

Zeitschrift: Helvetica Physica Acta
Band: 41 (1968)
Heft: 6-7

Artikel: Die Festkörpertheorie von R. J. Boškovi von 1748
Autor: Holtsmark, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-113949>

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: 01.04.2025

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

Die Festkörpertheorie von R. J. Bošković von 1748

von J. Holtsmark

Fysisk Institutt, Universität Oslo, Oslo 3

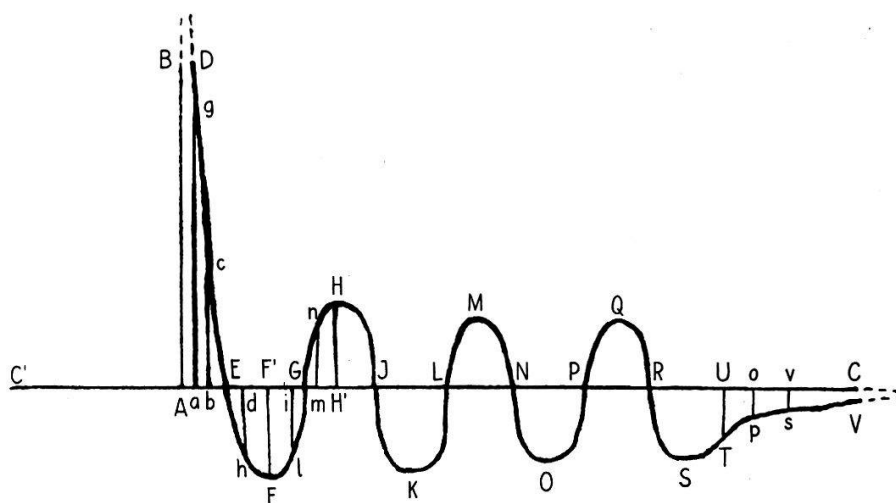
(7. V. 68)

Ruder J. Bošković (Rogerus Josefus Boskovich) wurde 1711 im damaligen Ragusa (jetzt Dubrovnik) geboren. Als Mitglied der *Societatis Jesu* und als berühmter Mathematiker und Physiker wirkte er vorwiegend an den Universitäten in Rom, Pavia, Paris, und zuletzt in Mailand, wo er 1787 starb.

Er hat eine lange Reihe wissenschaftlicher Bücher und Abhandlungen veröffentlicht; sein Hauptwerk war *Theoria Philosophiae Naturalis Redacta ad Unicam Legem Virium in Natura Existentium*, welches 1748 in Wien erschien. Eine neue, korrigierte und vermehrte Ausgabe erschien in Venedig 1753.

Seine *Theoria* umfasst zweierlei: 1. Eine relativistische Theorie des Raumes und der Zeit, und 2. Eine Theorie der Materie, d. h. eine Atom- und Festkörpertheorie. Seine Ansichten über Raum und Zeit sind recht subtil und sehr scharfsinnig. Er unterscheidet zwei Raumbegriffe: 1. Den mathematischen oder «imaginären» Raum. Dieser ist ein reines Gedankenprodukt, er ist unendlich, kontinuierlich und absolut leer und ist das Substrat für 2. den realen Raum, der aus allen denjenigen Punkten im imaginären Raum gebildet wird, in denen sich Materienpunkte befinden können. Der reale Raum ist unendlich, aber nicht kontinuierlich, weil zwei Materienpunkte immer einen endlichen Abstand haben müssen. Das letztere folgt aus der folgenden Definition der Materienpunkte, d. h. der Atome.

Ein *punctum materiae* oder Atom ist nach Bošković ein mathematischer Punkt, «unteilbar, ohne Ausdehnung, unveränderlich, ewig», und gleichzeitig ein singulärer



Kraft zwischen zwei Materiepunkten als Funktion des Abstandes.

(Aus D. NEDELKOVITCH, *La Philosophie naturelle et relativiste de R.-J. Boscovitch*, p. 152, Paris 1922).

