ศัพท์ฟิสิกส์เชิงความร้อน

โดย รศ. อัจฉรา พันธุ์อำไพ

A.

absolute temperature อุณหภูมิสัมบูรณ์

อุณหภูมิที่วัดในสเกลซึ่งกำหนดขึ้นโดยเทียบจาก "ศูนย์สัมบูรณ์" ที่ไม่มีค่าติดลบ ถ้าวัดอุณหภูมิในสเกลเซลเซียสซึ่งแบ่งช่วงระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดของน้ำเป็น 100 องศา อุณหภูมิสัมบูรณ์จะใช้สเกลเคลวิน แต่ถ้าเป็นฟาเรนไฮท์สัมบูรณ์จะใช้สเกลแรนคีน และสามารถเทียบสเกลต่าง ๆ ได้ดังนี้

เคลวิน = เซลเซียส + 273.15

แรนคีน = ฟาเรนไฮท์ + 459.67

ปรากฏว่าอุณหภูมิสัมบูรณ์จะตรงกับอุณหภูมิก๊าซอุดมคติ หรือการอ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์แบบก๊าซปริมาตรคงที่ จึงไม่ขึ้นกับชนิดของก๊าซและนับว่าไม่ขึ้นกับอุณหภูมิของสารใดสารหนึ่งโดยเฉพาะ

absolute zero ศูนย์สัมบูรณ์

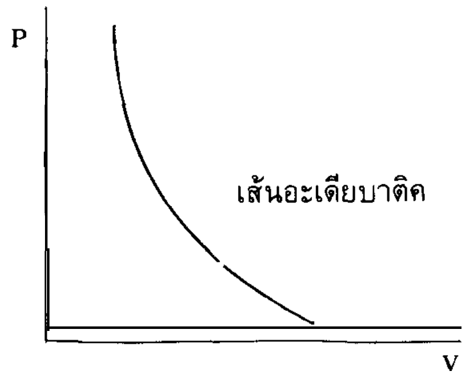
อุณหภูมิต่ำสุดสำหรับวัตถุทุกชนิดซึ่งโมเลกุลของวัตถุจะไม่มีพลังงานความร้อนอยู่ โดยเฉพาะถ้าระบบใด ๆ ผ่านกระบวนการไอโซเทอร์มัลชนิดย้อนกลับได้ระหว่างผิวอะเดียบาติคที่ย้อนกลับได้คู่หนึ่งแล้วไม่มีการถ่ายเทความร้อน อุณหภูมิที่กระบวนการนี้เกิดขึ้นเรียกว่า "ศูนย์สัมบูรณ์" ในสเกลเซลเซียสเท่ากับ −273.15°ซ

adiabatic อะเดียบาติค

ในเชิงความร้อนหมายถึงไม่มีการรับหรือคายความร้อน ซึ่งมีรากศัพท์ดังนี้ a = ไม่, dia = ผ่าน, batic = การไป

adiabatic curve เส้นอะเดียบาติค

เส้นทางการเปลี่ยนแปลงของระบบใด ๆ ตามกระบวนการอะเดียบาติค ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของค่าต่าง ๆ ของระบบนั้น ๆ ขณะที่กระบวนการนี้ดำเนินไป เช่น สำหรับระบบก๊าซอุดมคติที่ผ่านกระบวนการอะเดียบาติคจะแสดงเส้นอะเดียบาติคในกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P และปริมาตร V มีลักษณะดังนี้



adiabatic demagnetization การทำลายความเป็นแม่เหล็กแบบอะเดียบาติค

กรรมวิธีที่ใช้ในการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงได้เป็นอย่างมากจนเกือบถึงศูนย์สัมบูรณ์ โดยการทำให้ผลึกที่ได้รับการเหนี่ยวนำให้มีความเป็นแม่เหล็กเสื่อมสภาพความเป็นแม่เหล็กลงภายในสุญญากาศ ซึ่งเท่ากับทำให้เกิดเป็นฉนวนความร้อนโดยรอบ จะมีงานอะเดียบาติคกระทำโดยผลึกนั้นและอุณหภูมิของผลึกจะลดลงทันที

adiabatic equation สมการอะเดียบาติค

ความสัมพันธ์ของค่าต่าง ๆ ของระบบใด ๆ ตามกระบวนการอะเดียบาติค สำหรับก๊าซอุดมคติจะมีรูปแบบดังนี้ PV^{γ} = ค่าคงที่ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P และปริมาตร V โดยที่ γ คืออัตราส่วนระหว่างความจุความร้อนของก๊าซที่ความดันคงที่เทียบกับความจุความร้อนของก๊าซที่ปริมาตรคงที่ซึ่งมีค่าประมาณ 1.4 สำหรับอากาศที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน

adiabatic work งานอะเดียบาติค

งานที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในของระบบโดยไม่มีการรับหรือคายความร้อน แต่อาจเกิดจากการเปลี่ยนขอบเขตของระบบ

adiabatic process กระบวนการอะเดียบาติค

การเปลี่ยนแปลงของระบบใด ๆ โดยไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้า-ออกจากระบบนั้น ๆ แต่จะทำให้อุณหภูมิของระบบเปลี่ยนแปลงได้ โดยที่ถ้าเป็นการขยายตัวของระบบแบบอะเดียบาติคจะทำให้อุณหภูมิลดลง แต่ถ้าเป็นในทางตรงข้ามจะทำให้อุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้น

adiabatic wall ผนังอะเดียบาติค

ผนังที่ไม่ยอมให้ความร้อนถ่ายเทผ่านไปได้ ซึ่งจัดเป็นฉนวนความร้อน ได้แก่ แผ่นไม้หนา ผนังคอนกรีต ใยแก้ว และสักหลาด เป็นต้น ล้วนเป็นผนังอะเดียบาติคชนิดดี (เปรียบเทียบ **ผนังไดอาเทอร์มิค**)

B.

black body วัตถุดำ

สิ่งที่สามารถดูดกลืนรังสีความร้อนและแสงที่ตกผ่านมาได้ทั้งหมดที่อุณหภูมิคงที่ใด ๆ จะเป็นตัวคายความร้อนอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากที่สภาวะสมดุลย์จะมีอัตราการรับและการคายเท่ากัน

blackbody radiation การแผ่รังสีของวัตถุดำ

การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างสมดุล กับผนังด้านในของโพรงสุญญากาศที่มิดชิด โดยที่อุณหภูมิของผนังนี้จะเท่ากันอย่างสม่ำเสมอทำให้คลื่นที่แผ่กระจายอยู่ภายในประกอบด้วยคลื่น

ที่มีพลังงานได้ต่าง ๆ กันและมีความถี่ได้ตั้งแต่ศูนย์ถึงอนันต์ ทั้งนี้ ไม่ขึ้นกับลักษณะของผนังแต่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาตร ตามกฎของสเตฟานจะแปรโดยตรงกับกำลังสี่ของอุณหภูมิสัมบูรณ์และตามหลักการสมดุล จะมีอัตราการแผ่พลังงานเท่ากับอัตราการดูดกลืนพลังงาน

boiling การเดือด

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากสถานะของเหลวไปเป็นไอโดยการเกิดฟองผุดขึ้นมาไหลวนเวียนอย่างรุนแรง เมื่ออุณหภูมิถึงระดับที่ความดันไออิ่มตัวของของเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศ (ดู **จุดเดือด**)

boiling point จุดเดือด

ระดับอุณหภูมิที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะไปเป็นไอซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามความกดดันของบรรยากาศ เช่น จุดเดือดของน้ำที่ความกดดันต่ำบนภูเขาจะต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำที่ความกดดันสูงกว่า (ดังที่ระดับน้ำทะเล) ดังนั้น จุดเดือดของสารจึงต้องกำหนดที่ความกดดันบรรยากาศเป็น 76 เซนติเมตรของปรอท

brownian motion การเคลื่อนที่แบบบราวเนียน

การเคลื่อนที่ของวัตถุขนาดเล็กมากที่ลอยตัวอยู่ในของไหลเนื่องจากการชนกันกับโมเลกุลที่กระจายอยู่ทั่วไปทุกทิศทางภายในของไหล ทำให้วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่ไม่แน่นอนแต่วกเวียนไปมา

C.

caloric แคลอริค

สารความร้อนที่สมมติขึ้นในยุคก่อนคริสตศตวรรษที่ 19 ว่า ถ้ามีอยู่มากในวัตถุใดจะทำให้วัตถุนั้นมีอุณหภูมิสูงและสารแคลอริคนี้จะถ่ายเทให้กับวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าซึ่งมีแคลอริคน้อยกว่าเมื่อนำวัตถุทั้งสองมาไว้ด้วยกัน จนกระทั่งระดับอุณหภูมิสุดท้ายเท่ากัน แต่ปัจจุบันเป็นที่ทราบแล้วว่าความร้อนไม่ใช่สารแต่เป็นพลังงาน

calorie แคลอรี

หน่วยของความร้อนในระบบเมตริกซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของน้ำ 1 กรัม ที่ 15°ซ สูงขึ้น 1 องศา เทียบเท่ากับ 4.1868 จูลส์

calorimeter แคลอรีมิเตอร์

ภาชนะที่บรรจุของเหลวซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับใช้หาค่าต่าง ๆ ในเชิงความร้อน หรือเครื่องมือที่ใช้วัดหาค่าเชิงความร้อนโดยตรง

calorimetry แคลอรีเมทริ

การวัดค่าต่าง ๆ ในเชิงความร้อน เช่น ความร้อนจำเพาะและความร้อนของการเปลี่ยนสถานะ โดยการหาปริมาณความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลว

ปริมาณหนึ่ง

Carnot cycle วัฏจักรคาร์โนต์

วัฏจักรของเครื่องจักรความร้อนในอุดมคติซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากเป็นวัฏจักรที่ย้อนกลับได้ประกอบด้วยการขยายตัวแบบไอโซเทอร์มัล, การขยายตัวแบบอะเดียบาติค, การอัดแบบไอโซเทอร์มัล และการอัดแบบอะเดียบาติค เมื่อเป็นวัฏจักรย้อนกลับจะกลายเป็นวัฏจักรของตู้เย็น

Carnot engine เครื่องจักรคาร์โนต์

เครื่องจักรในอุดมคติซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากมีการทำงานตามวัฏจักรที่ย้อนกลับได้ (ดู **วัฏจักรคาร์โนต์**)

Carnot law กฎคาร์โนต์

ไม่มีเครื่องจักรใดจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องจักรที่ทำงานเป็นวัฏจักรแบบย้อนกลับได้ เมื่อเปรียบเทียบการทำงานในระหว่างอุณหภูมิคู่เดียวกัน

