



단원 개관



이 단원에서는 고체가 액체에 녹는 과정에 영향을 주는 요인에 대하여 다룬다. 3, 4학년에서 다룬 물질이 순수한 물질에 대한 것이라면, 이 단원에서는 혼합물을 대상으로 하여 용해 과정과 용해 과정에 영향을 주는 여러 요인을 다루게 된다. 그리고 이 단원에서 배운 용해와 온도에 따른 용해의 개념은 9학년 ‘물질의 특성’에서 용해도를 배울 때 기초가 되며, 과학의 기본 법칙인 질량 보존의 법칙을 이해하기 위한 기초를 제공해 준다.

이 단원의 주요 학습 내용은 용질의 녹는 양은 용매의 종류와 양에 따라 다름을 알고, 온도와 용질의 녹는 양과의 관계를 설명할 수 있으며, 용해 전과 후의 무게가 변하지 않음을 이해하는 것이다. 이러한 학습 과정을 통하여 용해와 용액에 관한 기본 개념을 이해하고, 예상, 관찰, 측정, 실험 설계, 자료 해석 등의 탐구 능력의 발달에 초점을 맞추어 지도한다.

1차시에서는 스티로폼 공을 물과 아세톤에 넣었을 때 나타나는 현상을 관찰하고, 용액의 진하기에 따른 밀도의 차이를 이용한 설탕물의 탐 쑹기 실험을 하여 흥미를 유발한다.

2차시에서 8차시에 이루어지는 학습 단계는 물과 아세톤에 여러 가지 가루 물질을 녹여 봄으로써 용액, 용해, 용질, 용매 등 과학 용어의 의미를 파악하는 것으로 시작한다. 또한, 물과 아세톤에 여러 가지 가루 물질이 용해되는 정도가 다름을 관찰하여 용매에 따라 용질이 용해되는 양이 다름을 인식하게 한다. 그리고 용매에 녹이는 용질의 양을 조절하여 용액의 진하기를 달리한 다음, 용액의 색깔이나 용액에서 물체가 뜨는 정도를 비교하여 용액의 진하기를 구분하게 한다. 그리고 용해 전과 후의 무게를 비교 측정하는 실험을 통하여 용질의 존재를 추리하도록 지도한다.

용해와 용액에 관한 기본 개념을 학습한 다음에는 용질이 용해되는 빠르기와 양에 영향을 주는 요인에 대하여 탐구하게 된다. 즉, 젓는 빠르기, 용질 알갱이 크기, 용매의 온도와 용질이 녹는 빠르기의 관계에 대한 가설을 세우고, 학생 스스로 실험 계획을 세워 결과를 수집하고 해석하여 결론을 도출하는 일련의 탐구 과정을 경험하게 한다. 용질이 녹는 양과 관련된 탐구 활동에서는 용매의 양과 종류가 같아 하더라도 온도를 달리함으로써 용질의 녹는 양이 달라진다는 사실을 실험 결과를 토대로 설명하게 한다. 그리고 각 차시 후반에 제시된 ‘창의 활동’과 ‘더 탐구해 볼까요?’를 통하여 학생들의 사고를 확장시킨다.

9차시 정리 단계에서는 이 단원에서 학습한 용해와 용액 개념을 정리하고, 이를 적용하여 창의적인 ‘과학 마술’을 구성하는 글쓰기 경험을 제공한다.

10차시에서는 과학자들의 활동 중에서 용해와 용액에 관련된 재결정 방법에 대한 활동을 알아보고, 여러 가지 가루 물질의 결정을 만들어 봄으로써 과학자가 되어 보는 경험을 제공한다.

단원 학습 목표



영역	학습 목표
지식	1. 용매의 종류에 따라 녹는 용질의 양이 달라짐을 설명할 수 있다. 2. 용해 전과 후의 무게 비교를 통하여 용액 속 용질의 존재를 추리할 수 있다. 3. 용질의 녹는 양을 조절하기 위하여 용매의 양과 온도를 변화시킬 수 있다.
탐구	1. 여러 가지 용매에 대한 가루 물질의 용해 정도를 관찰할 수 있다. 2. 용해 전과 후의 무게를 측정하여 비교할 수 있다. 3. 용매의 온도와 용질이 녹는 양과의 관계를 알아보기 위한 실험을 수행하고 결론을 도출할 수 있다.
태도	1. 생활에서 물질이 녹는 현상에 대하여 관심을 갖는다. 2. 고체 물질의 용해 실험과 토론 등의 소집단 활동에 적극적으로 참여한다.

단원 학습 계열



선수 학습	이 단원의 학습	후속 학습
과학(3)	과학(5-2)	과학(6)
▣ 액체와 기체의 부피 - 액체의 개념 ▣ 혼합물의 분리 - 고체와 액체의 혼합물의 분리	▣ 용해와 용액 - 용매에 따른 고체 물질의 용해 정도 - 용매의 양과 온도에 따른 용질의 녹는 양 - 용해 전과 후의 무게	▣ 산과 염기 - 산성 용액과 염기성 용액 과학(9) ▣ 물질의 특성 - 용해와 온도에 따른 용해의 개념

단계	차시	차시명	학습 목표	탐구 과정 요소
재미있는 과학	1/10	사라지는 물질	• 물질을 물과 아세톤에 넣었을 때 나타나는 현상에 대하여 관찰한 결과를 말할 수 있다. • 진하기가 다른 용액으로 액체 탐을 쌓을 수 있다. • 우리 생활에서 용해와 관련된 현상에 대하여 흥미를 가진다.	
과학 실험방	2/10	용해와 용액이란 무엇 일까요?	• 물에 여러 가지 가루를 넣었을 때 나타나는 변화에 대하여 관찰할 수 있다. • 용해와 용액의 개념을 이해하고 설명할 수 있다.	관찰, 의사소통
	3/10	어느 용액이 더 진할까요?	• 진하기가 다른 용액에서 용액의 색깔, 물체가 뜨는 정도를 관찰하여 비교할 수 있다. • 진하기가 다른 용액을 구분할 수 있는 방법을 설명할 수 있다.	관찰, 의사소통
	4/10	물에 녹은 설탕은 어떻게 되었을까요?	• 설탕이 물에 용해되기 전, 용해 중, 용해된 후의 무게를 측정하여 비교할 수 있다. • 용액 속 용질의 존재를 설명할 수 있다.	관찰, 측정, 의사소통
	5/10	어떻게 하면 용질을 빨리 녹일 수 있을까요?	• 백반이 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인을 알아볼 수 있는 실험을 설계하여 수행할 수 있다. • 용질이 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인을 설명할 수 있다.	변인 통제, 자료 해석, 결론 도출
	6/10	물의 양에 따라 용질이 물에 녹는 양은 어떠할까요?	• 물의 양에 따라 탄산수소나트륨과 백반이 물에 녹는 양을 관찰하여 비교할 수 있다. • 물의 양과 용질이 녹는 양의 관계를 설명할 수 있다.	관찰, 자료 해석, 결론 도출
	7~8/10	물의 온도에 따라 용질이 물에 녹는 양은 어떻게 달라질까요?	• 물의 온도와 가루 물질이 녹는 양과의 관계를 알아보기 위한 실험을 계획할 수 있다. • 붕산과 백반이 녹는 따뜻한 용액을 식혔을 때 나타나는 현상을 관찰하고, 그 까닭을 추리할 수 있다.	변인 통제, 측정, 추리, 자료 해석, 결론 도출
과학 생각 모음	9/10	용해와 용액에 대하여 정리하여 볼까요?	• 탐구 결과를 정리하여 용해와 용액에 관련된 개념을 설명할 수 있다. • 용해와 관련된 원리를 적용하여 보여 줄 수 있는 마술 방법을 글로 나타낼 수 있다.	
나도 과학자	10/10	결정을 만들어 볼까요?	• 물질을 연구하는 과학자들의 활동이 용해 원리와 어떤 관련이 있는지 설명할 수 있다. • 여러 가지 가루 물질로 결정을 만들어 관찰할 수 있다.	

* 위에 제시된 내용은 예시이므로 지역 및 학교의 실정, 학생의 발달 정도에 따라 목표에 알맞은 활동 내용으로 학교에서 재구성하여 운영할 수 있다.

권장 수업 모형	준비물	유의점	핵심 용어	해당 쪽수		
				교과서(쪽)	실험 관찰(쪽)	지도서(쪽)
	물, 아세톤, 비커(250mL) 다섯 개, 스티로폼 공 두 개, 시험관, 설탕, 물감(빨강, 파랑, 노랑), 약술가락, 유리 막대, 실험용 장갑, 보안경, 스포이트	• 아세톤은 휘발성이 강한 액체이므로 환기 시설을 갖춘 곳에서 해야 하며, 피부에 직접 접촉하지 않도록 사전에 지도해야 한다.		64		236
순환 학습	바이알(30mL) 여덟 개, 설탕, 시트르산, 탄산칼슘, 나프탈렌, 물, 아세톤, 약술가락 네 개, 실험용 장갑, 보안경	• 액체와 고체의 균일한 혼합물에 한하여 용액의 개념을 다룬다. • 실험에 사용한 나프탈렌, 아세톤 등은 반드시 회수하여 폐기물 처리 방법에 따라야 한다.	용해, 용액, 용질, 용매	66	30	238
POE	백설탕, 흑설탕, 비커(100mL) 네 개, 유리 막대 두 개, 메추리알 한 개 (물에 가라앉는 것), 약술가락 두 개	• 용액에 띄우는 물체의 밀도에 따라 뜨고 가라앉는 정도에는 차이가 있을 수 있으므로, 넣는 설탕의 양을 적절히 조절해야 한다.	용액의 진하기	70	31	244
POE	전자저울, 설탕, 비커(100mL), 약포지, 유리 막대, 약술가락	• 단순히 무게 비교에 그치지 말고, 무게가 보존되는 까닭을 추리하게 한다.		74	32	250
탐구 학습	비커(100mL) 여섯 개, 백반, 유리 막대 두 개, 초시계, 막자사발과 막자, 약술가락, 알코올 램프, 삼발이, 쇠그물, 실험용 장갑, 보안경	• 실험 결과에 초점을 두지 말고, 가설 설정, 실험 설계, 변인 통제, 결과 해석, 결론 도출 등의 탐구 과정 요소를 익히는 데 중점을 둔다.		76	33	254
POE	비커(250mL) 세 개, 물, 탄산수소나트륨, 백반, 유리 막대 두 개, 약술가락 두 개, 실험용 장갑, 보안경	• 물의 양에 따라 녹는 용질의 양은 정성적인 수준에서의 탐구 활동을 권장한다.		78	35	258
POE	비커(250mL) 세 개, 비커(100mL), 백반, 눈금 실린더(100mL), 붕산, 유리 막대 두 개, 약술가락 두 개, 온도계, 따뜻한 물, 찬물, 얼음, 실험용 장갑, 보안경	• 용매의 온도에 따라 녹는 용질의 양은 정성적인 수준에서 관찰하게 하고, 포화, 과포화의 개념은 다루지 않는다.		82	36	264
	시험관 두 개, 시험관대, 색이 다른 손수건 두 장, 설탕, 페트리 접시, 약술가락	• 마술은 단원에서 탐구한 결과를 잘 적용하여 구성하는 데 초점을 둔다. • 글을 쓸 때에는 대화나 설명하는 글이 잘 나타나야 한다.		86	38	270
	백반, 설탕, 소금, 황산구리 등 여러 가지 가루 물질, 비커(250mL) 세 개, 유리 막대 세 개, 스티로폼 상자, 페트리 접시 세 개, 종이, 돋보기, 루페, 실험용 장갑, 보안경	• 크고 모양이 뚜렷한 결정이 생기도록 진한 용액을 만들고, 만든 결정을 관찰하여 물질마다 결정 모양이 다름을 인식하게 한다.		90		272

단원 지도상의
유의점

- 용해에 관해서는 녹는 양에 초점을 두어 학습하도록 하고, 용해되었는지 그렇지 않은지는 육안에 의한 관찰로 판단하게 한다.
- 특정 온도에서 녹는 양을 정량적으로 측정하는 것은 지양하고, 온도에 따라 녹는 용질의 양을 정성적인 수준에서 관찰하게 한다.
- 물의 온도를 높이면 빨리 녹으면서 더 많이 녹는다. 그런데 용액을 도구를 이용하여 저어 주면 더 빨리 녹일 수는 있지만, 더 많이 녹지는 않는다는 것을 학생들이 명확하게 인식하게 한다.
- 물에 대한 고체의 용해도가 온도에 비례하지 않는 경우도 있지만, 이 단원에서는 온도에 비례하는 경우만 한정해서 다룬다. 고체의 물에 대한 용해 과정을 다루지만, 포화, 불포화, 과포화의 개념은 다루지 않는다.

단원 학습 평가

영역	평가 관점	관련 차시
지식	1. 용매의 종류에 따라 용질이 용해되는 정도가 다를 수 있음을 설명할 수 있는가?	2/10
	2. 용질이 녹는 양을 조절해야 할 문제 상황에서 용매의 양과 온도를 적용하는가?	6~8/10
	3. 용해 전과 후의 무게 비교 결과를 바탕으로 용액 속 용질의 존재를 설명할 수 있는가?	4/10
탐구	1. 여러 가지 액체에 고체 물질을 녹인 후 나타난 변화를 관찰할 수 있는가?	2/10
	2. 용질이 녹는 양과 용매의 온도의 관계를 알아보는 실험을 수행하고, 결론을 도출할 수 있는가?	7~8/10
	3. 용해 전과 후의 무게를 측정할 수 있는가?	4/10
태도	1. 생활에서 용해 현상과 관련된 사례에 관심을 가지는가?	2/10
	2. 소집단 실험 및 토론 활동에 적극적으로 참여하는가?	모든 차시

※ ‘재미있는 과학’, ‘과학 이야기’, ‘창의 활동’, ‘더 탐구해 볼까요?’, ‘나도 과학자’ 부분은 지식 및 탐구 평가 대상이 아닙니다.

단원 핵심 용어

1. 용해

소금이 물에 녹듯이 두 가지 이상의 물질이 골고루 섞이는 현상을 ‘용해’라고 한다.

2. 용액

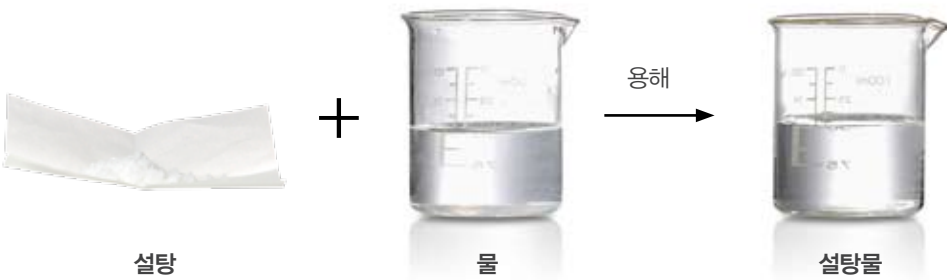
소금물처럼 두 가지 이상의 물질이 골고루 잘 섞여 있는 것을 말한다.

3. 용질

용액에 녹아 들어가는 물질을 ‘용질’이라고 한다. 예를 들어, 소금물 속의 소금, 설탕물 속의 설탕을 용질이라고 할 수 있다.

4. 용매

용액에서 용질을 녹이는 물질을 ‘용매’라고 한다. 예를 들어, 소금물, 설탕물과 같은 용액에서 소금, 설탕을 녹인 물, 나프탈렌을 녹이는 아세톤 등을 용매라고 할 수 있다.



5. 용액의 진하기

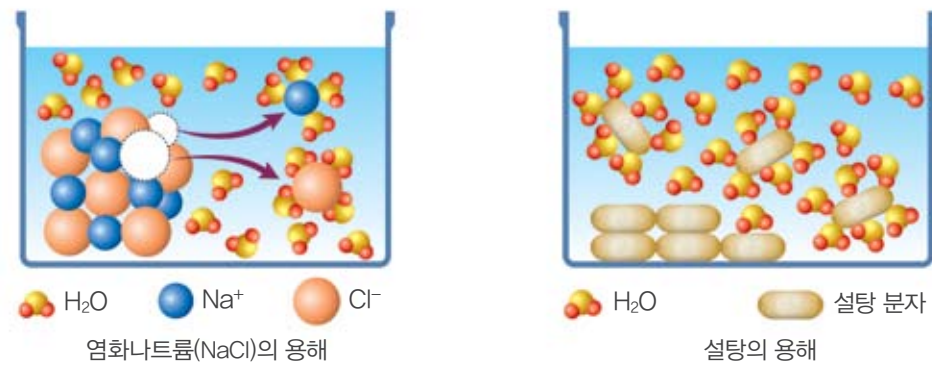
같은 양의 용매에 녹아 있는 용질의 양이 많고 적음을 나타낸 말이다. 예를 들어, 같은 양의 물에 설탕이 많이 녹을수록 진한 설탕물이 된다. 용액의 진하기는 용액의 색깔, 맛, 물체가 뜨는 정도에 따라 비교할 수 있다.



1. 용해 현상

어떤 물질이 녹으려면 용질과 용매 입자 사이에 작용하는 인력이 용질 입자들 사이나 용매 입자들 사이에 작용하는 인력보다 커야 한다. 소금(NaCl)과 같은 이온 결정은 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)이 강한 정전기적 인력으로 결합되어 있으므로, 이 결정이 물(H_2O)에 녹으려면 물과 이온 사이의 인력이 이온들 사이의 정전기적 인력보다 커야 한다.

그런데 물 분자는 극성 분자이므로, 물에 소금을 넣으면 Na^+ 이온이나 Cl^- 이온이 여러 개의 물 분자에 강하게 이끌려 이온 사이의 인력이 약해지면서 떨어져 나온다. 떨어져 나온 이온은 그림과 같이 물 분자에 둘러싸여 물속으로 확산된다.



염화나트륨(NaCl)과 설탕의 용해

NaCl 은 물에 잘 녹지만, 아세톤에는 녹지 않는다. 이것은 NaCl 입자와 아세톤 사이의 인력보다 NaCl 입자 사이의 인력이 더 크기 때문이다. 그러나 나프탈렌과 아세톤 사이의 인력은 나프탈렌 분자 상호간 인력보다 크기 때문에 나프탈렌은 아세톤에 잘 녹는다. 일반적으로 이온 결정은 물과 같은 극성 용매에 잘 녹지만 벤젠과 같은 무극성 용매 혹은 아세톤 같이 극성이 작은 용매에는 잘 녹지 않는다.

2. 용액

용액이란 말은 흔히 용매가 액체 상태를 말할 때 사용되나, 엄밀한 의미에서 용액은 두 가지 이상의 순수한 물질이 균일하게 섞여 있는 균일 혼합물을 나타낸다(초등학교에서는 한쪽의 물질이 액체인 경우만 다룬다.).

이때, 두 가지 이상의 순수한 물질의 상태는 상관이 없다. 즉, 서로 섞이는 각각의 물질은 고체, 액체, 기체일 수 있으며, 서로 섞였을 때의 상태가 고체, 액체, 기체일 수도 있는 것이다.

액체 물질과 고체 물질이 혼합된 용액에서는 액체 물질을 용매라고 하며, 고체 물질을 용질이라고 한다. 액체와 액체 또는 기체와 기체가 균일하게 섞인 용액에서는 일반적으로 양이 많은 쪽을 용매, 양이 적은 쪽을 용질로 한다.

3. 용해도

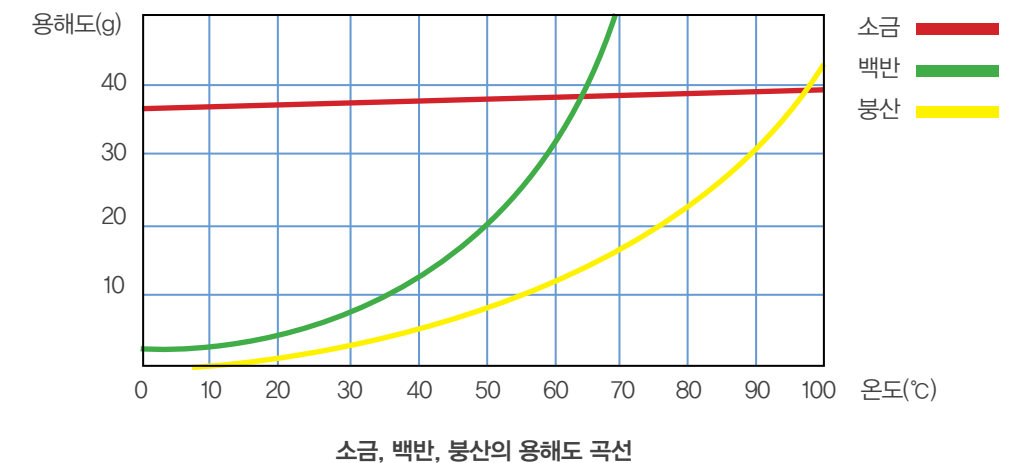
설탕을 물에 조금 넣으면 모든 설탕이 용해되지만, 설탕을 물에 많이 넣어 주면 어느 정도 이상 녹아 들어가지 않게 된다. 이때, 설탕이 녹는 속도와 녹아 있던 설탕이 결정화되는 속도가 같아져서 용액의 농도가 변하지 않게 된다. 이와 같이 주어진 조건에서 일정량의 용매에 녹을 수 있는 용질의 최대량이 녹아 있는 용액을 ‘포화 용액’이라고 한다. 또, 일정량의 용매에 녹을 수 있는 용질의 최대량을 그 용질의 ‘용해도’라고 하는데, 주로 용매 100g에 녹을 수 있는 용질의 최대량으로 나타낸다.

