

탐구수업 지도자료

- 학 년 중학교 3학년
- 단 원 물질의 변화에서의 규칙성
- 소 제 목 6장 질량보존의 법칙
- 제 목 도입
- 대표 저자 강순희(이화여자대학교)
- 공동 저자 김덕희(서울 무학여자고등학교)
김효진(이화여자대학교)
박인숙(인천 계양중학교)
윤이진(서울 문정중학교)
이선향(이화여자대학교)
이윤하(서울 목일중학교)
이은주(서울 누원고등학교)
홍혜인(서울 상봉중학교)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육연구기관으로 지정받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center



제 6 장

질량 보존의 법칙



배경 지식 넓히기



서울대학교
과학교육연구소

1. 질량 보존의 법칙(Law of conservation of mass)

(1) 질량

물질의 변하지 않는 고유한 양

(2) 질량 보존의 법칙이 성립되는 이유

화학 변화가 일어날 때 물질의 구성 원자의 개수에 있어서 변화가 없고 성질이나 질량도 달라지지 않으며 단지 원자가 재배열되는 현상이므로 반응 전·후에 질량은 변화 없이 보존된다.

(3) 물리 변화와 질량 보존의 법칙

물리 변화가 일어나면 물질 자체는 변하지 않고 상태나 모양 등이 변한다. 이 때 원자와 분자가 모두 보존되므로 질량은 일정하다.

예 물이 얼음으로 변할 때 물 분자의 배열은 달라지지만 원자나 분자의 종류와 수는 달라지지 않으므로 질량은 보존된다.



서울대학교
과학교육연구소

(4) 화학 변화와 질량 보존의 법칙

화학 변화가 일어나면 어떤 물질이 반응하여 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성된다. 이 때 물질을 이루는 원자의 배열은 달라지지만 원자의 종류와 수는 변하지 않으므로 반응 전과 반응 후에 총 질량은 보존된다.

(5) 라부아지에의 실험

라부아지에는 주석이나 수은 등의 금속을 공기 중에서 강하게 가열하면 금속의 일부가 재와 같은 물질로 변화되고 그 금속은 처음보다 무거워지는 것을 알고, 이때 금속과 결합하는 것은 산소라고 생각했다. 이로써 가열 전의 금속과 산소의 질량의 총합은 반응 후 생성된 물질의 질량과 같다는 질량 보존의 법칙을 발견하게 되었다.



서울대학교
과학교육연구소

(가) 효모의 발효

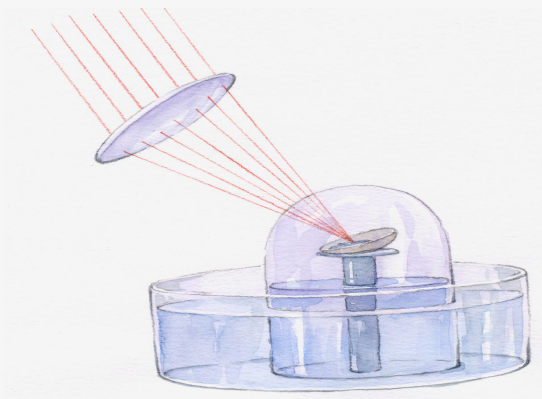
라부아지에는 1789년에 발행한 저서 ‘화학 요강’에서 질량 보존의 법칙을 처음으로 언급하였다. 그는 설탕이 효모에 의해 알콜로 변화할 때, 반응 물질과 생성 물질의 질량 변화를 조사하여 반응 전·후의 질량에는 변화가 없음을 밝혔다. 그리고 이 화학 변화 전·후의 수소, 산소, 탄소의 비율(%)을 산출한 다음, 이 분석 값과 위의 반응물과 생성물의 양으로부터 화학 변화 전·후의 무게는 불변이라는 것을 증명하였다.



