

บันทึกคำบรรยายสรุปวิชาฟิสิกส์อุณหภาพ (PH 314) ครั้งที่ 1

เสียงจากผู้ประกาศนำ

“การบันทึกแถบคำบรรยายสรุปกระบวนการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง มุ่งส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเองและบริการความรู้มายังนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์พระราชบัญญัติจัดตั้งมหาวิทยาลัยรามคำแหง เป็นตลาดวิชา.....ผลิตโดยสำนักเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง ท่านผู้ฟังครับ ต่อไปนี้เป็นการบรรยายสรุปวิชาฟิสิกส์อุณหภาพหรือเทอร์มัลฟิสิกส์ (PH 314) ครั้งที่ 1 ในหัวข้อ

1. เนื้อหารายกระบวนการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์อุณหภาพ
2. ศัพท์บัญญัติทางอุณหพลศาสตร์
3. แนะนำกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

โดย รศ.อัจฉรา พันธุ์อำไพ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

*****บันทึกแถบคำบรรยายสรุปนี้ประกอบการบรรยาย
ด้วยการฉายแผ่นภาพโปร่งใสตลอดคำบรรยาย*****

บทนำ

กระบวนวิชาฟิสิกส์อุณหพลศาสตร์หรือเทอร์โมไดนามิกส์นี้มีเนื้อหาตามหลักสูตรที่แบ่งออกได้เป็น 2 หัวข้อใหญ่ คือ อุณหพลศาสตร์หรือเทอร์โมไดนามิกส์แผนเดิมและอุณหพลศาสตร์หรือเทอร์โมไดนามิกส์เชิงสถิติ แต่ก่อนที่นักศึกษาจะเรียนกระบวนวิชานี้ นักศึกษาจะต้องมีพื้นฐานเกี่ยวกับทั้งสองหัวข้อนี้มาบ้างแล้วจากกระบวนวิชาบุพบท PH 215 ฟิสิกส์เชิงสถิติ

สำหรับเทอร์โมไดนามิกส์แผนเดิมนับว่าเป็นวิทยาการที่ได้จากการทดลองโดยตรง สูตรและกฎต่าง ๆ จึงเป็นแบบง่าย ๆ ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน งาน และสมบัติต่าง ๆ ของสาร อาทิเช่นในเรื่องที่เกี่ยวกับการขยายตัวได้แก่ สมบัติของการขยายตัว ส่วนในเรื่องของการถ่ายเทความร้อนได้แก่ ความจุความร้อนจำเพาะ และสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะได้แก่ความร้อนแฝง

ส่วนเทอร์โมไดนามิกส์เชิงสถิติมีเนื้อหาที่อาศัยรากฐานของสมมุติฐาน และทฤษฎีเชิงสถิติ สูตรและกฎต่าง ๆ ที่ได้จากการตั้งสมมุติฐานและทฤษฎีทั้งหลาย อาจนำไปใช้คำนวณหาค่าต่าง ๆ ซึ่งสามารถทดสอบความถูกต้องจากค่าที่ได้จากการทดลอง และอาจนำไปสู่การคาดคะเนค่าต่าง ๆ ที่ไม่สามารถหาได้จากการทดลองโดยตรง เนื่องจากขีดจำกัดบางประการของความรู้และอุปกรณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบันยังต้องพัฒนาต่อไป

เนื้อหารายกระบวนวิชานี้ทั้งหมด คือเทอร์โมไดนามิกส์ เอนโทรปี ศักย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์ การเปลี่ยนสถานะ ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ พาร์ทิชันฟังก์ชัน การกระจายแบบแมกซ์เวลล์ การกระจายแบบโบส-ไอน์สไตน์ และการกระจายแบบเฟอร์มี-ดิแรก

นักศึกษาจะได้ศึกษาทฤษฎีข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์ หลักการของเอนโทรปี ศักย์ในทางเทอร์โมไดนามิกส์ การเปลี่ยนสถานะของสาร ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ หลักสถิติของแมกซ์เวลล์ ของโบส-ไอน์สไตน์ และของเฟอร์มี-ดิแรก

ตามตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรมที่ได้จัดพิมพ์ขึ้นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง ประกอบด้วยเนื้อหาซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอนด้วยกันคือ เทอร์โมไดนามิกส์แผนเดิม ภาคทฤษฎีจลน์และเทอร์โมไดนามิกส์เชิงสถิติ

