

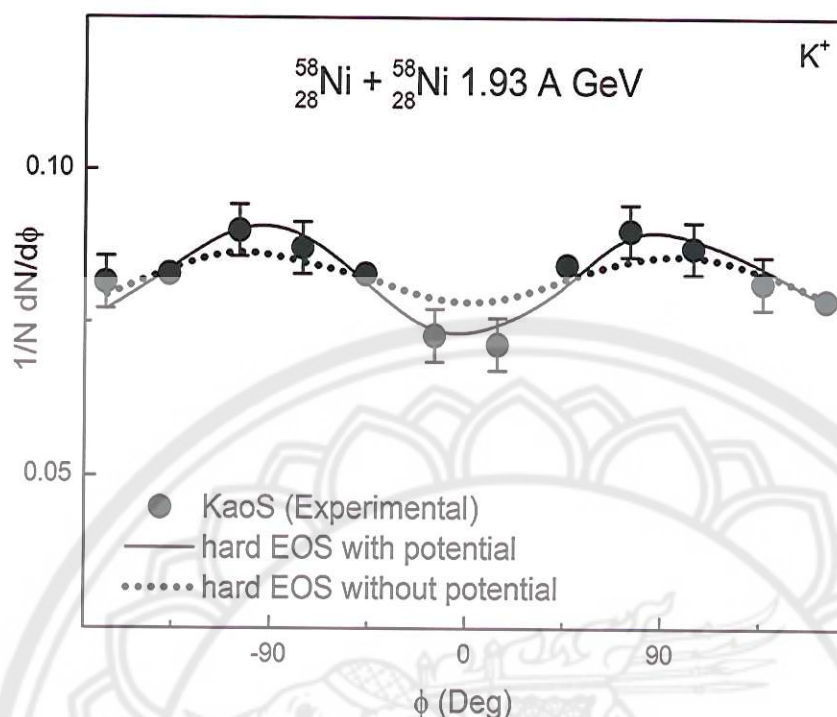
บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการคำนวณการกระจายอะซิมุททอลของ K^+

ผลของการคำนวณการกระจายอะซิมุททอล $\left(\frac{1}{N} \frac{dN}{d\phi}\right)$ ของ K^+ ของอันตรกิริยาการชนของ $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV แสดงข้อมูลในภาพ 13 14 15 16 และภาพ 17 โดยใช้สมการสถานะแบบอ่อน และสมการสถานะแบบแข็ง คำนวณค่า $\left(\frac{1}{N} \frac{dN}{d\phi}\right)$ เทียบกับมุม ϕ โดยค่าการกระจายอะซิมุททอลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมุม $\phi = \pm 90^\circ$ ซึ่งทำให้อนุภาค K^+ มีระนาบตั้งฉากกับระนาบการชน ค่าการไหลเชิงวงรี $v_2 < 0$ ดังตารางที่ 2 และ 3 ซึ่งหมายความว่ามีการปลดปล่อยอนุภาค K^+ ออกมามีระนาบตั้งฉากกับระนาบปฏิกิริยาของการชนอนุภาค ซึ่งผลที่ได้เทียบกับการทดลองของกลุ่ม KaoS ที่ห้องปฏิบัติการชนไอออนหนักโดยแสงซินโครตรอน ที่เมือง Darmstadt ประเทศเยอรมัน โดยใช้ลำของ ^{197}Au พลังงาน 1.50 A GeV เข้าชนเป้า ^{197}Au (0.96 g/cm^2) และใช้ลำ ^{58}Ni พลังงาน 1.93 A GeV เข้าชนเป้า ^{58}Ni (0.68 g/cm^2) โดยหาชนิดของอนุภาคต่างๆ โดยใช้โมเมนตัมและเวลาของการเคลื่อนที่ จากเครื่องสนามแม่เหล็กสเปกโทรมิเตอร์ และเครื่องไฮโดรสโคปใช้สำหรับแสดงลักษณะเหตุการณ์ มุมไฮโดรสโคปมีความกว้างเพื่อใช้หาค่าศูนย์กลางของการชนจากจำนวนของอนุภาคที่มีประจุที่วัดได้ในช่วงมุมเชิงขั้ว (polar angle) ในช่วง $12^\circ < \theta_{Lab} < 48^\circ$ การกำหนดทิศทางของระนาบเหตุการณ์สร้างจากมุมการปลดปล่อยอะซิมุททอลของประจุโปรเจกไทล์โดยวิธีการส่งผ่านโมเมนตัม การหาชนิดของอนุภาคต่างๆ ที่เกิดขึ้นถูกค้นพบจากพลังงานที่สูญเสียของอนุภาค และเวลาของการเคลื่อนที่ ซึ่งวัดด้วยไฮโดรสโคปซึ่งห่างจากเป้า 7 เมตร จากมุมเชิงขั้วระหว่าง 0.5° และ 11°

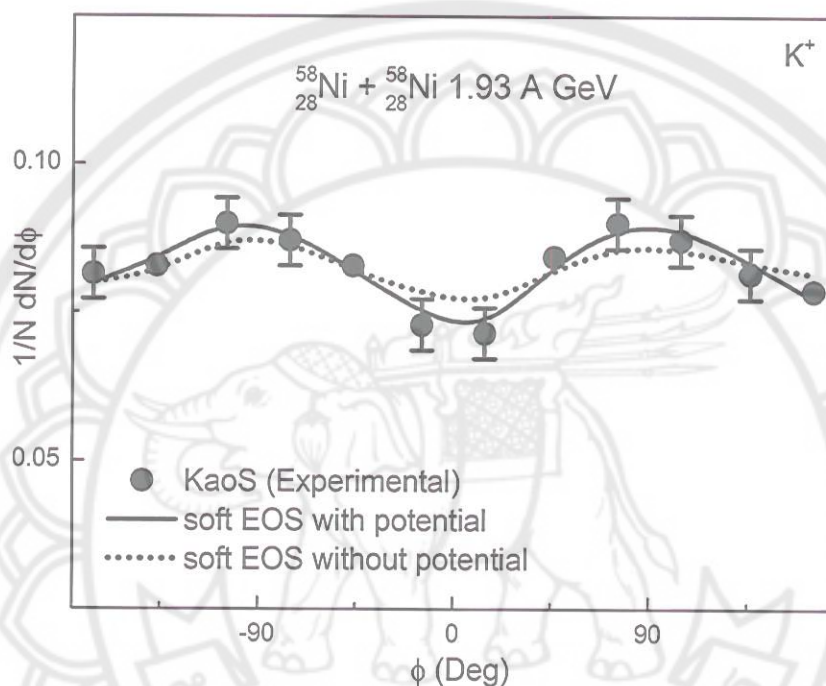
กราฟผลการคำนวณการกระจายอะซิมุททอลของ K^+ ของอันตรกิริยาการชนของ $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV แสดงข้อมูลดังภาพ 13 14 15 16 และ 17 โดยใช้แบบจำลอง QMD โดยผลการคำนวณการรวมคักย์ (K^+N) ในตัวกลาง แสดงด้วยเส้นทึบ และการคำนวณโดยไม่รวมคักย์ (K^+N) แสดงด้วยเส้นประ เทียบกับผลการทดลองของ KaoS แสดงในสัญลักษณ์วงกลมทึบ



ภาพ 13 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 13 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ ตามลำดับโดยการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็งที่รวมศักย์และไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แสดงให้เห็นว่าการรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ซึ่งเป็นแรงผลักสำหรับ K^+ จึงทำให้ K^+ หลุดออกจากนิวคลีออนและมีการปลดปล่อยอนุภาค K^+ ออกมานอกระนาบ (out-of-plane) ที่ความเร็วศูนย์กลางและการไหลเชิงตรงมีทิศตรงกันข้ามกับนิวคลีออนที่แรพิดิตีโปรเจกไทล์ (projectile rapidity) และเป้า ดังนั้น

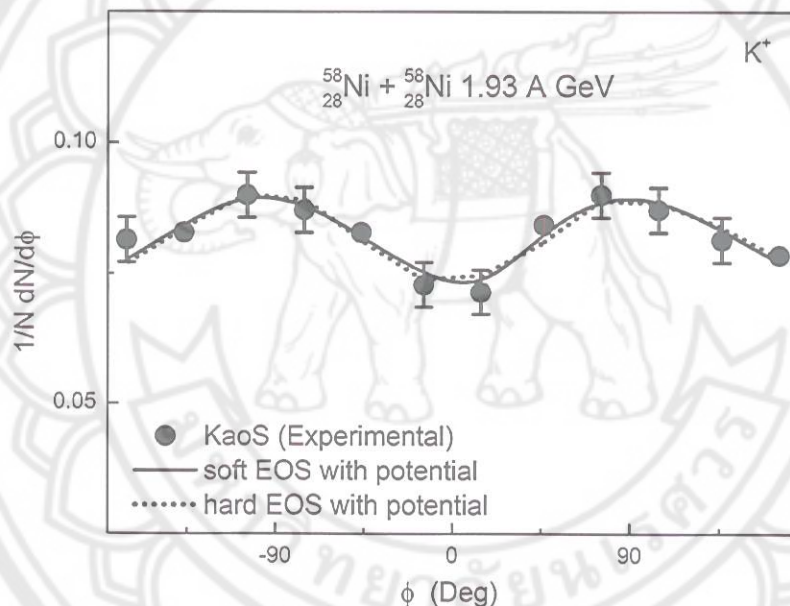
การคำนวณทางทฤษฎีของการรวมตัวของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบแข็ง จึงทำให้ผลการคำนวณทางทฤษฎีมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2] ได้ ดีกว่าการคำนวณโดยไม่รวมตัวของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ดังนั้นการกระจายอะซิมุทอลจึงใช้ เป็นตัวตรวจวัดคุณสมบัติในตัวกลางของอนุภาค K^+ ที่ความหนาแน่นสูง



