
Law of Mass Conservation

2018.11.27

CHO Yurim

Pusan National University

Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering / *RES1*

E-mail : yusung49@naver.com

1. Material Change

- Physical Change
- Chemical change

2. Law of Mass Conservation

- History
- Definition
- Formulation

1 MATERIAL CHANGE - 물질변화

■ Physical Change - 물리변화

○ 물질에서 일어나는 물리적 상태의 변화

- 물질 본래의 성질을 잃지 않고, 모양이나 상태만 변화하는 현상
- 성질이 변하지 않았다는 건 분자가 깨지지 않는 (화학적인 조성의 변화 없이)
변화(에너지를 얻거나 잃어 그 상태만 변화하는 현상)
- 상태의 변화 : 고체-액체-기체로 변하는 상태
모양의 변화 : 유리잔이 깨지는 것처럼 모양만 변화
용해, 확산 : 소금이 물에 녹거나, 향수의 향이 멀리 퍼지는 현상

■ Chemical Change - 화학변화

○ 물질이 그 자신 또는 다른 물질과 상호 작용을 일으켜 새로운 물질로 바뀜 .

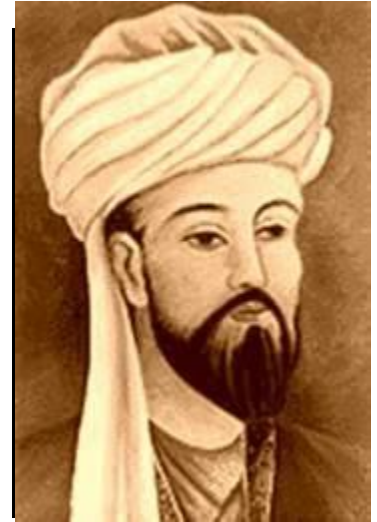
- 물질이 본래의 성질을 잃어버리고 새로운 성질의 물질로 변화하는 현상
- 성질이 변한다는 건 원자의 배열이 바뀌어 새로운 분자가 되는 (에너지를 받아 분해되거나 재결합)
변화 (결과 물질의 화학적 성질이 달라짐)
- 연소, 침전 등의 화학반응

2 LAW OF MASS CONSERVATION

■ History

○ Philosophy

- **Nothing comes from nothing, so that what exists now has always existed.**
 - Empedocles(그리스 철학자, BC 495~444, 이탈리아), B.C 4C
- **The totality of things was always such as it is now, and always will be.**
 - Epicurus(그리스 철학자, BC 341~270, 그리스), B.C 3C
- **The universe and its constituents such as matter cannot be destroyed or created.**
 - Jainism, Mahavira (자이나교 철학, 창시자, BC 599~527, 인도), B.C 6C
- **A substance is permanent, but its modes are characterized by creation and destruction.**
 - Jainism Text Tattvartha sutra (자이나교 경전), 2C
- **A body of matter cannot disappear completely. It only changes its form, condition, composition, color and other properties and turns into a different complex or elementary matter.**
 - Nasir al-Din al-Tusi (박식가-polymath, 1201~1274, 이라크), 13C



2 LAW OF MASS CONSERVATION

History

○ Antoine-Laurent de Lavoisier (1743~1794, 프랑스)

- 프랑스의 화학자. 근대 화학의 아버지.

산소 연구

실험 과학자

새로운 이론
제시

연소 연구, 열 연구

화학적
명명법

물의
조성

생물학
연구



2 LAW OF MASS CONSERVATION

History

○ Discoveries Background for the Law of Mass Conservation

• Phlogiston

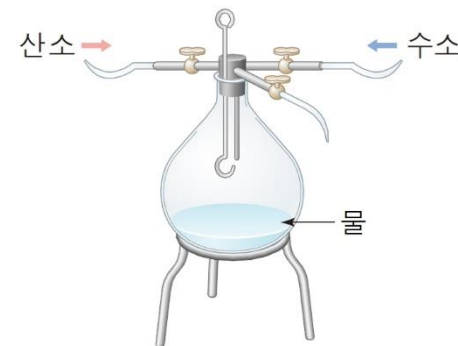
- 타는 원소, 가상의 물질
- 연소 반응 설명을 위해 만들어진 이론
- 주석 가루 연소 실험으로 질량 보존 법칙 발견



