

1일 1지문으로 1등급 달성 - 배인호 초격차(超格差) 국어 제공

149th

新수능 국어 최적화 기출 분석

23학년도 수특 독서 과학기술 06 193~196p 풀이시간 :

풀이 전 이해도 : 수업 후 이해도 :

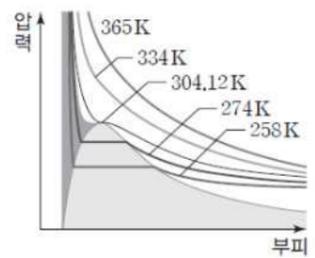
과학에서는 각 상황을 설명하는 개별의 이론이나 법칙도 중요하지만 가능한 한 많은 상황에 대해 하나의 이론이나 법칙으로 간단하게 설명을 가능하게 하는 것이 더 큰 가치를 갖는 경우가 많다. 물질의 온도, 압력, 부피 등의 열역학적 변수를 이용하여 계(system)를 ㉠기술하는 학문인 열역학에서도 예외가 아니다. 열역학적 변수들의 상관관계에서 대응 상태의 원리(The law of corresponding state)가 이에 해당한다. 여기서 '대응'의 의미는 열역학적 변수를 특정한 값으로 ㉡환산함을 의미하며, 대응 상태의 원리는 다양한 종류의 기체의 열역학적 상태를 단순하게 설명할 수 있게 해 준다.

다음과 같은 간단한 실험을 생각해 보자. 실린더에 기체를 채우고 피스톤을 누르면 실린더 내부의 부피가 감소하면서 압력이 증가한다. 또한 실린더 부피를 일정하게 유지한 채 온도를 높이면 실린더 내부 압력이 증가한다. 계를 이루는 기체의 압력, 몰당 부피, 절대 온도의 상관관계를 방정식으로 표현한 것을 기체의 상태 방정식이라 하는데, 이상 기체*의 경우 소위 이상 기체 상태 방정식인 $P(\text{압력}) \times V_m(\text{몰당 부피}) = R(\text{기체 상수}) \times T(\text{절대 온도})$ 에 의해 열역학적 상태를 기술할 수 있다. 기체 상수는 기체의 종류와 상관없이 동일한 값을 지니므로 보편 기체 상수라고도 지칭한다. 실린더 내의 분자의 수가 매우 적어서 계의 부피에 분자 자체의 부피가 기여하는 바가 매우 작고 분자 간의 상호 작용이 무시할 만하면 이상 기체 상태방정식은 매우 유용하게 쓰일 수 있다. 그러나 실제 기체에서는 이러한 이상 기체 상태 방정식의 정확성이 떨어지게 된다. 따라서 이상 기체 상태 방정식을 실제 기체의 분자 간의 상호 작용 및 분자의 자체 부피를 고려하여 보정한 반데르발스 상태 방정식과 같은 기체의 상태 방정식들이 제시되어 왔다.

실제 기체가 이상 기체와 다른 정도를 나타내는 개념 중 하나가 압축 인자이다. 압축 인자란 어떤 기체의 몰당 부피를 이상 기체의 몰당 부피로 나눈 값이다. 따라서 어떤 기체가 이상 기체에 가까울수록 압축 인자는 1에 가까운 값을 갖는다. 기체 분자 간의 상호 작용에 의해 발생하는 힘에는 인력과 반발력이 있는데 인력이 반발력에 비해서 우세할 경우에는 이상 기체 상태 방정식에서 기대되는 몰당 부피보다 실제 기체의 몰당 부피가 더 작아지므로 압축 인자는 1보다 작은 값을 갖게 되고, 반발력이 인력보다 우세한 경우에는 그 반대의 현상이 일어난다. 이러한 상호 작용은 계의 온도에 따라 서로 ㉢양상이 달라지는데 온도가 올라갈수록 반발력이 커지게 되고 특정 온도 이상에서는 압력의 전 영역에서 반발력이 인력보다 우세하게 된다. 이때의 특정 온도를 보일(Boyle) 온도라고 한다. 압축 인자의 유용성은 복잡한 실제 기체의 상태 방정식을 이용하지 않고도 어떤 물질의 압축 인자만 알고 있으면 물질의 부피를 바로 알 수 있다는 데 있다.

