

물과 에탄올 이성분 혼합용매 계에서 부피 및 온도 변화에 관한 연구

김용권 · *임귀택
(부산교육대학교) · *(동아대학교)

A Study on the Change of Volume and Temperature in Aqueous Binary Solvent with Ethanol

Kim, Yong-Gwon · *Lim, Gui-Taek
(Busan National University of Education) · *(Dong-A University)

ABSTRACT

This paper is to study on the change of volume and temperature of the solution which mixed water with ethanol. And its main purpose is to examine closely how the volume changes, and to find the method to maximize the change of the volume.

The summaries for results of the study are;

First, we were known that water and ethanol are homogeneously mixed. But two solvents does not mix homogeneously by different specific gravity at early stages.

Second, we could see that the volume changed large at homogeneous mixed water with ethanol by stirrer, the change of volume is the largest value when water mixed with ethanol in the ratio of one to one.

Third, when water mixed with ethanol in the ratio of one to one, the change of temperature is very large by activated hydrogen bond.

We conclude that it is the best result when ratio of water and ethanol is one to one and the solution is well mixed.

I. 서 론

현행 초등과학 교육에서 교과내용과 학습활동은 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 학습활동 및 내용 등을 살펴보면 형식적인 과정에 너무 얽매어 정확한 현상을 관찰하기가 쉽지 않는 부분들이 있다.

6차 교육과정에 의해 제시된 자연과 6학년 1학기 실

험관찰 내용중 물과 알코올을 섞을 때의 부피 변화를 통해 물질을 이루는 분자의 운동과 크기 변화에 대해 학습한다. 분자 개념 형성을 위한 단계적 학습 방법으로 설탕을 넣은 형겔주머니를 물 속에 넣어 용해시켜 설탕이 작은 알갱이로 되어 있다는 것을 알아보고, 이로부터 고체물질이 작은 알갱이인 분자로 되어 있음을 학습하게 한다. 또한 설탕용액을 만들어서 용

액의 윗 부분과 아래 부분의 맛을 비교하여 용액 속에서 설탕이 어떻게 분포되어 있는지를 추리하여 용액 속에서 설탕이 고루 분포되는 이유를 학습하게 된다.(고체와 액체의 섞임)

또한 설탕용액을 거름종이에 통과시켜 설탕 알갱이는 거름종이를 통과할 만큼 작은 입자라는 것을 학습한다. 그런 다음 물 40ml와 물 40ml, 그리고 에탄올 40ml와 에탄올 40ml를 섞으면 그 부피가 섞기 전의 부피와 같으나 물 40ml와 에탄올 40ml를 섞었을 경우 그 부피가 섞기 전 보다 작아진다는 것을 학습(액체와 액체의 섞임)하고 콩과 좁쌀(고체와 고체)을 섞었을 때 부피가 줄어드는 것을 이용하여 물과 에탄올을 섞었을 때 부피가 줄어드는 이유가 큰 에탄올분자 사이에 작은 물분자들이 들어가서 부피가 줄어든 것으로 설명하고 있다. (교육부, 1997)

이들 중 물과 에탄올을 섞을 때, 그 부피가 어떻게 되는지 알아보자는 수업에서 많은 문제점들이 발견된다. 교과서 문장에서는 “물과 에탄올을 각각 40ml씩 섞고, 그 부피를 재어보자”라고만 제시하고 있어 물에 에탄올을 섞을 것인지, 에탄올에 물을 섞을 것인지, 그리고 어떻게 섞을 것인지에 대해서는 참고 도서에도 관련 내용이 없다.

실제 실험에서 부피변화가 학생들이 쉽게 측정할 정도로 크지 않기 때문에 주어진 조건에서 부피변화를 최대화 할 수 있는 방법을 찾을 수 있도록 미리 알고 지도할 필요가 있다. 또한 물과 에탄올을 섞었을 때 시험관이 따뜻해지는데 이런 문제점들에 대한 해답은 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 물과 에탄올을 섞을 때의 여러 가지 상황에 따른 부피 및 온도 변화에 대한 정량적인 연구로, 부피변화를 최대화 할 수 있는 방안과 온도변화를 측정했을 때 최대의 온도변화를 얻을 수 있는 방법들을 실험을 통하여 관찰하여 효율적인 학습 방법이 되고자 한다.

