



기체

차례

Part 1 · 개념 정리	1
기체의 성질	1
혼합 기체와 부분 압력	10
Part 2 · 기본문제	13
Part 3 · 심화문제	16
Part 4 · 정답과 해설	23
개념 체크 정답	23
기본문제 해설	24
심화문제 해설	26

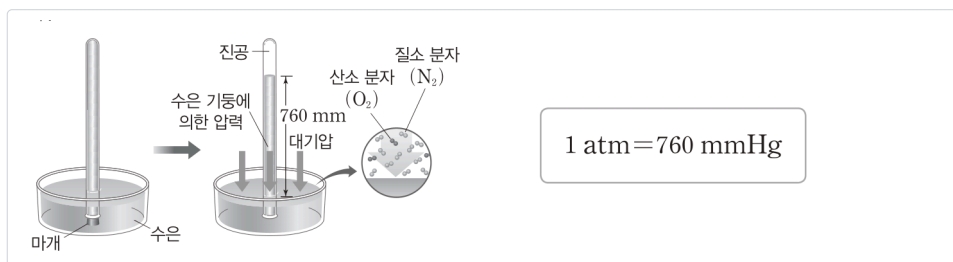
Part 1 · 개념 정리

1 기체의 성질

(1) 기체의 압력과 부피

① **기체의 압력**: 기체 분자들은 자유롭게 운동하면서 기체가 담긴 용기의 벽에 충돌하여 힘을 가하는데, 이로 인해 기체의 압력이 나타난다. 이 충돌이 지속적으로 일어나면서 단위 면적당 작용하는 힘이다.

② **대기 압력의 측정**: 1643년 토리첼리는 수은을 채운 유리관을 이용하여 대기 압력을 측정하였다. 이때 해수면에서 측정한 수은 기둥 높이 760 mm에 해당하는 대기 압력을 **1 atm**이라고 한다.



③ **기체의 부피**: 기체 분자들이 운동하는 공간을 의미하며, 기체는 용기 전체로 퍼지는 성질이 있으므로 기체의 부피는 항상 기체가 들어 있는 용기의 부피와 같다. 또한 2가지 이상의 기체가 한 용기에 들어 있을 때에도 각 기체의 부피는 용기의 부피와 같다.

핵심 정리 기체의 압력: 기체 분자가 용기의 벽면에 충돌하여 힘을 가해 기체의 압력이 나타난다.

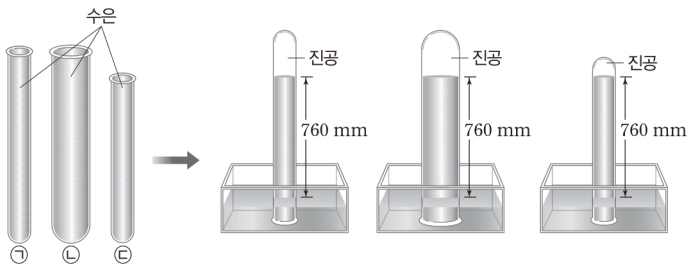
기체의 부피: 기체가 운동하는 공간으로, 기체가 들어 있는 용기의 부피와 같다.

개념 체크 A 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하십시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 기체의 _____ 은 용기의 벽에 기체 분자가 충돌하여 나타난다.
2. H_2 와 O_2 가 부피가 V L인 용기 안에 같이 들어 있을 때 기체의 부피는 H_2 와 O_2 가 각각 $\frac{V}{2}$ L이다. ()

탐구자료 살펴보기
대기압의 측정

실험 과정



(가) 한쪽 끝이 막힌 유리관 ㉠에 수은을 가득 채운다.

(나) (가)의 유리관을 뒤집어 수은이 들어 있는 수조에 거꾸로 세운다.

(다) 일정 시간이 흐른 뒤 수은 기둥의 높이를 측정한다.

(라) (가)에서 사용한 유리관과 길이는 같고 단면적이 다른 유리관 ㉡을 이용하여 (가)~(다)의 과정을 반복한다.

(마) (가)에서 사용한 유리관과 단면적은 같고 길이가 다른 유리관 ㉢을 이용하여 (가)~(다)의 과정을 반복한다.

