

# 화학공학의 역사(화학의 태동)

충남대 화공과

김인호

# 목차

- 이아트로화학 (iatrochemistry, 의료화학)
- 보일의 순수화학
- 플로기스톤 가설
- 기체 (탄산가스, 질소, 수소, 산소)의 발견
- 연소이론과 라보아지에
- 질량불변의 법칙

# 의료화학(16-17세기)

- 파라켈수스-연금술을 배운 의사
- Chemie(독일어) 용어를 Alchemy 대신 사용
- 3원질(황, 수은, 소금)을 일반화시켜 4원소설을 제시
- 병을 치료하기 위해 증류, 추출, 여과에 의해 에센스를 제조하여 투여(황, 수은, 알코올 의약품)

# 이아트로 화학자들

- 실비우스(1614-1672): 인체를 산과 알칼리의 평형계로 생각
- 리바비우스(1550-1616): 화학서 저술
- 반 헬몬드(1577-1644): 공기와 물을 기본 원소로 생각, 나무 성장을 실험하여 만물이 물로 이루어져 있다는 그리스 철학자 탈레스의 생각을 증명하려 함
- 글라우버(1604-1670): 무기산(황산, 질산) 제조

# 보일의 순수 화학

- 르네상스 시대를 거쳐 화학이 실용과학으로 부터 순수과학으로 독립
- 보일은 아리스토텔레스의 4 원소설(에너지, 기체, 액체, 고체)과 연금술의 3 원소설(수은, 황, 소금)을 비판
- 참원소는 과거 원소설이 제시하는 물질의 성질이 아니고 더 간단한 성분으로 쪼갤 수 없는 물질 자체라고 주장
- 관찰과 실험을 통하여 원소를 발견하려함

# 보일의 물질관

- Universal matter (세계에 퍼진 근원물질)
- Minute particle (근원물질의 분할)
- Minute cluster (미립자가 모여 그룹형성)
- Little primary concretions (미립자 그룹의 집합에 의해 작은 물질 덩어리 형성)
- Mixed bodies (작은 물질 덩어리의 혼합체)

# The Sceptical Chemist(1661)

- 입자 가설로서 고대 중세의 물질관을 반박하려고 보일이 저술한 책
- 옛 물질관에 대해 회의적인 태도를 표명
- 라틴어로도 번역되어 전 유럽의 지식인에게 영향을 줌
- 유물론적인 가설을 제시하여 지배층의 관념론에 대항하는 신흥 부르주아 계급의 사상을 대변

# 보일의 공기 실험

- 공기의 부피는 그 압력에 반비례함을 발견 (1662)
- 진공 펌프로 공기를 제거한 2개의 반구를 떼어내는데 필요한 힘은 16마리의 말의 힘과 같은 것을 밝힌 독일 Guericke 실험의 영향을 받음
- 연소와 호흡의 유사성 발견



# 플로기스톤 가설

- 가연성 물질과 금속이 갖고 있는 미세한 입자로서 가연성을 대표하는 원소
- 연소를 가연성 물질로 부터 플로지스톤이 나가고 재가 남는 과정으로 설명
- 인간의 죽음도 몸에서 플로기스톤 즉 혼이 날라가는 현상으로 설명
- 18세기 후반 많은 화학자들(프리스틀리, 셀레, 캐번디쉬) 이 가설을 신봉

# 플로기스톤 가설이 유행한 이유

- 관념적인 가설의 맹점에도 불구하고 유행한 이유
  - 연소를 무엇인가 날아간다는 감성적 인식
  - 각종 화학현상을 유효하게 설명
  - 4 원소설의 불이나 3 원소설의 황을 다른 이름으로 부르며 새로운 원소로 생각
  - 금속을 태울 때 무게가 증가하는 실험적 사실에 부합되지 않아 모순
- 라보아지에가 플로기스톤 가설을 부정

# 기체의 발견

- 다양한 물질을 가열하여 기체포집장치로 수집
- 탄산가스: 블랙(1754)이 석회석을 가열
- 질소: 라더포드가 1772년 밀폐용기에서 쥐를 기르고 남은 기체에서 탄산가스를 알칼리로 흡수하고 남은 기체를 탄식하는 공기로 명명
- 수소: 1766년에 카벤디쉬가 아연과 황산의 반응에서 배출된 기체로서 발견

# 산소의 발견

- 1775 프리스틀리, 1771 셀레에 의해 발견
- 셀레는 공기를 황 증기에 통과시켜 부피 감소를 관찰하고 공기가 가연성 물질로 부터 나온 플로기스톤과 결합하여 부피가 감소하였다고 설명
- 다시 플로기스톤은 공기의 한 성분과 결합하여 열이 발생한다고 생각하여 불의 공기로 명명하고 분리실험을 시작
- 산소를 발견하였지만 이론적 근거가 약해 셀레는 플로기스톤설만을 믿음

# 산소의 발견

- 목사겸 화학자인 프리스틀리는 발효조로부터 발생한 고정공기(탄산가스)로 실험하며 기체화학을 전공
- 산소 발견 이전에 NO, N<sub>2</sub>O, HCl, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> 발견
- 적색 수은을 밀폐용기에서 햇빛으로 가열하여 산소(탈플로기스톤 공기)를 포집
- 포집된 산소로 쥐를 호흡시켜 공기보다 5-6배 생존시킴을 발견

# 연소이론과 라보아지에

- 인과 황을 태운 후 무게 증가를 보고, 많은 물질이 공기 중의 무엇인가와 결합하여 연소 후 무게가 증가한다고 라보아지에가 프랑스 과학아카데미에 보고 (1775)
- 프리스틀리의 탈플로기스톤 공기가 공기 중에 존재하는 산소 원소이고 연소시에 금속과 결합하여 무게를 증가시킨다는 연소이론을 1777-1778에 제창

# 화합물 조성의 실험

- 1781 카벤디쉬는 가연성 공기(수소)와 탈플로기스톤(산소)의 혼합물에 전기방전으로 물의 생성 확인
- 라보아지에는 물 생성 실험을 통하여 수소와 산소 단체 결합에 의해 물이 생성되고 물을 분해하여 수소 발생을 증명
- 유기화합물 분석, 호흡현상의 해명도 라보아지에 의해 이루어짐
- 단체(원소)의 개념이 성숙됨

# 질량불변의 법칙

- 설탕과 효모에 의한 발효반응을 엄격히 분석하여 수소, 산소, 질소, 탄소가 반응 전후 불변이라는 사실을 라보아지에가 증명
- 라보아지에는 1789년에 33종의 단체를 표로 정리
- 산소, 질소, 수소, 빛, 열(5종)
- 황, 인, 탄소, 염산기, ----(6종) 비금속
- 안티몬, 은, 비소, 비스무스, ----(19종) 금속
- 생석회, 실리카, 알루미나, ----(5종) 염



# 산업혁명과 화학혁명

- 라보아지에의 단체가설, 질량불변의 법칙은 돌턴의 원자설과 같이 산업혁명기에 발표되었으나 산업혁명과 화학혁명은 별개로 진행되었다.
- 그러나 화학이론의 발전은 공업생산성 향상에 크게 기여
- 프랑스혁명에 의한 라보아지에의 죽음은 화학발전의 큰 손실