Thermodynamics

อธิบายสมบัติของระบบที่มีหลายอนุภาค โดยการใช้สมบัติโดยเฉลี่ย ปริมาณที่เราจะใช้

- อุณหภูมิ T ⟷ พลังงานเฉลี่ย
- ปริมาตร V ⟷ จำนวนอนุภาค
- ความดัน p ⟷ แรงเฉลี่ย

macroscopic variables

เราจะอธิบายสมบัติของระบบ ผ่าน T, V, P

Thermodynamic laws

0^{th} law ถ้าระบบ 2 ระบบอยู่ในสภาวะสมดุล (สมบัติโดยเฉลี่ยไม่เปลี่ยน) thermal equilibrium ไม่มีการแลกเปลี่ยนพลังงานกับภายนอก

$\Rightarrow$ จะมีปริมาณ ปริมาณหนึ่งที่เท่ากัน ซึ่งเราจะเรียกว่าอุณหภูมิ T

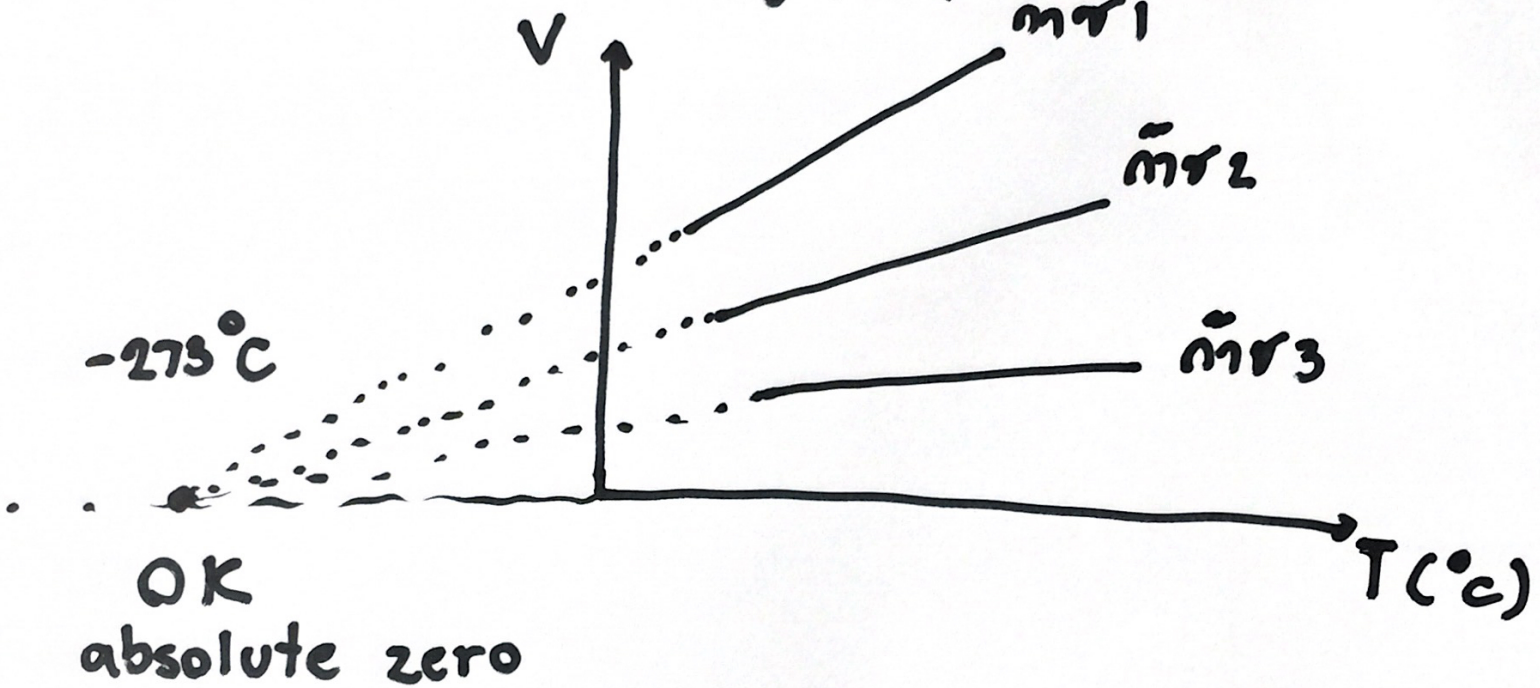
ระบบ 1 สมดุลกับ ระบบ 2 $\Rightarrow T_1 = T_2$

ระบบ 2 สมดุลกับ ระบบ 3 $\Rightarrow T_2 = T_3$

$\Rightarrow T_1 = T_3$

พิจารณาอุณหภูมิ ใช้หน่วยกับอุณหภูมิอย่างไร.