실험 결과

• 각 유리관에서 수은 기둥의 높이

유리관	㉠	㉡	㉢
수은 기둥의 높이(mm)	760	760	760

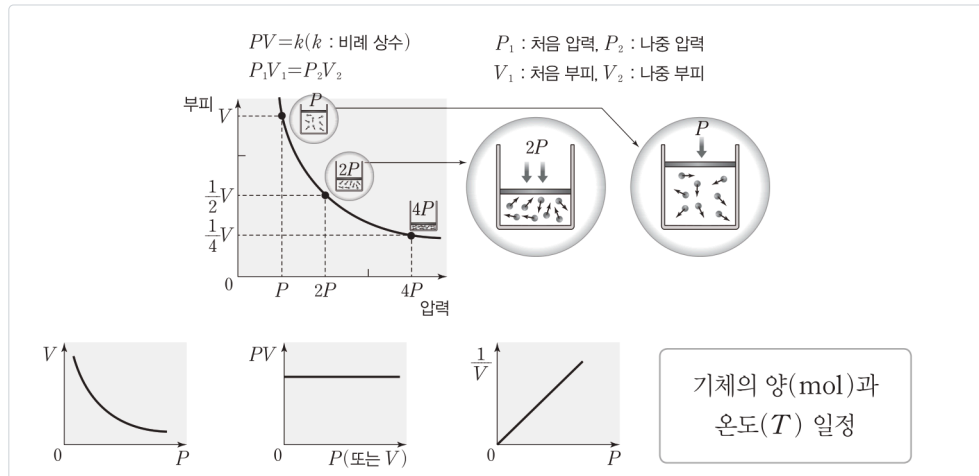
분석 point

• 수은이 들어 있는 유리관의 길이와 단면적에 관계없이 1 atm에 해당하는 수은 기둥의 높이는 760 mm로 일정하다.

탐구자료 살펴보기 — 대기압의 측정

(2) 보일 법칙

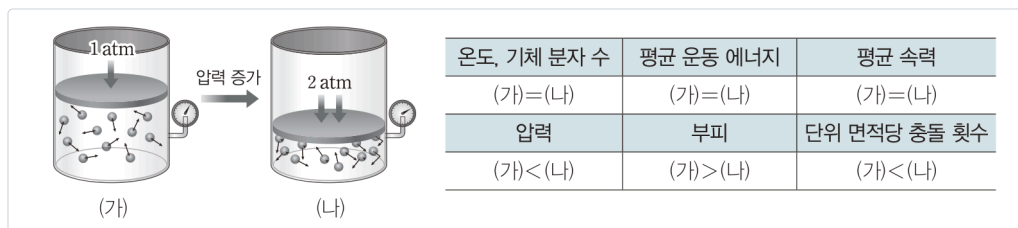
일정한 온도에서 일정량의 기체의 부피(V)는 압력(P)에 **반비례**한다. 즉, 일정한 온도에서 일정량의 기체의 압력과 부피의 곱은 항상 일정하다.



① 일상생활에서 보일 법칙 사례

- 자동차가 충돌할 때 팽창한 에어백은 사람과 부딪히면서 압력을 받게 되고 부피가 줄어들면서 사람에게 가해지는 충격이 완화된다.
- 물속에서 잠수부의 호흡으로 만들어진 기포는 수면에 가까워질수록 받는 압력이 감소하므로 부피가 점점 커진다.
- 하늘로 날린 풍선은 위로 올라갈수록 대기 압력이 감소하므로 크기가 점점 커진다.

② **기체 분자 운동과 보일 법칙**: 일정한 온도에서 외부 압력을 2배로 하면 기체의 부피가 $\frac{1}{2}$ 배로 줄어든다. 따라서 단위 부피당 분자 수가 2배로 증가하여 단위 면적당 충돌 횟수도 2배로 증가한다. 충돌 횟수가 2배로 증가하면 단위 면적에 미치는 힘의 크기도 2배로 증가하므로 기체의 압력이 2배가 된다.



탐구자료 살펴보기
보일 법칙과 그래프

자료 온도가 일정할 때와 온도가 다를 때 일정량의 기체의 압력에 따른 부피 비교

(가) 온도가 일정할 때

(나) 온도가 다를 때

P_1 : 처음 압력, P_2 : 나중 압력
 V_1 : 처음 부피, V_2 : 나중 부피
 T_1 : 처음 온도, T_2 : 나중 온도

분석 (가) : 부피 축과 압력 축에 각각 그은 수선 아래 면적은 압력과 부피의 곱으로, 온도가 일정할 때 어느 점에 서나 같은 값을 갖는다($S_1 = S_2$).
 (나) : 온도가 다른 경우 부피 축과 압력 축에 그은 수선 아래 면적은 높은 온도에서가 낮은 온도에서보다 항상 크다($S_3 < S_4$).

분석 point 기체의 양(mol)과 압력이 일정할 때 기체의 부피는 절대 온도에 비례하고, 기체의 양(mol)과 부피가 일정할 때 기체의 압력은 절대 온도에 비례한다. 따라서 (나)에서 온도가 증가하면 부피 축에 그은 수선 아래의 면적은 증가한다.

탐구자료 살펴보기 — 보일 법칙과 그래프

핵심 정리 보일 법칙: 일정한 온도에서 일정량의 기체의 압력과 부피는 서로 반비례한다.

