

Onnes

กับการพบสภาพนำยิ่งยวด



ปรากฏการณ์สภาพนำยิ่งยวด (superconductivity) เกิดขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าสามารถไหลไปในตัวนำโดยไม่มีแรงต้านทานใดๆ เลย เมื่อปี พ.ศ.2530 นักวิทยาศาสตร์จะพบเห็นเหตุการณ์เช่นนี้ เฉพาะเมื่อลวดตัวนำมีอุณหภูมิต่ำกว่า -250 องศาเซลเซียสเท่านั้น แต่ในเดือนมีนาคมของปี พ.ศ. 2530 นั้นเอง โลกก็ได้เริ่มต้นกับข่าวการพบตัวนำยิ่งยวดชนิดใหม่ที่สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร้ความต้านทานใดๆ ที่อุณหภูมิ -240 องศาเซลเซียส ซึ่ง "สูง" อย่างไม่มีใครคาดฝันมาก่อนเลย

เราหลายคนคงรู้ว่า นักวิทยาศาสตร์คนแรกที่พบว่าเห็นปรากฏการณ์ที่น่าตื่นตาตื่นใจนี้ คือ H.K. Onnes และผลการค้นพบสภาพนำยิ่งยวดนี้เอง ที่ได้ทำให้ Onnes ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ประจำปี พ.ศ. 2456

Onnes เกิดเมื่อปี พ.ศ. 2396 ที่เมือง Groningen ในประเทศเนเธอร์แลนด์ บิดาเป็นเจ้าของโรงงานทำกระเบื้องมุงหลังคา เมื่อมีอายุได้ 17 ปี เขาได้เข้าศึกษาฟิสิกส์ที่มหาวิทยาลัย Groningen หลังจากได้ศึกษาที่นั่นนาน 1 ปี ก็ได้ย้ายไปศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัย Heidelberg ในประเทศเยอรมนี ณ ที่นั่นเขาได้ศึกษากับ R. Bunsen (ผู้ประดิษฐ์ตะเกียงเบนเซน) และ G.Kirchoff (เจ้าของกฎการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร)

Onnes สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี เมื่อมีอายุได้เพียง 20 ปี จากนั้นเขาก็ได้ไปศึกษาต่อระดับปริญญาเอกที่มหาวิทยาลัย Groningen โดยทำวิทยานิพนธ์เรื่องอิทธิพลการหมุนของโลกต่อสภาพการแกว่งกวัดของเพนดูลัมที่ทำด้วยเชือกสั้น และเมื่อใกล้จะเสร็จการทำวิทยานิพนธ์ พระพรหมได้ลิขิตให้ Onnes ได้รู้จักกับ Van der waals นักฟิสิกส์แห่งมหาวิทยาลัย Amsterdam

ในอดีตเมื่อ 300 ปีก่อนนี้ นักวิทยาศาสตร์ทุกคนรู้จักกฎของ Boyle ที่แถลงว่า หากเราทำให้อุณหภูมิของก๊าซคงที่ ความดันของก๊าซจะแปรผกผันกับปริมาตร กฎของ Boyle ชื่อนี้ ใช้ได้กับก๊าซอุดมคติเท่านั้น แต่เมื่อนำกฎนี้มาใช้กับก๊าซธรรมชาติ ก็มีการพบว่า ก๊าซธรรมชาติหาได้ประพฤติตัวตามกฎของ Boyle ไม่

ในปี พ.ศ.2416 Van der waals ได้เสนอทฤษฎีของก๊าซใหม่ โดยได้พิจารณาขนาดของโมเลกุลก๊าซ และแรงกระทำระหว่างโมเลกุล สูตรของ Van der waals สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของก๊าซได้ดีกว่าสูตรของ Boyle มาก

การรู้จักมักคุ้นกับ Van der waals ได้ชักนำให้ Onnes หันมาสนใจเรื่องก๊าซ เขาจึงได้พยายามทดสอบ ความถูกต้องของสูตรที่ Van der waals คิดสำหรับก๊าซ ณ ที่อุณหภูมิต่ำมากๆ ทันทันที

ก่อนที่ Onnes จะศึกษาก๊าซ 5 ปี L.P. Cailletet ชาวฝรั่งเศส และ R.P. Pictet ชาวสวิส ได้ประสบความสำเร็จในการทำก๊าซออกซิเจนและไนโตรเจนให้เป็นของเหลว ซึ่งสำหรับก๊าซทั้งสองชนิดนี้ วงการวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้นคิดว่า ไม่มีวันจะกลายเป็นของเหลว แต่เมื่อ Onnes สามารถทำให้ก๊าซ ethylene และอากาศเป็นของเหลวได้ที่อุณหภูมิต่ำ -87 องศาเซลเซียสและ -193 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เขาก็ได้ทุ่มเทความสนใจในการทำก๊าซฮีเลียมให้เป็นของเหลวบ้าง ฮีเลียมนั้นเป็นก๊าซเฉื่อยที่เบาที่สุด และโมเลกุลของมันมีแรงกระทำต่อกันน้อยมาก นักวิทยาศาสตร์แทบทุกคนในสมัยนั้นจึงคิดว่า การทำก๊าซฮีเลียมให้เป็นของเหลวเป็นเรื่องยากและลำบากมาก