4. 고체의 용해도와 온도의 관계

대부분의 학생들은 일상생활에서의 경험을 통하여 물에 녹는 고체는 찬물보다 뜨거운 물에 잘 녹는다는 사실을 잘 알고 있을 것이다. 용해도는 온도가 높을수록 증가하는데, 이는 뜨거운 물 분자가 더 큰 운동 에너지를 갖고 있어 고체 용질과 더 격렬하게 충돌할 수 있기 때문이다. 이러한 격렬한 충돌은 고체를 이루고 있는 입자 사이의 전기적 인력을 충분히 극복하여 입자를 고체로부터 떼어 낼 수 있다.

설탕은 온도에 따라 용해도가 증가하지만, 소금과 같은 고체 용질의 용해도는 온도에 따라 크게 변하지 않는다. 이와 같이 고체 용질 간에 차이가 나타나는 까닭은 여러 가지가 있는데, 고체 용질 내의 화학 결합의 세기와 분자 또는 입자들이 쌓여진 방식 등에 따라 영향을 받을 수 있다. NaCl 의 경우 양 이온(Na^+)과 음이온(Cl^-)이 강한 힘으로 결합한 이온성 고체이기 때문에, 설탕과 같은 분자성 고체에 비해 녹는점이 훨씬 높다. 따라서 분자 운동이 활발해진 물 입자가 소금 결정에 격렬히 충돌하여도 소금 결정의 강한 결합력 때문에 입자들을 쉽게 떼어 낼 수 없다.

높은 온도에서 포화된 용액을 식히게 되면 용질의 일부분이 용액에서 침전물(precipitate)로 석출된다. 이러한 일이 일어날 때, “용질은 용액으로부터 침전되었다.”라고 이야기한다. 이때, 용액을 천천히 냉각시키면 고체가 석출되면서 결정을 형성하게 된다. 이런 결정성 구조는 불순물을 배제하는 경향이 있어 결과적으로 보다 더 순수한 고체를 만들게 된다.





단원 표지 설명

단원의 표지는 우리 생활에서 가장 많이 이용하는 가루 물질 중의 하나인 설탕이 녹는 과정을 볼 수 있는 사진이다. 설탕이 덩어리로 뭉쳐진 각설탕을 실에 매달아 물에 넣고, 그 주변을 자세히 관찰하면 아지랑이가 흘러내리는 것 같은 모습을 볼 수 있다. 이 아지랑이는 아래로 가라앉으면서 물 전체에 골고루 퍼지게 된다. 이는 설탕이 녹을 때, 그 부분은 다른 부분보다 농도가 진하기 때문에 나타나는 현상이다. 설탕이 물에 녹아서 물 전체에 골고루 섞이는 현상을 시각적으로 잘 관찰할 수 있는 효과적인 방법이다. 각설탕 대신에 설탕, 소금 등의 가루 물질을 거즈, 천 등에 담아서 주머니를 만들어 물에 넣어도 비슷한 현상을 관찰할 수 있다.

이러한 간단한 활동만으로 물질이 액체에 녹는 현상에 대하여 흥미를 유발할 수 있다. 또한, 용액 속에 용질이 골고루 퍼져 있다는 것을 추리하게 하는 데 매우 효과적이다.

단원의 흐름



재미있는 과학

용해와 관련된 다양한 현상의 관찰을 통하여 흥미를 가질 수 있도록 구성하였다. 물과 아세톤에 스티로폼 공을 넣었을 때 나타나는 현상을 통하여 “용해 정도가 물질에 따라 다르게 나타난다.”라는 새로운 경험을 제공한다. 또한, 용매의 양에 따라 용질의 녹는 양이 다르기 때문에 생기는 용액의 진하기 차이를 이용하여 액체 탑을 쌓는 흥미로운 활동을 하게 된다. 용해 현상과 용액에 관련된 재미있는 활동을 통하여 단원 전체 학습 내용에 대하여 동기를 유발할 수 있다.

과학 실험방

물과 아세톤에 가루 물질을 녹여보는 활동을 통하여 용해와 용액의 개념을 도입하고, 용매의 종류에 따라 용해되는 용질의 양이 다름을 발견하게 한다. 진하기가 다른 용액은 색깔, 물체의 뜨는 정도 등으로 구분해 본다. 그리고 용해 전과 후의 무게가 변하지 않는다는 사실을 통하여 용액 속 용질의 존재도 추리할 수 있게 한다. 또한, 용매의 양과 온도에 따라 용질이 녹는 양이 어떠한 영향을 받는지 살펴보기 위하여 실험을 설계해 학생 스스로 결론을 도출하게 하였다.

과학 생각 모음

용해와 용액과 관련된 여러 가지 실험 결과와 개념을 정리한 다음, 이를 활용한 과학 마술 장면을 구성하여 글로 표현하게 하였다.

나도 과학자

용해와 용액과 관련된 과학자의 활동 중에서 결정 만들기를 소개하였다. 이를 바탕으로 여러 가지 가루 물질의 독특한 특성인 결정 만들기에 직접 도전하게 하였다.

학습 목표

- 물질을 물과 아세톤에 넣었을 때 나타나는 현상에 대하여 관찰한 결과를 말할 수 있다.
- 진하기가 다른 용액으로 액체 탑을 쌓을 수 있다.
- 우리 생활에서 용해와 관련된 현상에 대하여 흥미를 가진다.

수업의 개관

① 생활 경험 이야기하기	생활 주변에서 액체에 고체 물질을 녹여 본 경험 이야기하기
② 용해 현상 관찰하기	물과 아세톤에 스티로폼 공을 넣고 나타나는 현상 관찰하기
③ 액체 탑 만들기	진하기가 다른 용액으로 액체 탑 만들기
④ 토론하기	두 가지 실험 결과에 대하여 토론하기

차시 구성 의도

1차시는 용해와 관련된 새롭고 재미있는 현상을 관찰하여 흥미를 가지게 하고, 이어지는 탐구 활동을 암시할 수 있는 다양한 실험 활동을 경험하도록 구성하였다.

물과 아세톤에서 스티로폼 공의 용해 정도를 관찰하여 용매의 종류에 따라 용해되는 용질이 달라짐을 알게 한다. 이러한 현상에 대한 관찰은 용매의 종류에 따른 용질의 용해 정도에 호기심을 가지게 할 것이다.

여러 가루 물질 중 설탕은 물에 대한 용해도가 매우 큰 물질이다. 학생들은 상당히 많은 양의 설탕이 물에 녹아 알갱이가 사라지는 현상을 관찰하게 된다. 또한, 녹이는 설탕의 양을 달리하여 진하기가 다른 용액을 만들어 액체 탑을 쌓아보는 활동을 통하여 용액에 녹아 있는 용질의 양에 따라 나타나는 현상을 관찰하게 한다.

학생들은 똑같은 설탕물이기 때문에 시험관에 넣었을 때 섞일 것이라고 생각하지만, 실제로 진하기가 다른 용액은 밀도가 다르기 때문에 층을 쌓을 수 있다. 이를 통하여 용액에 대한 학생들의 호기심과 흥미가 높아질 것이다.

준비물

물, 아세톤, 비커(250mL) 다섯 개, 스티로폼 공 두 개, 시험관, 설탕, 물감(빨강, 노랑, 파랑), 약순가락, 유리 막대, 실험용 장갑, 보안경, 스포이트

1. 생활 경험 이야기하기

▷ 우리 생활에서 자주 사용하는 액체에는 어떤 것이 있는지 생



각하여 봅시다.

－ 물, 알코올, 식용유, 식초, 음료수 등

▷ 액체에 고체 물질을 넣어 본 경험에 대하여 이야기해 봅시다.

－ 물에 설탕을 녹여 달콤한 설탕물을 만들었습니다.

－ 물에 주스 가루를 넣어 녹여서 주스를 만들었습니다.

2. 용해 현상 관찰하기

▷ 스티로폼 공을 물과 아세톤에 넣으면 어떻게 될지 예상하여 봅시다.

－ 스티로폼 공은 물이나 아세톤 위에 떠 있을 것입니다.

▷ 물과 아세톤에 스티로폼 공을 넣고 관찰한 내용을 발표하여 봅시다.

－ 물에는 스티로폼 공이 그냥 떠 있습니다.

－ 아세톤에는 스티로폼 공이 빠르게 녹았습니다.

! 스티로폼 제작 과정에 이용한 성분에 따라서 약간의 이물질이 남아 있을 수 있다.

! 이 실험은 교사가 시범을 보일 수도 있고, 조별 실험도 가능하다. 만약, 학생들이 모둠 실험을 할 경우에는 아세톤 양을 가능한 한 적게 하고, 스티로폼으로 된 작은 물체를 이용하는 것이 좋다.

3. 액체 탑 만들기

▷ 100mL의 물이 담긴 비커에 설탕을 스무 숟가락 넣어 유리 막대로 저어 봅시다. 어떤 현상이 나타나는지 관찰하여 봅시다.

－ 아주 많은 설탕이 모두 녹아서 투명해졌습니다.

험을 생각하여 봅시다.

－ 물에 설탕은 잘 녹았는데, 녹말 가루를 넣으면 잘 녹지 않았습니다.

－ 차가운 물에는 커피가 잘 녹지 않았습니다.

－ 따뜻한 물에는 커피가 금방 녹아서 물이 갈색으로 변했습니다.

▷ 설탕을 양을 다르게 녹인 세 가지 설탕물로 탑을 만들 수 있습니다. 왜 이런 결과가 나타났는지 이야기하여 봅시다.

－ 설탕물의 진하기가 다르면 서로 쉽게 섞이지 않기 때문입니다.

－ 진한 설탕물은 연한 설탕물보다 아래로 가라앉는 성질이 있기 때문입니다.

주요 개념과 후속 차시

• 용매의 종류에 따른 용질의 용해: 2/10

• 용액의 진하기: 3/10

지도상의 유의점

• 아세톤을 이용한 실험에서 주의할 점

① 대표적인 인화성 용매로, 적절한 환기 시설이 있는 곳에서 보호 장갑, 보안경 등 보호구를 착용하고 이용한다.

② 직접 피부에 접촉하지 않게 한다. 피부에 반복해서 노출되는 상태가 계속되면 탈지 작용 때문에 피부가 각질화되거나 염증 등을 일으킬 수 있다.

③ 아세톤은 휘발성 액체이므로, 미리 따라 놓지 않는다.

④ 실험에 이용한 아세톤은 분리 수거하여 정부 폐수 처리 업체나 폐기물 처리 장치를 사용하여 처리한다.

동영상 자료 활용

동영상 자료에는 각설탕이 녹는 모습, 물과 아세톤에 넣은 스티로폼 공의 변화, 진하기가 다른 설탕물을 이용한 액체 탑 쌓기에 관한 단계별 실험 장면을 포함하였다. 이 자료는 단원 도입 활동에서 학생들의 흥미를 북돋우고, 아세톤을 이용하는 실험이 위험하다고 판단되거나, 액체 탑 쌓기 실험에 필요한 활동 과정을 안내할 때 활용할 수 있다.

교과서의 그림 설명

• 교과서 64쪽 사진은 설탕 용액의 진하기를 달리하여 만든 5층 액체 탑의 모습이다. 동영상 자료에 포함되어 있으므로, 이를 활용하여 학생들의 흥미를 일으킬 수도 있고, 시간이 허락된다면 다음과 같은 방법으로 직접 만들어 볼 수도 있다. 동영상에도 자세한 방법이 안내되어 있다.

① 물 100mL에 다음과 같이 설탕을 넣고 녹인 다음, 물감을 조금 섞는다.

㉠ 물+설탕 25숟가락(빨간색) ㉡ 물+설탕 17숟가락(주황색)

㉢ 물+설탕 10숟가락(노란색) ㉣ 물+설탕 5숟가락(초록색)

㉤ 물+설탕 1숟가락(파란색)

② 다섯 가지 용액을 ㉠→㉡→㉢→㉣→㉤ 순서대로 아주 조심스럽게 시험관이나 유리컵에 조심스럽게 쌓는다. 이때, 흔들리지 않게 조심스럽게 쌓아야 하며, 스포이트를 이용하면 편리하다.

학습 목표

- 물에 여러 가지 가루를 넣었을 때 나타나는 변화에 대하여 관찰할 수 있다.
- 용해와 용액의 개념을 이해하고 설명할 수 있다.

수업의 개관

① 탐색	• 물과 아세톤에 여러 가지 가루 물질을 녹인 후, 관찰하기
② 개념 도입	• 용해, 용액, 용질, 용매 개념 이해하기
③ 개념 적용	• 생활 속 용해 현상 찾아보기

수업 모형 선정의 이유

이 단원의 첫 차시는 용해, 용액이라는 과학 개념을 도입하기 위하여 액체에 여러 가지 가루 물질을 녹이는 탐색 활동을 한 후 개념을 도입하고, 이것을 다른 상황에 적용해 보는 순환 학습 모형을 적용하였다.

수업 동기 유발

일상생활에서 액체에 가루 물질을 넣는 예를 생각하고, 그때 관찰한 내용을 기억하게 하여 차시 학습과 자연스럽게 연결시킨다.

준비물

바이알(30mL) 여덟 개, 설탕, 시트르산, 탄산칼슘, 나프탈렌, 물, 아세톤, 약술가락 네 개, 실험용 장갑, 보안경

1. 탐색

이 단계에서는 개념 도입에 앞서 관련 탐구 활동으로 액체에 여러 가지 가루 물질을 넣어 보는 현상을 관찰하게 된다. 그리고 그 결과를 바탕으로 잘 녹는 물질과 잘 녹지 않는 물질에 대한 탐색 활동을 하게 된다.

- ▷ 물에 여러 가지 가루를 넣는 예를 발표하여 봅시다.
- 물에 밀가루를 섞은 다음, 부침개를 만듭니다.
 - 커피 가루, 설탕 등을 물에 넣어 녹인 다음, 마십니다.

과학 실험!

실험 반장 30초

용해와 용액이란 무엇일까요?

우리는 일상생활에서 설탕, 소금, 밀가루, 카레 가루 등과 같은 가루 물질을 물에 넣어 이용합니다. 여러 가지 가루 물질을 물과 아세톤에 넣었을 때 어떤 변화가 나타나는지 알아봅시다.

무엇이 필요할까요?

바이알(30mL) 여덟 개, 설탕, 시트르산, 탄산칼슘, 나프탈렌, 물, 아세톤, 약술가락 네 개, 실험용 장갑, 보안경

어떻게 할까요?

1. 설탕, 시트르산, 탄산칼슘, 나프탈렌을 물과 아세톤에 각각 넣었을 때 어떻게 될지 예상하여 봅시다.
 2. 바이알 네 개에 물을 반쯤 붓습니다. 그리고 네 가지의 가루 물질을 각각 한 숟가락씩 넣은 다음, 뚜껑을 닫고 흔들었을 때의 변화를 관찰합니다.
 3. 바이알 네 개에 아세톤을 반쯤 붓고, 아세톤에도 네 가지의 가루 물질을 각각 한 숟가락씩 넣은 다음, 뚜껑을 닫고 흔들었을 때의 변화를 관찰합니다.

66

아세톤에 가루 물질을 넣고 흔들기 전

과학 실험!

실험 반장 30초

용해와 용액이란 무엇일까요?

우리는 일상생활에서 설탕, 소금, 밀가루, 카레 가루 등과 같은 가루 물질을 물에 넣어 이용합니다. 여러 가지 가루 물질을 물과 아세톤에 넣었을 때 어떤 변화가 나타나는지 알아봅시다.

무엇이 필요할까요?

바이알(30mL) 여덟 개, 설탕, 시트르산, 탄산칼슘, 나프탈렌, 물, 아세톤, 약술가락 네 개, 실험용 장갑, 보안경

어떻게 할까요?

1. 설탕, 시트르산, 탄산칼슘, 나프탈렌을 물과 아세톤에 각각 넣었을 때 어떻게 될지 예상하여 봅시다.
 2. 바이알 네 개에 물을 반쯤 붓습니다. 그리고 네 가지의 가루 물질을 각각 한 숟가락씩 넣은 다음, 뚜껑을 닫고 흔들었을 때의 변화를 관찰합니다.
 3. 바이알 네 개에 아세톤을 반쯤 붓고, 아세톤에도 네 가지의 가루 물질을 각각 한 숟가락씩 넣은 다음, 뚜껑을 닫고 흔들었을 때의 변화를 관찰합니다.

67

설탕을 물에 넣은 다음, 시간이 지나면 설탕이 물과 골고루 섞여 눈에 보이지 않게 됩니다. 설탕이 물에 녹는 것처럼 물질이 골고루 섞이는 현상을 **용해**라고 합니다. 그리고 설탕물처럼 물질이 골고루 섞여 있는 것을 **용액**이라고 합니다. 이때, 설탕과 같이 녹는 물질을 **용질**, 물과 같이 녹이는 물질을 **용매**라고 합니다. 물에 잘 용해되는 물질이라도 아세톤에는 잘 용해되지 않을 수 있습니다.

▷ 설탕, 시트르산, 탄산칼슘, 나프탈렌 등을 물과 아세톤에 넣으면 어떻게 될지 예상하여 봅시다.

- 설탕은 잘 녹을 것 같습니다.
- 나프탈렌은 잘 녹지 않을 것 같습니다.

▷ 바이알에 물과 아세톤을 반쯤 붓고 네 가지 가루를 넣어 흔든 다음, 관찰하여 봅시다.

! 아세톤은 증기압이 높은 액체이므로, 너무 많이 넣지 않도록 주의한다.

! 용해 여부만 관찰하는 실험이므로, 약술가락의 뒷부분을 이용해서 가루 물질을 소량 넣는다.

▷ 물과 아세톤에 잘 녹는 가루 물질은 어떤 것인가요?

- 물: 설탕, 시트르산
- 아세톤: 시트르산, 나프탈렌

▷ 물과 아세톤에 잘 녹지 않는 가루 물질은 어떤 것인가요?

- 물: 탄산칼슘, 나프탈렌
- 아세톤: 설탕, 탄산칼슘

2. 개념 도입

이 단계에서는 앞선 탐구 활동을 바탕으로 용해, 용액, 용질, 용매의 개념을 도입한다.

▷ 실험에서 물에 설탕이나 시트르산이 잘 녹았습니다. 이때, 물, 설탕, 시트르산이 서로 구별이 되는지 이야기하여 봅시다.

- 물에 녹아서 골고루 섞여서 구별이 되지 않습니다.

▷ 이와 같이 물과 같은 액체와 가루 물질이 골고루 섞이는 현상을 우리 생활에서는 ‘녹는다’라고 표현합니다. 그러면 과학자들과 과학 공부를 할 때에는 어떤 용어를 사용하는지 살펴봅시다.

▷ 교과서 67쪽을 읽고, 용해, 용액, 용질, 용매라는 용어가 무엇을 뜻하는지 실험 결과와 관련지어 설명하여 봅시다.

- 용해: 어떤 두 물질이 골고루 섞이는 현상
(예: 설탕이 물과 골고루 섞여서 설탕물이 되는 것)
- 용액: 어떤 두 물질이 골고루 섞여 있는 것(예: 설탕물)
- 용질: 녹는 물질(예: 설탕물 속의 설탕)
- 용매: 어떤 물질을 녹이는 물질(예: 물)

▷ 앞의 실험 결과를 용해, 용액, 용질, 용매라는 용어를 이용하여 말하여 봅시다.

- 물은 설탕과 시트르산을 녹이는 용매입니다.
- 나프탈렌은 아세톤에 용해되었습니다.
- 설탕이 물에 용해된 설탕물은 용액입니다.

3. 개념 적용

이 단계에서는 탐구 활동을 바탕으로 도입된 개념을 적용하여 일상생활에서 용해 현상을 이용하는 예를 생각하여 보게 한다.

▷ 우리 생활에서 용해 현상을 이용하는 예를 찾아봅시다. **실관**

- 소금을 물에 녹여서 음식의 간을 맞춥니다.
- 설탕을 넣어 음식의 단맛을 냅니다.
- 주스 가루를 물에 녹여 주스를 만들어 마십니다.

보조 자료

- 시트르산
흔히 구연산이라고 부르며, 식물의 씨나 과즙에 많이 들어 있다. 신맛을 가지고 있어 청량 음료의 신맛을 내는 데 사용된다.
- 나프탈렌
나프탈렌은 흔히 방부제, 방충제, 방취제의 원료로 이용한다. 많은 양을 먹거나 기체를 흡입하면 메스꺼움, 구토, 두통, 발한, 혈뇨, 간장 기능 소실, 혼수 상태 등의 증상이 나타날 수 있다. 물보다 가벼워 물에 뜨게 되며, 고체 상태에서 기체 상태로 변하는 승화성 물질이다.
- 탄산칼슘
탄산의 칼슘염으로 자연계에 존재하는 염 가운데 가장 많은 양을 차지한다. 그 형태도 대리석, 방해석, 석회석, 빙주석, 산호, 조개껍데기, 달걀 껍데기 등 여러 가지이다.

238

2. 용해와 용액

239

더 탐구해 볼까요?

- ▷ 설탕을 거즈에 세 손가락 넣고 주머니를 만듭니다. 이것을 물이 담긴 비커에 담그고 어떤 현상이 일어나는지 관찰하여 봅시다.
 - 설탕이 녹아 아지랑이처럼 흘러내립니다.
 - 아지랑이가 물에 퍼집니다.
- ▷ 시간이 지나면 설탕 주머니를 꺼내어 봅시다. 어떤 변화가 있는지 살펴봅시다.
 - 설탕이 거의 다 녹아서 주머니에는 남은 것이 없습니다.
- ▷ 이 실험을 통해서 무엇을 알 수 있나요?
 - 설탕물은 무색투명하지만, 설탕이 녹아서 퍼져 있다는 것을 알 수 있습니다.

