

고체 알코올의 에스터화 반응 (KS-K113)

[제품 구성]

- 아세트산칼슘(calcium acetate) 용액 점적병 1개
- 에탄올 3병
- 빙초산(glacial acetic acid) 2병
- 메탄올 점적병 2개
- 살리실산(salicylic acid) 2병
- 아밀알코올(amy alcohol) 점적병 2개
- 희석된 황산(sulfuric acid) 점적병 2개
- 건조제(drierite) 1병
- 시험관 12개
- 눈금 시험관 12개
- 금속 단지 12개
- 알루미늄 조각 12개
- 나무조각 24개
- 분자모형 1세트 (탄소 원자 48개, 산소 원자 24개, 수소 원자 96개, 공유결합 168개)
- 교사용 지도서 1장
- 학생용 보고서 1장

이 실험키트의 아세트산칼슘과 에탄올을 혼합해 학생들은 고체연료를 만든다. 이 연료를 이용해 여러 개의 에스테르(ester)를 만들 것이다. 에스테르는 알코올과 유기산(organic acid)을 반응시켜 만든다. 이 실험키트에 포함되어 있는 분자모형을 이용해 학생들은 아세트산에틸 (ethyl acetate)을 만들 것이다. 뿐만 아니라 에탄올, 메탄올, 아세트산 등도 만들 수 있다.

고체연료는 액체 알코올에 비해 훨씬 사용 및 운반이 간단하고 안전하다. 이 고체연료의 불꽃은 무색이며 거의 보이지 않는다. 이 연료를 사용할 경우에는 특별한 주의를 기울여야 한다. 아세트산칼슘은 특히 물에 잘 용해되기 때문에 많은 양의 에틸알코올과 섞이면 젤 형태를 띤다.

에스테르는 알코올과 산이 만나 반응하면서 물과 함께 생성된다. 이 반응에서 카복실산 (carboxylic acid)의 OH 그룹은 알코올 그룹의 -H와 반응하여 물 분자를 만들어낸다. 에스테르는 과일 및 꽃 냄새가 난다.

이 실험키트를 통해 만들 수 있는 에스테르는 다음과 같다. 아세트산에틸, 살리실산메틸 (methyl salicylate), 그리고 아세트산아밀(amy acetate)이다. 일반적으로 이 반응은 다음의 반응식으로 표현할 수 있다.



실험 전 도입으로서 알코올 용액을 리트머스 종이로 실험하거나 다른 산-염기 지시약을 이용해 알코올은 이온화하지 않으며 염기가 아니라는 것을 보여줄 수 있다. 에스테르 샘플은 전기의 전도성을 확인하는 실험에 사용하여 전해질이 아니라는 것을 보여줄 수 있다. 빙초산도 전해질이 아니다.

다음의 실험과정을 따라 실험하도록 학생들을 지도한다.

실험과정

이 실험에는 시험관 홀더가 필요하다. (별도 구매)

A. 고체연료 만들기

1. 눈금 시험관에 아세트산칼슘 용액 2.5mL를 맞추고 그 용액을 금속 단지에 따른다. 눈금 시험관은 물로 깨끗하게 세척한다.

2. 에탄올 7mL를 금속 단지에 따르면 바로 고체 알코올이 생기며, 이 고체 알코올은 에스테르를 만드는데 필요한 열에너지로 사용 된다.

※ 주의 : 이 고체연료의 불꽃은 거의 눈에 보이지 않기 때문에 각별한 주의가 요구된다. 이 실험키트에 포함된 알루미늄 조각으로 불꽃에 가져다가 불을 붙인 후 금속 단지 위에 올려놓으면 약 10초 후에는 불이 꺼진다. 금속 단지는 매우 뜨겁기 때문에 절대 만져서는 안 된다.

B. 아세트산에틸 만들기

1. 에탄올 2mL가 든 시험관에 빙초산 3mL를 넣는다. 여기에 건조제(drierite) 한 조각을 넣고 희석된 황산(sulfuric acid) 8~10 방울을 떨어뜨린다. 건조제의 색깔 변화를 주의 깊게 관찰한다.

