

wird überdies infolge des Energiesatzes $f_{ep} = 1$. Dies besagt, daß die übliche Elektron-Phonon-Wechselwirkung praktisch unverändert erhalten bleibt. Schließlich ist hier für die Renormierung der Phononenenergien der Ausdruck

$$f_r = \frac{E_{t-q} - E_t - \hbar\omega_q}{(\hbar\omega_q)^2} \quad (11)$$

verantwortlich.

Wenn man die Bedingungen (5) und (8) für die bisherigen Transformationen betrachtet, so wird man sofort auf eine weitere Transformation geführt, für die

$$[H_e, S] = i H_{ep} \quad (12)$$

gelten soll. Diese Transformation, auf die HELMIS³ in anderem Zusammenhang hingewiesen hat, ändert jedoch am ursprünglichen HAMILTON-Operator kaum etwas und soll nur der Vollständigkeit halber angeführt werden. In diesem Falle erhält man:

$$C_{tq} = -\frac{1}{E_{t-q} - E_t}, \quad f_{ep} = \frac{\hbar\omega_q}{E_t - E_{t-q}}, \quad (13)$$

$$f_{ee} = \frac{\hbar\omega_q}{(E_t - E_{t-q})^2}, \quad f_r = \frac{E_t - E_{t-q} + \hbar\omega_q}{(E_t - E_{t-q})^2}.$$

Die Elektron-Phonon-Wechselwirkung unterscheidet sich von der ursprünglichen Form wieder nur durch einen Faktor, der bei einer störungstheoretischen Berechnung Eins wird. Die Elektron-Elektron-Wechselwirkung hat rein abstoßenden Charakter wie die normale COULOMB-Wechselwirkung der Elektronen und bietet daher auch nichts wesentlich Neues.

Die vorstehenden Betrachtungen lassen erkennen, daß die bisher nicht diskutierte 2. Transformation den

physikalischen Verhältnissen sehr viel besser angepaßt ist als die gewöhnlich benützte 1. Transformation. Im 2. Fall erhält man nämlich unmittelbar eine Elektron-Elektron-Wechselwirkung rein anziehenden Charakters, wie man sie für die Elektronenpaare der Supraleitung benötigt, während man im 1. Fall ohne Begründung eine Reihe von Gliedern zusätzlich weglassen muß. Dazu kommt, daß im 2. Fall die für die Normalleitfähigkeit verantwortliche Elektron-Phonon-Wechselwirkung erhalten bleibt, während sie im 1. Fall völlig wegfällt. Außerdem tritt hier die mathematische Schwierigkeit nicht auf, die im 1. Fall dadurch entsteht, daß die Nenner in (4) und (6) verschwinden können¹. Insgesamt erhält man also mit der 2. Transformation ein konsistentes Schema folgenden Inhalts: In nullter Näherung (bezüglich der Kopplungskonstanten) hat man die un gekoppelten Systeme der Elektronen und Phononen. In erster Näherung kommt dazu die Elektron-Phonon-Wechselwirkung, die in üblicher Weise die Normalleitfähigkeit liefert. In zweiter Näherung erhält man Zusat zglieder zu den ungekoppelten Systemen. Bei den Phononen führt dies zu einer Renormierung der Phononenenergien, bei den Elektronen zu einer Elektron-Elektron-Wechselwirkung anziehenden Charakters, die für die Supraleitung verantwortlich ist.

Andererseits zeigen die verschiedenen Möglichkeiten, daß eine derartige Transformation niemals ein Kriterium für ihre Güte in sich birgt, zumal sie immer nur in einer gewissen Näherung durchgeführt werden kann. Vielmehr handelt es sich nur um eine Methode, die physikalisch wesentlichen Teile aus dem allgemeinen HAMILTON-Operator herauszuschälen. Offensichtlich wird dies mit dem hier eingeführten zweiten Verfahren am besten erreicht.

³ G. HELMIS, Ann. Phys. Lpz. **19**, 41 [1957].

Krypton and Xenon in the Oceans

By H. HINTENBERGER, H. KÖNIG and L. SCHULTZ
Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz
and
H. E. SUESS *

University of California, San Diego

(Z. Naturforsch. **19 a**, 1227—1228 [1964]; eingeg. am 7. August 1964)

The helium, neon and argon content of deep ocean water has been determined recently by KÖNIG, WÄNKE, BIEN, RAKESTRAW and SUESS¹. Some of the water samples used in this investigation were also used by us for the determination of xenon and krypton. For these two gases an isotope dilution method was used, with

* This work was financially supported in part by the Office of Naval Research, Washington D.C.

spikes of mono-isotopic xenon and bi-isotopic krypton. These spikes were obtained from the Argon National Laboratory by the courtesy of Dr. D. C. HESS. The isotopic composition of the krypton and xenon in the gases extracted from the sea water, was determined in a 60°-mass-spectrometer in steady operation with an accuracy of about 1%.