ในบทแรก ๆ ของตำราตอนแรกจะถือว่าล้นแต่เป็นเนื้อหาที่นักศึกษาควรจะได้ทราบมาก่อนเป็นอย่างดีแล้ว แต่เพื่อให้นักศึกษาสามารถศึกษากระบวนวิชานี้ต่อจากกระบวนวิชาบุพบทได้โดยง่ายยิ่งขึ้น จึงจะได้ทบทวนเนื้อหาส่วนนี้โดยเน้นศัพท์บัญญัติและคำจำกัดความรวมทั้งกระบวนการศึกษาที่สำคัญเป็นลำดับแรก

ศัพท์บัญญัติทางเทอร์โมไดนามิกส์

เนื่องจากการศึกษาในเรื่องเทอร์โมไดนามิกส์จำเป็นต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนอยู่บ้าง และเพื่อให้ทุกคนเข้าใจตรงกันหรือเมื่อต้องการพิจารณาถึงส่วนใด จึงต้องระบุและกำหนดชื่อของส่วนนั้นให้ชัดเจนแน่นอน ให้สอดคล้องกับความหมายหรือคำจำกัดความที่บัญญัติไว้แล้ว เช่น

“ระบบ” ซึ่งนักศึกษามักทราบจากวิชาบุพบทแล้วว่า หมายถึงส่วนใด ๆ ของสิ่งที่ต้องการจะศึกษา ซึ่งมีสัดส่วนที่แน่นอนและมีขอบเขตจำกัด โดยอาจเป็นขอบเขตที่ปรากฏจริง หรืออาจเป็นขอบเขตในจินตนาการก็ได้ ถ้ามีส่วนที่สนใจศึกษาด้วยกันหลายส่วน โดยที่แต่ละส่วนไม่สัมพันธ์กันเลยในทางเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งหมายถึงไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้า-ออกซึ่งกันและกัน หรือไม่มีการกระทำแก่กันและกัน ในกรณีเช่นนี้แต่ละส่วนนั้นเรียกว่า “ระบบอิสระ” โดยในทางปฏิบัติระบบอิสระจะมีฉนวนความร้อนหุ้มห่ออยู่ภายในขอบเขตที่แข็งแรง ทำให้ปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลง จึงไม่มีทั้งความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกและงานกลเกิดขึ้น

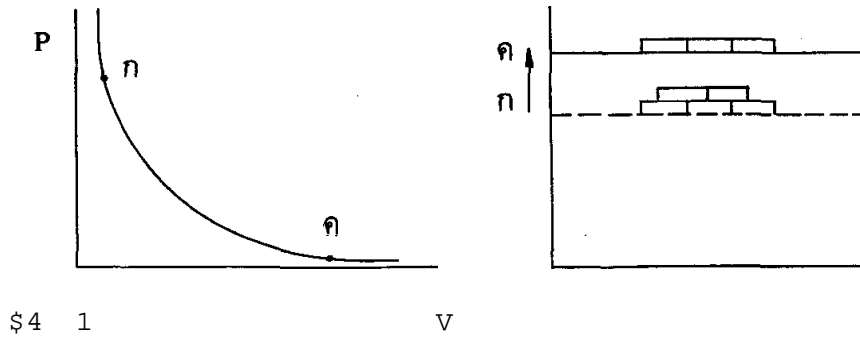
“สิ่งแวดล้อม” คือส่วนที่นอกเหนือไปจากระบบ โดยมีขอบเขตของระบบซึ่งอาจเป็นขอบเขตที่แน่นอน หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ก็ขึ้นอยู่กับระบบกับสิ่งแวดล้อม

ในขณะที่ใด ๆ ที่ระบบมีค่าต่าง ๆ ทางเทอร์โมไดนามิกส์ เช่น อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรที่แน่นอน ค่าต่าง ๆ เหล่านี้แสดงถึง “สภาวะ” ของระบบ

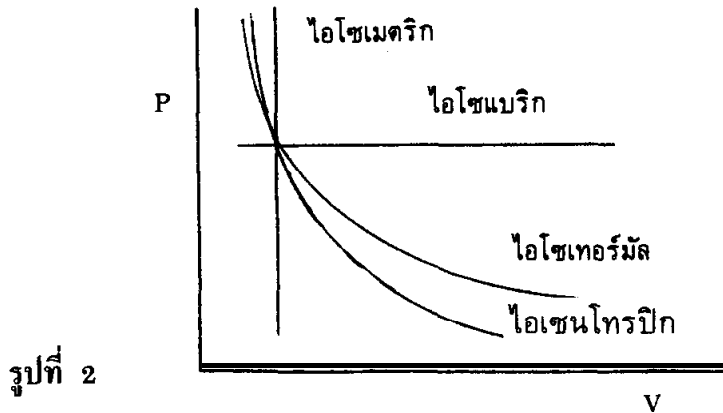
ถ้าสารมีเนื้อเดียวกันอย่างสม่ำเสมอ เช่น เป็นของแข็งเหมือนกัน หรือเป็นของเหลวเหมือนกัน หรือเป็นก๊าซเหมือนกัน แสดงถึง “สถานะ” ของสารนั้น