II. 이 론

에탄올과 물은 임의의 비율로 섞을 수가 있다. 메탄올도 임의의 비율로 물과 섞이지만 유독성이 강하다.

에탄올의 분자식은 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 이고, 메탄올의 분자식은 CH_3OH 로서, CH_2 기에 의해서 생리작용이 달라지며 메틸렌기가 증가하면 점점 물에 녹기 어려워진다. (허태성 외 역, 1992)

에탄올이나 메탄올이 물에 녹기 쉬운 것은, 알코올 분자 속에 수산기(-OH)가 있어 이것이 물분자와 수소결합을 하기 때문이며, 수소결합을 하면 열을 발생한다.(박면용 외 역, 1987)

물과 에탄올을 섞을 때 섞기 전의 물과 에탄올의 무게의 합은 섞은 후의 에탄올 수용액의 무게와 같다. 그리고 부피의 감소 비율은 섞은 에탄올의 양, 즉 에탄올의 농도에 따라 다르다. 일반적으로 두 액체를 섞어 부피가 감소한 경우에는 이들 액체분자 사이에 강한 힘이 작용한 것이다. 물과 에탄올 사이에는 에탄올 분자의 수산기(-OH)와 물분자간에 수소결합이 이루어져 서로 끌어당긴다. 따라서 물과 에탄올은 잘 혼합되지만 수소결합만으로는 부피감소를 설명할 수 없다. 에탄올은 수산기 외에 에틸기(- C_2H_5)기를 가지고 있는데 이는 물에 녹기 어려운 성질을 갖고 있기 때문에 소수성기(hydrophobic radical)라고 부른다. 이 소수성기는 물분자와 수소결합을 할 수 없기 때문에 물의 빈 구멍(cavity)속으로 끼어 들어가는 것이 가장 자연스러운 방법인데 이 상태가 가장 안정한 상태이다.

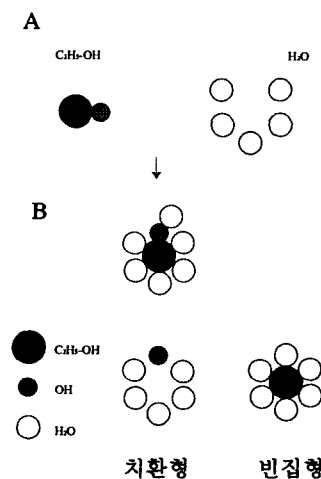


그림 1. 알코올 분자의 용해법

(그림 1)에서 볼 수 있듯이 어떤 물질이 물에 녹는 경우 두 가지 방식이 있다. 수산기 처럼 물과 융합하기 쉬운 기는 물에 녹으면 물분자와 서로 바꿔 들어가 물분자가 차지했던 장소로 끼어 들 수가 있다. 어느 순간에 중심분자가 되는 물분자 주위에 4~5개의 물분자만이 존재하고 이 물 분자들은 중심분자를 중앙에 두고 정사면체의 정점 위치에 있다는 의미에서 물분자의 상대적 위치는 결정되어 있다. 물분자 주위에 비어있는 구멍이 많음에도 불구하고 수산기는 물분자와 교체하여 그 자리를 차지하는데 이렇게 녹는 방법을 치환형이라 한다.

한편 소수성기는 물분자와 교체할 수 없기 때문에 빈 구멍 속으로 들어가는데 이렇게 녹는 방법을 빈집형이라 한다.

(그림 1)의 A는 에탄올과 물을 섞기 전의 상태인데 물의 부피는 물분자 자신의 부피와 그 주위에 있는 빈 구멍의 부피로 이루어진다. 그림 B는 에틸기 부분이 물의 빈 구멍 속에 들어 있다. 즉 혼합 전에는 C_2H_5OH 의 부피를 가질 수 있지만 혼합 뒤 -OH 부분의 부피만 들어온다. 즉 에틸기 부분의 부피는 없어진 것처럼 보인다. 이 점이 에탄올과 물을 섞을 때 부피가 줄어드는 가장 큰 원인이다. 치환형과 빈집형이라는 두 가지 용해방식은 물에 대한 알코올의 양이 비교적 적은 경우이고(18% 이하), 알코올의 양이 증가할 경우는 용해방법이 달라지는데 그 상세한 것은 아직 분명하지 않다.(현종오 외 역, 1997)

