

1일 1지문으로 1등급 달성 - 배인호 초격차(超格差) 국어 제공

153rd

新수능 국어 최적화 기출 분석

2023학년도 수특 독서 과학·기술 07 197~200p

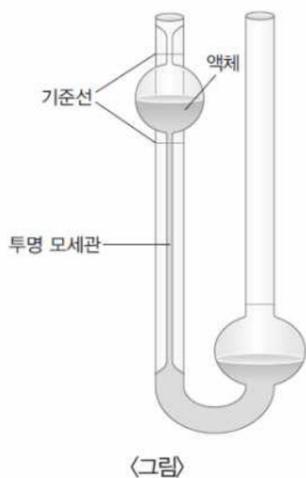
풀이 전 이해도 : 수업 후 이해도 :

꿀이나 물엿과 같은 액체들은 끈끈한 정도가 물과 다르며, 이것들을 흐르게 하면 흐르는 속도 역시 서로 다르다. 이처럼 끈끈한 정도는 물질마다 다르며 끈끈한 정도에 따라 액체의 흐름도 달라지게 된다. 이러한 성질들을 표현할 수 있는 개념이 점도인데, 점도란 기체, 액체와 같은 유체가 흐를 때 흐름에 저항하는 성질을 의미한다. 점도는 액체나 기체의 상태나 흐름을 이해하는 데 매우 중요한 개념이다. 예를 들어 액체의 점도는 파이프라인으로 원유, 화학 약품 등을 보낼 때나 플랜트의 배관 설계 시에 중요한 변수로 작용한다. 석유 화학 이외에도 도료, 인쇄, 식품, 의약품, 화장품 등 다양한 산업 분야에서 이루어지는 연구, 개발, 제조공정의 품질 관리에서도 그 중요성을 확인할 수 있으며 제품의 품질 향상을 위해 점도에 대한 이해가 필요하다.

원형관의 내부에 딱 채워져서 흐르는 액체를 생각해 보자. 원형의 관 속에 들어 있는 액체 기둥은 동심(同心) 층, 즉 동심 원통의 액체들로 이루어져 있다고 간주할 수 있다. 액체가 관 속을 흘러갈 때 벽에 가장 가까워서 표면에 맞닿아 있는 층은 정지해 있는 것으로 간주할 수 있다. 이보다 안쪽에 있는 여러 층들은 그 바로 바깥쪽에 인접해 있는 층보다 더 빨리 흐르며, 이때 흐름의 속도는 관의 중심부로 갈수록 빨라지고 원통의 중심에서 가장 빠른 속력을 보인다. 이런 흐름을 층류라 한다. 이를 이론적으로 취급할 때는 가상적인 동심 원통으로 구성된 액체에서 각 원통들이 이러한 층들의 속도 차에 의해 힘을 받게 되는데, 이를 전단 응력이라 한다. 이때 유체 흐름을 구성하는 동심 원통에 따라 속도 차이가 나는데, 전단 응력은 이러한 속도차이의 기울기인 전단율에 비례하게 된다. 또한 흐름에 저항하는 정도가 커질수록 같은 전단율에서 전단응력이 커지게 된다. 따라서 전단율과 비례 상수의 곱으로 전단 응력을 나타낼 수 있으며 이때 비례 상수가 점도이다. 이러한 점도를 뒤에 설명할 상대 점도와 구분하기 위해서 절대 점도라고 부른다.

절대 점도는 최초로 점도를 정의한 프랑스 과학자 푸아죄유(Poiseuille)를 기리기 위해 푸아즈(P)라는 단위를 사용하여 나타내는데 1 P는 질량, 길이, 시간을 이용해 나타내면 $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 에 해당하며 물의 절대 점도는 25°C 에서 $8.9 \times 10^{-3} \text{P}$ 이다. 절대 점도의 측정은 비교적 고가의 장비가 필요하나 간단한 기구를 이용하여 상대 점도를 측정함으로써 원하는 유체의 절대 점도를 간단하게 알아낼 수 있다.

상대 점도란 기준 물질의 절대 점도 대비 특정 물질의 절대



점도의 상대적인 값으로 단위가 없는 값인데 통상 기준 물질로는 물이 자주 쓰인다. 이때 가장 흔히 사용되는 기구는 <그림>에 나타낸 것과 같은 오스트발트 점도계이다. 오스트발트 점도계는 유체의 흐름을 육안으로 관찰하며 액체가 일정 거리를 흐르는 데 걸리는 시간을 재는 장치이다. 오스트발트 점도계는 유체 흐름을 관찰하기 쉽도록 투명 모세관으로 만들어져 있다. 오스트발트 점도계에서 측정되는 것은 상대 점도이고 기준 액체로는 특정 온도의 물이 사용된다. 오스트발트 점도계를 이용하여 점도를 측정하는 방법의 요체는 일정한 부피의 액체가 중력의 영향을 받아서 길이와 반지름이 알려진 모세관을 통해서 일정 거리를 흘러내리는 데 소요되는 시간을 측정하는 것이다. 오스트발트 점도계에서는 다른 두 액체 1과 2의 절대 점도의 비는 $\eta_1/\eta_2 = (d_1 t_1)/(d_2 t_2)$ 와 같이 주어진다. 여기서 d는 액체의 밀도이고 t는 <그림>의 두 기준선의 거리만큼 액체가 흘러내리는 데 걸린 시간이다. 만일 물질 2가 기준 액체라면 임의로 η_2 의 값을 1로 잡는다. 그런 다음 식에 밀도와 흐름에 소요된 시간을 대입하여 η_1 을 구한다. 만일 오스트발트 점도계에 사용된 두 액체 1과 2의 온도가 25°C 이고 액체 2가 순수한 물이었다면 η_1 에 물의 절대 점도인 $8.9 \times 10^{-3} \text{P}$ 를 곱하면 그 값이 25°C 에서 액체 1의 절대 점도가 된다.