เมื่อระบบมีการเปลี่ยนแปลงทำให้ค่าต่าง ๆ ของระบบเปลี่ยนไป ในระหว่างที่มีการเปลี่ยนสภาวะ จะเรียกว่าระบบมีการเปลี่ยนแปลงตาม “กระบวนการ” ทางเทอร์โมไดนามิกส์

การศึกษากระบวนการต่าง ๆ อาจแสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ของค่าต่าง ๆ เช่น ความดันกับปริมาตร อุณหภูมิกับความดัน และอุณหภูมิกับปริมาตร (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1) สำหรับระบบก้ำชอุณหคติ มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะ ก ไปยังสภาวะ ค ทำให้ความดันและปริมาตรเปลี่ยนไปตามเส้นทางระหว่างสภาวะ ก และสภาวะ ค จากเดิมที่ระบบมีความดันและปริมาตร P_1 และ V_1 กลายเป็น P_2 และ V_2 โดยที่ก๊าซนั้นอาจบรรจุอยู่ในกระบอกสูบที่ลูกสูบเคลื่อนที่ได้เมื่อได้รับความร้อนทำให้ก๊าซขยายตัวดันลูกสูบเลื่อนออกไป เป็นต้น



ในระหว่างที่ระบบมีการเปลี่ยนแปลงไปอาจจะมีค่าหนึ่งค่าใดทางเทอร์โมไดนามิกส์เท่ากันตลอดกระบวนการ จะมีชื่อเรียกโดยมีคำ “ไอโซ” นำหน้า เช่น “ไอโซเทอร์มัล” หมายถึง อุณหภูมิเท่าเดิมตลอดกระบวนการ, “ไอโซแบริก” ระบบจะมีความดันเท่าเดิมตลอดกระบวนการ, และ “ไอเซนโทรปิก” ระบบมีค่าเอนโทรปีเท่าเดิมตลอดกระบวนการ โดยแต่ละกระบวนการ จะมีการเปลี่ยนแปลงตามเส้นทาง (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2) สำหรับระบบก๊าซอุดมคติ



ในบางครั้งกระบวนการเดียวกันอาจเรียกชื่อต่างกัน เช่น ไอโซเทอร์มัลอาจเรียกว่า ไอโซเทอร์ม หรือกระบวนการไอโซเทอร์มัล ส่วนไอโซเมตริกอาจเรียกว่า ไอโซไซริก และ ไอเซนโทรปิกอาจเรียกว่า แอเดียแบติก ซึ่งหมายถึงฉนวนความร้อน จึงทำให้ไม่มีการถ่ายเทความร้อนและเอนโทรปีไม่เปลี่ยนแปลง

ข้อสังเกต

ถ้าระบบอยู่ในสภาวะสมดุลตลอดเวลา ในขณะที่เปลี่ยนจากสภาวะสมดุลหนึ่งไปสู่อีก สภาวะสมดุลหนึ่ง จะทำให้สามารถวัดค่าต่าง ๆ ของระบบที่สภาวะต่าง ๆ ได้แน่นอนจึงช่วยให้นำมา เขียนลงในกราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าเหล่านี้ได้ หากระบบไม่อยู่ในสภาวะสมดุลในระหว่าง

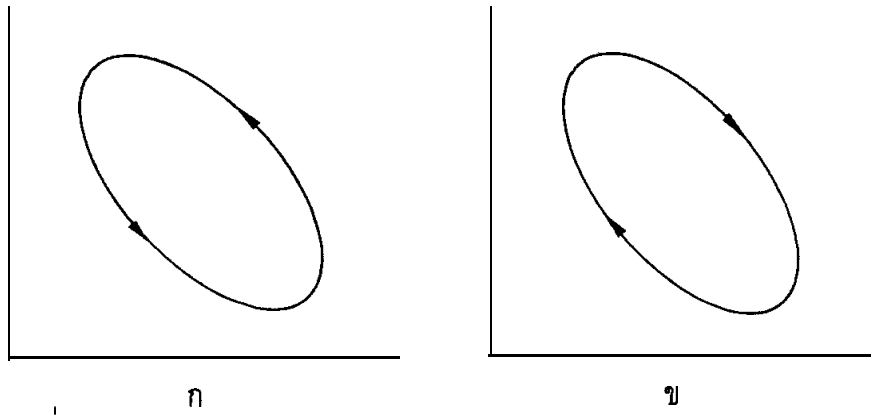
ที่กระบวนการดำเนินไปก็ไม่สามารถแสดงเส้นทางของกระบวนการนั้น ๆ ในกราฟได้