또한 액체부피의 줄어드는 현상은 압축률로도 나타낼 수 있다. 탁구공을 상자에 채우면 (그림 2)와 같이 된다. 될 수 있는 한 빈 공간이 없게 포개면 탁구공은 주위에 12개의 공과 접하는 모양으로 배열된다. 물분자는 한 개의 산소원자와 2개의 수소원자로 이루어져 있지만, 수소원자는 매우 작기 때문에 물분자는 거의 구에 가깝다. 그러므로 물분자를 될 수 있는 한 틈이

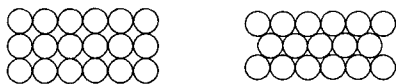


그림 2. 탁구공 채우는 방법

없이 채우면 역시 12개의 물분자를 접하는 배열이다.

그런데 X선으로 조사하여 보면 기껏 4~5개 정도의 물분자가 중심 물분자를 접하고 있음을 볼 수 있다. 실제로 12개를 배열할 수 있는데, 4, 5개 밖에 없다는 것은 물은 빈 공간이 많은 액체라고 할 수 있다. 빈틈이 많은 액체는 줄어들기 쉽다. 몇 가지 액체의 수축 정도(압축률)를 비교해 보면 (표 1)과 같다. 압축률이 큰 액체일수록 수축되기 쉬운데 (표 1)에서 알 수 있듯이 물은 글리세린이나 수은보다 수축되기 쉽지만, 에탄올을 보다는 수축되기 어렵다. 수은과 물을 비교하면 수은의 빈틈이 적기 때문이다. (오진근 역, 1992)

표 1. 액체의 압축률

구분	압축률	cm/dyne
수은	3.8	$\times 10^{-12}$
글리세린	21.7	$\times 10^{-12}$
물	45.9	$\times 10^{-12}$
에탄올	114	$\times 10^{-12}$

Ⅲ. 실험방법

가. 물에 에탄올을 섞을 때 부피 및 온도변화

- ① 물과 에탄올의 온도를 같게 하기 위해 24 시간 동안 항온조에 넣어 둔다.
- ② 물10ml를 피펫으로 정확히 채취하여 보정된 100ml 메스실린더에 넣는다.
- ③ 에탄올 90ml를 피펫으로 정확히 채취하여 ②의 메스실린더에 천천히 흘러내리게 하여 혼합할 때의 충격으로 인한 쉬임을 최소화한다.
- ④ 1분 후 부피를 0.1ml 단위로 보조 눈금을 붙여서 확대경을 사용하여 정확히 측정한다.
- ⑤ 온도계를 넣어 용액 중 90ml 높이의 온도를 0.05°C 단위로 먼저 측정하고, 10ml씩 내려가면서 높이에 따른 온도변화를 측정한다.
- ⑥ 위 과정을 4회 반복 실험한다.

나. 에탄올에 물을 섞을 때 부피 및 온도변화

- ① 에탄올 10ml를 피펫으로 정확히 채취하여 100ml 메스실린더에 넣는다.
- ② 물 90ml를 피펫으로 정확히 채취하여 ①의 메스실린더에 천천히 흘러내리게 하여 혼합할 때의 충격으로 인한 섞임을 최소화 한다.
- ③ 실험 '가' -④, ⑤ 및 ⑥과 동일하게 실험한다.

IV. 결과 및 고찰

1. 물에 에탄올을 섞을 때의 부피 및 온도변화

물과 에탄올의 양을 달리하면서 두 용액을 혼합할 때의 충격으로 인한 섞임을 최소화하기 위하여 천천히 섞고, 이때의 부피변화 및 용액의 높이에 따른 온도변화를 (표 2)과 (표 3)에 나타내었다.

