

Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Band: 25 (1943)

Artikel: Constantes universelles
Autor: Mercier, André
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-742355>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

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

André Mercier. — *Constantes universelles.*

Cette note contient des thèses plutôt que les résultats de calculs précis. Cependant elle s'appuie sur les résultats généraux de la physique moderne; elle fournit une application d'ordre purement physique d'une étude épistémologique parue ailleurs ¹.

Il y a des raisons de croire qu'il manque en physique une constante universelle. Celles qui nous intéressent ici trouvent leur origine dans les fondements mêmes de la physique. Rappelons que Heisenberg ² en a déjà donné. Si nous croyons devoir reprendre la question ici, c'est que les raisons que nous aimerions exposer sont d'un autre ordre, tout en conduisant à des conclusions semblables. Ce qui préoccupait particulièrement cet auteur, c'était l'étude de la structure des noyaux d'atomes. Nos préoccupations sont de nature plus abstraite, moins pratique peut-être, mais fondamentale du fait que la structure des théories physiques en constitue le point de départ.

On a besoin de quatre unités élémentaires pour exprimer l'ensemble des relations physiques ³, par exemple les unités c.g.s. et une unité de température. Plus d'une fois, on a proposé l'emploi d'un système d'unités rationnelles telles que des constantes universelles plutôt que celui d'unités conventionnelles telles que les unités c.g.s.

Nous prions le lecteur de s'en rapporter à un schéma que nous avons publié ailleurs ⁴ et qui résume les connaissances que l'on a sur les constantes universelles. Ce schéma suggère immédiatement le choix d'au moins trois constantes universelles comme unités rationnelles, à savoir la constante $\frac{h}{2\pi}$ de Planck

¹ A. MERCIER, *Logik und Erfahrung in der exakten Naturwissenschaft*. Bern, 1941.

² W. HEISENBERG, *Ann. d. Physik*, 32, 20, 1938.

³ Voir M. PLANCK, *Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung*, 2^e éd., § 164, Leipzig, 1913. Dans une note ultérieure nous considérerons le cas de cinq unités (trois mécaniques, deux électriques, et une thermodynamique).

⁴ A. MERCIER, *Ztsch. für den physikal. und chem. Unterricht*, 55, 65, 1942, Tabelle I.

(ou h), la constante k de Boltzmann et la vitesse c de la lumière. Mais il en faut une quatrième. Il est impossible, avec quatre unités de prendre la charge e de l'électron, à cause de la relation numérique $e^2/\frac{h}{2\pi}c = 1/137,05$ qui la relie à $\frac{h}{2\pi}$ et c . Tant qu'on n'aura trouvé aucune explication de l'existence de plusieurs masses élémentaires (masse m_0 de l'électron au repos, masse M_0 du proton, masse du méson, ...), il n'y aura pas de raisons de choisir l'une d'elles comme unité élémentaire.

On pourrait être tenté de choisir la constante G de la gravitation (cf. note 1, p. 214), ou la constante cosmique Λ . Mais il semble bien établi qu'aucun phénomène de la physique microcosmique n'a de ressemblance quelconque avec les effets de la gravitation, aussi a-t-on en général abandonné l'espoir de pouvoir relier la constante G à des constantes microcosmiques connues ¹.

Toutes les constantes connues ayant le caractère d'*universalité* (ayant en particulier la propriété d'être invariantes lors des transformations de Lorentz) sont des combinaisons de celles qui sont données dans le schéma cité. Ce sont la constante de Stefan, celle de la formule du déplacement de Wien, le rayon classique de l'électron, la section efficace de Thomson, la longueur d'onde de Compton, le rayon de l'atome d'hydrogène de Bohr, le magnéton de Bohr, la constante de Rydberg, la constante de la structure fine, etc. Aucune d'elles ne se prête donc au but proposé.

Voici maintenant des arguments suggérant qu'il manque une quatrième constante universelle que l'on pourrait employer comme unité élémentaire.

Les théories physiques sont toutes construites en deux *phases*: la première consiste en un *schéma constructif* vide composé de tous les postulats nécessaires à la théorie, et la seconde consiste à trouver l'expression mathématique de *lois naturelles* qui remplissent ce schéma constructif encore dépourvu de caractères vraiment physiques (un exposé méthodique des fondements de la physique a été publié ailleurs et nous y ren-

¹ Voir cependant l'ouvrage de J. SOLOMON, *Protons, neutrons et neutrinos*. Paris, 1939, spécialement le chapitre VII.

voions pour les détails (voir notes 1 p. 214 et p. 216). Les lois naturelles dont les expressions mathématiques s'enchâssent dans les schémas constructifs des théories physiques sont des lois d'interaction (de la matière et de l'énergie). Par exemple, l'équation de Newton « Force = $\frac{d}{dt}$ (quantité de mouvement) » n'est pas une loi naturelle mais un postulat, tandis que la formule de Newton « Force de la gravitation = Gmm'/r^2 » est l'expression mathématique d'une loi naturelle appropriée à un certain schéma constructif (la mécanique classique), parce qu'elle exprime un type particulier d'interaction.