Clausius-Clapeyron equation สมการคลอเซียส-คลาเปย์รอง

เมื่อความดันเปลี่ยนไปแม้เพียงเล็กน้อยในขณะที่สารเปลี่ยนสถานะจะทำให้จุดเปลี่ยนสถานะเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับว่าความดันเพิ่มขึ้นหรือลดลงและปริมาตรของสารมากขึ้นหรือน้อยลงตามความสัมพันธ์ดังนี้ $\ell = T \cdot \Delta v \dfrac{dP}{dT}$

โดยที่ l คือ ความร้อนของการเปลี่ยนสถานะ (ความร้อนแฝง), T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ของจุดเปลี่ยนสถานะ, Δv คือ ปริมาตรที่เปลี่ยนไป

Clausius' Theorem ทฤษฎีของคลอเซียส

ระบบที่ผ่านวัฏจักรชนิดย้อนกลับได้ใด ๆ จะมีผลรวมของอัตราส่วนระหว่างปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ เทียบกับอุณหภูมิสัมบูรณ์นั้น ๆ เป็นศูนย์ ดังนี้ $\oint \frac{dQ}{T} = 0$ ซึ่งนับเป็นที่มาของหลักการเอ็นโทรปี

coefficient of performance สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ

การวัดความสามารถในการทำงานของตู้เย็นโดยการเทียบอัตราส่วนระหว่างปริมาณความร้อนที่สามารถลดได้ภายในตู้เย็นเทียบกับปริมาณงานที่ตู้เย็นนั้นใช้ไปในแต่ละวัฏจักร

coefficient of volume expansion สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงปริมาตร

การวัดความสามารถในการขยายตัวเชิงปริมาตรของวัตถุโดยการเทียบอัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรเทียบกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

Collins helium liquefier เครื่องทำฮีเลียมเหลวแบบคอลลินส์

เครื่องทำฮีเลียมเหลวซึ่งอาศัยกระบวนการขยายตัวแบบอะเดียบาติคทำให้อุณหภูมิลดลงก่อนที่จะผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบกระแสทวน ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเตรียม

ฮีเลียมให้มีอุณหภูมิต่ำเพียงพอที่จะเริ่มต้นการทำฮีเลียมเหลว ประกอบด้วยเครื่องอัดก๊าซแบบสี่ช่วง เครื่องบรรจุก๊าซ เครื่องทำให้บริสุทธิ์ ไครโอสตัท เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ขวดดีวาร์และเครื่องสูบสุญญากาศ

compressibility ความสามารถในการหดตัว

การเปลี่ยนแปลงความดันมีผลต่อปริมาตรของระบบของไหลในขณะที่อุณหภูมิคงที่ จึงเทียบอัตราส่วนระหว่างปริมาตรที่เปลี่ยนไปต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรเทียบกับการเปลี่ยนแปลงความดันโดยมีเครื่องหมายลบให้เป็นความสามารถในการหดตัวที่มีตัวเลขเป็นบวก แต่สำหรับของแข็งและของเหลวจะมีค่านี้เปลี่ยนแปลงน้อยมากจนถือว่ามีค่าคงที่

critical point จุดวิกฤติ

ขณะที่สารอยู่ในสถานะของเหลวและไอได้อย่างสมดุลย์ซึ่งกันและกันโดยมีปริมาตรและความหนาแน่นเท่ากัน จุดนี้อยู่บนเส้นไอโซเทอร์มัลที่มีค่าความดันวิกฤติและอุณหภูมิวิกฤติ ซึ่งเป็นความดันที่ก๊าซจะกลายเป็นของเหลวถ้าทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิวิกฤติ ซึ่งถ้าก๊าซร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมินี้จะไม่สามารถทำให้เป็นของเหลวไม่ว่าจะใช้ความดันเท่าใดก็ตาม

critical pressure ความดันวิกฤติ

ความดันที่ก๊าซสามารถทำให้กลายเป็นของเหลวได้พอดีที่อุณหภูมิหนึ่งซึ่งเรียกว่าอุณหภูมิวิกฤติ

critical state สภาวะวิกฤติ

สภาวะที่ก๊าซอยู่ที่จุดวิกฤติซึ่งมีสถานะอยู่ระหว่างก๊าซและของเหลวโดยที่ความหนาแน่นและคุณสมบัติอื่น ๆ ทางฟิสิกส์ของสารในสถานะทั้งสองนี้เท่ากันพอดี

critical temperature อุณหภูมิวิกฤติ

อุณหภูมิที่ซึ่งถ้าต่ำกว่าอุณหภูมินี้ก๊าซจะไม่สามารถกลายเป็นของเหลวได้ไม่ว่าจะมีความดันเท่าใดก็ตาม ในทางโลหะวิทยาอุณหภูมินี้หมายถึงอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นบางประการภายในโลหะหรือโลหะผสมระหว่างที่ทำให้ร้อนขึ้นหรือเย็นลง ในสารแม่เหล็กอุณหภูมินี้คืออุณหภูมิที่สารแม่เหล็กสูญเสียความเป็นแม่เหล็ก (ดู **อุณหภูมิคูรี**)

Curies' law กฎของคูรี

ภายใต้สนามแม่เหล็กอ่อนที่อุณหภูมิสูง โมเมนต์แม่เหล็กจะแปรผกผันกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ สำหรับสารพาราแม็กเนติกโดยเฉพาะจึงมีค่าการชักนำแม่เหล็กสูงที่อุณหภูมิต่ำ

Curie temperature อุณหภูมิคูรี

อุณหภูมิที่สารแม่เหล็กชนิดเฟอร์โรแมกเนติกกลายเป็นชนิดพาราแมกเนติก ซึ่งอาจเรียกว่า "อุณหภูมิของการเปลี่ยนสถานะทางแม่เหล็ก"

D.

Debye characteristic temperature อุณหภูมิเฉพาะของเดอบาย

สำหรับผลึกหนึ่ง ๆ อาจถือได้ว่าเป็นตัวกลางของการสั่นสะเทือนของคลื่นหยุ่นที่มีความถี่ต่อเนื่องตั้งแต่ศูนย์ถึงค่าสูงสุดค่าหนึ่ง f_m จึงกำหนดให้อุณหภูมิเฉพาะของเดอบาย สัมพันธ์กับความถี่สูงสุดดังนี้ $\theta_D = \frac{hf_m}{K}$

โดยที่ h คือ ค่าคงที่ของพลางค์ และ k คือ ค่าคงที่ของโบลท์สมานน์

Debye law กฎเดอบาย

ความร้อนจำเพาะของสารในสถานะของแข็งที่ปริมาตรคงที่ขณะที่อุณหภูมิต่ำหรือปานกลางจะแปรผันโดยตรงกับกำลังสามของอุณหภูมิสัมบูรณ์ซึ่งปรากฏว่าใช้ได้ถูกต้องตรงกับผลการทดลอง

diathermanous substance สารโปร่งรังสีความร้อน

สารซึ่งยอมให้รังสีความร้อนผ่านไปได้ เช่น ผลึกควอท์สและพลอยบางชนิดแต่ไม่ใช่กระจกหรือแก้ว

diathermic wall ผนังโปร่งรังสีความร้อน

ผนังซึ่งยอมให้รังสีความร้อนผ่านได้ เมื่อระบบในเชิงความร้อนตั้งแต่ 2 ระบบขึ้นไปอยู่ในสภาวะสมดุล เชิงความร้อนซึ่งกันและกันโดยมีผนังนี้เชื่อมอยู่ ระบบเหล่านี้จะมีอุณหภูมิสุดท้ายเท่ากัน โดยทั่วไปผนังดังกล่าวนี้จะใช้แผ่นโลหะบาง

diathermy การบำบัดด้วยความร้อน

การทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในร่างกายด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่สูง ด้วยศักดาขนาด 500-800 โวลท์ และความถี่สูงกว่าหนึ่งล้านเฮิร์ทซ ความร้อนจะเกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่งที่สัมผัสเท่านั้น นำไปใช้ในการผ่าตัดทางการแพทย์ช่วยให้เนื้อเยื่อส่วนที่ดีไม่ถูกทำลายและไม่เสียโลหิตมาก

Dulong and Petit value ค่าของดูลองและเปติท์

ความร้อนจำเพาะที่ปริมาตรคงที่สำหรับของแข็งทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะที่อุณหภูมิสูงมีค่าใกล้เคียง 3R เมื่อ R คือ ค่าคงที่ของก๊าซทั่วไป

E.

electrocaloric effect ปรากฏการณ์ไฟฟ้าเชิงความร้อน

การเกิดขั้วไฟฟ้าบวกและลบทางปลายแต่ละข้างของผลึกบางชนิดเมื่อร้อนขึ้น แต่ขั้วของปลายทั้งสองจะสลับกันเมื่อเย็นลง (ดู **ไพโรอิเล็คทริคซิติ)**

enthalpy เอ็นทาลปี

ค่าในฟิสิกส์เชิงความร้อนของสารซึ่งกำหนดให้เท่ากับพลังงานภายในรวมกับผลคูณของความดันกับปริมาตร ค่านี้มีประโยชน์มากในการศึกษากระบวนการไหลโดยเฉพาะกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยความดันคงที่สามารถใช้ค่าเอ็นทาลปีที่เปลี่ยนไปแทนปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทได้

entropy เอ็นโทรปี

คุณสมบัติของระบบที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกจากระบบ สามารถหาได้จากการรวมปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท ณ อุณหภูมิใด ๆ ต่ออุณหภูมิสัมบูรณ์นั้น ๆ ตลอดการเปลี่ยนแปลงแบบย้อนกลับได้ แต่ในขณะใดขณะหนึ่งที่ระบบไม่อยู่ในสภาวะสมดุล ระบบจะมีความไม่เป็นระเบียบในระดับหนึ่งซึ่งหาได้จากความน่าจะเป็นในทางอุณหพลศาสตร์ ค่าเอ็นโทรปีของระบบในขณะใดขณะหนึ่งจะแสดงถึงความเป็นระเบียบมากหรือน้อยของระบบด้วย โดยปกติกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบหนึ่ง ๆ ตลอดจนเอกภพจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความร้อนและการเพิ่มขึ้นของเอ็นโทรปีในที่สุด

entropy principle หลักการเอ็นโทรปี

เอ็นโทรปีของระบบอิสระที่ผ่านกระบวนการชนิดย้อนกลับ**ไม่ได้**จะเพิ่มขึ้นเสมอ แต่ถ้าเป็นกระบวนการชนิดย้อนกลับได้จะเป็นผลให้เอ็นโทรปีของระบบอิสระไม่เปลี่ยนแปลง จึงกล่าวได้ว่าเอ็นโทรปีเป็นสิ่งที่จะทำให้ลดลงไม่ได้ นั่นคือ "เอ็นโทรปีไม่สามารถทำลายได้แต่สร้างขึ้นได้" (เปรียบเทียบกับ **กฎอนุรักษ์พลังงาน**)