(표 2)에서 보면 물에 에탄올을 천천히 섞을 경우 물과 에탄올의 비율에 따라 부피가 99.9ml 또는 99.8ml로 나타나고, 전체적으로 볼 때 (그림 3)에서 보는 것과 같이 섞는 비율에 따른 일관성이 없으며 그 차이도 아주 미미하다. 그 이유는 에탄올 분자와 물분자 사이에 이론 부분에서 설명한 용해방식, 즉 빈집형 및 치환형이 잘 일어나지 않았기 때문으로 생각된다.

흔히 물에 에탄올이 잘 섞이는 것으로 알고 있으나 에탄올을 천천히 넣으면, 물과 에탄올이 처음 만나는 부분에서는 '아지랑이'처럼 섞이는 현상이 나타나지만 계속 넣으면 그러한 현상은 없어지고 물과 에탄올 사

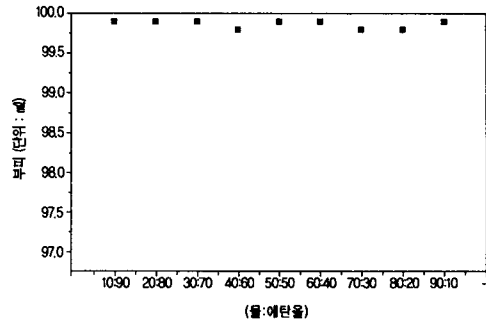


그림 3. 물에 에탄올을 섞을 때 부피 변화

이에 경계 면이 형성됨을 시각적으로도 볼 수 있었다. 따라서 물보다 에탄올의 비중이 작기 때문에 자연적으로 잘 섞이는 데에는 많은 시간이 필요하다는 것을 알 수 있다.

물에 에탄올을 섞을 때 높이에 따른 온도변화는 (표 3)에 나타낸 것처럼 물과 에탄올의 양이 10:90일 때 10ml 높이에서 온도가 가장 높으며, 20:80일 때 10ml의 높이, 30:70일 때 30ml의 높이, 40:60일 때 30ml의 높이, 50:50일 때 40ml의 높이, 60:40일 때 60ml의 높이, 70:30일 때 70ml의 높이, 80:20일 때 80ml의 높이 그리고 90:10일 때 90ml의 높이에서 온도가 가장 높게 나타났다.

대부분이 물과 에탄올의 경계 면에서 온도가 가장 높게 나타나는 일관성을 보였는데 이것은 경계 면에서 섞임 현상, 즉 물분자와 에탄올 분자 사이에 수소

표 2. 물에 에탄올을 섞을 때 부피 변화

단 위: ml

물	에탄올	용 액 의 부 피				평균
		1차	2차	3차	4차	
10	90	99.8	99.7	100.0	99.9	99.9
20	80	100.0	99.8	99.9	100.0	99.9
30	70	99.9	99.8	99.8	99.9	99.9
40	60	99.9	99.8	99.7	99.8	99.8
50	50	99.7	100.0	99.8	99.9	99.9
60	40	99.8	99.9	99.9	99.8	99.9
70	30	99.9	99.7	99.8	99.9	99.8
80	20	99.7	99.8	99.8	100.0	99.8
90	10	99.9	99.8	100.0	99.8	99.9

