

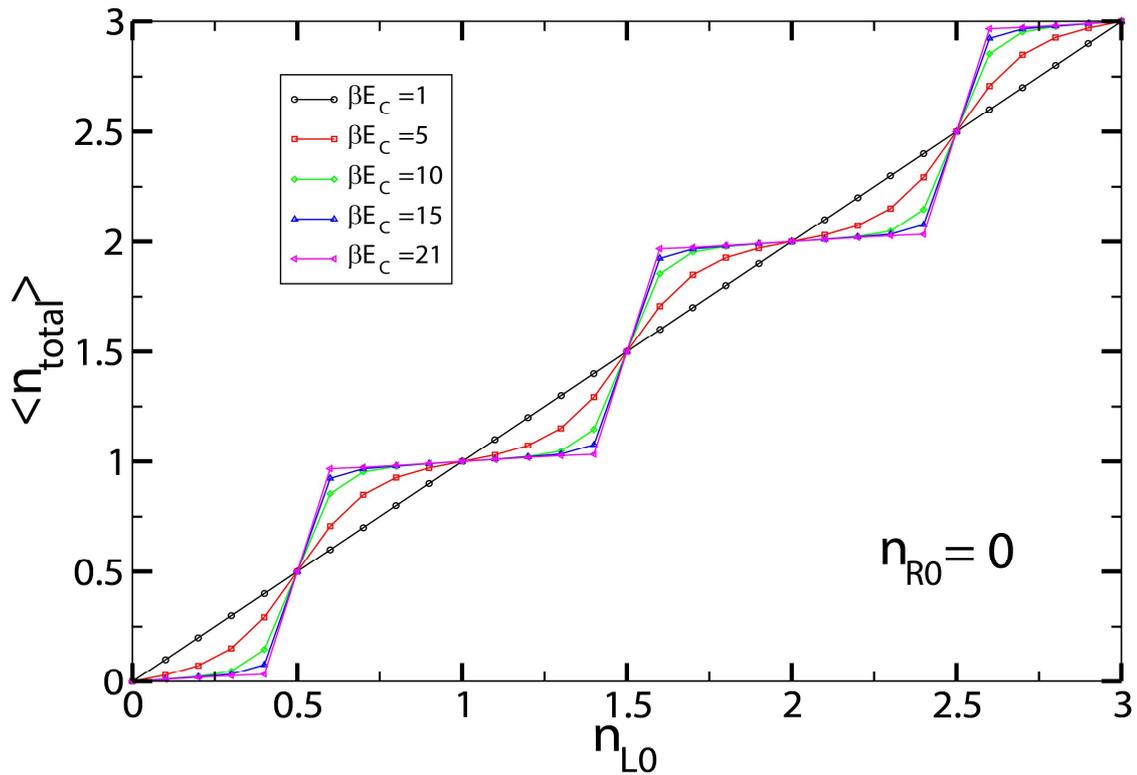
บทที่ 4

ผลการคำนวณจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยของปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยว

จากบทที่ 3 ที่ได้นิยามและแสดงวิธีการคำนวณจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยของปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยว และจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในเกาะโลหะฝั่งซ้ายและฝั่งขวา โดยปริมาณดังกล่าวสามารถคำนวณได้ตามการ (3.18) – (3.19) เพื่อความสะดวกในการแสดงและอภิปรายผลการคำนวณ ในบทนี้ได้แบ่งการพิจารณาออกเป็นกรณีต่างๆ ดังต่อไปนี้

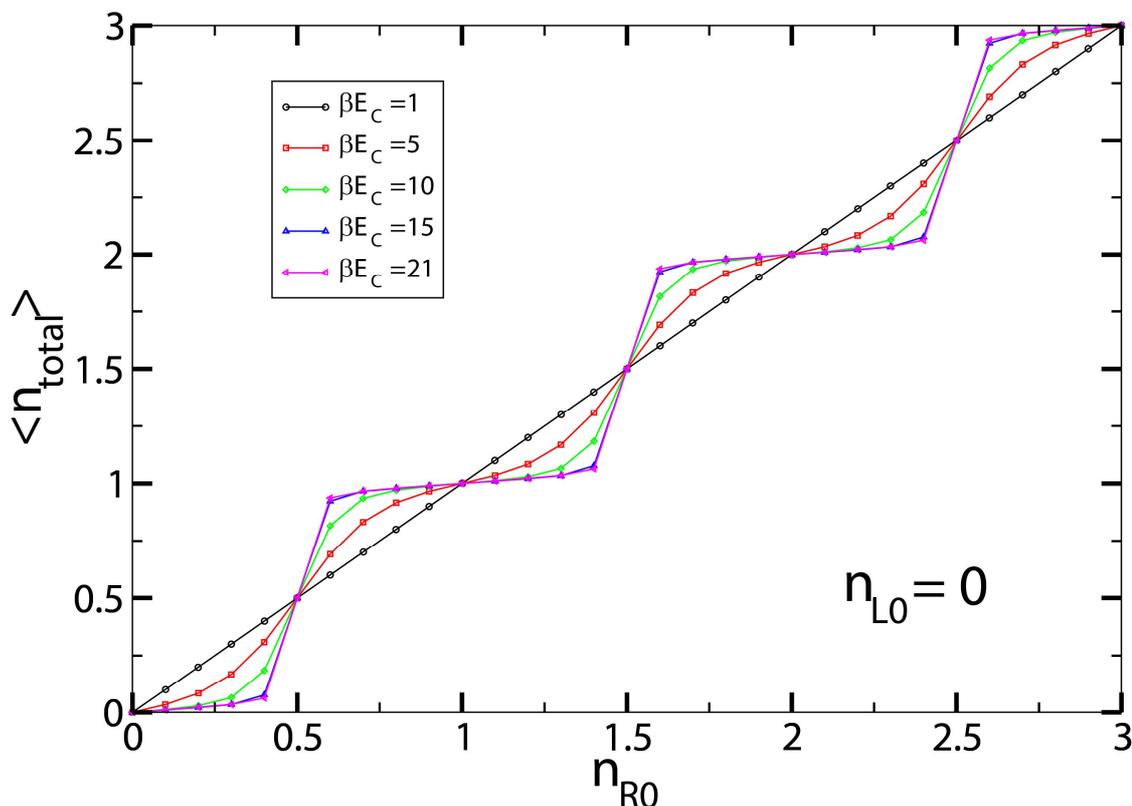
4.1 กรณีที่กำหนดให้ $n_{R0} = 0$ หรือ $n_{L0} = 0$

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวที่ประกอบด้วย 2 เกาะโลหะ ในกรณีที่กำหนดให้จำนวนอิเล็กตรอนในเกาะโลหะฝั่งขวามีค่าเป็นศูนย์โดยกำหนดให้แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วเกตของเกาะโลหะฝั่งขวา (n_{R0}) มีค่าประมาณศูนย์ เมื่อกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเฉพาะที่ขั้วเกตทางซ้ายมือ (n_{L0}) พบว่าจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยรวมของระบบปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวสามารถคำนวณได้จากสมการ (3.13) และมีค่าเปลี่ยนแปลงตามค่า n_{L0} ดังแสดงในภาพ 4.1



