

탐구수업 지도자료

- 학 년 중학교 1학년
- 단 원 물질이 상태를 바꿔요!
- 소 단 원 7장 상태 변화에 따른 부피와 질량의 변화
- 제 목 교사용-교과서 탐구(1)
- 대표 저자 우규환(서울대학교)
- 공동 저자 이숙경(서울 양화중학교)
 정여진(서울 언남중학교)
 황혜령(서울대학교)
 김혜선(서울대학교)

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



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center

양초를 가열하면 질량과 부피는 어떻게

[물질의 세 가지 상태]

활동의 성격

실험실에서 가능한 활동임.
3~4명으로 모둠을 구성해서 활동

지도상 유의점

1. 질문에 대한 답을 학생들이 하도록 유도한다.
2. 학생들의 예측 활동을 하는 동안 예측의 이유를 스스로 생각해보게 한다.
3. 예측 단계는 평가하지 않음을 알려주어 자유롭게 생각해 보게 한다.
4. 교사는 긍정적인 피드백을 주어 학생들의 동기를 유발한다.

1 활동 내용 분석

(1) 이 탐구 활동은 POE 모형으로 구성하였는데, 예측 단계에서 학생들은 자신들이 평소에 느껴왔던 생활 속의 현상에 기초하여 실험 결과를 예측하며 이에 대한 해답을 얻기 위해 실험을 실시하게 된다. 개발한 탐구 실험에서는 액체에서 고체로 상태 변화할 때 질량은 변하지 않지만 부피는 변한다(감소한다)는 것을 실험을 통해 확인한다. 설명 단계에서는 액체에서 고체로 상태 변화할 때 질량은 변하지 않았지만 부피가 변한다(감소한다)이유를 분자 개념으로 설명하게 하였고 이것을 유도하기 위해 분자의 개수와 분자 사이의 거리를 묻는 질문을 제시하였다. 이는 상태 변화에 있어 질량과 부피 변화라는 결론을 도출하는데 힌트가 될 수 있다. 전체적인 실험 과정이 끝난 후에 실험 내용을 정리하기 위해 적용 문제를 넣었다. 첫 번째 문제는 상태 변화에 따른 부피 변화를 설명하는 문제이다. 두 번째 문제는 물질에서 예외적인 특징을 가지고 있는 물의 질량과 부피 변화를 설명하게 하였는데 특별한 형태인 얼음의 분자 모형을 함께 제시하여 분자 개념을 통하여 문제를 해결하도록 하였다.

(2) 이 실험과 관련한 내용을 간단히 살펴보면, 고체에서 액체로 상태 변화할 때 분자의 개수는 변하지 않지만 분자 사이의 거리가 감소하므로, 질량은 변하지 않고 부피는 감소한다.



예외적으로 얼음은 수소결합을 통해 육각형 모양의 구조를 이루고 있어 고체에서의 부피가 액체의 부피보다 더 크므로 액체에서 고체로 상태 변화할 때 부피가 증가한다.

2 진행 방법

(1) 실험 전에 전자 저울 사용법을 가르쳐 주도록 한다. 특히 녹은 양초의 질량을 재기 전에 반드시 저울의 영점 단추를 눌러 영점이 된 것을 확인한 후, 질량을 재도록 한다. 또한 전자 저울은 질량이 아닌 무게 측정 기구이지만 같은 장소에서 측정하므로 실험상의 편의를 위해 윗접시 저울 대신 전자 저울을 사용하여도 무방함을 알려준다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

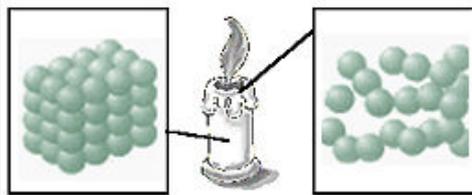
- (2) 실험에 대한 예측을 할 때 학생들로 하여금 예측의 이유를 생각해 보게 하여 학생들의 선개념을 이끌어낸다.
- (3) 학생들의 예측 활동이 끝났음을 확인한 후, 실험을 실시하도록 한다.
- (4) 관찰 단계에서는 학생들에게 각자 자신의 관찰 결과를 쓰게 하며, 설명 단계를 통해 결과를 생각해보게 한다.
- (5) 실험이 끝났으면 조별로 토의하여 적용 문항을 풀어보게 하여 학습 내용을 확인하고, 모르는 내용은 토론을 통해 해결해 나가도록 한다.
- (6) 입자론적 물질관을 도입하여 양초도 눈으로 볼 때 하나의 덩어리처럼 보이지만 무수히 많은 양초 분자로 이루어져 있음을 상기시키고, 그 질량이 변함 없으므로 양초 분자 수는 변함이 없으며, 부피는 달라졌기 때문에 분자들 사이의 간격(거리)이 달라졌음을 이해시킨다.