equilibrium การสมดุล

เมื่อระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เนื่องจากไม่ได้รับความกระทบกระเทือนจากแรงกระทำภายในระบบหรือระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม ระบบจะอยู่ในสภาวะ**สมดุลเชิงกล** หรือเนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายในโครงสร้างของระบบเอง เช่น ปฏิกิริยาทางเคมีหรือการเคลื่อนย้ายของเนื้อสารจากส่วนหนึ่งไปสู่อีกส่วนหนึ่งของระบบ เช่น การฟุ้งกระจาย ระบบจะอยู่ในสภาวะ**สมดุลเชิงเคมี** หรือเนื่องจากไม่มีการถ่ายเทความร้อนภายในระบบและระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม แม้ว่าจะมีผนังโปร่งรังสีความร้อนกั้นอยู่ ทำให้ทุกส่วนของระบบมีอุณหภูมิเท่ากันและเท่ากับสิ่งแวดล้อม ระบบจะอยู่ในสภาวะ**สมดุลเชิงความร้อน** และเมื่อระบบมีสภาวะสมดุลทั้ง 3 ประการข้างต้น จะกล่าวได้ว่าระบบนั้นอยู่ในสภาวะ**สมดุลเชิงอุณหพลศาสตร์**

equipartition of energy การจำแนกพลังงานเท่าเทียมกัน

ภายใต้สภาวะสมดุลอนุภาคของก๊าซที่สามารถเคลื่อนที่เชิงเส้นในมิติต่าง ๆ หรือเชิงมุมรอบแกนต่าง ๆ หรือสั่นสะเทือนในแนวต่าง ๆ จะมีพลังงานรวมกันทั้งหมด ซึ่งสามารถจำแนกไปอย่างเท่าเทียมกันในแต่ละมิติหรือแกนหรือทิศทางต่าง ๆ

expansivity ความสามารถในการขยายตัว

การเทียบอัตราส่วนระหว่างปริมาตรที่เปลี่ยนไปต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรและต่ออุณหภูมิที่

เปลี่ยนไป ซึ่งเรียกว่า "สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงปริมาตร" สำหรับก๊าซทุกชนิดจะมีค่านี้ใกล้เคียงกันประมาณ 0.00366 ต่อเคลวิน ที่ความดันคงที่ นอกจากนี้ อาจหาความสามารถในการขยายตัวเชิงเส้นหรือเชิงพื้นที่ของสารต่าง ๆ ด้วย เช่นถ้ากล่าวว่า สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงเส้นของเหล็กเป็น 0.000011 เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป 10 องศา จะทำให้เหล็กยาว 100 เมตร มีความยาวเปลี่ยนไปจากเดิมประมาณ 10 มิลลิเมตร (ดู **สัมประสิทธิ์การขยายตัว**)

extensive quantity ปริมาณขยาย

ปริมาณของค่าต่าง ๆ ที่ขึ้นกับมวลของวัตถุ เช่น ปริมาตรและพลังงานทั้งหมด ถ้าแบ่งมวลออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนจะมีปริมาตรไม่เท่ากัน แต่ถ้าคิดเป็นปริมาตรต่อมวล หรือปริมาตรจำเพาะต่อมวลสำหรับวัตถุหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่ และค่าจำเพาะจะไม่ขึ้นกับมวล เรียกว่า ปริมาณรวบรัด ดังนั้น ปริมาณขยายทั้งหลายสามารถเปลี่ยนให้เป็นปริมาณรวบรัดได้

F.

Fermi temperature อุณหภูมิเฟอร์มี

ระดับอุณหภูมิของก๊าซทั่วไปที่จะมีพลังงานได้เท่ากับพลังงานของอิเล็คตรอนอิสระในโลหะตัวนำที่ศูนย์สัมบูรณ์ ซึ่งจากการคำนวณปรากฏว่า ก๊าซทั่วไปจะต้องมีอุณหภูมิถึง 50,000 เคลวิน จึงจะมีพลังงานได้ใกล้เคียงกับพลังงานของอิเล็คตรอนอิสระดังกล่าวที่ศูนย์สัมบูรณ์

first law of thermodynamics กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

ในการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นงานกล พลังงานที่เปลี่ยนไปทั้งหมดรวมกันจะมีค่าคงที่ นับเป็นกฎอนุรักษ์พลังงานซึ่งแสดงถึงว่า พลังงานไม่สูญหายไปไหนแต่พลังงานได้เปลี่ยนรูปไป และนอกจากนี้ การที่ระบบใด ๆ จะสามารถรับพลังงานความร้อนเข้ามาแล้วสามารถทำงานได้ ย่อมหมายถึงการที่ระบบนั้นมีพลังงานภายใน U เป็นตัวการที่ช่วยให้การเปลี่ยนรูปพลังงานเหล่านี้เป็นไปได้ จึงเขียนกฎนี้ในความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ $dU = đQ - dW$

first-order phase transition การเปลี่ยนสถานะระดับต้น

การเปลี่ยนสถานะขณะที่อุณหภูมิและความดันคงที่แต่ปริมาตรและเอ็นโทรปีของสารจะเปลี่ยนแปลง โดยปกติการหลอมเหลว การเดือดและการระเหิดของสารใดจะมีจุดหลอมเหลว จุดเดือด และจุดระเหิดที่แน่นอนสำหรับความดันค่าหนึ่ง ซึ่งสารจะมีปริมาตรเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนสถานะและขณะเดียวกันจะมีค่าเอ็นโทรปีเปลี่ยนไปด้วย ค่าทั้งสองที่เปลี่ยนไปนี้ตรงกับดิริเวทิฟระดับต้นของฟังก์ชันกิบบส์ G ดังนี้ $S = -(\frac{\partial G}{\partial T})_P$ และ $V = (\frac{\partial G}{\partial P})_T$ โดยที่ ฟังก์ชันกิบบส์มีค่าคงที่ จึงเรียกการเปลี่ยนสถานะในกรณีนี้ว่าเป็นการเปลี่ยนสถานะระดับต้น

freezing point จุดเยือกแข็ง

อุณหภูมิที่น้ำแข็งบริสุทธิ์สมดุลภายใต้อากาศที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำซึ่งมีความดัน 1 บรรยากาศ

นอกจากจะมีอากาศอยู่เหนือน้ำแข็งและน้ำยังมีไอน้ำในอากาศและอากาศยังละลายอยู่ในน้ำด้วย ปรากฏว่าอุณหภูมิที่น้ำนี้สมดุลกับน้ำแข็งบริสุทธิ์ภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศ ซึ่งกำหนดให้เป็น 0°ซ จึงเท่ากับ 273.15 เคลวิน (ดู **จุดทริเปิ้ล**)

fusion การหลอมละลาย

การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว ซึ่งเกิดขึ้นที่อุณหภูมิเดียวกันกับจุดเยือกแข็ง โดยอาศัยความร้อนของการหลอมละลายปริมาณหนึ่งที่แน่นอนสำหรับสารแต่ละชนิดตามจุดเยือกแข็งที่ความดันหนึ่ง ๆ

G.

gas thermometer เทอร์โมมิเตอร์ชนิดก๊าซ

เทอร์โมมิเตอร์ที่มีความสำคัญในทางทฤษฎีมากกว่าในทางปฏิบัติโดยการควบคุมให้ปริมาตรคงที่ และวัดความดันของก๊าซด้วยมาโนมิเตอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ปรากฏว่าไม่ว่าจะใช้ก๊าซชนิดใดจะได้อัตราส่วนระหว่างความดันของก๊าซที่จุดควบแน่นของไอน้ำเทียบกับที่จุดทริเปิ้ล มีค่าใกล้เคียงกันที่ความดันของจุดทริเปิ้ลมีค่าต่ำ

Gibbs function ฟังก์ชันกิบบส์

คุณสมบัติของระบบในฟิสิกส์เชิงความร้อนและทางเคมีซึ่งกำหนดให้เท่ากับผลต่างของเอ็นทาลปีกับผลคูณของอุณหภูมิสัมบูรณ์กับเอ็นโทรปี ในขณะที่สารเปลี่ยนสถานะจะมีปริมาณนี้คงที่ แต่ถ้าเป็นการเปลี่ยนสภาวะของสารโดยมีงานกระทำเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบที่อุณหภูมิและความดันคงที่จะทำให้ค่านี้คงที่หรือลดลงจนมีค่าต่ำสุดในกระบวนการที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ค่านี้จึงเป็น “ศักย์ในทางอุณหพลศาสตร์” เมื่อเทียบกับความหมายของศักย์ในทางกลศาสตร์ในกรณีที่มีงานกระทำนอกเหนือจากงานดังกล่าวข้างต้น ฟังก์ชันกิบบส์ในกระบวนการที่ย้อนกลับได้จะลดลงไปเท่ากับงานนั้น แสดงถึงพลังงานสูงสุดที่สามารถ ”ปลดปล่อย” ได้ จึงเรียกค่านี้ว่า “พลังงานเสรี”

Gibbs' theorem ทฤษฎีของกิบบส์

เอ็นโทรปีของก๊าซอุดมคติผสมจะเท่ากับผลรวมของเอ็นโทรปีของแต่ละก๊าซที่ผสมกันที่จะมีได้ถ้าแต่ละก๊าซมีอยู่โดยลำพังภายในปริมาตรและอุณหภูมิเดียวกันกับก๊าซผสม

H.

heat ความร้อน

พลังงานที่สามารถถ่ายเทระหว่างระบบไปสู่สิ่งแวดล้อมหรือระบบอื่น ๆ เมื่อมีระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยความร้อนจะถ่ายเทจากระบบที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังระบบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ จึงอาจพิจารณาได้ว่าความร้อนไม่มีอยู่ในวัตถุใด แต่จะมีความร้อนต่อเมื่อมีการไหลผ่านขอบเขตของระบบ ความร้อนทั้งหมดที่ถ่ายเทเข้า-ออกจากระบบตามกระบวนการใด ๆ

