

과학적 문제 해결 방법 (100A)

[키트 구성품]

- 랩에이즈 캠프레이트(Chemplates[®]) 15개 (약수저 포함)
- No. 1 0.1M HCl 용기 2개
- No. 2 0.1M H₂SO₄ 용기 2개
- No. 3 0.1M NaOH 용기 2개
- No. 4 0.1M KOH 용기 2개
- No. 5 0.1M HNO₃ 용기 2개
- No. 6 0.1M Ca(OH)₂ 용기 2개
- No. 7 0.1M Zn(NO₃)₂ 용기 2개
- 브롬티몰블루 지시약 4개
- 1번 미지시약 1개
- 2번 미지시약 1개
- 학생용 실험보고서 1장

‘문제 해결’을 단순히 정의하자면 특정한 조건의 미지의 자료로부터 가장 최선의 값을 찾는 행위라고 할 수 있다. 이 실험키트에서는 다음과 같은 내용을 확인할 수 있다.

1. 문제 해결 행위가 이루어지는 전략-방법
2. 전략을 수행하는데 필요한 요소 또는 기술

전략을 수행하는데 필요한 요소 중 일부는 문제 해결의 전제조건이고, 일부는 필수조건이다. 예를 들어 문제에 관해 기본 원칙은 전제조건이며, 창조력과 상황을 분석하는 능력은 필수조건이다.

학생들에게 조사하는 방법을 거의 가르치지 않는다. 대체로 알려진 것들을 어떻게 확인하는지를 가르친다. 이것은 문제를 푸는 것이지 문제를 해결하는 것은 아니다.

문제를 해결하기 위해서는 책에 적힌 해답 없이 새로운 상황을 직면해야한다. 과학자는 기술된 문제를 탐구하는 것이 아니라 문제를 해결하는 것이다. 연구를 하는 과학자는 관찰 결과와 번뜩이는 아이디어(“유레카”), 불확실함에 대한 불만족, 다른 사람들과의 대화내용, 무의식적인 또는 의식적인 생각들을 걸러낸다. 이런 과정을 통해 문제가 걸러지면 문제를 보다 명확하게 규정하려는 시도가 이루어진다.

이 실험키트는 문제해결(창조적 활동)과 이미 결과가 정해진 문제풀이의 차이를 구분해 줄 것이다.

과학은 정보를 얻고 분류하는 방법에 있어 비교할 수 없이 뛰어나다. 이들 사실과 관찰내용을 통해 우리가 살고 있는 환경에 대해 설명할 수 있다. 문제가 인식되면 과학자 또는 학생은 가설을 만들고 그 가설을 실험한다. 과학적 방법 내에서의 단계별 과정은 다양하다. 가설과 실험과정은 문제해결 과정의 공통된 부분이다. 이 실험키트는 과학적 방법을 사용한 문제 해결에 대한 개념을 학생들에게 알려줄 것이다.

60분 동안의 실험시간을 잘 계획해야 한다. 실험에 대한 소개가 이루어져야 하고 학생들은 각자 또는 조별로 실험을 한 후에 평가가 이루어져야 한다. 이론적으로는 100번 키트 (관찰능력 향상키트)를 이용해 과학적 방법에 대한 개념을 학습시킬 수 있다.

문제 해결을 위해 전략을 치밀하게 세운다면 더욱 효과가 좋을 것이다. 다음과 같은 일반적인 전략을 참조하자.

A. 문제해결을 위한 전략

1. 정의 : 실제 문제를 인식한다.
2. 사고 : 문제의 원인을 생각해 보고 관련된 지식과 정보를 수집한 후 해결방법 절차를 도식화한다.
3. 계획 : 대안을 생각한다.
4. 계획 실천 : 문제를 해결한다.
5. 재확인 : 타당성을 조사한다. 기준과 제한적 요소를 확인한다. 결과에 대해 토론한다.

문제 해결을 위해 지속적으로 사용하는 세 가지 기술은 창의성, 분석능력, 정보의 보편화 능력이다.

실험목적

1. 과학적 방법에서의 가설의 역할을 학습한다.
2. 가설과 실험 사이의 관계를 학습한다.
3. 실험으로부터 얻은 정확한 정보를 이용해 결론을 도출한다.

실험방법

각 학생 또는 2명 1조에게 Chemplate[®]을 나누어준다. 주어진 문제는 브롬티몰블루 지시약의 색깔 변화를 관련 있다. 두 물질이 섞여서 나타나는 색 변화는 화학작용의 증거이다. 표 1에 실험에 대한 ‘예상’과 ‘실제’ 내용을 기록한다. 굵은 글씨체가 답이다.

데이터 차트

1-7번의 숫자가 적힌 용액과 브롬티몰블루 지시약은 모든 학생들이 쉽게 사용할 수 있도록 실험 장소 가운데 둔다. 1-7번이 새겨진 용기에는 문제해결에 필요한 다양한 정보가 기록되어 있다. 데이터 차트에 화학식을 정확하게 기록하도록 한다. 각 용기에 적힌 화학식을 칠판에 적는 것도 좋은 방법이다.

미지 용액 I, II의 화학식은 실험이 끝날 때까지 공개하지 않는다. 미지시료 I은 0.1M NaOH 이며 미지시료 II은 0.1M HCl이다.