ภาพประกอบ 4.1 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยรวมของปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวที่อุณหภูมิต่างๆ ในกรณีที่กำหนดให้ $n_{R0} = 0$ โดยที่จำนวนอิเล็กตรอน $\langle n_R \rangle \approx 0$ ดังนั้น $\langle n_{total} \rangle \approx \langle n_L \rangle$

ในกรณีที่กำหนดให้แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วเกิดของเกาะโลหะฝั่งซ้าย (n_{0L}) มีค่าเป็นศูนย์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเฉพาะที่ขั้วเกิดทางขวามือ (n_{0R}) พบว่าจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยรวมของระบบนี้มีอิเล็กตรอนเดี่ยวมีค่าประมาณ $\langle n_L \rangle$ และเพิ่มขึ้นตามค่าของ n_{0R} ที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.2

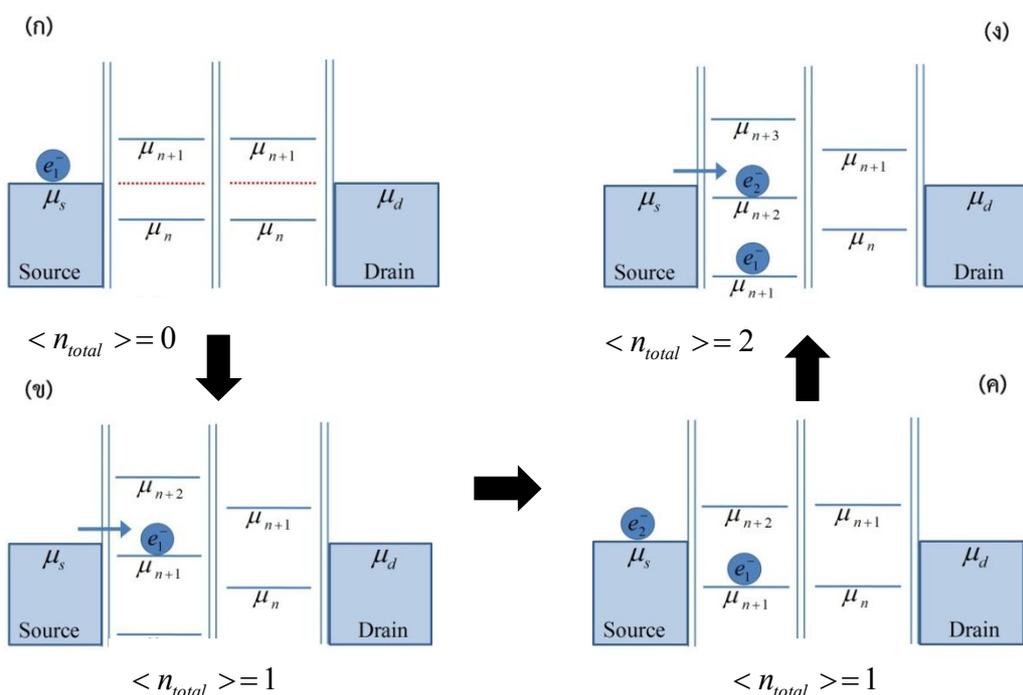


ภาพประกอบ 4.2 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยรวมของปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวที่อุณหภูมิต่างๆ ในกรณีที่กำหนดให้ $n_{L0} = 0$ โดยที่จำนวนอิเล็กตรอน $\langle n_L \rangle \approx 0$ ดังนั้น $\langle n_{total} \rangle \approx \langle n_R \rangle$

จากภาพประกอบ 4.1 และ 4.2 สามารถแบ่งการพิจารณาออกได้เป็น 2 กรณี กล่าวคือ ในกรณีที่อุณหภูมิต่ำ ($\beta E_C \leq 1$) และในกรณีอุณหภูมิต่ำ ($\beta E_C \gg 1$) ในกรณีอุณหภูมิต่ำจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยมีค่าแปรผันตรงกับค่าศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วเกิด ดังแสดงด้วยกราฟสี่เหลี่ยมในภาพประกอบ 4.1 และ 4.2 ซึ่งในกรณีนี้ไม่เกิดปรากฏการณ์การขัดขวางแบบคูลอมบ์ สังเกตได้จากจำนวนอิเล็กตรอนสามารถเพิ่มขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง แต่ในกรณีอุณหภูมิต่ำ เช่น กราฟสี่เหลี่ยม ($\beta E_C = 20$) ในภาพประกอบ 4.1 และ 4.2 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นแบบไม่ต่อเนื่อง เมื่อศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วเกิดมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเมื่อ n_{L0} หรือ n_{R0} มีค่าประมาณ 0.5 1.5 และ 2.5 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 1 2 และ 3 ตามลำดับ แต่ภาพประกอบ 4.1 แสดงการส่งผ่านของอิเล็กตรอนจากขั้วซอร์สมายังขั้ว

เดรน และ 4.2 มีความแตกต่างกันที่ทิศทางการส่งผ่านอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนถูกส่งผ่านจากขั้วเดรนมายังขั้วซอร์ส

จากภาพประกอบ 4.1 และ 4.2 พบว่าจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นแบบขั้นบันได เมื่อค่าความต่างศักย์ที่ขั้วเกตเปลี่ยนแปลงเป็น 0.5 1.5 และ 2.5 จากผลการคำนวณสามารถไปสร้างแผนภาพนำแถบพลังงาน (energy band diagram) เพื่อจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในที่นี้ได้แสดงตัวอย่างเฉพาะกรณีที่กำหนดให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากขั้วซอร์สผ่านเข้าไปในเกาะโลหะโดยแผนภาพได้แสดงในภาพประกอบ 4.3



ภาพประกอบ 4.3 แผนภาพแถบพลังงานการส่งผ่านอิเล็กตรอนของบีมอิเล็กตรอนเดี่ยว ในกรณีที่กำหนดให้ $n_{0R} = 0$ และกำหนดให้แสดงค่า n_{0L} อยู่ในช่วง $[0, 3]$