형성 평가

1. 설탕이 물에 녹을 때 용질, 용매, 용액은 무엇입니까?
(용질: 설탕, 용매: 물, 용액: 설탕물)
2. 물에 잘 녹는 가루 물질을 두 가지 쓰시오.
(설탕, 시트르산, 소금 등)

지도상의 유의점

- 용해란 물질의 상태와 관계없이 균일한 두 가지 이상의 혼합물을 뜻하지만, 초등학교에서는 고체가 액체에 녹는 현상에 한해서 용해의 개념을 다루게 된다.
- 실험실에서 이용한 나프탈렌을 처리하는 가장 좋은 방법은 다시 회수하는 것이다. 물에 넣은 것은 물을 증발시키고 회수한다. 버릴 경우에는 반드시 걸러서 말리고, 아세톤에 녹은 나프탈렌은 환기가 잘 되는 곳에서 따로 통에 모았다가 적당한 양이 되면 폐기물 처리 업자에게 위탁 처리한다.

자료실

개념 해설

1. 소금이 물에 녹으면 보이지 않게 되는 까닭

소금이나 설탕 등이 물에 녹으면 소금은 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)으로 되어 물과 섞이며, 설탕은 분자로 되어 물 분자와 섞이게 된다. 이온이나 분자는 확대경이나 광학현미경으로도 보이지 않을 정도로 매우 작다. 그러므로 소금이나 설탕이 물에 녹으면 보이지 않게 된다(지도서 232쪽 ‘단원 배경 지식’ 참고).

2. 설탕이 물에 잘 녹고, 아세톤에 녹지 않는 까닭

설탕은 물에 잘 녹는 반면 아세톤에는 잘 녹지 않는다. 이 현상을 분자간 상호 작용 관점에서 생각하여 보면, 설탕 분자와 설탕 분자 사이의 힘보다 설탕 분자와 물 분자 사이의 힘이 더 크기 때문이다. 하지만 설탕이 아세톤에 잘 녹지 않는 까닭은 설탕 분자와 설탕 분자 사이의 힘이 설탕 분자와 아세톤 분자 사이의 힘보다 더 크기 때문이다.

3. 시트르산이 물과 아세톤에 잘 녹는 까닭

시트르산 분자는 약간의 극성을 띠고 있으므로 물 분자와 시트르산 분자 사이에는 강한 인력이 작용한다. 따라서 시트르산 분자는 물에 잘 녹는다. 또한, 시트르산은 약간의 극성을 띤 용매인 아세톤에도 녹게 된다.

4. 나프탈렌이 아세톤에 녹는 까닭

나프탈렌은 전형적인 무극성 물질이다. 따라서 극성 용매인 물에는 거의 녹지 않으며, 약간의 극성을 띤 아세톤에는 조금 녹는다. 이는 물 분자와 나프탈렌 분자 사이에는 인력이 거의 없지만, 아세톤 분자와 나프탈렌 분자 사이에는 약한 인력이 작용하기 때문이다. 아세톤에 나프탈렌을 녹이려면 충분한 양의 아세톤이 필요하다. 나프탈렌이 녹아 있는 아세톤에 스포이트로 물을 조금씩 넣어 보면 투명하던 용액이 뿌옇게 되는데, 이는 아세톤과 물이 혼합되어 나프탈렌의 용해도가 낮아지기 때문에 일어나는 현상이다.

5. 탄산칼슘이 물과 아세톤에 녹지 않는 까닭

탄산칼슘은 염화나트륨과 같은 이온성 물질이다. 이온성 물질은 극성이 매우 큰 물질이라고 할 수 있다. 하지만 염화나트륨은 물에 잘 녹는 데 비해 탄산칼슘은 물에 녹지 않는다. 이것은 탄산칼슘을 이루고 있는 탄산 이온(CO_3^{2-})과 칼슘 이온(Ca^{2+}) 이온 사이에 작용하는 힘이 이들 이온과 물 분자 사이에 작용하는 힘보다 더 크기 때문이다. 탄산칼슘이 아세톤에 잘 녹지 않는 까닭도 마찬가지이다.

과학 이야기 구성 의도

본 차시에서는 여러 가지 고체 물질을 물과 아세톤에 녹이는 활동을 통하여 용질, 용매, 용해, 용액 개념을 학습하였다. 용액을 학습한 학생들에게 생활에서 용액을 많이 이용하고 있다는 사례를 제시하기 위하여 링거액을 소개하는 과학 이야기를 구성하였다.

과학 이야기 보조 자료

링거액의 성분

(1) 5% 포도당 생리식염액

5% 포도당 생리식염액은 5% 포도당과 0.9% NaCl이 함유되어 있는 수액제로서, 탈수 및 수술 전후의 수분 보충용으로 이용하는 기초 수액제다. 주사액 1L에 포도당이 50g이 들어 있고, 염화나트륨은 9g 들어 있다고 생각하면 된다.



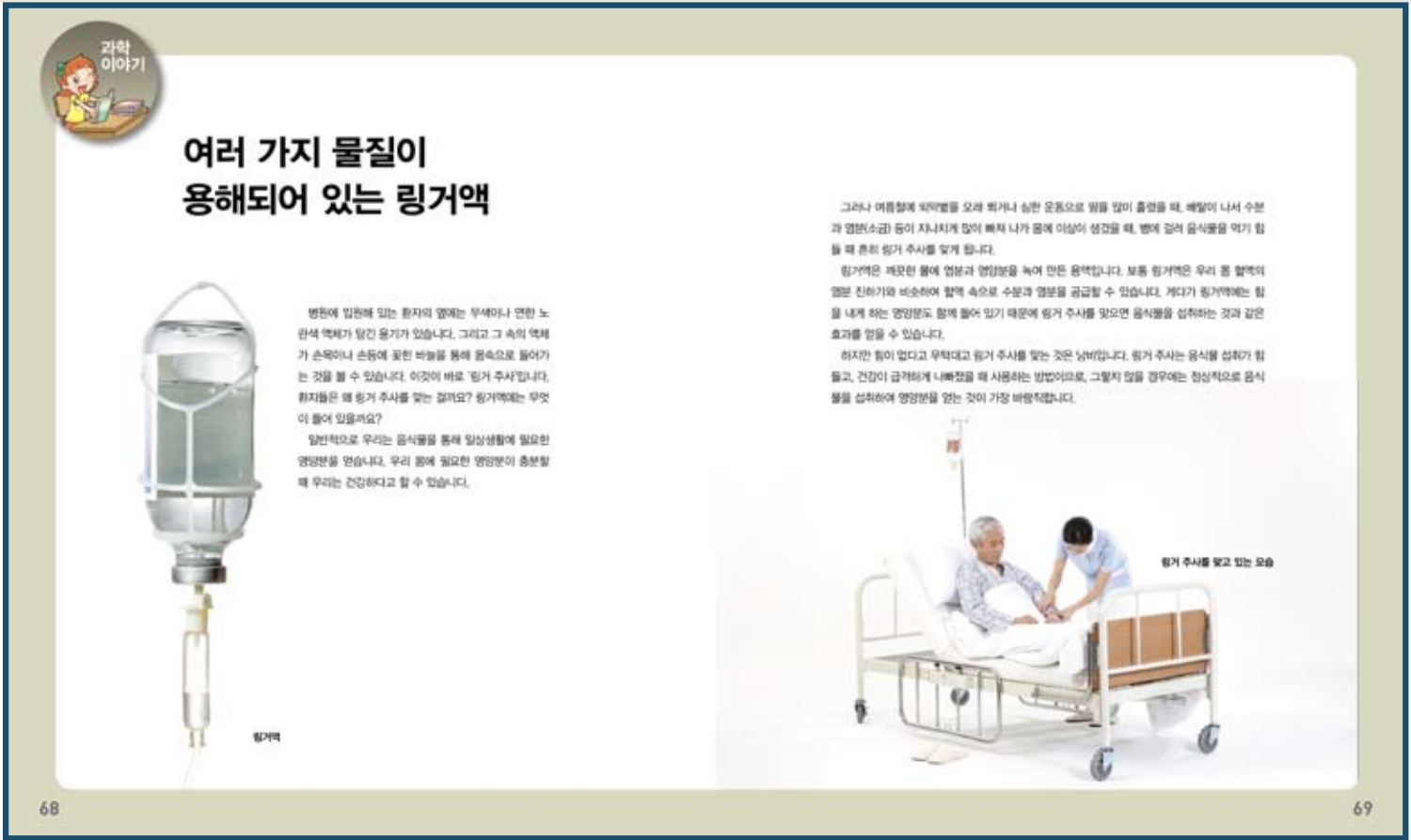
5% 포도당 생리식염액



5% 포도당 주사액

(2) 5% 포도당 주사액

주사액 1L에 포도당이 50g 들어 있는 용액이다. 흔히 체내에 당분이 부족할 때 주로 이용하는 주사액이다.



사고 확장하기

- ▷ 생활 주변에서 여러 가지 물질을 녹인 용액을 더 찾아봅시다.
 - 화장수, 향수, 락스, 방향제, 구강 청결제 등



생활 속 여러 가지 용액

용액과 용액이 아닌 것 구별하기

용액	용액이 아닌 것
확대경이나 현미경으로도 용질 입자가 보이지 않는다.	확대경이나 현미경으로 용질 입자가 보인다.
거름종이로 용질 입자가 걸러지지 않는다.	거름종이로 용질 입자가 걸러진다.
용질 입자가 균일하게 분포한다. 색이 있어도 투명하다.	용질 입자의 분포가 불균일하다. 뿌옇게 보인다.
용액 위에 뜨거나 바닥에 가라앉는 것이 없다.	무엇인가 용액의 위에 뜨거나 바닥에 가라앉아 있다.

학습 목표

- 진하기가 다른 용액에서 용액의 색깔, 물체가 뜨는 정도를 관찰하여 비교할 수 있다.
- 진하기가 다른 용액을 구분할 수 있는 방법을 설명할 수 있다.

수업의 개관

① 예상	진하기가 다른 용액의 색깔, 물체가 뜨는 정도 예상하기
② 관찰	- 설탕 용액의 색깔 비교하기 - 설탕 용액에서 물체가 뜨는 정도 비교하기
③ 설명	- 용액의 진하기를 알 수 있는 방법 설명하기 - 설탕물 위에 떠 있는 메추리알을 가라앉힐 수 있는 방법 설명하기

수업 모형 선정의 이유

이번 차시의 주요 내용은 진하기가 다른 용액의 특징을 탐구하는 것이다. 이를 위하여 용액의 진하기를 구분하는 색, 맛, 물체의 뜨는 정도를 예상하고, 그 실험 결과를 관찰함으로써 과학적 개념을 이해하고 설명할 수 있도록 POE 수업 모형을 적용하였다.

수업 동기 유발

음식의 간을 맞출 때와 같이 용액의 진하기를 알아야 할 경우에 대한 경험을 이야기하면서 진하기 구분 방법과 자연스럽게 연결한다.

준비물

백설탕, 흑설탕, 비커(100mL) 네 개, 유리 막대 두 개, 메추리알 한 개(물에 가라앉는 것), 약숟가락 두 개

과학 실험하기

70

어느 용액이 더 진할까요?

우리는 음식의 간을 맞출 때, 맛을 보면서 소금의 양을 조절합니다. 그렇다면 맛을 볼 수 없는 용액의 진하기는 어떻게 구분할 수 있을까요? 용액의 진하기를 비교할 수 있는 다양한 방법을 생각해 봅시다.

무엇이 필요할까요?

백설탕, 흑설탕, 비커(100mL) 네 개, 유리 막대 두 개, 약숟가락 두 개, 메추리알(물에 가라앉는 것)

어떻게 할까요?

- 진하기가 다른 설탕물에 메추리알을 띄웠을 때 어떤 현상이 나타날지 예상하여 봅시다. 그렇게 생각한 가설을 이야기하여 봅시다.
- 비커 두 개에 100mL의 물을 붓고, 흑설탕을 각각 다섯 숟가락, 열 숟가락을 넣어 녹입니다.
- 다른 비커 두 개에는 100mL의 물을 붓고, 백설탕을 다섯 숟가락, 열 숟가락을 넣어 녹입니다.
- 진하기가 다른 흑설탕 물과 백설탕 물의 색을 각각 관찰하여 봅시다.
- 흑설탕 물과 백설탕 물에 메추리알을 띄운 다음, 관찰하여 봅시다.

과학 실험하기

71

어느 용액이 더 진할까요?

맛이나 색깔로 용액의 진하기를 구별하기 어려운 경우에는 기구나 물체를 이용하여 진하기를 비교할 수 있습니다. 이때, 용액의 진하기에 따라 뜨고 가라앉는 정도가 쉽게 달라지는 메추리알, 방울토마토 등을 이용할 수 있습니다.

생각해 볼까요?

- 위 실험 결과를 바탕으로 용액의 진하기를 비교할 수 있는 방법을 설명하여 봅시다.

더 탐구해 볼까요?

물액의 진하기가 다르다는 사실을 알 수 있는 다양한 방법을 생각해 봅시다.

과학 실험하기

교과서 70~71쪽

어느 용액이 더 진할까요?

- 진하기가 다른 설탕물에 메추리알을 띄웠을 때, 어떤 현상이 나타날지 예상하여 봅시다. 그렇게 생각한 가설을 이야기하여 봅시다.
용액이 진할수록 메추리알이 위로 뜬다. 왜냐하면 진한 용액에는 설탕이 많이 녹아서 무겁기 때문이다.
- 비커에 100mL의 물을 붓고 흑설탕과 백설탕을 녹였을 때, 용액의 색을 관찰하여 봅시다.

설탕의 양	흑설탕		백설탕	
	(5)숟가락	(10)숟가락	(5)숟가락	(10)숟가락
용액의 색깔	연한 갈색	진한 갈색	무색	무색
실험을 통하여 알 수 있는 점	색이 있는 가루 물질을 녹인 용액의 진하기는 용액의 색이 진할수록 진하다. 하얀색 가루 물질을 녹인 용액은 색으로 진하기를 구분할 수가 없다.			

- 위에서 실험한 네 가지 용액에 메추리알을 띄운 다음, 관찰한 결과를 정리하여 봅시다.

설탕의 양	흑설탕		백설탕	
	(5)숟가락	(10)숟가락	(5)숟가락	(10)숟가락
메추리알의 위치	설탕물 아래에 가라 앉아 있다.	설탕물 위에 떠 있다.	설탕물 아래에 가라 앉아 있다.	설탕물 위에 떠 있다.
실험을 통하여 알 수 있는 점	용액이 진할수록 메추리알이 높이 떠오른다.			

생각해 볼까요?

- 실험 결과를 바탕으로 용액의 진하기를 비교할 수 있는 방법을 설명하여 봅시다.
용액의 색이 진할수록 진한 용액이다.

작은 물체가 위로 떠오를수록 진한 용액이다.

1. 예상

이 단계에서는 진하기가 다른 용액에서 관찰되거나 나타나는 현상을 예상하고, 자신의 예상에 대해서 까닭을 설명함으로써 학생들의 선행 개념이 드러나도록 하게 한다.

- ▷ 진하기가 다른 용액에서 색깔이나 물체가 뜨는 정도가 어떨지 예상하여 봅시다. 또, 왜 그렇게 생각했는지 까닭도 이야기하여 봅시다. **실관**
- 진한 용액의 색깔이 더 진할 것 같습니다. 왜냐하면 가루 물질이 더 녹아 있기 때문입니다.
- 진한 용액에서 물체가 더 잘 가라앉을 것 같습니다. 왜냐하면 용질이 많이 녹아 있어서 용액이 더 무겁기 때문입니다.

2. 관찰

이 단계에서는 학생들이 실험한 결과를 직접 관찰하고 기록하면서 자신의 예상과 다른 인지 갈등 상황에 직면할 수도 있다.

- ▷ 흑설탕과 백설탕의 양을 달리하여 물에 넣고 유리 막대로 저어 준 다음, 관찰하고 진하기를 비교하여 봅시다.
- 흑설탕 열 숟가락 넣은 것은 아주 진한 갈색으로 가장 진했

- 습니다.
- 흑설탕이 많이 녹을수록 용액의 색이 진합니다.
- ▷ 흑설탕과 백설탕의 양을 달리하여 물에 넣고, 유리 막대로 저어 준 다음, 관찰하고 진하기를 비교하여 봅시다.
- 백설탕 물은 무색투명해서 색으로 진하기를 비교하기 힘들습니다.
- ▷ 무색투명한 용액의 진하기는 어떻게 비교하여야 하는지 생각하여 봅시다.
- 맛을 보면 쉽게 알 수 있습니다.
- 실험실 약품은 함부로 맛보면 안 되니까 다른 방법을 이용해야 합니다.
- ▷ 맛이나 용액의 색깔로 진하기를 구분할 수 없을 경우에 메추리알이나 방울토마토와 같은 작은 물체를 이용할 수 있습니다.
- ▷ 각 용액에 작은 물체를 띄워 뜨는 정도를 비교하여 봅시다.
- !** 물체에 따라서 뜨고 가라앉는 정도가 차이가 있으므로 설탕과 물의 양을 적절히 조절한다.
- ▷ 백설탕을 녹인 용액의 진하기를 알 수 있는 방법을 이야기하여 봅시다.
- 맛을 보면 알 수 있습니다.
- 작은 물체를 띄워서 뜨고 가라앉는 정도를 비교하여 봅시다.
- ▷ 용액의 진하기에 따라서 메추리알이 뜨고 가라앉는 정도는 어떠한지 살펴봅시다.
- 용액이 진할수록 메추리알이 높이 떠오릅니다.
- !** 메추리알의 경우 설탕을 녹이지 않은 그냥 물에도 뜨는 것이 있으므로 사전에 반드시 확인해야 한다.

3. 설명

이 단계에서는 자신이 예상한 것과 관찰한 결과 사이의 갈등을 해결하고, 다양한 질문을 통하여 자신의 생각을 확고히 할 수 있게 유도해야 한다.

- ▷ 이 실험 결과를 바탕으로, 용액의 진하기를 구분하는 방법을 설명하여 봅시다. **실관**
- 용액의 색이 진할수록 진한 용액입니다.
- 작은 물체가 위로 떠오를수록 진한 용액입니다.
- ▷ 설탕물 위에 떠 있는 메추리알을 가라앉게 하려면 어떻게 해야 하는지 생각하여 봅시다.
- 용액의 진하기를 낮추어야 합니다.
- 연한 용액을 만들기 위해서 물을 더 넣습니다.

더 탐구해 볼까요?

- ▷ 용액의 진하기를 다르게 하려면 어떻게 해야 할까요?
 - 같은 양의 물에 녹이는 물질의 양을 다르게 합니다.
- ▷ 진하기가 다른 용액의 차이점을 알기 위하여 어떤 실험을 할 수 있을까요?
 - 무게를 측정하여 봅니다.
 - 용액을 흔들어 봅니다.
 - 층이 쌓이는지 용액을 시험관에 조금씩 넣어 봅니다.
- ▷ 여러분이 생각한 방법으로 용액의 진하기가 다르다는 것을 확인할 수 있는지 직접 실험하여 봅시다.
- ▷ 용액의 진하기가 다르다는 사실을 알 수 있는 다양한 방법을 생각하여 봅시다.
 - 용액을 가열하여 생긴 가루 물질의 양을 비교합니다.
 - 용액을 흔들어보면 진한 용액일수록 덜 흔들릴 것입니다.
 - 층이 잘 쌓이지는지 시험관이나 눈금 실린더에 쌓아봅니다.

! 혼합물의 분리 학습 시 용매를 증발시켰을 때 가루 물질이 다시 석출되는 경험을 떠올리게 한다. 진하기가 다른 용액은 포함된 용질의 양이 다르므로, 용매를 증발시키면 석출되는 용질의 양이 다를 것을 생각해 낼 수 있을 것이다. 또한, 재미있는 과학에서 진하기가 다른 용액을 이용하여 층 쌓기 한 내용을 상기하게 한다.

형성 평가

1. 흑설탕을 녹인 용액의 진하기를 비교하는 방법에는 무엇이 있는지 쓰시오.
(맛을 본다. 색을 비교한다. 작은 물체를 띄워 본다.)
2. 백설탕을 녹인 용액은 무색투명합니다. 맛을 보지 않고 진하기를 알 수 있는 방법은 무엇이 있는지 쓰시오.
(물체를 띄워 뜨는 정도를 비교한다.)

지도상의 유의점

- 용액의 진하기를 구분하기 위해서 학생들은 흔히 맛보기를 제안할 수 있다. 본 차시에서 다루는 흑설탕, 백설탕 등은 실험실에서는 함부로 맛을 보지 않게 한다. 하지만 집에서 이용하는 가루 물질 가운데 먹을 수 있는 것을 이용하거나 유리컵과 같이 생활에서 사용하는 자료를 이용한다면 맛보기 활동도 병행할 수 있다.
- 용액에서 어떤 물체가 뜨는 정도는 비중에 의한 것이다. 따라서 녹이는 설탕의 양, 사용하는 메추리알이나 방울토마토에 따라서 실험 결과가 다르게 나타날 수 있다. 따라서 교과서에 제시된 설탕의 양을 참고하되, 실험 결과에 따라 설탕의 양을 조절하는 것이 필요하다.

자료실

개념 해설

1. 비중이란?

