



Title	液体ヘリウムII中の荷電粒子
Author(s)	堀, 秀信
Citation	大阪大学, 1973, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1798
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)	堀	秀	信
学位の種類	理	学	博 士
学位記番号	第	2 7 4 2	号
学位授与の日付	昭和 48 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 頁 該当		
学位論文題目	液体ヘリウム II 中の荷電粒子		
論文審査委員	(主査) 教授	伊達 宗行	
	(副査) 教授	金森順次郎	教授 川村 肇
	教授	西山 敏之	教授 砂川 重信

論文内容の要旨

液体He II中の荷電粒子の性質を、2つの方法を使って調べた。その一つの方法は、タングステン、フィラメントを液体ヘリウムにつけて赤熱し、その熱電子放射を利用する方法である。この時、フィラメントのまわりにガスのサヤが出来、そのため極低温での液体He中で、タングステンが赤熱されたまま存在出来る。この事はHe II中の熱力学的な性質、特に熱の流れの様子に興味深い問題を与えている。まずその事を理論的に解明し、実験を解析した。その結果をもとにして、電子が、液体He中でBubbleを作ってtrapされそれが運動いく際、それがどのようになっているかを電気的な性質を通して調べ、液体He II中のelementary excitationであるフォノンやロトンとの散乱や、Vortexとの相互作用の関係を明らかにし、更に新しいプロセスとしてBubbleによる、ロトンの生成現象を発見した。これ等の負イオン (Bubble state) の様子をはっきりさせた後、我々が新たに開発した放電による荷電のHe II中への注入法を使って、+、-荷電の引きおこす複雑な現象を研究した。その結果、液面近くで、紫外光や真空紫外光のイオン化によって、電気的二重双極面が作られていることがわかった。又光をあてるとHe II中を流れる電流が減少する、という奇妙な現象を見つけたが、これ等は、いずれも液体He中の電荷の存在状態と、密接に関係している。特に後者は、電子のBubble Stateからの電子の放出とそれが+イオンと再結合することによっておこると説明され、光スペクトル依存性から 0.6V以上のエネルギー領域でこの現象がおこっていることがわかった。こうして液体He中の+、-イオンの引きおこす反応の様子が解明された。

論文の審査結果の要旨

液体ヘリウムにはHe I とHe II と呼ばれる 2 つの状態が存在するが、とくにHe II 状態は超流動状態と言う物理的に興味のあるものであるため、これまでに多くの研究者によっていろいろな角度から調べられている。しかしHe II 中に荷電粒子を作り、その動きから起流動を調べようという試みは比較的新しく、未知な事が多い。

堀君は最近開発されたhot cathode法を用いて、He II 中に赤熱したタングステン細線の作る熱流、および熱電子流を系統的に研究し、つぎのような新らしい知見を得た。He II は熱伝導度が実質的に無限大と見なされているが、熱量が多くなると、ある臨界的な点があってその点をこえた熱流密度となるとタングステンフィラメントのまわりにガスのサヤが出来る。この臨界熱流を、Khalatnikov の熱伝導理論を併用することによって定量的に示すことに成功した。つぎに、臨界熱流以上の条件としたときに現れるガスシースの安定性について、堀君は気体における熱伝導論を更に進めて普通は He II 中で存在し得ないといわれているガスシースが安定に存在し得ることを立証した。タングステン線が赤熱され、熱電子が現れるようになるとHe II 中に飛込んだ電子はelectron bubble とよばれる状態になる。これを調べるために堀君は線のまわりに円柱状のプラス極を作り、空間電荷を考慮した電気伝導の問題を正確に取扱った。普通の真空管とことなる点は、易動度モデルが適用されるために電流・電圧特性に差が出てくることでこれは極めてはっきりした形で確認された。そしてその易動度にはかなり強い電場依存性があり、とくに10KV/cm程度の高電場下ではこれまで知られていなかったロトン生成過程が存在することを実証した。以上のような多くの新事実の発見とそれらの満足すべき解析結果から見て本論文は理学博士の学位論文として十分な価値があると認められる。