ประวัตินักวิทยาศาสตร์
ทาง
เทอร์โมไดนามิกส์

รอเบิร์ต บอยล์
Robert Boyle
1627-1691

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

ซาดิ คาร์โนต์
Nicolas Leonard
Sadi Carnot 1796-1832

เจมส์ พี. จูล
James P. Joule
1818-1889

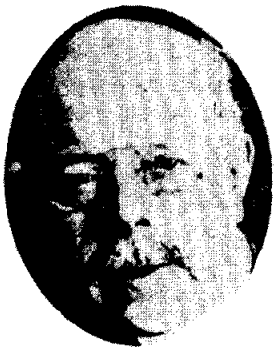
รูดอล์ฟ เคลาซิอุส
Rudolf Clausius
1822-1888

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 โพเมราเนีย (ประเทศโปแลนด์-ปัจจุบัน) เมื่อวันที่ 2 มกราคม ค.ศ. 1822

การศึกษา เริ่มศึกษาที่มหาวิทยาลัยในเบอร์ลินและมหาวิทยาลัยอื่น ๆ อีกหลายแห่งของเยอรมัน แต่จบการศึกษาที่ University of Walle ค.ศ. 1848

อาชีพ ศาสตราจารย์ โรงเรียนทหารปืนใหญ่และวิศวกรรมในเบอร์ลิน ภายหลังที่จบการศึกษาแล้วและต่อมาเป็นศาสตราจารย์ในซูริค, วูร์สเบริร์ก, และบอนน์ ด้วยตามลำดับ

ผลงาน เคลาซิอุสนับว่าเป็นนักฟิสิกส์ทางทฤษฎีที่ได้ค้นคว้าด้านเทอร์โมไดนามิกส์ และทฤษฎีจลน์ของก๊าซ กับเรื่องการแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าและไดอิเล็กทริกส์ ซึ่งมีคุณค่าอย่างยิ่งจนได้รับการยกย่องและมีชื่อเสียงมากคนหนึ่ง เขาสามารถประยุกต์หลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาสร้างเป็นทฤษฎี เพื่ออธิบายการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ดังมีรายละเอียดพอสังเขปต่อไปนี้

1. เทอร์โมไดนามิกส์และทฤษฎีจลน์ของก๊าซ

ในปี ค.ศ. 1850 เคลาซิอุสได้ชี้แจงกฎสองข้อ ในทางเทอร์โมไดนามิกส์ให้กระจ่างชัดขึ้นเป็นคนแรก จากคำกล่าวของคาร์โนต์และของจูล ซึ่งคนทั้งหลายเห็นว่าขัดแย้งกัน แต่เคลาซิอุสกลับอธิบายได้ว่าแท้จริงหลักการของคนทั้งสองซึ่งต่างฝ่ายต่างคิดค้นขึ้นมานั้นมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก และแทนที่จะถือว่ามีกฎเพียงกฎเดียวคือ "กฎของความร้อน" ว่าด้วยหลักการคงตัวของแคลอริก เขาแยกออกได้เป็น 2 กฎ คือกฎสมมูลความร้อนกับพลังงานกลเป็นกฎข้อที่หนึ่ง และกฎการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำ ไปสู่แหล่งที่มีอุณหภูมิสูงโดยอัตโนมัติว่าเป็นไปไม่ได้เป็นกฎข้อที่สอง

ต่อมาเขาได้นำผลการคำนวณและหลักการแต่เดิมมาศึกษาใหม่ ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอกับความร้อนแฝง ซึ่งในที่สุดก็ประสบผลสำเร็จได้ความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง 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 นอกจากนั้นสัดส่วนนี้จะไม่ลดลงเลยไม่ว่าจะอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมใด ๆ ด้วย สัดส่วนดังกล่าวนี้เองคือสิ่งที่เคลาซิอุสเรียกว่า "เอนโทรปี (entropy)"

