

ประวัตินักวิทยาศาสตร์

ทาง

เทอร์โมไดนามิกส์



โรเบิร์ต บอยล์
Robert Boyle
1627-1691



เบนจามิน ทอมสัน (เคาท์รัมฟอร์ด)
Benjamin Thompson Count
Rumford 1753-1814



ซาดี คาร์โนต์
Nicolas Leonard
Sadi Carnot 1796-1832



เจมส์ พี. จูล
James P. Joule
1818-1889



รูดอล์ฟ เคลาซิอุส
Rudolf Clausius
1822-1888



กุสตาฟ อาร์. เคิร์ชฮอฟฟ์
Gustav Robert
Kirchhoff 1824-1887



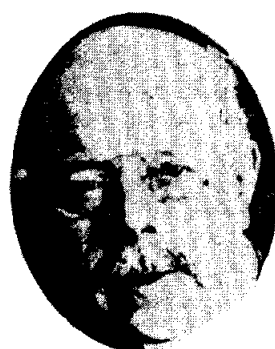
วิลเลียม ทอมสัน (ลอร์ดเคลวิน)
William Thomson
Lord Kelvin 1824-1907



คลาร์ก แมกซ์เวลล์
Clerk Maxwell
1831-1879



เจ. วิลลาร์ด กิบส์
J. Willard Gibbs
1839-1903



วัลเทอร์ เนินสต์
Walther Nernst
1864-1941



แมกซ์ พลังค์
Max Planck
1858-1947



อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์
Albert Einstein
1879-1955



ปีเตอร์ เดอบาย
Peter Debye
1884-1966

เคลาซิอุส (1822-1888)

ชื่อ	นายรูดอล์ฟ จูเลียส เอมมานูเอล เคลาซิอุส
สถานที่เกิด	โคสลิน โปเมรานีเย (ประเทศโปแลนด์-ปัจจุบัน) เมื่อวันที่ 2 มกราคม ค.ศ. 1822
การศึกษา	เริ่มศึกษาที่มหาวิทยาลัยในเบอร์ลินและมหาวิทยาลัยอื่น ๆ อีกหลายแห่งของเยอรมัน แต่จบการศึกษาที่ University of Walle ค.ศ. 1848
อาชีพ	ศาสตราจารย์ โรงเรียนทหารปืนใหญ่และวิศวกรรมในเบอร์ลิน ภายหลังจากจบการศึกษาแล้วและต่อมาเป็นศาสตราจารย์ในซูริก, วูร์สเบร์ริก, และบอนน์ ด้วยตามลำดับ
ผลงาน	เคลาซิอุสนับว่าเป็นนักฟิสิกส์ทางทฤษฎีที่ได้ค้นคว้าด้านเทอร์โมไดนามิกส์ และทฤษฎีจลน์ของก๊าซ กับเรื่องการแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าและไดอิเล็กทริกส์ ซึ่งมีคุณค่าอย่างยิ่งจนได้รับการยกย่องและมีชื่อเสียงมากคนหนึ่ง เขาสามารถประยุกต์หลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาสร้างเป็นทฤษฎี เพื่ออธิบายการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ดังมีรายละเอียดพอสังเขปต่อไปนี้

1. เทอร์โมไดนามิกส์และทฤษฎีจลน์ของก๊าซ

ในปี ค.ศ. 1850 เคลาซิอุสได้ชี้แจงกฎสองข้อ ในทางเทอร์โมไดนามิกส์ ให้กระจ่างชัดขึ้นเป็นคนแรก จากคำกล่าวของคาร์โนต์และของจูล ซึ่งคนทั้งหลายเห็นว่าขัดแย้งกัน แต่เคลาซิอุสกลับอธิบายได้ว่าแท้จริงหลักการของคนทั้งสองซึ่งต่างฝ่ายต่างคิดค้นขึ้นมานั้นมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก และแทนที่จะถือว่ามีกฎเพียงกฎเดียวคือ “กฎของความร้อน” ว่าด้วยหลักการคงตัวของแคลอริก เขาแยกออกได้เป็น 2 กฎ คือกฎสมมูลความร้อนกับพลังงานกลเป็นกฎข้อที่หนึ่ง และกฎการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำ ไปสู่แหล่งที่มีอุณหภูมิสูงโดยอัตโนมัติว่าเป็นไปไม่ได้เป็นกฎข้อที่สอง