ระหว่างสภาวะหนึ่งไปสู่อีกสภาวะหนึ่ง คือผลรวมของปริมาณความร้อนในแต่ละช่วงของกระบวนการนั้น ๆ แต่เมื่อหาปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ถ่ายเทเข้า-ออกจากระบบในกระบวนการที่บรรจบครบรอบเป็นวัฏจักรจะไม่เป็นศูนย์ ดังนั้น ความร้อนจึงไม่ขึ้นกับสภาวะเริ่มต้นและสภาวะสุดท้ายแต่ขึ้นกับชนิดของกระบวนการในระหว่างการเปลี่ยนแปลงนั้น

heat capacity ความจุความร้อน

อัตราส่วนระหว่างปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้า-ออกจากวัตถุหนึ่งต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนปริมาณข้างต้น เรียกว่า "ความจุความร้อน" ของวัตถุนั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับมวลและชนิดของวัตถุ แต่ถ้าเป็น "ความจุความร้อนจำเพาะ หรือ ความร้อนจำเพาะ" ซึ่งเป็นความจุความร้อนต่อมวลหรือต่อโมลของวัตถุแต่ละชนิดจะมีค่าที่แน่นอน โดยทั่วไปค่านี้จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิและอาจจะพิจารณาที่ความดันคงที่หรือที่ปริมาตรคงที่อย่างใดอย่างหนึ่ง ยกเว้นในของแข็งหรือของเหลวซึ่งไม่สามารถหาค่านี้ภายใต้การกำจัดปริมาตรหรือขอบเขตของวัตถุไม่ให้มีการขยายตัวได้โดยตรงจากการทดลองโดยง่าย แต่สามารถหาค่านี้ภายใต้ความดันภายนอกคงที่ได้ง่ายกว่า จึงจะได้พบค่านี้ที่ความดันคงที่อยู่เนือง ๆ อย่างไรก็ดี หากทราบค่าความจุความร้อนที่ความดันคงที่แล้วจะสามารถหาค่าความจุความร้อนภายใต้กระบวนการอื่น ๆ โดยการคำนวณจากความสัมพันธ์ของค่าต่าง ๆ ของวัตถุได้

heat conduction การนำความร้อน

การถ่ายเทความร้อนจากส่วนหนึ่งของวัตถุไปยังส่วนอื่น ๆ โดยที่ส่วนต่าง ๆ ของวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่อย่างเห็นได้ชัดเจน แต่พลังงานความร้อนได้ถูกส่งผ่านต่อ ๆ กันไปประหว่างโมเลกุลของวัตถุที่อยู่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากมีความแตกต่างของระดับอุณหภูมิระหว่างโมเลกุลเหล่านั้น วัตถุแต่ละชนิดมีความสามารถในการนำความร้อนแตกต่างกัน ปกติโลหะที่นำความร้อนได้ดีจะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีด้วย การนำความร้อนของแต่ละวัตถุอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามระดับอุณหภูมิ

heat convection การพาความร้อน

การถ่ายเทความร้อนจากส่วนหนึ่งของของไหลไปสู่ส่วนอื่น ๆ โดยการไหลของก๊าซหรือของเหลวจากส่วนที่ร้อนกว่าไปยังส่วนที่เย็นกว่า ทำให้เกิดการหมุนเวียนขึ้นภายในของไหล เรียกว่า "กระแสการพาความร้อน" ซึ่งทำให้อุณหภูมิของของไหลนั้นสม่ำเสมอกันได้ดีกว่าที่ของไหลจะอยู่นิ่ง ถ้าการไหลนี้เกิดจากความหนาแน่นที่เปลี่ยนแปลงของส่วนที่ร้อนขึ้น เช่น ส่วนที่ได้รับความร้อนด้านล่างของภาชนะที่ตั้งอยู่บนแหล่งความร้อน จะมีความหนาแน่นต่ำลงและลอยตัวสูงขึ้นทำให้ส่วนที่เย็นกว่าทางด้านบนไหลเข้ามาแทนที่ การพาความร้อนนี้เรียกว่า "การพาความร้อนแบบธรรมชาติ" แต่ถ้าการไหลเกิดจากการอาศัยเครื่องดูด-เป่า จะเรียกว่า "การพาความร้อนแบบบังคับ"

heat engine เครื่องจักรความร้อน

เครื่องจักรที่สามารถทำงานกลได้เมื่อได้รับพลังงานความร้อนโดยผ่านกระบวนการที่บรรจบครบรอบเป็นวัฏจักรอย่างต่อเนื่องและเริ่มต้นวัฏจักรเดิมทุกครั้งที่วัฏจักรนั้นจบลง ปริมาณงานกลที่กระทำได้ในแต่ละวัฏจักรเมื่อนำมาเทียบกับปริมาณความร้อนที่ต้องป้อนเข้าไปให้แก่เครื่องจักรคืออัตราส่วนที่แสดงถึง "ประสิทธิภาพเชิงความร้อน" ของเครื่อง ซึ่งอาจเป็นตัวเลขทศนิยมหรือร้อยละ แต่จะไม่เป็นเลขจำนวนเต็ม 1 หรือ 100 เนื่องจากจะต้องมีพลังงานความร้อนส่วนหนึ่งของปริมาณทั้งหมดที่เครื่องจักรได้รับกลายเป็นงานกลเท่านั้น ดังนั้น เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพเป็น 1 หรือร้อยละ 100 จึงเรียกว่า "เครื่องจักรความร้อนอุดมคติ" (ดู **เครื่องจักรคาร์โนต์**, **เครื่องจักรแรนคีน**, **เครื่องจักรไอน้ำ**)

heat exchanger เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับถ่ายเทความร้อนระหว่างกระแสของไหล 2 ฝ่าย เพื่อให้ฝ่ายหนึ่งร้อนขึ้นหรืออีกฝ่ายหนึ่งเย็นลงในกระบวนการรักษาความร้อนหรือไปปรับอุณหภูมิของกระแสทั้งสองให้ถูกต้องตามกระบวนการ อุปกรณ์นี้อาจทำด้วยท่อสองชั้นให้กระแสทั้งสองไหลขนานกันไปหรืออาจประกอบขึ้นในลักษณะต่าง ๆ ได้หลายแบบ

heat pump เครื่องสูบความร้อน

เครื่องทำความเย็นที่สร้างขึ้นสำหรับทำความร้อนโดยเฉพาะซึ่งอาศัยความร้อนที่สามารถดึงมาได้จากแหล่งความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ของที่แช่ภายในตู้เย็น พื้นดิน บ่อน้ำและทะเลสาบ โดยอาศัยสารทำความเย็นที่ขยายตัวออก และภายหลังจากที่สารนี้ถูกอัดให้ผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะคายความร้อนให้กับแหล่งความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าในแต่ละวัฏจักร ซึ่งอาจเป็นบรรยากาศภายนอกของตู้เย็นนั้น ปริมาณความร้อนที่เครื่องสูบความร้อนสามารถถ่ายเทให้กับแหล่งความร้อนที่อุณหภูมิสูงเทียบกับปริมาณงานกลที่ต้องใช้ไปในแต่ละวัฏจักร แสดงถึงความสามารถในการทำงานของเครื่องชนิดนี้ เรียกว่า "สัมประสิทธิ์เชิงสมรรถนะ"

heat radiation การแผ่ความร้อน

การถ่ายเทความร้อนจากต้นกำเนิดไปสู่แหล่งใด ๆ โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางหรือโดยไม่ทำให้ตัวกลางร้อนขึ้นแต่อย่างใด เช่น การแผ่ความร้อนจากดวงอาทิตย์มาสู่โลกเป็นระยะทางไกลในอวกาศ ความเข้มของรังสีความร้อนตกยังวัตถุใด ๆ จะเป็นปฏิภาคกลับกับกำลังสองของระยะทางระหว่างต้นกำเนิดและวัตถุถ้าไม่มีการดูดกลืนความร้อน อัตราการแผ่ความร้อนของวัตถุขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของผิววัตถุ ซึ่งตามกฎของสเตฟาน-โบลท์สมานน์ นั้น กำลังการแผ่ความร้อนต่อตารางพื้นที่ของวัตถุดำที่อุณหภูมิใด ๆ จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับกำลังสี่ของอุณหภูมิสัมบูรณ์นั้น

heat reservoir แหล่งความร้อน

วัตถุที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีอุณหภูมิคงที่ตลอดไปไม่ว่าจะได้รับหรือคายความร้อนออก

เท่าใด จะไม่ทำให้ระดับอุณหภูมิของวัตถุนั้นเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ ค่าต่าง ๆ ทางอุณห-พลศาสตร์ของวัตถุจะไม่เปลี่ยนไปด้วย ดังนั้นกระบวนการรับหรือคายความร้อนระหว่างแหล่งความร้อนหนึ่งกับระบบใด ๆ จึงเป็นกระบวนการไอโซเทอร์มัล

Helmholtz function ฟังก์ชันเฮล์มโฮล์ทส์

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานภายในกับผลคูณของอุณหภูมิสัมบูรณ์กับเอ็นโทรปีในรูปของผลต่าง ซึ่งในกระบวนการไอโซเทอร์มัลชนิดย้อนกลับได้จะมีปริมาณเท่ากับพลังงานกลที่กระทำ "ให้กับ" ระบบโดยไม่มีพลังงานภายในมาเกี่ยวข้อง ฟังก์ชันเฮล์มโฮล์ทส์จึงเรียกว่าเป็น "พลังงานเสรี" (ดูเปรียบเทียบ **ฟังก์ชันกิบบส์**) สำหรับกระบวนการที่อุณหภูมิและปริมาตรคงที่ชนิดย้อนกลับได้จะทำให้ระบบมีปริมาณ**นี้คงที่** ซึ่งมีความสำคัญในปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นขณะที่อุณหภูมิและปริมาตรคงที่ แต่ถ้าเป็นกระบวนการเดียวกันนี้ชนิดย้อนกลับ**ไม่ได้** ปรากฏว่าระบบจะมีปริมาณดังกล่าวลดลงจนถึงค่าต่ำสุดที่สภาวะสมดุลสุดท้าย จึงจัดฟังก์ชันเฮล์มโฮล์ทส์เป็น "ศักย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์" โดยอาศัยการเทียบเคียงกับความหมายของศักย์ทางกลศาสตร์ด้วย

higher-order phase transitions การเปลี่ยนสถานะระดับสูง

ในขณะที่อุณหภูมิ ความดัน ฟังก์ชันกิบบส์ เอ็นโทรปี และปริมาตรของสารคงที่เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ จะทำให้ดิริเวทิฟลำดับที่สองของฟังก์ชันกิบบส์เปลี่ยนแปลงไปด้วยปริมาณที่แน่นอน และความจุความร้อน, ความสามารถในการขยายหรือหดตัวจะเปลี่ยนไปปริมาณหนึ่งด้วย กรณีนี้เรียกว่า "การเปลี่ยนสถานะระดับที่สอง" ซึ่งเกิดขึ้นได้เมื่อมีการเปลี่ยนจากสภาพการนำยิ่งยวดไปสู่สภาพการนำปกติภายใต้สนามแม่เหล็กที่เป็นศูนย์ แต่ถ้าอุณหภูมิ ความดัน และฟังก์ชันกิบบส์ คงที่ โดยเอ็นโทรปีและปริมาตรคงที่เช่นเดียวกัน แต่ความจุความร้อนและความสามารถในการขยายหรือหดตัวเปลี่ยนแปลงได้ถึงอนันต์ จะเป็น "การเปลี่ยนสถานะระดับที่สูงยิ่งขึ้น" ซึ่งเกิดขึ้นได้ในการเปลี่ยนสถานะจากฮีเลียมเหลวปกติไปสู่ฮีเลียมเหลวยิ่งยวด เป็นต้น (ดูเปรียบเทียบ **การเปลี่ยนสถานะระดับต้น**)