➡ 기체가 들어 있는 실린더의 외부에서 압력을 가하면 내부 압력과 외부 압력이 같아질 때까지 기체의 부피가 감소한다.

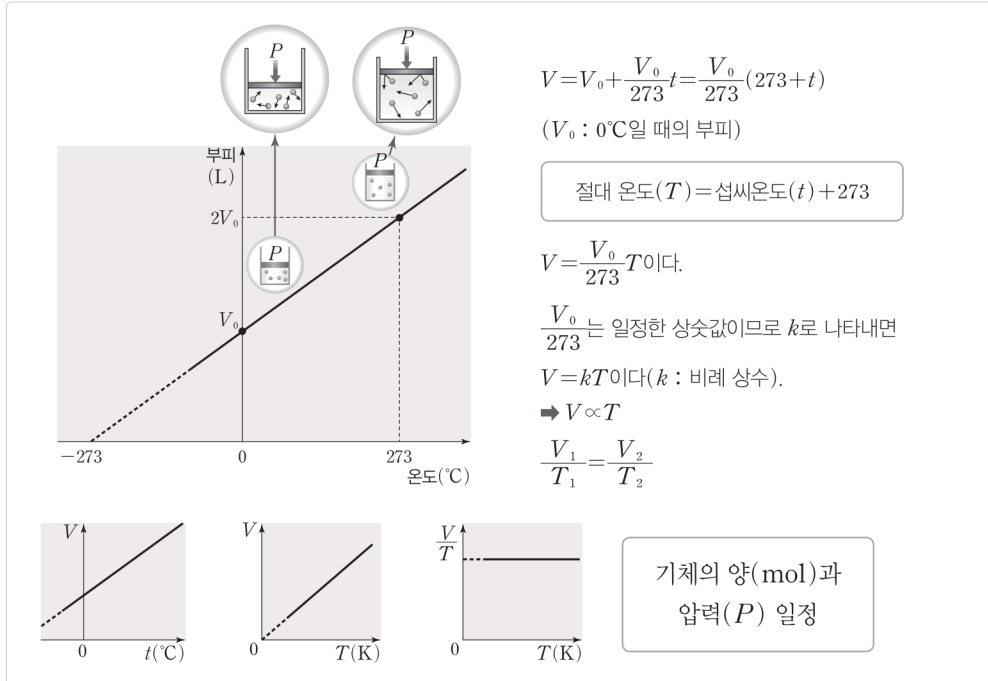
개념 체크 B 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. $t\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 일정량의 기체의 부피가 $V\text{ L}$ 일 때, 같은 온도에서 압력을 2 atm으로 증가시키면 부피는 _____ L가 된다.
2. 보일 법칙에 따르면 일정한 온도에서 일정량의 기체의 압력과 부피의 곱은 일정하다. ()

4

(3) 샤를 법칙

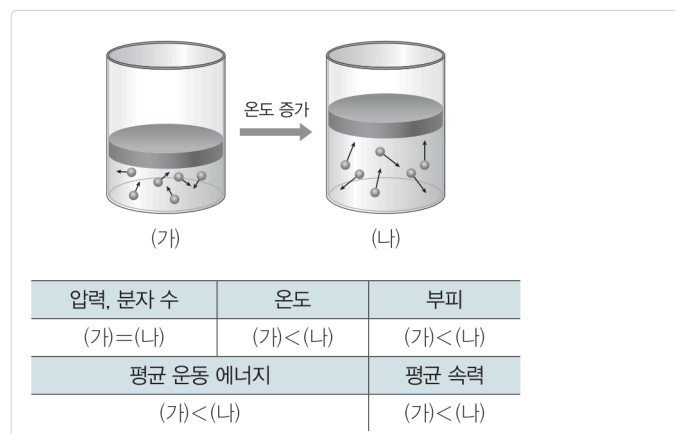
일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피(V)는 **절대 온도(T)에 비례**한다. 온도가 1°C 높아질 때마다 0°C 일 때 부피(V_0)의 $\frac{1}{273}$ 씩 증가한다.



① 일상생활에서 샤를 법칙 사례

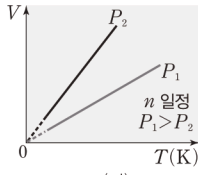
- 찌그러진 탁구공을 뜨거운 물에 넣으면 탁구공이 펴진다.
- 자동차 타이어는 추운 겨울철에 여름철보다 부피가 줄어들어 공기를 더 주입한다.
- 풍선을 액체 질소에 넣으면 쭈그러들고 꺼내면 다시 원래의 모양이 된다.
- 열기구엔 열을 가하면 기체의 부피가 팽창하여 밀도가 줄어들어 위로 뜬다.