비중은 어떤 물질의 무게가 그것과 같은 부피를 가진 표준 물질의 무게에 대하여 몇 배 인가를 나타낸 수치로, 단위는 쓰지 않는다. 일반적으로 액체나 고체는 4℃의 물의 무게를 표준으로 하고, 기체의 경우는 0℃, 1기압에서의 공기 무게를 표준으로 한다. 즉, 비중은 물이나 공기의 무게에 대한 상대적 값이다.



물이 든 비커에 비중이 큰 소금물을 부으면 무거운 소금물이 아래로 내려간다. 예를 들어 같은 부피의 용액과 물의 무게를 비교하여 보자. 소금물 100mL의 무게를 재어 보았더니 120g이었고, 같은 부피의 물의 무게는 100g이었다면 소금물의 비중은 1.2가 된다.

2. 비중계란?

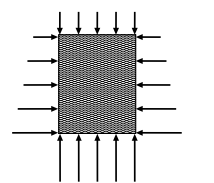
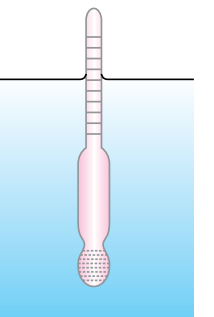
물체의 비중을 재는 기구를 '비중계'라고 한다. 액체의 비중을 재는 액체 비중계와 비중병, 고체의 비중을 재는 용수철 저울과 니콜슨 액체 비중계, 기체용으로는 기체 저울 등이 있다. 액체 비중계는 아랫부분에 추를 넣은 가늘고 긴 유리관으로 비중을 재려고 하는 액체에 이것을 넣어 액체 표면의 위치에 있는 액체 비중계 윗부분의 눈금을 읽어서 비중을 알 수 있다.

3. 용액의 농도와 간이 비중계

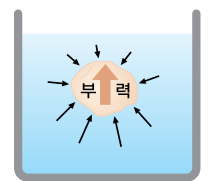
농도는 용액 속에 용질이 녹아 있는 정도를 말하는데, 농도가 진하다는 것은 용액 속에 들어 있는 용질이 많다는 것이다. 그러므로 농도가 진한 용액은 농도가 얇은 용액보다 같은 부피에 해당하는 무게가 더 무겁다. 따라서 농도가 진한 용액이 비중이 크고 비중이 큰 용액에서 물체(간이 비중계)가 많이 떠오르는 것이다.

4. 비중계의 원리 - 아르키메데스의 원리

아르키메데스의 원리는 유체(기체나 액체) 속의 물체가 받게 되는 부력에 대한 법칙이다. 아래 그림과 같이 물속에 잠긴 물체에 모든 방향으로부터 수압이 작용하지만 옆에서 작용하는 압력은 방향이 반대이면서 크기는 같기 때문에 서로 상쇄되어 그 효과가 없어지게 된다. 수압은 물속에 깊이 들어갈수록 커지므로 물체의 위에서 작용하는 수압보다는 물체의 아래에서 작용하는 수압이 더 크다. 따라서 결국 위쪽 방향(중력 반대 방향)으로의 힘만 알짜 힘으로 남게 되며, 이러한 물체를 뜨게 하는 힘을 '부력'이라고 한다. 부력의 크기는 잠긴 물체의 부피와 같은 부피의 유체의 무게와 같고 이를 '아르키메데스의 원리'라고 한다.



물속에 잠긴 물체에 작용하는 수압



부력의 방향

과학 이야기 구성 의도

본 차시에서는 용액의 진하기를 구분하기 위해서 용액의 색깔과 물체가 뜨는 정도를 관찰하였다. 이 중에서 물체가 뜨는 정도를 활용하여 생활 속 문제를 해결한 조상들의 지혜에 대하여 소개하였다.

과학 이야기 보조 자료

용액의 농도

용액의 농도(진하기)란 용액 속에 용질이 녹아 있는 정도를 나타낸다. 이때, 일정한 용매의 양을 기준으로 하여 용질의 양을 나타낸다. 농도는 색과 맛을 비교하여 알 수 있고, 비중계를 이용하여 알 수도 있다. 농도는 일반적으로 퍼센트 농도(%)로 나타내지만 다음과 같이 여러 가지로 나타낼 수 있다.

(1) 퍼센트 농도(%)

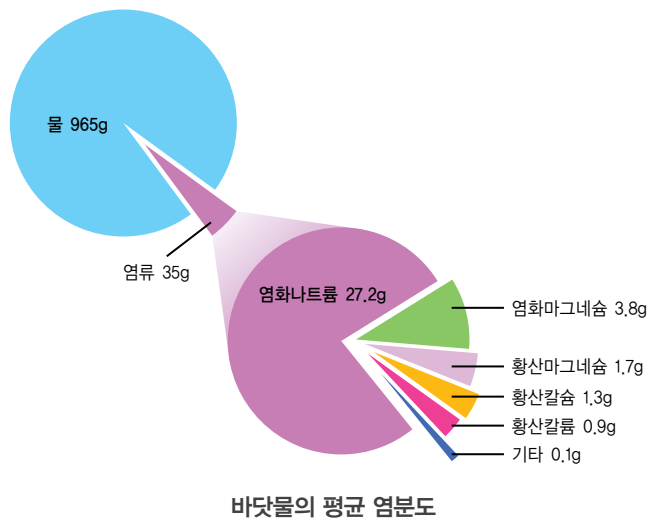
퍼센트 농도는 용액 100g 속에 몇 g의 용질이 녹아 있는가를 나타낸다. 즉, 5% 소금물 100g 속에는 소금이 5g 포함되어 있다. 일상생활에서 퍼센트 농도는 주로 식품의 함량을 표시하는데 이용된다. 특히, 같은 용질이라 하더라도 생산지(국산, 외국산)를 구분하여 표시하기도 한다. 식품의 함량 표시를 통하여 우리는 그 식품의 구성 성분과 함량을 알 수 있다.



생활 속의 퍼센트 농도

(2) 퍼밀(‰)

퍼밀(‰)은 천분비, 천분률이라고도 하며, 용액 1,000g 중 용질의 g수를 나타낸다. 예를 들어, 소금물 1,000g 중 소금 35g이 녹아 있을 때, 이 소금물의 농도는 35‰이 된다. 퍼밀은 주로 적은 양의 용질이 들어 있는 용액의 농도에 이용한다. 일반적으로 바닷물 1kg에 약 35g의 염분이 녹아 있어 바닷물의 염분도는 퍼밀을 주로 사용한다.



(3) ppm

ppm은 백만분율(10^{-6})을 나타내는 영문 'parts per million'의 약자이다. ppm은 100만 분의 1을 나타내는 단위이며, 무게 또는 부피 측정에 이용한다. 다시 말해 일정한 부피의 물이나 용매의 무게를 1로 보고, 이 속에 100만 분의 1 무게 만큼의 물질이 포함된 것을 말한다.



대기 오염 전광판

ppm은 매우 적은 양의 용질이 들어 있는 용액에 사용하는데, 주로 수질 오염도나 대기 오염도를 나타낸다. 수질 오염도의 경우 1kg의 물속에 0.5mg의 오염 물질이 포함되어 있다면, 이 물

용액의 진하기를 이용한 조상들의 지혜

용액의 진하기를 우리 생활에 어떻게 이용하였을까요?
예로부터 우리 조상들은 좋은 법서를 고르기 위해 소금물을 이용하였습니다. 법서를 소금물에 담그면 속이 알만 법서는 알로 가라앉고, 속이 알 찬 책정이는 위로 뜨게 됩니다. 이런 과정을 통해 좋은 법서를 골라 이용하였답니다.

소금물을 이용하여 좋은 법서를 골라낸 모습



72



소금물에 달걀을 띄운 모습

용액의 진하기를 이용한 또 다른 예를 찾아볼까요? 음식을 만들 때 없어서는 안 되는 중요한 것 중 하나가 간장입니다. 간장을 만들 때에는 소금물의 진하기를 맞추는 것이 중요합니다. 간장을 만드는 과정을 살펴봅시다.

우선, 소금물을 만들어 신선한 달걀을 띄웁니다. 달걀이 소금물 위로 100%까지 뜬 것 크기만큼 떠오르면 소금물의 진하기가 알맞게 맞추어진 것입니다. 향아리에 깨뜨린 콩이 솟아난 다음, 간장을 높은 소금물에 붓습니다. 여기에 솟고 고추 등을 함께 넣고, 향아리에 천을 끼워 사흘간 두껍게 덮어 둡니다. 그 후 40일 동안 햇빛이 잘 나는 날이면 아랫에 투정을 열고 차에 담겨 됩니다. 이렇게 만든 간장을 채로 걸러 삶인 다음, 식혀 향아리에 부으면, 우리가 먹는 간장이 완성됩니다.



간장에 깨, 고추, 술 등이 채워진 모습

73

의 오염도는 0.5ppm이 된다.

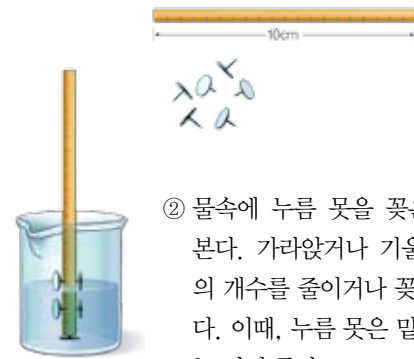
대기 오염도를 나타내는 ppm은 무게의 비가 아니라 부피의 비이다. 기체나 공기의 경우 무게 차이로 비교가 어려울 만큼 가볍기 때문이다. 아황산가스가 1ppm이라면 공기 중에 아황산가스가 부피로 따져 100만 분의 1만큼 포함되어 있는 것을 말한다. 그러나 공기는 온도가 높으면 부피가 커지고, 압력이 높으면 부피가 작아지는 등 변하므로 오염도는 보통 1기압, 25℃를 기준으로 나타낸다.

사고 확장하기

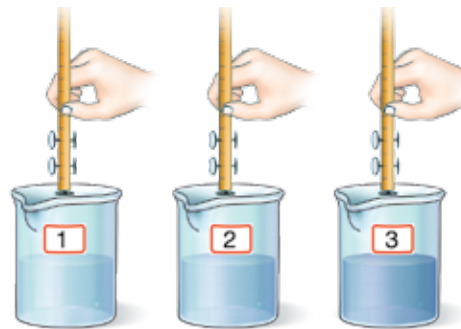
- ▷ 물체가 뜨는 정도를 이용하여 용액의 진하기를 구별하는 도구를 만들 수 있는 방법을 생각하여 봅시다.
- 수수깡의 아래에 누름 못을 꽂고, 눈금을 표시하여 용액에 띄워보고, 진하기에 따라 뜨는 정도를 비교합니다.

수수깡으로 용액의 진하기 알아보기 예시 자료

- 10cm가 되는 수수깡에 0.5cm 간격으로 눈금을 표시한다. 누름 못을 꽂을 때는 바닥에 먼저 한 개를 꽂고 좌우의 균형이 잘 유지되도록 네 개 정도 꽂는다.



- 진하기가 다른 세 가지 용액에 수수깡이 떠오르는 모습을 관찰한다.



학습 목표

- 설탕이 물에 용해되기 전, 용해 중, 용해된 후의 무게를 측정하여 비교할 수 있다.
- 용액 속 용질의 존재를 설명할 수 있다.

수업의 개관

① 예상	• 용해 전 무게, 용해 중, 용해 후의 무게에 대하여 예상하기
② 관찰	• 설탕을 녹이기 전, 녹이는 중, 녹인 후의 무게 비교하기
③ 설명	• 무게가 변하지 않은 까닭에 대하여 설명하기

수업 모형 선정의 이유

이 차시의 주요 내용은 용해 전후의 무게 측정을 통하여 용액 속 용질의 존재를 설명하는 것이다. 이를 위하여 설탕이 용해된 후에 무게가 어떻게 변할 것인지 예상하고, 용해 전과 후에 용질의 무게가 보존된다는 것을 관찰하여 최종적으로 질량 보존의 개념을 설명하도록 하는 POE 수업 모형을 적용하였다.

수업 동기 유발

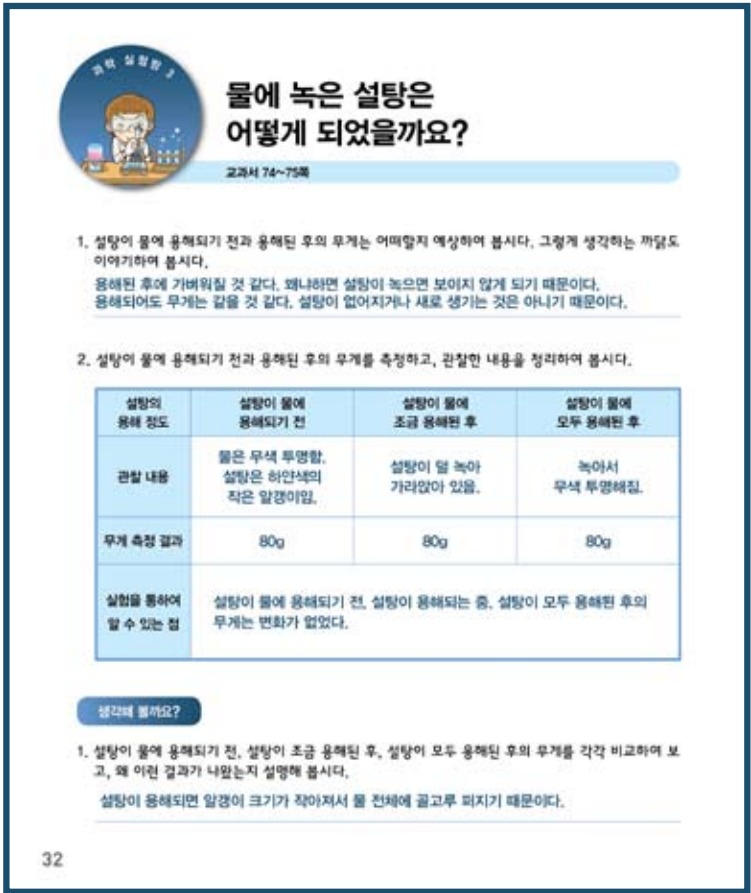
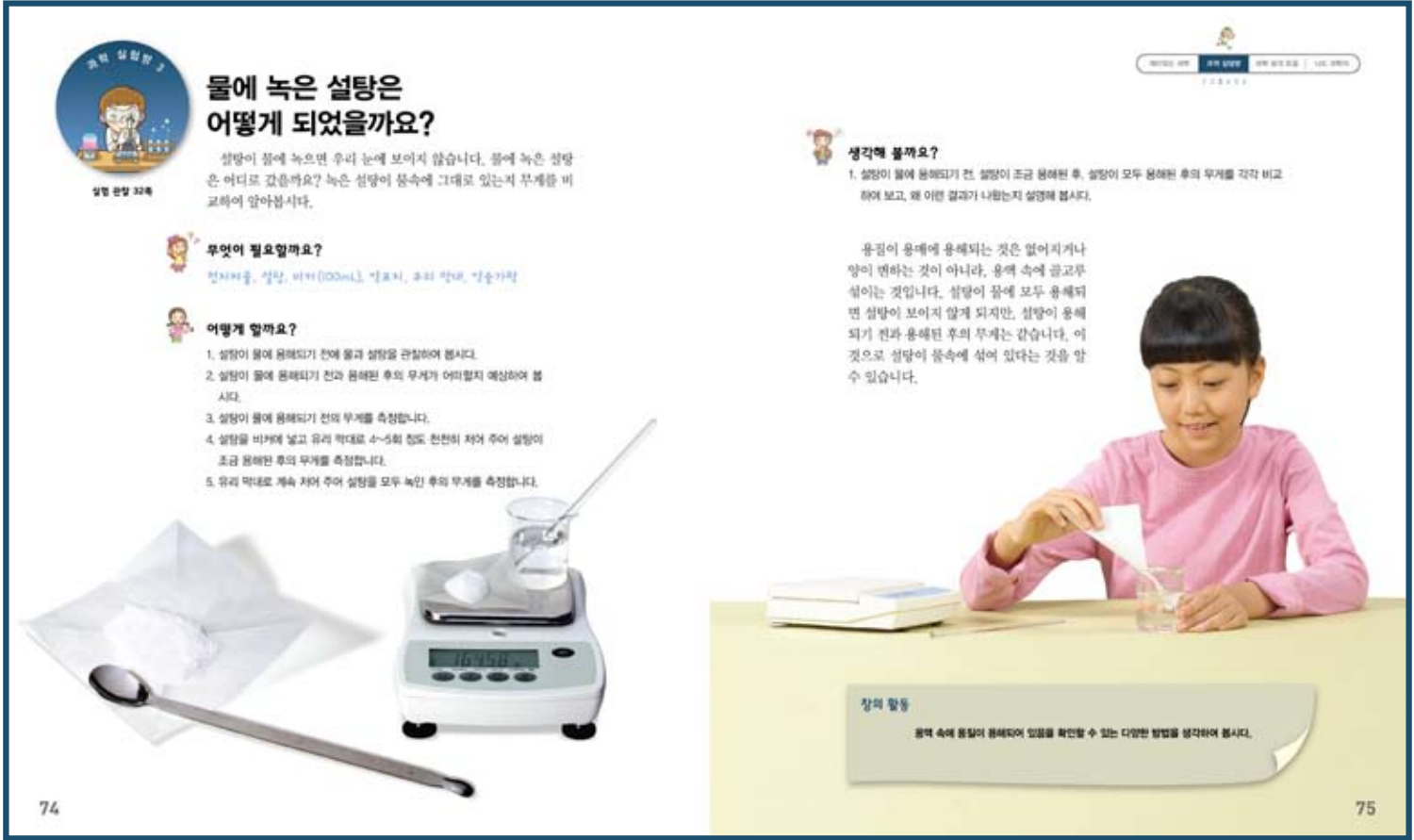
설탕물이나 소금물 등 무색투명한 용액에서 설탕이나 소금의 존재에 대하여 발문함으로써 용액 속 용질의 존재에 대한 궁금증을 유발한다.

준비물

전자저울, 설탕, 비커(100mL), 약포지, 유리 막대, 약술가락

1. 예상

예상하기 단계에서는 설탕이 물에 녹을 경우 무게가 어떻게 될지 생각하여 보고, 자신의 예상에 대한 근거를 설명하게 함으로써 용해 전후의 무게에 대한 학생들의 선행 개념이 드러나게 한다.



- ▷ 설탕을 물에 녹이기 전, 녹이는 중, 녹은 후의 무게는 어떠할지 예상하여 봅시다. 왜 그렇게 생각하는지 까닭도 함께 설명하여 봅시다. **실관**
- 설탕이 녹아서 점점 가벼워질 것 같습니다. 왜냐하면 설탕이 녹으면 알갱이가 작아지기 때문입니다.

2. 관찰

이 단계에서는 자신의 예측을 확인하기 위하여 설탕을 녹인 후 무게 변화를 측정하는 실험을 함으로써 인지 갈등 상황에 직면하게 하거나, 기존의 자기 생각을 지지하는 증거 자료를 접하게 한다.

- ! 실험의 오차를 최대한 줄이기 위해서 설탕을 담은 약포지, 물을 저어 주는 유리 막대도 처음부터 함께 측정하는 것이 좋다.
- ! 설탕이 조금 녹은 후에 무게를 측정하기 위해서는 설탕의 양이 너무 작으면 그 순간을 놓치기 쉽다. 따라서 물 50mL의 경우 15g 정도의 설탕을 넣고, 10회 정도 유리 막대로 저어 주면 녹지 않은 설탕이 남아 있으므로 무게를 측정하면 된다. 물론 교과서에 제시되어 있는 4~5회 정도 저어도 설탕이 다 녹지 않고 남아 있으므로, 그때 무게를 측정하면 된다. 따라서 다 녹이기 전에 설탕이 남았을 때 무게를 측정하여

- 야 함을 안내한다.
- ▷ 설탕을 녹이기 전에 물, 설탕을 관찰하여 봅시다.
- 물은 무색투명하고, 설탕은 하얀색 알갱이입니다.
- ▷ 설탕과 물의 무게를 측정하여 봅시다.
- ▷ 설탕을 물에 녹인 후 관찰하여 봅시다.
- 하얀 설탕 알갱이가 녹아서 무색투명해졌습니다.
- ▷ 설탕물의 무게를 측정하여 봅시다.

3. 설명

이 단계에서는 자신의 예상과 관찰 결과를 비교하고, 결과에 대해서 설명함으로써 인지 갈등이 해결되어 개념 변화가 이루어지거나 과학적인 선행 개념이 더 확고해지게 한다.

- ▷ 설탕이 용해하는 과정에서 무게를 측정한 결과가 어떻게 나타났는지 이야기하여 봅시다. **실관**
- 용해되기 전, 조금 용해된 후, 모두 용해된 후의 무게가 같았습니다.
- ▷ 자신의 예상과 비교하여 봅시다.
- 나는 가벼워질 것이라고 생각했는데, 실험 결과 무게가 변하지 않았습니다.
- ▷ 용해 전과 용해 후의 무게 비교를 통해서 알 수 있는 사실은 무엇인가요? **실관**
- 설탕이 물에 용해되어도 무게는 변하지 않았습니다.
- ▷ 왜 이런 실험 결과가 나타났는지 설명하여 봅시다. **실관**
- 설탕이 물에 용해되면 알갱이 크기가 작아져서 보이지 않게 되지만, 용액 속에 그대로 있으므로 무게는 변하지 않기 때문입니다.

