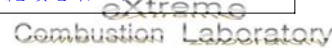


강 의 계 획 서 (2006학년도 1학기)

교과목명	열역학		개설학과	기계항공공학부	
교과목번호	446.202A	강좌번호	004	학점 (총학점/설계학점)	3 / 0
담당교수	여재익	e-mail	jjyoh@snu.ac.kr	연락처	880-9334
과목 홈페이지	http://plaza.snu.ac.kr/~ecl				
수강대상	기계항공공학부 2학년		선수권장과목	일반물리	
강의시간	화, 목 09:00-10:15		강의실	301동 204호	
강의조교	이경철, 이현희 880-7396, 7390		상담시간	교수: 금 15:00-18:00 By Appointment (302동 627호) 조교: 수 10:00-12:00 금 14:00-16:00 (302동 213호)	
교과목의 목표	자연의 법칙으로서 열역학의 기본법칙을 이해하고 물질의 열역학적 성질을 계산하고 이를 이용하는 방법을 습득하도록 한다.				
교과목 개요	열역학의 기본 법칙으로서 에너지 보존, 엔트로피 관계식과 이상기체, 수증기 등의 물질의 상태를 이해한다. 이를 이용하여 동력을 발생시키거나 동력을 이용하여 물질의 상태를 변화시키는 각종 동력사이클과 냉동 사이클에 대하여 학습한다.				
교과목의 전문분야 예의 기여도	공학의 모든 분야에서 필요한 물질의 성질을 이해하고 에너지변환의 해석 방법을 습득하여 추후 각종의 에너지시스템을 설계하고 해석하는데 중요한 역할을 담당한다.				
교재 및 참고서	교과서	노승탁, "최신 공업 열역학", 문운당			
	참고서	Sonntag, Borgnakke, Van Wylen, "Fundamentals of Thermodynamics," 6th Ed.			
수업진행 방식	강의 (80%), 모형 및 프로그램실습 (10%), 토론 (10%)				
성적평가 방법	중간고사 2회(50%), 기말고사(35%), 과제를 및 출석(15%)				

여재익, jjyoh@snu.ac.kr, (02) 880-9334 - 2006 Spring - 1



강의진행계획

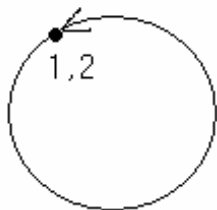
주	강의내용	비고
1	과목소개, 열역학의 구분, 고전열역학과 통계열역학	
2	열역학 용어와 개념 및 수학적 지식, 완전미분, 적분인자	
3	상태방정식과 열역학적 성질, 이상기체, 순수물질, 상평형, 증기표	
4	밀폐시스템에서 열역학 1법칙, 단열일, 비열, 엔탈피	
5	개방 시스템에서 열역학 1법칙, 정상상태	중간고사1
6	열역학 2법칙, 방향성과 엔트로피 계산	
7	개방 시스템에서 열역학 2법칙, 공식화	
8	열역학 일반 관계식, Maxwell 관계식, Exergy	
9	수증기 공기 냉매의 열물성 계산 프로그램 소개, PROPATH	
10	증기동력 사이클, 기본 랭킨 사이클, 재열 및 재생 사이클	중간고사2
11	기체사이클, Otto 사이클, Diesel사이클, 가스터빈사이클	
12	냉동 사이클, 증기 냉동 사이클, 흡수냉동 사이클, 공기냉동 사이클	
13	이상기체 혼합물의 성질, 내부에너지와 엔탈피, 엔트로피	
14	화학반응과 연소, 화학반응 시스템의 에너지식	
15	동력발전, 연료전지, 복합열병합 발전 하이브리드	
16	과목의 정리 및 평가	기말고사

여재익, jjyoh@snu.ac.kr, (02) 880-9334 - 2006 Spring - 2



Review from last lecture #1

- When a system in a given state goes through a number of different changes of state or **processes** and finally returns to its initial state, the system has gone through a **cycle**.



- At the end of a cycle, all properties at 1 = properties at 2
- ex) Steam (water) that circulates through a steam power plant undergoes a cycle.

여재익, jjyoh@snu.ac.kr, (02) 880-9334 - 2006 Spring - 3



Chapter 2 Basic Concepts

- Specific volume (비체적)

$$v = \frac{V}{m} \quad \text{volume per unit mass}$$

- Density

$$\rho = \frac{1}{v} \quad \text{mass per unit volume}$$

- Aside: Intensive property is **independent of mass**
ex) p, T, ρ , v – specific quantity or everything per mass
- Extensive properties, that varies with **mass**
ex) Mass, V (total mass, total volume)

여재익, jjyoh@snu.ac.kr, (02) 880-9334 - 2006 Spring - 4



Consider a small volume δV of a system and mass δm .