ภาพ 14 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จาก ปฏิกริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตก กระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัม ส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลอง ของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะ นิวเคลียร์แบบอ่อนโดยรวมตัวของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และเส้นประ แสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบอ่อนโดยไม่รวมตัวของ เคออน-นิวคลีออน (K^+N)

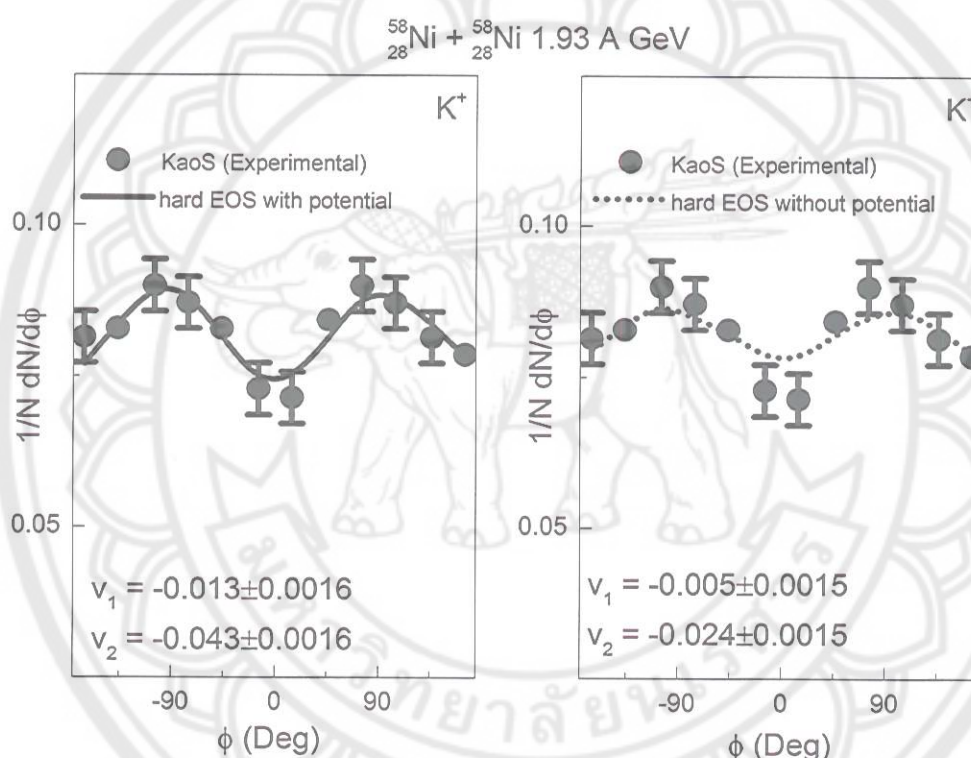
จากภาพ 14 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบ กับมุม ϕ ด้วยปฏิกริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า

$0.2 < p_t < 0.8$ GeV/c ตามลำดับโดยการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็งที่รวมศักย์และไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แสดงให้เห็นว่าการรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ซึ่งเป็นแรงผลักสำหรับ K^+ จึงทำให้ K^+ หลุดออกจากนิวคลีออนและมีการปลดปล่อยอนุภาค K^+ ออกมานอกระนาบ (out-of-plane) ที่ความเร็วศูนย์กลางและการไหลเชิงตรงมีทิศทางตรงกันข้ามกับนิวคลีออนที่แรพิดิตีโปรเจกไทล์ (projectile rapidity) และเป้า ดังนั้นการคำนวณทางทฤษฎีของการรวมศักย์เคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อนจึงทำให้ผลการคำนวณทางทฤษฎีมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2] ได้ดีกว่าการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ดังนั้นการกระจายอะซิมุทอลจึงใช้เป็นตัวตรวจวัดคุณสมบัติในตัวกลางของอนุภาค K^+ ที่ความหนาแน่นสูง



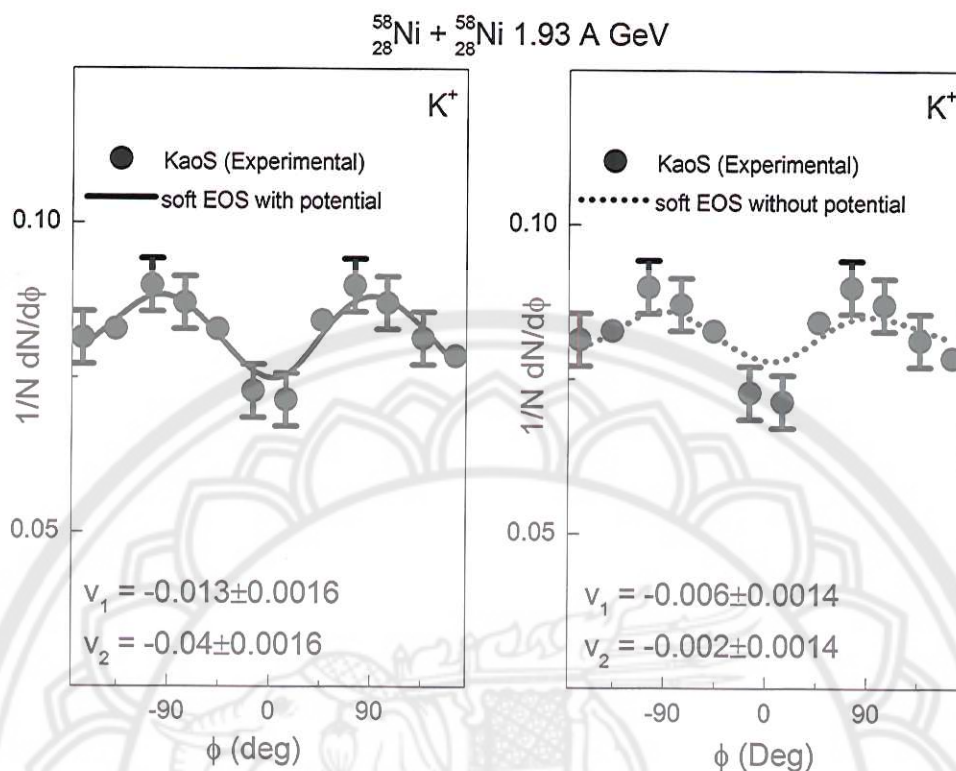
ภาพ 15 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8$ GeV/c โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 15 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมมิตรีของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแอฟติตี้ $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV/c}$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็ง จะมีค่าใกล้เคียงกับสมการสถานะแบบอ่อน และเมื่อเพิ่มการคำนวณค่าศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อนและสมการสถานะแบบแข็ง จะทำให้ผลการคำนวณมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2]



ภาพ 16 การคำนวณการกระจายอะซิมมิตรีของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแอฟติตี้ $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV/c}$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) (ภาพซ้าย) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) (ภาพขวา)

จากภาพ 16 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมิทรีของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{28}\text{Ni} + ^{28}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็งของการรวมตัวและไม่รวมตัวของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) พบว่าอิทธิพลของศักย์ K^+N มีผลต่อรูปแบบการปลดปล่อยของอนุภาค K^+ โดยที่ค่าการไหลเชิงวงรี (v_2) มีค่าน้อยกว่าศูนย์จึงทำให้เกิดแรงผลักซึ่งศักย์ (K^+N) เป็นแรงผลักเพราะระนาบของการเกิดมีทิศตั้งฉาก (out-of-plane) กับระนาบปฏิกิริยา ดังนั้นการคำนวณการไหลเชิงตรงและการไหลเชิงวงรีโดยรวมตัวเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะมีแนวโน้มสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2] โดยค่าการไหลเชิงตรงและค่าการไหลเชิงวงรีของการรวมตัวและไม่รวมตัวของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะมีค่า $v_1 = -0.013 \pm 0.0016$ $v_2 = -0.043 \pm 0.0016$ (ภาพซ้าย) และ $v_1 = -0.005 \pm 0.0015$ $v_2 = -0.024 \pm 0.0015$ (ภาพขวา)



ภาพ 17 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแรงแผ่นตัด $0.3 < y/y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) (ภาพซ้าย) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบอ่อนโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) (ภาพขวา)