I.

ice point จุดน้ำแข็ง

ระดับอุณหภูมิที่น้ำแข็งบริสุทธิ์อยู่อย่างสมดุลภายใต้อากาศที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ณ ความดันบรรยากาศหนึ่ง ๆ (ดู **จุดเยือกแข็ง**)

intensive quantity ปริมาณรวบรัด

ปริมาณของค่าต่าง ๆ ที่ไม่ขึ้นกับมวลของวัตถุ เช่น อุณหภูมิและความดัน ตลอดจนค่าจำเพาะทั้งหลาย (ดูเปรียบเทียบ **ปริมาณขยาย**)

internal energy พลังงานภายใน

พลังงานของระบบซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อระบบได้รับหรือคายพลังงานในรูปต่าง ๆ พลังงานนี้อาจอยู่ในรูปใด ๆ ได้ เช่น พลังงานจลน์หรือพลังงานศักย์ของระบบทั้งหมด โดยเกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลทั้งหลายภายในระบบหรือโครงสร้างเชิงปรมาณูของระบบ, พลังงานความร้อนโดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของระบบ, พลังงานกล โดยการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่หนึ่งทางอุณหพลศาสตร์ เมื่อระบบสามารถทำงานให้กับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการขยายขอบเขตหรือปริมาตรของระบบได้งานอะเดียบาติค พลังงานภายในของระบบจะลดลงจึงสอดคล้องกับกฎอนุรักษ์พลังงาน นอกจากนี้ พลังงานภายในเป็นคุณสมบัติของระบบซึ่งจัดเป็นค่าทางอุณหพลศาสตร์เพราะขึ้นกับสภาวะเริ่มต้นและสภาวะสุดท้ายเท่านั้น โดยไม่ขึ้นกับชนิดของกระบวนการที่ดำเนินไปในระหว่างสภาวะทั้งสอง

international practical temperature scale สเกลอุณหภูมิสากล

สเกลอุณหภูมิที่ใช้ได้สอดคล้องกับสเกลอุณหภูมิทางอุณหพลศาสตร์ ซึ่งกำหนดขึ้นโดยข้อตกลงนานาชาติ สำหรับจุดกำหนดต่าง ๆ ตามเทอร์โมมิเตอร์แบบก๊าซเป็นหลัก ส่วนอุณหภูมิในช่วงระหว่างจุดกำหนดเหล่านั้นให้ยึดถือเทอร์โมมิเตอร์แบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะในแต่ละช่วง ซึ่งส่วนใหญ่อาศัยเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานแบบความต้านทานทำด้วยทองขาว

irreversible process กระบวนการย้อนกลับไม่ได้

การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ระบบไม่อยู่ในสภาวะสมดุลในระหว่างที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้น โดยที่กระบวนการอาจจะดำเนินไปอย่างรวดเร็วหรืออาจเป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่ทั้งระบบและสิ่งแวดล้อมไม่อาจกลับสู่สภาวะเดิมโดยกระบวนการเดิมได้ เช่น การขยายตัวอย่างอิสระของอนุภาคก๊าซจากภาชนะหนึ่งไปสู่ภาชนะที่ว่างเปล่า, การฟุ้งกระจายของอนุภาคก๊าซผ่านผนังพรุน (กระบวนการทรอตลิง), การละลายของน้ำแข็งในแก้วน้ำ, และการเย็นลงของกาแฟร้อนที่ตั้งทิ้งไว้ในถ้วยกาแฟ กระบวนการเช่นนี้จะไม่อาจแสดงเส้นทางลงในกราฟความสัมพันธ์ของค่าใด ๆ ของระบบได้ เนื่องจากไม่สามารถหาค่าต่าง ๆ ของระบบขณะที่กระบวนการดำเนินไปโดยระบบไม่อยู่ในสภาวะสมดุลตลอดเวลา

isenthalpic curve เส้นไอเซ็นทาลปิค

เส้นที่ลากผ่านจุดต่าง ๆ ที่ค่าเอ็นทาลปีของระบบเท่ากัน ซึ่งเป็นโลกัสของจุดที่ระบบอยู่ในสภาวะสมดุลต่าง ๆ โดยที่มีค่าเอ็นทาลปีตรงกัน เส้นนี้จะสามารถสร้างขึ้นได้เมื่อระบบผ่านกระบวนการทรอตลิงแล้วมีค่าเอ็นทาลปีสุดท้ายเท่ากับเมื่อเริ่มต้น แต่เส้นไอเซ็นทาลปิคจะไม่ถือว่าเป็นเส้นทางของกระบวนการทรอตลิง เนื่องจากในระหว่างที่กระบวนการนี้ดำเนินไปทำให้ระบบไม่อยู่ในสภาวะสมดุลตลอดเวลา จึงไม่สามารถหาค่าต่าง ๆ ของระบบในขณะใด ๆ ได้ ทำให้ไม่อาจหา

เส้นทางที่แน่นอนของกระบวนการนี้ นอกจากจะแสดงด้วยเส้นไอเซ็นทาลปิคเท่านั้น

isentropic process กระบวนการไอเซ็นโทรปิค

ในขณะที่ระบบผ่านกระบวนการอะเดียบาติคชนิดย้อนกลับได้ ซึ่งจะไม่มีความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกจากระบบนั้น เอ็นโทรปีของระบบจะคงที่จึงเป็นกระบวนการไอเซ็นโทรปิคด้วย

isobaric process กระบวนการไอโซแบริค

การเปลี่ยนแปลงภายใต้ความดันคงที่ตลอดเวลา โดยระบบจะมีค่าอื่น ๆ เปลี่ยนไปได้ เช่นภายหลังจากที่ก๊าซในกระบอกสูบได้รับความร้อนจะทำให้ก๊าซขยายตัวดันลูกสูบให้เลื่อนที่ออกไป แต่ลูกสูบอาจจะมีแรงดันกระทำอยู่เท่าเดิม ปริมาตรและอุณหภูมิของระบบก๊าซนี้จะเปลี่ยนแปลงไป แต่ความดันของก๊าซคงที่ตลอด กระบวนการนี้อาจเรียกว่า "ไอโซเพียซติค (isopiestic)" ด้วย

isometric process กระบวนการไอโซเมตริค

กระบวนการที่ดำเนินไปโดยระบบมีปริมาตรคงที่ตลอดเวลา โดยที่ระบบอาจอยู่ภายในขอบเขตที่แน่นหนาและแข็งแรงจนทำให้ปริมาตรเปลี่ยนแปลงไม่ได้ กรณีนี้ระบบจะไม่สามารถมีงานกลกระทำทั้งโดยระบบเองหรือได้รับมาจากภายนอก กระบวนการนี้จึงอาจเรียกว่า "ไอโซโซริค (isochoric)" และอาจเรียกว่า "ไอโซโวลูมิค (isovolumic)" ด้วย

isothermal process กระบวนการไอโซเทอร์มัล

เมื่อระบบเปลี่ยนแปลงไปโดยมีอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลา โดยที่ระบบอาจจะยังคงมีการถ่ายเทความร้อนเข้า-ออกอยู่ได้ ซึ่งตามกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ ระบบจะยังคงมีอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่มีการรับหรือคายความร้อน เนื่องจากพลังงานความร้อนนี้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้ทั้งหมดแต่ไม่ทำให้พลังงานภายในของระบบเปลี่ยนไป เส้นกราฟที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของระบบใด ๆ ตามกระบวนการนี้อาจเรียกว่า "ไอโซเทอร์ม (isotherm)"

IT calorie แคลอรีตามตารางสากล

ในทางวิศวกรรมเคมีและเชิงกลซึ่งไม่นิยมที่จะเทียบหน่วยความร้อน "แคลอรี" กับหน่วยงานกลตามสมมูลกลความร้อนของจูลที่ให้ 4.1860 จูลส์เท่ากับ 1 แคลอรี จึงได้กำหนด "แคลอรีตามตารางสากล (International Table calorie)" ไว้ดังนี้ สำหรับวิศวกรรมเชิงกล,

$$1 \text{ IT cal} = \frac{1}{860} \text{ วัตต์ . ชั่วโมง} = 4.1860 \text{ จูลส์}$$

และสำหรับ "แคลอรีทางเคมีเชิงความร้อน(thermochemical calorie)", 1 แคลอรีทางความร้อนเชิงเคมี = 4.1840 จูลส์

J.

Joule-Kelvin coefficient สัมประสิทธิ์ของจูล-เคลวิน

ความชันของเส้นไอเซ็นทาลปิคในกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความดัน เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของจูล-เคลวิน, $\mu = (\frac{\partial T}{\partial P})_h$ นั้น ถ้ามีค่าเป็นบวกแสดงถึงบริเวณที่อุณหภูมิของระบบจะลดลงได้ถ้าให้ผ่านกระบวนการทรอตลิง หรือ ปรากฏการณ์จูล-เคลวิน แต่ถ้าเป็นลบแสดงถึงบริเวณที่อุณหภูมิของระบบจะสูงขึ้นในกระบวนดังกล่าว และถ้าเริ่มต้นที่ค่านี้เป็นศูนย์ จะสามารถทำให้ได้ก๊าซเหลวในสัดส่วนที่มากที่สุดโดยเครื่องทำก๊าซเหลวแบบแลกเปลี่ยนความร้อนกระแสทวน

Joule-Kelvin effect ปรากฏการณ์จูล-เคลวิน

เมื่อของไหลเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่แคบลงจากบริเวณที่มีความดันสูงคงที่ไปสู่ที่มีความดันต่ำคงที่แบบอะเดียบาติค จะทำให้เอ็นทาลปีของระบบในตอนสุดท้ายเท่ากับเมื่อเริ่มต้น แต่อุณหภูมิของระบบอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง (ดู **สัมประสิทธิ์ของจูล-เคลวิน**) ซึ่งเรียกว่าเป็นกระบวนการทรอตลิง หรือ การขยายตัวแบบจูล-เคลวิน หรือ จูล-ทอมสัน นอกจากนี้ การซึมผ่านผนังพรุนจากบริเวณที่มีความดันสูงคงที่ไปสู่ที่มีความดันต่ำคงที่โดยไม่มีความร้อนถ่ายเท ซึ่งเรียกว่า "การทดลองกับผนังพรุน" จะทำให้เอ็นทาลปีของระบบคงที่ด้วย นับเป็นปรากฏการณ์จูล-เคลวิน ที่นำมาใช้ในหลักการทำก๊าซเหลวทั่วไป

K.