서울대학교
과학교육연구소

(나) 수은재 실험

공기를 적당히 포함하고 밀봉된 플라스크 안에서 수은을 약하게 며칠 동안 가열하여 적색 물질인 산화수은(II)을 얻었다. 이 때 감소한 기체의 질량은 산화수은(II)의 증가한 질량과 같았다. 그 다음은 산화수은(II)의 무게를 정확히 측정한 후 세게 가열하여 다시 생성된 수은과 기체(산소)의 질량을 측정하였다($2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$). 이 때 수은과 산소의 질량의 합은 그가 처음 사용한 산화수은(II)의 질량과 같다는 것을 알아내었다.



서울대학교
과학교육연구소

(6) 원자 모형과 질량 보존의 법칙

돌턴의 원자 모형에 따르면 원자는 없어지거나 다른 원자로 변하지 않기 때문에 반응 전·후에 원자수도 변하지 않는다. 이와 같이, 화학 변화 전·후에 원자의 종류와 원자수가 그대로 보존되므로 전체의 질량도 변하지 않고 보존된다.

(7) 질량 보존의 법칙이 성립하지 않는 경우

화학 반응이 일어날 때 반응 전·후의 질량은 변화되지 않는다. 그러나 1905년 발표된 아인슈타인의 상대성 이론에 의하면, 물질의 질량과 에너지는 상호간에 전환이 가능하다. 즉, 물질의 질량과 에너지 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$E = mc^2 \quad (E : \text{에너지(J)}, \quad m : \text{질량(Kg)}, \quad c : \text{광속도} = 3 \times 10^8 \text{m/s})$$

따라서 엄밀히 말하면 열과 같은 에너지의 출입이 있는 반응은 질량 보존의 법칙이 성립하지 않는다고 할 수 있다. 즉, 에너지로 전환되는 물질의 질량은 $\frac{E}{c^2}$ 인데, 대부분의 화학

변화에서 출입하는 에너지의 양(E)은 광속도의 제곱($= 9 \times 10^{16} \text{m}^2/\text{s}^2$)에 비하여 무시해도



서울대학교
과학교육연구소

될 만큼 작으므로 에너지 발생에 의한 질량의 감소량은 거의 없다. 그러나 핵분열이나 핵융합과 같은 핵반응에서는 출입하는 에너지가 매우 크므로 질량의 감소가 나타난다. 따라서 이 때에는 질량 보존의 법칙이 성립하지 않고, 질량-에너지 보존 법칙이 성립한다.



탐구 활동을 위한 안내

1. 탐구 활동 목록

		제 목	분 류 [성격/ 수준/ 장소]	기 타
6장. 질량 보존의 법칙	활동 1	우유가 상해서 앙금이 생기면?	실험/일반/실험실	교과서 탐구
	활동 2	날아가는 기체를 잡아라	실험/일반/실험실	새탐구

2. 선정이유

활동 1. 앙금 생성 반응에서 앙금이 생성되므로 고체의 생성으로 인해 더 무거워질 것이라는 학생들의 오개념을 고려하여 질산은 수용액과 염화나트륨 수용액을 사용하여 앙금 생성 반응 시 질량을 측정하는 실험을 다루었다. 반응 전과 반응 후 즉 앙금이 생성된 후 질량 변화를 직접 관찰하고 반응식을 통해 반응 전과 반응 후의 원자수를 비교함으로써 앙금 생성 반응은 질량이 보존됨을 알아내는 **경험 귀추적(서술적 질문 제시-실험 수행-서술적 질문에 대한 해답-인과적 질문 제시-가설 설정-자료의 재해석-결론 도출)**으로 구성된 탐구 활동이다.

활동 2. 열린계와 닫힌계에서 화학 반응의 질량 보존을 이해하지 못하는 학생들의 오개념을 고려하여 이러한 오개념이 잘 나타날 수 있는 소재인 열린계에서의 기체 발생 반응을 사용하였다. 뚜껑을 열고 식초와 베이킹파우더를 반응시키면 기체가 발생한다는 것과 발생된 기체만큼 질량이 감소한다는 것을 알 수 있도록 하는 **경험 귀추적(서술적 질문 제시-실험 수행-서술적 질문에 대한 해답-인과적 질문 제시-가설 설정-자료의 재해석-결론 도출)**으로 구성된 탐구 활동이다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소