



Title	The Temperature Dependence of Phonon Velocity and Roton Minimum in Liquid He II
Author(s)	Kebukawa, Takeji
Citation	大阪大学, 1973, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/30919
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	癸 ^け 生 ^ぶ 川 ^{かわ} 武 ^{たけ} 次 ^じ
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 2874 号
学位授与の日付	昭和48年6月15日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	液体ヘリウムⅡに於けるフォノンの速さとロトン-ミニマムの温度依存性
論文審査委員	(主査) 教 授 砂川 重信
	(副査) 教 授 伊達 宗行 教 授 金森順次郎
	教 授 森田 正人 教 授 西山 敏之

論 文 内 容 の 要 旨

液体ヘリウムⅡに於けるフォノンの速さとロトン-ミニマムの温度依存性を微視的見地より調べた。その結果、フォノン-ロトン相互作用とロトン-ロトン相互作用が、それぞれフォノンの速さとロトン-ミニマムの温度依存性に大きな影響を及ぼすことが明らかになった。更にフォノンの速さとロトン-ミニマムの温度依存性に対する理論値と実験値との比較の結果、両者の一致が良いことが確認された。

論 文 の 審 査 結 果 の 要 旨

液体ヘリウムは0°Kまで液体に保たれる唯一の物質として知られており、2.2°K以下においては量子流体として極めて特異な性質を示す。ランダウは液体ヘリウムにおける素励起がフォノン-ロトンであると仮定して、これらの特異な性質を定量的に説明することに成功した。しかしながら、ランダウの理論は現象論であり、このフォノン-ロトンスペクトルそのものを第一原理から導びくことはおこなっていない。

癸生川君らは参考論文において、0°Kにおけるフォノン-ロトンスペクトルを量子力学的多体問題として、第一原理から導びき、中性子散乱による実験により精密に測定されたスペクトルと極めてよい一致を得ることに成功している。しかし、有限温度におけるフォノン-ロトンスペクトルは、0°Kにおけるそれからややずれており、その温度依存性についてもくわしい実験的研究がなされている。この理論的解釈については、すでにハルトニコフらが現象論的理論を展開しているが、第一原理にもとづく理論はこれまで存在しなかった。

癸生川君は、この研究において、量子力学的多体問題としてこの問題をとりあげ、第一原理からフォノン-ロトンスpekトルの温度依存性を導びきだし、実験とのかかなりよい一致をえている。

同君はまず、多体系としての液体ヘリウムのハミルトニアンを集団変数によって記述し、体系をフォノン-ロトンの集合体として表現し、それらの間の相互作用の形を確定した。この相互作用の効果を考慮するために、統計力学における温度グリーン関数の方法を用いた。こうして、絶対0度におけるフォノン-ロトンスpekトルからの、有限温度でのずれを計算した。実験によると、フォノンの速さは低温では温度とともに増大し、やや高温になると急激に減少する。癸生川君は、この低温での増大をフォノン-フォノン相互作用により説明し、やや高温での急激な減少は、フォノン-ロトン相互作用によるものであることを明らかにし、実験結果を再現することに成功した。次に実験によると、ロトン-ミニマムのエネルギーは温度の上昇とともに急激に減少する。この現象の原因はロトン-ロトン相互作用の効果であることを明らかにし、実験とかなりよい一致をえている。なお、ここで特記すべきことは、癸生川君のえた理論式には1個の調節可能な任意パラメーターも含まれていないことである。このことは同君の理論の価値を高からしめているといえよう。

以上要するに、癸生川君の本研究は、液体ヘリウムにおけるフォノン-ロトンスpekトルの温度依存性をはじめ第一原理にもとづいて導びきだすことに成功したものであり、量子力学的多体問題の発展に寄与するところが大きく、理学博士の学位論文として十分価値があるものと認める。