일정한 온도에서 기체의 압력과 몰당 부피의 값은 서로 하나의 값이 커지면 다른 하나가 감소하는 관계를 갖는다. 그러나

실제 기체의 경우 특정 온도 아래에서는 이러한 반비례 관계가 성립하지 않는다. 가령 이산화 탄소 기체를 실린더에 채운 후 실린더 내부의 부피를 줄여 가는 경우를 <그림>을 보며 생각해 보자. 이때 부피와 압력의 관계를 살펴보면 특정 온도 이상에서는 압력과 부피 사이에는 위의 반비례 관계가 성립한다. 하지만 특정 온도 아래에서는 실린더 내부의 기체의 부피를 줄여 가면 압력이 커지다가 더 이상 커지지 않고 일정하게 유지되는 구간이 나타난 후 다시 압력이 급격하게 증가하는 현상을 관찰할 수 있다. 이때 압력이 일정하게 유지되는 구간에서는 기체가 계속하여 액화하기 때문에 압력이 더 이상 커지지 않고 같은 압력을 유지하게 된다. 계의 모든 기체가 액화된 후에는 부피를 줄여 감에 따라 다시 압력이 급격하게 증가한다. 이러한 액화 현상이 처음 일어나는 온도를 임계 온도라 한다. <그림>에서 볼 수 있듯이 임계 온도에서는 변곡점이 나타난다. 이때 변곡점에 해당하는 몰당 부피를 임계 몰당 부피, 압력을 임계 압력이라 한다. 이러한 임계 온도는 기체마다 ㉣고유한 값을 갖는다.



<그림>

어떤 계의 몰당 부피, 압력, 온도를 각각 임계 몰당 부피, 임계 압력, 임계온도로 나눈 값을 환산 몰당 부피(V_{mr}), 환산 압력(P_r), 환산 온도(T_r)라 한다. 실제 기체의 압축 인자를 계의 압력 변화에 따라 나타내면 기체의 종류에 따라 다른 모양의 그래프가 그려진다. 그러나 환산 몰당 부피를 이용해서 개별 환산 온도에서의 환산된 압축 인자의 변화를 환산 압력에 따라 그래프로 나타내면 압축 인자는 같은 환산 압력에서 기체의 종류에 상관없이 거의 동일한 값을 갖는다. 이를 대응 상태의 원리라 하며 대응 상태의 원리는 다양한 기체의 열역학적 관계의 파악을 ㉤용이하게 해 준다. 가령 실제 기체의 대표적인 상태 방정식인 반데르발스 상태 방정식은 $(P + a/V_m^2) \times (V_m - b) = RT$ 의 형태로 실제 기체 분자 간의 인력을 고려한 계수 a와 기체 분자의 자체부피를 감안한 계수 b가 도입되어 있으며 a, b는 분자 종류에 따라 그 값이 다르다. 하지만 반데르발스 방정식에 환산값들을 대입하고 임계점에서 변곡점이 나타난다는 점을 수학적으로 이용하여 이를 환산 압력에 대해 표현하면 a와 b가 사라지며 환산 온도와 환산 몰당 부피만의 식이 된다. 즉 기체의 종류와 상관없이 같은 환산 온도와 환산 몰당 부피에서 기체는 같은 환산 압력을 나타낸다.

*이상 기체: 기체 분자가 자체 부피를 가지고 있지 않으며 기체 분자 간의 상호 작용이 없는 가상의 기체.