② **기체 분자 운동과 샤를 법칙**: 일정한 압력에서 실린더 속에 들어 있는 기체의 온도를 높이면 기체 분자의 평균 운동 에너지가 증가하여 기체 분자가 더 빠르게 운동한다. 이때 실린더 내부 벽면에 충돌하는 기체 분자의 단위 시간당 충돌 횟수와 충돌의 세기가 증가하게 된다. 따라서 실린더 내부의 압력(기체의 압력)이 높아지고 실린더 내부의 압력과 외부 압력이 같아질 때까지 실린더 내부의 부피가 증가하게 된다. 또한 이때 부피가 증가하여 일정하게 된 후의 압력은 온도를 높이기 전의 압력과 같다.

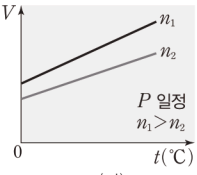


탐구자료 살펴보기
샤를 법칙과 그래프

자료 기체의 압력(P)이 다를 때와 기체의 양(mol)이 다를 때 온도와 부피(V)의 관계(n : 기체의 양(mol))



(가)



(나)

분석 (가) : 일정량의 기체에서 압력(P)이 서로 다를 때 절대 온도(T)에 따른 기체의 부피(V)를 나타낸 것이다. 온도가 일정한 경우 압력이 작을수록 부피가 크므로 $P_1 > P_2$ 임을 알 수 있으며, 압력 P 가 일정할 때 기울기인 $\frac{V}{T}$ 는 항상 같은 값을 갖는다.

(나) : 압력(P)이 같을 때 섭씨온도(t)에 따른 기체의 부피(V)를 나타낸 것이다. 같은 온도에서 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로 기체의 양(mol)은 $n_1 > n_2$ 이다.

분석 point 기체의 양(mol)과 온도가 일정할 때 기체의 부피는 압력에 반비례하고, 기체의 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다.

탐구자료 살펴보기 — 샤를 법칙과 그래프

핵심 정리 샤를 법칙: 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피는 절대 온도에 비례한다.

➡ 기체가 들어 있는 실린더의 온도를 높여 주면 내부 압력이 외부 압력보다 커지므로 내부 압력이 외부 압력과 같아질 때까지 부피가 증가한다.

개념 체크 C 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

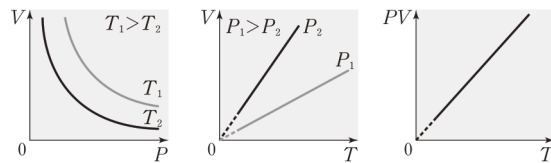
1. 샤를 법칙에 따르면 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피는 온도가 1°C 올라갈 때마다 _____ 의 $\frac{1}{273}$ 씩 증가한다.
2. 샤를 법칙이 성립할 때 기체의 부피(V)는 절대 온도(T)에 비례한다. ()
3. 찌그러진 탁구공을 뜨거운 물에 넣으면 탁구공이 펴지는 것은 보일 법칙의 사례이다. ()

(4) 보일·샤를 법칙

일정량의 기체에 대해 기체의 부피(V), 압력(P), 절대 온도(T) 사이의 관계를 정리한 것으로, 부피(V)는 압력(P)에 **반비례**하고, 절대 온도(T)에 **비례**한다.

• 보일 법칙 : $V \propto \frac{1}{P}$ (T 일정) • 샤를 법칙 : $V \propto T$ (P 일정)
 • 보일 · 샤를 법칙 : $V \propto \frac{T}{P} \Rightarrow \frac{PV}{T} = k, \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = k$

$$\left(\begin{array}{l} k : \text{상수}, P_1 : \text{처음 압력}, V_1 : \text{처음 부피}, T_1 : \text{처음 온도} \\ P_2 : \text{나중 압력}, V_2 : \text{나중 부피}, T_2 : \text{나중 온도} \end{array} \right)$$

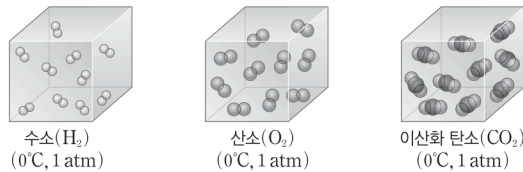


기체의 양(mol) 일정

(5) 아보가드로 법칙

온도와 압력이 일정할 때 기체의 종류에 관계없이 같은 부피에 들어 있는 **기체의 양(mol)**은 같다.

① 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피(V)는 기체의 종류에 관계없이 기체의 양(mol)에 비례한다.



$$V \propto n \text{ 또는 } V = kn \text{ (} k \text{는 상수)}$$

② **기체 1 mol의 부피**: 0 °C, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 기체의 종류에 관계없이 **22.4 L**이다.