ต่อมาเขาได้นำผลการคำนวณและหลักการแต่เดิมมาศึกษาใหม่ ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอกับความร้อนแฝง ซึ่งในที่สุดก็ประสบผลสำเร็จ ได้ความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง ดังที่ทราบกันดีทั่วไปซึ่งเรียกว่า “สมการเคลาซิอุส-กลาเปรง (Clausius-Clapeyron equation)”

ค.ศ. 1865 เขาได้กำหนดปริมาณที่ไม่เคยมีใครกำหนดมาก่อนคือ “เอนโทรปี” ของสาร ซึ่งเป็นปริมาณสำหรับวัดความไม่เป็นระเบียบของการกระจาย

เนื่องจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลหรือการจัดเรียงตัวกันภายในสารทั้งหลาย และในที่สุดเขาได้ยึดถือหลักการของเอนโทรปีมาใช้ ในคำกล่าวของเขาเองสำหรับกฎของเทอร์โมไดนามิกส์ ดังนี้ “พลังงานของเอกภพมีค่าคงที่ ในขณะที่เอนโทรปีของเอกภพจะมีค่าเพิ่มขึ้นเสมอ”

ทั้งนี้เขาได้ลองนำเอาปริมาณความร้อนของระบบกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของระบบมาเทียบสัดส่วนกัน และพบว่า สัดส่วนของค่าทั้งสองนี้เพิ่มขึ้นในทุกกระบวนการที่เกิดขึ้นกับระบบอิสระ ซึ่งเป็นระบบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกแต่อย่างใด นอกจากนี้สัดส่วนนี้จะไม่ลดลงเลยไม่ว่าจะอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมใด ๆ ด้วย สัดส่วนดังกล่าวนี้เองคือสิ่งที่เคลาสซิอุสเรียกว่า “เอนโทรปี (entropy)”

ก่อนปี ค.ศ. 1850 นักวิทยาศาสตร์ส่วนมากเชื่อกันว่า อนุภาคของก๊าซไม่เคลื่อนที่แต่เกาะกันอยู่ในลักษณะเดียวกันกับโครงสร้างของผลึกและจะผลึกตันซึ่งกันและกันได้ เนื่องจากตัวการที่เรียกว่า “แคลอริก (caloric)” ภายในก๊าซนั้นทำให้เกิดความดันของก๊าซ เมื่อทฤษฎีแคลอริกยกเลิกไปแล้วก็ได้นำทฤษฎีที่เกี่ยวกับก๊าซมาพิจารณาทบทวนกันใหม่ ซึ่งจุดเป็นบุคคลแรกที่เสนอหลักการว่าโมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วขนาดความเร็วของเสียงทำให้เกิดความดัน แต่หลักการของจูลไม่เป็นที่นิยมกันนัก จนกระทั่งเคลาสซิอุสนำหลักการนี้มาชี้แจงใหม่ให้ละเอียดยิ่งขึ้นว่าโมเลกุลมีการสปีนรอบแกนของตัวเอง ทั้งยังสามารถคำนวณหาความจุความร้อนจำเพาะจากข้อมูลสมมุติของเขาด้วย อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอของเขาไม่ทำให้เกิดความกระจ่างมากนัก เขาประสบปัญหายุ่งยากหลายประการที่ทั้งค้างไว้ ไม่สามารถแก้ได้จนกระทั่งถึงยุคของการค้นคิดทฤษฎีควอนตัมกันขึ้นมา

