

Zeitschrift: L'Enseignement Mathématique
Herausgeber: Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique
Band: 10 (1908)
Heft: 1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

Buchbesprechung: H. Bouasse. — Cours de Physique conforme aux programmes des certificats et de l'Aggregation de Physique. Fascicule II. — Thermo dynamique. Theorie des ions. 1 vol. gr. in-8° de 262 p. 7 fr. Ch. Delagrave, Paris.

Autor: Buhl, A.

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: 09.02.2026

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

remarquer que les *Vorlesungen über Synthetische Geometrie* n'ont pas été publiées par Steiner lui-même, mais par GEISER (1^{re} partie 3 édit. 1887) et SCHROETER (2^{me} partie, 3 édit. 1898), d'après des conférences universitaires et en se servant de manuscrits. Elles contiennent la théorie des sections coniques au point de vue élémentaire et comme projections, mais pas les propriétés des courbes algébriques et des surfaces, des polaires et des roulettes, des maxima et minima.

p. 232. — Nous ne voyons pas très bien pourquoi de M. Montessus compte Riemann, Christoffel, Klein parmi les grands *physiciens modernes*.

H. SUTER (Zürich).

H. BOUASSE. — **Cours de Physique** conforme aux programmes des certificats et de l'Agrégation de Physique. Fascicule II. — *Thermodynamique. Théorie des ions.* 1 vol. gr. in-8^o de 262 p. 7 fr. Ch. Delagrave, Paris.

Ce volume est le second du *Cours* dont M. Bouasse a entrepris la publication¹. Il est consacré à la Thermodynamique. Ce que doit être un tel cours, dit l'auteur dans sa préface, est véritablement effrayant. Si l'on songe en effet que la Thermodynamique était uniquement au début une étude de l'énergétique des gaz et qu'aujourd'hui on est conduit à considérer les solutions salines comme jouissant de propriétés analogues, que l'étude de ces solutions ne va pas ensuite sans l'introduction de la notion d'ionisation, ce qui conduit alors dans le domaine de l'électricité, on se demande comment les principes viendront à bout de questions si complexes et surtout si la physionomie simpliste qui leur avait été donnée par leurs créateurs se retrouvera dans les champs nouveaux où il a bien fallu les transporter. La tâche devait sembler ici particulièrement dure. M. Bouasse l'aborde dans un chapitre consacré surtout aux deux principes fondamentaux (principe de l'équivalence et principe de Carnot). Dans ces premières pages on trouve une charpente qui suffira à supporter tout le reste du volume sauf peut-être le dernier chapitre, consacré à la conduction thermique, dans lequel on trouvera des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre, ce qui d'ailleurs n'aura rien de bien embarrassant, le tome précédent nous ayant déjà familiarisés avec lesdites équations.

Mais revenons à la Thermodynamique et à ses principes.

Si un corps est défini par des variables a, b, c, \dots on ne pourra en général écrire une relation de la forme

$$dQ = A da + B db + C dc + \dots$$

mais si toutes les transformations sont *réversibles* la chose devient possible. On a alors l'*équation thermique* du corps. Si les variables ne sont qu'au nombre de deux, à savoir la pression p et le volume v , des relations identiques à la précédente ont des coefficients qui, par définition, sont les *chaleurs spécifiques*, soit à *pression constante*, soit à *volume constant*.

La notion d'*énergie interne*, le fait que cette énergie U ne dépend que de l'état initial et de l'état final du corps, (dU étant une différentielle exacte) permettent de se faire une idée très simple du principe de l'équivalence.

Le principe de Carnot consiste en ce que $\frac{dQ}{T}$ est la différentielle exacte

¹ Voir l'analyse du premier volume dans *L'Enseign. mathém.* T. IX. 1907, p. 329.

d'une fonction S qui est *l'entropie*. Cela compris, nous sommes armés pour tout édifier. Ainsi on verra facilement que, dans le cas de deux variables, dQ puisse contenir symétriquement les chaleurs spécifiques dont nous parlions il y a un instant. Appliquant alors les deux principes précédents on a immédiatement la formule de Clapeyron dont de nombreux cas particuliers se rencontrent dans les divers chapitres du livre. On obtient par un raisonnement presque analogue une expression de l'énergie interne due à Kirchhoff et M. Bouasse termine ces préliminaires par un fort intéressant paragraphe sur la définition de la température absolue T . Que l'on conçoive seulement qu'un corps puisse être défini par T ou, ce qui revient au même, par une fonction quelconque de T et par une autre variable, soit le volume. Les principes conduisent à écrire des différentielles exactes avec les conditions analytiques bien connues, d'où l'on peut tirer inversement non pas T mais $\frac{T}{T_0}$. *Et la température absolue est ainsi définie, indépendamment de tout thermomètre, à un facteur constant près.* C'est là un résultat d'une clarté et d'un intérêt bien séduisants si l'on songe à ce je ne sais quoi de vague que l'on jette souvent sur la notion de température sous prétexte qu'elle n'est pas une grandeur mesurable au sens élémentaire de cet adjectif.