Kelvin temperature scale สเกลอุณหภูมิเคลวิน

สเกลอุณหภูมิที่วัดจากศูนย์สัมบูรณ์โดยไม่มีค่าติดลบและมีช่วงของสเกลตรงกับของสเกลเซลเซียสซึ่งมีจุดเยือกแข็งและจุดเดือดต่างกัน 100 องศา ดังนั้นเมื่อเทียบสเกลอุณหภูมิเคลวินทั้งสองได้เท่ากับปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทระหว่างผิวอะเดียบาติคคู่เดียวกันที่อุณหภูมิทั้งสอง ซึ่งสอดคล้องกับวัฏจักรความร้อนคาร์โนต์ที่ทำงานระหว่างจุดทั้งสองที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 26.80 จึงได้ตัวเลขอุณหภูมิสำหรับจุดเยือกแข็งเป็น 273.15 เคลวิน และจุดเดือดเป็น 373.15 เคลวิน (แต่เดิมเรียกว่า "องศาเคลวิน" หรือ°ค)

Kirchhoff's law กฎของเคอร์ชอฟฟ์

การแผ่รังสีความร้อนของวัตถุใด ๆ ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ จะเท่ากับสัดส่วนหนึ่งของการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุดำที่อุณหภูมินั้น โดยที่สัดส่วนนั้นคือ ความสามารถในการกักกันที่อุณหภูมินั้น ความสัมพันธ์นี้เรียกว่า กฎของเคอร์ชอฟฟ์ ซึ่งแสดงถึงว่าความสามารถในการกักกันของวัตถุหนึ่ง ๆ สามารถหาได้โดยการทดลองจากการวัดการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุนั้น ๆ แล้วหารด้วยการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุดำที่อุณหภูมิเดียวกัน

L.

lambda transition การเปลี่ยนสถานะแบบแลมดา

การเปลี่ยนสถานะแบบหนึ่งซึ่งน่าสนใจมากที่สุดในบรรดาการเปลี่ยนสถานะระดับ

สูงทั้งหมด โดยที่ค่าของความจุความร้อนที่ความดันคงที่ของสารเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิมีลักษณะคล้ายอักษรกรีกตัวเล็กตัวที่ 11 คือ แลมดา (lambda), λ ซึ่งไม่เหมือนกันในระหว่างสถานะที่เปลี่ยนไปจากสถานะหนึ่งไปสู่อีกสถานะหนึ่ง ขณะที่สารเปลี่ยนสถานะนี้จะมีอุณหภูมิ, ความดัน, และฟังก์ชันกิบบส์คงที่ เช่นเดียวกับค่าเอ็นโทรปี,ปริมาตร, พลังงานภายใน, เอ็นทาลปีและฟังก์ชันเฮล์มโฮล์ทส์ ซึ่งต่างก็คงที่ แต่ความจุความร้อน, ความสามารถในการขยายและหดตัวจะมีค่าสูงสุดถึงอนันต์ ตัวอย่างของการเปลี่ยนสถานะแบบนี้ได้แก่ การเปลี่ยนจากฮีเลียมเหลวธรรมดาเป็นฮีเลียมเหลวยิ่งยวด การเปลี่ยนอย่างเป็นระเบียบ-ไม่เป็นระเบียบในโลหะผสมและการเปลี่ยนตำแหน่งของไอออนในโครงสร้างของผลึก เป็นต้น

liquefaction of gases การทำก๊าซเหลว

ในการทำให้ก๊าซควบแน่นเป็นของเหลวหรือที่เรียกว่าก๊าซเหลวจะต้องทำให้ก๊าซเย็นลงต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤติของก๊าซแต่ละชนิด สำหรับก๊าซอ็อกซิเจน, ไนโตรเจน, ไฮโดรเจน และฮีเลียม ซึ่งมีอุณหภูมิวิกฤติต่ำมากโดยเฉพาะฮีเลียม การทำก๊าซเหลวได้นำไปสู่การค้นคว้าที่อุณหภูมิเข้าใกล้ศูนย์สัมบูรณ์ โดยอาศัยกระบวนการอัดและขยายก๊าซผ่านท่อคอคอดตามหลักปรากฏการณ์จูล-ทอมสัน (ดู **ปรากฏการณ์จูล-ทอมสัน**)

liquefaction temperature อุณหภูมิการทำก๊าซเหลว

อุณหภูมิที่ก๊าซเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิเดียวกันกับจุดเดือดหรือจุดควบแน่น

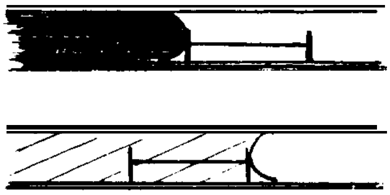
liquefied petroleum gases ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ก๊าซธรรมชาติที่ได้จากแหล่งก๊าซธรรมชาติหรือจากโรงกลั่นน้ำมัน ได้แก่ โพรเพน, บิวเทน และเพนเทน ซึ่งนำไปบรรจุภาชนะอัดความดัน เมื่อทำการลดอุณหภูมิจนกลายเป็นของเหลวจะทำให้ปริมาตรลดลงถึง 600 เท่า นับว่าสะดวกต่อการบรรจุและขนส่ง โดยทั่วไปใช้เป็นก๊าซหุงต้มและเชื้อเพลิงเครื่องยนต์

M.

maximum and minimum thermometers เทอร์โมมิเตอร์สูงสุดและต่ำสุด

เครื่องมือสำหรับแสดงระดับอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายใน 24 ชั่วโมงของแต่ละวัน ลำปรอทในเทอร์โมมิเตอร์ที่แสดงอุณหภูมิสูงสุดจะผลักดันก้านโลหะขนาดเล็กไปอยู่ที่จุดสูงสุด

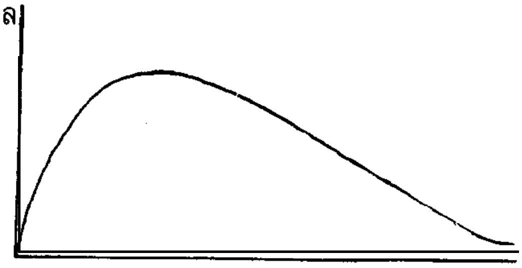


ส่วนหนึ่งของก้านเทอร์โมมิเตอร์สูงสุดและต่ำสุด

แต่อัลกอฮอล์จะดึงก้านโลหะในเทอร์โมมิเตอร์ที่แสดงอุณหภูมิต่ำสุดให้ลงไปอยู่ที่จุดต่ำสุด

Maxwell-Boltzmann distribution การกระจายแบบแม็กซ์เวลล์-โบลท์สมานน์

การกระจายพลังงานในระหว่างโมเลกุลของก๊าซที่สภาวะสมดุลเชิงความร้อน โดยโมเลกุลจำนวนน้อยมากที่มีพลังงานต่ำสุดเข้าใกล้ศูนย์และพลังงานสูงสุดเข้าใกล้อนันต์ โมเลกุลส่วนใหญ่จะมีพลังงานค่อนข้างต่ำซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามระดับอุณหภูมิ ถ้าอยู่ที่อุณหภูมิสูงจะมีพลังงานสูงขึ้น



ลักษณะการกระจายแบบแม็กซ์เวลล์-โบลท์สมานน์

Maxwell's demon ปีศาจของแม็กซ์เวลล์

บุคคลในสมมติที่แม็กซ์เวลล์สร้างขึ้นเพื่อหักล้างกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ โดยสามารถเปิดช่องเล็ก ๆ ในผนังกั้นห้องก๊าซที่โมเลกุลเคลื่อนที่เร็ว (ก๊าซร้อน) กับก๊าซที่โมเลกุลเคลื่อนที่ช้า (ก๊าซเย็น) ให้แยกกันได้ ทำให้ระบบมีความเป็นระเบียบและเอ็นโทรปีไม่เพิ่มขึ้น

Maxwell's equations สมการของแม็กซ์เวลล์

ความสัมพันธ์ในรูปพาร์เชียลดิริเวทิฟของค่าต่าง ๆ ทางอุณหพลศาสตร์ระหว่างค่าที่สามารถวัดได้โดยตรงกับค่าที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรงหรือวัดได้ยาก ซึ่งมีทั้งหมด 4 สมการด้วยกัน

mechanical equivalent of heat สมมูลกลความร้อน

ปริมาณงานกลที่ได้รับหรือเทียบเท่ากับหนึ่งหน่วยความร้อน เช่นในการออกแรงผลักวัตถุให้เคลื่อนที่ไปบนผิวขรุขระ การกวนน้ำและการผ่านกระแสไฟฟ้าไปในความต้านทานจะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ซึ่งปรากฏว่างานที่จะทำให้น้ำ 1 กรัม มีระดับอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา จาก 14.5°ซ เป็น 15.5°ซ เท่ากับ 4.1860จูลส์/แคลอรี หรือ 778 ฟุต-ปอนด์/บี.ที.ยู.

N.

Nernst-Simon statement of the third law คำกล่าวของเนิร์นสท-ไซมอน สำหรับกฎข้อสาม

การเปลี่ยนแปลงเอ็นโทรปีเนื่องจากกระบวนการไอโซเทอร์มัลย้อนกลับได้ที่เกิดกับของเหลวหรือของแข็งใด ๆ จะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ เมื่ออุณหภูมิเข้าใกล้ศูนย์สัมบูรณ์

normal boiling point จุดเดือดปกติ

อุณหภูมิที่ของเหลวใด ๆ เดือดภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ (ดูเปรียบเทียบจุดเดือด)

normal freezing point จุดเยือกแข็งปกติ

อุณหภูมิที่ของเหลวใด ๆ กลายเป็นของแข็งภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ คือ 1 บรรยากาศ หรือ 760 มิลลิเมตรปรอท

normal melting point จุดหลอมเหลวปกติ

อุณหภูมิที่ของแข็งใด ๆ กลายเป็นของเหลวภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ ซึ่งเป็นอุณหภูมิเดียวกันกับจุดเยือกแข็งปกติ

normal sublimation point จุดระเหิดปกติ

อุณหภูมิที่ของแข็งกลายเป็นก๊าซโดยไม่ได้เป็นของเหลวก่อนภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ

O.

optical pyrometer ไพโรมิเตอร์เชิงทรรศนศาสตร์

เครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิในช่วงที่สูงเกินกว่าความสามารถของเทอร์โมคัปเปิ้ลและเทอร์โมมิเตอร์แบบความต้านทาน ซึ่งสามารถวัดได้ในระยะห่างไกลโดยอาศัยกล้องโทรทรรศน์ซึ่งมีแผ่นกรองแสงทำด้วยแก้วสีแดงและหลอดไฟฟ้าขนาดเล็กอยู่ภายใน เมื่อเล็งกล้องนี้ไปยังสิ่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิจะเห็นไส้หลอดไฟฟ้ามืดท่ามกลางแสงจ้าของวัตถุร้อนที่มีอุณหภูมิสูงนั้น เมื่อปรับรีโอสตัทซึ่งต่อเข้ากับหลอดไฟฟ้าและแบตเตอรีจะทำให้กระแสที่ผ่านเข้าไปยังหลอดไฟเปลี่ยนไปยังผลให้ความสว่างเปลี่ยนแปลงด้วยจนกระทั่งความสว่างของหลอดไฟฟ้าเทียบได้กับของวัตถุร้อน จะสามารถอ่านค่าระดับอุณหภูมิตามขนาดของกระแสนั้นซึ่งได้เทียบไว้แล้ว

P.

porous plug experiment การทดลองกับผนังพรุน

ดู **ปรากฏการณ์จูล-เคลวิน** (Joule-Kelvin effect)

pyroelectric effect ปรากฏการณ์ความร้อนเชิงไฟฟ้า

การเปลี่ยนขั้วไฟฟ้าของผลึกบางชนิดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เช่น เมื่อได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปลายข้างหนึ่งกลายเป็นขั้วบวกและปลายอีกข้างหนึ่งเป็นขั้วลบ แต่เมื่อผลึกเย็นลงขั้วไฟฟ้าของปลายทั้งสองจะสลับกัน

R.