Then we may define,

$$v = \lim_{\delta V \rightarrow \delta V'} \frac{\delta V}{\delta m}$$

where $\delta V'$ = 연속체 (continuum)로 간주할 수 있는 smallest volume (최소체적)

So, often times we may consider ρ , v as f (time, location).

$$[V] = \text{m}^3 / \text{kg}$$

$$[\rho] = \text{kg} / \text{m}^3$$

$$[\bar{v}] = \text{m}^3 / \text{mole} \quad (\text{molar specific volume})$$

$$[\bar{\rho}] = \text{mole} / \text{m}^3 \quad (\text{molar density})$$

- Mole: Avogadro(N) 수에 대응하는 물질의 양을 1 mole 이라 함.
 $N = 6.022045 \times 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$

- Pressure:

$$\text{Stress: } \underline{\sigma} = -p\mathbf{I} + \underline{s}$$

Deviatoric part

For gas & liquid $\rightarrow p$

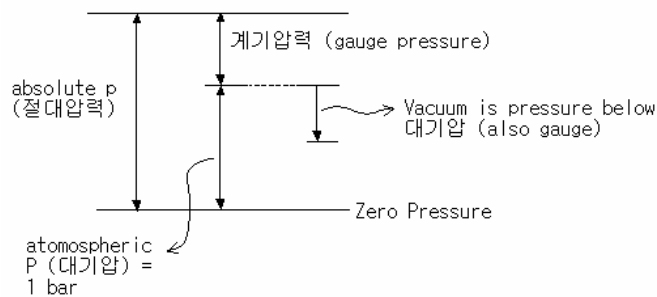
For solid $\rightarrow \underline{\sigma}$

Definition: the normal component of force per unit area.

- p at a point in a fluid in equilibrium is the same in all directions.

$$[p] = 10^5 \text{ Pascal} = 10^5 \text{ N} / \text{m}^2$$

Aside: $10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa}$
 $1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa}$

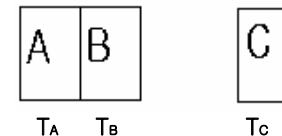


Or

$$P_{ab} = P_{atm} \pm P_{gauge}$$

The Zeroth Law of Thermodynamics

- When two bodies have equality of temperature with a third body, they in turn have equality of temperature with each other.



$$T_{A,B} = T_C$$

$$\therefore T_B = T_C$$

\rightarrow This is the basics of temperature measurement

- Temperature Scales

Fahrenheit (after Gabriel Fahrenheit 1686–1736)

Celsius (Anders Celsius 1701–1744)

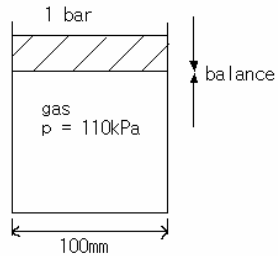
For water, Freezing Point 0°C , 32°F ; Boiling Point 100°C , 212°F

- Absolute Scale

Kelvin $K = ^\circ\text{C} + 273.15$ (after William Thompson 1824–1907)

Rankine, $R = ^\circ\text{F} + 459.67$

- Problem 2.9 from Sonntag
- Q1) A mercury barometer used to read the local ambient pressure has a column height of 740mm. What is the ambient pressure in kPa, assuming that the density of mercury is 13,600 kg/m³.
- Q2) A gas is contained in a vertical cylinder fitted with a piston. Atmospheric pressure outside is 1 bar, and the piston diameter is 100mm. What is the mass of the piston if the gas pressure inside is 110kPa?



$$P_{gauge} = 110\text{kPa}$$

$$g = 9.806 \text{ m/s}^2$$

Force Balance

$$P_{gauge} \times \frac{\pi D^2}{4} = M \cdot g$$

$$(110 \times 10^3 \text{ Pa}) \frac{\pi}{4} (100 \times 10^{-3} \text{ m})^2 = M (9.806 \text{ m/s}^2)$$

- Work (a form of energy)
A force F acting through a displacement x , the displacement being in the direction of the force.

$$W = \int_1^2 F dx \quad \text{in 1-D}$$

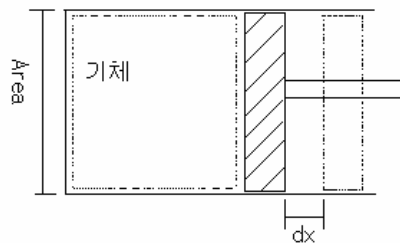
OR

$$W = \int_C \vec{F} \cdot d\vec{S} \quad (\text{dot product})$$

$$= \int_1^2 (F_x dx + F_y dy + F_z dz)$$

line integral

- Work done by the system
양의 일 (Positive work +)
system이 외부에 일을 수행
- Work done on a system
음의 일 (Negative work -)
system이 외부에서 일을 받았을 때
- ex)



System (기체)이 Piston(외부)로부터 일을 받음 (on), $W < 0$

(Note: $W > 0$ if piston moved right \rightarrow)

- Unit of Work

Recall $W > 0$, if a gas **expands** against a piston.
 $W < 0$, if a gas is **compressed** by a piston (on).

So $W > 0$, means energy **leaves** the system.
 $W < 0$, means energy is **added** to the system.

Joule, 1 J = 1 Nm

- Power
time rate of doing work

$$\dot{W} = \frac{\delta W}{dt}, \quad 1 \text{ Watt} = 1 \text{ J/s} = 0.001341 \text{ hp}$$

- HMWK Set #1
- 1-1, 1-5, 1-6, 1-7
- 2-2, 2-4, 2-9, 2-10, 2-13
- Due 3/14

- Password: therm004