จากภาพ 17 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $3.8 \text{ fm} < b < 6.5 \text{ fm}$ และค่าแรงแผ่นตัด $0.3 < y/y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อนของการรวมศักย์และไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) พบว่าอิทธิพลของศักย์ K^+N มีผลต่อรูปแบบการปลดปล่อยของอนุภาค K^+ โดยที่ค่าการไหลเชิงวงรี (v_2) มีค่าน้อยกว่าศูนย์จึงทำให้เกิดแรงผลักซึ่งศักย์ K^+N เป็นแรงผลักเพราะระนาบของการเกิดมีทิศตั้งฉาก (out-of-plane) กับระนาบปฏิกิริยา

ดังนั้นการคำนวณการไหลเชิงตรงและการไหลเชิงวงรีโดยรวมศักย์เคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะมีแนวโน้มสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2] โดยค่าการไหลเชิงตรงและค่าการไหลเชิงวงรีของการรวมศักย์และไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะมีค่า $v_1 = -0.013 \pm 0.0016$ $v_2 = -0.04 \pm 0.0016$ (ภาพซ้าย) และ $v_1 = -0.006 \pm 0.0014$ $v_2 = -0.002 \pm 0.0014$ (ภาพขวา)

ตาราง 2 แสดงค่าการไหลแบบส่งผ่าน v_1 และการไหลเชิงวงรี v_2 เปรียบเทียบผลการทดลองของ KaoS [2] และผลการคำนวณโดยรวมศักย์ และไม่รวมศักย์ (K^+N) จากการชนของ $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV โดยสมการสถานะแบบแข็ง

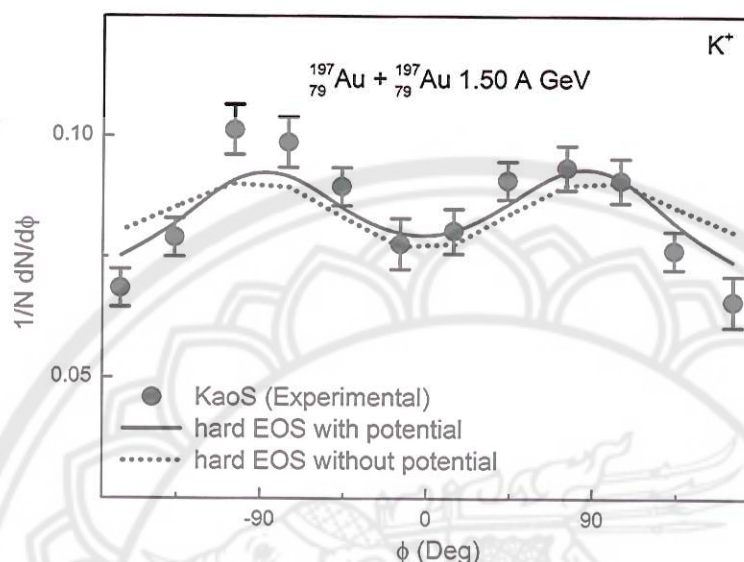
การไหล	ผลการทดลอง	รวมศักย์ (K^+N)	ไม่รวมศักย์ (K^+N)
การไหลเชิงตรง (v_1)	-0.01 ± 0.01	-0.013 ± 0.0016	-0.005 ± 0.0015
การไหลเชิงวงรี (v_2)	-0.05 ± 0.03	-0.043 ± 0.0016	-0.024 ± 0.0015

ตาราง 3 แสดงค่าการไหลแบบส่งผ่าน v_1 และการไหลเชิงวงรี v_2 เปรียบเทียบผลการทดลองของ KaoS [2] และผลการคำนวณโดยรวมศักย์และไม่รวมศักย์ (K^+N) จากการชนของ $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV โดยสมการสถานะแบบอ่อน

การไหล	ผลการทดลอง	รวมศักย์ (K^+N)	ไม่รวมศักย์ (K^+N)
การไหลเชิงตรง (v_1)	-0.01 ± 0.01	-0.013 ± 0.0016	-0.006 ± 0.0014
การไหลเชิงวงรี (v_2)	-0.05 ± 0.03	-0.04 ± 0.0016	-0.002 ± 0.0014

ผลของการคำนวณการกระจายอะซิมุทอล $\left(\frac{1}{N} \frac{dN}{d\phi}\right)$ ของ K^+ ของอันตรกิริยาการชนของ $^{197}\text{Au} + ^{197}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.50 A GeV แสดงข้อมูลในภาพ 18 19 20 21 และ 22 โดยใช้สมการสถานะแบบอ่อน และสมการสถานะแบบแข็งคำนวณค่า $\left(\frac{1}{N} \frac{dN}{d\phi}\right)$ เทียบกับมุม ϕ โดยเปรียบเทียบค่ามุม $\phi = \pm 90^\circ$ ซึ่งทำให้เห็นว่าอนุภาค K^+ มีระนาบตั้งฉากกับระนาบการชนโดยใช้แบบจำลอง QMD ซึ่งผลที่ได้เทียบกับการทดลองของ KaoS ที่ห้องปฏิบัติการชนไอออนหนักโดยแสงซินโครตรอน ที่เมือง Darmstadt ประเทศเยอรมัน ค่าการไหลเชิงวงรี $v_2 < 0$ ดังตาราง 4 และ 5

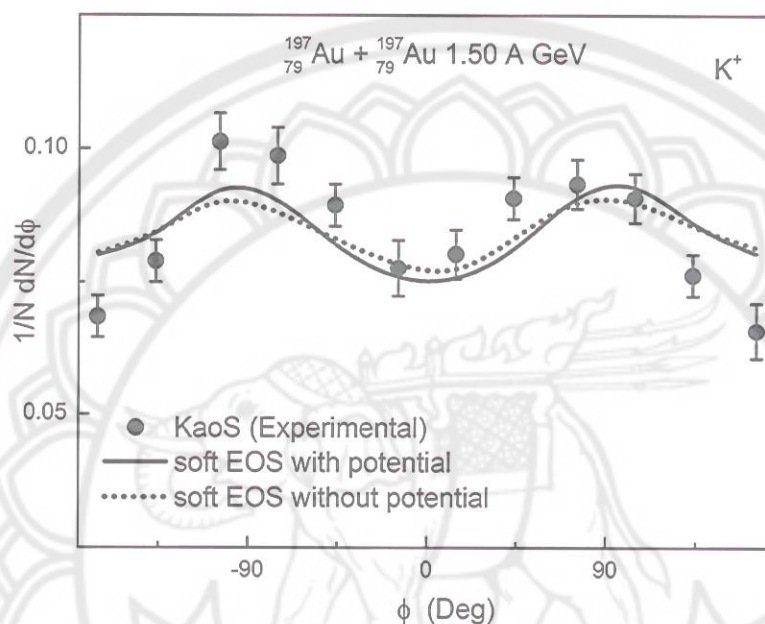
ซึ่งหมายความว่ามีการปลดปล่อยอนุภาคของ K^+ ออกมาและจะมีระนาบตั้งฉากกับระนาบปฏิกิริยาการชนของอนุภาค



ภาพ 18 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 18 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ ตามลำดับโดยการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็งที่รวมศักย์และไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แสดงให้เห็นว่าการรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ซึ่งเป็นแรงผลักดันสำหรับ K^+ จึงทำให้ K^+ หลุดออกจากนิวคลีออนและมีการปลดปล่อยอนุภาค K^+ ออกมานอกระนาบ (out-of-plane) ที่ความเร็วศูนย์กลางและการไหลเชิงตรงมีทิศตรงกันข้ามกับนิวคลีออนที่แรพิดิตีโปรเจกไทล์ (projectile rapidity) และเป้า ดังนั้นการ

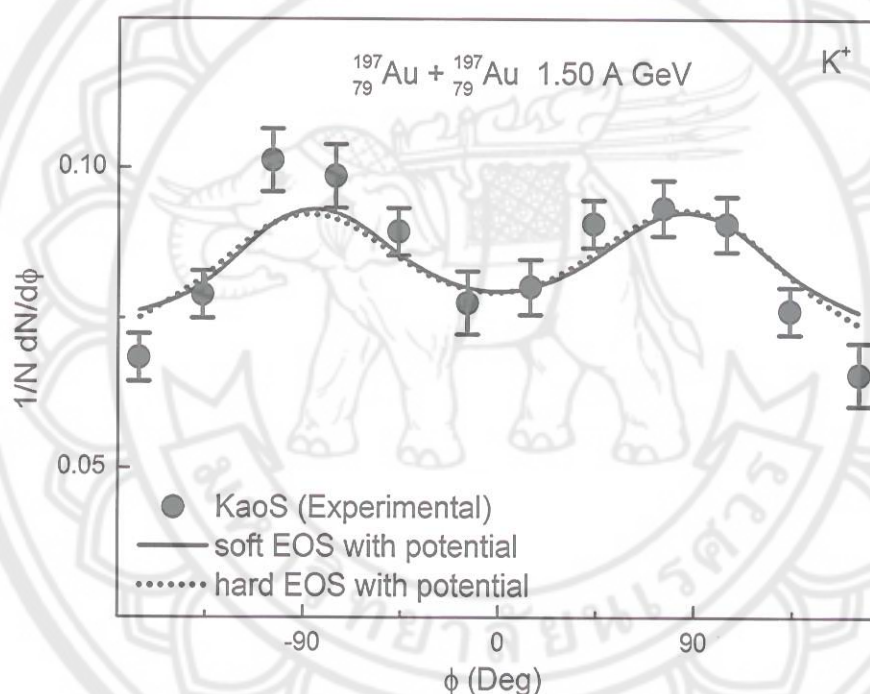
คำนวณทางทฤษฎีของการรวมตัวเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบแข็ง จึงทำให้ผลการคำนวณทางทฤษฎีมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2] ได้ดีกว่าการคำนวณโดยไม่รวมตัวเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ดังนั้นการกระจายอะซิมุทอลจึงใช้เป็นตัวตรวจวัดคุณสมบัติในตัวกลางของอนุภาค K^+ ที่ความหนาแน่นสูง