ในทางปฏิบัติขณะที่ระบบมีการเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการใด ๆ แล้วระบบไม่อยู่ในสภาวะสมดุลโดยตลอด แต่อาจอยู่ในสภาวะกึ่งสมดุลที่ต่างไปจากสภาวะสมดุลเล็กน้อย อาจถือได้ว่าระบบอยู่ในสภาวะสมดุล และเรียกกระบวนการนี้ว่า “กระบวนการกึ่งสมดุล”

การที่ระบบเปลี่ยนแปลงไปแต่ระบบยังคงอยู่ในสภาวะสมดุล หรืออนุโลมว่าสมดุลและสามารถหาค่าต่าง ๆ ทางเทอร์โมไดนามิกส์ของระบบได้ทุกจุดจนกระทั่งนำมาเขียนเส้นทางของกระบวนการลงในกราฟได้ เป็นสมบัติที่สำคัญ 2 ประการของกระบวนการชนิด “ผันกลับได้” เนื่องจากเมื่อรู้เส้นทางของกระบวนการตั้งแต่ต้นตลอดไปจนถึงจุดสุดท้ายอย่างแน่นอน ย่อมจะให้กระบวนการเริ่มต้นจากจุดสุดท้ายย้อนกลับตามแนวเดิมไปสู่จุดเริ่มต้นได้ ถือว่ากระบวนการนี้สามารถควบคุมได้ และในทางปฏิบัติกระบวนการที่ย้อนกลับได้และดำเนินไปอย่างช้า ๆ เพื่อที่ระบบจะอยู่ในสภาวะสมดุลตลอดไป และสามารถควบคุมให้เปลี่ยนแปลงไปสู่จุดที่ต้องการได้

ในทางตรงกันข้ามกระบวนการชนิด “ผันกลับไม่ได้” ก็จะหมายถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จนระบบไม่อาจอยู่ในสภาวะสมดุลได้ตลอดเวลา และไม่สามารถเขียนแนวทางของกระบวนการลงในกราฟได้ เนื่องจากไม่ทราบค่าต่าง ๆ ของระบบในระหว่างที่กระบวนการดำเนินไป จากสภาวะสมดุลหนึ่งๆ เริ่มต้นจนถึงสภาวะสมดุลสุดท้าย เมื่อไม่ทราบเส้นทางที่แน่นอนของกระบวนการในระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้ายก็ย่อมไม่สามารถที่จะให้กระบวนการย้อนกลับตามแนวทางเดิมได้ กระบวนการเช่นนี้เป็นกระบวนการทางธรรมชาติหรือกระบวนการที่เกิดขึ้นเองโดยทั่วไป

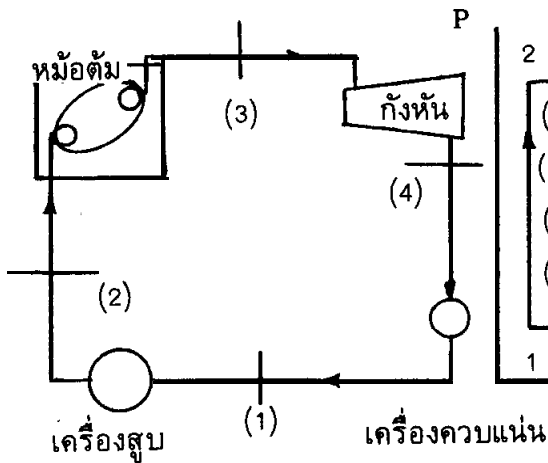
สำหรับกระบวนการที่กลับมาสู่สภาวะเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่ง โดยไม่ย้อนกลับในแนวเดียวกับแนวเดิมเรียกว่า “วัฏจักร” (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3ก) แต่วัฏจักรที่อาจย้อนกลับตามเส้นทางเดิมได้เรียกว่า “วัฏจักรทวน” (ในรูปที่ 3ข) ซึ่งปรากฏว่าวัฏจักรที่ย้อนกลับได้มีประสิทธิภาพสูงกว่าชนิดที่ย้อนกลับไม่ได้



