สมบัติทางแม่เหล็กและสปินพลวัตในระบบแอนทิเฟอร์โรแมกเน็ตมิติต่ำ α-$Cu_2V_2O_7$

MAGNETIC STRUCTURE AND SPIN DYNAMICS IN THE LOW-DIMENSIONAL ANTIFERROMAGNETIC α-$Cu_2V_2O_7$ SYSTEM

กนต์ธีร์ กิจเกียรติพงษ์ 5337744 SCPY/D

ปร.ด. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : กิตติวิทย์ มาแทน, Ph.D. (PHYSICS), ธนากร โอสถจันทร์, Ph.D. (SEMICONDUCTOR PHYSICS), มัลลิกา ซื่อวัฒนะ, Ph.D. (PHYSICS)

บทคัดย่อ

สมบัติทางแม่เหล็กของแอนทิเฟอร์โรแมกเน็ตที่มีสปินเท่ากับ 1/2 ใน $Cu_2V_2O_7$ ได้ถูกศึกษาโดยใช้การวัดความเป็นแม่เหล็ก และการกระเจิงนิวตรอนทั้งในสารตัวอย่างที่เป็นชนิดผงและผลึกเดี่ยว สภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กของ α-$Cu_2V_2O_7$ แสดงถึงยอดของกราฟที่มีความกว้าง ณ ตำแหน่งที่อุณหภูมิ 50 เคลวิน ที่สื่อถึงความสัมพันธ์พิสัยสั้นอีกทั้งยังแสดงถึงการเพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใดอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนสถานะเป็นสภาพมีระเบียบทางแม่เหล็กที่อุณหภูมิ T_N = 33.4(1) เคลวิน ที่อุณหภูมิต่ำกว่า T_N สามารถสังเกตเห็นถึงสภาพความเป็นแม่เหล็กแบบเฟอร์โรอย่างอ่อนอันเป็นผลมาจากอันตรกิริยา Dzyaloshinskii-Moriya การกระเจิงนิวตรอนเผยถึงการที่สปิน 1/2 ของไอออนทองแดง Cu^{2+} เรียงตัวกันแบบแอนทิเฟอร์โรแมกเน็ตในกรุปปริภูมิแม่เหล็กแบบ $Fd'd'2$ โมเมนต์แม่เหล็กขนาด 0.93(9)μ_B มีทิศทางหลักในแกนผลึก a โดยลาดเอียงไปในทิศ bc เล็กน้อย การจำลองด้วยควอนตัม มอนติ คาร์โล บ่งถึงโครงข่ายของสปินที่มีลักษณะแบบรังผึ้งเป็นเกลียว โดยมีอันตรกิริยาแลกเปลี่ยนแบบแอนทิเฟอร์โรแมกเน็ตสองค่าได้แก่ J_1 และ J_2 สำหรับ β-$Cu_2V_2O_7$ นั้น สภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็ก แสดงให้เห็นถึงยอดของกราฟที่มีความกว้าง ณ ตำแหน่งที่อุณหภูมิ 50 เคลวิน แต่ไม่ปรากฏการเกิดสภาวะความเป็นแม่เหล็กได้เอง เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า T_N = 26 เคลวิน การจำลองด้วยควอนตัม มอนติ คาร์โล ได้บ่งถึงการมีอยู่ของอันตรกิริยาที่ไกลกว่าอันตรกิริยาเพื่อนบ้าน

การกระตุ้นทางแม่เหล็กของ α-$Cu_2V_2O_7$ ถูกวัดโดยใช้การกระเจิงนิวตรอนแบบไม่ยืดหยุ่น ผลจากการศึกษา เผยให้เห็นถึงการแยกออกของรูปแบบการกระตุ้นทางแม่เหล็กจากโซนแม่เหล็กกลางไปยังที่ (0,$\pm\delta$,0) เมื่อ δ = 0.25 และมีช่องว่างพลังงานขนาด 0.75(6) มิลลิอิเล็กตรอนโวลต์ อันเนื่องมาจากอันตรกิริยาที่ไม่เท่ากันทางกายภาพที่ (0,$\pm$0.25,0) มีขนาดลดลงตามฟังก์ชันของอุณหภูมิ อีกทั้งการกระตุ้นทางแม่เหล็กมีการกระจายตัวออกและหายไปที่ อุณหภูมิสูงกว่า 35 เคลวิน ตรงกับ T_N การทดลองล่าสุด ที่ Multi Axis Crystal Spectrometer (MACS) เพื่อสร้างภาพขนาดใหญ่ของการกระตุ้นในปริภูมิโมเมนตัม แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการแยกตัวออกของการกระตุ้นทางแม่เหล็กในทิศทาง K ในเกือบทุกตำแหน่งที่เกิดการสะท้อนทางแม่เหล็ก

119 หน้า