Punkt im Zentrum eines radialsymmetrischen Kraftfeldes. Bei $r \rightarrow 0$ wird die Kraft unendlich gross und abstossend; bei wachsendem r geht sie nach einem oder mehreren Vorzeichenwechseln in das Newtonsche (anziehende) Gravitationsgesetz über. Die Figur ist seinem Buche entnommen und zeigt den Verlauf der Kraft als Funktion des Abstandes. Es wird ausdrücklich betont, dass die Funktion kontinuierlich veränderlich sein soll; er bezeichnet sie deshalb als «*lex continuitatis*».

Es scheint, dass Bošković die Ideen zu seiner Theorie von der damals herrschenden, nach seiner Ansicht unzulänglichen und widerspruchsvollen Lehre vom Stoss zweier harter Körper erhalten hat. Es wurde nämlich damals allgemein angenommen, dass beim Stoss die Geschwindigkeiten beider Körper sich plötzlich sprungartig ändern. Bošković hält dies für widersinnig, die Geschwindigkeiten können sich nur kontinuierlich vom Anfangswert bis zum Schlusswert ändern. Sein Kraftgesetz, die *lex continuitatis* war eben zu dem Zwecke konstruiert, einen solchen «weichen» Übergang beim Stoss zweier harter Körper zu ermöglichen. Er erklärt dies sehr ausführlich in seinem Buch.

Er legt auch sehr viel Gewicht auf eine andere Konsequenz seines «Atommodells». Zwei Atome können sich niemals im selben Raumpunkt befinden, weder zur selben Zeit, noch zu verschiedenen Zeitpunkten, sie können sich also nie durchdringen. Das letztere folgt daraus, dass ein Atom unendlich klein ist, so dass die Wahrscheinlichkeit, dass es in einem vorgegebenen Raumpunkt sein soll, auch unendlich klein ist.

Bošković will aber noch mehr erklären, in erster Reihe die Kohäsion. Eine von Leibniz und anderen verfochtene Theorie ging darauf hinaus, dass die Kohäsion dann zustande käme, wenn sich benachbarte Atome völlig parallel nebeneinander bewegen. Als Beweis wurde angeführt, dass eine zusammenhängende Wasserglocke, die über den Rand eines Springbrunnens fliesst, erst dann auseinanderfällt, wenn man sie mit dem Finger berührt, und dadurch Unordnung hereinbringt. Demgegenüber bemerkt Bošković, dass zwei Körper, die aneinander gebunden sind und zusammen abgeworfen werden, nicht zusammenhängen. Die Parallelbewegung gibt also keine Kohäsion.

Nach Bošković kommt die Kohäsion so zustande. Zwei Atome, die sich gegenseitig nähern, werden in einem solchen Abstand hängenbleiben, dass die zwischen ihnen wirkende Kraft weder abstossend, noch anziehend ist. Diese Nullpunkte seiner Kraftkurve nennt er *limites*, sie sind also «Grenzen» der Atome. Werden die Atome durch äussere Kräfte aus dieser Lage verschoben, so kehren sie zurück, es sei denn, dass die Kräfte so gross sind, dass der Körper zerbricht. Als Beispiel dafür erwähnt er eine so hohe Säule, dass sie durch ihr eigenes Gewicht zerstört wird. Wir sehen also, dass die leitende Idee in der Boškovićschen Theorie, d. h. die Annahme einer für kleine r abstossende Kraft, die bei wachsendem r in eine anziehende übergeht, auch unserer jetzigen Festkörpertheorie zu Grunde liegt. In der Tat hat Bošković mit Hilfe der mathematischen Methoden, die ihm damals zur Verfügung standen, ein räumliches Feld konstruiert, welches ein Rauggitter der Materienpunkte ermöglichen könnte; die Idee z. B. einer Kugelpackung scheint ihm jedoch nicht vorgeschwebt zu haben. Er hat zwar in einem *Supplementum* eine prinzipielle Methode angegeben, um einen mathematischen Ausdruck für das alternierende Feld in Form einer gebrochenen algebraischen Funktion aufzustellen. Aber er macht keinen Versuch, diese Funktion physikalisch zu deuten, oder gar die Grössenordnung der Koeffizienten abzuschätzen.