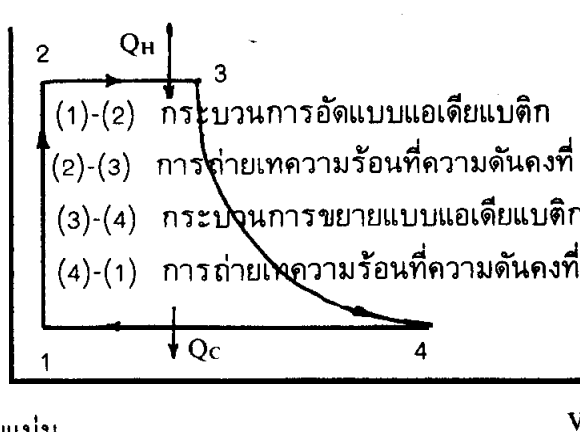
รูปที่ 3

ตัวอย่างเครื่องยนต์ที่ทำงานเป็นวัฏจักร เช่นในเครื่องยนต์ไอพ่น ซึ่งมีอุปกรณ์ต่าง ๆ (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4) และมีการทำงานตามกระบวนการต่าง ๆ (แสดงไว้ในรูปที่ 5) หลายกระบวนการ

โดยกระบวนการจะเริ่มจากสภาวะ (1) เป็นการอัดแบบแอดิเอแบติก ทำให้ระบบมีความดันเพิ่มขึ้นในขณะที่ไม่มีความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกได้ จนถึงสภาวะ (2) จึงจะให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ระบบในขณะที่ความดันคงที่โดยตลอดจนถึงสภาวะ (3) จึงให้ระบบขยายตัวแบบแอดิเอแบติกทำให้ระบบมีปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่ความดันลดลงโดยไม่มีความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกจากระบบได้ จนถึงสภาวะ (4) ซึ่งระบบจะมีความดันเท่ากับเมื่อเริ่มต้น จึงให้มีความร้อนไหลออกจากระบบ ทำให้ปริมาตรของระบบลดลงถึงสภาวะ (1) ดังเดิม