La place limitée dont je dispose dans ce journal m'interdit évidemment d'analyser les dix chapitres qui suivent avec autant de détails que le premier mais l'importance donnée à celui-ci semble bien être, je le répète, dans la pensée de M. Bouasse ; en une vingtaine de pages on fait connaissance avec tout l'outillage analytique qui interviendra ultérieurement. Les propriétés des gaz (Ch. II) et d'abord des gaz parfaits permettent d'appliquer d'une manière particulièrement simple les principes fondamentaux ; mais de l'étude du gaz parfait qui n'existe pas il faut passer à l'étude du gaz réel. L'équation idéale $pv = RT$ demande alors à être modifiée ; nous arrivons aux équations plus générales dues notamment à Clausius et à Van der Waals. Quant aux systèmes formés de plusieurs gaz, leur théorie reste très simple toutes les fois qu'on peut s'appuyer sur l'hypothèse fondamentale d'après laquelle l'énergie interne et l'entropie sont des sommes des énergie interne et entropie des composants. Signalons aussi l'étude des anomalies de densité présentées par certaines vapeurs.

Nous entrons maintenant dans la Chimie physique avec la *Règle des phases* (Ch. III). Il y a bien longtemps qu'on a considéré une vapeur en présence du liquide qui lui donnait naissance ou encore des dissolutions avec ou sans excès du sel dissous et cependant la notion précise de *phase* est récente. Les conditions d'équilibre des corps sous les différentes phases qu'ils peuvent présenter sont maintenant rattachées aux principes généraux de l'énergétique ; les créateurs de ces principes ont sans doute profondément ignoré la possibilité des merveilleuses applications qu'une science nouvelle en ferait.

M. Bouasse part d'un système de c composants sous φ phases distinctes d'où il résulte $c\varphi$ potentiels différents. Dans la phase α de masse M_α , le premier composant entre dans le rapport $s_{1\alpha} = M_{1\alpha} : M_\alpha$. On définit ainsi des s à deux indices appelés *concentrations* dont le nombre est aussi égal à $c\varphi$. Si le système est en équilibre le potentiel de chaque composant a la même valeur dans toutes les phases. Chaque phase fournit donc $\varphi - 1$ éga-

lités entre potentiels d'où en tout, $c(\varphi - 1)$ équations. Comme d'autre part on a φ identités du type

$$\text{ou } M_{1\alpha} + M_{2\alpha} + \dots + M_{c\alpha} = M_\alpha \\ s_{1\alpha} + s_{2\alpha} + \dots + s_{c\alpha} = 1,$$

on a finalement $c(\varphi - 1) + \varphi$ équations entre $c\varphi$ concentrations, la pression et la température. La différence $v = 2 + c - \varphi$ est la *variance* du système. Il y a des systèmes *invariants*, *univariants*, *bivariants*, *plurivariants* qui, ces définitions posées, vont être examinés en détail. Le chapitre IV est consacré tout entier au système univariant formé par un liquide et sa vapeur. Le chapitre V a trait aux dissolutions. C'est intentionnellement que je rapproche immédiatement ces parties. Sous des rubriques fort diverses on retrouvera l'unité à laquelle j'ai déjà fait allusion. On admirera la merveilleuse élasticité des formules initiales et des principes. Les équations de Van der Waals, de Clapeyron, etc..., serviront aussi bien dans les dissolutions que dans les gaz ; on s'enrichira d'innombrables faits physiques, les généralités mathématiques restant toujours les mêmes. Ce qu'il faut remarquer aussi c'est l'élégance et l'extrême utilité des méthodes graphiques. Suivre les corps sous leurs phases différentes, c'est parcourir un plan où deux axes représentent la température et la pression et où sont tracées des courbes que l'on franchit lorsque la phase change ; aux singularités des phénomènes physiques correspondent les singularités géométriques des courbes en question.

