|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 실험제목 | 액체의 밀도 측정 | | | 실험 일시 | 19/03/14 |
| 학과  (요일/교시) | 소프트웨어학과 (목/7,8교시) | 조 | 5 | 보고서  작성자 이름 | 조나단 |

# 실험값

## 에틸-알코올의 밀도 측정

1. 1회

* 액체 시료의 온도

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 시료 이름 | 에틸-알코올 | 물 |
| 온도 | 20°C | 20°C |

* 측정된 온도에서의 물의 밀도:
* 액체 기둥의 높이 측정값 및 에틸-알코올의 밀도 계산

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 에틸-알코올 | | | | | 물 | | | | | 밀도 |
| 회 |  | 회 |  |  | 회 |  | 회 |  |  |  |
| 1 | 49.7 | 5 | 39.4 | 10.3 | 1 | 39.7 | 5 | 31.5 | 8.2 | 0.795 |
| 2 | 47.5 | 6 | 36.7 | 10.8 | 2 | 37.9 | 6 | 29.3 | 8.6 | 0.795 |
| 3 | 44.7 | 7 | 33.9 | 10.8 | 3 | 35.6 | 7 | 27.1 | 8.5 | 0.786 |
| 4 | 41.7 | 8 | 29.9 | 11.8 | 4 | 33.3 | 8 | 24.0 | 9.3 | 0.787 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 평균 | 0.790 |

1. 2회

* 액체 시료의 온도

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 시료 이름 | 에틸-알코올 | 물 |
| 온도 | 20°C | 20°C |

* 측정된 온도에서의 물의 밀도:
* 액체 기둥의 높이 측정값 및 에틸-알코올의 밀도 계산

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 에틸-알코올 | | | | | 물 | | | | | 밀도 |
| 회 |  | 회 |  |  | 회 |  | 회 |  |  |  |
| 1 | 27.8 | 5 | 18.5 | 9.3 | 1 | 22.3 | 5 | 14.8 | 7.5 | 0.805 |
| 2 | 25.3 | 6 | 16.8 | 8.5 | 2 | 20.4 | 6 | 13.5 | 6.9 | 0.810 |
| 3 | 23.5 | 7 | 14.9 | 8.6 | 3 | 18.8 | 7 | 11.9 | 6.9 | 0.801 |
| 4 | 20.7 | 8 | 12.9 | 7.8 | 4 | 16.7 | 8 | 10.3 | 6.4 | 0.819 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 평균 | 0.809 |

## 소주의 알코올 도수 측정

* 액체 시료의 온도

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 시료 이름 | 소주 | 물 |
| 온도 | 19°C | 20°C |

* 측정된 온도에서의 물의 밀도:
* 액체 기둥의 높이 측정값 및 소주의 밀도 계산

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 소주 | | | | | 물 | | | | | 밀도 |
| 회 |  | 회 |  |  | 회 |  | 회 |  |  |  |
| 1 | 49.8 | 5 | 36.6 | 13.2 | 1 | 47.8 | 5 | 34.9 | 12.9 | 0.976 |
| 2 | 47.3 | 6 | 33.0 | 14.3 | 2 | 45.2 | 6 | 31.4 | 13.8 | 0.963 |
| 3 | 43.6 | 7 | 30.2 | 13.4 | 3 | 41.1 | 7 | 28.6 | 12.5 | 0.931 |
| 4 | 41.0 | 8 | 27.0 | 14.0 | 4 | 39.1 | 8 | 25.1 | 14.0 | 0.998 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 평균 | 0.967 |

* 소주의 알코올 도수 측정값: 21%
* 소주병에 기재된 알코올 도수: 25%

# 결과 분석

실험을 통해 액체의 평형상태에 대한 정의 () 를 통해 다양한 액체의 밀도를 측정할 수 있음을 확인하였다. 에틸-알코올은 물 높이 대비 약 125% , 소주는 물 높이 대비 약 105% 의 높이임을 확인하였다. U자형 관 속의 같은 압력에 에틸-알코올과 소주의 기둥 높이, 물 기둥의 높이 차를 이용해 밀도를 구하는 식 을 이용해 측정된 에틸-알코올의 밀도 과 측정된 소주의 밀도 가 알려진 물의 밀도 보다 낮음을 확인할 수 있었다.

측정한 에틸-알코올의 밀도 평균값은 , 상대오차는 , 표준편차는 이었다.

에틸-알코올의 알려진 밀도 값은 이다.

측정한 소주의 밀도 평균값은 , 상대오차는 , 표준편차는 이었다.

소주의 알려진 밀도 값은 이다.

소주병에 기재된 도수는 25%였고, 측정한 밀도의 도수는 21%로 상대오차는 이었다.

실험을 통해서 액체 기둥의 높이와 다른 밀도의 액체끼리의 높이 차가 비례한다는 것을 확인할 수 있었다. 아래 그래프와 같이 물 기둥의 높이가 40cm 일 때는 에틸-알코올 기둥의 높이와 약 10cm 차이가 났지만 물 기둥의 높이가 10cm 일 때는 차이가 약 2cm로 작아졌다.