보조 자료

용질이 용해되면 용해 전과 용해 후에는 물리적 상태에 분명한 변화가 있다. 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)을 물에 녹이면 설탕은 흔적도 없이 사라지고 물만 남아 있는 것처럼 보인다. 고체가 액체에 녹을 때 고체가 눈에 보이지 않는다고 사라지는 것이 아니고, 작은 알갱이로 나뉘어져 액체 사이에 끼어 들어가기 때문에 눈에 보이지 않는 것이다.

창의 활동

- ▷ 용액 속에 용질이 용해되어 있음을 확인할 수 있는 다양한 방법을 생각하여 봅시다.
- 물에 소금을 녹여 만든 소금물을 가열하면 물이 증발하여 다시 소금 알갱이가 생긴다는 것을 보여 줍니다.
 - 소금물을 페트리 접시에 조금 담아 햇빛이 비치는 곳에 두고 물을 증발시킨 다음, 소금 알갱이가 생기는 것을 관찰합니다.
 - 갈색 설탕처럼 색이 있는 가루 물질을 물에 녹여서 용액의 색이 나타나는 것을 보여 줍니다.

형성 평가

1. 물 50g에 소금을 10g 넣어서 완전히 녹였다. 소금물의 무게는 얼마가 되는지 쓰시오.
($50+10=60$, 60g)
2. 소금물이 되면 무색투명해져서 소금 알갱이는 보이지 않습니다. 하지만 용해 전의 무게가 용해 후에도 변하지 않는 까닭은 무엇인지 쓰시오.
(소금이 물에 녹아 보이지 않는 것은 알갱이 크기가 매우 작아졌을 뿐 없어진 것이 아니므로 무게가 변하지 않는다.)

지도상의 유의점

- 이 차시에서 무게를 측정할 때 보통 전자저울을 사용하게 된다. 용해 전과 후의 무게를 측정하여 보면 약간의 오차가 생길 수 있다. 그러므로 소수점 아래 자리까지 측정하기 보다는 자연수 정도의 수준으로 측정하는 것이 좋다.
- 이 차시의 가장 큰 목표는 용해 전후의 무게 비교를 통해서 용질이 용액 속에 그대로 존재함을 추리하게 하는 것이다. 눈에 보이지 않는 입자를 모델화하는 것은 초등학생의 인지 수준에 적절하지 않으므로 무게 비교를 통하여서 확인하는 것이다. 따라서 단순한 무게 비교에 그치지 않고, 그러한 결과가 나타나는 까닭에 대하여서 추리하는 활동이 강조된다.

자료실

수업 도우미

용해 전후의 무게 예상하기

본 차시에서 학생들이 용해 전후의 무게를 예상하여 보는 활동은 피아제의 인지 발달론과 관련된 '질량 보존 개념'을 가지고 있는가에 대한 것이다. 대부분의 5학년 학생들은 구체적 조작기에 해당되므로 용해 전후의 무게가 변함이 없다는 것을 알고 있을 것이다.

일부 학생의 경우 무게가 무거워지거나 가벼워진다는 답을 할 수도 있다. 무게가 가벼워진다는 학생에게 그 까닭을 물어 보았을 때, '설탕이 없어졌기 때문'이라고 대답한다면, 그 학생은 '질량 보존 개념'을 가지고 있지 않은 것이다.

개념 해설

소금 용액과 설탕 용액

본 차시에서 실험한 설탕 용액과 소금 용액은 둘 다 무색투명해 보이지만, 성질이 다르다. 소금은 양이온과 음이온이 결합한 이온성 화합물이기 때문에 물에 용해될 경우 나트륨 양이온과 염소 음이온으로 나누어지게 된다. 설탕은 분자성 화합물이므로 물에 용해될 경우 작은 분자 상태로 쪼개진다. 즉, 소금 용액에서 용해된 입자는 이온이지만, 설탕 용액 속에 용해된 입자는 설탕 분자이다. 이온은 전하를 가진 입자이기 때문에 소금 용액은 전기 전도성이 있지만, 설탕 용액은 전기 전도성이 없다.

용해된 이온(NaCl)



전해질 용액

용해된 분자(설탕)



비전해질 용액

5

10차시

어떻게 하면 용질을 빨리 녹일 수 있을까요?

학습 목표

1. 백반이 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인을 알아볼 수 있는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.
2. 용질이 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인을 설명할 수 있다.

수업의 개관

① 탐색 및 문제 파악	• 백반이 녹는 빠르기에 영향을 주는 것에 대하여 생각해 보기
② 가설 설정	• 백반이 녹는 빠르기에 대한 가설 세우기
③ 실험 설계	• 같게 해야 할 조건, 다르게 해야 할 조건을 생각하여 실험 설계하기
④ 실험	• 설계한 실험을 수행하고 관찰, 측정하기
⑤ 가설 검증	• 실험 결과와 가설 비교하기
⑥ 적용	• 용질이 녹는 빠르기에 영향을 주는 다른 요인 정리하기

수업 모형 선정의 이유

이 차시는 가루 물질이 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인을 탐구하기 위한 활동이다. 용해 현상에는 관련된 다양한 변인들이 있기 때문에 변인 통제 능력을 요구하는 탐구 학습 수업 모형 적용하였다.

수업 동기 유발

생활에서 가루 물질을 빨리 녹이려고 했던 경험에 대하여 이야기한다.

준비물

비커(100mL) 여섯 개, 백반, 유리 막대 두 개, 초시계, 막자사발과 막자, 약술가락, 알코올 램프, 삼발이, 쇠그물, 실험용 장갑, 보안경

1. 탐색 및 문제 파악

물질이 녹는 빠르기에 대한 경험을 상기시켜 탐구 문제를 파악하게 한다.

- ▷ 가루 물질을 빨리 녹이려고 한 경험을 이야기하여 봅시다.
- 주스 가루가 잘 녹지 않아서 물을 숟가락으로 저었습니다.

과학 실험 4

실험 단원 33~34차

어떻게 하면 용질을 빨리 녹일 수 있을까요?

백반을 물에 넣고 그대로 두면 녹는 데 시간이 오래 걸립니다. 어떻게 하면 백반을 빨리 녹일 수 있을까요? 백반을 물에 녹이면서 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인을 알아봅시다.

무엇이 필요할까요?

비커(100mL) 여섯 개, 백반, 유리 막대 두 개, 초시계, 막자사발과 막자, 알코올 램프, 삼발이, 쇠그물, 실험용 장갑, 보안경

76

과학 실험 4

실험 단원 33~34차

어떻게 할까요?

1. 백반이 물에 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인을 생각하여 봅시다.
2. 가설을 세우고, 이를 알아보기 위한 실험 계획을 세워 봅시다.
– 무엇을 준비해야 할까요?
– 무엇을 같게 해야 할까요?
– 무엇을 다르게 해야 할까요?
– 측정해야 할 것은 무엇일까요?
3. 실험 계획에 따라 실험을 하여 보고, 결과를 정리해 봅시다.
4. 가설과 실험 결과를 비교하여 봅시다.
5. 백반이 물에 녹는 빠르기에 다른 요인이 영향을 줄 것이라고 생각한다면 다른 실험을 하여 봅시다.
6. 각 요인의 실험 결과에 대하여 발표해 봅시다.

생각해 볼까요?

1. 실험 결과를 바탕으로 백반이 물에 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인에는 무엇이 있는지 생각해 봅시다.

용질이 용매에 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인은 다양합니다. 알갱이의 크기, 용액을 저어 주는 빠르기, 용액의 온도 등을 달리하면 용질이 녹는 빠르기를 변화시킬 수 있습니다.

창의 활동

많은 양의 백반을 물에 빨리 녹여서 강한 백반 용액을 만드는 데 편리한 재료를 개발 하려고 합니다. 어떻게 만드는 것이 좋을지 글과 그림으로 설명하여 봅시다.

77

과학 실험 4

교과서 76~77쪽

어떻게 하면 용질을 빨리 녹일 수 있을까요?

1. 백반이 물에 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인을 알아보기 위한 실험 계획을 세워 봅시다.

가설	물을 빨리 저으면 빨리 녹을 것이다.
준비물	비커, 유리 막대, 시계 등
같게 해야 할 조건	물의 온도, 알갱이 크기, 물의 양, 백반의 양
다르게 해야 할 조건	물을 젓는 빠르기
측정해야 할 것	백반이 녹는 빠르기

2. 실험 결과를 정리하고, 가설과 비교해 봅시다.

실험 결과	물을 빨리 저었을 때 백반이 녹는 데 걸리는 시간이 짧았다. (실험 결과는 설계 방법에 따라 달라진다.)
가설과의 비교	내 가설과 일치했다.
실험을 통하여 알 수 있는 점	물을 빨리 저으면 백반이 빨리 녹는다.

33

과학 실험 4

교과서 76~77쪽

어떻게 할까요?

3. 백반이 물에 녹는 빠르기에 영향을 줄 것이라고 생각되는 다른 요인에 대해서도 실험을 하여 보고 결과를 정리해 봅시다.

다른 요인	물의 온도
실험 방법	같은 양의 따뜻한 물과 찬물에 같은 양의 백반을 넣고 소금이 다 녹는 데 걸리는 시간을 측정했다.
실험 결과	따뜻한 물에서 백반이 빨리 녹았다.
실험을 통하여 알 수 있는 점	물의 온도가 높으면 백반이 빨리 녹는다.

4. 친구들이 발표한 실험 내용 중에서 내가 하지 않은 실험 방법과 결과를 정리해 봅시다.

실험 방법	백반을 막자사발에 갈아서 알갱이 크기를 다르게 하여 녹여 보았다.
실험 결과	막자 사발에 갈아서 알갱이 크기가 작은 백반이 빨리 녹았다.
실험을 통하여 알 수 있는 점	알갱이 크기가 작으면 백반이 빨리 녹는다.

생각해 볼까요?

1. 실험 결과를 바탕으로 백반이 물에 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인에는 무엇이 있는지 생각하여 봅시다.
물을 빨리 저어 주어야 한다. 물의 온도를 높여 주어야 한다.
알갱이의 크기를 작게 해야 한다. 물의 양을 많이 해야 한다.

34

2. 가설 설정

가루 물질의 녹는 빠르기에 영향을 주는 요인들에 대한 잠정적인 해답인 가설을 세우게 한다.

- ▷ 고체 물질이 물에 녹는 빠르기에 영향을 주는 것에는 무엇이 있는지, 어떻게 영향을 주는지 생각하여 봅시다.
- 액체를 빨리 저을수록 빨리 녹을 것 같습니다.
- 물의 온도가 높을수록 빨리 녹을 것 같습니다.
- 고체의 알갱이의 크기가 작을수록 빨리 녹을 것 같습니다.

3. 실험 설계

학생들의 가설을 검증하기 위하여 실험 계획을 세우게 한다. 이때, 같게 해야 할 조건, 다르게 해야 할 조건을 찾는 것을 강조해야 한다.

- ▷ 여러분의 가설을 검증하기 위한 구체적인 실험 방법에 대하여 친구들과 이야기해 봅시다. 이 실험에서 변화시킬 수 있는 조건은 어떤 것이 있는지 생각하여 봅시다.
- 젓는 빠르기, 알갱이 크기, 물의 온도, 가루 물질의 양, 물의 양 등
- ! 검증하고자 하는 변인 외의 통제 변인에 대하여 충분히 이야기할 수 있도록 해야 한다.

4. 실험

실험 설계에 따라 실험을 하고 결과를 측정하여 기록하게 한다.

- ▷ 계획한 대로 실험을 수행한 다음, 그 결과를 “실험 관찰”에 정리하여 봅시다. **실관**

5. 가설 검증

가설과 실험 결과를 비교하여 결론을 도출하거나, 다른 실험 계획을 세우게 한다.

- ▷ 실험 결과로부터 알 수 있는 사실은 무엇인가요?
- 물을 빠르게 저을수록 가루가 빨리 녹습니다.
- 물의 온도가 높을수록 가루가 빨리 녹습니다.
- 알갱이의 크기가 작을수록 빨리 녹습니다.
- ▷ 자신의 가설과 비교하여 봅시다.
- 물을 빨리 저으면 백반이 빨리 녹을 것이라고 가설을 세웠는데, 실험 결과가 일치하였습니다.
- 물의 온도가 높으면 빨리 녹을 것이라는 제 가설이 맞았습니다.

- ▷ 실험 결과를 바탕으로 백반이 녹는 빠르기에 영향을 주는 것은 무엇인지 정리하여 봅시다.
 - 물을 젖는 빠르기, 물의 온도, 알갱이의 크기가 영향을 줍니다.
- ! 자신의 가설을 검증한 후에는 다른 요인에 대해서 실험을 설계하여 수행하게 한다.
- ▷ 실험 결과를 바탕으로 백반이 녹는 빠르기에 영향을 주는 것은 무엇인지 정리하여 봅시다. **실관**
- ▷ 각 모둠의 실험 결과에 대하여 발표해 봅시다.
- ▷ 다른 모둠의 발표를 듣고, 내가 하지 않은 실험의 방법과 결과를 정리하여 봅시다. **실관**

6. 적용

탐구 활동을 통하여 도출한 결론이 적용되는 다른 사례를 찾아보는 기회를 제공한다.

- ▷ 우리 생활에서 이와 비슷한 사례를 찾아봅시다.
 - 찬물보다 따뜻한 물에서 커피가 빨리 녹았습니다.
 - 굵은 소금보다는 가는 소금이 빨리 녹았습니다.

창의 활동

- ▷ 많은 양의 설탕을 물에 빨리 녹여서 진한 설탕물을 만드는 편리한 제품을 만들려고 합니다. 우선, 설탕을 빨리 녹이기 위하여 생각해야 할 것을 발표하여 봅시다.
 - 빨리 녹이기 위해서는 설탕을 가루로 만드는 장치가 있어야 합니다.
 - 물을 뜨겁게 하면 빨리 녹으므로, 물을 가열하는 장치가 있어야 할 것 같습니다.
 - 저어 주는 장치가 있으면 더 빨리 설탕을 녹일 수 있을 것 같습니다.
- ▷ 진한 설탕물을 만들 수 있도록 하려면 어떻게 해야 할지 생각하여 봅시다.
 - 뜨거운 물을 이용하면 많이 녹일 수 있습니다.
 - 설탕물이 식지 않도록 온도를 유지해 주어야 할 것 같습니다.
 - 물의 양에 따라서 최대한 녹일 수 있는 설탕의 양을 쉽게 알아볼 수 있도록 표시하는 눈금이 있으면 좋을 것 같습니다.
- ▷ 토의 결과를 바탕으로 진한 설탕물을 빨리 만들 수 있는 제품을 글과 그림으로 나타내어 봅시다.
- ! 제품의 설계를 그림으로 잘 표현하는 것보다 과학적 원리가 포함되었는지에 초점을 둔다.

형성 평가

- 용질을 빨리 녹일 수 있는 방법에는 어떤 것이 있는지 쓰시오.
(빨리 저어 준다, 알갱이 크기를 작게 한다, 용매의 온도를 높여 준다. 등)
- 백반이 녹는 빠르기에 영향을 주는 조건을 두 가지 이상 쓰시오.
(백반의 양, 물을 젖는 빠르기, 백반 알갱이 크기)

지도상의 유의점

- 용매를 빨리 저으면 용질이 빨리 녹는다는 과학 지식은 학생들이 흔히 접하는 경험이기 때문에 결과를 쉽게 예상할 수 있다. 따라서 실험 결과에만 초점을 두면 자칫 흥미롭지 못한 수업이 될 수 있다. 이 차시에서 무엇보다 중요한 것은 탐구 능력을 학습하는 데 있다. 따라서 최종 실험 결과 뿐만 아니라 가설 설정, 실험 설계, 변인 통제, 결과 해석, 결론 도출 등의 탐구 과정 요소를 익히는 데 초점을 두어야 한다.

자료실

수업 도우미

변인 통제란 무엇인가?

학생들이 탐구 활동의 초기에 결정해야 할 중요한 일 중 하나는 주어진 문제 상황에 답하기 위하여 무엇을 변화시키고 무엇을 측정하고, 무엇을 같게 해야 할 것인지 결정하는 것이다. 즉, 무엇을 변화시켜 가면서(조작 변인) 무엇을 측정해야 하며(종속 변인), 그때 일정하게 유지시켜 줄 것이 무엇인지(통제 변인)를 파악해야 한다.

본 차시 수업과 관련지어 생각해 보면 다음과 같이 변인이 통제된 실험을 설계할 수 있다.

가설	같게 해야 할 조건 (통제 변인)	다르게 해야 할 조건 (조작 변인)	측정하여야 할 값 (종속 변인)
물의 온도가 높을수록 빨리 녹을 것이다.	물의 양, 백반의 양, 젖는 빠르기, 백반 알갱이 크기	물의 온도	백반이 녹는 빠르기
백반 알갱이의 크기가 작을수록 빨리 녹을 것이다.	물의 양, 백반의 양, 젖는 빠르기, 물의 온도	백반 알갱이 크기	백반이 녹는 빠르기

변인 통제 능력을 향상시키기 위하여서 다음과 같은 점에 유의한다.

첫째, 실험의 목적을 분명하게 한다. 일반적으로 실험의 목적에는 조작 변인과 종속 변인이 드러난다. 예를 들어, ‘물과 우유가 강낭콩의 자람에 어떤 영향을 주는지 알 수 있다.’라는 실험 목적을 세웠다고 생각하여 보자. 이 실험에서 조작 변인은 강낭콩에 주는 액체의 종류이고, 종속 변인은 강낭콩이 자라는 정도이다. 이때, 액체의 종류 외에 다른 조건은 통제해야 한다. 따라서 실험의 목적을 확실하게 인식하는 것이 매우 중요하다.

둘째, 실험의 원인과 결과가 되는 변인을 파악하여 표로 정리하는 습관을 기르도록 한다. 조작 변인과 종속 변인 및 독립 변인의 목록을 작성하고, 각 변인 값의 범위를 기록해 두는 습관을 기르면 새로운 실험 상황에 접했을 때 무엇을 파악해야 하는지 자신이 어떤 변인을 모르고 있는지를 확실히 알 수 있게 된다. 학생들이 통제 변인을 못 찾을 수 있는데, 그 경우 일반적으로 이용될 수 있는 체크리스트를 제공해 주면 학생들에게 통제 변인을 찾는 데 도움을 줄 수 있다.

셋째, 공정한 검사의 개념을 가르치면 변인 통제의 필요성을 쉽게 인식할 수 있을 뿐만 아니라, 자신이 설계한 실험이 변인 통제가 되어 있는 실험인지를 공정한 검사의 관점에서 검토할 수 있게 된다. 공정한 검사의 개념은 실험군과 대조군의 상황을 보여 주고, 실험 조건이 공정한지를 묻는 것이다. 변인이 통제된 실험이라고 묻는 것보다 실험 조건이 공정하냐고 물을 때 학생들이 더 쉽게 이해한다.

학습 목표

- 물의 양에 따라 탄산수소나트륨과 백반이 물에 녹는 양을 관찰하여 비교할 수 있다.
- 물의 양과 용질의 녹는 양의 관계를 설명할 수 있다.

수업의 개관

① 예상	• 물의 양에 따라 탄산수소나트륨과 백반이 녹는 양 예상하기
② 관찰	• 물의 양을 달리하면서 녹는 양 관찰하기
③ 설명	• 실험을 통하여 알 수 있는 사실 설명하기

수업 모형 선정의 이유

이 차시의 주요 내용은 물의 양에 따라 가루 물질이 녹는 양이 어떠한지 알아보는 것이다. 이를 위해서 실험 결과를 예상하고 관찰 결과를 바탕으로 그 원리를 설명하는 기회를 제공하기 위하여 POE 수업 모형을 적용하였다.

수업 동기 유발

더 이상 녹지 않고 가라앉아 있는 가루 물질을 더 녹이려고 하거나 가루 물질을 최대한 많이 녹이려고 했던 경험에 대하여 이야기한다.