Rankine cycle วัฏจักรแรนคีน

วัฏจักรสำหรับเครื่องจักรไอน้ำซึ่งมีมาตรฐานในเชิงประสิทธิภาพ ประกอบด้วยกระบวนการสูบน้ำเข้าสู่หม้อต้มอัดความดันโดยเครื่องสูบ, การระเหย, การขยายตัวแบบอะเดียบาติคเพื่อขับดันลูกสูบ, การควบแน่นและกลับสู่สภาวะเริ่มต้น

Rankine efficiency ประสิทธิภาพแรนคีน

ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในอุดมคติที่ทำงานตามวัฏจักรแรนคีน ภายใต้สภาวะต่าง ๆ ที่กำหนดสำหรับความดันไอและอุณหภูมิ

Rankine scale สเกลแรนคีน

สเกลอุณหภูมิสัมบูรณ์ที่กำหนดขึ้นโดยอาศัยสเกลฟาเรนไฮท์ ซึ่งมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของน้ำต่างกัน 180 องศา จึงเรียกว่าเป็น "อุณหภูมิฟาเรนไฮท์สัมบูรณ์" และจะสัมพันธ์กันดังนี้

$$t^\circ F = T - 459.67\ R$$

โดยเทียบกับสเกลเคลวินจะได้ $1\ R = \frac{5}{9} K$

จุดเดือดในสเกลแรนคีน คือ 671.67 R และจุดเยือกแข็ง คือ 491.67 R

refrigerants สารทำความเย็น

สารที่ใช้เป็นสารทำงานในเครื่องทำความเย็นต่าง ๆ เช่น แอมโมเนีย, คาร์บอนไดอ็อกไซด์, ซัลเฟอร์ไดอ็อกไซด์ และคลอโรมีเทนหรือฟรีออนในสูตรต่าง ๆ

refrigeration cycle วัฏจักรการทำความเย็น

วัฏจักรในเชิงอุณหพลศาสตร์ ซึ่งรับความร้อนที่อุณหภูมิต่ำและคายความร้อนออกที่อุณหภูมิสูง โดยอาศัยงานกระทำจากแหล่งภายนอก

refrigerator เครื่องทำความเย็นหรือตู้เย็น

เครื่องกลหรือโรงงาน ซึ่งอาศัยพลังงานกลหรือพลังงานความร้อนในการรักษาหรือสร้างอุณหภูมิต่ำ โดยสารทำความเย็นที่ใช้ในวัฏจักรทำความเย็นจะรับเอาความร้อนจากห้องเย็นนำไปถ่ายเทสู่ภายนอก ในขณะที่สารทำความเย็นจะระเหยไป แต่สามารถทำงานเป็นวัฏจักรเมื่ออัดไอที่ระเหยไปนั้นให้กลับเป็นของเหลวและทำให้เย็นลง เพื่อให้ย้อนกลับไปรับความร้อนจากห้องเย็นได้อีก

regelation การกลับเป็นน้ำแข็งอีก

กระบวนการที่น้ำแข็งหรือเกล็ดน้ำแข็งหรือหิมะละลายภายใต้ความดันที่สูงขึ้นและกลับเป็นน้ำแข็งอีกครั้งหนึ่งเมื่อความดันลดลงเท่าเดิม เนื่องจากจุดเปลี่ยนสถานะของสารทั้งหลายจะเปลี่ยน-แปลงไปตามความกดดัน แต่จะแตกต่างกันไปในกรณีที่สารบางชนิดมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเมื่อแข็งตัว ส่วนบางชนิดมีปริมาตรลดลง สำหรับกรณีของน้ำจะมีปริมาตรมากขึ้นเมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง จึงปรากฏว่าเมื่อความดันสูงขึ้นจะทำให้จุดหลอมเหลวต่ำลง และเมื่อความดันลดลงจะทำให้จุดเยือกแข็งต่ำลงด้วย ตัวอย่างของกระบวนการนี้จะเห็นได้จากการที่วัตถุหนักฝังจมอยู่ในก้อนน้ำแข็ง พื้นผิวของลานสเก็ตน้ำแข็งกลายเป็นน้ำทำให้ผู้เล่นสามารถลื่นไถลไปได้ และการอัดเกล็ดน้ำแข็งหรือหิมะให้เกาะกันเป็นก้อนกลม เป็นต้น

resistance thermometer เทอร์โมมิเตอร์แบบความต้านทาน

เทอร์โมมิเตอร์ที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเป็นคุณสมบัติทางเทอร์โมเมตริก ซึ่งจะต้องเปลี่ยนแปลงได้มากเมื่อระดับอุณหภูมิเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย โดยใช้เส้นโลหะพันรอบแกนฉนวนหรือพันรอบวัตถุที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าค่าหนึ่งเข้าไปในขดโลหะความต้านทานนี้และเทียบค่าความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของเส้นโลหะด้วยโพเทนชิโอมิเตอร์ที่มีความไวสูง ขณะเดียวกันกับที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าให้คงที่ด้วยรีโอสตัท เพื่อให้ความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวความต้านทานมาตรฐานที่ต่อขนานกับเทอร์โมมิเตอร์แบบความต้านทานนี้คงที่ จะสามารถอ่านระดับอุณหภูมิได้โดยตรงจากค่าความต่างศักย์ที่เทียบแล้ว สำหรับการวัดอุณหภูมิที่ไม่ต่ำมากนักนิยมใช้เส้นทองคำขาวพันรอบแกนฉนวน แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำมากจะใช้ผลึกเจอร์มาเนียมที่มีสารหนูปนอยู่ด้วยแทน ซึ่งจะผนึกไว้ในกระเปาะที่บรรจุฮีเลียมและยึดติดกับผิวหน้าของสิ่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิ หรือฝังเข้าไปในวัตถุนั้น

reversible process กระบวนการย้อนกลับได้

การเปลี่ยนแปลงที่สามารถนำไปสู่สภาวะดั้งเดิมของระบบใด ๆ ได้ตามแนวทางเดิม เนื่องจากขณะที่กระบวนการดำเนินไปนั้นระบบอยู่ในสภาวะสมดุลหรือกึ่งสมดุลตลอดเวลาจากสภาวะสมดุลหนึ่งไปสู่อีกสภาวะสมดุลหนึ่ง ทำให้สามารถวัดค่าต่าง ๆ ที่แน่นอนของระบบได้ทุกขณะ จึงช่วยให้ทราบเส้นทางที่แน่นอนของกระบวนการโดยเฉพาะเมื่อแสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ของค่าเหล่านั้น โดยนัยนี้กระบวนการที่ย้อนกลับได้จึงหมายถึง กระบวนการที่ระบบเปลี่ยนแปลงไปโดยที่ระบบอยู่ในสภาวะสมดุลตลอดเวลา ซึ่งในทางปฏิบัติจะเป็นไปได้ต่อเมื่ออยู่ภายใต้การควบคุมให้ดำเนินไปอย่างช้า ๆ ดังนั้น กระบวนการที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจึง**ไม่**จัดเป็นกระบวนการที่ย้อนกลับได้

S.

second law of thermodynamics กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์

เมื่อระบบเปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการที่เป็นไปได้จริงระหว่างสภาวะสมดุลคู่หนึ่ง "เอ็นโทรปี" ของระบบอิสระจะลดลง**ไม่**ได้ ซึ่งปรากฏว่าตรงกับคำกล่าวของคลอเซียสที่ว่า "กระบวนการที่ทำให้ความร้อนไหลจากระบบหนึ่งที่อุณหภูมิต่ำไปสู่ระบบอื่นที่อุณหภูมิสูงกว่าโดยปริมาณความร้อนเท่าเดิมตลอดนั้น**ไม่มี**" หรืออาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งตามคำกล่าวของเคลวินและพลางค์ได้ว่า "กระบวนการที่ทำให้ความร้อนไหลจากแหล่งความร้อนที่อุณหภูมิหนึ่งกลายเป็นงาน โดยปริมาณงานเท่ากับความร้อนเดิมนั้น**ไม่มี**"

second-order phase transition การเปลี่ยนสถานะระดับที่สอง

ในการเปลี่ยนสถานะของสารโดยที่เอ็นโทรปีและปริมาตรของสารมีค่าสุดท้ายเท่ากับเมื่อเริ่มต้น กรณีเช่นนี้ อุณหภูมิ ความดัน และฟังก์ชันกิบบส์ จะไม่เปลี่ยนแปลง จึงทำให้เอ็นทาลปี

