, avec une droite arbitraire menée par un point quelconque donné sur cette courbe ; point simple ; tangente en ce point. Cas particulier où le point est rejeté à l'infini : asymptote définie comme tangente à la courbe en ce point.

Courbes du second ordre. — Division en trois genres d'après la nature des points à l'infini ; asymptotes. — Etablir les différentes formes réduites que peut prendre l'équation d'une conique en appliquant la méthode de décomposition en carrés à des exemples numériques ; figurations géométriques correspondantes. — Condition pour que deux points soient conjugués par rapport à une conique ; polaire d'un point. — Condition pour que deux droites soient conjuguées ; pôle d'une droite.

Centres ; diamètres ; directions conjuguées ; diamètres conjugués. — Directions principales et axes de symétrie en supposant les coordonnées rectangulaires. — Recherche des formes réduites ; calcul des coefficients des formes réduites dans le cas où les coordonnées sont rectangulaires.

Foyers d'une courbe du second ordre. — Directrices. — Excentricité. — Paramètre. — Recherche des foyers et des directrices sur les équations réduites en coordonnées rectangulaires.

Equation trinôme : $y^2 = 2px + qx^2$, commune aux trois courbes du second ordre.

Etude des courbes du second ordre sur les équations réduites. — Intersection avec une droite ; condition de contact ; problèmes simples relatifs aux tangentes. — Propriétés focales et tracés qui en résultent ; tangente et normale. — Questions relatives à l'ellipse et à l'hyperbole ; diamètres ; cordes supplémentaires ; diamètres conjugués ; théorèmes d'Apollonius. — Tracés spéciaux pour l'ellipse considérée comme projection orthogonale du cercle. — Propriétés spéciales de l'hyperbole relativement aux asymptotes. — Propriétés spéciales de la parabole relativement aux diamètres, à la soustangente et à la sous-normale.

Homothétie.

Rapport anharmonique de quatre points ou de quatre tangentes sur une conique. — Divisions homographiques et divisions en involution sur une conique.

Deux coniques ont, en général, quatre points communs réels ou imaginaires à distance finie ou infinie. — Notions succinctes sur les coniques appartenant au faisceau linéaire ponctuel défini par deux coniques données ; les coniques de ce faisceau découpent sur une droite quelconque deux divisions en involution.

Coordonnées polaires. — Leur transformation en coordonnées rectilignes. Equation de la ligne droite.

Construction des courbes; tangentes. — Asymptotes. — Applications (on se bornera au cas ou l'équation est résolue par rapport au rayon vecteur). — Cas des coniques.

2. *Géométrie dans l'espace.*

Coordonnées rectilignes. — Représentation d'une surface par une équation; représentation d'une ligne par deux équations simultanées. — Formule qui donne le cosinus de l'angle de deux directions en supposant les coordonnées rectangulaires. — Formules de transformation des coordonnées rectilignes; formules d'Euler. — Ordre d'une surface algébrique. — Distance de deux points.

Ligne droite et plan. — Equation du plan; équations de la droite. — Problèmes simples relatifs à leur détermination et à leurs intersections.

Formules donnant le cosinus de l'angle de deux droites ou de deux plans, la distance d'un point à un plan, d'un point à une droite et la plus courte distance de deux droites, en supposant les axes rectangulaires. — Applications. — Notions succinctes sur les points à l'infini à l'aide des coordonnées homogènes et sur les éléments imaginaires. — Rapport anharmonique de quatre plans appartenant à un même faisceau linéaire.

Sphère. (Coordonnées rectangulaires).

Courbes gauches. — Tangente. — Plan osculateur. — Courbure. — Applications à l'hélice circulaire.

Surfaces en général. — Plan tangent; normale. — Marche à suivre pour trouver l'équation d'une surface définie géométriquement. Application aux cylindres, aux cônes et aux surfaces de révolution.

Surfaces du second ordre. — Intersection d'une surface du second ordre donnée avec une droite arbitraire menée par un point quelconque donné sur cette surface; point simple; plan tangent en ce point; son intersection avec la surface. — Cas où le point est à l'infini; plan asymptote défini comme plan tangent en ce point. — Classification des surfaces du second ordre d'après la nature des points à l'infini.

Conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une surface du second ordre possède un ou plusieurs points doubles à distance finie ou infinie.

Etablir les différentes formes réduites que peut prendre l'équation d'une surface du second degré en appliquant la méthode de décomposition en carrés à des exemples numériques; formes géométriques des surfaces correspondantes. — Condition pour que deux points soient conjugués par rapport à une surface du second ordre; plan polaire d'un point. — Condition pour que deux plans soient conjugués; pôle d'un plan. — Droites conjuguées. — Centres; plans diamétraux; directions conjuguées; diamètres, diamètres conjugués. (Toutes les discussions relatives à la distribution des plans asymptotes, des centres, des plans diamétraux et des diamètres seront faites sur les formes réduites.)