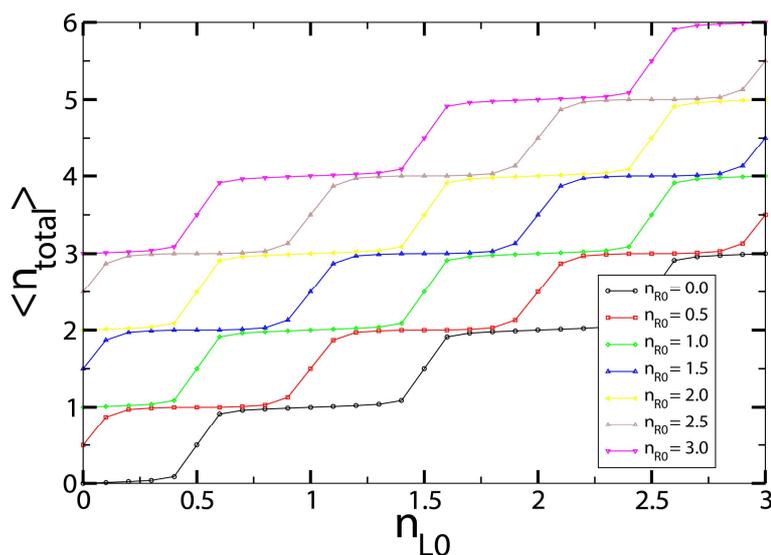
จากภาพประกอบ 4.3 (ก) ในสถานะที่ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วเกตทั้งสองเป็นศูนย์ ระดับพลังงานที่ว่างภายในเกาะฝั่งซ้าย แทนด้วยค่า μ_{n+1} มีค่าสูงกว่าระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่ขั้วซอร์ส μ_s ทำให้อิเล็กตรอนลำดับที่ 1 (แทนด้วยสัญลักษณ์ e_1^-) ไม่สามารถส่งผ่านเข้ามาในระบบได้ จนกระทั่ง $n_{0L} > 0.5$ ดังแสดงในภาพประกอบ 4.3 (ข) ระบบอยู่ในสถานะที่ $\mu_{n+1} < \mu_s$ ทำให้อิเล็กตรอนลำดับที่ 1 สามารถส่งผ่านเข้ามาในเกาะโลหะฝั่งซ้ายได้ ในกรณีนี้ จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยรวมของระบบมีค่า $\langle n_{total} \rangle = 1$ จากนั้น เมื่อ n_{0L} มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง $0.6 < n_{0L} < 1.4$ ระดับพลังงานที่ว่างถัดลงมาในเกาะฝั่งซ้าย μ_{n+2} มีค่าลดต่ำลง แต่ไม่มากพอที่จะทำให้อิเล็กตรอนลำดับที่ 2 ถูกส่งผ่านเข้ามาในระบบได้ ซึ่งจะทำให้ค่า $\langle n_{total} \rangle$ ไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในภาพประกอบ 4.3 (ค) แต่เมื่อ $\mu_{n+2} < \mu_s$

ดังในภาพประกอบ 4.3 (ง) ในกรณีนี้ $n_{0L} \geq 1.5$ อิเล็กตรอนลำดับที่ 2 สามารถผ่านเข้ามายังเกาะโลหะลำดับที่ 1 ได้ ทำให้มีจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยรวมเพิ่มขึ้น $\langle n_{total} \rangle = 2$

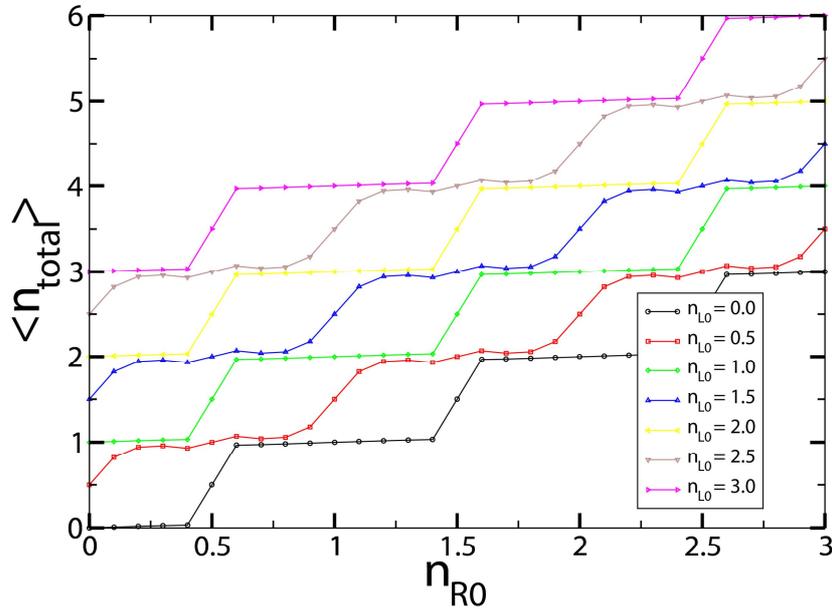
จากที่กล่าวมาข้างต้นได้แสดงให้เห็นว่า จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในระบบสามารถควบคุมให้เพิ่มขึ้น (หรือลดลง) ทีละหนึ่งตัวได้ แต่ที่สภาวะสมดุลความร้อน อิเล็กตรอนในเกาะโลหะจะไม่สามารถทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่งของระบบได้ เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาเฉพาะในกรณีที่ $V_S = V_D = 0$ ทำให้การเปลี่ยนแปลงของจำนวนอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วเกตทั้งสองเท่านั้น ดังนั้นทั้งสองกรณี ปุ่มอิเล็กตรอนเดี่ยวจึงแสดงพฤติกรรมเป็นกล่องอิเล็กตรอนเดี่ยว นอกจากนี้ จากภาพประกอบ 4.1 และ 4.2 พบว่า จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน เมื่อ βE_C มีค่าที่ต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ย โดยบริเวณ $\beta E_C = 1$ การเพิ่มขึ้นของอิเล็กตรอนจะมีลักษณะเป็นเชิงเส้น เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ในช่วงที่อุณหภูมิมิสูงทำให้ไม่เกิดปรากฏการณ์การขัดขวางแบบคูลอมบ์ตามเงื่อนไขในสมการ (2.2) แต่ที่ $\beta E_C \gg 1$ การเพิ่มขึ้นของอิเล็กตรอนมีลักษณะเพิ่มขึ้นแบบขั้นบันได ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากปรากฏการณ์การขัดขวางแบบคูลอมบ์

4.2 กรณีที่ค่า n_{L0} และ n_{R0} มีการเปลี่ยนแปลง

จากหัวข้อ 4.1 ที่ได้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยขึ้นอยู่กับประจุเหนี่ยวนำในเกาะโลหะฝั่งซ้าย n_{L0} และฝั่งขวา n_{R0} ในหัวข้อนี้จะพิจารณาในกรณีที่ $\beta E_C = 21$ ซึ่งเป็นกรณีที่แสดงผลของปรากฏการณ์การขัดขวางแบบคูลอมบ์ได้ชัดเจนที่สุด เมื่อกำหนดค่า n_{R0} เป็นค่าคงที่ต่างๆ พบว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในปุ่มอิเล็กตรอนเดี่ยวสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 4.4 และ 4.5



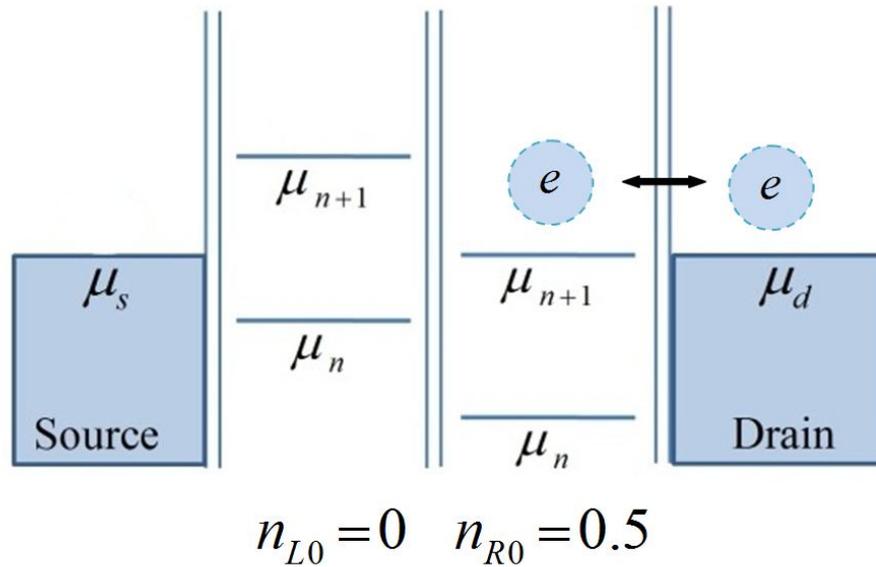
ภาพประกอบ 4.4 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในปุ่มอิเล็กตรอนเดี่ยวกรณีที่ $\beta E_C = 21$ และกำหนดให้ค่า $n_{R0} \in \{0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0\}$