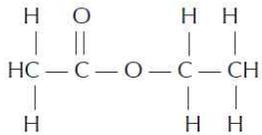
2. 성냥을 켜서 고체연료에 불을 붙인다. 무색의 불꽃이 생긴다. 금속 단지에 성냥을 떨어뜨린다. 그러면 거의 무색이던 불꽃에 색깔이 생긴다. 시험관 홀더에 시험관을 끼우고 시험관의 내용물이 끓을 때까지 조심스럽게 가열시킨다.

3. 손으로 바람을 일으켜 시험관에서 나오는 아세트산에틸의 냄새를 확인한다. 학생들은 건조제의 색깔 변화를 확인할 수 있어야 한다. 건조제의 색이 파란색에서 옅은 분홍색으로 변하는 것은 물이 존재한다는 의미이다.

4. 분자모형을 이용해 아세트산에틸(CH₃COOC₂H₅) 모형을 만든다. 아세트산에틸 분자모형을 만드는데 다음과 같은 내용이 필요하다.

- 탄소 원자 4개 (검정색)
- 산소 원자 2개 (파란색)
- 수소 원자 8개 (흰색)
- 공유결합 14개 (튜브)

학생들이 실험보고서에 아세트산에틸의 분자식을 그리도록 한다.



C. 살리실산메틸 만들기

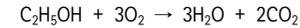
1. 유리 시험관에 살리실산 파우더를 2.5cm 높이에 되게 따른다. 메탄올(메틸 알코올) 1mL를 넣고 희석된 황산(sulfuric acid) 8~10 방울을 떨어뜨리고 건조제를 넣는다. 건조제의 색깔 변화를 주의 깊게 관찰한다.
2. 성냥을 켜서 고체연료에 불을 붙이고 시험관의 내용물이 끓을 때까지 가열한다.
3. 손으로 바람을 일으켜 시험관에서 나오는 냄새를 확인한다. 박하향의 냄새를 맡게 될 것이다. 실험키트에 포함된 나무 조각에 살리실산메틸이라고 쓰고 나무 조각을 용액에 담근다. 실험보고서와 함께 이 나무 조각을 샘플로 같이 제출하게 한다.

D. 아세트산아밀 만들기

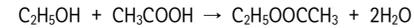
1. 시험관에 아밀알코올 2mL를 넣고 3mL의 빙초산을 넣는다. 희석된 황산(sulfuric acid) 8~10 방울을 떨어뜨리고 건조제를 넣는다. 건조제의 색깔 변화를 주의 깊게 관찰한다.
2. 손으로 바람을 일으켜 시험관에서 나오는 냄새를 확인한다. 실험키트에 포함된 나무 조각에 아세트산아밀이라고 쓰고 나무 조각을 용액에 담근다. 실험보고서와 함께 이 나무 조각을 샘플로 같이 제출하게 한다.

질문에 대한 답변

1. 이 실험에서 연소한 연료를 에틸알코올이라고 가정한다. (C₂H₅OH) 이 연료의 연소과정을 화학식으로 나타내라.



2. 에틸알코올과 아세트산 사이의 반응을 화학식으로 나타내라.



3. H₂SO₄는 이 반응에서 촉매제 및 탈수제(dehydrating agent)로 작용한다. 건조제(CaSO₄)는 물 분자를 제거하는 역할을 한다. 이 건조제는 물의 존재를 알려주는 지시약으로도 사용된다.

4. 아세트산아밀은 바나나와 비슷한 과일 냄새가 난다.

5. 살리실산메틸은 민트 냄새가 난다.

도움말

1. 이 실험키트에 포함된 분자모형 내용물을 이용해 에탄올 및 메탄올 모형을 만들 수 있다.



2. 남은 고체연료는 아세트산칼슘을 남기면서 증발할 수 있다. 물로 깨끗하게 세척한다. 완전히 사라질 때까지 조각할 수도 있다.

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