ABSTRACT IN THAI

การกำทอนโรเปอร์ N*(1440) ซึ่งเป็นนิวคลีออนในสภาวะกระตุ้นที่ต่ำสุด ได้ถูกอธิบายมากขึ้นนับตั้งแต่มีการค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1964 โดยเมื่อพิจารณาตามแบบจำลองควาร์กสามอนุภาค การกำทอนโรเปอร์นับว่าเป็นการกระตุ้นในแนวรัศมีของนิวคลีออน เพราะการมีเลขควอนตัมที่เหมือนกับนิวคลีออน แต่จากการศึกษาในรายละเอียดพบว่าเป็นการยากมากที่จะให้ความหมายของการกำทอนเช่นนี้ว่าเป็นสภาวะที่ประกอบด้วยควาร์กสามอนุภาคเพราะมวลที่ต่ำและค่าคงตัวของการคู่ควบกับนิวคลีออนและเมซอนที่แปลก จากความล้มเหลวที่จะอธิบายการกำทอนโรเปอร์ด้วยแบบจำลองควาร์กสามอนุภาค จึงได้มีการเสนอแบบจำลองต่างๆอีกมากมาย แต่ยังไม่มีแบบจำลองใดที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาธรรมชาติของการกำทอนโรเปอร์ผ่านกระบวนการการสลายตัวควบคู่ไปกับข้อสันนิษฐานที่ว่า การกำทอนโรเปอร์เป็นสถานะที่ประกอบด้วยควาร์กสามอนุภาคและกลูออนในภาวะไฟฟ้าตามขวางอีกหนึ่งอนุภาค ในงานวิจัยนี้ได้มีการนำแบบจำลองควาร์กกลูออนแบบไม่สัมพัทธภาพมาใช้ โดยแบบจำลองดังกล่าวอธิบายจลนศาสตร์ของระบบควาร์ก แอนติควาร์กและกลูออนด้วยจุดยอดแบบ 3S1 ซึ่งคู่ของควาร์กแอนติควาร์กเกิดขึ้นจากกลูออนหรือสลายไปเป็นกลูออน ทั้งนี้การสร้างฟังก์ชันคลื่นของการกำทอนโรเปอร์ได้คำนึงถึงองศาเสรีของกลูออน ซึ่งมีอิทธิพลต่อฟิสิกส์ของควอนตัมโครโมไดนามิกส์แบบนอนเพอร์เทอร์เบทีฟ

จากการคำนวณอัตราส่วนของค่าการสลายตัวจากปฏิกิริยา $N^*(1440) \rightarrow N\rho,\ N\eta, N\sigma, \Delta\pi$ ต่อค่าการสลายตัวจากปฏิกิริยา $N^*(1440) \rightarrow N\pi$ โดยมีพารามิเตอร์อิสระหนึ่งตัวที่ใช้ระบุถึงองค์ประกอบของการกำทอนโรเปอร์ พบว่าค่าอัตราส่วนที่ได้จากการคำนวณสอดคล้องกับผลการทดลองเป็นอย่างดี ทำให้สามารถระบุได้ว่าการกำทอนโรเปอร์เป็นรูปแบบที่ประกอบด้วย $|^2N_g'\rangle - |^4N_g'\rangle$ ซึ่ง $|^2N_g\rangle$ หมายถึงระบบกลูออนกับควาร์กสามอนุภาคที่มีสปิน 1/2 และ $|^4N_g\rangle$ หมายถึงระบบกลูออนกับควาร์กสามอนุภาคที่มีสปิน 3/2

ABSTRACT IN ENGLISH

The Roper resonance $N^*(1440)$, the lowest nucleon excited state, has been subject to intense discussions since its discovery in 1964. In the three-quark picture the Roper resonance had been commonly assigned to a radial excitation of the nucleon since its quantum numbers are the same as the nucleon's. But detailed studies found that it is very difficult to interpret the resonance as a three quark state due to its low mass and strange coupling constants with nucleon and meson. Because of the failure of the three-quark picture, various other models have also been suggested, but none is very successful.

In this work we study the nature of the Roper resonance via its decay processes. We go along with the argument that the Roper resonance is a state of three quarks and one transverse-electric (TE) gluon. A nonrelativistic quark-gluon model is employed, where the dynamics of $\bar{q}qG$ is described in the effective $^3S_1$ vertex in which a quark-antiquark pair is created (destroyed) from (into) a gluon. The wave function of the Roper resonance has been constructed to properly establish the gluonic degree of freedom, which has been a fascinating challenge in nowadays non-perturbative QCD physics.

The ratios of the decay widths of the reactions $N^*(1440) \to N\rho$, $N\eta$, $N\sigma$, $\Delta\pi$ to the one of the reaction $N^*(1440) \to N\pi$, have been derived in the work with only one free parameter which tells how the Roper resonance is made up by the two components $|^2N_g\rangle$ (spin 1/2 three quark core plus a gluon) and $|^4N_g\rangle$ (spin 3/2 three quark core plus a gluon). The theoretical predictions are consistent with experimental data and suggest that the Roper resonance is likely to take the form $|^2N'_g\rangle - |^4N'_g\rangle$.