ก่อนปี ค.ศ. 1850 นักวิทยาศาสตร์ส่วนมากเชื่อกันว่า อนุภาคของก๊าซไม่เคลื่อนที่แต่เกาะกันอยู่ในลักษณะเดียวกันกับโครงสร้างของผลึกและจะผลักดันซึ่งกันและกันได้ เนื่องจากตัวการที่เรียกว่า "แคลอริก (caloric)" ภายในก๊าซนั้นทำให้เกิดความดันของก๊าซ เมื่อทฤษฎีแคลอริกยกเลิกไปแล้วก็ได้นำทฤษฎีที่เกี่ยวกับก๊าซมาพิจารณาทบทวนกันใหม่ ซึ่งจูลเป็นบุคคลแรกที่เสนอหลักการว่าโมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วขนาดความเร็วของเสียงทำให้เกิดความดัน แต่หลักการของจูลไม่เป็นที่นิยมกันนัก จนกระทั่งเคลาซิอุสนำหลักการนี้มาชี้แจงใหม่ให้ละเอียดยิ่งขึ้นว่าโมเลกุลมีการสปินรอบแกนของตัวเอง ทั้งยังสามารถคำนวณหาความจุความร้อนจำเพาะจากข้อมูลสมมุตินี้ของเขาด้วย อย่างไรก็ดี ข้อเสนอของเขาไม่ทำให้เกิดความกระจ่างมากนัก เขาประสพปัญหายุ่งยากหลายประการที่ทิ้งค้างไว้ ไม่สามารถแก้ได้จนกระทั่งถึงยุคของการค้นคิดทฤษฎีควอนตัมกันขึ้นมา

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

path)" เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะอิสระเฉลี่ยหรือขอบเขตของโมเลกุล ซึ่งอาจเรียกว่าขนาดของโมเลกุลกับสัมประสิทธิ์ของการฟุ้งกระจาย และจากสมการนี้เองที่ทำให้มีผู้คำนวณหาขนาดของโมเลกุลต่าง ๆ ได้ด้วย

นอกจากนี้ เคลาซิอุส ยังได้แถลงทฤษฎีที่ว่าด้วยพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลหนึ่งกับแรงที่กระทำต่อโมเลกุลนั้น ซึ่งต่อมาแวนเดอร์วาลส์ได้นำมาใช้หาสมการแสดงสภาวะของก๊าซทั่วไป

2. การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าและไดอิเล็กทริก

ในสารละลายที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า เช่น สารละลายของเกลือแกงนั้น แต่เดิมเชื่อกันว่า โมเลกุลของเกลือเกาะกันอยู่เป็นกลุ่มก้อนเดียวกันในสารละลาย เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปจึงทำให้โมเลกุลแยกออกจากกันเป็นประจุบวกและประจุลบ ซึ่งเคลาซิอุสมีความเห็นว่าไม่ถูกต้อง และอธิบายว่าสารละลายจะสามารถนำไฟฟ้าได้ต่อเมื่อความต่างศักย์มีค่ามากกว่าค่าจำกัดต่ำสุด ที่เรียกว่า minimum threshold value และสารละลายจะต้องเป็นไปตามกฎของโอห์ม ในขณะเดียวกันเขาก็ให้ข้อเสนอว่า โมเลกุลทั้งหลายจะมีการแตกตัวและแลกเปลี่ยนประจุซึ่งกันและกันเรื่อยไปอยู่แล้ว ถึงแม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งใกล้เคียงกับความเชื่อในปัจจุบัน

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

คาร์โนต์ (1796-1832)

ชื่อ นายนิโคลัส เลียวนาร์ด 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 ด้วยการศึกษาเครื่องยนต์ความร้อนแบบต่าง ๆ ว่าทำอย่างไรจึงจะให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และก็พบว่า เมื่อมีอุณหภูมิต่างกันในเครื่องยนต์ เช่น ในเครื่องยนต์ไอน้ำ ซึ่งเขาแบ่งส่วนประกอบทั้งหมดออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ แหล่งป้อนความร้อนที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีอุณหภูมิคงที่ T_1 แหล่งรับความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งคงที่ T_2 และสารที่เป็นส่วนของการทำงาน ซึ่งคือน้ำ หากน้ำกลายเป็นไอน้ำที่ T_1 จะร้อนที่สุด ในขณะที่

เป็นน้ำเย็นที่อุณหภูมิ T_2 เย็นที่สุดแล้ว ก็จะใช้ปริมาณความร้อนเพียงเล็กน้อย เพื่อทำให้เครื่องยนต์ที่สมบูรณ์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตามความสัมพันธ์นี้