ภาพ 19 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบอ่อนโดยรวมตัวเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบอ่อนโดยไม่รวมตัวเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

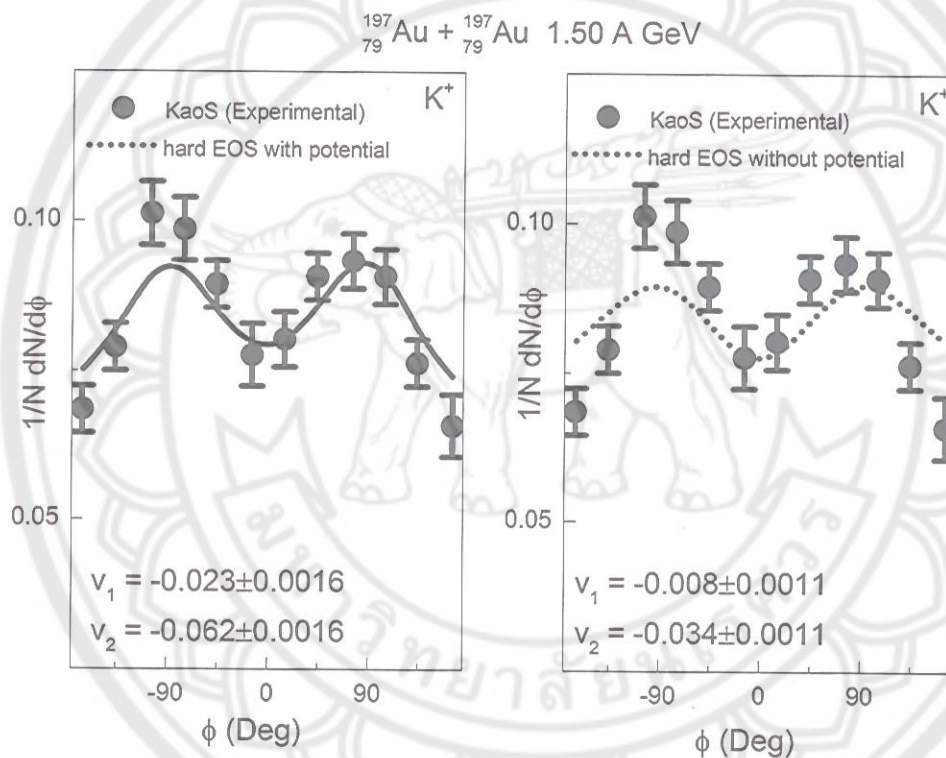
จากภาพ 19 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ ตามลำดับโดยการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อนที่รวม

ศักย์และไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แสดงให้เห็นว่าการรวมศักย์ของ เคออน-นิวคลีออน (K^+N) ซึ่งเป็นแรงผลักสำหรับ K^+ จึงทำให้ K^+ หลุดออกจากนิวคลีออนและมีการปลดปล่อยอนุภาค K^+ ออกมานอกระนาบ (out-of-plane) ที่ความเร็วศูนย์กลางและการไหลเชิงตรงมีทิศตรงกันข้ามกับนิวคลีออนที่ แรพิดิตี้โปรเจกไทล์ (projectile rapidity) และเป้า ดังนั้นการคำนวณทางทฤษฎีของการรวมศักย์เคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อนจึงทำให้ผลการคำนวณทางทฤษฎีมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2] ได้ดีกว่าการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ดังนั้นการกระจายอะซิมุทอลจึงใช้เป็นตัวตรวจวัดคุณสมบัติในดักกลางของอนุภาค K^+ ที่ความหนาแน่นสูง



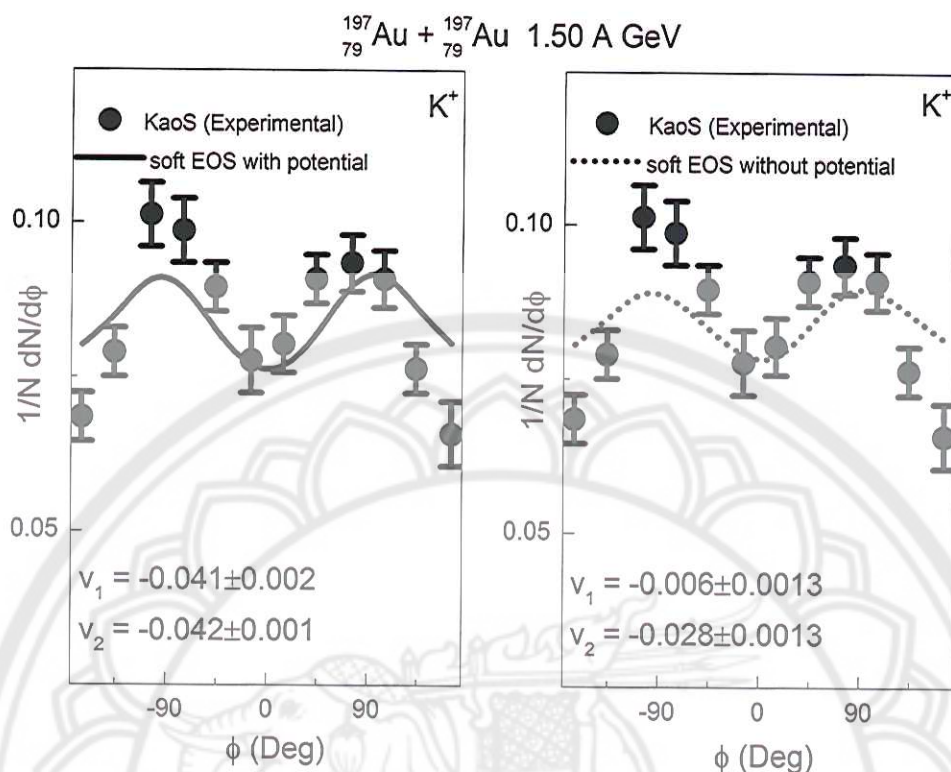
ภาพ 20 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี้ $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยรวมศักย์ของ เคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 20 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแอฟติตี้ $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อนจะมีค่าใกล้เคียงกับสมการสถานะแบบแข็ง และเมื่อเพิ่มการคำนวณค่าศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อนและสมการสถานะแบบแข็ง จะทำให้ผลการทดลองทางทฤษฎีมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2]



ภาพ 21 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแอฟติตี้ $0.3 < y/y_{\text{beam}} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) (ภาพซ้าย) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) (ภาพขวา)

จากภาพ 21 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับ มุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{197}\text{Au} + ^{197}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y / y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็งของการรวมตัว และไม่รวมตัวของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) พบว่าอิทธิพลของศักย์ K^+N มีผลต่อรูปแบบการ ปลดปล่อยของอนุภาค K^+ โดยที่ค่าการไหลเชิงวงรี (v_2) มีค่าน้อยกว่าศูนย์จึงทำให้เกิดแรงผลัก ซึ่ง ศักย์ K^+N เป็นแรงผลักเพราะระนาบของการเกิดมีทิศตั้งฉาก (out-of-plane) กับระนาบปฏิกิริยา ดังนั้นการคำนวณการไหลเชิงตรงและการไหลเชิงวงรีโดยรวมตัวเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะมี แนวโน้มสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [2] โดยค่าการไหลเชิงตรงและค่าการไหลเชิงวงรี ของการรวมตัวและไม่รวมตัวของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะมีค่า $v_1 = -0.023 \pm 0.0016$ $v_2 = -0.062 \pm 0.0016$ (ภาพซ้าย) และ $v_1 = -0.008 \pm 0.0011$ $v_2 = -0.034 \pm 0.0011$ (ภาพขวา)



ภาพ 22 การคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [2] เทียบกับเส้นทึบแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) (ภาพซ้าย) และเส้นประแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็งโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) (ภาพขวา)