표 3. 물에 에탄올을 섞을 때 용액의 높이에 따른 온도 변화 단위: °C

물	에탄올	실험	용액의 높이에 따른 온도								
			10ml	20ml	30ml	40ml	50ml	60ml	70ml	80ml	90ml
10 ml	90 ml	1차	22.00	21.85	21.75	21.70	21.70	21.70	21.70	21.70	21.70
		2차	22.70	22.10	21.80	21.40	21.25	21.20	21.20	21.20	21.20
		3차	23.10	22.10	21.60	21.55	21.50	21.50	21.50	21.50	21.50
		4차	22.20	21.80	21.50	21.50	21.45	21.45	21.45	21.45	21.45
		평균	22.50	21.95	21.65	21.55	21.50	21.45	21.45	21.45	21.45
20 ml	80 ml	1차	22.40	22.20	21.30	21.30	21.30	21.20	21.20	21.20	21.20
		2차	22.10	21.90	21.35	21.35	21.30	21.30	21.30	21.30	21.30
		3차	23.70	23.10	21.90	21.75	21.70	21.50	21.50	21.50	21.50
		4차	24.80	24.40	22.30	22.05	22.00	22.00	21.95	21.95	21.95
		평균	23.25	22.90	21.70	21.60	21.60	21.50	21.50	21.50	21.50
30 ml	70 ml	1차	23.70	24.80	24.85	22.50	22.30	22.30	22.30	22.20	22.20
		2차	22.50	22.60	22.80	21.70	21.70	21.65	21.65	21.65	21.65
		3차	24.20	25.10	24.90	23.40	22.10	22.10	22.05	22.05	22.05
		4차	25.00	25.20	25.20	22.60	22.20	22.05	22.00	22.00	22.00
		평균	23.85	24.45	24.45	22.55	22.10	22.05	22.00	22.00	22.00
40 ml	60 ml	1차	22.85	24.00	24.75	24.50	22.50	21.90	21.75	21.70	21.70
		2차	22.20	22.20	22.35	22.50	21.85	21.85	21.80	21.80	21.80
		3차	21.70	21.80	22.10	21.20	21.95	21.90	21.90	21.90	21.90
		4차	22.00	22.00	22.15	22.30	21.80	21.80	21.80	21.80	21.80
		평균	22.20	22.50	22.85	22.65	22.05	21.85	21.80	21.80	21.80
50 ml	50 ml	1차	21.65	21.70	21.80	21.90	22.20	22.80	21.80	21.80	21.80
		2차	22.30	23.00	23.70	24.00	23.60	22.10	22.05	22.00	22.00
		3차	22.20	22.70	22.80	23.05	22.95	22.00	21.90	21.85	21.85
		4차	22.80	24.00	26.10	25.60	25.20	22.05	21.90	21.90	21.90
		평균	22.25	22.85	23.60	23.65	23.50	22.25	21.90	21.90	21.90
60 ml	40 ml	1차	21.80	21.80	21.80	21.80	22.00	22.30	21.80	21.65	21.40
		2차	21.75	21.80	21.85	22.05	22.10	22.20	21.60	21.55	21.40
		3차	21.70	21.70	21.75	21.80	22.15	22.50	21.90	21.90	21.90
		4차	21.70	21.70	22.55	24.00	25.25	25.30	22.05	21.85	21.85
		평균	21.75	21.75	22.00	22.40	22.90	23.10	21.85	21.75	21.65
70 ml	30 ml	1차	22.00	22.00	22.00	22.00	22.05	22.60	23.65	22.65	22.10
		2차	21.75	21.80	21.90	21.95	22.00	22.25	23.10	23.75	22.50
		3차	21.80	21.80	21.80	21.80	21.90	22.20	22.50	22.10	22.10
		4차	22.15	22.15	22.15	22.15	22.20	22.50	22.90	22.50	22.50
		평균	21.95	21.95	21.95	22.00	22.05	22.40	23.05	22.75	22.30

(표 3 계속)

단위: °C

물	에탄올	실험	용액의 높이에 따른 온도								
			10 ml	20 ml	30 ml	40 ml	50 ml	60 ml	70 ml	80 ml	90 ml
80 ml	20 ml	1차	21.80	21.80	22.30	22.50	22.55	22.75	23.10	24.35	23.50
		2차	21.90	21.90	22.05	22.10	22.25	22.50	24.00	26.30	23.70
		3차	22.15	22.15	22.20	22.50	22.65	24.20	25.10	26.95	24.10
		4차	22.10	22.15	22.30	22.40	23.10	24.70	26.20	23.90	23.90
		평균	22.00	22.00	22.20	22.40	22.65	23.55	24.60	25.40	23.80
90 ml	10 ml	1차	21.70	21.70	21.70	21.70	21.75	21.80	21.90	22.40	24.00
		2차	21.80	21.80	21.80	21.80	21.80	21.85	22.00	22.80	23.65
		3차	22.10	22.10	22.10	22.15	22.25	22.45	23.00	24.20	24.90
		4차	22.20	22.25	22.25	22.30	22.45	23.00	23.45	23.90	24.20
		평균	21.95	21.95	21.95	22.00	22.05	22.30	22.60	23.35	24.20