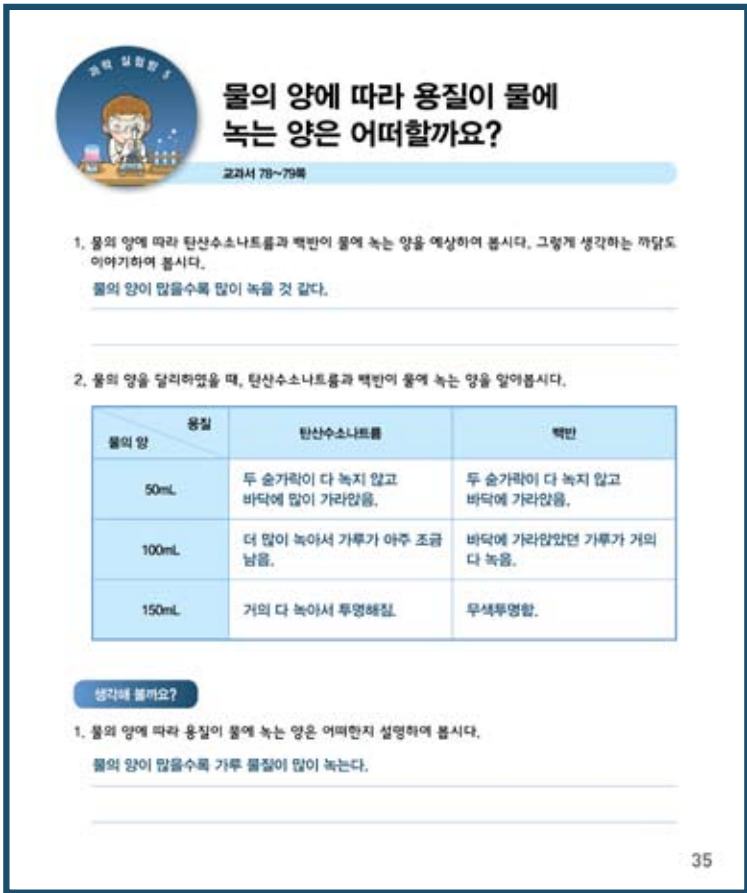
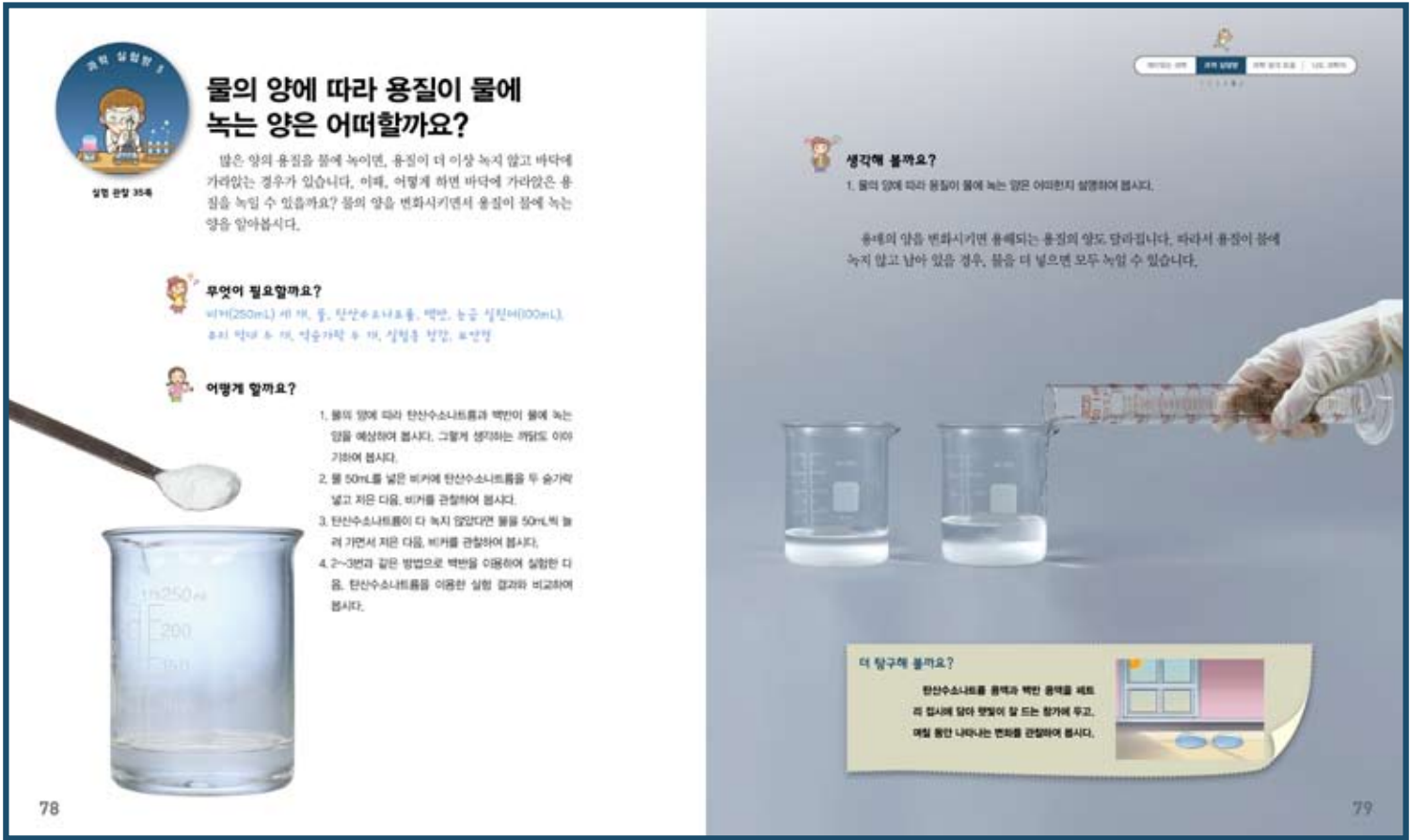
준비물

비커(250mL) 세 개, 물, 탄산수소나트륨, 백반, 눈금 실린더(100mL), 유리 막대 두 개, 약숟가락 두 개, 실험용 장갑, 보안경

1. 예상

물의 양과 물질이 녹는 양은 어떤 관계가 있을지 예상하여 보고, 자신의 생각에 대한 근거를 제시하게 함으로써 학생들의 선행 개념이 드러나게 한다.

- ▷ 물에 녹지 않고 가라앉아 있는 가루를 녹일 수 있는 방법을 생각하여 봅시다.
- 저어 줍니다, 물을 끓입니다, 물을 더 붓습니다. 등
- ▷ 물의 양과 백반이 녹는 양은 어떤 관계가 있을지 예상하여 보



- 고, 왜 그렇게 생각하는지 이야기하여 봅시다. **실관**
- 물의 양이 많을수록 백반이 물에 많이 녹을 것 같습니다.
 - 물이 많으면 가루 물질이 더 골고루 많이 섞일 수 있기 때 문입니다.

2. 관찰

자신의 예상을 확인하기 위하여 물의 양을 달리하면서 탄 산수소나트륨과 백반을 녹이는 활동을 통해 선행 개념을 지지 하는 결과를 관찰하거나 인지 갈등 상황에 접하게 한다.

- ▷ 비커에 물 50mL를 담고 탄산수소나트륨을 두 숟가락 넣어 녹인 다음, 관찰한 결과를 이야기하여 봅시다.

! 약숟가락으로 넣기 쉽도록 백반 덩어리는 가루로 만들어 두는 것이 좋다. 백반 알갱이 상태나 약숟가락에 담은 정도에 따라 실험 결과에 약간의 차이가 있어 예시 답안과 다르게 나타날 수 있다. 이 실험에서는 백반이 녹는 양을 정성적으로 비교하는 수준에 한정한다.

- 가루가 물에 퍼져 있다가 비커 바닥에 많이 가라앉았습니다.
- 조금만 녹고 남은 것 같습니다.

- ▷ 이번에는 물을 50mL 더 넣어서 저어 봅시다.
- 가라앉았던 가루가 더 많이 녹았습니다.

- 바닥에 가루가 조금 남았습니다.
- ▷ 물을 50mL 더 넣고 저은 다음, 관찰하여 봅시다.
- 가라앉았던 가루가 모두 녹았습니다.
- ▷ 같은 방법으로 물의 양을 달리하여 백반이 녹는 양을 관찰 하여 봅시다.
- 백반도 물 50mL에는 두 숟가락이 다 녹지 않고 남았습니다.
 - 물을 더 넣을 때마다 더 녹아서 150mL의 물에는 백반이 모두 녹았습니다.
- ▷ 탄산수소나트륨의 실험 결과와 비교하여 봅시다.
- 두 물질 모두 물의 양이 많을수록 녹는 양이 많아집니다.

3. 설명

자신의 예상과 관찰 결과 사이에 생긴 인지 갈등을 해결하여 개념 변화가 이루어지고, 학생들 자신의 생각을 분명히 할 수 있도록 유도한다.

- ▷ 이 실험의 결과를 살펴본 다음, 알 수 있는 사실을 설명하여 봅시다.
- 물의 양이 많을수록 가루 물질이 물에 더 많이 녹았습니다.
 - 녹지 않고 남아 있는 가루 물질은 물을 더 넣어서 녹일 수 있습니다.

보조 자료

- 탄산수소나트륨

탄산수소나트륨(NaHCO_3)은 화합물의 한 종류로, ‘중탄산나 트륨’이나 ‘중탄산소다’ 등의 이름으로도 불린다. 탄산수소나트 른은 가열하면 이산화탄소와 물이 발생하고, 탄산나트륨 무수물 로 변하는 성질이 있다. 커피와 같은 식용품, 미용제, 제산제 등 의 의약품, 베이킹파우더나 탄산 가스 발생제 등에 쓰인다. 25℃ 의 물 100mL에는 약 9.2g 정도 녹는다.

- 백반

보통 황산알루미늄, 수화된 물, 여러 원소의 황산염으로 구성된 복염을 말한다. 상업적으로 가장 중요한 백반은 칼륨백반이라고도 하는 황산칼륨알루미늄으로 화학식은 $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 또는 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 이다. 이것은 황산알루미늄과 황산칼륨 이 들어 있는 수용액을 증발시켜서 얻는다. 황산알루미늄은 나트 른, 암모니아, 세슘, 은, 루비듐, 탈륨, 히드라진, 히드록시아민 및 여러 유기 아민류, 리튬 등의 황산염과 함께 백반을 이루기도 한 다. 또한, 황산알루미늄 대신에 철(Ⅲ)·크로뮴·망가니즘·코발 트·갈륨·타이타늄·바나듐·이리듐·로듐·인듐의 황산염이 쓰일 수도 있다.

백반은 의약품·직물·설탕·종이·페인트·성냥·탈취제 등 의 제조를 포함하여 다양한 용도로 쓰인다. 또한, 베이킹파우더·소화기 등에 사용되며, 염색에서는 결합제(매염제), 정수(淨水) 장

치에서는 응고제 역할을 한다(백반의 용해도: 지도서 233쪽 ‘단원 배경 지식’ 참고).

더 탐구해 볼까요?

- ▷ 탄산수소나트륨 용액, 백반 용액을 페트리 접시에 담고 햇빛이 잘 드는 창가에 두고 며칠 동안 나타나는 변화를 관찰하여 봅시다. 그리고 왜 그러한 변화가 나타났는지 생각하여 봅시다.
- 물이 증발하고 하얀 알갱이가 생겼습니다.
 - 물이 증발하여 물의 양이 줄어들어서 많이 녹아 있을 수 없게 된 백반이나 탄산수소나트륨이 다시 생긴 것입니다.

형성 평가

1. 물의 양에 따라 녹는 가루 물질의 양은 어떤 관계가 있는지 설명하시오.
(물의 양이 많을수록 많이 녹는다.)
2. 녹지 않고 가라앉아 있는 소금을 녹일 수 있는 방법을 쓰시오.
(물을 더 넣는다.)

지도상의 유의점

- 교육과정에서는 포화, 과포화, 용해도 개념을 초등학교에서 다루지 않도록 하고 있다. 따라서 본 차시에서는 물의 양이 많을수록 많이 녹는다는 정성적인 수준에서의 탐구 활동을 권장하고 있다. 용액에서 용질이 다시 생기게 하는 방법에 관한 탐구나 이해는 용액 속에 용질이 그대로 존재하기 때문에 물의 양이 줄어들면 녹아 있던 용질이 더 이상 녹아 있을 수 없다는 정도의 수준에서만 다룬다.

도전 과제

자료실

1. 꽃 나무 만들기

(1) 준비물

요소 비료, 비커 두 개, 중성 세제(주방용), 식용 색소, 약손가락, 물, 목공용 본드, 거름종이, 가위, 스포이트, 유리 막대, 페트리 접시

(2) 실험 과정

- ① 비커에 물 두 숟가락, 요소 한 숟가락을 넣어서 녹인다.
- ② 또 다른 비커에 중성 세제 한 숟가락과 목공용 본드 $\frac{1}{4}$ 숟가락을 혼합한다.
- ③ 1번 비커에 2번 비커의 용액을 스포이트로 몇 방울 떨어뜨리고, 유리 막대로 저어 준다.
- ④ 1번 비커 용액을 페트리 접시에 붓는다.
- ⑤ 거름종이를 나무 모양으로 올려서 페트리 접시 가운데 세운다(이때, 미리 거름종이에 색을 칠한 다음, 말려서 이용하면 맺히는 결정의 색을 다양하게 할 수 있다.).
- ⑥ 증발이 잘 되는 곳에 두고 하루 정도 기다린다.

2. 예상하기

(1) 페트리 접시의 용액은 어떻게 될까요?

(2) 페트리 접시에 세운 나무 모양 종이는 어떻게 변할까요?



요소 결정

물이 증발하면 녹아 있던 요소가 결정으로 석출 되는데, 요소 용액이 계속 거름종이를 타고 올라 오면서 물이 증발하여 처음 생긴 요소 결정에 계속 새로운 요소 결정이 달라 붙게 된다. 요소 용액이 거름종이를 타고 올라오는 것은 모세관 현상에 의한 것으로 용액이 거름종이 끝에 도달하면 요소 결정 끝에서 다시 증발하여 요소가 결정으로 자라게 되는 것이다.

여기서 목공용 본드는 요소가 잘 달라 붙을 수 있도록 도와주고, 중성 세제는 이 용액의 표면 장력을 적절히 조절해서 용액이 잘 빨려 올라올 수 있게 해 주는 역할을 한다.

과학 이야기 구성 의도

이번 과학 이야기는 여러 가지 용질이 녹아 있는 용액의 사례로 바닷물을 소개하고, 천연 소금을 만드는 것과 용해 개념과의 관련성을 제시하였다.

용매의 양이 많아지면 용질이 많이 녹게 된다. 반대로 생각하면 용매의 양이 줄면 녹을 수 있는 용질의 양이 줄어들게 된다. 따라서 용액에서 용매를 증발시키면 용질이 다시 생기게 된다.

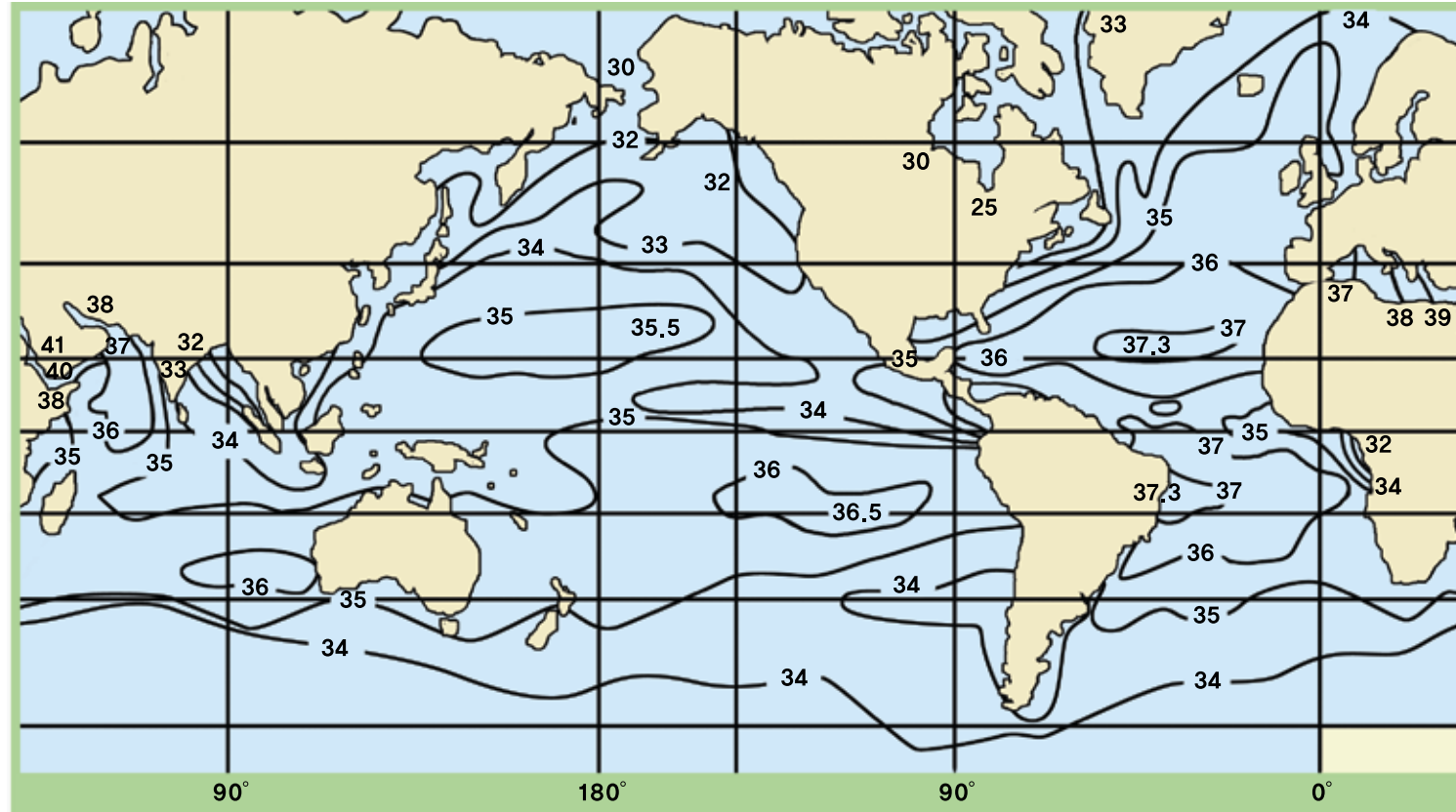
바닷물에서 소금을 얻는 염전의 내용은 용액에서 다시 용질이 생기게 할 수 있다는 본 차시 내용을 좀 더 심화할 수 있는 사례가 된다.

과학 이야기 보조 자료

바닷물, 얼마나 짭까?

‘바닷물은 정말 짜다.’고 생각하는 사람들이 많지만, 실제로 우리가 먹는 간장과 비교했을 때 그렇게 짠 것은 아니다. 보통 간장을 만들 때 물 1kg에 약 300g의 소금을 넣지만, 바닷물 1kg에는 염류가 35g 정도 녹아 있다. 특히 염류 중 소금은 27g 정도에 불과하다. 바닷물이 짠 정도, 즉 바닷물의 농도를 ‘염분’이라고 한다. 염분을 나타내는 단위인 퍼밀(‰)로 나타내면 바닷물의 평균 농도는 35퍼밀이다.

바닷물의 염분은 지리적인 조건에 의해 바뀔 수 있다. 담수의 유입이 있는 곳은 염분이 낮으며, 증발량이 많고 담수의 유입이 없는 곳에서는 염분이 높다. 오른쪽 그림은 바닷물의 염분 분포를 세계 지도에 나타낸 것이다.



바닷물의 염분 분포



사고 확장하기

▷ 바닷물은 소금을 포함한 여러 가지 물질이 녹아 있는 용액입니다. 세계 여러 곳의 바닷물의 진하기는 어떠할지 생각해 보세요.

- 평균 온도가 다르기 때문에 물이 증발하는 양이 달라서 진하기가 다를 것 같습니다.
- 비가 오는 양이 다르기 때문에 진하기가 다를 것 같습니다.
- 바닷물은 흘러서 섞이므로 진하기가 비슷할 것 같습니다.

• 사해

세계에서 염분이 가장 높은 곳은 아라비아반도 서북쪽의 소금 호수인 사해이다. 이 지역은 건조 기후이기 때문에 유입 수량과 거의 같은 양의 수분이 증발해 염분 농도가 극히 높아 바다의 표면의 경우 200‰로 해수의 다섯 배 정도이다.

따라서 하구 근처 외에는 생물의 거의 살지 않으며, 사해(Dead Sea)라는 말도 이 때문이다. 일반인들에게는 염분이 높아 가만히 있어도 사람이 물 위에 뜨는 것으로 유명하다. 그 외에도 물속에는 인체에 유용한 광물이 있어 휴양지로도 인기가 높다.



사해 바다



소금층 사진

학습 목표

1. 물의 온도와 가루 물질이 녹는 양과의 관계를 알아보기 위한 실험을 계획할 수 있다.
2. 봉산과 백반이 녹는 따뜻한 용액을 식혔을 때 나타나는 현상을 관찰하고, 그 까닭을 추리할 수 있다.

수업의 개관

① 예상	• 물의 온도에 따라 녹는 가루 물질의 양 예상하기
② 관찰	• 물의 온도에 따라 백반과 봉산이 녹는 양 관찰하기
③ 설명	• 실험을 통하여 알 수 있는 사실 설명하기

수업 모형 선정의 이유

이 차시의 주요 내용은 가루 물질이 녹는 양에 영향을 미치는 물의 온도에 대하여 탐구하는 것이다. 이를 위하여 물의 온도에 따라 녹는 용질의 양에 대하여 실험 결과를 예상하고, 탐구 결과를 바탕으로 설명하는 POE 수업 모형을 적용하였다.

수업 동기 유발

녹지 않고 남아 있는 가루 물질을 더 녹이려고 했던 경험 가운데에서 물의 양을 늘리는 것 외의 방법에 대하여 이야기한다.

준비물

비커(250mL 세 개), 비커(100mL), 백반, 봉산, 유리 막대 두 개, 약
술가락 두 개, 온도계, 따뜻한 물, 찬물, 얼음, 실험용 장갑, 보안경

1. 예상

물의 온도와 물질이 녹는 양은 어떤 관계가 있을지 예상하고, 자신의 생각에 대한 근거를 제시하게 함으로써 학생들의 선행 개념을 파악한다.

▷ 진한 용액을 만들려면 어떻게 하여야 할지 생각해 봅시다.

- 물의 양을 늘리지 않고 가루를 많이 녹여야 합니다.
- 따뜻한 물에 가루 물질을 많이 녹입니다.

물의 온도에 따라 용질이 물에 녹는 양은 어떻게 달라질까요?

가루 물질을 물에 많이 녹일 수 있는 방법을 생각하여 봅시다. 물의 양을 늘리는 것 외에 어떤 방법이 있을까요? 물의 온도를 변화시키면서 용질이 물에 녹는 양이 어떻게 달라지는지 알아봅시다.

무엇이 필요할까요?

비커(100mL), 비커(250mL) 세 개, 액판, 물산, 유리 막대 두 개, 양울자각 두 개, 온도계, 피펫관, 물, 찬물, 얼음, 실험종, 장갑, 보안경

어떻게 할까요?