จากภาพ-22 เป็นการคำนวณการกระจายอะซิมุทอลของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับมุม ϕ ด้วยปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.50 A GeV โดยใช้พารามิเตอร์ตกกระทบ $5.9 \text{ fm} < b < 10.2 \text{ fm}$ และค่าแรพิดิตี $0.3 < y/y_{beam} < 0.7$ และโมเมนตัมส่งผ่านมีค่า $0.2 < p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็งของการรวมศักย์และไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) พบว่าอิทธิพลของศักย์ K^+N มีผลต่อรูปแบบการปลดปล่อยของอนุภาค K^+ โดยที่ค่าการไหลเชิงวงรี (v_2) คำน้อยกว่าศูนย์จึงทำให้เกิดแรงผลัก ซึ่งศักย์ K^+N เป็นแรงผลักเพราะระนาบของการเกิดมีทิศตั้งฉาก (out-of-plane) กับระนาบปฏิกิริยา

ดังนั้นการคำนวณการไหลเชิงตรงและการไหลเชิงวงรีโดยรวมด้วยเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะมีแนวโน้มสอดคล้องกับผลการทดลองของกลุ่ม KaoS [2] โดยค่าการไหลเชิงตรงและค่าการไหลเชิงวงรีของการรวมด้วยและไม่รวมด้วยของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะมีค่า $v_1 = -0.041 \pm 0.002$ $v_2 = -0.042 \pm 0.001$ (ภาพซ้าย) และ $v_1 = -0.006 \pm 0.0013$ $v_2 = -0.03 \pm 0.0013$ (ภาพขวา)

ตาราง 4 แสดงค่าการไหลแบบส่งผ่าน v_1 และการไหลเชิงวงรี v_2 เปรียบเทียบผลการทดลองของ KaoS [2] และผลการคำนวณโดยรวมด้วยและไม่รวมด้วย K^+N จากการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.50 A GeV โดยสมการสถานะแบบแข็ง

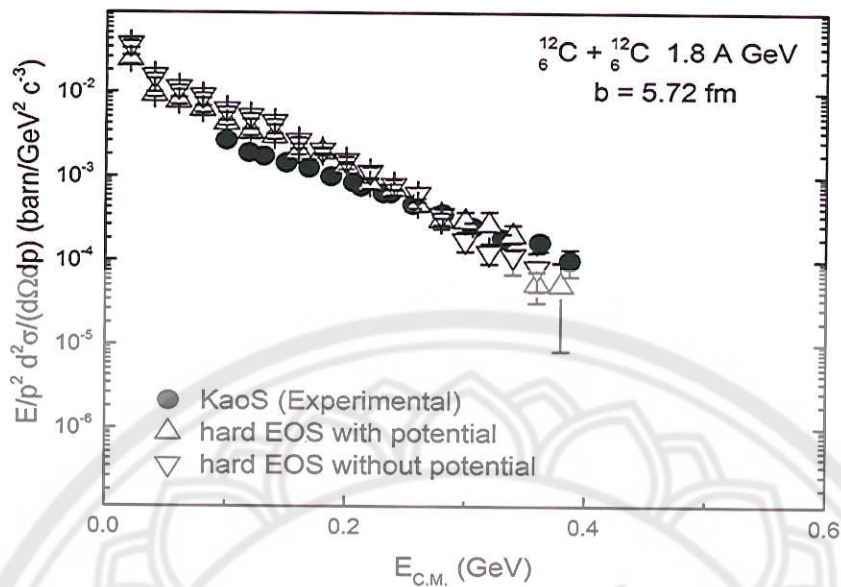
การไหล	ผลการทดลอง	รวมด้วย K^+N	ไม่รวมด้วย K^+N
การไหลเชิงตรง (v_1)	0.04 ± 0.01	-0.023 ± 0.0016	-0.008 ± 0.0011
การไหลเชิงวงรี (v_2)	-0.09 ± 0.03	-0.062 ± 0.0016	-0.034 ± 0.0011

ตาราง 5 แสดงค่าการไหลแบบส่งผ่าน v_1 และการไหลเชิงวงรี v_2 เปรียบเทียบผลการทดลองของ KaoS [2] และผลการคำนวณโดยรวมด้วยและไม่รวมด้วย K^+N จากการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.50 A GeV โดยสมการสถานะแบบอ่อน

การไหล	ผลการทดลอง	รวมด้วย K^+N	ไม่รวมด้วย K^+N
การไหลเชิงตรง (v_1)	0.04 ± 0.01	-0.041 ± 0.002	-0.006 ± 0.0013
การไหลเชิงวงรี (v_2)	-0.09 ± 0.03	-0.042 ± 0.001	-0.030 ± 0.0013

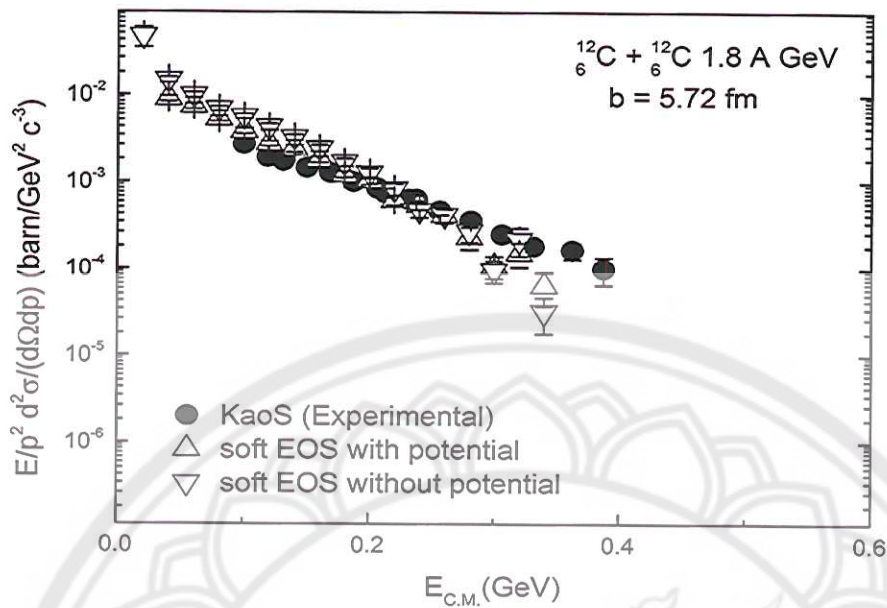
ภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+

ผลการวิเคราะห์ภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานของปฏิกิริยาการชนระหว่าง $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่ระดับพลังงานในการเข้าชน 1.8 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 3.70 \text{ fm}$) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 5.72 \text{ fm}$) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{\text{C.M.}} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ดังภาพ 23, 24, 25 และ 26



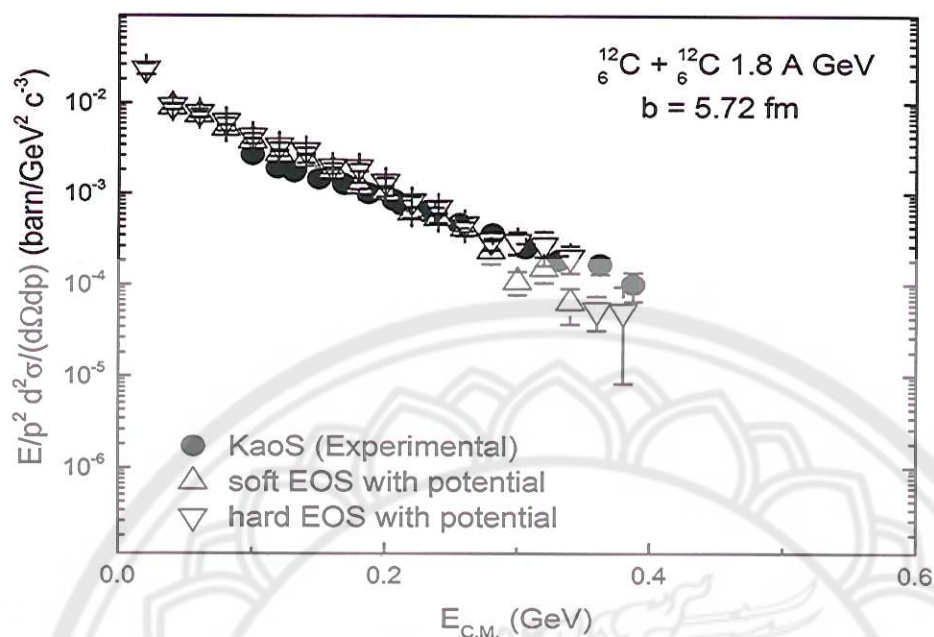
ภาพ 23 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่พลังงาน 1.8 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์สามเหลี่ยมหงายแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 23 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่พลังงาน 1.8 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 3.70$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 5.72$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็ง เมื่อการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบแข็งซึ่งจะทำให้ได้ว่าผลการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะทำให้เกิดอนุภาค K^+ เกิดขึ้นมากและเห็นได้ชัดว่าผลการคำนวณมีค่าสูงกว่าการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แต่การคำนวณโดยการรวมศักย์เคออน-นิวคลีออนของ Brown กับ Rho ของเคออนที่เกิดขึ้นทำให้โมเมนต์ส่วนของสเปกตรัมมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) มีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