에틸-알코올과 달리 소주는 물과 밀도 차이가 크지 않아 기둥 높이와 다른 밀도의 액체끼리의 높이 차가 비례한다는 것이 명확하게 드러나지 않았다. 3회차에서는 4회차보다 더 큰 차가 나왔고, 4회차와 8회차간의 차가 소주와 물이 동일하게 나와서 밀도 결과값에 영향을 주는 것을 보고 더 많은 표본의 필요성을 알게 되었다.

# 오차 논의 및 검토

## 소주의 도수 값의 오차

실험의 목표인 에틸-알코올, 소주의 밀도와 소주의 도수를 구하는 것 중 에틸-알코올의 밀도는 참값에 비한 오차율이 약 , 소주의 밀도는 약 로 정확하게 측정했지만 소주의 도수를 측정값의 오차가 로 비교적 부정확하게 측정되었다. 하지만 소주 도수의 참값이 온도가 일 때의 값이었기 때문에 실제 실험의 소주 온도가 이었음을 생각해보면 온도 차이로 오차가 발생했다고 추측할 수 있다.

소주의 도수는 일반적인 퍼센트와 기준이 다르기 때문에 만약 도수가 25도라면 물이 80%, 에틸-알코올이 20%가 된다. 아래의 표[[1]](#footnote-3)는 일 때 물과 에틸-알코올의 혼합물의 밀도이다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 에틸-알코올 질량 비율 (%) | 밀도 () | 소주 도수 (도) |
| 20 | 0.969 | 25.0 |
| 21 | 0.967 | 26.6 |
| 22 | 0.966 | 28.2 |

측정한 소주의 밀도가 임을 위의 표에 대입해 볼 때 약 26.6도의 도수를 가지고 있다고 볼 수 있다. 기재된 소주의 도수인 25도와의 오차를 계산해보면 상대오차가 6.4%로 줄어든 것을 볼 수 있다.

온도 차이로 인한 정확한 참값을 사용하지 않은 것이 가장 큰 원인으로 보이지만 소주의 밀도를 측정한 표본이 적은 것과 표준편차가 큰 것 또한 원인으로 보인다.

## 측정한 에틸-알코올과 소주의 밀도 값의 오차

실제로 측정한 밀도와 참값간의 오차는 다음의 원인들로 설명할 수 있다. 다음의 원인들은 오차에 기여하는 바가 큰 순서대로 기재되어있다.

1. 기구에 남아있는 물방울

실험 중에 액체 기둥을 내리는 중에 유리관 벽면에 물방울이 남은 것을 볼 수 있었다. 기둥을 올렸다가 다시 내리는 방법으로 물방울을 최대한 없앴지만 벽면에 남아있는 물방울이 미세하지만 액체 기둥의 높이에 영향을 주었다. 소주와 물로 실험을 할 때 각각 4회차와 8회차의 차이가 같았던 것의 원인이 기구에 남아있는 물방울인 것으로 보인다.

1. 기구 내부 기압의 변경

두 액체 기둥의 높이를 동시에 측정하지 않았고 피펫필러와 유리관과의 연결이 완벽하지 않았기 때문에 기둥의 높이를 측정하는 동안 유리관 내부의 기압이 변하여 액체 기둥의 높이에 영향을 주었을 것이다. 실험을 진행할 때 물 기둥의 높이를 나중에 측정했기 때문에 물 기둥의 높이가 미세하게 낮아졌을 것으로 보인다.

1. 모세관 현상

물의 표면장력 계수는 72.8, 에틸-알코올은 22.3임으로 물 기둥이 에틸-알코올 기둥보다 약 3.3배 더 큰 모세관 현상이 일어난다. 하지만 실험 전에 모세관 현상으로 액체 기둥이 올라가는 것을 관찰하지 못했기 때문에 영향은 매우 적을 것으로 보인다.

1. 수돗물 사용

수돗물은 여러 가지 불순물과 이온이 첨가되어 증류수 보다 밀도가 높을 것이다. 하지만 수돗물과 증류수의 밀도 차이는 크지 않기 때문에 영향을 매우 적을 것으로 보인다. 정확한 실험 결과를 얻으려면 증류수로 사용하는 수돗물의 밀도를 측정하거나 수돗물 대신 증류수를 사용해서 실험을 진행해야 할 것이다.

1. 측정 오차

측정할 때 액체 기둥의 높이 눈금을 잘못 보고 측정한 것이 결과값에 영향을 미쳤을 것이다. 정확한 측정을 위해서 2명 이상이 눈금을 읽고 기록했다면 더욱 정확했을 것이다.

# 결론

Hare의 장치를 이용하여 여러 가지 액체의 밀도를 측정하였다. 그 과정에서 뉴턴의 운동 제 1법칙을 액체의 평형상태를 해석하는 데에 적용해보았고 압력을 이용해서 밀도를 측정할 수 있음을 보았다.

에틸-알코올의 밀도 측정값은 상대오차 약 1%, 소주의 밀도 측정값은 상대오차 약 0.4%로 참값에 근사한 결과를 얻었다. 오차 논의에서 설명한 오차들을 배제할 수 있었다면 참값에 더욱 근사한 실험 결과를 얻을 수 있었을 것으로 보인다.

1. Perry’s Chemical Engineers’ Handbook, 6th Edition. Table 3-110, p. 3-89 [↑](#footnote-ref-3)