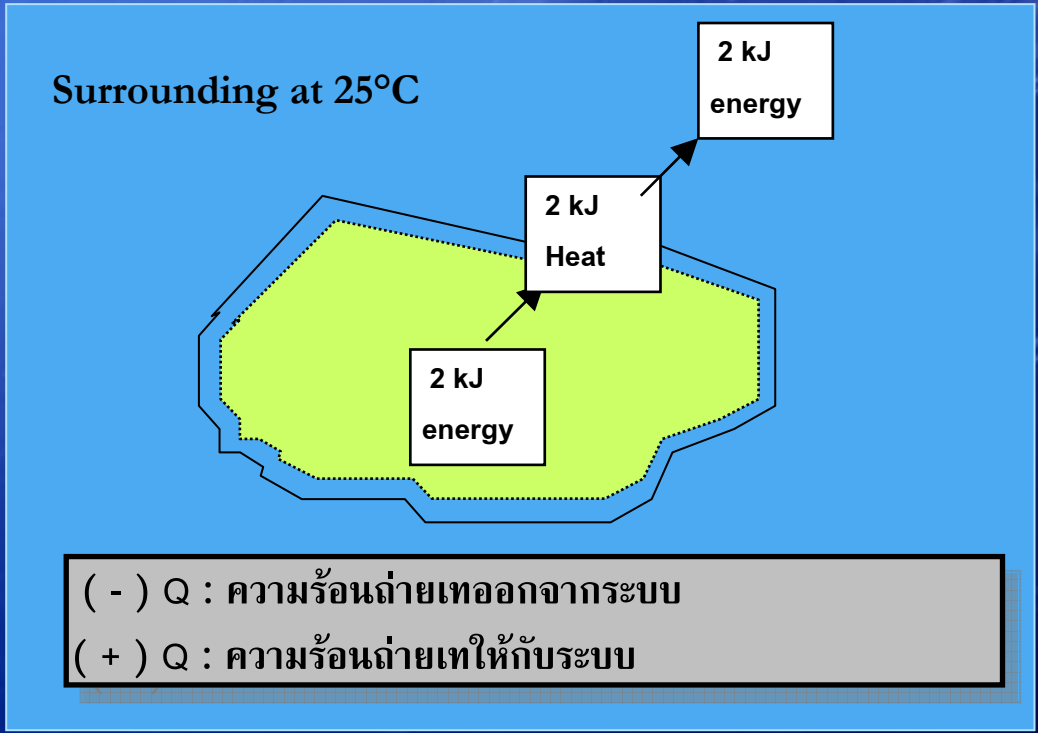
บทที่ 4

งานและความร้อน (Work and Heat)

1301 236 Basic of Thermodynamics and Fluid Mechanics โดย.....ธนรัฐ ศรีวีระกุล

4.1 ความร้อน (Heat)

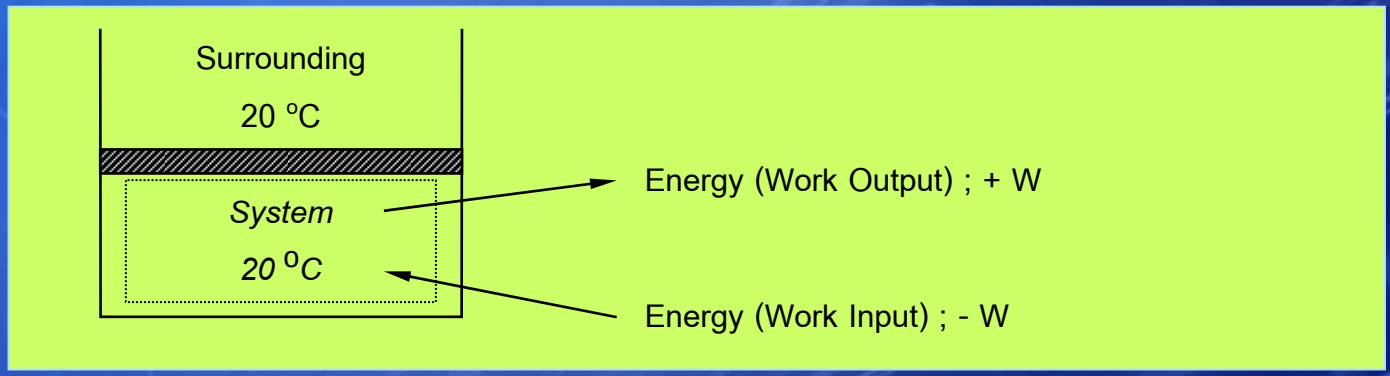
- ความร้อนเป็น พลังงานรูปแบบหนึ่งที่จะถ่ายเทผ่านขอบเขตของระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบหรือสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เนื่องจากระบบทั้ง 2 มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
- ความร้อนจะเกิดขึ้นต่อเมื่อมีการถ่ายเท พ. ผ่านขอบเขตของระบบ
- ค่าปริมาณความร้อนขึ้นอยู่กับกระบวนการที่เกิดขึ้นซึ่งถือเป็นฟังก์ชั่นทางเดิน (Path Function)