1. 물의 온도에 따라 가루 물질이 물에 녹는 양은 어떻게 변할지 예상하여 봅시다.
2. 물의 온도와 액판이 물에 녹는 양과의 관계를 알아보기 위한 실험 계획을 세워 봅시다.
3. 계획한 방법대로 실험을 하고 그 결과를 정리하여 봅시다.
4. 같은 방법으로 물의 온도와 용질이 녹는 양과의 관계에 대해서도 실험을 하여 봅시다.

생각해 볼까요?

1. 물의 온도에 따라 용질이 물에 녹는 양은 어떻게 변하는지 설명하여 봅시다.

용액의 온도를 변화시키면 녹을 수 있는 용질의 양도 달라집니다. 따라서 같은 양의 물이라도 온도를 조절하면 액판이나 용산은 더 많이 녹일 수 있어 더 적은 용액을 얻을 수 있습니다.

더 탐구해 볼까요?

용산이나 액판이 녹은 따뜻한 용액을 얼음물에 넣고, 변화를 관찰하여 봅시다.

따뜻한 용산 용액이 담긴 비커를 얼음물에 넣기

82

83



물의 온도에 따라 용질이 물에 녹는 양은 어떻게 달라질까요?

교과서 82~83쪽

1. 물의 온도에 따라 가루 물질이 물에 녹는 양은 어떻게 변할지 예상하여 봅시다.

물의 온도가 높으면 빨리 녹지만 녹는 양은 비슷한 것이다.

2. 물의 온도와 백반이 물에 녹는 양과의 관계를 알아보기 위한 실험 계획을 세워 봅시다.

갈게 해야 할 조건	백반 알갱이 크기, 물의 양, 물을 짓는 빠르기
다르게 해야 할 조건	물의 온도
측정해야 할 것	백반이 녹는 양

3. 계획한 방법대로 실험을 하고 그 결과를 정리하여 봅시다.

실험 방법	같은 양의 20℃와 60℃ 물을 비커에 담고, 백반을 한 숟가락 넣은 다음, 같은 빠르기로 저어 주었다. 백반이 다 녹으면 이 과정을 반복하였다.
실험 결과	20℃에서는 한 숟가락이 다 녹지 않았으나, 60℃의 물에서는 세 숟가락이 거의 다 녹았다.
실험을 통하여 알 수 있는 점	물의 온도가 높으면 백반이 더 많이 녹는다.

4. 같은 방법으로 물의 온도와 통산이 물에 녹는 양과의 관계에 대해서도 실험을 하여 봅시다.

실험 방법	같은 양의 20℃와 60℃ 물을 비커에 담고, 통산을 한 숟가락 넣은 다음 같은 빠르기로 저어 주었다. 백반이 다 녹으면 이 과정을 반복하였다.
실험 결과	20℃에서는 1숟가락 정도 녹았으나, 60℃의 물에서는 10숟가락이 거의 다 녹았다.
실험을 통하여 알 수 있는 점	물의 온도가 높으면 통산이 더 많이 녹는다.

생각해 봅시다?

1. 물의 온도에 따라 용질이 물에 녹는 양은 어떻게 변하는지 설명하여 봅시다.

물의 온도가 높아지면 백반, 통산의 녹는 양이 많아진다.

반대로 물의 온도가 낮아지면 백반이나 통산이 적게 녹는다.

더 탐구해 볼까요?

- ▷ 봉산과 백반이 녹은 따뜻한 용액을 얼음물에 넣어 변화를 관찰하여 봅시다.
- 두 용액에서 하얀 알갱이가 생겼습니다.
 - 용액이 식을수록 더 많은 알갱이가 생겼습니다.
- ▷ 왜 이러한 결과가 나타났는지 생각하여 봅시다.
- 용액의 온도가 낮아졌기 때문입니다.
 - 용액의 온도가 낮아지면 가루 물질이 많이 녹을 수 없기 때문입니다.

형성 평가

1. 물의 온도에 따라서 가루 물질이 녹는 양은 어떠한지 쓰시오.
(온도가 높을수록 더 많이 녹는다.)
2. 진한 용액을 차갑게 식히면 다시 용질이 생긴다. 그 까닭은 무엇인지 쓰시오.
(물의 온도가 낮아지면서 용액 속에 녹아 있던 용질이 더 이상 녹을 수 없기 때문이다.)

지도상의 유의점

- 설탕이나 백반은 온도에 따라 용해도가 증가하지만, 소금과 같은 고체 용질의 용해도는 온도에 따라 크게 변하지 않는다. 이와 같이 고체 용질 간에 용해도가 차이 나타나는 까닭은 고체 용질 내의 화학 결합의 세기와 분자 또는 입자들이 쌓여진 방식 등 여러 가지 상황에 따라 영향을 받기 때문이다.

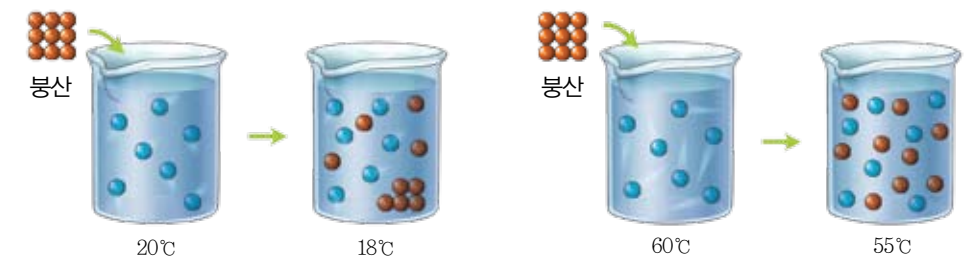
자료실

개념 해설

물의 온도가 높아지면 왜 봉산이 많이 녹을까?

온도가 높아지면 액체의 운동은 더욱 활발해져서 낮은 온도에서보다 더 큰 운동 에너지를 가지기 때문에 고체 용질과 더 격렬하게 충돌할 수 있다. 이러한 격렬한 충돌은 고체를 이루고 있는 입자와 입자 사이의 전기적 인력을 충분히 극복하여 입자들을 고체로부터 떼어낼 수 있다.

이때, 고체를 녹이면 활발한 운동 에너지 때문에 낮은 온도보다 액체 속에 더 많은 양의 고체가 끌고루 잘 섞이게 된다. 따라서 온도가 올라가면 고체의 용해도는 증가하게 된다.



물의 온도와 봉산의 용해

예를 들어, 20°C 물 100g에 봉산 9g을 녹일 때, 20°C의 물 에너지가 봉산 4g을 녹일 만한 에너지만을 포함하고 있다면, 나머지 5g의 봉산은 가라앉는다. 하지만 60°C인 물 100g은 20°C 물보다 높은 분자 운동 에너지를 가지므로, 9g의 봉산을 모두 녹일 수 있다. 따라서 60°C의 물 100g에 봉산 9g을 넣으면 가라앉지 않고 모두 녹게 된다. 이러한 현상은 녹는 과정에서 열이 필요한 물질일 경우에 해당된다. 이를 ‘흡열 반응’이라고 한다. 하지만 흡열 반응 물질이라 할지라도 화학 결합의 세기, 결정 구조 등에 따라서 용해도 경향이 다르게 나타난다.

어떤 물질은 녹는 과정에서 열을 내보내는 경우도 있는데, 이를 ‘발열 반응’이라고 한다. 이러한 흡열 반응과 발열 반응은 물질의 고유한 성질이다. 녹으면서 열을 내보내는 성질을 가진 수산화칼슘은 녹을 때 열이 발생하므로 주위에서 온도를 높여 주면 오히려 녹지 않으려는 경향을 나타낸다. 따라서 온도가 높아질수록 용해도가 낮아지므로 이러한 물질은 주위의 온도를 낮추어야 잘 녹는다. 반면에 수산화나트륨은 녹을 때 열이 발생하지만, 온도를 높여 주면 오히려 용해도가 증가하는 특성을 보인다.

이상과 같이 고체 물질의 용해도는 온도에 따라 증가하는 경향을 보이지만, 예외적인 물질이 많기 때문에 함부로 일반화하지 않도록 주의해야 한다.

과학 이야기 구성 의도

과학 이야기에서는 용액의 과학적 의미를 명확히 하기 위하여 두 가지 물질이 골고루 섞인 균일 혼합물이라는 용액의 정의에 근거하여 그 사례를 소개하였다.

초등학교에서 다루는 용액은 고체와 액체의 혼합물이고, 학생들이 흔히 경험하는 현상 또한 고체 물질을 액체에 녹이는 것이다. 그러다 보니 자칫 용액을 고체와 액체의 혼합물이라고만 생각할 수 있다. 따라서 용액이란 물질의 상태와 관계없이 두 가지 이상의 물질이 골고루 섞인 혼합물이라는 기본 개념을 제시하였다.



과학 이야기 보조 자료

기체와 액체의 균일 혼합물인 용액

암모니아수는 암모니아 기체를 물에 녹인 용액을 일컫는 말이다. 암모니아는 자극성이 강한 무색의 기체로 물에 잘 녹는다. 암모니아수는 염기성 반응을 나타내는 무색 액체로 실험실 시약, 의약품, 의류의 얼룩 제거, 모직물 세탁 등에 이용된다.

염기성 용액이기 때문에 산성 물질을 중화시키기 위해서 흔히 사용된다. 예를 들어, 벌에 쏘였을 때 우리 몸에 포름산이라는 물질이 들어오게 되어 피부가 붓고 가렵게 된다. 이때, 묽은 암모니아수를 발라 중화시키면 증상을 완화할 수 있다.

액체와 액체의 균일 혼합물인 용액

(1) 손 소독제

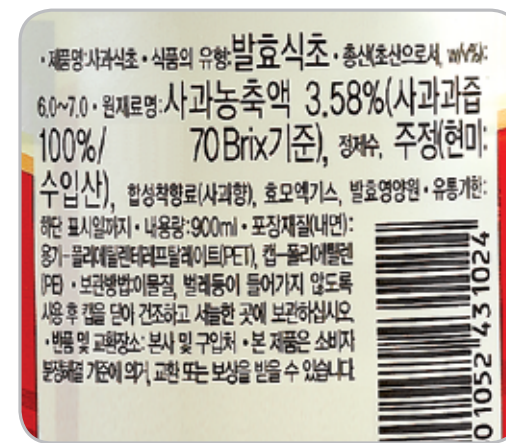
손 소독제의 주성분은 물과 에탄올이다. 즉, 물과 에탄올의 균일한 혼합물인 용액이라고 할 수 있다. 에탄올은 상온에서는 무색의 액체로 존재하며, 소독 및 살균 작용이 있다. 살균력은 농도가 70%일 때 최고이고, 60% 이하 또는 80% 이상에서는 약하다.



손 소독제

(2) 식초

식초는 조미료의 하나로 신맛이 나는 액체이다. 다양한 재료로 식초들이 만들어지고 있지만, 식초에 포함된 공통적인 성분은 아세트산(CH_3COOH)과 물이다. 순수한 아세트산은 무색의 액체로 물과 잘 섞인다. 아세트산과 물의 균일한 혼합물을 일반적으로 식초라고 한다.



식초의 성분

사고 확장하기

▷ 용액의 다양한 예를 더 생각하여 봅시다.

- 액체에 고체를 녹인 것: 과일 주스(물과 주스 가루)
- 고체와 고체의 혼합물: 18k 금반지, 놋쇠(구리와 아연)
- 액체와 기체의 혼합물: 여러 가지 탄산음료
- 액체와 액체의 혼합물: 소독약(물과 알코올)

▷ 고체와 고체의 균일 혼합물인 용액을 알아봅시다.

- 금반지: 순금에 다른 금속 물질을 골고루 섞어서 금반지나 목걸이 등을 만들기도 한다.
- 놋쇠(황동): 구리에 아연을 가해 만들어 황금빛을 띠는 합금을 부르는 말이다. 황동은 가공하기가 쉬워 기계를 비롯하여 일용품, 미술 공예품, 악기 등에 널리 쓰이고 있다. 금빛으로 빛나는 큰 관악기 따위는 대부분 황동으로 만든 것이다.
- 청동: 청동(靑銅)은 구리와 주석의 합금을 말한다. 인류가 처음 사용하기 시작한 금속으로, 청동기 시대라하고 구분을 할 정도로 많이 이용되어 왔다. 주석의 분량을 늘리면 경도가 증가하므로 예전에는 무기 등에 이용되었다. 오늘날에는 톱니바퀴, 용수철 등과 같은 기계 부품에 이용되고 있다.



황동으로 만든 관악기



포항에 있는 '창생의 손'(청동상)

용해와 용액에 대하여 정리해 볼까요?

학습 목표

1. 탐구 결과를 정리하여 용해와 용액에 관련된 개념을 설명할 수 있다.
2. 용해와 관련된 원리를 적용하여 보여 줄 수 있는 마술 방법을 글로 나타낼 수 있다.

수업의 개관

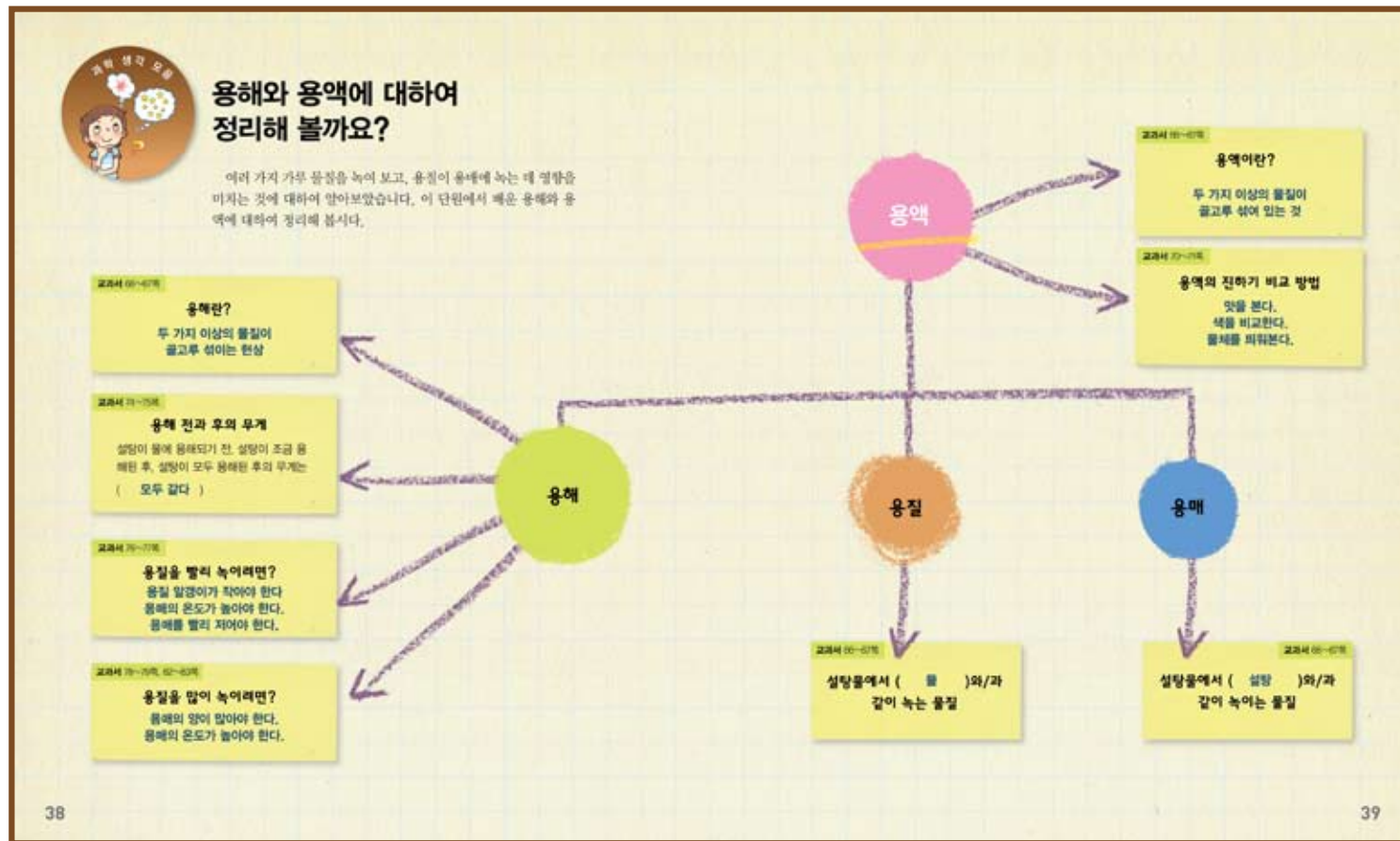
- | | |
|-----------|-------------------|
| ① 개념 정리하기 | • 용해와 용액에 대해 정리하기 |
| ② 과학 글쓰기 | • 마술 방법에 대한 글쓰기 |

준비물

시험관 두 개, 시험관대, 색이 다른 손수건 두 장, 설탕, 페트리 접시, 약술가락

1. 개념 정리하기

- ▷ 용해와 용액 단원에서의 주요 탐구 결과에 대하여 정리해 보시다.
- 용해, 용액, 용매, 용질 등 용어의 정의
 - 용액의 진하기 비교
 - 용질이 녹는 양에 영향을 주는 요인
 - 용질이 녹는 속도에 영향을 주는 요인
 - 용해 전과 후의 무게 비교
- ▷ 여러분에게 가장 재미있었거나 놀라웠던 실험이나 내용은 무엇이었는지 발표하여 봅시다.
- 설탕물로 아슬아슬한 탑을 쌓는 것이 재미있었습니다.
 - 따뜻한 물에서 백반이 순식간에 녹는 것이 신기하였습니다.
 - 우리 주변에는 물에 잘 안 녹는 가루 물질이 많다는 걸 알았습니다.
- ▷ 이 단원의 탐구 활동 가운데 가장 힘들거나 어려웠던 점은 어떤 것이었는지 생각하여 봅시다.
- 액체 탑이 잘 쌓이지 않아서 여러 번 실험을 하였습니다.
 - 물의 온도나 양에 따라서 가루 물질이 녹는 양을 비교할 때 여러 가지 조건을 같게 해 주어야 해서 조금 복잡하였습니다.



마술 같은 과학 실험!

가루 물질은 액체에 따라서 잘 용해되기도 하고, 그렇지 않기도 합니다. 또한, 용매의 양이나 온도는 용질이 용해되는 양에 영향을 줍니다. 이것을 이용하여 친구들에게 놀랄 만한 마술을 보여 줄 수 있습니다.

마술사: 저, 이 두 개의 시험관에 같은 양의 액체가 들어 있습니다. 맞지요?
관객 1, 2: 네!

마술사: 1번 시험관에 설탕을 한 숟가락 넣겠습니다.
그리고 수리수리 마술사!..... 뽀!

관객 1: 설탕이 감쪽같이 사라졌어!
관객 2: 설탕이 물에 다 녹았잖아요.

마술사: 그래요? 그러면 2번 시험관에 또 설탕을 넣어 보겠습니다.
수리수리!..... 뽀!

관객 1: 아? 이번엔 왜 그대로 있지? 어떻게 한 거죠? 마술사님!

마술사: 이 마술의 비밀은.....

용해와 용액을 이용한 다른 마술 방법을 생각하여 글로 써 봅시다.

오로라 내리막

1. 준비물: 시험관, 진한 설탕물, 물, 스프리트, 에추리알, 유리컵

2. 마술 방법

첫째, 시험관에 담긴 무색투명한 액체를 보여준다.

둘째, 시험관에 담긴 액체를 반쯤 유리컵에 담는다. 이때, 스프리트를 이용한다.

셋째, 에추리알을 넣고, 물에 가라앉는다는 것을 보여준다.

넷째, 시험관에 담긴 나머지 액체를 유리컵에 담고, 다시 에추리알을 넣는다. 이때, 에추리알이 위에 뜨는 것을 보여준다.

3. 마술의 비밀

이 마술의 비밀은 시험관에 담긴 무색투명한 액체이다. 겉으로 보기에 한 가지 액체가 담긴 것처럼 보이지만, 실제로는 진한 설탕물이 아래에, 물이 위에 섞여있는 것이다. 그러므로 마술사가 유리컵에 담은 액체는 물과 설탕물이다. 이 용액에 에추리알을 넣으면 물에서는 가라앉지만, 진한 설탕물에서는 뜨게 되는 것이다.

4. 주의 사항

첫째, 미리 에추리알을 물에 넣어서 가라앉는지 확인한다.

둘째, 에추리알이 물 침도로 진한 설탕물을 만든다.

셋째, 시험관에 물을 때 물과 설탕물의 양을 비슷하게 조절해서 유리컵에 담을 때 맛을 기억하기 쉽게 한다.

2. 과학 글쓰기

▷ 교과서 88쪽에 제시된 마술 책의 내용을 읽어 보고, 마술 장면을 흉내 내어 봅시다.

▷ 이 마술의 비밀은 무엇인지 이야기하여 봅시다.

- 물에 녹았을 때 무색투명해지는 설탕이나 소금을 이용한 것 같습니다.
- 물처럼 무색투명한 다른 용액을 이용한 것 같습니다.
- 설탕이나 소금이 물에는 녹고, 아세톤에는 녹지 않는다는 것을 이용한 것 같습니다.

! 마술 책의 내용을 읽고 마술사가 된 것처럼 마술 장면을 연출하도록 하여 동기를 유발한다. 이때, 시험관 등의 준비물을 이용해서 흉내 내어도 좋고, 시간이 허락된다면 실제로 실험을 하면서 마술을 시연해 보는 것도 효과적인 활동이 될 수 있다.