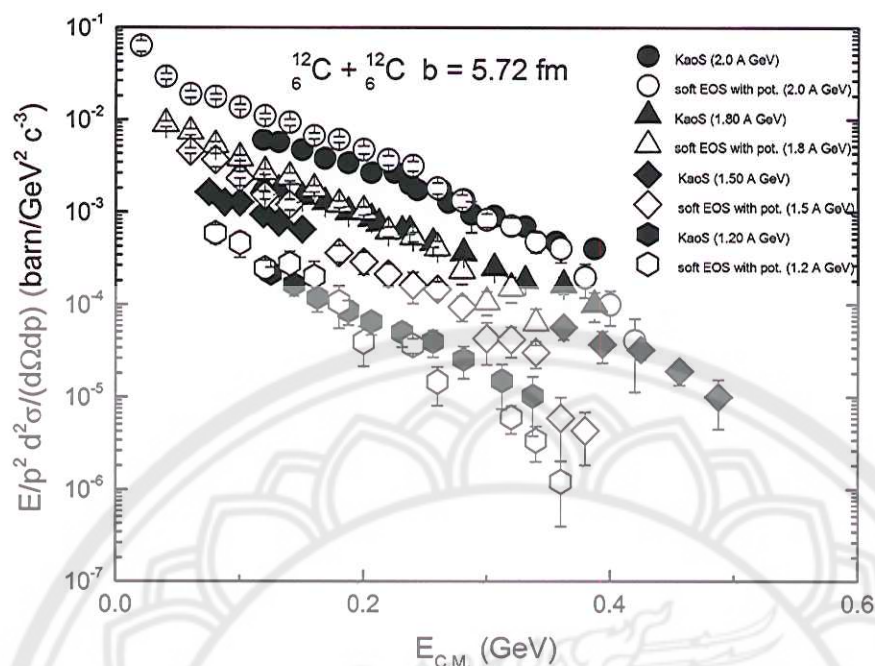
ภาพ 24 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่พลังงาน 1.8 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์สามเหลี่ยมหงายแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนและรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนและไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 24 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่พลังงาน 1.8 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 3.70$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 5.72$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน เมื่อการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อนซึ่งจะทำให้ได้ว่าผลการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะทำให้เกิดอนุภาค K^+ เกิดขึ้นมากและเห็นได้ชัดว่าผลการคำนวณมีค่าสูงกว่าการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แต่การคำนวณโดยการรวมศักย์เคออน-นิวคลีออนของ Brown กับ Rho ของเคออนที่เกิดขึ้นทำให้โมเมนต์ส่วนของสเปกตรัมมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) มีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



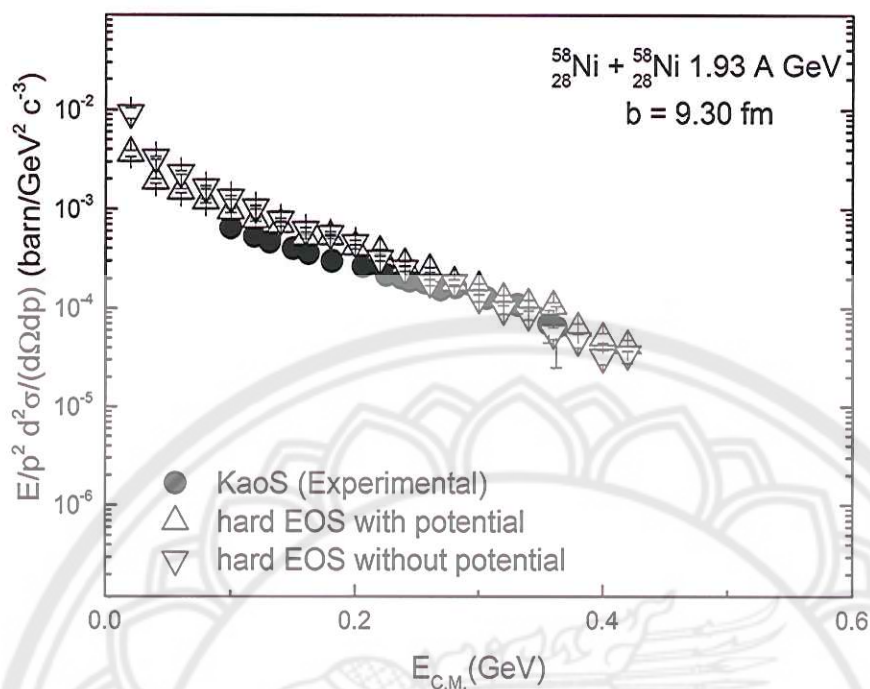
ภาพ 25 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่พลังงาน 1.8 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์สามเหลี่ยมหงายแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 25 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่พลังงาน 1.8 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 3.70$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 5.72$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน จะมีค่าใกล้เคียงกับสมการสถานะแบบแข็ง เมื่อเพิ่มการคำนวณศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อน และสมการสถานะแบบแข็ง จะทำให้ได้ว่าผลการคำนวณทางทฤษฎีมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



ภาพ 26 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่พลังงาน 2.0 1.8 1.5 และ 1.2 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบ สามเหลี่ยมทึบ ข้าวหลามตัดทึบ และหกเหลี่ยมทึบ แสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์วงกลมโปร่ง สามเหลี่ยมโปร่ง ข้าวหลามตัดโปร่ง และหกเหลี่ยมโปร่ง แสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนและรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

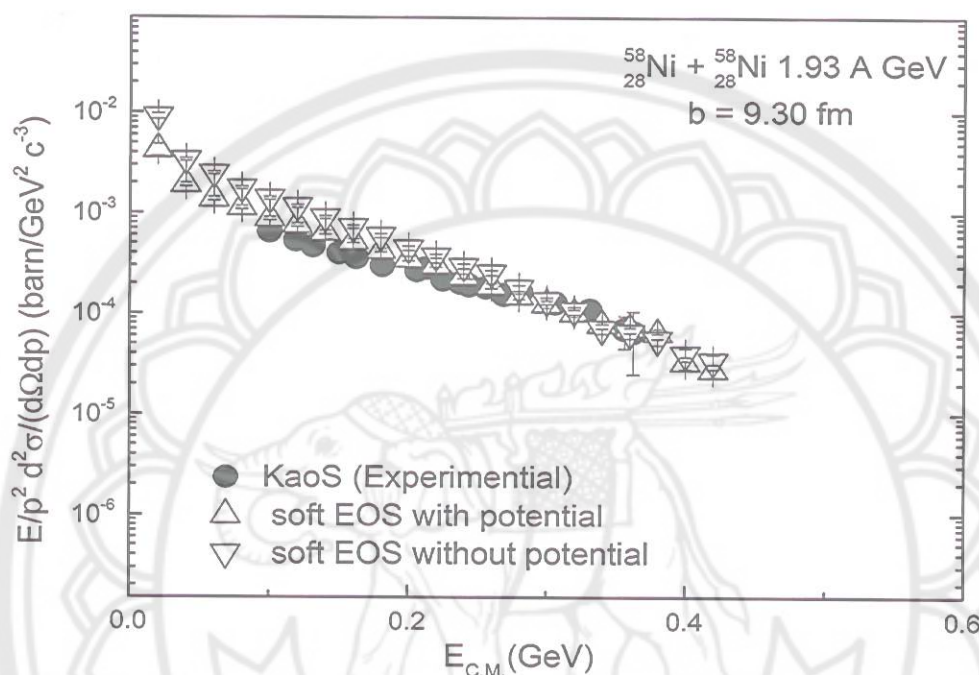
จากภาพ 26 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C}$ ที่พลังงาน 2.0 1.8 1.5 และ 1.2 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 3.70$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 5.72$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน เมื่อเพิ่มการคำนวณศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ในแต่ละพลังงาน จะพบว่าภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เพิ่มขึ้น เมื่อพลังงาน $E_{C.M.}$ (GeV) มีค่าเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



ภาพ 27 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์สามเหลี่ยมหงายแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งและรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งและไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 27 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 6.25$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 9.30$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็ง เมื่อการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบแข็ง ซึ่งจะทำให้ได้ผลการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะทำให้เกิดอนุภาค K^+ เกิดขึ้นมากและเห็นได้ชัดว่าผลการคำนวณมีค่าสูงกว่าการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แต่การคำนวณโดยการรวมศักย์เคออน-นิวคลีออนของ Brown กับ Rho