핵심 정리 보일·샤를 법칙: 일정량의 기체의 부피는 압력에 반비례하고, 절대 온도에 비례한다.

아보가드로 법칙: 일정한 온도와 압력에서 기체의 종류와 관계없이 같은 부피에 들어 있는 기체의 양(mol)은 같다.

개념 체크 D 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

- 보일·샤를 법칙에 따르면 일정량의 기체의 _____ 는 압력에 반비례하고, 절대 온도에 비례한다.
- 일정량의 기체는 절대 온도(T), 압력(P), 부피(V) 관계인 $\frac{PV}{T}$ 가 일정하다. ()
- 아보가드로 법칙에 따르면 0 °C, 1 atm에서 11.2 L의 부피를 차지하는 기체의 양은 _____ mol이다.

(6) 이상 기체 방정식

기체의 압력과 부피, 기체의 양(mol), 절대 온도 사이의 관계를 나타낸 방정식이다.

$$PV = nRT$$

$\left(\begin{array}{l} P : \text{기체의 압력(atm)}, V : \text{기체의 부피(L)}, n : \text{기체의 양(mol)} \\ R : \text{기체 상수}(=0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})), T : \text{절대 온도(K)} \end{array} \right)$

① **이상 기체**는 분자 간 인력과 반발력이 모두 작용하지 않고, 기체 분자 자체의 부피를 무시할 수 있는 가상의 기체이다.

② **기체의 분자량 측정**: 이상 기체 방정식을 이용하여 기체 분자의 분자량을 구할 수 있다.

➡ 어떤 기체의 분자량을 M 이라고 하면 기체의 양(mol) $n = \frac{w}{M}$ (w : 기체의 질량)이므로 다음과 같이 이상 기체 방정식을 이용하여 분자량을 구할 수 있다.

$$n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow \frac{w}{M} = \frac{PV}{RT} \Rightarrow M = \frac{wRT}{PV}$$

(7) 기체 분자 운동론

기체 분자의 운동을 설명하기 위한 이론을 **기체 분자 운동론**이라고 하는데, 기체 분자 운동론은 다음과 같은 가정을 바탕으로 두고 있으며, 이와 같은 특성을 가지는 기체를 **이상 기체**라고 한다.

- ① 기체 분자 자체의 부피는 기체가 차지하는 전체 부피에 비하여 매우 작으므로 무시한다.
- ② 기체 분자 간에는 인력과 반발력이 작용하지 않는다.
➡ 모든 온도와 압력에서 이상 기체 방정식을 만족한다.
- ③ 기체 분자들은 무질서한 방향으로 끊임없이 불규칙한 직선 운동을 한다.
- ④ 기체 분자는 완전 탄성체로서 충돌에 의한 에너지 손실이 없다.
- ⑤ 기체 분자의 평균 운동 에너지(E_k)는 절대 온도(T)에만 비례하며 분자의 크기, 모양 및 종류와는 관계없다($E_k \propto T$).

① **보일 법칙과 기체 분자 운동론**: 온도가 일정할 때 기체 분자들의 평균 운동 속력은 일정하므로 기체가 들어 있는 실린더 내부 벽에 충돌할 때 일정한 압력을 유지한다. 이때 외부 압력을 증가시키면 다음과 같은 과정을 통해 기체의 부피가 감소한다.

$P_{\text{외부}}$ 증가 $\Rightarrow P_{\text{외부}} > P_{\text{내부}} \Rightarrow V$ 감소 $\Rightarrow$ 실린더 내부 기체 분자들의 충돌 수 증가
 $\Rightarrow P_{\text{내부}}$ 증가 $\Rightarrow P_{\text{외부}} = P_{\text{내부}}$ 일 때 부피 일정하게 유지

② **샤를 법칙과 기체 분자 운동론**: 기체의 온도가 높아지면 기체 분자의 평균 운동 에너지가 증가하면서 기체 분자의 평균 운동 속력이 증가한다. 이때 기체가 들어 있는 실린더 내부 벽에 충돌하는 충돌 수 및 충돌의 세기가 증가하면서 내부 압력이 증가하고, 기체의 부피가 증가한다.

T 증가 $\Rightarrow$ 기체 분자의 충돌 수 및 충격량 증가 $\Rightarrow P_{\text{내부}}$ 증가 $\Rightarrow P_{\text{내부}} > P_{\text{외부}}$
 $\Rightarrow V$ 증가 $\Rightarrow$ 분자 사이 거리가 멀어지면서 실린더 내부 기체 분자들의 충돌 수 감소
 $\Rightarrow P_{\text{내부}}$ 감소 $\Rightarrow P_{\text{외부}} = P_{\text{내부}}$ 일 때 부피 일정하게 유지

③ **아보가드로 법칙과 기체 분자 운동론**: 기체 분자의 양(mol)이 증가하면 다음과 같은 과정을 통해 기체의 부피가 증가한다.