Or de toutes les constantes envisagées, les unes, à savoir $\frac{h}{2\pi}$, k et c (et leurs combinaisons par produit et quotient), appartiennent à des schémas constructifs, tandis que toutes les autres servent à l'expression d'une interaction de la matière et de l'énergie. On pourrait objecter à cela que la masse n'est pas caractéristique d'une interaction. C'est possible, vu que l'inertie des corps est une notion que l'on conçoit indépendamment de celle de leur interaction. Mais rappelant qu'on peut en donner une interprétation électromagnétique, nous préférons ne pas adopter pour quatrième unité universelle la masse d'une particule élémentaire. D'ailleurs la notion de masse n'est pas celle d'un invariant de la relativité restreinte, ce qui fait surgir une difficulté de plus à prendre une masse quelconque pour unité élémentaire universelle (nous pensons bien entendu à la masse au repos, qui n'a malgré tout pas une position favorisée parmi les autres grandeurs au repos).

La constante G est la mesure d'une certaine interaction, la constante cosmique Λ aussi. Comme de plus ni G , ni Λ n'ont de sens dans le cadre de la relativité restreinte, on ne saurait prendre ni l'une ni l'autre pour le but proposé.

Nous sommes tenté de croire que si l'on veut choisir pour unités élémentaires des constantes universelles, le choix n'en devrait pas être fait parmi des constantes servant à la description d'interactions particulières, mais bien parmi celles qui, dans les postulats des schémas constructifs, servent de mesure

¹ A. MERCIER, *Stabilité, complémentarité et déterminabilité*. Lausanne, 1942.

élémentaire dans la description du comportement universel de la Nature.

Si ce point de vue est correct, nous ne connaissons pas encore toutes les constantes universelles requises. En effet, à côté de la mesure élémentaire des relations cinématiques ou de la signalisation d'observateur à observateur (c), de celle de la quantification des états ($\frac{h}{2\pi}$) et de celle de l'irréversibilité thermodynamique (statistique, k), nous avons besoin d'une mesure de ce qu'on pourrait appeler *la structure élémentaire des systèmes microcosmiques*, quelque chose qui permettrait de rendre compte de l'existence de forces d'échange (nous disons bien l'existence, et non pas la forme particulière que prend leur expression dans une loi d'interaction) ou de l'existence de diverses particules élémentaires — bref, une structure qui n'est pas le fait d'une interaction particulière mais qui doit se manifester dans le schéma constructif d'une nouvelle théorie physique. A ce point, nous nous rapprochons des vues de Heisenberg, qui préconise une révision de la théorie des quanta (voir notes 2, p. 214 et 1, p. 217). Il n'est pas inutile de remarquer que la constante $\frac{h}{2\pi}$, qui appartient au schéma constructif de la dynamique quantique, ne fournit pas la mesure élémentaire de cette structure microcosmique; cette structure doit être superposée à la quantification des états telle que Bohr l'a précisée. Jordan² a bien suggéré de considérer les diverses particules dites élémentaires comme les divers états d'un nombre minimum de particules véritablement élémentaires, mais il ne semble pas que ce soient là des états identiques aux états quantiques au sens de Bohr.

Il ne fait pas de doute que la quatrième constante doive être un invariant au sens de la relativité restreinte, tout comme $\frac{h}{2\pi}$, c et k le sont. On postule que c est invariant, et l'on démontre que l'action ($\frac{h}{2\pi}$) et que l'entropie (k) le sont aussi. On peut former d'autres invariants: l'élément de ligne d'univers, la charge électrique, la pression (trace d'un tenseur quadri-dimen-

¹ W. HEISENBERG, Ztsch. für Physik, 120, 513, 1943.

² P. JORDAN, Ztsch. für Physik, 111, 498, 1938/39.

sionnel), l'hypervolume d'espace-temps. Comme nous l'avons vu, la charge ne convient pas au choix d'une unité élémentaire. Une longueur universelle quadri-dimensionnelle par exemple (qu'on peut d'ailleurs aussi considérer comme trace d'un tenseur), serait susceptible de fournir un choix heureux.

Du point de vue où nous nous plaçons, il est frappant et à première vue même surprenant que la dynamique newtonienne, bien que construite à l'aide de trois unités, ne contienne pas de constante universelle du premier type, c'est-à-dire jouant un rôle dans l'expression même du schéma constructif de la dynamique et non pas dans les formules particulières qui permettent de caractériser l'intensité d'une interaction. La dynamique relativiste (restreinte) ne fait usage que d'une seule constante de ce type, la vitesse limite c , qui, au premier abord, ne semble pas permettre de construire plus qu'un schéma cinématique. Et pourtant les théories newtonienne et relativiste sont des théories dynamiques. On a l'impression que la *dynamique newtonienne* (dépourvue de toute constante universelle appartenant à son schéma constructif), la *dynamique relativiste* (ayant une constante universelle dans son schéma constructif), la *dynamique statistique* (et relativiste ¹), avec deux constantes appartenant au schéma constructif) et la *dynamique quantique* (trois constantes) représentent des étapes successives du développement des théories physiques. S'il manque une quatrième constante, on doit donc s'attendre à l'éclosion d'une cinquième étape, c'est-à-dire à la découverte d'un nouveau schéma constructif.

*Université de Berne.
Séminaire de Physique théorique.*

Pierre Favarger. — *L'estérification du cholestérol dans le sérum des ictériques.*

On attribue au cholestérol un rôle important dans le métabolisme des lipides. Schramm et Wolf ² ont proposé une théorie attrayante basée sur l'action des cholestéroléstérases, pour

¹ On trouvera des exemples de la dynamique statistique relativiste dans l'ouvrage de R.-C. TOLMAN, *The Principles of Statistical Mechanics*. Oxford Univ. Press, 1938.

² G. SCHRAMM et A. WOLF, *Zeitschr. physiol. Chem.*, 263, 61, 1940.