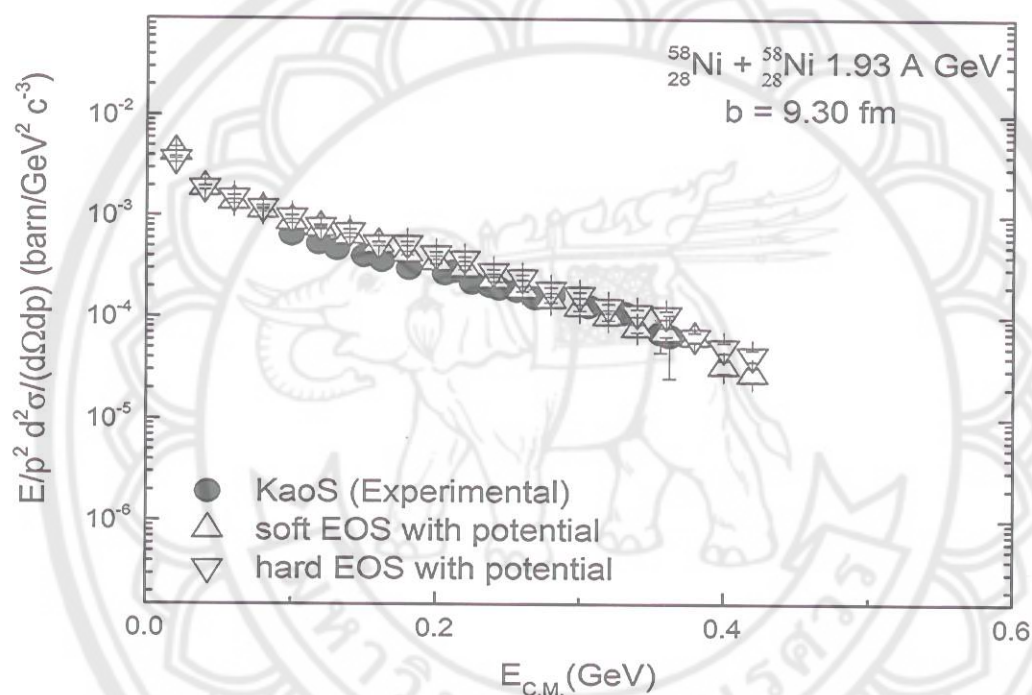
ของเคออนที่เกิดขึ้นทำให้โมเมนตัมส่วนของสเปกตรัมมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการคำนวณโดยรวมคักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) มีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



ภาพ 28 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์สามเหลี่ยมหงายแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยรวมคักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณ โดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยไม่รวมคักย์ ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

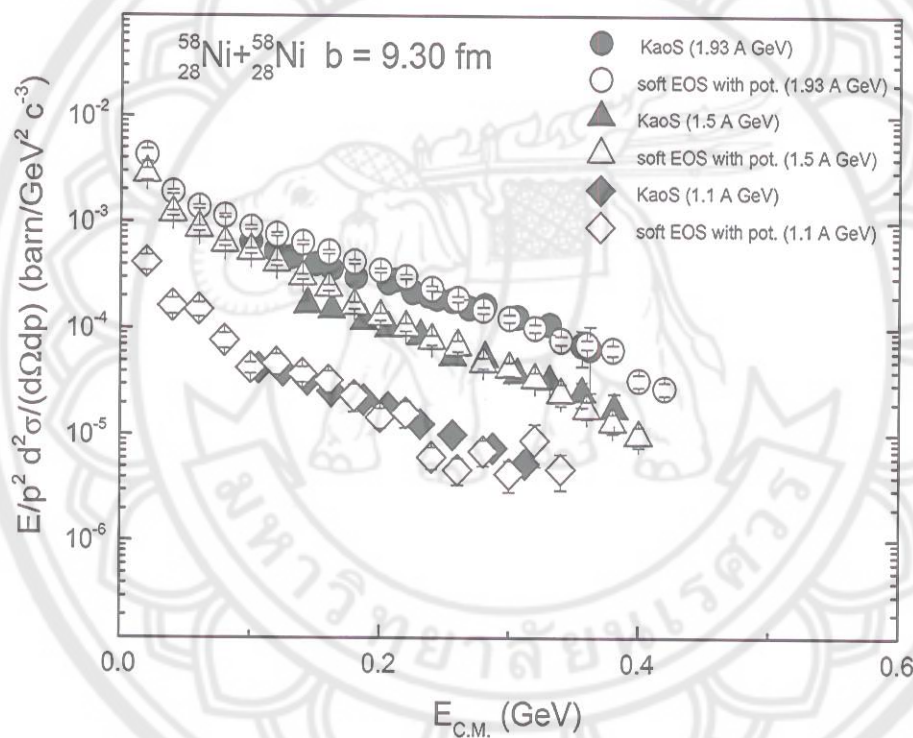
จากภาพ 28 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 6.25$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 9.30$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน เมื่อการคำนวณโดยไม่รวมคักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อน

ซึ่งจะทำให้ได้ว่าการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะทำให้เกิดอนุภาค K^+ เกิดขึ้นมากและเห็นได้ชัดว่าการคำนวณมีค่าสูงกว่าการคำนวณโดยรวมศักย์ของ เคออน-นิวคลีออน (K^+N) แต่การคำนวณโดยการรวมศักย์เคออน-นิวคลีออนของ Brown กับ Rho ของเคออนที่เกิดขึ้นทำให้โมเมนต์ส่วนของสเปกตรัมมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) มีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



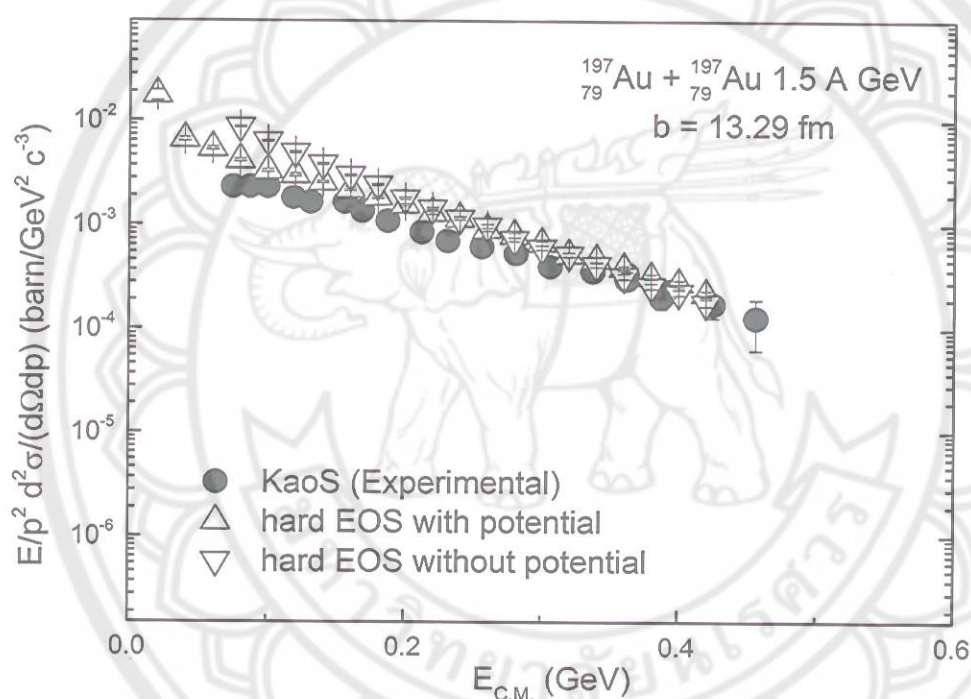
ภาพ 29 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์สามเหลี่ยมหงายแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 29 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 6.25$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 9.30$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน จะมีค่าใกล้เคียงกับสมการสถานะแบบแข็ง เมื่อเพิ่มการคำนวณศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อน และสมการสถานะแบบแข็ง ซึ่งจะทำให้ผลการคำนวณทางทฤษฎีมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