รูปที่ 4.1 การถ่ายเทความร้อนระหว่างระบบและสิ่งแวดล้อม

4.2 งาน (Work)

ในวิชา Thermodynamics งานจะเกิดขึ้นเมื่อระบบและสิ่งแวดล้อมมีการกระทำต่อกัน และผลของการมีปฏิกิริยาต่อกัน เกิดขึ้นนอกขอบเขตของระบบนั้น และเป็นผลให้วัตถุถูกยกขึ้นหรือลง



รูปที่ 4.2 งานเกิดขึ้นเมื่อระบบและสิ่งแวดล้อมมีปฏิกิริยาต่อกัน

$$\delta W = F \, .dx \qquad \text{.....(4.2.1)}$$

$$W_{12} = \int_{1}^{2} F \, .dx \qquad \text{.....(4.2.2)}$$

ในระบบปิดเราอาจกล่าวได้ว่า ถ้ามีการถ่ายเท พ. ระหว่างกระบวนการใดๆ เข้าหรือออกจากระบบ โดยที่พลังงานนั้นไม่อยู่ในรูปของพลังงานความร้อนแล้วพลังงานนั้นก็คืองานนั่นเอง

4.3 งานในระบบที่กดอัดได้

(Work in Compressible System / Moving Boundary Work)

สมการทั่วไปของงานในระบบกดอัดได้

งานในระบบกดอัดได้= พ.ท.ใต้กราฟ P-V

สมการทั่วไปของงานในระบบกดอัดได้ต่อหน่วยมวล

$$\delta W = (PA)ds = PdV$$

$$W_{12} = \int_1^2 PdV \quad \text{.....(4.3.1)}$$

$$\delta w = Pdv \rightarrow w_{12} = \int_1^2 Pdv \quad \text{.....(4.3.2)}$$

Example:

1.งานในระบบกดอัดที่มีสารตัวกลางเป็น Ideal Gas

$$PV = mRT \rightarrow P = \frac{mRT}{V}$$

$$W_{12} = \int_1^2 P\,dV = \int_1^2 \frac{mRT}{V}\,dV$$

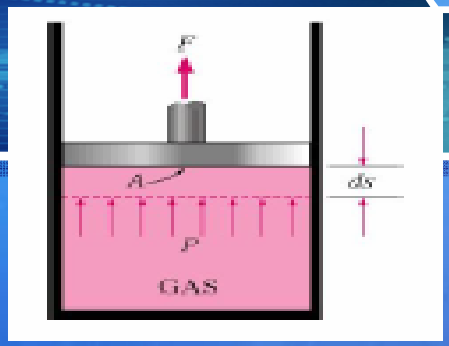
$$W_{12} = mRT \ln\left[\frac{V_2}{V_1}\right] \quad \text{.....(4.3.3)}$$