Quand au chapitre VI nous arrivons à l'hypothèse de la dissociation en *ions* et à la notion de pression osmotique l'analogie des gaz et des solutions apparaît déjà comme parfaite et définitive. Sans doute il semble que ce soit là le domaine de l'électricité mais, comme le fait bien remarquer M. Bouasse, un courant électrique ne crée pas d'ions ; il les met en mouvement et les oriente, rien de plus. Dès lors, si au point de vue historique on peut soutenir que l'idée d'ionisation soit née de l'interprétation de phénomènes d'électrolyse, n'est-il pas plus naturel d'étudier maintenant les solutions ionisées indépendamment de toute excitation électrique extérieure. Et ensuite on passera sans à-coup, sans discontinuité de la solution ionisée à la solution électrolysée ou à la pile. Que de choses curieuses se trouvent aussi révélées à propos de la pression osmotique, c'est-à-dire de la pression que subit une paroi perméable à un dissolvant mais imperméable à un corps dissous qui ne se trouve que d'un seul côté de la paroi. Je rappelle simplement que dans le cas où la solution est très étendue il existe une relation due à Van 't Hoff analogue à l'équation des gaz parfaits $pV = RT$ à un coefficient i près ; c'est là le coefficient *isotonique* qui d'ailleurs ne diffère de 1 que pour les électrolytes.

Voici maintenant en deux pages les formules fondamentales de la tonométrie et de la cryoscopie ; il y a encore là une application fort simple de la formule de Clapeyron. Les chapitres VII et VIII se rapportent, comme je l'ai fait pressentir tout à l'heure, aux piles présentées d'abord comme des machines thermiques. Nous trouverons là un paragraphe très intéressant quant à l'influence de la pression sur la force électromotrice. L'idée générale qui intervient dans ces chapitres est celle de *force électromotrice de contact*. Envisagée d'abord dans les piles thermo-électriques elle conserve sa physionomie dans un circuit où toutes les parties ne sont pas mé-

talliques. Sans doute certaines hypothèses, comme celle de Nernst sur l'ionisation des métaux placés dans un liquide, peuvent sembler d'une trop grande hardiesse, mais, comme on peut appliquer des considérations analogues aux chaînes thermo-électriques, on se trouve, en fin de compte, en présence de généralités que M. Bouasse a eu grandement raison de signaler.

Le chapitre IX est consacré à la théorie cinétique des gaz. Il me semble inutile de rappeler en quoi elle consiste. Les questions relatives à la répartition des vitesses des molécules sont particulièrement captivantes ; la détermination d'une unité naturelle d'électricité ne l'est pas moins. C'est la charge que transporte un atome d'hydrogène, charge déduite de celle transportée par un gramme de ce gaz et de l'idée approximative que l'on peut se faire de la répartition des atomes dans un volume connu du même corps. M. Bouasse parle brièvement de la théorie cinétique des liquides, à peine ébauchée sans doute, mais à laquelle les mouvements browniens donnent cependant une saisissante réalité.

Dans la théorie des explosifs (ch. X) la notion de température d'inflammation est soigneusement précisée. Dans la mesure des hautes pressions dues aux explosifs solides nous retrouvons une des formules des gaz réels simplifiée pour le cas d'une pression et d'une température considérables ; la vitesse de propagation d'une onde est étudiée par la méthode de Hugoniot avec rappel des expériences de vérification dues à Vieille.

Quant à la conduction thermique (ch. XI), outre les problèmes classiques tels ceux du mur et de la sphère, elle donne lieu à un paragraphe remarquable sur la variation de l'entropie du fait de la conductibilité et surtout à des conclusions relatives aux corps anisotropes qui feront désirer vivement l'apparition du troisième volume consacré à l'Electricité. Les conductibilités thermique et électrique des cristaux se présentent sous les mêmes apparences analytiques ; c'est une nouvelle raison justifiant la présence de théories électriques dans un livre qui doit apparaître comme lié de façon intime à celui où se continuera cette belle et grande œuvre.

A. BUHL (Montpellier).

G.-H. CHANDLER. — *Elements of the Infinitesimal Calculus.* — 1 vol., in-12, relié, 319 p., 146 fig. ; 3^e édit. ; § 2 ; John Wiley and Sons, New-York.

Osw. VEBLEN and N. J. LENNES. — *Introduction to Infinitesimal Analysis. Functions of one real variable.* — 1 vol. in-8, relié, 227 p., 22 figures ; § 2 ; John Wiley and Sons, New-York.

Voici deux manuels d'Analyse édités par la maison bien connue John Wiley & Sons à New-York. Ils possèdent tous deux les qualités de clarté et de concision qu'il n'est pas rare de trouver dans les ouvrages mathématiques américains. Etablir les propriétés fondamentales indispensables dans une première étude, les accompagner d'exemples bien choisis qui illustrent en quelque sorte la théorie, ce sont là deux points importants à observer par les auteurs d'ouvrages élémentaires et, dans le cas présent, ils s'y sont bien conformés.

Le petit traité de M. CHANDLER paraît en 3^e édition. Il s'adresse plus particulièrement aux étudiants des écoles d'ingénieurs et il leur présente, sous une forme très condensée, les éléments du calcul différentiel et intégral avec de nombreuses applications aux calculs des aires, des volumes, des centres de gravité, des moments d'inertie, des intégrations par approxima-