ภาพประกอบ 4.5 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในบีมอิเล็กตรอนเดี่ยว กรณีที่ $\beta E_C = 21$ และกำหนดให้ค่า $n_{L0} \in \{0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0\}$

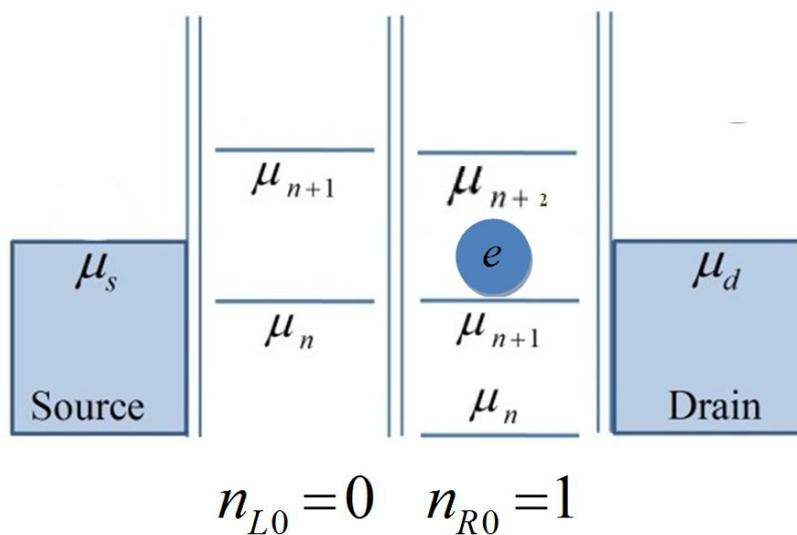
จากภาพประกอบ 4.4 จำนวนอิเล็กตรอนมีลักษณะเพิ่มขึ้นแบบขั้นบันได ซึ่งค่าเริ่มต้นของ $\langle n_{total} \rangle$ จะขึ้นอยู่กับค่า n_{R0} ที่กำหนดให้โดยค่าเริ่มต้นดังกล่าวสามารถพิจารณาได้จากค่า $\langle n_{total} \rangle$ เช่น เมื่อพิจารณาในกรณี $n_{L0} = 0$ และ $n_{R0} = 0.5$ ดังเส้นสีแดงจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยมีค่าเริ่มต้นที่ $\langle n_{total} \rangle = 0.5$ แต่ในกรณี $n_{R0} = 3$ ค่าเริ่มต้นของ $\langle n_{total} \rangle = 3$ เป็นต้น

นอกจากนั้นผลการคำนวณในภาพประกอบ 4.4 และ 4.5 สามารถไปสร้างแผนภาพแถบพลังงานเพื่ออธิบายการส่งผ่านของอิเล็กตรอนในระดั้ดังภาพประกอบ 4.6 ในกรณีที่ค่า $n_{L0} = 0$ และ $n_{R0} = 0.5$ เมื่อระดับพลังงานเฉลี่ยในควอนตัมดอทฝั่งขวามีค่าลดลงอยู่ในระดับเดียวกับระดับพลังงานเฉลี่ยในขั้วเดรน ทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ระหว่างเกาะโลหะฝั่งขวากับขั้วเดรน แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปยังเกาะโลหะฝั่งซ้ายได้ เนื่องจากระดับพลังงานที่ว่างในเกาะโลหะฝั่งซ้ายมีค่าสูงกว่าระดับพลังงานของขั้วซอร์ส ขั้วเดรน และเกาะโลหะฝั่งขวา ดังนั้นจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจึงเป็นจำนวนอิเล็กตรอนที่เพิ่มขึ้นในเกาะโลหะฝั่งขวา โดยโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในเกาะโลหะฝั่งขวามีค่าเท่ากับโอกาสที่จะพบในขั้วเดรน ดังนั้นในกรณีนี้จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยเริ่มต้นจึงมีค่าที่ 0.5



ภาพประกอบ 4.6 แผนภาพพลังงานของปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวเมื่อกำหนดให้ค่า $n_{L0} = 0$ กับ $n_{R0} = 0.5$ และพิจารณาในกรณีอุณหภูมิต่ำ

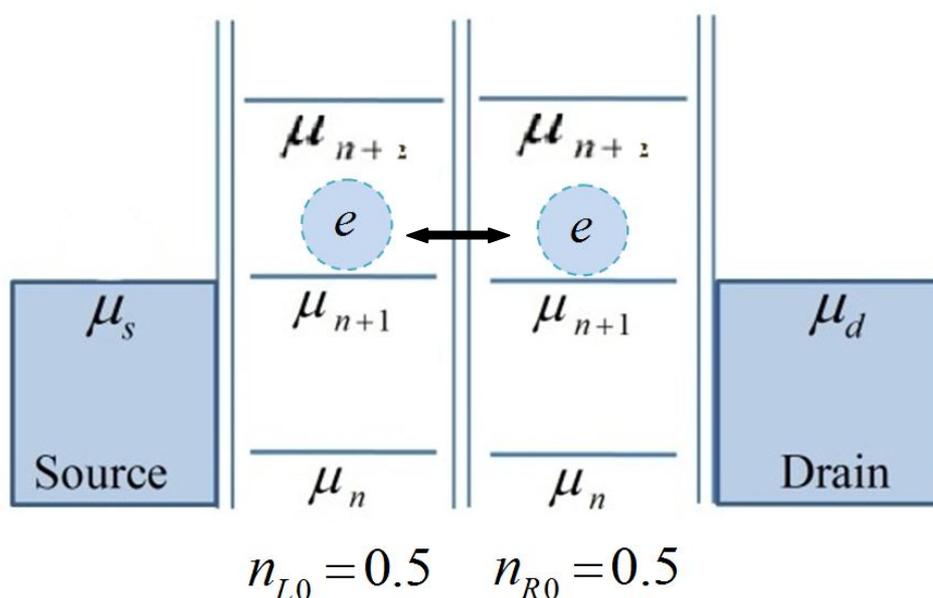
นอกจากนั้น จากภาพประกอบ 4.4 เมื่อพิจารณาเส้นสีเขียวค่า $n_{L0} = 0$ และ $n_{R0} = 1$ จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยมีค่าเริ่มต้นที่ $\langle n_{total} \rangle = 1$ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ระดับพลังงานของเกาะโลหะฝั่งขวามีค่าลดลงต่ำกว่าค่า μ_d อิเล็กตรอนจึงสามารถทะลุผ่านจากขั้วเดรนมายังเกาะโลหะฝั่งขวาได้อย่างสมบูรณ์ ดังแสดงในภาพประกอบ 4.7