แต่ก็ไม่ได้ยากเกินไปสำหรับ Onnes เลย เพราะในตอนเย็นของวันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2451 นั้นเอง Onnes ก็ได้เป็นมนุษย์คนแรกของโลกที่เห็นฮีเลียมเหลว เขาจึงนำฮีเลียมเหลวที่เขาถั่นได้มาใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของสารต่างๆ ที่อุณหภูมิต่ำถึง -269 องศาเซลเซียสทันที

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้นมีว่า เวลาอุณหภูมิต่ำลงตัวนำไฟฟ้าลดความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำจะลดตาม คำถามจึงมีว่า เวลาอุณหภูมิลดต่ำถึงศูนย์องศาสัมบูรณ์ (-273.15 องศาเซลเซียส) ความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำจะเป็นเช่นไร

Kelvin เชื่อว่า ที่อุณหภูมิต่ำถึงศูนย์องศาสัมบูรณ์ อิเล็กตรอนทุกตัวในตัวนำทุกชนิดจะหยุดนิ่งไม่เคลื่อนที่ ตัวนำจึงไม่นำไฟฟ้าแต่อย่างใด และนั่นก็หมายความว่า ความต้านทานไฟฟ้าจะสูงถึงอนันต์ (infinity) แต่ Onnes คิดว่า เมื่ออุณหภูมิลดใกล้ศูนย์องศาสัมบูรณ์ ความต้านทานจะลดลงๆ จนเป็นศูนย์ในที่สุด

Onnes ได้ตัดสินใจทดสอบความถูกต้อง-ผิด ระหว่างความคิดของเขากับของ Kelvin โดยนำปรอทบริสุทธิ์มาใช้เป็นสารทดลอง และได้พบว่า เมื่ออุณหภูมิลดลงๆ ความต้านทานไฟฟ้าของปรอทบริสุทธิ์ได้ลดลงอย่างช้าๆ และเมื่ออุณหภูมิลดลงถึง -269 องศาเซลเซียส ความต้านทานไฟฟ้าของปรอทก็หายวับไป

อย่างฉับพลัน Onnes รู้สึกประหลาดใจที่เห็นเหตุการณ์นี้มาก เพราะการทดลองได้แสดงว่าเขาและ Kelvin คิดผิดทั้งคู่ และเมื่อเขาทดลองย้อนกลับ โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้ปรอท เขาก็พบว่า เมื่อปรอทมีอุณหภูมิต่ำกว่า -269 องศาเซลเซียส ปรอทไม่มีความต้านทานไฟฟ้าเลย แต่พออุณหภูมิของปรอทสูงกว่า -269 องศาเซลเซียส ปรอทกลับมีความต้านทานไฟฟ้าขึ้นมาอีก

Onnes เรียกปรากฏการณ์ที่เขาพบนี้ว่า สภาพนำยิ่งยวด การทดลองในเวลาต่อมาทำให้เขาได้พบว่า ดีบุกและตะกั่วก็สามารถเป็นตัวนำยิ่งยวดได้เช่นกัน และเมื่อ Onnes ได้พบว่าสสารแม่เหล็กสามารถทำลายสภาพนำยิ่งยวดให้หมดสิ้นไปได้ เขารู้สึกผิดหวังมาก เพราะนั่นหมายความว่า หากเราปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ไหลไปตามเส้นลวดที่ทำด้วยตัวนำยิ่งยวด กระแสไฟฟ้าในลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในบริเวณรอบเส้นลวด ซึ่งสนามนี้จะหวนกลับมาทำลายสภาพนำยิ่งยวดของลวดในที่สุด

หลังจากการค้นพบนี้แล้ว โลกต้องคอยอีกนานถึง 49 ปี จึงได้มีการพบตัวนำยิ่งยวดที่ทำด้วย $Nb_3 Ge$ ซึ่งสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้มาก และในขณะเดียวกันก็สามารถทนต่อสนามแม่เหล็กความเข้มสูงได้ด้วย

Onnes ได้จากโลกนี้ไปในปี พ.ศ. 2469 โดยมีความเชื่อว่า วันหนึ่งในอนาคตข้างหน้า มนุษย์จะมีรถไฟเหาะนั่ง และมีอุปกรณ์ที่ทำด้วยตัวนำยิ่งยวดใช้ในทุกครัวเรือน ณ วันนี้ ความฝันของ Onnes ก็ยังไม่เป็นจริงครับ