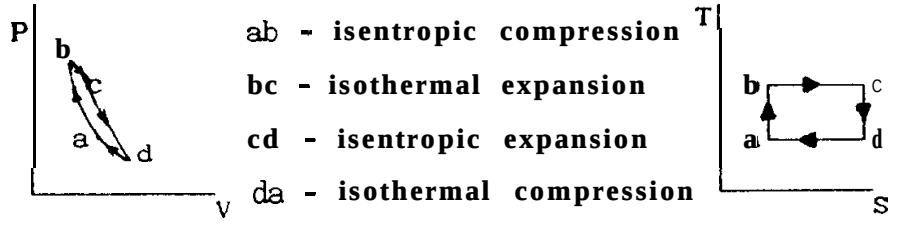
$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

โดยที่ T_1 และ T_2 ในสมการข้างต้นคิดในสเกลองศาสัมบูรณ์

เขาได้นำผลการค้นคว้าไปตีพิมพ์ลงในหนังสือให้ชื่อว่า "Reflections on the Motive Power of Fire" แต่ไม่ได้รับความสนใจเลยจนกระทั่ง วิลเลียม ธอมสัน (ลอร์ดเคลวิน) ไปพบเข้าในภายหลังเมื่อเวลาผ่านไปว่า 20 ปี และได้นำผลการค้นคว้านี้ไปใช้คำนวณหาคุณสมบัติของสารต่าง ๆ แทนที่จะไปใช้หาการทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน จึงทำให้วิชาการเทอร์โมไดนามิกส์ปัจจุบัน ซึ่งเริ่มต้นโดยคาร์โนต์สมบูรณ์ขึ้น

สำหรับเครื่องยนต์คาร์โนต์ที่สมบูรณ์จะให้ประสิทธิภาพสูงสุดนั้น มีความหมายเป็นเพียงสิ่งที่สมมติขึ้น เป็นสมมติฐานของเครื่องยนต์ในทางเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบเกี่ยวกับเรื่องของเครื่องยนต์ที่มีอยู่จริงในปัจจุบัน และเป็นเรื่องของการพิจารณาถึงเครื่องยนต์ความร้อน ที่ไม่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกลทั้งหมดได้ เนื่องจากมีพลังงานความร้อนบางส่วนสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งเป็นที่มาของกฎข้อที่ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์

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



แต่ในทางปฏิบัติแรงเสียดทานในการเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์ และแรงเสียดทานภายในของสารที่เป็นส่วนของการทำงาน ทำให้ความร้อนซึ่งถึงแม้จะถ่ายเทอย่างช้า ๆ เมื่อความแตกต่างของอุณหภูมิน้อยมาก จะถูกส่งผ่านให้กับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เป็นผลให้การผันกลับในเครื่องยนต์ไม่อาจเกิดขึ้นได้ในสภาพที่แท้จริง

เคลวิน (18294907)

ชื่อเดิม นายวิลเลียม ธอมสัน

สถานที่เกิด เบลฟาสต์ ไอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 1824

การศึกษา ปริญญาโท มหาวิทยาลัยกลาสโกว์ สก็อตแลนด์ ค.ศ. 1846

อาชีพ ศาสตราจารย์สอนวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยกลาสโกว์ ค.ศ. 1846
นักคณิตศาสตร์ นักฟิสิกส์ และนักประดิษฐ์ ค.ศ. 1846-1907
อธิการบดี มหาวิทยาลัยกลาสโกว์ ค.ศ. 1904

อิสริยาภรณ์ ได้รับพระราชทานบรรดาศักดิ์ชั้นอัศวิน ค.ศ. 1866 และบารอน ค.ศ. 1892

ตำแหน่งอื่น ๆ ประธานสมาคม Royal Society ค.ศ. 1890-1895

ความสามารถพิเศษ ทางดนตรี - เป่าแตรฝรั่งร่วมวงดนตรีมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ค.ศ. 1844
ทางการเดินเรือ - พายเรือแข่ง ค.ศ. 1844 และแล่นเรือยอชท์ ค.ศ. 1870-1878

สิ่งประดิษฐ์และงานก่อสร้างที่สำคัญ

บอลลิสติกกัลวานอมิเตอร์
เครื่องบันทึกด้วยกราฟแบบประจุไฟฟ้าไซฟอน
เครื่องใช้ไฟฟ้า เทอร์มอมิเตอร์
รวมสิ่งประดิษฐ์ที่จดทะเบียนกรรมสิทธิ์ ประมาณ 70 รายการ
วางสายเคเบิลใต้น้ำข้ามมหาสมุทรแอตแลนติคในปี ค.ศ. 1858
สร้างห้องปฏิบัติการขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศอังกฤษระหว่างที่สอนอยู่
มหาวิทยาลัยกลาสโกว์ บนฝั่งแม่น้ำเคลวิน