ภาพประกอบ 4.7 แผนภาพพลังงานของปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวเมื่อกำหนดให้ค่า $n_{L0} = 0$ กับ $n_{R0} = 1$ และพิจารณาในกรณีอุณหภูมิต่ำ

ในกรณีที่ ค่า $n_{L0} = 0$ และ $n_{R0} = 1$ ระดับพลังงานในเกาะโลหะฝั่งขวามีค่าลดลงต่ำกว่าระดับ μ_n ทำให้อิเล็กตรอนลำดับแรกสามารถเคลื่อนที่มายังเกาะโลหะฝั่งขวา แต่อิเล็กตรอนตัวถัดไปจะไม่สามารถทะลุผ่านเข้ามาในเกาะโลหะทั้งสองได้ เนื่องจากในระดับพลังงาน $\mu_d < \mu_{n+2}$ ดังนั้นจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยเริ่มต้นจึงมีค่าเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในเกาะโลหะฝั่งขวา

นอกจากนี้ ในกรณีที่ค่า $n_{L0} = n_{R0}$ เช่น ในกรณีกำหนดให้ $n_{L0} = n_{R0} = 0.5$ ระดับพลังงานของเกาะโลหะทั้งสองมีค่าเท่ากับระดับพลังงานของขั้วซอร์สและขั้วเดรน ทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งในเกาะโลหะฝั่งซ้ายหรือฝั่งขวา ในกรณีนี้ อิเล็กตรอนเฉลี่ยในบีมอิเล็กตรอนเดี่ยวมีค่าเท่ากับ $\langle n_{total} \rangle = 1$ ดังแสดงในภาพประกอบ 4.8



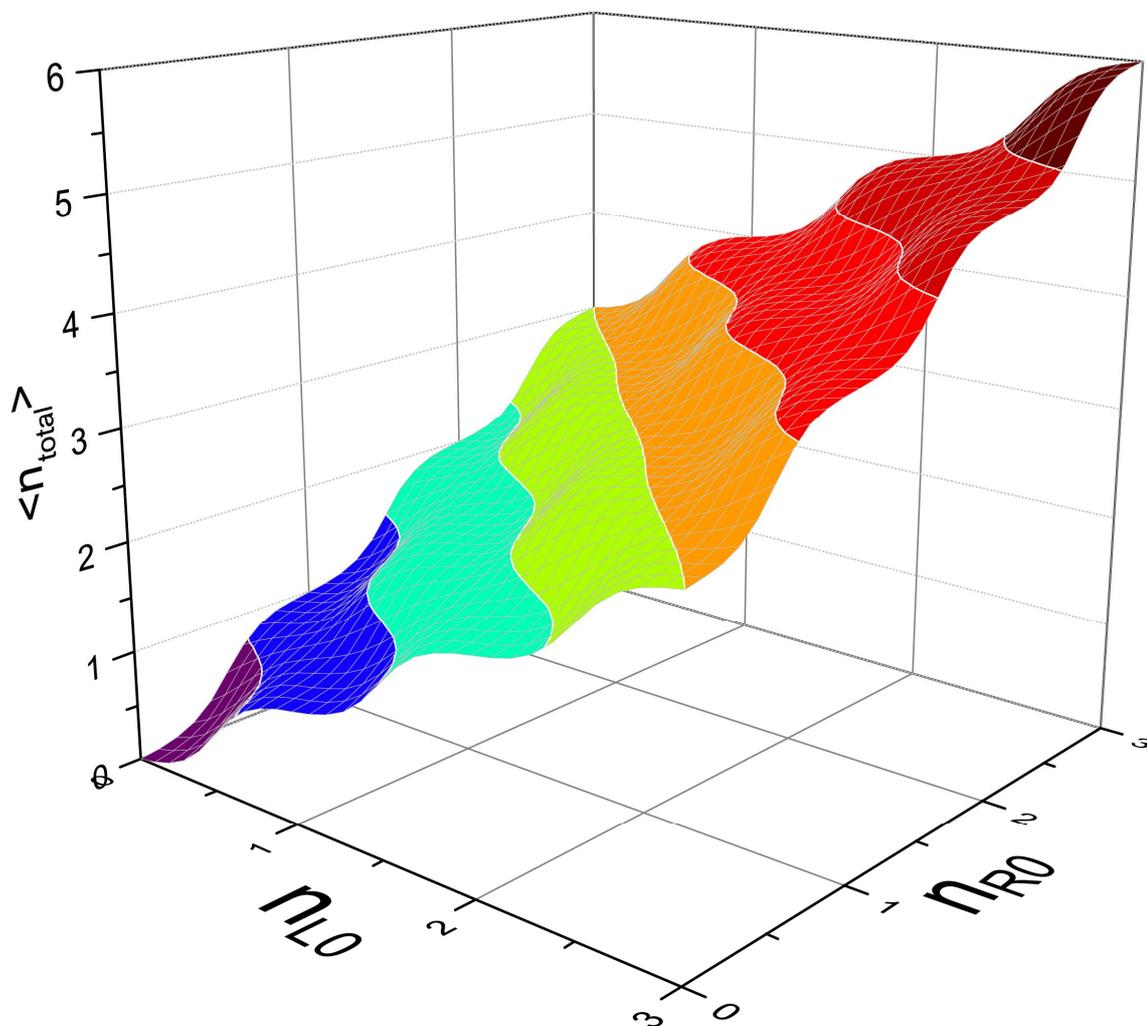
ภาพประกอบ 4.8 แผนภาพพลังงานของบีมอิเล็กตรอนเดี่ยวเมื่อกำหนดให้ค่า $n_{L0} = 0.5$ กับ $n_{R0} = 0.5$

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำไปอธิบายการส่งผ่านอิเล็กตรอน ในกรณีภาพประกอบ 4.5 ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันเฉพาะจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยเริ่มต้นในระบบ ที่ถูกกักในเกาะโลหะฝั่งซ้ายหรือฝั่งขวา