Démontrer que dans toute surface du second ordre il existe au moins trois directions conjuguées rectangulaires (en coordonnées rectangulaires); calcul des coefficients des carrés des variables lorsqu'on prend des axes parallèles à ces directions; calcul des autres coefficients des formes réduites par la translation de ces axes.

Homothétie.

Etude des surfaces du second ordre sur les équations réduites. — Condition de contact d'un plan avec la surface; problèmes simples relatifs aux plans tangents. — Normale. — Propriétés des diamètres conjugués; théorèmes d'Apollonius pour l'ellipsoïde et les hyperboloïdes. — Sections circulaires. — Génératrices rectilignes. — Les surfaces du second ordre sont unicursales.

Variation de la courbure des sections normales en un point simple d'une surface (on supposera le point à l'origine et la surface tangente au plan xoy). — Indicatrice. — Courbure d'une section plane quelconque au même point. — Théorème de Meusnier. — Surfaces convexes, surfaces à courbures opposées en un point.

IV. — MÉCANIQUE

CINÉMATIQUE DU POINT. — Mouvement rectiligne d'un point. — Relativité du mouvement. — Vitesse, accélération. — Mouvement uniforme, uniformément varié, vibratoire simple.

Mouvement curviligne. — Vitesse. — Hodographe. — Vecteur accélération.

Accélérations tangentielle et centripète. — Diagrammes des espaces, des vitesses, des accélérations tangentielles.

Mouvement rapporté à des axes de coordonnées rectangulaires ou obliques et à des coordonnées semi-polaires.

Cinématique d'un système invariable. — Translation. — Rotation autour d'un axe fixe. — Mouvement hélicoïdal.

Changement du système de comparaison. — Composition des vitesses; composition des accélérations bornée au cas où le mouvement du système de comparaison est un mouvement de translation.

DYNAMIQUE.

I. *Point matériel libre.* — Principe de l'inertie. — Définition de la force et de la masse[1]. — Relation entre la masse et le poids. — Invariabilité de la masse. — Unités fondamentales. — Unités dérivées. — Mouvement d'un point sous l'action d'une force constante en grandeur et en direction ou sous l'action d'une force issue d'un centre fixe : 1° proportionnelle à la distance; 2° en raison inverse du carré de la distance.

Composition des forces appliquées à un point matériel[2].

Travail d'une force, travail de la résultante de plusieurs forces, travail d'une force pour un déplacement résultant. — Théorème de la force vive. — Surfaces de niveau. — Champs et lignes de force. — Energie cinétique et énergie potentielle d'un point placé dans un champ de force.

II. *Point matériel non libre.* — Mouvement d'un point pesant sur un plan incliné avec et sans frottement, la vitesse initiale étant dirigée suivant une ligne de plus grande pente. — Pression totale sur le plan; réaction du plan. — Petites oscillations d'un pendule simple sans frottement, isochronisme.

Homogénéité. — Dimensions d'une vitesse, d'une accélération, d'une force, d'un travail, d'une quantité de mouvement, d'une force vive.

---

[1] On admettra qu'une force appliquée à un point matériel est égale géométriquement au produit de la masse du point par l'accélération qu'elle lui imprime.

[2] On admettra que si plusieurs forces agissent sur un point, l'accélération qu'elles lui impriment est la somme géométrique des accélérations que chacune d'elles lui imprimerait si elle agissait seule.

STATIQUE.

Statique du point. — Equilibre d'un point matériel libre, d'un point matériel assujetti à rester sur une courbe fixe ou sur une surface fixe, avec ou sans frottement.

Moments. — Moment vectoriel par rapport à un point. — Moment par rapport à un axe.

Statique des systèmes de points matériels. — Démontrer qu'il existe six conditions nécessaires d'équilibre indépendantes des forces intérieures. — Démontrer que, pour les systèmes invariables, ces six conditions sont suffisantes. Cas particuliers.

Equivalence de deux systèmes de forces appliquées à un corps solide. — Application à la réduction d'un système de forces. — Composition des couples. — Centre des forces parallèles; centre de gravité; moments des forces parallèles par rapport à un plan.

Equilibre d'un solide invariable qui n'est pas libre. — Cas d'un point fixe, d'un axe fixe avec ou sans glissement le long de cet axe, de un, deux ou trois points de contact avec un plan fixe. — Réactions.

Machines simples. — Levier, poulie fixe avec ou sans frottement : bascule, treuil, cabestan, poulie mobile, moufle sans frottement.

Vérifier sur chacune de ces machines que, pour un déplacement élémentaire à partir d'une position d'équilibre, la somme algébrique des travaux élémentaires de la puissance et de la résistance est nulle, si l'on fait abstraction du frottement.

V. — GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

Problèmes sur la droite et le plan.

Représentation et intersection de prismes et de pyramides.

Sphères. — Section plane. — Intersection avec une droite. — Plan tangent ; cône circonscrit; ombres.

Résolution des trièdres.

Cônes et cylindres. — Plans tangents; contours apparents et ombres. — Intersection avec une droite. — Sections planes. — Développement.

Surfaces de révolution. — Plans tangents; contours apparents et ombres. — Sections planes. — Intersection avec une droite.

Surfaces réglées du second ordre. — Hyperboloïde de révolution et paraboloïde hyperbolique. — Mode de génération. — Intersection avec une droite.

Plans tangents; contours apparents et ombres. — Sections planes.

Intersections de surfaces. — Deux cônes ou cylindres, cône ou cylindre et surface de révolution; deux surfaces de révolution dont les axes sont dans un même plan.

Projections cotées. — Problèmes sur la droite et le plan. — Surfaces topographiques. — Lignes de niveau et de plus grande pente; ligne d'égale pente; sommet; fond; col; ligne de faîte; ligne de thalweg.

Sections planes; profils; intersection avec une droite. Intersection de deux surfaces.

Applications de géométrie projective. (Prog. de math. A).

Plan du tableau. — Perspective d'un point, d'une droite, d'une ligne.

Rapport anharmonique de quatre points en ligne droite. — Sa conservation par projections. — Rapport harmonique.

Point de fuite d'une droite. — Perspective de deux droites parallèles. — Ligne de fuite d'un plan. — Conception de la droite de l'infini d'un plan.

Nota. — Le professeur de géométrie descriptive devra se servir des notions de géométrie projective qui figurent au programme de géométrie analytique.

Physique.

Image d'un point par rapport à un système optique. — Aplanétisme. — Miroirs plans, surfaces du second degré. — Transformations successives d'une surface aplanétique par la méthode de Foucault.

Aplanétisme approché d'une surface sphérique refléchissante. — Rappel des formules des miroirs sphériques. — Aberrations longitudinale et transversale[1]. — Expériences mettant en évidence les aberrations, les caustiques et les droites focales.

Aplanétisme par réfraction. — Points aplanétiques de la sphère. — Rappel des formules des lentilles minces. — Etude expérimentale des aberrations, des caustiques et des droites focales[2]. — Lentilles de Fresnel; projecteur catadioptrique.

Montrer géométriquement l'existence et les propriétés des plans principaux dans tout système optique centré[2]. — Formule fondamentale $\varphi\varphi' = f^2$. Détermination expérimentale des foyers et des plans principaux. — Construction des images.

Convergence; dioptrie.

Prismes. — Déviation minima. — Conditions de l'aplanétisme vrai et approché.

Aberrations de réfrangibilité. — Lentilles achromatiques.

Instruments d'optique. — Instruments destinés à aider l'œil dans l'observation soit des petits objets soit des objets éloignés. — Puissance, grossissement, pouvoir séparateur, clarté, champ. — Marche des rayons. — Loupe; oculaires, microscope, lunette astronomique; lunette terrestre, lunette de Galilée. — Télescope de Foucault. — Objectif photographique.

Indices de réfraction des solides et des liquides. — Goniomètre. — Méthode de la réflexion totale.

Mesure de la vitesse de la lumière par la méthode de Foucault et celle de Fizeau.

MESURES

Vernier. — Vis micrométrique : machine à diviser; microscope micrométrique; sphéromètre. — Cathétomètre[3]. — Comparateur.

Pesanteur. — Champ de force, direction. — Lois de la chute des corps : plan incliné; machine d'Atwood, appareil de Morin.

Balance; conditions de sensibilité suivant que les trois axes de suspension parallèles sont ou non dans un même plan; boîtes de poids; méthodes de la double pesée et de la pesée à charge constante. — Description d'une pesée.

Pendule simple; pendule composé[4]. — Réciprocité des axes de suspension et d'oscillation. — Application du pendule à la mesure de l'intensité de la pesanteur. — Méthode des coïncidences.

---

[1] Sans calculs.
[2] On se bornera au cas où les milieux extrêmes sont identiques.
[3] On n'insistera pas sur le réglage du cathétomètre.
[4] Voir dans le cours d'algèbre les formes de pendules composés dont on peut calculer le moment d'inertie.

Indication des résultats obtenus pour le champ terrestre.

Extension de la formule du pendule au cas d'une force proportionnelle à l'écart. — Horloges et chronomètres. — Notions très sommaires sur l'amortissement et la résistance.

Unités et étalons. — Unités fondamentales. — Unités dérivées mécaniques : dimensions. — Système C. G. S. — Unités mécaniques pratiques.