기체 분자의 양(mol) 증가 $\Rightarrow$ 실린더 내부 기체 분자들의 충돌 수 증가 $\Rightarrow P_{\text{내부}}$ 증가
 $\Rightarrow P_{\text{내부}} > P_{\text{외부}} \Rightarrow V$ 증가 $\Rightarrow$ 분자 사이 거리가 멀어지면서 실린더 내부 기체 분자들의
충돌 수 감소 $\Rightarrow P_{\text{내부}}$ 감소 $\Rightarrow P_{\text{외부}} = P_{\text{내부}}$ 일 때 부피 일정하게 유지

핵심 정리 이상 기체 방정식: 보일 법칙, 샤를 법칙, 아보가드로 법칙을 하나의 관계식으로 나타낸 것이다. $\Rightarrow PV = nRT$
기체 분자 운동론: 기체 분자의 자유로운 운동을 토대로 기체의 법칙을 설명하기 위해 제안된 가정이다.

개념 체크 E 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

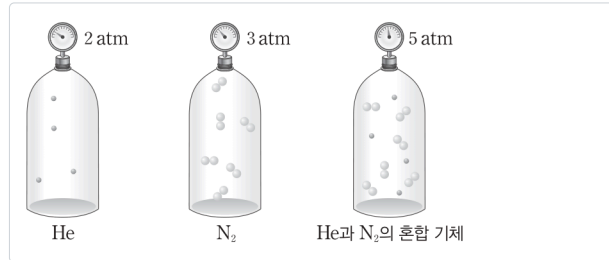
1. 이상 기체 방정식 $PV = nRT$ 에서 R 은 _____ 이다.
2. 이상 기체는 분자 간 인력과 반발력이 모두 작용하지 않고, 기체 분자 자체의 부피를 무시한다. ()
3. 이상 기체 방정식으로부터 분자량(M)을 구하는 식을 나타내면 $M =$ _____ 이다.
4. 기체 분자 운동론에 따르면 기체 분자의 평균 운동 에너지는 섭씨온도에 비례한다. ()

2 혼합 기체와 부분 압력

(1) 부분 압력 법칙

① **부분 압력과 전체 압력**: 서로 반응하지 않는 2가지 이상의 기체가 같은 용기 속에 혼합되어 있을 때, 각 성분 기체가 나타내는 압력을 각 성분 기체의 **부분 압력**이라고 하며, 혼합된 각 기체의 부분 압력의 합을 **전체 압력**이라고 한다.

예 일정한 온도에서 같은 부피의 용기 속에 들어 있는 2 atm의 헬륨(He) 기체와 3 atm의 질소(N₂) 기체를 같은 부피의 용기에 함께 넣어 혼합하면 전체 압력은 5 atm이 된다.



② **부분 압력 법칙**: 일정한 온도 T 에서 n_A 만큼의 양(mol)의 기체 A를 부피가 V 인 용기에 넣었을 때의 압력을 P_A 라고 하고, n_B 만큼의 양(mol)의 기체 B를 부피가 V 인 용기에 넣었을 때의 압력을 P_B 라고 하면, 이상 기체 방정식으로부터 다음과 같은 관계식이 성립한다.

$$P_A = \frac{n_A RT}{V}, \quad P_B = \frac{n_B RT}{V}$$

일정한 온도에서 서로 반응하지 않는 n_A 만큼의 양(mol)의 기체 A와 n_B 만큼의 양(mol)의 기체 B를 부피가 V 인 용기에 함께 넣어 혼합하면 혼합 기체의 전체 압력 P_T 는 전체 양(mol)인 $n_A + n_B$ 에 비례한다.

$$P_T = (n_A + n_B) \frac{RT}{V} = P_A + P_B$$

따라서 $P_T = P_A + P_B$ 임을 알 수 있다. 1801년 돌턴은 혼합 기체의 전체 압력은 각 성분 기체의 부분 압력의 합과 같다는 사실을 밝혀냈고, 이것을 **부분 압력 법칙**이라고 한다.

핵심 정리 부분 압력: 서로 반응하지 않는 2가지 이상의 기체가 같은 용기 안에 들어 있을 때, 각 성분 기체가 나타내는 압력이다.

부분 압력 법칙: 혼합 기체의 전체 압력은 각 성분 기체의 부분 압력의 합과 같다.