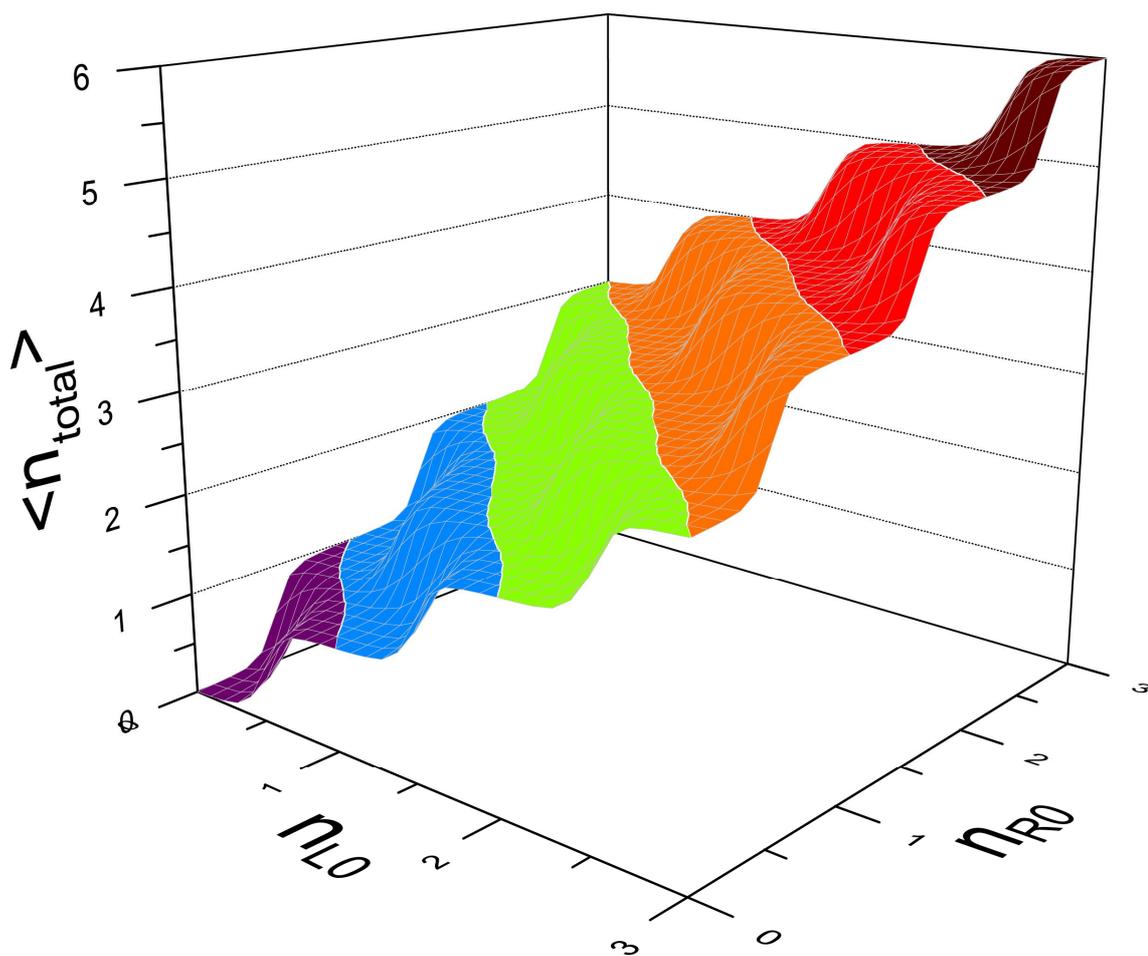
4.3 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยรูปแบบสามมิติ

ในหัวข้อที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นว่าจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในบีมอิเล็กตรอนเดี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงตามค่า n_{L0} และ n_{R0} โดยได้กำหนดค่า n_{L0} หรือ n_{R0} ค่าใดค่าหนึ่งเป็นค่าคง แต่ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงในกรณีที่ n_{L0} และ n_{R0} มีการเปลี่ยนแปลงไปพร้อมกัน การเพิ่มขึ้นของจำนวน

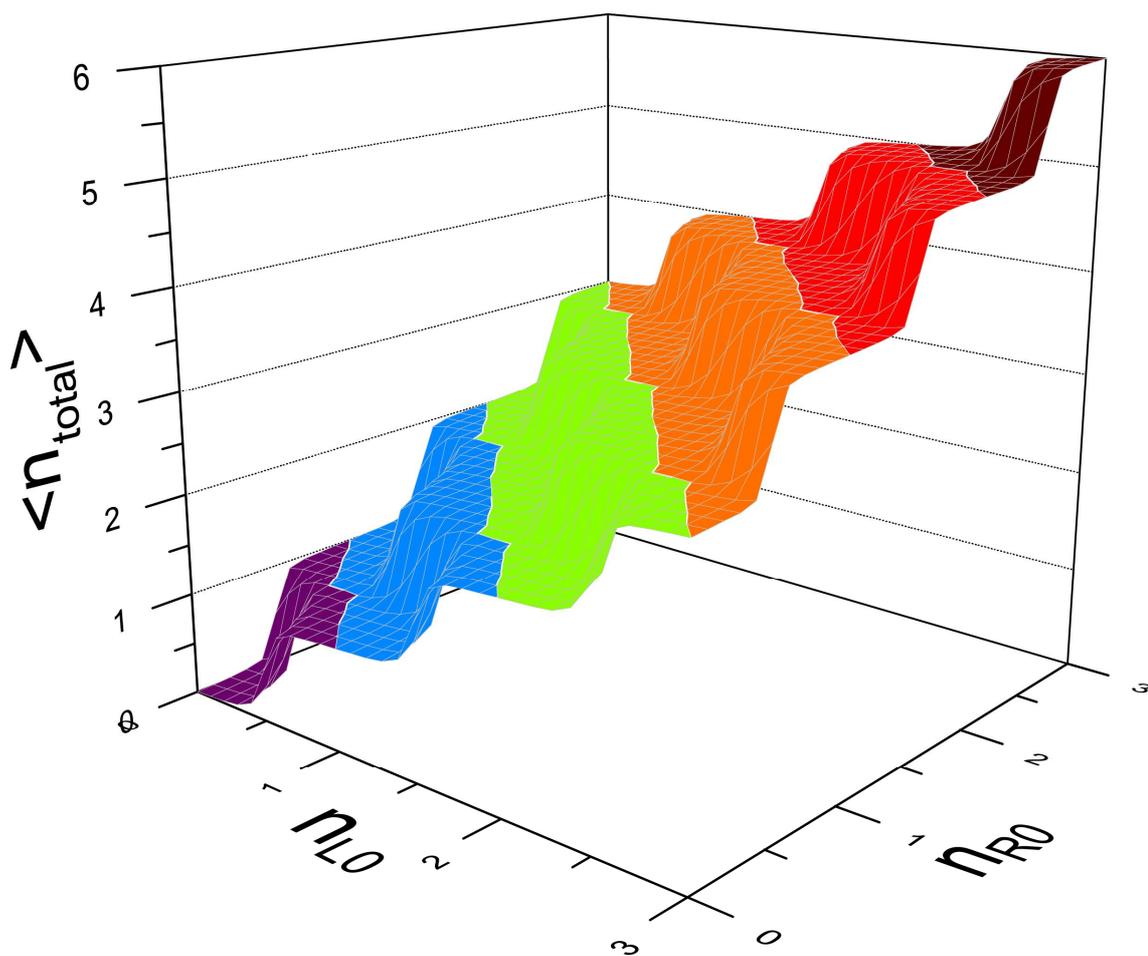
อิเล็กตรอนเฉลี่ยในปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวเป็นฟังก์ชันของ n_{L0} และ n_{R0} ดังแสดงในสมการ (3.18) – (3.19) และผลการคำนวณจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยได้แสดงในภาพประกอบ 4.9 – 4.12