혼번호	병	공식	BTB 지시약 처음 색깔	예상되는 색깔	실제 나타난 색깔
1	I	모름	파란색		파란색
5	II	모름	파란색		노란색
2	용액1	H^+Cl^-	파란색		노란색
3	용액2	$H_2^+SO_4$	파란색		노란색
4	용액3	Na^+OH^-	파란색		파란색
6	용액4	K^+OH^-	파란색		파란색
10	용액5	H^+NO_3	파란색	노란색	노란색
11	용액6	$Ca^{++}(OH^-)^2$	파란색	파란색	파란색
12	용액7	$Zn^{++}(NO_3^-)^2$	파란색	?	청록색-초록색

표 1. 데이터 차트

질문에 대한 답변

1. Chmepate 1, 5, 9번 홈에 브로티몰블루 지시약 1 방울씩을 떨어뜨린다.
2. Chmepate 1번 홈에 1번 미지 용액 1 방울을 떨어뜨린다. Chmepate 5번 홈에 2번 미지 용액 1 방울을 떨어뜨린다. 9번 홈에는 아무 것도 넣지 않는다. 관찰 결과를 표 1에 기록한다. 9번 홈에 아무 것도 넣지 않은 이유는 무엇일까?

9번 홈에 아무것도 넣지 않은 이유는 브로티몰블루는 통제 혹은 대조군으로써 넣는 지시약이기 때문이다.

3. 위 1, 2번 실험결과를 보고 왜 색깔이 변했는지 알 수 있나? 알 수 있다 / 알 수 없다 그 이유는 무엇인가?

알 수 있다 / 알 수 없다. 다양한 답변이 나올 수 있다.

4. Chmepate 2, 3, 4, 6번 홈에 브로티몰블루 지시약 1 방울씩을 떨어뜨린다. 1~4번 유리병 용액에 대한 정보를 숙지한다. 표 1에 관련 정보를 기록한다. 1번 용액 1 방울을 2번 홈에 떨어뜨린다. 그 결과를 표 1에 기록한다.

5. 마찬가지로 2, 3, 4번 용액 1 방울씩을 3, 4, 6번 홈에 떨어뜨리고 어떤 화학적 요소 때문에 색깔이 변하는지를 주목한다.

6. 실험을 통해 수집한 모든 정보와 관찰내용을 바탕으로 색깔 변화에 대한 설명 또는 가설을 작성하라. 좋은 가설이란 관찰된 사실을 해석하는 것을 물론 문제와 관련된 새로운 사실을 추측해 내는 것이어야 한다.

다양한 답변이 나올 수 있다. H^+ 를 가진 용액은 색 변화를 일으키고, 반대로 색 변화가 없는 용액은 H^+ 를 가지고 있지 않다. OH^- 를 가진 용액은 색 변화가 없다. H^+ 와 OH^- 중 아무 것도 없는 7번 용액은 실험을 통해 파란-녹색에서 녹색으로 변하는 것을 발견할 수 있을 것이다.

7. 좋은 가설은 새로운 사실을 얻게 한다. 5, 6, 7번 용액의 라벨에 기록된 정보를 표 1에 기록한다. 또한 색깔 변화에 대한 예상을 기록한다.

8. 이제 자신의 가설을 실험해 보자. Chemplate 10, 11, 12번 홈에 브로티몰블루 지시약 1 방울씩을 떨어뜨린다. 그리고 5~7번 유리병 용액 1 방울을 10~12번 홈에 각각 떨어뜨리고 결과를 표 1에 기록한다. 이 모든 실험이 자신의 가설을 증명하는가? 그렇다 / 아니다. 그 이유는 무엇인가?

학생들은 5번 용액에 H^+ 가 존재하기 때문에 색이 변할 것이라고 예상할 수 있어야 한다. 7번 용액에는 H^+ 와 OH^- 둘 다 없기 때문에 예상하기 힘들어할 것이다.

9. 실험이 자신의 가설을 뒷받침해주지 않는다면, 다음으로 무엇을 해야 하나?

가설을 수정하고 다시 실험하거나 더 많은 실험을 한다.

10. 자신의 가설을 수정하거나 다른 가설을 작성하려면, 여기에 작성한다.

다양한 답변이 나올 수 있다.

실험요약을 위한 질문

1. 어떤 용액이 색깔 변화를 예상하기 가장 어려운가? 그 이유는?

7번 용액. 다른 용액과 달리 화학식에 H^+ 또는 OH^- 가 들어 있지 않기 때문이다.

2. 사실과 가설의 차이는 무엇인가?

사실은 실제적이고 사실로 알려진 정보이며, 가설은 '그럴 것이라'는 임시적인 이론이다.

3. 문제 해결 과정에서의 실험의 역할은 무엇인가?

가설을 확인할 수 있도록 실험은 추가적 사실을 제공했다.

4. 통제된 실험(controlled experiment)의 정의는 무엇인가? 이 실험에서의 통제의 기능은 무엇인가?

통제된 실험은 실험과 관련된 모든 요소가 한 가지 변수를 제외하고 모두 동일한 것이다. 이 실험키트에서는 어떤 화학물질도 섞이지 않은 브롬티몰블루가 통제 또는 대조군이었으며, 색을 비교하는데 필요한 기준으로 사용되었다.

5. 과학적 문제 해결 방법은 어떤 점에서 독특하다고 말할 수 있나?

과학적 방법은 진실을 가정만 하지 않는다. 통제된 실험을 통해 가설과 상황을 실험한다.

이 실험서는 (주)한국과학에 의해 작성되었으며 저작권법에 의해 보호를 받습니다. 무단복제를 금하며, 무단 복제 및 배포 시 저작권법에 의해 처벌 받을 수 있습니다.