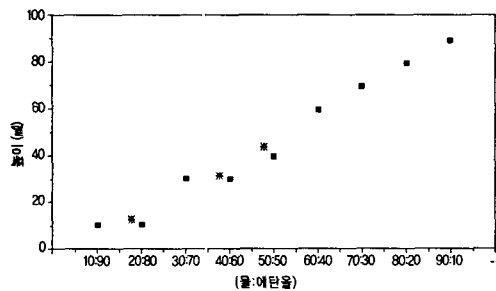


그림 4. 물에 에탄올을 섞는 비율에 따른 최고 온도의 높이

결합이 활발하게 일어났기 때문이라고 생각된다. 이는 수소결합 시 열이 발생한다는 사실을 알 수 있다. 20:80, 40:60 그리고 50:50의 비율에서 (그림 4)의 *표를 한 곳은 경계면 보다 더 아래의 온도가 높게 나타나고 있는데 이는 물에 에탄올을 섞을 때 흘러내리는 양을 통제하지 못한 결과로 보여진다.

2 에탄올에 물을 섞을 때 부피 및 온도변화

에탄올과 물의 양을 달리하면서 두 용액을 혼합할 때 충격으로 인한 섞임을 최소화하기 위해 천천히 섞

표 4. 에탄올에 물을 섞을 때 부피 변화

단위: ml

에탄올	물	용액의 부피				평균
		1 차	2 차	3 차	4 차	
10	90	99.3	99.5	99.3	99.4	99.4
20	80	98.5	99.0	98.9	98.	98.8
30	70	97.9	97.9	98.0	98.0	98.0
40	60	97.8	97.7	97.6	97.6	97.7
50	50	97.5	97.3	97.5	97.4	97.4
60	40	97.3	97.4	97.6	97.5	97.5
70	30	98.0	98.0	98.1	98.1	98.1
80	20	98.3	98.5	98.7	98.7	98.6
90	10	98.6	99.0	99.3	99.2	99.0

물과 에탄올 이성분 혼합용매 계에서 부피 및 온도 변화에 관한 연구

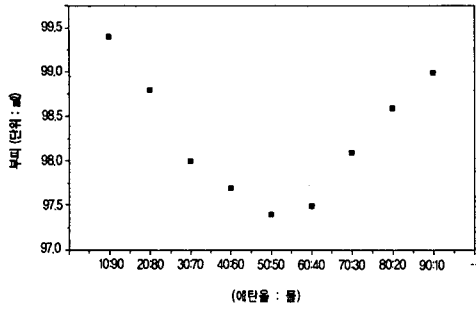


그림 5. 에탄올에 물을 섞을 때 부피 변화

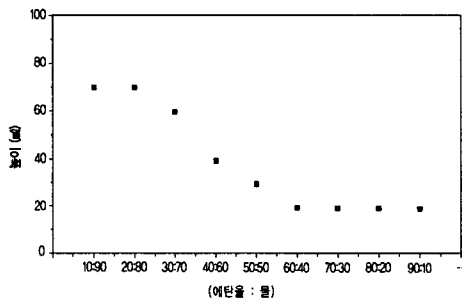


그림 6. 에탄올에 물을 섞는 비율에 따른 최고 온도의 높이

을 때의 부피변화 및 용액의 높이에 따른 온도변화를 (표 4)과 (표 5)에 나타내었다.

에탄올에 물을 천천히 섞을 경우 (표 4)에 나타난 것처럼 에탄올과 물의 비율이 10:90일 때 부피가 99.4ml로 가장 크고, 50:50일 때 97.4ml로 가장 작게 나타났다. 부피변화의 전체적인 경향성을 보면 (그림 5)처럼 에탄올과 물의 비율이 10:90일 때 부피가 99.4ml로 가장 컸다가 물의 비율이 많아지면서 전체 부피가 차츰 줄어들어 50:50일 때 97.4ml로 가장 작았다가 60:40부터는 다시 증가하여 90:10일 때는 99.0ml가 되었다.

에탄올에 물을 천천히 섞었을 경우 물에 에탄올을 섞을 때와는 다르게 물이 에탄올의 밑 부분까지 내려가면서 물과 에탄올이 반응하여 아지랑이처럼 섞이는 현상이 나타났다. 즉 물분자와 에탄올 분자가 충돌할 수 있는 횟수가 잦아져 (그림 1)의 용해방식이 잘 이루어졌기 때문이며 이로 인하여 물에 에탄올을 섞을 때의 결과와는 다르게 부피가 현저하게 감소된 것으로 생각된다.