ตำราและบทความทางวิชาการ

"Elements of Natural Philosophy" **1867** และตำราอื่น ๆ รวมกัน **600** เล่ม กับบทความอีกมากมาย

บุคลิกภาพและทัศนคติ

ยึดมั่นในศาสนาและหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างแรงกล้า ซึ่งในบั้นปลายของชีวิตได้หันมาสนใจเรื่องการเมืองเพิ่มขึ้นด้วย

สำหรับทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วิน และทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์นั้น ธอมสันไม่เคยยอมรับนับถือทฤษฎีทั้งสองนี้ ทั้ง ๆ ที่ได้รับทราบผลการทดลองของเฮิร์ทส์ที่สนับสนุนทฤษฎีบทของแมกซ์เวลล์ จนเป็นที่ประจักษ์และยอมรับกันโดยทั่วไปในหมู่นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่

คติประจำตัว "การทำงานที่ดีที่สุดของมนุษย์ในชีวิตประจำวันก็คือ การพยายามที่จะรู้และสามารถนำความรู้ตามหลักการวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ได้ และได้อย่างทันเหตุการณ์"

รายละเอียดงานค้นคว้าและวิจัยตามลำดับกันโดยสังเขป

ราวปี ค.ศ. 1840 เศษ ๆ เผยแพร่ความเชื่อถือตามหลักทฤษฎีว่า ทฤษฎีของฟูริเยร์ในเชิงความร้อน ไฟฟ้าแม่เหล็ก และความยืดหยุ่นของวัตถุแข็งมีความคล้ายคลึงกัน

ระหว่าง ค.ศ. 1845-7 สร้างทฤษฎีไฟฟ้าสถิตและหาความสัมพันธ์ทางสูตรคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายแนวความคิดของฟาราเดย์ เกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็ก ซึ่งช่วยให้คลาร์ค แมกซ์เวลล์ สร้างทฤษฎีแม่เหล็กได้ในอีกหลายปีต่อมา

ราวปี ค.ศ. 1850 เศษ นำผลการวิเคราะห์ทางเทอร์โมไดนามิกส์ไปใช้กับทฤษฎีไฟฟ้าและแม่เหล็ก ซึ่งในที่สุดก็หาความสัมพันธ์และสูตรต่าง ๆ สำหรับพลังงานของแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าได้

ค.ศ. 1851 ใช้หลักสมมูลเชิงกลของความร้อนของจูลและกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์ อธิบายเรื่องความร้อนว่า พลังงานไม่สูญหายไปไหน และตั้งเป็นกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์ของเขาเอง "It is impossible by means of inanimate material agency to derive mechanical effect from any portion of matter by cooling it below the temperature of the coldest of the surrounding objects.

จากแง่คิดนี้ ธอมสันได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับรังสีคอสมิกว่า เป็นขุมพลังปลดปล่อยของพลังงาน ซึ่งจะทำให้ในที่สุดโลกจะกลายเป็นที่ ๆ มนุษย์อาศัยอยู่ไม่ได้ และราว ๆ ปี ค.ศ. 1860 เขาได้ให้ความสนใจกับเรื่องอายุของโลก จากการคำนวณพลังงานการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ ร่วมกับอัตราการคายพลังงานของโลก และเขาทำนายว่าโลกจะมีอายุยืนนานอีกราว 100 ล้านปี ซึ่งแย้งกับตัวเลขของนักธรณีวิทยาอย่างรุนแรง

ค.ศ. 1855 ธอมสันเสนอบทความมากมายเกี่ยวกับการส่งสัญญาณโทรคมนาคม ซึ่งเรื่องนี้เป็นเรื่องที่เขาให้ความทุ่มเทและค้นคว้ามากด้วย และได้ประดิษฐ์อุปกรณ์มากมายสำหรับส่งสัญญาณโทรคมนาคม ทั้งยังได้จดสิทธิบัตรเครื่องบันลิสติกกัลวานอมิเตอร์และเครื่องบันทึกด้วยกราฟแบบประจุไซฟอนทำให้เขากลายเป็นบุคคลผู้มีฐานะดีขึ้นในปีต่อ ๆ มา