รูปที่ 4



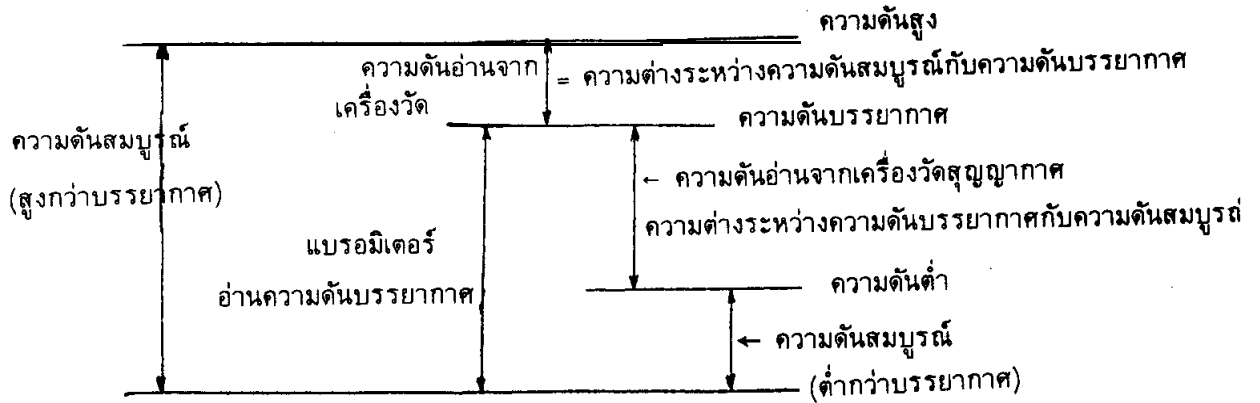
รูปที่ 5

สำหรับค่าต่าง ๆ ที่จะจัดเป็นค่าในทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้ นอกจากจะต้องเป็นค่าที่ไม่ขึ้นกับชนิดของกระบวนการแล้ว จะต้องสามารถหาความสัมพันธ์กับค่าอื่น ๆ ในทางเทอร์โมไดนามิกส์อย่างน้อย 2 ค่าได้ (ให้ดูท้ายบทที่ 2) ซึ่งนักศึกษาควรทราบแล้วจากวิชาบูรพพบว่า ค่าต่าง ๆ ทางเทอร์โมไดนามิกส์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ค่าที่ไม่ขึ้นกับมวล (intensive properties) และค่าที่ขึ้นกับมวล (extensive properties) เช่น ความดันและอุณหภูมิจัดเป็นค่าประเภทแรก เพราะระบบจะมีค่าความดันเท่ากันทุกส่วนเมื่อระบบอยู่ในสภาวะสมดุล และอุณหภูมิก็นั้นเหมือนกันที่สภาวะสมดุลระบบจะมีอุณหภูมิเท่ากันตลอดด้วย แต่ค่าที่เปลี่ยนไปตามขนาดของมวล เช่น ปริมาตรจัดเป็นค่าประเภทหลังนั้น อาจทำให้เป็นค่าที่ไม่ขึ้นกับมวลด้วยการหาค่าจำเพาะ โดยการหาปริมาตรต่อมวลก็จะกลายเป็นค่าประเภทแรกได้ เพราะสารหนึ่ง ๆ ย่อมมีค่าจำเพาะของสารนั้น ๆ ที่แน่นอน ไม่ว่าจะพิจารณาสารนั้นในปริมาณที่มากหรือน้อยอย่างไร

เมื่อกล่าวถึงความสมดุลในทางเทอร์โมไดนามิกส์ ในขณะที่ระบบอยู่ในสภาวะสมดุลนั้น อาจหมายถึงสมดุลในเชิงความร้อน โดยที่ภายในระบบหนึ่งเมื่อเกิดความสมดุลนี้จะมีอุณหภูมิสม่ำเสมอหรือเท่ากันตลอด และในบางกรณีอาจหมายถึงสมดุลในเชิงเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งเกิดความสมดุลนี้ขึ้นภายในระบบ ไม่ว่าจะระบบนั้น ๆ จะอยู่ในสภาวะอย่างไร ก็จะไม่มีการเคลื่อนที่ ไม่มีงานกระทำ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้วย

นอกจากความสมดุลทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว ยังมีความสมดุลแบบอื่น ๆ อีก เช่น ความสมดุลเชิงกล ซึ่งความดันของระบบมีค่าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหรือสถานที่ หรือไม่มีแรงใด ๆ กระทำต่อส่วนใด ๆ ของระบบ และความสมดุลเชิงเคมี ซึ่งเกิดความสมดุลนี้กับระบบเมื่อปฏิกิริยาทางเคมีสิ้นสุดลง

นอกจากนี้เมื่อกล่าวถึงความดัน นักศึกษาอาจพบในโจทย์แบบฝึกหัดหรือในปัญหาทางเทอร์โมไดนามิกส์ว่า บางครั้งอาจใช้ค่าความดันต่างกันเป็น 2 แบบคือ ความดันสมบูรณ์ (absolute pressure) และความดันเกจ (gage pressure) ซึ่งมีความแตกต่างกันแยกออกได้เป็น 2 กรณีคือ ถ้าเป็นระบบที่มีความดันสูงจะใช้เครื่องวัดความดันธรรมดาชื่อ pressure gage ซึ่งความดันที่เครื่องมือนี้วัดได้ จะเท่ากับความแตกต่างระหว่างความดันสมบูรณ์กับความดันบรรยากาศ โดยความดันสมบูรณ์ในกรณีนี้สูงกว่าความดันบรรยากาศ แต่ถ้าเป็นระบบที่มีความดันต่ำจะใช้เครื่องวัดความดันเป็นสุญญากาศที่เรียกว่า vacuum gage ซึ่งอ่านค่าความดันจากเครื่องมือนี้เป็นความแตกต่างระหว่างความดันบรรยากาศกับความดันสมบูรณ์ โดยที่ความดันสมบูรณ์ในกรณีนี้จะต่ำกว่าความดันบรรยากาศ (ดังแสดงไว้ในแผนภูมิของรูปที่ 6)



รูปที่ 6

ในตอนนีขอให้นักศึกษาทบทวนเนื้อหาที่บรรยายมาแล้วทั้งหมด จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรมที่จัดพิมพ์ขึ้นสำหรับกระบวนวิชานี้ตั้งแต่บทที่ 1-3 ซึ่งถือว่าเป็นเพียงการแนะนำและทบทวนเนื้อหาที่นักศึกษาควรจะทราบมาเป็นอย่างดีแล้วจากวิชาบุพบทด้วย จึงขอให้พยายามทำความเข้าใจให้ดี เพื่อเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการศึกษากระบวนวิชานี้ต่อไป นักศึกษาอาจตั้งคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจตามแนวแบบทดสอบที่จะให้ไว้เป็นตัวช่วยอย่างในตอนท้ายของการบรรยายสรุปเนื้อหาในส่วนนี้ ดังนี้