에탄올에 물을 섞을 때 높이에 따른 온도 변화는 (표 5)에 나타난 것처럼 에탄올과 물의 비율이 10:90과 20:80일 때 70ml 높이에서 온도가 가장 높고 30:70은 60ml, 40:60은 40ml, 50:50은 20ml, 60:40,

<표 5> 에탄올에 물을 섞을 때 용액의 높이에 따른 온도 변화

온도: °C

에탄올	물	실험	용액의 높이에 따른 온도								
			10ml	20ml	30ml	40ml	50ml	60ml	70ml	80ml	90ml
10ml	90ml	1차	24.80	24.80	24.80	24.85	24.90	25.00	25.15	25.00	24.95
		2차	24.80	24.85	24.85	24.95	25.00	25.05	25.10	25.15	25.00
		3차	27.00	27.30	27.45	27.55	27.60	27.70	27.65	27.50	27.10
		4차	25.00	25.00	25.00	25.10	25.15	25.20	25.30	25.25	25.10
		평균	24.65	24.85	24.90	24.95	25.00	25.10	25.15	25.15	25.00
20ml	80ml	1차	27.10	27.30	27.40	27.50	27.50	27.65	27.65	27.50	27.10
		2차	27.05	27.30	27.40	27.50	27.55	27.65	27.70	27.60	27.15
		3차	28.30	28.60	28.65	28.70	28.80	28.85	28.85	28.70	28.15
		4차	27.10	27.30	27.40	27.50	27.60	27.70	27.75	27.65	27.25
		평균	27.05	27.30	27.40	27.50	27.55	27.70	27.70	27.55	27.15

(표 5 연장)

에탄올	물	실험	용액의 높이에 따른 온도								
			10 ml	20 ml	30 ml	40 ml	50 ml	60 ml	70 ml	80 ml	90 ml
30 ml	70 ml	1차	28.55	28.80	28.95	29.00	29.00	29.00	29.00	28.80	28.15
		2차	28.50	28.70	28.80	28.85	28.90	28.95	28.90	28.90	28.35
		3차	27.80	28.20	28.30	28.30	28.30	28.20	28.10	27.90	27.00
		4차	28.60	28.95	29.10	29.10	29.20	29.30	29.25	29.25	28.80
		평균	28.50	28.75	28.90	28.90	29.00	29.05	29.00	28.90	28.35
40 ml	60 ml	1차	28.35	28.50	28.60	28.60	28.55	28.40	28.30	27.90	27.10
		2차	28.00	28.30	28.35	28.40	28.35	28.30	28.10	27.90	27.15
		3차	28.15	28.30	28.20	28.00	27.70	27.40	27.30	26.90	26.40
		4차	27.95	28.25	28.30	28.30	28.30	28.30	28.25	28.00	27.20
		평균	28.05	28.30	28.40	28.40	28.40	28.30	28.20	28.00	27.10
50 ml	50 ml	1차	28.20	28.40	28.25	28.15	28.00	27.90	27.65	27.40	25.50
		2차	28.15	28.35	28.30	28.15	27.95	27.80	27.60	27.25	26.40
		3차	27.60	27.60	27.45	27.30	26.90	26.55	26.20	25.90	25.15
		4차	28.20	28.50	28.40	28.30	28.20	28.15	27.80	27.40	26.50
		평균	28.20	28.40	28.30	28.15	27.95	27.80	27.60	27.25	26.20
60 ml	40 ml	1차	28.00	27.95	27.80	27.45	26.95	26.70	26.40	26.00	25.40
		2차	27.95	27.90	27.75	27.50	27.00	26.75	26.45	25.90	25.40
		3차	27.30	27.35	26.90	26.10	25.50	25.10	24.70	24.45	24.00
		4차	28.30	28.20	27.95	27.60	27.30	26.95	26.60	26.10	25.35
		평균	27.95	27.90	27.75	27.45	27.05	26.75	26.40	26.00	25.30
70 ml	30 ml	1차	27.85	27.40	26.75	26.30	25.70	25.40	25.05	24.70	24.20
		2차	27.45	27.40	26.90	26.25	25.70	25.30	25.00	24.70	24.50
		3차	27.30	27.35	26.92	26.10	25.50	25.10	24.70	24.45	24.00
		4차	27.90	27.60	27.05	26.50	25.95	25.50	25.25	25.00	24.65
		평균	27.65	27.45	26.90	26.30	25.70	25.35	25.00	24.70	24.35
80 ml	20 ml	1차	26.20	26.05	25.10	24.70	24.50	24.20	24.05	23.70	23.10
		2차	26.55	26.10	25.55	25.10	25.65	24.35	24.15	24.10	23.90
		3차	26.40	25.80	25.40	24.90	24.55	24.30	24.15	23.70	23.15
		4차	27.15	26.50	26.00	25.80	25.00	24.70	24.45	24.20	23.70
		평균	26.60	26.10	25.50	25.15	24.95	24.40	24.20	23.95	23.45
90 ml	10 ml	1차	24.00	23.80	23.70	23.65	23.60	23.35	23.10	22.80	22.30
		2차	25.00	24.60	23.90	23.65	23.40	23.10	22.95	22.70	22.50
		3차	25.40	24.60	23.80	23.40	23.10	22.80	22.55	22.40	22.30
		4차	25.65	25.50	24.25	23.90	23.80	23.30	23.05	22.80	22.70
		평균	25.00	24.65	23.90	23.65	23.50	23.15	22.90	22.70	22.45