ผลงานทางด้านนี้ของเขาได้ชักนำให้เขากลายเป็นบุคคลสำคัญในงานก่อสร้างวางสายเคเบิลใต้น้ำข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกครั้งแรก ค.ศ. 1858 ซึ่งได้รับความสำเร็จด้วยดี และได้ก่อสร้างอย่างถาวรขึ้นอีกครั้งหนึ่งเมื่อ ค.ศ. 1866 จากผลงานนี้เขาจึงมีชื่อเสียงไปทั่วโลก และได้รับพระราชทานบรรดาศักดิ์ชั้นอัศวิน

ราว ค.ศ. 1860 แต่งตำราฟิสิกส์ "Elements of Natural Philosophy" ร่วมกับเพื่อนชื่อ Peter Guthrie Tait ซึ่งตำรานี้มีความสำคัญต่อการศึกษาขั้นอุดมศึกษาทั้งในอังกฤษและในต่างประเทศ

ต่อจากนั้น เขาบังเกิดความสนใจในเรื่องราวต่าง ๆ อีกมากมาย และสร้างสิ่งประดิษฐ์เกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็ก เข็มทิศเพื่อการเดินเรือ การขึ้นลงของกระแสน้ำ และเครื่องอุปกรณ์เกี่ยวกับเสียง และอื่น ๆ อีกมาก ในปี ค.ศ. 1892 จึงได้รับพระราชทานบรรดาศักดิ์ชั้นบารอน ซึ่งคนทั่วไปเรียกว่า **ลอร์ดเคลวิน**

จูล (18184889)

ชื่อ นายเจมส์ เพรสคอตต์ จูล (James Prescott Joule)

สถานที่เกิด ซัลฟอร์ด, แลนเคอไชร์ เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม ค.ศ. 1818

การศึกษา ศึกษาด้วยตนเองอยู่กับบ้านเนื่องจากสุขภาพไม่ดี โดยการค้นคว้าและทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ในวัยเด็ก

อาชีพ คหบดี ทายาทเจ้าของโรงเบียร์ผู้มั่งคั่ง

เกียรติคุณ
- ได้รับเหรียญ "Copley Gold Medal" จาก The Royal Society ค.ศ. 1866
- ได้รับแต่งตั้งเป็นประธานสมาคม The British Association for the Advancement of Science ค.ศ. 1872 และ 1887
- มีผู้สร้างอนุสาวรีย์เพื่อเชิดชูเกียรติที่แมนเชสเตอร์และแผ่นป้ายประกาศเกียรติคุณในโบสถ์เวสมินสเตอร์

ผลงาน การค้นคว้าที่มีประโยชน์อย่างมากมายต่อวงการวิทยาศาสตร์ทางด้านความร้อน ไฟฟ้า และเทอร์โมไดนามิกส์ ที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1. ในปี ค.ศ. 1840 วิธีการเทียบหาปริมาณงานกลจากตัวนำไฟฟ้าใน 1 นาที ที่มีกระแสผ่าน 1 คูลอมป์ และศักดา 1 โวลท์
2. ค.ศ. 1843 เสนอบทความเกี่ยวกับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า
3. ค.ศ. 1847 ประกาศหลักความสัมพันธ์และหลักการคงตัวของพลังงาน ซึ่งเป็นผลให้เขาได้ร่วมมือกับเซอร์วิลเลียม ธอมสัน (ลอร์ดเคลวิน) ค้นคว้าต่อมาที่สำคัญคือ ได้ร่วมกันสร้าง "Joule-Thomson porous plug experiment" เพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทางด้านความร้อนเมื่อก๊าซถูกอัดผ่านผนังพรุน

กฎของจูล "งาน 1 จูล หมายถึง งานที่เทียบเท่ากับการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า 1 คูลอมป์ ภายใต้ศักดาไฟฟ้า 1 โวลท์ในเวลา 1 วินาที" หรือ "ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน ย่อมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความต้านทานกับเวลาคิดเป็นวินาทีและกับกระแสไฟฟ้ากำลังสอง"