Man gewinnt auch den Eindruck, dass dies für ihn kein Ziel war. Er beschreibt selbst seine Methode etwa so: Man mache eine Hypothese und suche durch logische Schlüsse ihre Konsequenzen abzuleiten. Dabei kommt es nicht so sehr darauf an, ob die Hypothese richtig oder falsch ist, sondern das wichtigste ist, dass sie bequem (*commoda*) ist.

Newton konnte sein Gravitationsgesetz quantitativ erproben. Etwas ähnliches war für Bošković nicht möglich. Newton konnte auch die nötigen mathematischen Methoden erfinden. Das wäre für Bošković bei seinem Problem nicht möglich gewesen. Dazu bedurfte es noch der Entdeckung der Ionenkräfte und der Austauschkräfte der Quantentheorie und noch vieles mehr. Und es musste ein langer und mühsamer Weg durchschritten werden, um die nötigen experimentellen Daten und Unterlagen herbeizuschaffen. Seine Theorie war ein Versuch, ein Vorhaben durchzuführen, das mit den damals zugänglichen Hilfsmitteln nicht durchgeführt werden konnte. Bošković war fast 200 Jahre mit seinen Ideen voraus, wir aber können eben in diesen Ideen die moderne Festkörpertheorie *in statu nascendi* erblicken.

X-Ray Investigation of Modifications III and IV of NH_4Br and ND_4Br at Temperatures between -56° and -192°C

by V. Hovi, Kirsti Paavola, and O. Urvas

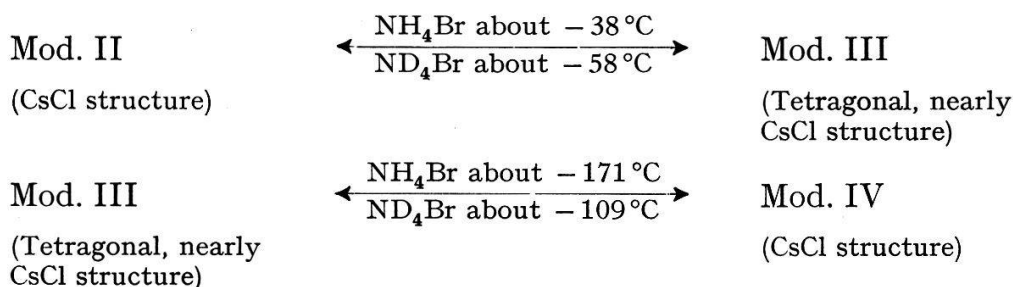
Wihuri Physical Laboratory, University of Turku, Finland

(29. IV. 68)

Abstract. The lattice parameters of modifications III and IV of NH_4Br and ND_4Br were determined between -56° and -192°C at 27 and 28 temperatures, respectively. The low-temperature Debye-Scherrer method used is previously described by Hovi et al. [1]. The transition of NH_4Br below -165°C , observed by STEPHENSON et al. [2] by specific heat measurements, was found to be a structural one between CsCl and tetragonal structures. It was accompanied by a discontinuous 2.24% volume expansion with increasing temperature at -171°C . In the case of ND_4Br , the corresponding volume change turned out to be 2.23% at -109°C . At the transition III \rightarrow II of ND_4Br at -58°C the decrease of the molar volume with increasing temperature was 0.41%.

Introduction

Below room temperature, the following modifications of NH_4Br and ND_4Br have been observed [2–8 and present paper¹⁾]:



¹⁾ Refers to the transition III \rightarrow IV of NH_4Br .