การทดลองของก๊าซหลาย ๆ ชนิด



1st law กฎการอนุรักษ์พลังงาน.

พลังงานในระบบของก๊าซ.

- พลังงานภายใน $E_{int}(T, V, P)$
- พลังงานความร้อน Q
- งานที่ระบบทำหรืองานที่ทำกับระบบ W

$$\Delta E_{int} = Q + W$$

Q: เป็นบวกถ้าใส่ความร้อนให้ระบบ
เป็นลบถ้าระบบคายความร้อน

W: เป็นบวกถ้ามีงานทำกับระบบ
เป็นลบถ้าระบบทำงาน

$$dE_{int} = \dbar Q + dW$$

โดยที่ $dW = -p\,dV$ (งานที่ทำต่อระบบ)

ถ้าเป็นงานที่ทำต่อระบบปริมาตรจะลดลง $dV < 0 \Rightarrow dW > 0$

2nd law

ใน thermal equilibrim เราสามารถนิยามปริมาณปริมาณหนึ่งได้ ที่เราเรียกว่า entropy

และ entropy จะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิมเสมอ.

ให้ S แทน entropy

$$\Delta S \geqslant 0$$

นิยาม ของการเปลี่ยนแปลง ของ entropy

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

$$\Rightarrow \boxed{dS = \frac{dQ}{T}}$$

หน่วย K (kelvin)

T = อุณหภูมิ

dS = เขียนให้อยู่ของ T, V, P

3rd law entropy ของระบบใดๆ ก็ตาม จะเข้าหาค่าคงที่ค่าหนึ่ง ถ้า $T \longrightarrow 0\ K$

$\Rightarrow S = S_0$ ที่คงที่ ถ้า $T \to 0$

ขึ้นกับ microscopic description

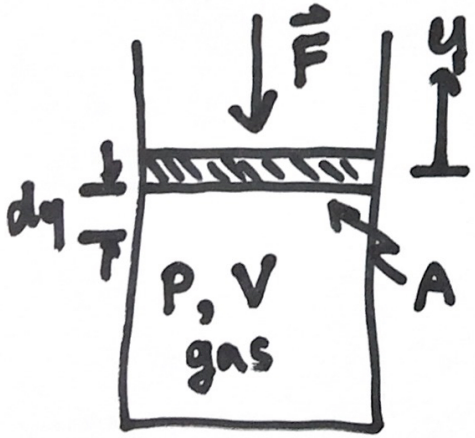
จะใช้กฎข้อที่ 1 ในการคำนวณ

$$dE_{int} = \delta Q + dW$$

E_{int} : ต้องรู้ $E_{int}(T, V, P)$ ← equation of state

พลังงานภายในเฉลี่ย

W : หาได้จาก P และ V. งานที่ระบบทำ. ทำต่อระบบ



$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

$$= -F\,dy \quad ; F = PA$$

$$= -P\underbrace{A\,dy}_{dV} \qquad P = \frac{F}{A}$$

$$\Rightarrow \quad dW = -P\,dV$$

$$\boxed{W = -\int_{V_i}^{V_f} P\,dV}$$

การเปลี่ยนแปลง thermodynamics.

1) ปริมาตรคงที่ (V คงที่) Isovolumatric process

$$\Rightarrow \quad dV = 0$$

$$\Rightarrow \quad W = 0$$

$$\Rightarrow \quad dE_{int} = \not{d}Q$$

2) ความดันคงที่ (P คงที่) Isobaric process

$$W = -P(V_f - V_i)$$

3) Adiabatic process (ไม่มีการแลกเปลี่ยนความร้อน)

$$\Rightarrow \quad dQ = 0$$

$$\Rightarrow \quad dE_{int} = dW$$

4) Isothermal process (T คงที่)

$$dE_{int} = dQ + dW$$