สมมูลเชิงกลของความร้อนของจูล (Joule's mechanical equivalence of heat) หมายถึง งานกล 4.18×10^7 เอิร์ก เท่ากับปริมาณความร้อน 1 แคลอรี" หรือ "พลังงานเปลี่ยนรูปได้จากรูปหนึ่งไปสู่อีกรูปหนึ่ง และพลังงานไม่สูญหายไปไหน" (งาน 1 จูล = 10^7 เอิร์ก หรือ ปริมาณงานกลที่ทำให้เกิดความร้อน 1 แคลอรี เท่ากับ 4.18 จูล) สำหรับการทดลองที่สนับสนุนหลักการคงตัวของพลังงานของเขาก็ได้แก่การทดลองวัดอุณหภูมิของน้ำตก เพื่อพิสูจน์ว่า ความแรงที่น้ำตกลงมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นความร้อนในทันทีที่หยุด และอุณหภูมิของน้ำเบื้องล่างจะสูงกว่าเบื้องบนที่น้ำยังไม่ตกลงมา และอีกการทดลองหนึ่งของเขาด้วยการกวนน้ำปริมาณน้อย ๆ ใช้กังหันเล็ก ๆ กวนแรง ๆ อย่างเร็วจนกระทั่งน้ำเดือด

พลังค์ (1858-1947)

ชื่อ นายแม็กซ์ คาร์ล เอิร์นสท์ ลุตวิก พลังค์

สถานที่เกิด คีล เยอรมัน เมื่อวันที่ 23 เมษายน ค.ศ. 1858

การศึกษา ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเบอร์ลิน ค.ศ. 1880

อาชีพ อาจารย์มหาวิทยาลัยมิวนิค ค.ศ. 1880
ศาสตราจารย์มหาวิทยาลัยคีล ค.ศ. 1885
ศาสตราจารย์มหาวิทยาลัยเบอร์ลิน ค.ศ. 1889-1928

ตำแหน่งอื่น ๆ ประธานสมาคม Kaiser Wilhelm Society for the Advancement of Science ค.ศ. 1930-1937 ซึ่งปัจจุบันเรียกว่าสถาบันแมกซ์ พลังค์

รางวัลเกียรติยศ ได้รับรางวัลโนเบล ค.ศ. 1918 สาขาฟิสิกส์ สำหรับผลงานทางด้านทฤษฎีควอนตัมของเขา

บุคลิกภาพและทัศนคติ พลังค์เป็นผู้หนึ่งในสมัยที่เยอรมันปกครองระบบนาซี ภายใต้การนำของฮิตเล่อร์ที่ต่อต้านระบอบการปกครองนั้นอย่างออกหน้าออกตา พร้อมกับลูกชายของเขาผู้ซึ่งต้องโทษประหารชีวิตฐานคบคิดแผนการลอบฆ่าฮิตเล่อร์ด้วย

ผลงานต่าง ๆ ที่สำคัญ งานค้นคว้าของพลังค์ที่ประสบผลสำเร็จมากที่สุดคือ เรื่องการแผ่รังสีของวัตถุดำซึ่งเขาสามารถสร้างสมการง่าย ๆ แต่นำมาใช้อธิบายการกระจายของรังสีจากวัตถุดำได้ทุกขนาดความยาวคลื่น และสำหรับพลังงานของการแผ่รังสีนั้น พลังค์ตั้งสมมติฐานว่าเป็นปริมาณที่ไม่ต่อเนื่อง แต่มีขนาดเป็นห้วง ๆ เรียกว่าควอนตัม (quantum) โดยที่ขนาดของแต่ละควอนตัมของพลังรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความถี่ของรังสีนั้น ซึ่งอัตราส่วนระหว่างขนาดของควอนตัมกับความถี่มีค่าคงที่ เขียนแทนด้วยอักษร h ดังที่เรียกกันในปัจจุบัน ค่าคงที่ของพลังค์นับว่าเป็นหนึ่งในบรรดาค่ามูลฐานต่าง ๆ ในทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีควอนตัมนี้เป็นเรื่องใหม่สำหรับ ค.ศ. 1900 จึงยังไม่ใคร่เป็นที่ยอมรับนับถือกันทั่วไปเท่าใดจนกระทั่ง ค.ศ. 1905 เมื่อแอลเบิร์ต ไอน์สไตน์ นำมาใช้กับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก เนื่องจากไม่สามารถใช้กฎเกณฑ์ดั้งเดิมทางฟิสิกส์มาอธิบายได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ และไอน์สไตน์ก็ได้นำทฤษฎีนี้ไปใช้กับการพิจารณาเอกภพทั้งหมด นอกจากนั้น ในปี ค.ศ. 1913 นิลส์ โบร์ได้นำทฤษฎีควอนตัมไปใช้บ้างในการหาโครงสร้างของอะตอม จึงทำให้คนทั่วไปเห็นความสำคัญของทฤษฎีควอนตัมขึ้นมา และพลังค์ก็ได้รับรางวัลโนเบลต่อมา ในปี ค.ศ. 1918