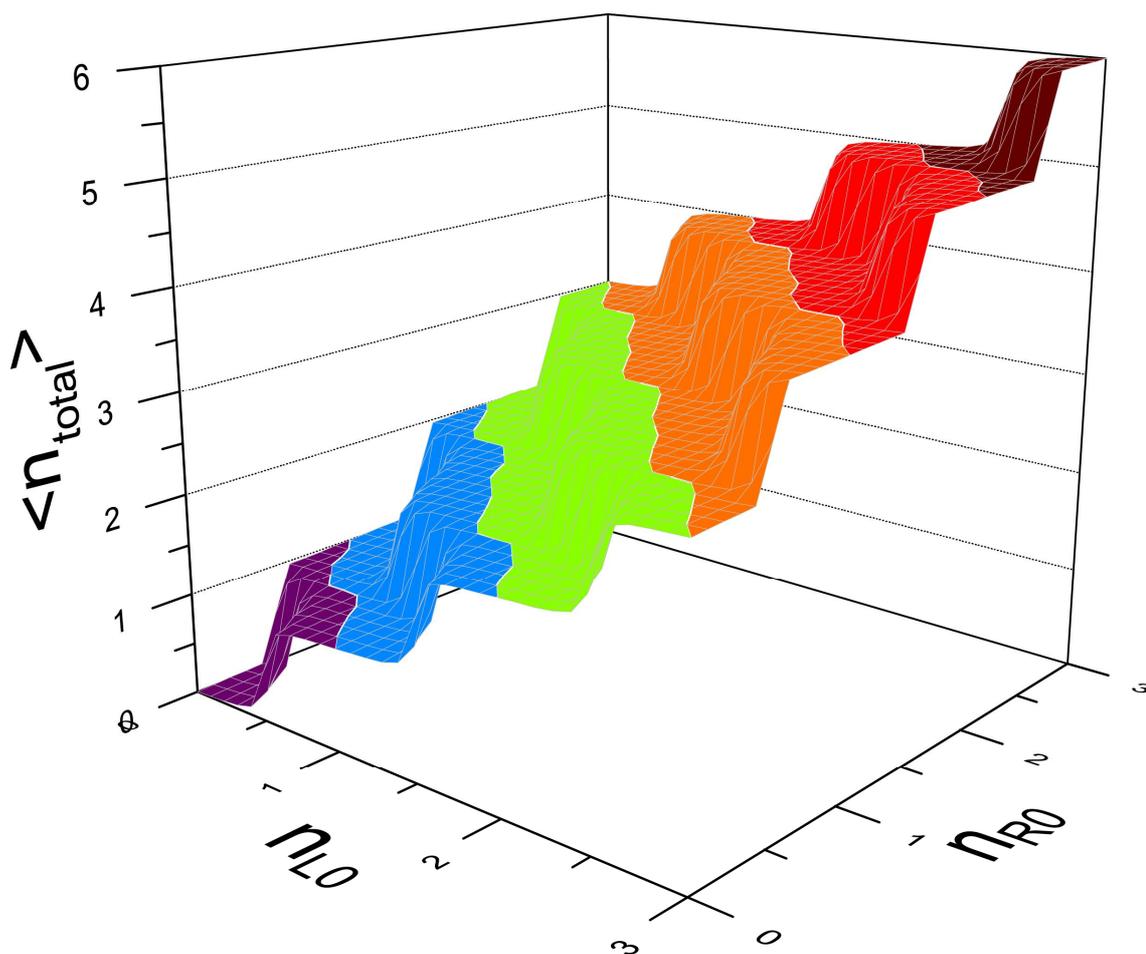
ภาพประกอบ 4.9 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวแบบสามมิติ ในกรณี $\beta E_C = 5$



ภาพประกอบ 4.10 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวแบบสามมิติ ในกรณี $\beta E_C = 10$



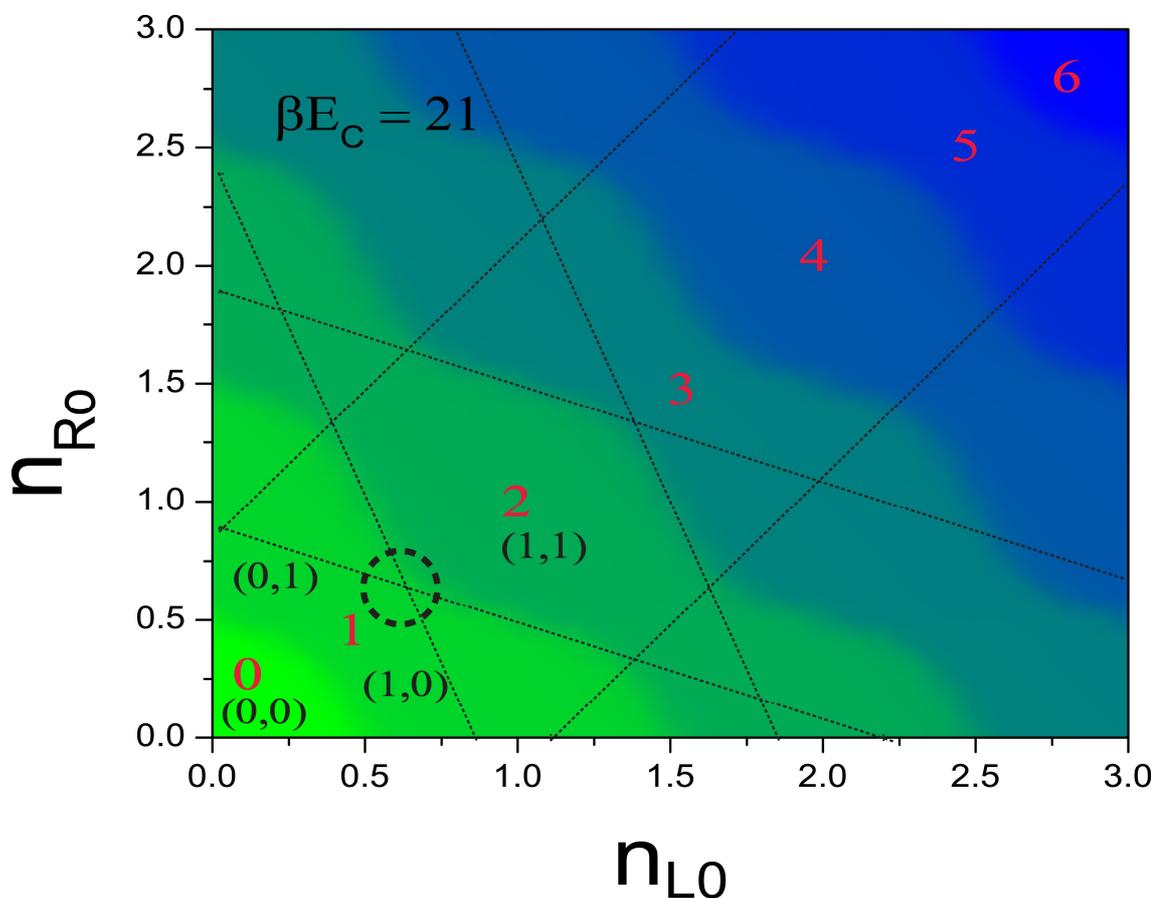
ภาพประกอบ 4.11 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวแบบสามมิติ ในกรณี $\beta E_C = 15$



ภาพประกอบ 4.12 จำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในปั๊มอิเล็กตรอนเดี่ยวแบบสามมิติ ในกรณี $\beta E_C = 21$

จากภาพประกอบ 4.9-4.12 เมื่อ n_{L0} และ n_{R0} มีค่าเพิ่มขึ้นจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยในกราฟได้ใช้สีแสดงจำนวนที่เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นดังกล่าวเป็นลักษณะขั้นบันได จาก 1 ถึง 6 ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าการเปลี่ยนจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยจะเป็นตามการเปลี่ยนแปลงของค่า n_{L0} และ n_{R0} และการเพิ่มขึ้นของอิเล็กตรอนจะมีลักษณะไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากเกิดปรากฏการณ์ขัดขวางแบบคูลอมบ์