ถึงแม้กระนั้น ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ (ใหม่) นี้ก็ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมการฟุ้งกระจายของก๊าซหนึ่งไปสู่อีกก๊าซหนึ่ง จึงเป็นไปได้ค่อนข้างช้ากว่าอัตราการเคลื่อนที่ของอนุภาคหนึ่ง ๆ ที่คำนวณได้ ในปี ค.ศ. 1858 เคลาสซิอุสได้ให้ข้อคิดว่า แต่ละโมเลกุลจะต้องมีระยะการเคลื่อนที่สั้น ๆ ช่วงหนึ่งก่อนที่จะไปชนกับโมเลกุลอื่น ๆ แล้วจึงสะท้อนกลับหรือเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ไป ทำให้การฟุ้งกระจายเป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากโมเลกุลอาจเคลื่อนที่ถอยหลังได้บ่อยครั้งเท่า ๆ กับการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และเขาได้สร้างกฎการกระจาย สำหรับระยะของการเคลื่อนที่อย่างอิสระโดยไม่มีการชนกัน ซึ่งเรียกว่า “ระยะอิสระ (free

path)” เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะอิสระเฉลี่ยหรือขอบเขตของโมเลกุล ซึ่งอาจเรียกว่าขนาดของโมเลกุลกับสัมประสิทธิ์ของการฟุ้งกระจาย และจากสมการนี้เองที่ทำให้มีผู้คำนวณหาขนาดของโมเลกุลต่าง ๆ ได้ด้วย

นอกจากนี้ เคลลาซิอุส ยังได้แถลงทฤษฎีที่ว่าด้วยพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลหนึ่งกับแรงที่กระทำต่อโมเลกุลนั้น ซึ่งต่อมาแวนเดอร์วาลส์ได้นำมาใช้หาสมการแสดงสภาวะของก๊าซทั่วไป

2. การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าและไดอิเล็กทริก

ในสารละลายที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า เช่น สารละลายของเกลือแกงนั้น แต่เดิมเชื่อกันว่า โมเลกุลของเกลือเกาะกันอยู่เป็นกลุ่มก้อนเดียวกันในสารละลาย เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปจึงทำให้โมเลกุลแยกออกจากกันเป็นประจุบวกและประจุลบ ซึ่งเคลลาซิอุสมีความเห็นว่าไม่ถูกต้อง และอธิบายว่าสารละลายจะสามารถนำไฟฟ้าได้ต่อเมื่อความต่างศักย์มีค่ามากกว่าค่าจำกัดต่ำสุด ที่เรียกว่า minimum threshold value และสารละลายจะต้องเป็นไปตามกฎของโอห์ม ในขณะที่เดียวกัน เขาก็ให้ข้อเสนอว่า โมเลกุลทั้งหลายจะมีการแตกตัวและแลกเปลี่ยนประจุซึ่งกันและกันเรื่อยไปอยู่แล้ว ถึงแม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งใกล้เคียงกับความเชื่อในปัจจุบัน

เคลลาซิอุส ได้สร้างทฤษฎีเกี่ยวกับไดอิเล็กทริก โดยสมมุติว่าอะตอมเป็นทรงกลมที่สามารถแยกออกเป็นขั้วบวกและขั้วลบได้ อะตอมเหล่านี้จะฝังตัวอยู่ในตัวกลางที่เป็นฉนวน ความสัมพันธ์ระหว่างการแยกขั้วของโมเลกุล (molecular polarizability) กับ ค่าคงที่ของไดอิเล็กทริก รู้จักกันโดยทั่วไปว่า Clausius-Mossotti equation

คาร์โนต์ (1796-1832)

- ชื่อ** นายนิโคลัส เลียวนาร์ต ซาดิ คาร์โนต์
- สถานที่เกิด** ปารีส ฝรั่งเศส เมื่อวันที่ 1 มิถุนายน ค.ศ. 1796
- การศึกษา** จบการศึกษาจากโรงเรียนนายทหารช่าง Ecole Polytechnique ซึ่งมีชื่อเสียงทางด้านวิทยาศาสตร์มากที่สุดของโลกในสมัยนั้น
- อาชีพ** ทหารช่างและนักการเมือง ในขณะที่บิดาเป็นนายทหารชั้นผู้ใหญ่
- ตำราทางวิชาการ** “Reflections on the Motive Power of Fire” ซึ่งเป็นหนังสือเล่มบาง ๆ ว่าด้วยการศึกษาวิธีการและออกแบบเครื่องยนต์ความร้อน ในปี ค.ศ. 1824
- สิ่งประดิษฐ์** เครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของสารส่วนที่ทำงาน แต่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแหล่งป้อนความร้อนกับแหล่งที่รับความร้อน ซึ่งยังไม่มีผู้ใดสร้างขึ้นได้จริง จนกระทั่งปัจจุบันนี้ และเป็นเพียงสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากจินตนาการของคาร์โนต์เท่านั้น อย่างไรก็ตามเมื่อทราบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์นี้ จะช่วยให้คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์แบบอื่น ๆ ได้ทั้งหมด
- บุคลิกภาพ** เงียบขรึมและสุภาพ แต่แฝงไว้ด้วยลักษณะของผู้นำ ได้รับแต่งตั้งให้เป็นผู้ฝึกสอนทหารใหม่ในด้านการใช้อาวุธต่อต้านศัตรูของยุโรป
- คติประจำตัว** “Speak little of what you know, and not at all of what you do not know.”