Masses et poids spécifiques. — Densités des solides et des liquides par la méthode du flacon, avec les corrections. — Densité des gaz ; poids du litre d'air.

Capillarité : étude expérimentale ; tension superficielle.

Baromètre normal. — Baromètre métallique. — Manomètre à mercure. — Manomètre métallique.

CHALEUR

Mesure des températures. — Thermomètre normal. — Thermomètre à mercure. — Détermination de l'intervalle fondamental. — Déplacement du zéro.

Mesure d'une quantité de chaleur. — Méthode de la fusion de la glace (calorimètre de Bunsen). — Méthode des mélanges (calorimètre de Berthelot). — Idée générale des corrections calorimétriques.

Chaleurs spécifiques des solides, des liquides et des gaz à pression constante[1]. — Résultats généraux.

Détermination de l'équivalent mécanique de la calorie; expériences fondamentales de Joule. — Unité C. G. S. de quantité de chaleur.

Dilatations ; courbes de dilatation ; coefficients de dilatation.

Méthode du comparateur pour la dilatation linéaire des solides.

Dilatation absolue du mercure. — Principe de la méthode de Dulong et Petit et de Regnault[2].

Méthode des thermomètres comparés. — Cas particulier de l'eau.

Lois de compressibilité et de dilatation des gaz. — Lois de Mariotte et de Gay-Lussac comme première approximation; résultats des expériences de Regnault, Cailletet, Amagat ; réseaux d'isothermes.

Changements d'état. — Enoncé de la règle des phases et des lois du déplacement de l'équilibre.

Vaporisation, liquéfaction. — Courbe des forces élastiques de la vapeur d'eau.

Courbes d'Andrews. — Point critique. — Liquéfaction des gaz.

Ebullition. — Distillation. — Caléfaction. — Chaleur de vaporisation. — Formule de Regnault pour l'eau[3].

Densité des vapeurs.

Fusion et solidification. — Chaleur de fusion. — Dissolution. — Mélanges réfrigérants.

Influence d'un corps dissous sur le point de fusion et sur le point d'ébullition. — Lois de Raoult.

---

[1] Là, comme ailleurs, on insistera sur l'exposition des méthodes et non sur la description des appareils.

[2] Là comme ailleurs, on insistera sur l'exposition des méthodes et non sur la description des appareils.

[3] Résultats sans la description des expériences.

ÉLECTROSTATIQUE

Rappel des notions fondamentales. — Mesure relative des quantités d'électricité par le cylindre de Faraday. — Etude expérimentale de la distribution. — Densité électrique. — Influence. — Principe des machines à influence.

Loi de Coulomb. — Quantité d'électricité.

Champ électrique. — Lignes de force, flux de force. — Théorème de Gauss. — Théorème de Coulomb. — Eléments correspondants. — Applications à l'influence.

Notions élémentaires sur le potentiel.

Capacité électrostatique. — Condensateur, condensateur plan, cylindrique. — Pouvoir inducteur spécifique.

Energie électrique d'un condensateur.

Electromètre absolu. — Electromètre à quadrants. — Mesure des différences de potentiel. — Distances explosives en fonction du potentiel dans l'air à la pression ordinaire.

Unités électrostatiques C. G. S.; unités pratiques.

MAGNÉTISME

Faits généraux. — Loi de Coulomb. — Champ magnétique. — Lignes de force; flux de force à travers une surface.

Champ terrestre; déclinaison, inclinaison.

Mesure du moment d'un barreau par la méthode des oscillations.

Composition de deux champs uniformes. — Méthode du magnétomètre.

Mesures absolues; méthode de Gauss.

Chimie.

Nous nous bornons à reproduire ici les principaux titres. *(La Réd.)* :

Phénomènes physiques. Phénomènes chimiques. Lois qui régissent les combinaisons. Notation chimique [1]. Principes fondamentaux de Thermochimie. Caractères généraux des fonctions chimiques. Etude des métalloïdes et de leurs principaux composés.

Fait à Paris, le 26 juillet 1904. J. Chaumié.

Cours universitaires.

Semestre d'hiver 1904-1905 *(suite)*.

Oxford; University. — Lecture List for Hilary Term, 1905 (à partir du 23 janvier). Mathematics. — W. Esson : Comparison of Analytic and Synthetic methods in the Geometry of Conics, 2 h. Synthetic Geometry of Cubics, 1. — E. B. Elliot : Elements of Elliptic Functions, 2. Substitutions and Resolvents, 1. — H. H. Turner : Elementary Mathematical Astronomy, 2. — The Professor and H. C. Plummer : Practical Work. — A. E. H.

[1] La notation atomique est obligatoire.

Observation générale. On supprimera la description de tous les appareils qui n'ont plus qu'un intérêt historique, pour s'en tenir à ce qu'il y a de plus récent.