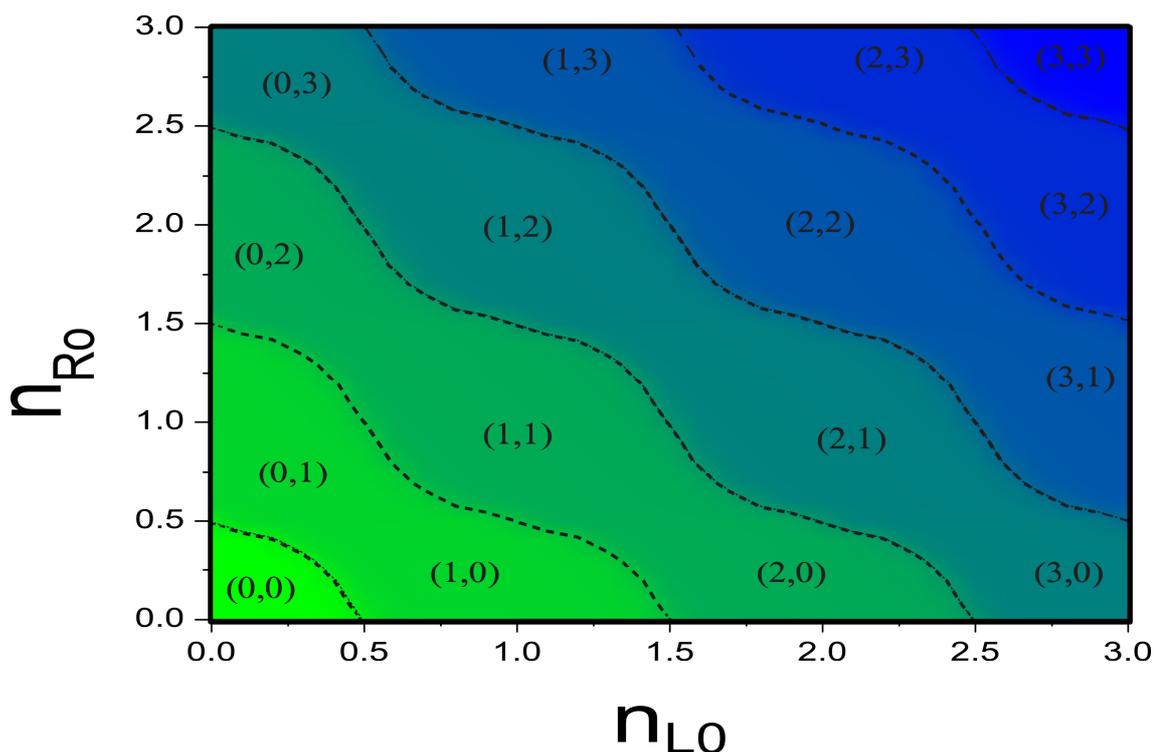
การเปลี่ยนแปลงของจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยสามารถบ่งบอกสถานะที่ของระบบได้ด้วยการทำแผนภาพในสามมิติให้อยู่ในรูปสองมิติได้ดังภาพประกอบ 4.13 จากการเพิ่มขึ้นของอิเล็กตรอนแบบไม่ต่อเนื่องดังกล่าว สามารถนำไปสร้างแผนภาพเสถียรเพื่อแสดงสถานการณ์เปลี่ยนแปลงของอิเล็กตรอนในระบบได้ โดยการฉายภาพดังกล่าวลงบนระนาบ n_{L0} และ n_{R0} และใช้ความเข้มสีแสดงจำนวนอิเล็กตรอนในปริมาณที่ต่างกัน ดังภาพประกอบ 4.13



ภาพประกอบ 4.13 ภาพฉายจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยด้วยผลจากวิธีควอนตัมมอนติคาร์โลที่อุณหภูมิต่ำ พร้อมเปรียบเทียบกับแผนภาพเสถียรจากวิธีมาตรฐานที่แสดงเส้นสีแดง [15]

ภาพประกอบ 4.13 ได้แสดงของภาพฉายของการคำนวณจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยในสามมิติด้วยวิธีควอนตัมมอนติคาร์โล โดยตัวเลขในแผนภาพแสดงผลรวมของอิเล็กตรอนในบีมอิเล็กตรอนเดี่ยวที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำผลดังกล่าวเปรียบเทียบกับการคำนวณแผนภาพเสถียรของบีมอิเล็กตรอนเดี่ยวโดยการคำนวณพลังงานต่ำสุด [15] พบว่าผลการคำนวณทั้งสองวิธีสอดคล้องกัน กล่าวคือ มีลักษณะเป็นเซลล์รูปหกเหลี่ยม โดยบริเวณเส้นขอบของเซลล์ดังกล่าวคือเส้นขอบเขตการเพิ่มอิเล็กตรอน โดยจำนวนอิเล็กตรอนจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อข้ามเส้นขอบเขตดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตาม เส้นจุดไขว่ปลาได้จากวิธีมาตรฐานที่เปรียบเทียบกับพลังงานต่ำสุดของระบบจะมีลักษณะเป็นหกเหลี่ยมอย่างเด่นชัด เนื่องจากเป็นผลการคำนวณจากวิธีแบบฉบับที่ไม่ได้พิจารณาผลของการทะลุผ่าน แต่ผลการคำนวณโดยวิธีควอนตัมมอนติคาร์โลที่พิจารณาผลของปรากฏการณ์การทะลุผ่านร่วมซึ่งผลของปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้ขอบเขตบริเวณแสดงสถานะของอิเล็กตรอนในระบบไม่ชัดเจน

นอกจากนี้ภาพประกอบ 4.13 ได้แสดงจุดทริบเปิ้ลพอยท์ซึ่งเป็นจุดที่อิเล็กตรอนสามารถทะลุผ่านจากระหว่างขั้วซอร์ส ไปยังเกาะโลหะฝั่งซ้าย เกาะโลหะฝั่งขวา และทะลุผ่านไปยังขั้วเดรนได้ ซึ่งจุดดังกล่าวส่งผลให้เกิดค่าความนำไฟฟ้าสูงสุด ดังแสดงด้วยวงกลมในภาพประกอบ 4.13 และนอกจากนี้แผนภาพดังกล่าว สามารถนำไปแสดงสถานะของอิเล็กตรอนในแต่ละเกาะโลหะดังภาพประกอบ 4.14



ภาพประกอบ 4.14 ภาพฉายจำนวนอิเล็กตรอนเฉลี่ยด้วยผลจากวิธีควอนตัมมอนติคาร์โล พร้อมแสดงสถานะของอิเล็กตรอนในเกาะโลหะ

แผนภาพเสถียร ในภาพประกอบ 4.14 ได้แสดงสถานะของอิเล็กตรอนที่เพิ่มขึ้นในเกาะโลหะฝั่งซ้ายและฝั่งขวาด้วยตัวเลข เช่น $(0, 0)$ หมายถึงไม่มีอิเล็กตรอนในเกาะโลหะฝั่งซ้ายและฝั่งขวา $(1, 0)$ หมายถึงในระบบมีอิเล็กตรอนในเกาะโลหะฝั่งซ้ายเพิ่มขึ้นหนึ่งตัวและไม่มีอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นในเกาะโลหะฝั่งขวา เป็นต้น