3 평가 방법

실험에 포함된 탐구 과정, 조별 실험 기능, 개인별 실험 태도에 대해 평가하며, 예측 단계는 평가하지 않는다.

4 학생용 활동지 해답

- (2) ① 질량은 변하지 않고 부피는 줄어든다.
- (3) ① 분자의 개수는 변하지 않으며, 분자 사이의 거리가 가까워진다.
- ②



고체

액체

- (4) ① 녹인 쇳물이 식어서 고체로 바뀌면 부피가 줄어들기 때문에 거꾸집보다 부피가 작은 술이 만들어지므로 거꾸집은 원하는 크기의 무쇠술보다 크게 만들어야 한다.
- ② 질량은 변하지 않지만 부피는 감소한다.

실험상 유의점

1. 실험을 하기 전에 전자저울의 작동여부를 미리 확인한다.
2. 양초는 되도록 잘게 쪼갬다.
3. 액체 양초가 식어 고체로 변한 후에도 비커에 표시한 눈금에는 별로 차이가 없다. 그러나 고체로 변한 후의 부피 차이는 고체 양초의 표면이 움푹 팬 것으로 관찰이 가능하다.

참고

1. 질량 : 물질의 고유한 양으로 장소에 따라 변하지 않는다.
2. 무게 : 물질에 작용하는 중력의 크기로 장소에 따라 달라지나, 이 실험에서 전자저울은 한 장소에서 측정하는 것이므로 질량을 재는 기구 대신에 활용할 수 있다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

 **참고**

실험에 포함된 탐구 과정은 다음과 같다.

1. 예측 단계
기초적 탐구 과정 : 예상
2. 관찰 단계
기초적 탐구 과정 : 측정
3. 설명 단계
기초적 탐구 과정 : 추리
4. 적용 단계
기초적 탐구 과정 : 추리
통합적 탐구 과정 : 자료 해석

5 수행 평가 준거

(1) 실험 기능 평가

평가항목	채점 기준	흡족	미흡
전자저울 사용	저울을 평평한 장소에 놓는다.		
	질량을 측정하기 전에 영점 단추를 눌러 영점을 조절한다.		

(2) 탐구 능력 평가

단계	탐구 과정	문항	채 점 기 준		
			상	중	하
관찰 단계	결론 도출	①	상태 변화가 일어날 때 부피는 변하지만 질량은 변하지 않는다고 서술한다.	상태 변화에 있어 부피와 질량의 어느 한 가지만을 서술한다.	상태 변화에 있어 부피와 질량에서의 변화를 설명하지 못한다.
설명 단계	추리	①	실험 결과를 통하여 상태에 따른 분자배열(분자의 개수, 분자사이의 거리)를 바르게 예측한다.	실험 결과에 따라 분자의 개수, 분자사이의 거리 중 어느 1가지만 예측한다.	실험 결과에 따른 분자 배열을 예측하지 못한다.
	추리	②	양초의 고체상태와 액체 상태의 분자배열을 바르게 그린다.	분자 배열을 그릴 때 분자의 모양, 분자의 크기, 분자사이의 거리에 대해 어느 한 가지가 부적절하다.	분자의 모양, 분자의 크기, 분자사이의 거리 중 2가지 이상이 부적절하다.
적용 단계	추리	①	거푸집의 크기를 상태 변화에 따른 부피 변화로 바르게 설명한다.	거푸집의 크기를 상태 변화에 따른 부피 변화로 설명하나, 설명이 부적절하다.	거푸집의 크기를 상태변화에 따른 부피변화로 설명하지 못한다.
	해석	②	얼음과 물의 상태 변화에서 부피와 질량 변화를 바르게 설명한다.	얼음과 물의 상태 변화에서 부피와 질량 변화 중 어느 한 가지만 설명한다.	얼음과 물의 상태 변화에 있어 부피와 질량에서의 변화를 설명하지 못한다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

(3) 개인별 실험 태도에 대한 채점 기준

평 가 항 목	흡족	미흡
흥미를 가지고 토론에 적극적으로 참여한다		
실험 시간 내내 능동적으로 활동하고 협동을 잘 한다		
실험시 주의 사항을 철저히 따른다		
실험이 끝난 후 모든 기구와 주변을 정리 정돈한다.		

힌 킷 과학상식!

드라이 아이스를 액체로 만들 수는 없을까?

드라이 아이스가 액체 상태를 거치지 않고 바로 승화가 일어나는 것은 우리가 살고 있는 곳의 압력이 1기압이기 때문이다. 드라이 아이스를 5.11기압 이상의 높은 기압에서 -56.4°C 이상으로 온도를 높이면 액체 이산화탄소를 볼 수 있다.



참고

개인별 실험 태도의 평가 항목은 모든 실험에 공통적으로 해당된다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소