สำหรับรายละเอียดของทฤษฎีควอนตัมในแง่คณิตศาสตร์ ได้มีผู้ค้นคว้าและเพิ่มเติมขึ้นอีกมาก เช่น Louis de Broglie, Erwin Schrödinger และ Max Born เป็นต้น รวมทั้งแขนงวิชาควอนตัมเชิงกลศาสตร์ที่มีความสำคัญยิ่งต่อทฤษฎีฟิสิกส์ปัจจุบัน

ตำราและบทความทางวิชาการ เฉพาะที่ได้แปลและเรียบเรียงเป็นภาษาอังกฤษที่รู้จักกันทั่วไป ได้แก่ "Introduction to Theoretical Physics" 5 เล่ม (1932-1933); "Treatise on Thermodynamics" (1945); "Scientific Autobiography and Other Papers" (1949) และ "New Science:-Where is Science Going?; The Universe in the Light of Modern Physics; and The Philosophy of Physics (1959)"

รายละเอียดทฤษฎีควอนตัมของพลังค์

พลังค์ได้ทดลองศึกษาถึงปัญหาต่าง ๆ ในทางฟิสิกส์ โดยเฉพาะในทางเทอร์โมไดนามิกส์ หาค่าความร้อนเฉลี่ยของโฟตอน เมื่อเกิดการสั่นด้วยความถี่ ω และสรุปเป็นสูตรได้ว่า

$$\bar{n} = (e^{\hbar\omega/\tau} - 1)^{-1}$$

โดยที่ $\hbar\omega$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงของพลังค์หรือเรียกว่า Planck distribution function

ฟังก์ชันการแจกแจงของพลังค์นี้ได้นำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับการกระจาย

ของการแผ่รังสีของพลังไฟฟ้าแม่เหล็ก เช่น การแผ่รังสีความร้อน หรือการแผ่รังสีของวัตถุดำ นั่นเอง

จากกฎการแผ่รังสีของพลังค์เพื่อแสดงการกระจายความถี่ของรังสีความร้อน สามารถเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\mu(\omega) = \bar{n}\hbar\omega . D(\omega) = \frac{V\hbar}{\pi^2 c^3} \cdot \frac{\omega^3}{e^{\hbar\omega/\tau} - 1}$$

เมื่อ $\bar{n}\hbar\omega$ คือ พลังงานความร้อนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

$D(\omega)$ คือ พลังงานความร้อนต่อหน่วยการเปลี่ยนแปลงความถี่

$$= \frac{V.\omega^2}{\pi^2 c^3}$$

พลังค์ได้พยายามอธิบายถึงการกระจายของพลังงานว่า มีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นในการแผ่รังสีของวัตถุดำอย่างไรบ้าง ได้สำเร็จเป็นคนแรกในปี ค.ศ. 1900 จากทฤษฎีไฟฟ้าแม่เหล็กของแม็กซ์เวลล์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลังงานเป็นปริมาณที่มีค่าต่อเนื่อง พลังค์กลับสร้างทฤษฎีที่สอดคล้องกับผลการทดลอง ซึ่งสรุปว่า พลังงานที่วัตถุปล่อยออกมา และพลังงานที่วัตถุรับไว้ได้นั้นไม่ได้มีค่าต่อเนื่องแต่อย่างใด และเรียกปริมาณที่เป็นหน่วยหนึ่ง ๆ ว่า ควอนตัม โดยที่แต่ละควอนตัมจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของรังสีที่ปล่อยออกมา หรือที่รับเข้าไว้ ดังนี้

ถ้าให้ E = พลังงานของควอนตัมหนึ่ง ๆ

f = ความถี่ของรังสีที่ปล่อยออกหรือรับไว้

จะได้ว่า

$$E \propto f$$

หรือ

$$E = hf$$

เมื่อ h เป็นค่าคงที่ ซึ่งเรียกว่า **ค่าคงที่ของพลังค์** มีค่าประมาณ 6.55×10^{-27} เอิร์ก-วินาที

เปลวเทียนให้แสง รามคำแหงให้ทาง

* 36033 *