พลังงานภายในและฟังก์ชันเฮล์มโฮล์ทส์ไม่เปลี่ยนแปลงด้วย แต่ค่าความจุความร้อน ความสามารถในการขยายและหดตัวของสารจะเปลี่ยนไปด้วยค่าที่แน่นอนปริมาณหนึ่ง ซึ่งสัมพันธ์กับดิริเวทีฟลำดับที่สองของฟังก์ชันกิบบส์ จึงเรียกการเปลี่ยนสถานะแบบนี้ว่า **การเปลี่ยนสถานะระดับที่สอง** ตัวอย่างของการเปลี่ยนสถานะนี้จะพบได้ในกรณีการเปลี่ยนจากตัวนำยิ่งยวดไปเป็นตัวนำธรรมดาเมื่อไม่มีสนามแม่เหล็ก

steam engine เครื่องจักรไอน้ำ

เครื่องจักรสันดาปภายนอกที่ใช้ไอน้ำเป็นสารทำงาน โดยการเปลี่ยนแปลงความดันและปริมาตรจากเครื่องควบแน่นด้วยความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศและที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือด ไปยังหม้อต้มเข้าสู่ห้องขยายและกลับสู่เครื่องควบแน่นเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดการทำงานของเครื่องจักรไอน้ำซึ่งอาศัยเครื่องสูบจากเครื่องควบแน่นสู่หม้อต้ม ซึ่งมีความดันและอุณหภูมิสูงมาก ขณะที่อยู่ในหม้อต้มจะได้รับความร้อนจนถึงจุดเดือดจนกลายเป็นไอน้ำ ทั้งสองกระบวนการนี้เกิดขึ้นโดยความดันคงที่ ไอน้ำจะมีอุณหภูมิสูงจนกลายเป็นไอคงที่ความดันเดิมจึงให้ไหลเข้าสู่กระบอกสูบและขยายตัวแบบอะเดียบาติค เพื่อขับดันลูกสูบหรือใบพัดของเครื่องจักรจนกระทั่งความดันและอุณหภูมิลดลงเท่ากับระดับของเครื่องควบแน่น ภายในเครื่องควบแน่นจะทำให้ไอน้ำกลายเป็นหยดน้ำที่อุณหภูมิและความดันเท่ากับเมื่อเริ่มต้นอีก (ดู **วัฏจักรแรนคีน**)

steam point จุดเดือด

ระดับอุณหภูมิที่น้ำบริสุทธิ์อยู่ในสภาวะสมดุลกับไอน้ำบริสุทธิ์ภายใต้ความดันบรรยากาศ

Stefan-Boltzmann constant ค่าคงที่สเตฟาน-โบลท์สมานน์

ตัวเลขของการแปรผันระหว่างพลังงานการแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุดำต่อตารางพื้นที่และต่อหนึ่งหน่วยเวลากับกำลังสี่ของอุณหภูมิสัมบูรณ์ของวัตถุนั้น ซึ่งเท่ากับ 5.69×10^{-8} วัตต์ · ม.$^{-2}$เคลวิน$^{-4}$

Stefan-Boltzmann law กฎสเตฟาน-โบลท์สมานน์

พลังงานทั้งหมดของการแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุดำต่อตารางพื้นที่และต่อหนึ่งหน่วยเวลาจะเป็นปฏิภาคตรงกับกำลังสี่ของอุณหภูมิสัมบูรณ์ของวัตถุนั้น นั่นคือ $E = \sigma T^4$ โดยที่ σ เรียกว่า "ค่าคงที่ของสเตฟาน-โบลท์สมานน์"

Stirling engine เครื่องจักรสเตอร์ลิง

เครื่องจักรสันดาปภายนอกที่อาศัยการทำงานของไอร้อนจากอากาศซึ่งประดิษฐ์และจดทะเบียนลิขสิทธิ์เมื่อปี พ.ศ.2370 โดยนักบวชชาวสก็อตชื่อ โรเบิร์ต สเตอร์ลิง ผู้สามารถนำพลังงานที่ได้จากการเผาเชื้อเพลิงส่วนหนึ่งมาใช้ในรูปของงานกล ปรากฏว่าเป็นที่แพร่หลายและนำมาใช้ประโยชน์กันหลายปี ต่อจากนั้น จนกระทั่งถึงยุคเครื่องจักรไอน้ำและเครื่องจักรสันดาปภายใน

แต่ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจและค้นคว้าที่จะนำมาใช้อีก เครื่องจักรนี้ประกอบด้วยกระบอกสูบที่มีลูกสูบ 2 ตัว ทำหน้าที่เป็นลูกสูบขยายและอัด ซึ่งเชื่อมต่อกันอยู่ เมื่ออากาศในกระบอกสูบได้รับความร้อนจะขยายตัวดันลูกสูบขยายออกไป ลูกสูบอัดจะส่งผ่านอากาศนี้ไปยังส่วนเย็น ต่อจากนั้นจะถูกอัดอีกครั้งหนึ่งและถูกส่งผ่านไปยังส่วนร้อนเพื่อเริ่มวัฏจักรใหม่ เครื่องจักรนี้ทำงานได้โดยมีเสียงดังน้อยกว่าเครื่องจักรดีเซลหรือที่ใช้น้ำมันเบนซิน ทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะน้อยกว่าด้วย

Stirling refrigerator ตู้เย็นสเตอร์ลิง

เครื่องทำความเย็นที่ทำงานตามวัฏจักรทวนสเตอร์ลิง ซึ่งได้นำมาใช้ในกิจการทำความเย็นที่อุณหภูมิต่ำมาก ตั้งแต่ 90 เคลวินลงไปถึง 12 เคลวิน โดยอาศัยฮีเลียมอัดความดันเป็นสารทำงาน (ดู **เครื่องจักรสเตอร์ลิง**)

sublimation การระเหิด

การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นไอโดยไม่กลายเป็นของเหลวเสียก่อน ภายใต้ความดันบรรยากาศ ซึ่งปกติจะตามมาด้วยการเปลี่ยนกลับไปเป็นของแข็งดังเดิม ตัวอย่างเช่น การระเหิดของอัมโมเนียมคลอไรด์หรือการบูร

T.

thermal conductivity ความสามารถในการนำความร้อน

ค่าคงที่ของการแปรผันระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อตารางพื้นที่กับอัตราส่วนของความแตกต่างในระดับอุณหภูมิกับระยะห่างที่มีการนำความร้อนไป สารที่มีค่านี้สูงจัดเป็นตัวนำความร้อนที่ดีแต่ถ้าสารมีค่านี้ต่ำจะเป็นฉนวนความร้อน และถ้าระยะห่างของความต่างระดับอุณหภูมิน้อยค่านี้จะมีค่าคงที่ตลอดสารนั้น

thermal efficiency ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

การเทียบอัตราส่วนระหว่างงานกลที่กระทำได้โดยเครื่องจักรความร้อนกับปริมาณความร้อนที่ต้องป้อนให้กับเครื่องจักรนั้นสำหรับการเดินเครื่องครบรอบวัฏจักรหนึ่ง ซึ่งจะได้ตัวเลขของอัตราส่วนนี้น้อยกว่า 1 หรือคิดเป็นร้อยละที่ต่ำกว่า 100 เสมอ เนื่องจากจะต้องมีปริมาณความร้อนส่วนหนึ่งสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

thermal equilibrium สมดุลเชิงความร้อน

(ดู **การสมดุล**)

thermal expansivity ความสามารถในการขยายตัวเชิงความร้อน

(ดู **ความสามารถในการขยายตัว**)

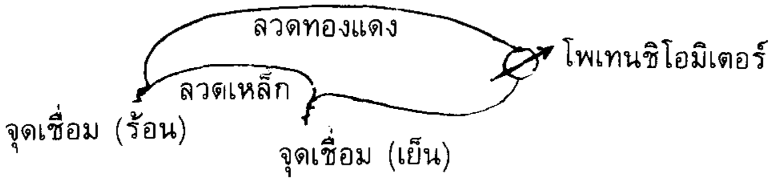
thermal radiation การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีของวัตถุใด ๆ ที่เนื่องมาจากอุณหภูมิของวัตถุนั้น ๆ เช่น สำหรับวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 500ºซ รังสีที่แผ่ออกมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะอยู่ในช่วงอินฟราเรด แต่ถ้าวัตถุ

มีอุณหภูมิสูงกว่านี้ขึ้นไปจะแผ่รังสีในช่วงที่อาจมองเห็นได้ด้วย โดยทั่วไปวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงจะแผ่รังสีความร้อนที่ให้พลังงานสูง

thermocouple คู่ควบความร้อน

โลหะต่างชนิดที่นำมาเชื่อมปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน จะเกิดความต่างศักย์ระหว่างจุดเชื่อมทั้งสอง เมื่ออุณหภูมิของจุดเชื่อมทั้งสองต่างกันทำให้สามารถเทียบความต่างศักย์กับอุณหภูมิของปลายข้างหนึ่ง โดยกำหนดให้ปลายเชื่อมอีกข้างหนึ่งมีอุณหภูมิระดับใดระดับหนึ่งที่แน่นอน เช่น ระดับอุณหภูมิของจุดเยือกแข็ง อุปกรณ์นี้จึงสามารถนำไปใช้วัดอุณหภูมิของสิ่งใด ๆ ได้ ถ้าให้สัมผัสกับปลายเชื่อมข้างหนึ่งและปลายอีกข้างหนึ่งอยู่ในถ้วยน้ำแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ



thermodynamics อุณหพลศาสตร์

การศึกษาเชิงคณิตศาสตร์ในความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและงาน และพลังงานในรูปอื่น ๆ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ศูนย์ถึงข้อที่สามของอุณหพลศาสตร์

thermometer เทอร์โมมิเตอร์

เครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิ ซึ่งอาศัยคุณสมบัติต่าง ๆ ของสารที่สามารถเปลี่ยนแปลงตามระดับอุณหภูมิที่เรียกว่า คุณสมบัติเทอร์โมเมตริก เช่น **เทอร์โมมิเตอร์แบบก๊าซปริมาตรคงที่** อาศัยความดันที่เปลี่ยนไปของก๊าซปริมาณหนึ่งเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง หรือ **เทอร์โมมิเตอร์แบบความต้านทาน** ที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงความต้านทานไฟฟ้าตามอุณหภูมิ หรือ **เทอร์โมมิเตอร์-ปรอท** ที่อาศัยการขยายตัวของปรอทตามอุณหภูมิ

thermometry เทอร์โมเมทริ

การวัดอุณหภูมิ

throttling process กระบวนการทรอตลิง

ดู **ปรากฏการณ์จูล-เคลวิน**

triple point จุดทริเปิ้ล

ขณะที่สารสามารถอยู่ใน 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ อย่างสมดุล ภายใต้อุณหภูมิและความกดดันเฉพาะ สำหรับน้ำจะมีจุดทริเปิ้ลที่ 273.16 เคลวิน และ 610 นิวตัน/ม.^{2} ซึ่งน้ำแข็ง น้ำบริสุทธิ์ที่ไม่มีอากาศละลายอยู่ในน้ำและไอน้ำอยู่ด้วยกันอย่างสมดุลภายใน

ภาชนะสุญญากาศที่ปิดผนึก จุดทริเปิ้ลของน้ำจัดเป็นระดับอุณหภูมิมูลฐานหนึ่งในจำนวน 6 ระดับของสเกลอุณหภูมิสากล

Z.

zero-point energy พลังงานจุดศูนย์

พลังงานทั้งหมดที่อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์

zero-point entropy เอ็นโทรปีจุดศูนย์

เอ็นโทรปีของระบบหนึ่ง ๆ ที่สมดุล ณ ศูนย์สัมบูรณ์จะต้องเท่ากับศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามกฎที่สามของอุณหพลศาสตร์ (ดูเปรียบเทียบ **พลังงานจุดศูนย์** ซึ่งไม่เป็นศูนย์ที่ศูนย์สัมบูรณ์)