แบบทดสอบความเข้าใจ 1

จงให้เหตุผลว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด

1. ก๊าซที่บรรจุอยู่ในกระบอกสูบทำด้วยฉนวนความร้อน และมีลูกสูบทำด้วยฉนวนเช่นกัน อาจถือได้ว่า ก๊าซนั้นเป็นระบบอิสระ
2. เมื่อเลื่อนลูกสูบที่กล่าวถึงในข้อ 1 ออกไปเล็กน้อยอย่างช้า ๆ เพื่อให้ปริมาตรของก๊าซภายในกระบอกสูบเพิ่มขึ้น กระบวนการนี้เรียกว่า “ไอโซเทอร์มัล” เพราะอุณหภูมิของก๊าซจะคงที่ตลอด เนื่องจากไม่มีความร้อนเข้า-ออกจากระบบก๊าซนั้นได้
3. กระบวนการที่เริ่มต้นและจบลง ณ จุดเดียวกันเรียกว่าเป็นกระบวนการ “ผันกลับได้”

การตอบคำถามข้างต้นนักศึกษาควรจะต้องตอบให้ชัดเจนว่า “ถูก” หรือ “ผิด” ใดอย่างหนึ่ง โดยจะต้องมีเหตุผลประกอบการตัดสินใจด้วย ดังที่จะได้อธิบายพอสังเขปต่อไปนี้

คำตอบแบบทดสอบ 1

1. ถูก ตามความหมายของระบบอิสระในทางเทอร์โมไดนามิกส์ จะต้องไม่มีความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกจากระบบได้ ซึ่งในที่นี้ก๊าซเป็นระบบที่มีขอบเขตโดยรอบเป็นฉนวนจึงไม่มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหรือระบบอื่นใดในแง่ความร้อน และยังคงต้องไม่มีงานกระทำผ่านขอบเขตของระบบด้วยสำหรับระบบอิสระ ซึ่งในข้อความของปัญหานี้ไม่ได้ระบุไว้ เพราะถ้าหากลูกสูบสามารถเคลื่อนที่ได้ จะทำให้ปริมาตรของก๊าซเปลี่ยนไปด้วยแรงภายนอกที่มากกระทำ ในกรณีเช่นนี้ระบบนี้ก็จะไม่ใช่ระบบอิสระที่แท้จริง
2. ผิด กระบวนการนี้เป็น “แอดิเอแบติก” เพราะไม่มีความร้อนเข้า-ออกจากระบบได้ แต่อุณหภูมิของระบบอาจเพิ่มหรือลดลง ซึ่งสามารถแสดงได้โดยกฎข้อที่หนึ่งในการศึกษาต่อไป
3. ผิด กระบวนการที่ทำให้ระบบเปลี่ยนแปลงกลับมาสู่จุดเริ่มต้นอีกเรียกว่า “วัฏจักร” แต่ถ้าเส้นทางของกระบวนการทั้งไปและกลับคือเส้นทางเดียวกันได้ จึงจะเป็นกระบวนการกลับได้

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

ท้ายที่สุดของการบรรยายครั้งที่ 1 นี้ จะแนะนำให้นักศึกษารู้จักกับกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์บางประการก่อนเล็กน้อย ซึ่งจะอยู่ในบทที่ 4 ในตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรมที่ได้จัดพิมพ์ไว้สำหรับกระบวนวิชานี้ ถ้าหากนักศึกษาได้เตรียมตัวอ่านมาก่อนบ้างแล้วล่วงหน้า ในบทแรกที่ว่าด้วยการวัดอุณหภูมิและสเกลอุณหภูมิ จะเห็นว่ากฎข้อที่ศูนย์ของเทอร์โมไดนามิกส์อยู่เหมือนกัน แต่จะกล่าวในภายหลัง