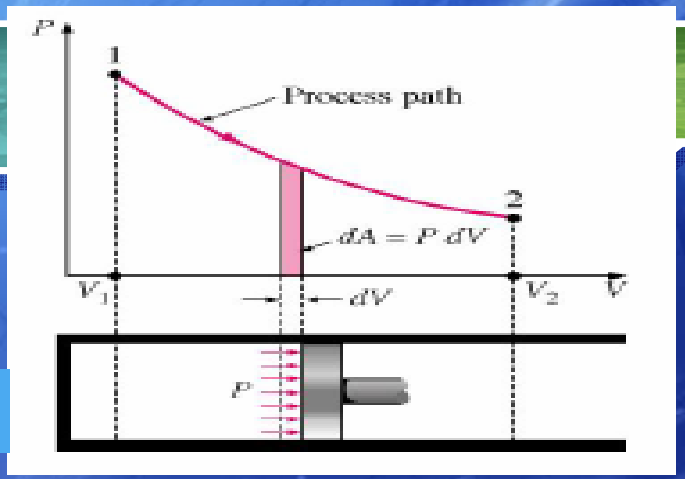
2.งานในระบบกดอัดที่มีกระบวนการความดันคงที่

$$W_{12} = \int_1^2 P\,dV = P(V_2 - V_1) \quad \text{.....(4.3.4)}$$

3.งานในระบบกดอัดที่มีกระบวนการปริมาตรคงที่

$$W_{12} = \int_1^2 P\,dV = 0 \quad \text{.....(4.3.5)}$$





งานในระบบกดอัดได้= พ.ท.ใต้กราฟ P-V

รูปที่ 4.3 งานในระบบกดอัดได้

4.งานในระบบกดอัดที่มีกระบวนการ Polytropic Process

กระบวนการ Polytropic Process $PV^n = \text{constant}$ .....(4.3.6)

$$P = C V^{-n}$$

$$W_{12} = \int_1^2 P\,dV = \int_1^2 C V^{-n}\,dV$$

$$= \left[\frac{C V^{-n}}{-n+1}\right]_1^2 = \left[\frac{C V_2^{-n+1} - C V_1^{-n+1}}{1-n}\right]$$

$$C = P_1 V_1^{\,n} = P_2 V_2^{\,n}$$

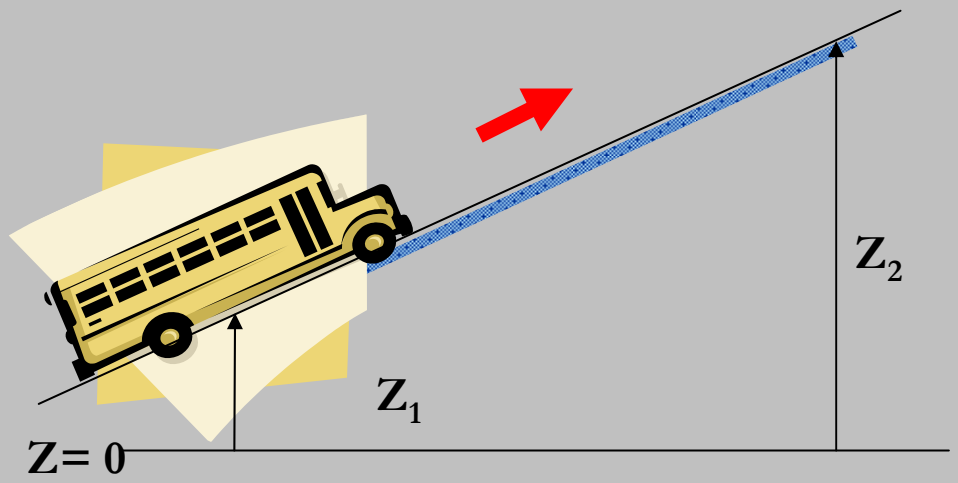
$$W_{12} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1-n} \qquad \text{.....(4.3.7)}$$

4.4 งานเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (Gravitational Work)

$$F = mg$$

$$W_g = \int_1^2 F\,dZ = mg\int_1^2 dZ = mg(Z_2 - Z_1) \quad \text{.....(4.4.1)}$$

$(Z_2 - Z_1)$ = difference in vertical elevation



รูปที่ 4.4 งานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงของระบบ

4.5 งานเนื่องจากความเร่ง (Acceleration Work)