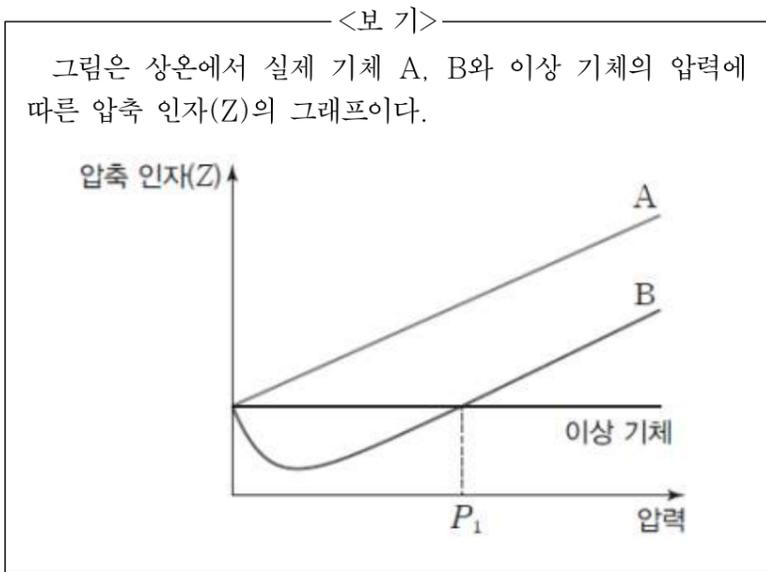
1. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 이상 기체를 설명하는 데 필요한 두 이론을 소개하고 각 이론의 장단점을 비교하고 있다.
- ② 이상 기체와 실제 기체의 차이점을 제시하고 실제 기체의 상태 방정식의 한계를 소개하고 있다.
- ③ 이상 기체와 실제 기체를 기술하는 각각의 열역학적 변수들이 다른 이유에 대해서 밝히고 있다.
- ④ 실제 기체의 열역학적 상태를 하나의 원리로 설명할 수 있는 대응 상태의 원리를 설명하고 있다.
- ⑤ 실제 기체와 이상 기체의 동질성을 강조함으로써 대응 상태의 원리를 실제 기체에서 적용할 수 있음을 증명하고 있다.

2. 윗글을 통해 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 특정 기체의 임계 온도는 특정 기체의 고유 성질이다.
- ② 기체 상수는 기체의 종류와 상관없이 같은 값을 갖는다.
- ③ 반데르발스 상태 방정식은 이상 기체 상태 방정식을 보정하여 만들어졌다.
- ④ 임계 온도 이상에서 온도가 일정할 때 기체의 부피와 압력은 반비례 관계이다.
- ⑤ 기체 분자 자체의 부피가 계의 부피에 기여하는 정도가 클수록 이상 기체에 가깝다.

3. 윗글을 읽고 <보기>에 대해 탐구한 내용으로 가장 적절한 것은?



- ① 실제 기체 A, 실제 기체 B, 이상 기체의 압축 인자가 만나는 점의 압축 인자의 값은 0이다.
- ② 실제 기체 B의 경우 P_1 보다 더 큰 압력에서 기체 분자 간 인력이 반발력보다 더 우세하다.
- ③ 그래프의 개형을 보았을 때 실제 기체 A의 보일 온도가 실제 기체 B의 보일 온도보다 낮다.
- ④ 상온보다 더 높은 온도에서 그래프를 도시하면 이상 기체의 Z값은 현재 그래프의 값보다 커진다.
- ⑤ 압력이 0에 수렴할 때 실제 기체 B와 달리 실제 기체 A는 이상 기체의 성질에서 더 벗어나게 된다.

4. 윗글을 바탕으로 <보기>의 (가)~(라)에서 적절한 것을 있는 대로 고른 것은?

선생님: 분자 간 상호 작용이 다른 어떤 기체 A와 B가 있습니다. A와 B의 임계 온도가 각각 200K과 400K 이고, 두 기체 A와 B의 온도를 400K에서 1200K으로 올려 가면서 압력을 측정한다고 해 봅시다. 이때 두 기체의 열역학적 성질은 어떠할까요?

<학생 반응>

- (가) A의 400K에서 환산 온도는 B의 1200K에서의 환산 온도보다 작을 것입니다.
- (나) 400K과 1200K 사이에서 몰당 부피에 따른 압력을 그리면 A와 B 모두 압력이 변곡점을 갖는 곡선이 그려질 것입니다.
- (다) 환산된 압축 인자의 변화를 압력에 따라 그래프로 나타내면 A와 B는 거의 동일한 형태일 것입니다.
- (라) 반데르발스 상태 방정식에 B의 환산값을 적용하여 환산 압력에 대해 나타내면 A의 환산값을 적용한 것과 달리 반데르발스 계수 b가 나타날 것입니다

- ① (가), (나)
- ② (가), (다)
- ③ (나), (다)
- ④ (나), (라)
- ⑤ (다), (라)

5. a~e의 뜻풀이로 적절하지 않은 것은?

- ① a: 대상이나 과정의 내용과 특징을 있는 그대로 열거하거나 기록하여 서술함.
- ② b: 어떤 단위나 척도로 된 것을 다른 단위나 척도로 고쳐서 헤아림.
- ③ c: 사물이나 현상의 모양이나 상태.
- ④ d: 어떤 사실을 널리 알려져 깨우쳐 줌.
- ⑤ e: 어렵지 아니하고 매우 쉬움.