한편 점도가 아주 큰 액체들의 경우는 모세관을 통해 흐르기 어렵기 때문에 오스트발트 점도계로 점도를 측정할 수 없다. 이런 액체의 경우 상대 점도를 구하는 방법으로 공 낙하법을 사용한다. 이 방법에서는 밀도를 알고 있는 작은 공이 기준 액체 및 점도를 측정하려고 하는 시료 액체 속에서 일정한 거리를 낙하하는 데 걸리는 시간을 육안으로 측정한다. 낙하하는 공의 반지름은 액체가 들어 있는 원통형 관의 반지름보다 훨씬 작아야 한다. 그렇지 않으면, 벽에 가까운 액층은 거의 정지 상태로 있으므로 이 액층에 의해서 낙하하는 공을 '잡아끄는' 효과가 생겨서 그 값이 부정확해진다. 육안으로 관찰하는 제한된 높이의 공 낙하법 실험에서는 ①기준 액체는 식용유와 같이 상당히 큰 점도를 가지고 있어야 정확한 값을 구할 수 있다. 또한 모든 물질의 점도는 온도에 따라 다른 값을 가지므로 어떤 유체의 점도는 온도와 함께 제시되어야 한다.

1. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 액체가 관 속을 흘러갈 때 관의 내부 표면에 가까울수록 유체의 속도가 느리다.
- ② 유체의 상대 점도는 절대 점도와 마찬가지로 점도의 단위로 푸아즈가 사용된다.
- ③ 공 낙하법으로 점도를 측정할 때 유체 속에서 낙하하는 공의 밀도를 알아야 한다.
- ④ 유체가 흐르고 있을 때 유체의 전단율과 전단 응력의 관계에서 비례 상수가 절대 점도이다.
- ⑤ 오스트발트 점도계를 사용하여 특정 유체의 점도를 측정할 때 기준 액체로는 물이 쓰일 수 있다.

2. ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 기준 액체의 점도를 모르고 있어도 시료의 점도를 알 수 있기 때문이다.
- ② 점도 계산에 필요한 낙하하는 공의 밀도를 정확히 구해 낼 수 있기 때문이다.
- ③ 낙하하는 공의 반지름이 액체가 차 있는 원통형 관의 반지름보다 훨씬 작기 때문이다.
- ④ 오스트발트 점도계를 이용하여 점도를 측정할 때는 액체의 점도가 클수록 유리하기 때문이다.
- ⑤ 공이 침강하는 속도가 매우 느려서 일정 거리를 낙하하는 데 걸리는 시간을 정확히 측정하는 것이 용이하기 때문이다.

3. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절한 것은?

— <보 기> —

오스트발트 점도계를 이용하여 용액 A와 B의 점도를 측정하기 위해 물을 기준 액체로 사용하였으며 특정 거리를 흘러내리는 데 필요한 시간을 측정하고, 각 물질의 밀도 또한 측정하였다. 물이 흘러내리는 데 걸린 시간은 3초였고 A와 B가 흘러내리는 데 걸린 시간은 각각 2초와 6초였다.

- ① A의 밀도가 B의 밀도보다 3배 크다면 절대 점도는 서로 같겠군.
- ② 절대 점도를 구하는 실험이므로 상대 점도를 알아낼 필요는 없겠군.
- ③ A와 B보다 점성이 더욱 큰 액체일수록 모세관을 통한 액체의 흐름이 용이해지겠군.
- ④ 기준 액체를 물이 아니라 A로 삼아서 B의 점도를 측정하려면 A의 점도값은 필요치 않겠군.
- ⑤ 점도가 다른 용액 A와 B를 측정하기 위해서는 오스트발트 점도계의 기준선 간의 거리가 달라져야겠군.

4. 윗글을 바탕으로 <보기>의 '가'와 '나'에 들어갈 내용으로 가장 적절한 것은?

— <보 기> —

온도가 올라가면 기체 분자의 운동 에너지가 증가하여 기체 분자 간 충돌이 많아지게 되는데 충돌 후에 무작위로 기체의 운동 방향이 바뀌게 된다. 기체 분자 간의 충돌 횟수가 증가하게 되면 한쪽 방향으로의 흐름은 어려워진다. 액체의 경우는 온도가 올라감에 따라 층류에서도 충돌에 의한 운동의 영향은 줄어들고 분자들 간의 응집력은 약화되므로 흐름 층이 같은 전단율에서 유체가 받는 전단 응력이 감소한다. 따라서 온도가 낮아짐에 따라 액체의 점도는 [가], 기체의 점도는 [나].

- | 가 | 나 |
|--------|--------|
| ① 감소하고 | 증가한다 |
| ② 감소하고 | 변함이 없다 |
| ③ 증가하고 | 변함이 없다 |
| ④ 증가하고 | 감소한다 |
| ⑤ 증가하고 | 증가한다 |