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$dU = dQ - dw \quad (1)$$

เมื่อ U คือ พลังงานของระบบหรือพลังงานภายใน

Q คือ พลังงานความร้อน

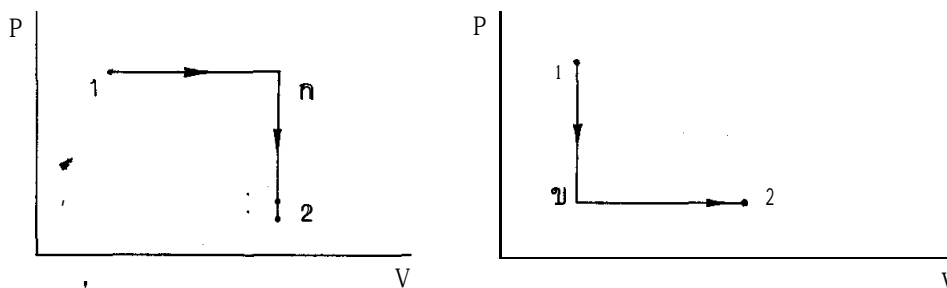
และ w คือ งานกล

โดยความสัมพันธ์นี้แสดงถึงว่า “เมื่อพลังงานความร้อนแปรรูปเป็นพลังงานกล หรือพลังงานกล เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ปริมาณพลังงานที่เปลี่ยนไปทั้งหมดรวมกันจะมีค่าคงที่”

ความหมายของข้อความและความสัมพันธ์ข้างต้นคือ “หลักการคงตัวของพลังงาน” นั่นคือ เมื่อมีการถ่ายเทพลังงานเข้าสู่ระบบ พลังงานของระบบย่อมจะเพิ่มขึ้นเป็นปริมาณที่ เท่ากับพลังงานสุทธิของการถ่ายเท

ในกรณีที่ dQ เป็นปริมาณความร้อนที่ให้กับระบบก่อให้เกิดงานกล dW ซึ่งเป็นงานกล ที่กระทำโดยระบบ ดังนั้นพลังงานของระบบจึงเพิ่มขึ้นจาก U_1 ที่สภาวะเริ่มต้น 1 กลายเป็น U_2 ที่สภาวะสุดท้าย 2 เท่ากับผลต่างของ dQ และ dW

ส่วนที่ว่าปริมาณพลังงานที่เปลี่ยนไปทั้งหมดจะมีค่าคงที่นั้น สามารถแสดงให้เห็นได้ จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของระบบ ตามกระบวนการที่ต่างกันในระหว่างสภาวะ 1 และ สภาวะ 2 โดยที่ปริมาณความร้อนและงานกลที่เกิดขึ้น ในแต่ละกระบวนการอาจไม่ใช่ ปริมาณเดียวกัน แต่เมื่อนำปริมาณพลังงานที่เปลี่ยนไปของกระบวนการหนึ่ง ๆ มาหาค่าสุทธิ จะพบว่าผลลัพธ์ตรงกัน (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7)



รูปที่ 7

สำหรับระบบของไหลบรรจุภายในกระบอกสูบที่มีลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ เมื่อเริ่มต้นระบบมีค่าต่าง ๆ ดังนี้

สภาวะ 1 : ความดัน = P_1 , ปริมาตร = V_1

และ อุณหภูมิ = T_1

ให้ระบบตามตัวอย่างในรูปที่ 7 ผ่านกระบวนการต่างกัน 2 แบบจากสภาวะเริ่มต้น 1 เหมือนกัน ไปสู่สภาวะสุดท้าย 2 เดียวกัน ซึ่งที่สภาวะ 2 มีค่าต่าง ๆ เป็น P_2 , V_2 และ T_2 ตาม ลำดับ

ในแบบ ก ระบบผ่านกระบวนการจาก 1 ไปยังจุด ก แบบไอโซแบริกและจากจุด ก ไปยัง 2 เป็นแบบไอโซเมตริก

ในแบบ ข ระบบผ่านกระบวนการจาก 1 ไปยังจุด ข แบบไอโซเมตริกและจากจุด ข ไปยัง 2 แบบไอโซแบริก

สำหรับวิธีพิสูจน์ว่าพลังงานทั้งหมดที่เปลี่ยนไปรวมกันในแต่ละแบบจะมีผลลัพธ์ตรงกัน นั้น จะแสดงให้เห็นจริงในตอนต่อไป ขอให้นักศึกษาเตรียมศึกษาเรื่องนี้สำหรับการบรรยาย ครั้งต่อไปด้วย

เสียงจากผู้ประกาศ “ที่จบลงไปนั้นคือการบรรยายสรุปวิชาเทอร์มัลฟิสิกส์หรือ PH 314 ครั้งที่ 1 โดย รศ.อัจฉรา พันธุ์อำไพ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง”

.....การบันทึกแถบคำบรรยายสรุปกระบวนการของมหาวิทยาลัยรามคำแหง มุ่งส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเองและบริการความรู้มายังนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป โปรดส่งคำถามและข้อ ข้องใจไปยังคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240.....