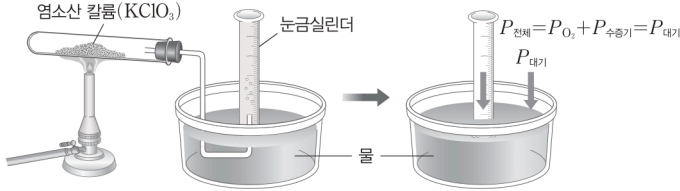
개념 체크 F 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

- 같은 부피의 용기에 들어 있는 He(g)와 Ne(g)의 부분 압력이 각각 2 atm, 3 atm일 때 전체 기체 압력은 _____ atm이다.
- 1 mol의 H₂(g)와 2 mol의 Ne(g)이 들어 있는 용기의 전체 기체 압력이 3 atm일 때 H₂(g)의 부분 압력은 _____ atm이다.
- 전체 기체 압력이 5 atm인 용기 안에 기체 A와 B가 3 : 2의 몰비로 들어 있을 때, B(g)의 부분 압력은 _____ atm이다.

탐구자료 살펴보기

기체의 분자량 측정

실험 과정



1. 시험관에 고체 염소산 칼륨(KClO_3)을 넣고 시험관의 질량(w_1)을 측정 후 그림과 같이 장치하여 가열한다.
2. 염소산 칼륨이 열분해되면서 발생하는 기체를 물이 가득 들어 있는 눈금실린더에 포집한다.
3. 기포 발생이 멈추면 눈금실린더 안과 밖의 수면 높이를 같게 하여 포집한 기체의 부피(V)를 측정한다.
4. 물의 온도(T)와 대기압($P_{\text{대기}}$)을 측정하고, T 에서의 수증기압($P_{\text{수증기}}$)을 문헌값을 통해 확인한다.
5. 시험관이 식으면 반응하고 남은 KClO_3 이 들어 있는 시험관의 질량(w_2)을 다시 측정한다.
6. 이 실험에서 측정한 결과로부터 이상 기체 방정식을 이용하여 발생한 기체의 분자량(M)을 계산한다.

실험 결과

- 눈금실린더에 포집한 기체는 순수한 산소가 아니라 눈금실린더 속 물 표면에서 증발한 수증기도 포함되므로 눈금실린더 속 기체의 전체 압력($P_{\text{전체}}$)은 산소의 부분 압력(P_{O_2})과 수증기의 부분 압력($P_{\text{수증기}}$)을 합한 값이다.
- 발생한 산소의 질량(w)은 $(w_1 - w_2)$ 이며, 산소의 부분 압력(P_{O_2})은 $(P_{\text{대기}} - P_{\text{수증기}})$ 이다.
- 측정된 결과를 이상 기체 방정식에 대입하여 산소의 분자량(M_{O_2})을 계산한다.

분석 point $PV = nRT = \frac{w}{M}RT$ 에서 기체의 분자량 $M = \frac{wRT}{PV}$ 이므로 $M_{\text{O}_2} = \frac{(w_1 - w_2)RT}{(P_{\text{대기}} - P_{\text{수증기}})V}$ 이다.

탐구자료 살펴보기 — 기체의 분자량 측정

(2) 몰 분율

① **몰 분율**: 혼합 기체에서 각 성분 기체의 양(mol)을 전체 기체의 양(mol)으로 나눈 값을 그 기체의 몰 분율이라고 한다. 용기 속에 기체 A, B가 각각 n_A mol, n_B mol이 존재하면 각 기체의 몰 분율은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{A의 몰 분율}(X_A) &= \frac{\text{A의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{n_A}{n_A + n_B} \\ \text{B의 몰 분율}(X_B) &= \frac{\text{B의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{n_B}{n_A + n_B} \end{aligned}$$

② **부분 압력과 몰 분율**: 혼합 기체에서 각 성분 기체의 부분 압력은 그 기체의 몰 분율에 비례한다. 즉, 혼합 기체에서 각 성분 기체의 부분 압력은 전체 압력(P_T)에 그 기체의 몰 분율을 곱한 값과 같다.

$$\begin{aligned} P_A &= P_T \times \frac{n_A}{n_A + n_B} = P_T \times X_A \\ P_B &= P_T \times \frac{n_B}{n_A + n_B} = P_T \times X_B \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} P_T : \text{전체 압력, } P_A, P_B : \text{A, B의 부분 압력} \\ n_A, n_B : \text{A, B의 양(mol)} \\ X_A, X_B : \text{A, B의 몰 분율} \end{array} \right)$$

핵심 정리 몰 분율: 혼합 기체에서 성분 기체의 양(mol)을 전체 기체의 양(mol)으로 나눈 값이다.

몰 분율과 부분 압력: 전체 기체의 압력에 몰 분율을 곱하면 부분 압력을 구할 수 있다.