รายละเอียดผลงานค้นคว้าและศึกษาโดยสังเขป

ในเรื่องการถ่ายเทพลังงานความร้อน ถึงแม้เขาจะไม่ได้เปลี่ยนแปลงความเชื่อถือเก่า ๆ ที่ยังยึดมั่นอยู่กับทฤษฎีแคลอริกของความร้อน แต่โดยหลักการของเขาส่วนใหญ่ถ้าไม่พิจารณาในรายละเอียดปลีกย่อยแล้ว ก็นับว่าเป็นหลักการขั้นพื้นฐานที่ถูกต้องและยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

คาร์โนต์ให้ความสนใจกับเรื่องของพลังงานความร้อน ด้วยการศึกษ เครื่องยนต์ความร้อนแบบต่าง ๆ ว่าทำอย่างไรจึงจะให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และ ก็พบว่า เมื่อมีอุณหภูมิต่างกันในเครื่องยนต์ เช่น ในเครื่องยนต์ไอน้ำ ซึ่งเขาแบ่งส่วนประกอบทั้งหมดออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ แหล่งป้อนความร้อนที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีอุณหภูมิตั้งที่ T_1 แหล่งรับความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งตั้งที่ T_2 และสารที่เป็น ส่วนของการทำงาน ซึ่งคือน้ำ หากน้ำกลายเป็นไอน้ำที่ T_1 จะร้อนที่สุด ในขณะที่

เขาได้นำผลการค้นคว้าเปิดพมพลงเนหนังสือเขาชื่อว่า “Reflections on the Motive Power of Fire” แต่ไม่ได้รับความสนใจเลยจนกระทั่ง วิลเลียม ทรอมสัน (ลอร์ดเคลวิน) ไปพบเข้าในภายหลังเมื่อเวลาผ่านไปว่า 20 ปี และได้นำผลการค้นคว้านี้ไปใช้คำนวณหาคุณสมบัติของสารต่าง ๆ แทนที่จะไปใช้หาการทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน จึงทำให้วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ปัจจุบัน ซึ่งเริ่มต้นโดยคาร์โนต์สมบูรณ์ขึ้น

สำหรับเครื่องยนต์คาร์โนต์ที่สมบูรณ์จะให้ประสิทธิภาพสูงสุดนั้น มีความหมายเป็นเพียงสิ่งที่สมมติขึ้น เป็นสมมติฐานของเครื่องยนต์ในทางเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบเกี่ยวกับเรื่องของเครื่องยนต์ที่มีอยู่จริงในปัจจุบัน และเป็นเรื่องของการพิจารณาถึงเครื่องยนต์ความร้อนที่ไม่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกลทั้งหมดได้ เนื่องจากมีพลังงานความร้อนบางส่วนสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งเป็นที่มาของกฎข้อที่ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์

คุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องยนต์คาร์โนต์ มีอยู่ 2 ประการคือ มีการทำงานเป็นวัฏจักร และสามารถทำงานชนิดผันกลับได้ ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ชนิดคือ ไอโซเทอร์มัล กับ แอเดียแบติก หรือไอเซนโทรปิก ซึ่งมีจังหวะของแต่ละกระบวนการอยู่ 2 จังหวะ คือจังหวะอัด และจังหวะขยาย ดังที่แสดงไว้ใน PV - diagram กับ TS - diagram ข้างล่างนี้