$$F = m\,a$$

$$a = \frac{d\,v}{d\,t}$$

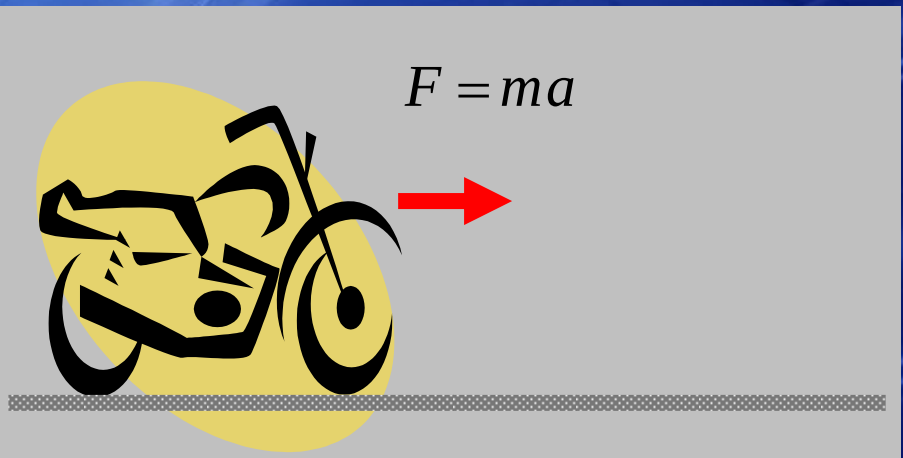
$$F = m\,\frac{d\,v}{d\,t}$$

$$W_{a} = \int F\,.s$$

$$v = \frac{d\,s}{d\,t} \rightarrow \; d\,s = v\,d\,t$$

$$W_{a} = \int_{1}^{2} \left(m\,\frac{d\,v}{d\,t} \right).v\,d\,t = m\int_{1}^{2} v\,d\,v$$

$$W_{a} = \frac{1}{2}\,m\,(v_{2}^{\,2} - v_{1}^{\,2}) \qquad \text{.....(4.5.1)}$$

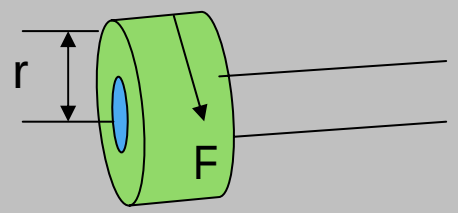


รูปที่ 4.5 งานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความเร่งของระบบ

งานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเร่ง = การเปลี่ยนแปลงพ.จลน์ของวัตถุ

4.6 งานเพลา (Shaft Work)

ถ้า **F** มีค่าคงที่จะทำให้เกิดแรงบิด(τ , **Torque**) ที่มีค่าคงที่ และทำให้เพลาหมุนด้วยความเร็วรอบ **n**



รูปที่ 4.6 งานที่เกิดจากแรงบิดบนเพลา

$$\tau = F \cdot r \rightarrow F = \frac{\tau}{r} \qquad \text{.....(4.6.1)}$$

$$s = n(2\pi r)$$

$$W_{sh} = F \cdot s = \left[\frac{\tau}{r}\right](n \cdot 2\pi r) = 2\pi n\tau \qquad \text{.....(4.6.2)}$$

4.7 งานสปริง (Spring Work)

การที่สปริงยืดหรือหดไปจากตำแหน่งสมดุลเดิมจะทำให้กำเนิดงานหรือพลังงานศักย์ยืดหยุ่นสะสม

$$\delta w_{spring} = F \,.dx \qquad \text{.....(4.7.1)}$$

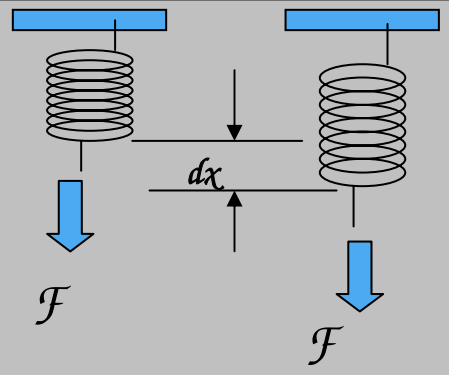
$$\because \; F = kx \qquad \text{.....(4.7.2)}$$

$$k = const.$$

$$w_{spring} = \frac{1}{2} k \left(x_2{}^2 - x_1{}^2 \right) \qquad \text{.....(4.7.3)}$$

$$k \neq const.$$

$$w_{spring} = \int_1^2 F(x).dx \qquad \text{.....(4.7.4)}$$



รูปที่ 4.7 งานที่เกิดจากยืดหรือหดตัวจากตำแหน่งสมดุลของสปริง