The main error in the determination came from the uncertainty in the amounts of spike-xenon and -krypton added to the samples. The amounts of spikes were of the order of 10^{-6} cm³ STP for xenon and about 10^{-5} cm³ STP for krypton. Spikes were added to the evacuated water containers, prior to the time of sampling. Further details in the sampling technique are described in the paper by KÖNIG et al.¹.

¹ H. KÖNIG, H. WÄNKE, G. S. BIEN, N. W. RAKESTRAW and H. E. SUESS, Helium and Neon in the Oceans, Deep-Sea Res. **11**, 243 [1964].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

The results of the determinations are listed in Table 1, together with the values for the solubilities in sea water at the various temperatures, as given by KÖNIG². Contrary to the results obtained for helium, neon and argon, the results for krypton and xenon frequently appear to exceed the solubilities at the respective temperature. There appears to be a definite indication for super saturation, which occasionally

reaches a value 50% above that of the solubility. Four additional measurements of xenon and krypton were carried out, in water that was artificially equilibrated with air at a fixed temperature. These four samples do not show any indication of such a super saturation beyond the limits of error. Possible reasons for deviations from solubility values have been discussed in the paper by KÖNIG et al.¹.

Series	Location	Sample No.	Depth m	Temp. °C	10 ⁻⁶ cm ³ STP/1000 g sea water			
					Kr		Xe	
					measured in seawater	equilibrium content	measured in seawater	equilibrium content
II	30°31,2' N 120°55,21' W	1	194	8,78	—	—	10	9,03
		3	1090	3,63	90	74,9	12	10,3
		6	2186	1,88	—	—	13	10,9
		5	3493	1,60	99	78,5	15	11,0
III	27°22'—27°27' N 150°08'—150°37' W	5	10	25,05	50	47,7	8	6,03
		4	2065	2,02	89	77,6	16	10,8
		1	3125	1,52	84	78,7	16	11,0
		6	4274	1,48	86	78,7	11	11,0
II	Samples artificially equilibrated in wash bottles at the Scripps Pier	7	5	13,62	68	60,5	9	8,04
		8	—	0	80	81,5	11	11,7
		—	—	16,1	—	—	8	7,57
		—	—	25,1	54	47,7	6	6,02

Tab. 1. Krypton and Xenon Content actually measured and equilibrium values calculated from the solubility in seawater. The equilibrium values are according to KÖNIG (1963), assuming $1.14 \cdot 10^{-6}$ parts of Kr and $8.6 \cdot 10^{-8}$ parts of Xe in air³.

² H. KÖNIG, Z. Naturforsch. **18a**, 363 [1963].

³ E. GLÜCKAU and G. P. KITT, Proc. Roy. Soc., Lond. A **234**, 557 [1956].

Kann man die „atomare Auflösung“ im Elektronenmikroskop nur mit dem Dunkelfeld erreichen?

Von W. D. RIECKE

Institut für Elektronenmikroskopie am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem
(Z. Naturforsch. **19a**, 1228—1230 [1964]; eingegangen am 29. Juli 1964)

In letzter Zeit ist eine Reihe von Arbeiten und Vorschlägen veröffentlicht worden, die sich damit befassen, das heute praktisch durch den Öffnungsfehler der magnetischen Elektronenobjektive begrenzte Punktauflösungsvermögen des Elektronenmikroskops merklich zu steigern. Diese jetzt praktisch erreichte Auflösungsgrenze liegt zwischen 3 und 4 Å. Gelänge es, das Auflösungsvermögen nochmals um einen Faktor 2 bis 3 zu verbessern, so könnte man die Abbildung einzelner

Atome als Bildpunkte von der Größe des geometrisch-wellenoptischen Fehlerscheibchens erwarten. Zur Abbildung des Einzelatoms ist aber das Erreichen des notwendigen Auflösungsvermögens allein nicht hinreichend, sondern die getrennt abzubildenden Atome müssen im Bild auch den notwendigen Kontrast erzeugen. Es scheint daher zweckmäßig, die bereits erreichten und die vorgeschlagenen Verbesserungen der Elektronenobjektive unter diesem Gesichtspunkt zu betrachten.

Die Bemühungen zur Verbesserung der Objektive laufen auf folgenden drei Wegen:

1. Verminderung des Öffnungsfehlers durch kräftiges Erhöhen der Amperewindungszahl des Objektivs und Anordnen des Präparates im Maximum der Achsenfeldstärke (RUSKA¹ und RIECKE²). Die bereits früher für diese Präparatlage vorausberechnete Verminderung des Öffnungsfehlers um etwa eine Größenordnung im Vergleich zu den bisher allein üblichen Magnetobjektiven (GLASER³) wurde auch im Experiment gefunden.

¹ E. RUSKA, Proc. 5. Intern. Congr. for Electron Microscopy 1962, Academic Press, New York, Vol. I, Aufsatz A-1.

² W. D. RIECKE, Proc. 5. Intern. Congr. for Electron Microscopy 1962, Academic Press, New York, Vol. I, Aufsatz KK-5.

³ W. GLASER, Z. Phys. **117**, 285 [1941].