70:30, 80:20 그리고 90:10은 10ml 높이에서 온도가 가장 높게 나타났다.

물에 에탄올을 넣었을 때에는 물과 에탄올 사이에 경계면이 생기고 경계면 근처에서 온도가 가장 높게 나타났으나 에탄올에 물을 넣을 때에는 경계면이 생기지 않고 (그림 6)에서 보는 것처럼 경계면이 될 수 있는 높이 보다 훨씬 아래의 높이에서 온도가 높게 나타났다. 이는 비중이 큰, 물이 메스실린더 벽면을 따라 내려가서 에탄올을 밀어 올리는 과정에서 물분자와 에탄올 분자가 충돌할 수 있는 횟수가 잦아져 수소결합이 잘 일어났기 때문으로 생각된다. 따라서 물에 에탄올을 섞을 때와 에탄올에 물을 섞을 때의 결과가 다음으로 두 용액을 섞을 때는 반드시 충분히 저어 잘 섞이게 한 후 부피 및 온도 변화를 관찰해야 할 것이다.

V. 결 론

물과 에탄올을 섞을 때의 부피 및 온도변화를 알아 보기 위해 물과 에탄올의 섞는 순서와 방법, 물과 에탄올의 섞는 비를 달리한 실험을 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 물에 에탄올이 잘 섞이는 것으로 알고 있으

나 초기단계에는 비중 때문에 잘 섞이지 않는다.

2. 에탄올에 물을 넣을 때 부피 변화가 가장 크며, 에탄올과 물의 섞는 비율이 50:50일 때 부피 변화가 가장 크다.
3. 에탄올과 물의 섞는 비율이 50:50일 때 수소결합이 가장 활발하여 온도변화가 가장 크다.
4. 물과 에탄올을 섞을 때 부피가 줄어드는 사실로부터 (그림 1)의 용해방식이 잘 이루어졌기 때문이며 에탄올에 물을 섞을 때 부피변화가 현저하게 나타났다.
5. 실험 시 물에 색이 선명한 물감을 타서 실험을 하면 에탄올과 물과의 섞임 현상을 보다 더 정확히 관찰할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 교육부 (1996). 초등학교 교사용 지도서 자연 6-1. 국정 교과서 주식회사, 129-141.
2. 허태성 외 역 (1992). 유기화학, 자유아카데미.
3. 박면용 외 역 (1987). 화학의 원리. 탐구당.
4. 현종오 외 역 (1997). H₂O_ 수소 둘 산소 하나. 자유아카데미.
5. 오진곤 (역) (1992). 물이란 무엇인가. 전파과학사.