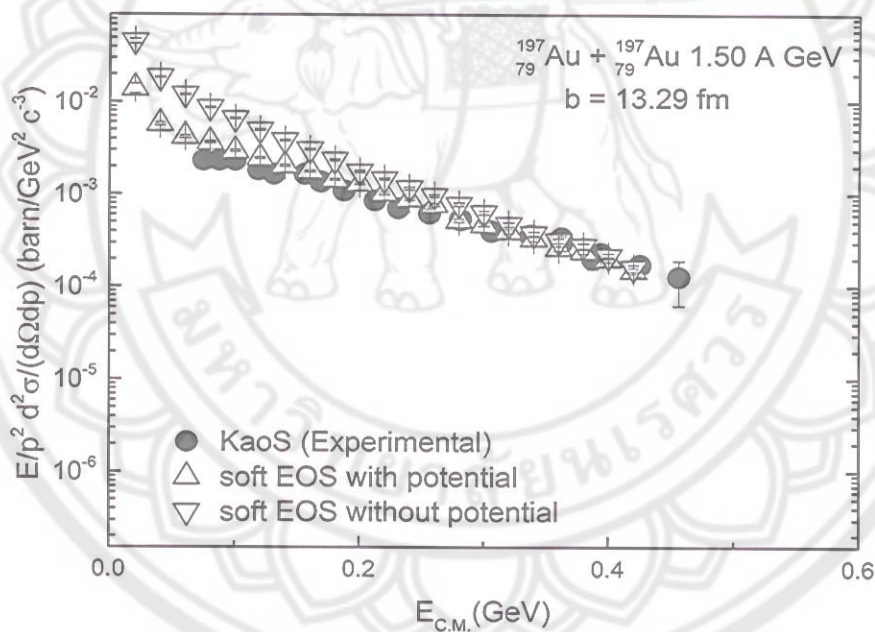
ภาพ 30 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 1.5 และ 1.1 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบ สามเหลี่ยมทึบ และข้าวหลามตัดทึบ แสดงผลการทดลองจาก KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์วงกลมโปร่ง สามเหลี่ยมโปร่ง และข้าวหลามตัดโปร่ง แสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 30 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{58}_{28}\text{Ni} + ^{58}_{28}\text{Ni}$ ที่พลังงาน 1.93 1.5 และ 1.1 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 6.25$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 9.30$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน เมื่อเพิ่มการคำนวณศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ในแต่ละพลังงาน จะพบว่าภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เพิ่มขึ้น เมื่อพลังงาน $E_{C.M.}$ (GeV) มีค่าเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



ภาพ 31 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.5 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสามเหลี่ยมหงายแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งและรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งโดยไม่รวมศักย์เคออน-นิวคลีออน (K^+N)

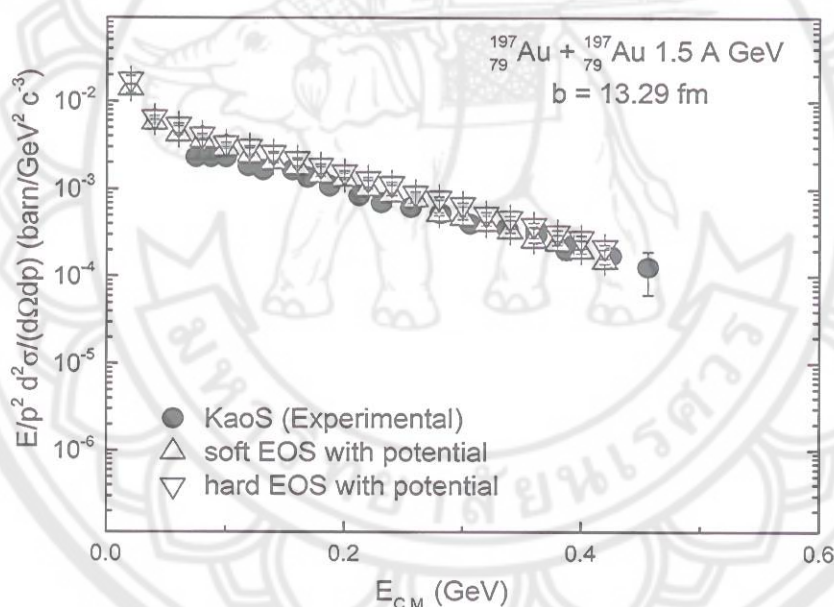
จากภาพ 31 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.5 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 9.40$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 13.29$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบแข็ง เมื่อการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบแข็ง ซึ่งจะทำให้ได้ว่าผลการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะทำให้เกิดอนุภาค K^+ เกิดขึ้นมากและเห็นได้ชัดว่าผลการคำนวณมีค่าสูงกว่าการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แต่การคำนวณโดยการรวมศักย์เคออน-นิวคลีออนของ Brown กับ Rho ของเคออนที่เกิดขึ้นทำให้โมเมนตัมส่วนของสเปกตรัมมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) มีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



ภาพ 32 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$)

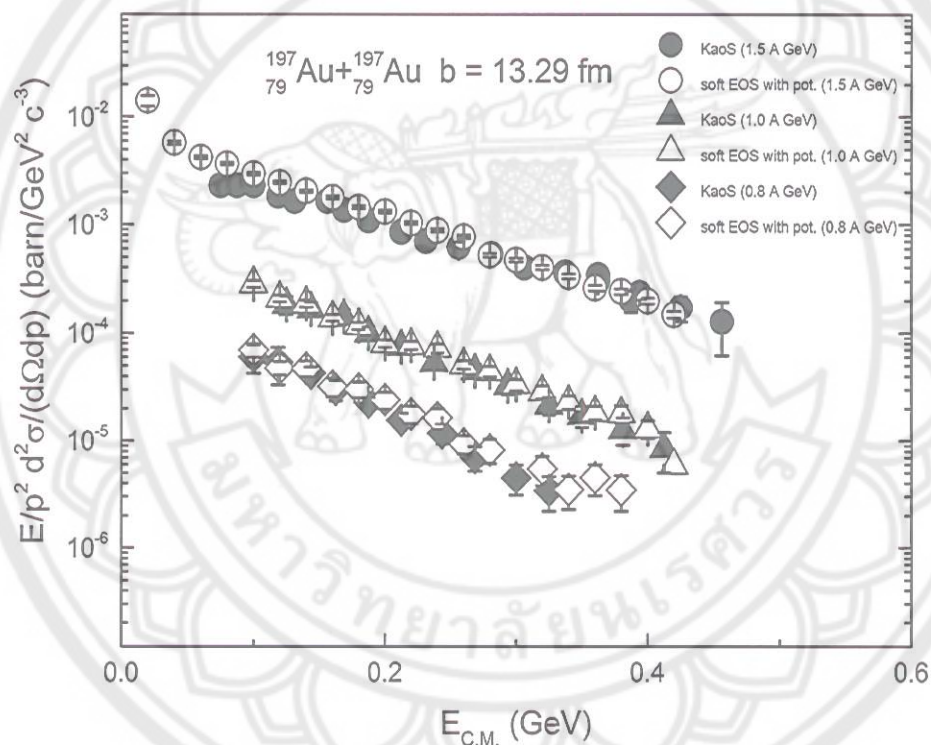
จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.5 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์สามเหลี่ยมผืนผ้าแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 32 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.5 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 9.40$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 13.29$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน เมื่อการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อน ซึ่งจะทำให้ได้ว่าการคำนวณโดยไม่รวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) จะทำให้เกิดอนุภาค K^+ เกิดขึ้นมากและเห็นได้ชัดว่าผลการคำนวณมีค่าสูงกว่าการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) แต่การคำนวณโดยการรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออนของ Brown กับ Rho ของเคออนที่เกิดขึ้นทำให้โมเมนต์ส่วนของสเปกตรัมมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) มีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]



ภาพ 33 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.5 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบแสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์สามเหลี่ยมหงายแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) และสัญลักษณ์สามเหลี่ยมคว่ำแสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบแข็งโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 33 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{C.M.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.5 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 9.40$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 13.29$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน จะมีค่าใกล้เคียงกับสมการสถานะแบบแข็ง เมื่อเพิ่มการคำนวณศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ลงในสมการสถานะแบบอ่อน และสมการสถานะแบบแข็ง ซึ่งจะทำให้ผลการคำนวณทางทฤษฎีมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้จากห้องปฏิบัติการ KaoS [30]



ภาพ 34 การคำนวณภาคตัดขวางของการเกิด K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ ($E_{C.M.}$) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.5 1.0 และ 0.8 A GeV ที่มุมเชิงซ้าย $q_{C.M.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ โดยสัญลักษณ์วงกลมทึบ สามเหลี่ยมทึบ และข้าวหลามตัดทึบ แสดงผลการทดลองของ KaoS [30] เทียบกับสัญลักษณ์วงกลมโปร่ง สามเหลี่ยมโปร่ง และข้าวหลามตัดโปร่ง แสดงผลการคำนวณโดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N)

จากภาพ 34 เป็นการคำนวณภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ เทียบกับพลังงานจลน์ $E_{c.m.}$ (GeV) จากปฏิกิริยาการชนของ $^{197}_{79}\text{Au} + ^{197}_{79}\text{Au}$ ที่พลังงาน 1.5 1.0 และ 0.8 A GeV โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตกกระทบต่ำสุด ($b_{\min} = 9.40$ fm) และค่าพารามิเตอร์ตกกระทบสูงสุด ($b_{\max} = 13.29$ fm) ที่มุมเชิงซ้าย $q_{c.m.} = 90^\circ \pm 10^\circ$ ผลจากการคำนวณทางทฤษฎีด้วยสมการสถานะแบบอ่อน เมื่อเพิ่มการคำนวณศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) ในแต่ละพลังงาน ลงในสมการสถานะแบบอ่อน จะพบว่าการคำนวณโดยการรวมศักย์เคออน-นิวคลีออนของ Brown กับ Rho ของเคออนที่เกิดขึ้นทำให้โมเมนต์ส่วนของสเปกตรัมมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการคำนวณโดยรวมศักย์ของเคออน-นิวคลีออน (K^+N) มีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ KaoS [30]

