

화학공학의 역사
(양자화학과 이동현상)

충남대학교

김인호

목차

- 유체역학의 역사
- 열역학의 역사
- 기체분자 운동론
- 양자역학
- 물리화학의 내용
- 이동현상

유체역학

- 1752 오일러: 압력과 유체운동식 유도
- 1738 베르누이: 2차원 비점성 유체운동방정식 유도
- 1822 코시: 점성 유체 운동방정식
- 1840 Hagen & Poiseuille: Laminar flow 연구
- 1886 레이놀즈: 무차원수, 난류 연구

유체역학

- 1911 Blasius : $f = 64/\text{Re}$
- 1904 Prandtl: Boundary layer concept
- 1933 Prandtl equation:

$$1/f^{1/2} = 2 \log (\text{Re} f^{1/2})$$

열역학

- 1824 마이어: 일과 에너지가 같다
- 1840 줄: 열의 일당량 계산
- 열역학 제 1 법칙 : 19세기 중반 클라지우스가 수학적으로 정립
- 1824 카르노: 열역학 제 2 법칙의 선구자이며 열의 동력에 관한 고찰
- 열역학 제 2 법칙 : 19세기 후반 클라지우스의 엔트로피 개념, 에너지 변화의 방향 제시
- 볼츠만이 19세기 말 분자운동과 관련하여 통계적인 엔트로피 정의

기체분자 운동론

- 1738 베르누이: 기체 입자 운동량과 기체 압력 관계 유도
- 칼로릭 이론: 열 현상을 설명하기 위해 무게 없는 칼로리 물질 입자가 기체분자와 결합하여 온도상승이나 압력상승이 일어난다고 생각
- 기체의 분자 운동에 의해 기체 압력과 온도가 나타난다는 1845년 워터스톤의 논문이 당시에 받아들여지지 않고 열역학 제 1법칙이 마이어, 줄, 클라지우스에 의해 확립된 이후 칼로릭 이론이 사라짐

기체분자 운동론

- 1857 클라지우스: 분자의 병진운동, 회전운동, 진동운동을 고려하여 기체분자 운동론을 발전시킴
- 1890 맥스웰: 분자의 속도분포를 고려하여 기체분자 운동론을 전개
- 1855 Fick: 2 성분 기체의 확산에 대해 실험
- 1866 맥스웰, 1871 스테판: 확산방정식 유도

유체 분자 운동론

- 평형 이론: 표면장력, 줄-톰슨 계수 유도
- 비평형 이론: 점도, 확산계수, 열전도도 유도
- 통계역학을 이용하여 유체의 물성을 유도하는 이론이 연구됨
- 비평형 열역학과 kinetic theory의 발전
- 1920년대 발전한 양자역학의 이론을 유체의 분자 운동에 적용

양자론

- 19세기 말 열복사 연구에서 유래: 빈의 변위법칙-에너지 최대 파장 = 상수/T
- 1897 톰슨: 음극선 연구, 전자 발견, 원자 푸딩 모형
- 1909 러더포드: 알파선 실험, 원자핵 발견
- 1900 플랑크의 양자 가설: 복사열이 불연속적인 양자 단위
- 1905 아인슈타인의 광자와 광전효과: 빛의 이중성(파동성, 입자성)
- 1913 보어: 원자구조에 양자 개념을 도입하여 수소의 스펙트럼 방정식 유도

양자역학

- 1916 밀리컨: 광전효과 실험으로 광자이론 확립
- 1923 콤프톤: X선 광자와 전자의 탄성 충돌 실험
- 1923 드브로이: 물질파 이론, 전자의 운동에 의해 X선 발생, 파장= $\lambda = h/(mv)$, 빛의 이중성과 같이 입자와 파동이 이중성이 있다
- 1926 슈레딩거: 드브로이의 이론을 수학으로 표현하여 파동방정식을 세움, 전자 발견의 확률 함수
- 1927 하이젠베르크: 불확정성의 원리, 위치오차 \times 속도오차 $>h/m$

물리화학의 내용

- 유체 분자 운동론
- 열역학
- 화학반응속도론
- 전기화학
- 고분자 물리
- 양자화학
- 주로 평형적론 관점에서 기술
- 이동현상은 속도론적 관점에서 기술

이동현상(1950대 이후)

- 유체역학의 화공연구에의 적용
 - 펌프, 탱크, 배관 설계에서 다양한 유로의 설계로 다변화, 1960년대 의공학에 적용
 - 단위조작 설계식의 계산에서 발전하여 1950대 이후 컴퓨터 발전과 더불어 Navier-Stokes 식을 수치 계산함
- 열전달, 물질전달 방정식의 고도화
 - 편미분방정식의 수치해석과 공학수학적 해석
- 화공연구에 공학수학의 본격적 도입