다음은 학생들이 연출하는 장면의 예시이다.

“자, 여기 두 개의 시험관에 똑같은 액체가 담겨 있습니다. 이제, 똑같이 하얀 설탕 가루를 똑같이 한 숟가락 넣겠습니다. 잘 보세요. 이제 파란 손수건으로 시험관을 감싸고 흔들어 보겠습니다.

‘수리 수리 마술리 뽀!’

어떻게 되었나요? 설탕이 감쪽같이 사라졌네요. 그렇다면 이쪽 시험관은 빨간 손수건으로 감싸고 흔들어 보겠습니다. ‘수리 수리 마술리’ 어떻게 되었지요? 아니! 설탕이 그대로 있네요. 손수건을 색을 바꾸니 이렇게 놀라운 일이 생겼습니다. 어떻게 된 일일까요?”

▷ 마술의 비밀을 함께 생각하여 봅시다.

- 물과 아세톤은 무색투명한 액체로 겉으로 보기엔 비슷해 보입니다. 여기에 설탕을 넣으면 물에선 아주 잘 녹고, 아세톤에는 녹지 않습니다.
- 속임수가 아니라, 액체마다 녹는 물질이 다르다는 과학 원리를 적용한 것입니다.

▷ 여러분이 보여 줄 수 있는 마술을 생각하여 보고, 이것을 소개하는 글을 쓰려고 합니다. 어떤 점들을 주의하여야 할지 생각해 봅시다.

- 이 단원에서 배운 내용을 잘 활용합니다.
- 단계별로 자세하게 설명해야 잘 따라할 수 있습니다.
- 마술이 끝난 다음에는 비밀을 꼭 설명하여 주어야 합니다.
- 절대 사람의 눈을 속이는 것이 아니라, 용해와 용액에 관련된 원리를 활용한 놀라운 결과를 보여 주어야 합니다.

! 마술사가 쓰는 마술 방법 안내 책이라고 생각하고 글로 쓰게 한다. 이때, 자칫 마술이라는 것이 속임수라고 생각하지 않도록 과학 원리를 적용한 과학 마술임을 강조하여야 한다.

학습 목표

1. 물질을 연구하는 과학자들의 활동이 용해 원리와 어떤 관련이 있는지 설명할 수 있다.
2. 여러 가지 가루 물질로 결정을 만들어 관찰할 수 있다.

수업의 개관

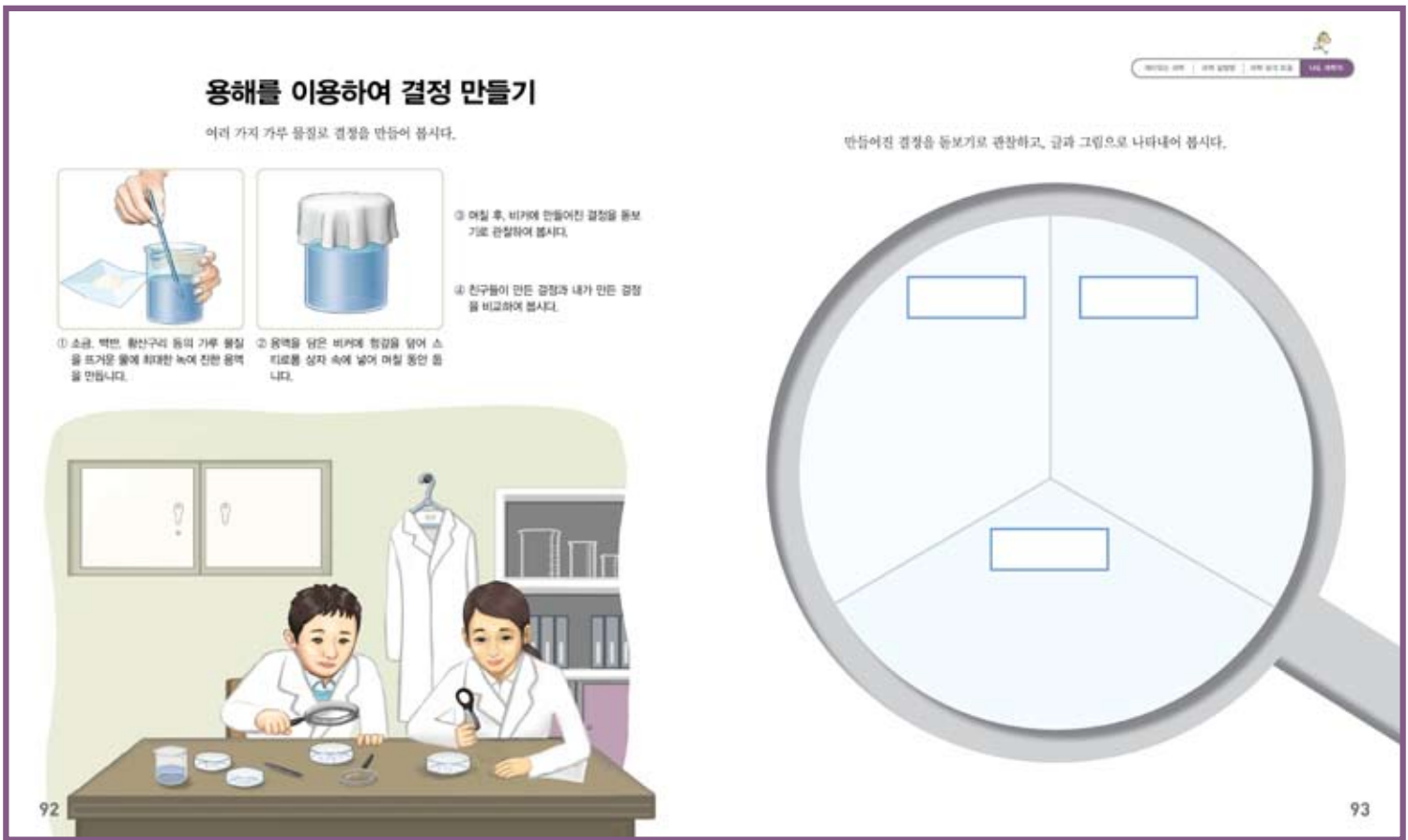
① 과학자들의 결정 만들기	• 물질을 연구하는 과학자 활동에 적용된 용해 원리 설명하기
② 용해를 이용해 결정 만들기	• 여러 가지 가루 물질로 결정 만들기 • 결정 관찰하기

준비물

백반, 소금, 황산구리 등 여러 가지 가루 물질, 비커(250mL) 세 개, 유리 막대 세 개, 스티로폼 상자, 페트리 접시 세 개, 종이, 돋보기, 루페, 실험용 장갑, 보안경

1. 과학자들의 결정 만들기

- ▷ 과학자들의 탐구 활동 중 용해와 용액에 관련된 것에는 어떤 것이 있는지 생각하여 봅시다.
 - 진한 용액에서 용매를 증발시키거나 용액의 온도를 낮추어서 결정을 만듭니다.
- ▷ 결정 만들기가 왜 필요한지 이야기하여 봅시다.
 - 용액에서 다시 만들어진 결정은 불순물이 섞여 있지 않기 때문에 매우 순도가 높습니다.
 - 결정을 만들어서 그 모양을 관찰하면 어떤 물질인지 구분할 수 가 있다.
- ▷ 교과서 90~91쪽의 사진을 살펴봅시다.
 - 백반, 황산구리의 결정 모양이 나와 있습니다.
 - 모두 모양이 다 조금씩 다릅니다.
- ▷ 결정 만들기가 용해와 용액에 관련된 개념 가운데 무엇과 관련이 있는지 이야기하여 봅시다.
 - 결정을 만들려면 진한 용액을 만들어야 합니다.
 - 진한 용액은 가능한 한 용질을 많이 녹여야 합니다.
 - 용질이 많이 녹으려면 온도를 높여 주는 것이 좋습니다.
 - 용액이 식으면 녹았던 용질이 다시 생깁니다.
 - 용매를 증발시켜도 용질이 다시 생깁니다.
- ▷ 이처럼 결정 만들기는 용해, 용액과 매우 관계가 깊습니다.
 - 이제 여러분도 과학자처럼 직접 결정을 만들어 봅시다.



2. 용해를 이용해 결정 만들기

- ▷ 과학자들은 미지의 물질이 무엇인지 분석할 때, 결정을 만들어 그 모양을 살펴보기도 합니다. 여러분도 미지의 물질을 물에 녹여서 결정을 만들어 관찰하여 봅시다.
- ▷ 결정을 만들 때 필요한 준비물을 살펴봅시다. 어떤 것들이 필요할까요?
 - 비커, 유리 막대, 약순가락, 가루 물질 등이 필요합니다.
 - 용액을 천천히 식히려면 천과 같은 것이 필요합니다.
 - 스티로폼 상자를 이용하면 편리합니다.
- ▷ 결정을 만들어 관찰할 때는 어떤 것이 필요할까요?
 - 돋보기로 관찰하면 알갱이 모양을 잘 볼 수 있습니다.
- ▷ 교과서 92쪽의 방법을 자세히 읽어 보고, 결정을 만들어 봅시다.
- ! 많은 양을 녹여야 하므로 가능한 입자를 작게 만들어 놓는 것이 좋다.
- ▷ 세 가지 가루 물질을 뜨거운 물에 최대한 많이 녹여 진한 용액을 만들어 봅시다.
- ! 백반을 충분히 녹이지 않을 경우 결정이 잘 생기지 않으므로 충분히 녹여 준다. 물의 온도는 80~85℃ 정도가 적당하며, 화상을 입지 않도록 주의해야 한다. 이때, 원하는 색의 색소를 넣으면 아름다운 색의 결정을 만들 수 있다.
- ▷ 진한 용액을 페트리 접시에 조금 붓고 종이로 덮어 며칠 동안 놓아 둔다. 남은 용액은 비커에 넣고 형질을 덮은 다음, 스티로폼 위에 두거나 스티로폼 상자 속에 넣어 둔다.
- ! 용액을 최대한 천천히 식혀야 더 큰 결정을 얻을 수 있다.
- ! 며칠 지난 다음, 충분히 결정이 만들어지면 꺼내어 돋보기나 루페로 관찰하게 한다.
- ▷ 각 모듈에서 만든 결정을 돋보기나 루페로 관찰하여 봅시다. 세 가지 결정의 모양을 서로 비교하여 봅시다.
 - 모양이 약간씩 다릅니다.
 - 같은 물질의 결정에서도 모양이 선명한 것도 있고, 그렇지 않은 것도 있습니다.
 - 상자 모양인 것도 있습니다.
 - 다이아몬드처럼 생긴 것도 있습니다.
 - 길쭉한 기둥 모양도 있습니다.
- ! 결정이 생성된 조건에 따라 동일한 물질의 결정의 전체적인 모양(결정체)이 다를 수 있다. 하지만 기본적인 하나의 결정(단결정) 모양은 동일하다. 따라서 과학자들은 결정 모양으로 물질을 확인하는 것이 가능하다. 학생들은 단결정을 만들기가 어렵기 때문에 이러한 내용에 대하여 교과서 90~91쪽 읽기 자료를 참고하여 이해할 수 있게 안내한다.

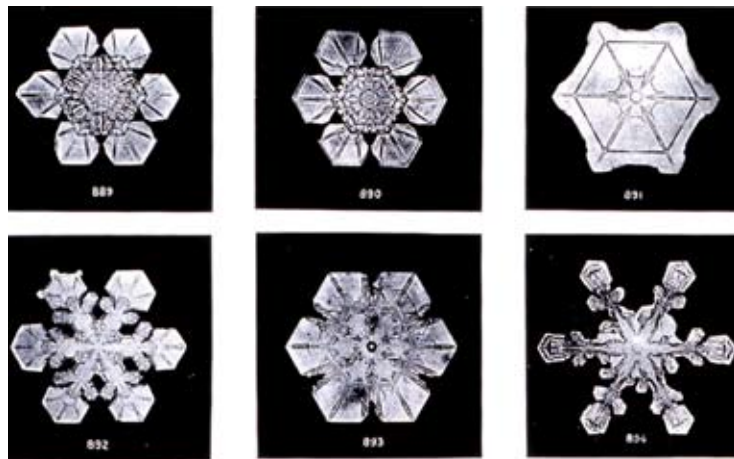
보조 자료

▷ 더 뚜렷하고 큰 결정 모양을 만들려면 어떻게 해야 하는지 생각하여 봅시다.

- 바닥에 가라앉지 않고 자랄 수 있으면 더 커질 것 같습니다.
- 비커 가운데 매달릴 수 있게 하려면 무엇이 필요할 것 같습니다.
- 털실 같은 것을 매달아 두면 결정이 매달려서 잘 자랄 수 있을 것 같습니다.

• 결정이란?

추운 겨울 하얗게 내리는 눈을 자세히 살펴보면 아름다운 육각형의 모양을 띠고 있는 것을 관찰할 수 있다. 이렇듯 어떤 물질의 알갱이들이 규칙적으로 배열되어 육각형이든지, 정육면체와 같은 특별한 형태를 가지고 있는 것을 ‘결정’이라고 한다. 여러 물질은 그들만의 독특한 결정 모양을 가지고 있다.



눈의 다양한 결정 모습

• 결정은 어떻게 만들어질까?

결정은 고체 상태이다. 기체나 액체로부터 고체가 되는 과정에서 결정이 만들어진다. 따라서 순물질인 기체나 액체에서 고체로 상태 변화하는 경우와 고체가 액체에 녹았다가 재결정되는 경우, 두 가지로 생각하여 볼 수 있다.

전자의 경우는 기체나 액체 상태의 순물질을 냉각시키면, 입자들의 운동이 점점 느려지고 어떤 일정한 온도에 이르면 규칙적으로 고정된 자리에서 진동 운동만 하는 고체 상태로 변하게 된다. 기체가 고체로 변하는 경우는 수증기가 얼어 눈이나 성에가 되는 것으로, 이를 ‘승화’라고 한다. 액체가 고체로 변하는 경우는 물이 얼어서 얼음이 되는 것으로, 이를 ‘응고’라고 한다.

한편, 액체에 녹아 있던 고체는 액체를 증발시키거나 온도를 낮게 하면 액체 안에 더 이상 녹아 있을 수 없게 되어 용액에서 석출된다. 본 차시에서는 이 경우를 다루고 있다. 백반과 황산구리는 온도에 따른 용해도의 차이가 큰 편이므로, 온도를 낮추면 그 온도에서 더 이상 녹아 있을 수 없는 용질이 석출된다. 소금의 경우에는 온도에 따른 용해도의 차이가 거의 없으므로 온도를 낮추는 방법보다는 물을 증발시켜 결정을 얻는 것이 보다 효과적이다.

• 여러 가지 물질의 결정 모양

소금의 결정 모양은 정육면체이나 결정이 바닥에서 자랄 경우, 아래쪽으로는 자라지 못하므로 높이가 낮은 직육면체가 대부분이다. 백반의 결정은 정팔면체이나 페트리 접시에서 결정을 만들 경우, 모든 방향으로 자라지 못하기 때문에 정팔면체의 위와 아래가 깎여진 모양이 대부분이다. 황산구리 결정은 납작한 직육각형 기둥 모양에서 위와 아래, 좌우 방향으로 압력을 가해 미끄러지도록 한 모양이며, 설탕 결정은 육각 기둥 모양이다.

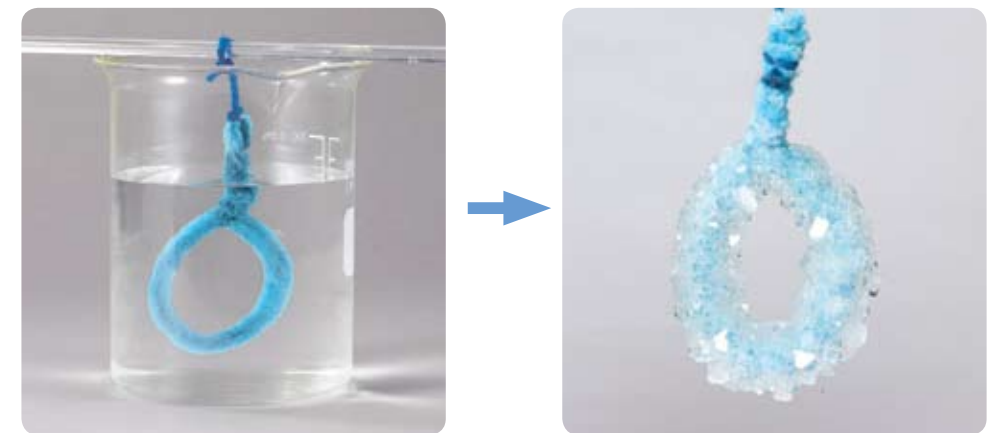
• 다양한 결정 만들기 방법

결정을 만들 때 모든 방향으로 잘 자라게 하기 위하여 여러 가지 방법을 이용할 수 있다. 작은 백반 덩어리를 실에 매달아 진한 용액에 넣어두면 용액이 식으면서 석출되는 백반 결정이 달라붙어 점점 커지게 된다. 이때, 백반 용액은 더 이상 백반이 녹지 않는 포화 용액이어야 한다(백반의 용해도: 교사용 지도서 233쪽 참고).



백반 결정 씨앗을 매달아 용액에 넣어서 결정 만들기

철사로 모양을 만들어 털실로 감은 다음, 뜨겁고 진한 백반 용액에 넣어 두면 아래 사진과 같은 크고 많은 백반 결정이 생긴다.



털실 감은 철사로 백반 결정 만들기

백반 결정

지도상의 유의점

• 소금 결정 만들기

소금은 온도에 따라서 녹는 양의 차이가 크지 않아서 용액을 식히는 것으로 결정을 만들기 어렵다. 따라서 물을 증발시켜서 결정을 만들어야 하므로 페트리 접시에 용액을 담고 종이를 덮은 다음, 약 1주일 동안 기다린다. 이때, 이물질이 들어가면 결정이 자라는 데 방해가 되므로 종이를 꼭 덮어 두어야 한다.



단원 마무리

※ 질문에 알맞은 답을 쓰거나 고르시오.

교과서 66~67쪽

1. 다음 설명 중 용해 현상과 관계가 깊은 것은 어느 것입니까? (①)

- ① 설탕이 따뜻한 물에서 빨리 녹는다. ② 얼음을 햇빛에 놓아두면 녹는다.
- ③ 맑은 날에 빨래가 잘 마른다. ④ 물이 얼면 부피가 커진다.
- ⑤ 물을 끓이면 김이 난다.

해설: 고체 물질이 액체에 녹아서 만들어진 균일한 혼합물을 '용액'이라고 하며, 이렇게 녹는 현상 자체를 '용해'라고 부른다.

교과서 66~67쪽

2. 알갱이 크기가 작은 소금과 나프탈렌 가루가 골고루 잘 섞여 있을 때, 소금을 따로 분리할 수 있는 방법을 간단히 쓰시오.

(물을 넣어 소금만 녹여서 소금물을 만들고 거름장치로 나프탈렌을 거른 다음, 물을 증발시킨다.)

해설: 용해되는 용매가 서로 다른 가루 물질이 섞여 있을 때 한 가지 물질만 녹이는 액체를 사용하면 혼합물을 분리할 수 있다.

교과서 70~71쪽

3. 오른쪽 사진은 진하기가 다른 설탕물에 방울토마토를 띄운 것입니다. 더 진한 설탕물의 기호를 쓰시오.

(나)



(가)

(나)

해설: 용액이 진할수록 작은 물체가 높이 떠오른다.

교과서 74~75쪽

4. 물 50g에 소금 10g을 모두 녹인 다음 무게를 재었습니다. 소금물의 무게는 얼마일까요? 그렇게 생각한 까닭을 쓰시오.

(60g, 소금이 녹아 눈에 보이지 않아도 소금물 속에 있기 때문이다.)



해설: 용질이 용해되기 전과 후의 무게는 같다.

교과서 76~77쪽

5. 물을 젖는 빠르기가 소금이 녹는 빠르기에 어떤 영향을 주는지 알아보려고 합니다. 다르게 해야 할 조건은 어느 것입니까? (④)

- ① 물의 양
- ② 물의 온도
- ③ 소금의 양
- ④ 물을 젖는 빠르기
- ⑤ 소금 알갱이 크기



해설: 물을 젖는 빠르기를 변화시키고, 나머지 조건은 모두 같게 해야 한다.

교과서 78~79쪽
82~83쪽

6. 유리 막대로 계속 저어도 더 이상 녹지 않고 물속에 가라앉아 있는 소금을 더 녹일 수 있는 방법을 모두 고르시오. (①, ④)

- ① 물을 더 넣는다.
- ② 냉장고에 넣는다.
- ③ 유리 막대로 저어 준다.
- ④ 소금이 가라앉은 물을 가열한다.
- ⑤ 소금을 꺼내어 알갱이를 작게 만들어 넣는다.

해설: 용매의 양이 많을수록, 용매의 온도가 높을수록 고체 물질이 녹는 양은 증가한다.

교과서 82~83쪽

7. 다음 표는 온도가 다른 물에 붓산을 녹인 다음, 붓산이 녹는 양을 측정한 결과를 정리한 것입니다. 실험 결과를 바탕으로 물의 온도와 붓산의 녹는 양이 어떤 관계가 있는지 간단히 쓰시오.

온도(℃)	20	40	60	80
녹는 양(g)	5.0	9.0	14.8	23.6

(물의 온도가 높으면 붓산이 물에 녹는 양이 많아진다.)

해설: 물의 온도가 높을수록 붓산이 물에 녹는 양이 많아짐을 보여 준다.