라부아지에의 실험 장치

• 물의 실험

- 분해 실험 : 긴 주철관을 벽화로 속으로 통과. 관을 통과하면서 분해된 산소는 주철관의 철과 결합. 냉각수를 통과한 나머지 성분들로부터 수소 기체를 얻음.
 - 합성 실험 : 물의 분해 장치를 통해 얻은 수소와 다른 방법(나무)으로 얻은 산소 섞어 혼합. 전기 불꽃 장치로 폭발시켜 물을 얻음.
- 물은 산소와 수소로 나뉘므로 물이 원소라고 한 아리스토텔레스의 4원 소설은 옳지 않다

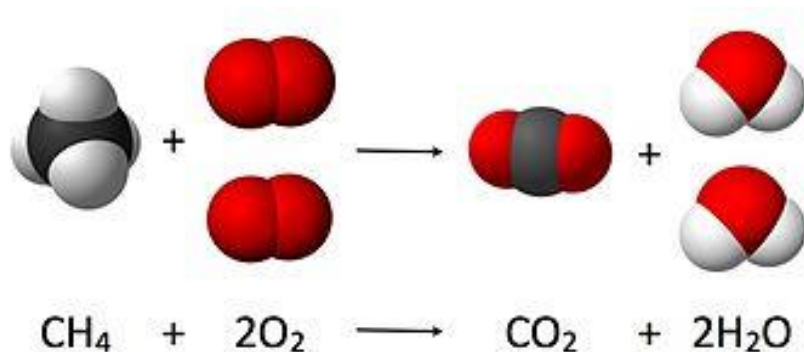


2 LAW OF MASS CONSERVATION

▪ Law of Mass Conservation

○ Definition

- The law of conservation of mass states that mass in an isolated system is neither created nor destroyed by chemical reactions or physical transformations.
- According to the law of conservation of mass, the mass of the products in a chemical reaction must equal the mass of the reactants.
- The law of conservation of mass is useful for a number of calculations and can be used to solve for unknown masses, such the amount of gas consumed or produced during a reaction



Combustion reaction of methane.

Where 4 atoms of hydrogen, 4 atoms of oxygen and 1 of carbon are present before and after the reaction. The total mass after the reaction is the same as before the reaction.

2 LAW OF MASS CONSERVATION

■ Formulation

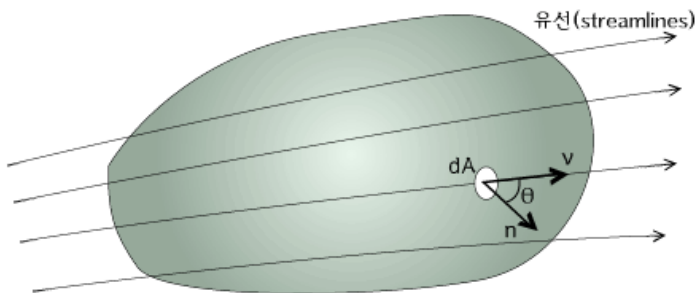
○ isolated system 에서 mass conservation

$$m_{sys} = constant, \quad \frac{dm_{sys}}{dt} = 0 \quad (1)$$

$$\dot{m}_{in} - \dot{m}_{out} = \frac{dm_{cv}}{dt} \quad (\text{in control volume}) \quad (2)$$

○ 유체의 흐름에 적용

$$\boxed{\text{대상부피에서 나가는 질량의 유출속도}} - \boxed{\text{대상부피로 들어오는 질량의 유입속도}} + \boxed{\text{대상부피 내 질량의 축적속도}} = 0 \quad (3)$$



dA : 대상부피 표면의 미세면적
 \mathbf{v} : 유선방향의 속도 벡터
 \mathbf{n} : dA 의 법선 벡터
 θ : \mathbf{v} 와 \mathbf{n} 의 차이각

$$\rho \mathbf{v} \cdot d\mathbf{A} \cos \theta = \rho dA \vec{v} \cdot \vec{n} \cos \theta = \rho (\vec{v} \cdot \vec{n}) dA \quad : \text{미소 면적의 질량 유출 속도} \quad (4)$$

2 LAW OF MASS CONSERVATION

■ Formulation

○ 유체의 흐름에 적용

$$\rho \vec{v} \times dA \cos \theta = \rho dA \vec{v} \vec{n} \cos \theta = \rho (\vec{v} \circ \vec{n}) dA \quad : \text{미소 면적의 질량 유출 속도 (4)}$$

$$\int_S \rho (\vec{v} \circ \vec{n}) dA \quad : \text{질량의 순 유출량 (5)}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho dV \quad : \text{질량 축적속도 (6)}$$

$$\int_S \rho (\vec{v} \circ \vec{n}) dA + \frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho dV = 0 \quad (7)$$