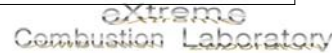


강 의 계 획 서 (2006학년도 1학기)

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 (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 상태식을 이해한다. 이를 이용하여 동력을 발생시키거나 동력을 이용하여 물질의 상태를 변화시키는 각종 동력사이클과 냉동 사이클에 대하여 학습한다.				
교과목의 전문분야 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%), 과제물 및 출석(15%)				

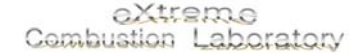
여재익, jjyoh@snu.ac.kr, (02) 880-9334 - 2006 Spring - 1



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 램킨 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	동력발생, 연료전지, 복합열병합 발전 하이브리드	
16	과목의 정리 및 평가	기말고사

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



- Maximum grade for those 're-takers' is A0
- Try hard to attend class. It will make a big difference.
- The more problems you attempt to solve, better your understanding of the subject will be.
- Our class website <http://plaza.snu.ac.kr/~ecl> will be in operation during this semester. Make great use of it!
- Good Luck!

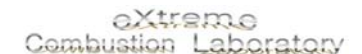
여재익, jjyoh@snu.ac.kr, (02) 880-9334 - 2006 Spring - 3



Chapter 1 개요

- Thermodynamics
 - 경험을 바탕으로 물질의 거시적 성질에 관한 법칙을 얻고 그것을 응용하는 과학
 - 상태의 변화에 따른 물질의 성질을 연구하는 학문
- Thermodynamic Systems:
 - 분명히 정의된 경계(boundary)로써 가상적으로 분리된 물질의 집합을 말한다
- Surrounding: (주위)
 - 시스템안에 포함되지 않은 모든 물질
- ∴ Thermodynamic Universe = System (계) + Surroundings (주위)
- Isolated Systems (고립 시스템)
- Closed Systems – 그 경계를 통한 물질이동 없음
- Open Systems – 그 경계를 통한 물질이동 있음
- Control Volume – 공간 내에 고정되어있는 체적(filled volume) 질량의 유동을 생각할 수 있다(mass flow, heat flow, etc). 이러한 경우의 system을 open(개방) system 이라 한다.

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



- Macroscopic and Microscopic Point of View (거시적 및 미시적 관점)
 - 미시적 관점 (Atomistic)
 - Statistical Mechanics (통계학적 접근법)
 - 모든 입자에 대한 평균치
 - 거시적 or Continuum
 - 모든 분자의 시간 평균 효과를 고려 – Classical Thermodynamics
 - Note: Important concept of continuum theories
 - 분자의 평균 자유경로(mean free path)가 용기의 치수에 비하여 무시할 정도 → 연속체 (Continuum)
 - Properties and State of a Substances
 - Phase (상) – solid– liquid– gas (vapor phase)
 - ie) water, ice, steam
 - Phase boundary
 - State (상태) = determined by T, p, ρ
 - Properties = 온도, 압력, 밀도 등과 같이 어떤 물질의 상태를 규정하는 양
- *주어진 상태(state)에 대하여 그 상태에 이르는 경로(path)에 관계없이 상태량을 일정한 값을 갖는다.

- 열역학적 성질의 2가지
 - Intensive property (강성적 성질) : 시스템의 질량과는 무관하다.
 - ex) p, T, ρ, v(specific volume) (비례적)
 - Extensive property (종량적 성질)
 - ex) Volume (전체적)
- Process = 시스템이 한 상태에서 다른 상태로 변화할 때 각 상태의 연속된 경로
- Cycle = 최초상태의 system이 여러 가지 과정을 지나 최종적으로 최초의 상태로 되돌아 감
 - ex) Isothermal process – constant T
 - Isobaric process – constant p
 - Isochoric process – constant ρ
- Thermodynamic equilibrium state:
 - 시스템 안에 아무런 더 이상의 변화가 없을 때
 - ↔ Non-equilibrium state

- Basic Mathematical Concepts
 - Perfect Differential (완전 미분)

함수 $f(x,y)$ 에 있어서 미소 변화량(incremental change) in f ,

$$df = \left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_y dx + \left. \frac{\partial f}{\partial y} \right|_x dy = M(x, y)dx + N(x, y)dy$$

여기서 $M = \left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_y$

$$N = \left. \frac{\partial f}{\partial y} \right|_x$$

Let

$$\left. \frac{\partial M}{\partial y} \right|_x = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} \quad \left. \frac{\partial N}{\partial x} \right|_y = \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$$

Then we can say,

$$\left. \frac{\partial M}{\partial y} \right|_x = \left. \frac{\partial N}{\partial x} \right|_y$$

이때 df 를 perfect differential 이라 한다.

- 임의의 함수 w 가 완전미분 가능할 때 (*)
 - i.e δW is a perfect differential,

$$\delta W(x, y) = M(x, y)dx + N(x, y)dy = df(x, y) \quad \text{by (1)}$$

$$W_{12} = \int_1^2 \delta W(x, y) = \int_1^2 \{M(x, y)dx + N(x, y)dy\} = \int_1^2 df(x, y)$$

$$\equiv f(x_2, y_2) - f(x_1, y_1) \quad \text{----- (**)}$$

(by definition of perfect differential) → 중간과정 1→2 무관

- If δW is imperfect differential

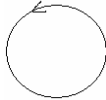
$$W_{12} = \int_1^2 \delta W(x, y) \quad , \text{ path dependent}$$

• 완전 미분 함수의 특성

- 적분 값 $\int_1^2 \delta W(x,y)$ 는 1과 2를 연결하는 적분 경로에 무관하게 동일한 값을 갖는다



- 임의의 폐쇄경로(Closed Integral)에 대해 적분 값은 = 0



• 미분 연산식

Let $f(x,y,z)=0$; 3 variables

Consider $z(x,y)$, then we can say

$$dz = \left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_y dx + \left. \frac{\partial z}{\partial y} \right|_x dy \quad : 2 \text{ independent variables}$$

if $dz=0$, then

$$\left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_y dx = - \left. \frac{\partial z}{\partial y} \right|_x dy \quad \text{----- (*)}$$

This exp. is true for arbitrary changes in z including $dz=0$ (임의의 변화량)

• We also note

$$dx = \left. \frac{\partial x}{\partial y} \right|_z dy + \overbrace{\left. \frac{\partial x}{\partial z} \right|_y}^0 dz \quad \text{----- (**)}$$

with (*) & (**), we get

$$\left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_y \left. \frac{\partial x}{\partial y} \right|_z dy = - \left. \frac{\partial z}{\partial y} \right|_x dy$$

$$\boxed{\left. \frac{\partial x}{\partial y} \right|_z \left. \frac{\partial y}{\partial z} \right|_x \left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_y = -1}$$

Important Identity

Useful for 2 known thermodynamic properties (gradient) and 1 unknown.

3개의 gradient 사이의 관계식

On a piece of paper, please write down the following

- Name:
- Email address:
- 학번:

- Suggestions for our class (Be specific!)