개념 체크 G 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. He(g)과 Ne(g)이 각각 1 mol, 2 mol 들어 있는 용기 속에서 He(g)의 몰 분율은 _____ 이다.
2. A(g)와 B(g)가 들어 있는 전체 압력이 5 atm인 용기 속에서 A(g)의 부분 압력이 2 atm일 때, B(g)의 몰 분율은 _____ 이다.
3. 수상 치환으로 O₂를 포집하면 용기 내부에는 O₂만 존재한다. ()

Part 2 · 기본문제

12문항 · 정답과 해설은 Part 4.

01 그림은 온도 T K에서 강철 용기에 같은 질량의 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 부분 압력은 B 가 A 보다 크다. 용기 속 기체 B 가 A 보다 큰 값을 갖는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

$A(g)$ w g
 $B(g)$ w g

<보기>

ㄱ. 밀도 ㄴ. 양(mol) ㄷ. 분자량

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 다음은 토리첼리가 대기압을 측정하기 위해 수행했던 실험이다.

[가설] ○ 1 atm에 해당하는 수은 기둥의 높이는

㉠

[실험 과정]

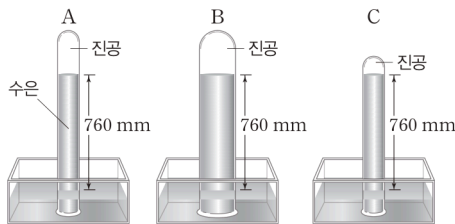
(가) 한쪽 끝이 막힌 유리관 A에 수은을 가득 채운다.

(나) 1 atm에서 (가)의 유리관을 뒤집어 수은이 들어 있는 수조에 거꾸로 세운다.

(다) 일정 시간이 흐른 뒤 유리관 속 수은 기둥의 높이를 측정한다.

(라) 유리관 A와 길이가 같고 단면적이 다른 유리관 B와 단면적은 같고 길이가 다른 유리관 C를 이용하여 (가)~(다)의 과정을 반복한다.

[실험 결과]

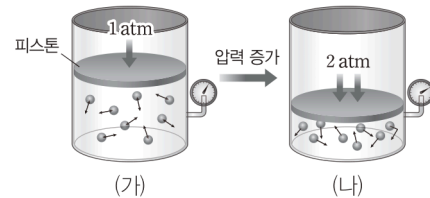


[결론] ○ 가설은 타당하다.

토리첼리의 실험 과정 및 결과와 결론이 타당할 때, ㉠으로 가장 적절한 것은?

- ① 유리관의 길이에 관계없이 일정하다.
- ② 유리관의 단면적에 관계없이 일정하다.
- ③ 유리관의 길이와 단면적에 관계없이 일정하다.
- ④ 유리관의 길이에 따라 달라진다.
- ⑤ 유리관의 길이와 단면적에 따라 달라진다.

03 그림 (가)는 1 atm에서 실린더 속에 들어 있는 기체를, (나)는 (가)에 압력을 가한 후의 모습을 나타낸 것이다.



실린더 속 기체 (나)가 (가)보다 2배의 값을 갖는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더 속 기체의 온도는 일정하고, 기체는 반응하지 않으며, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

<보기>

ㄱ. 밀도
ㄴ. 분자량
ㄷ. 평균 운동 속력

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 다음은 기체 분자 운동론에 대한 세 학생의 대화이다.

학생 A : 기체 분자 자체의 부피는 전체 부피에 비하여 매우 작으므로 무시한다고 가정해야 해.

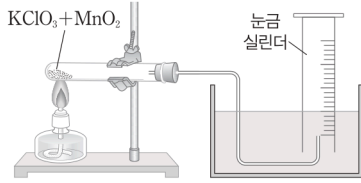
학생 B : 그러면 샤를 법칙에 따라 온도가 계속 낮아지면 이론적으로 기체의 부피가 0이 되는 온도가 있을 거야.

학생 C : 이론적으로 기체의 부피가 0이 되는 온도를 절대 영도(0 K)라고 할 수 있겠구나.

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② B ③ A, C
④ B, C ⑤ A, B, C

05 그림은 1 atm에서 염소산 칼륨(KClO_3)과 이산화 망가니즈(MnO_2)를 넣은 시험관을 가열하여 기체 X 200 mL를 포집한 모습을 나타낸 것이다. 물의 온도는 300 K이다.



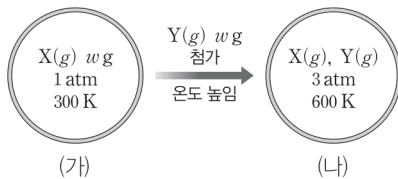
X의 분자량을 측정하기 위해 필요한 자료만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 눈금실린더 안과 밖 수면의 높이는 같고, 물에 대한 기체 X의 용해는 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 기체 상수
- ㄴ. 300 K에서 물의 수증기압
- ㄷ. 가열 전과 후 시험관 속 전체 물질의 질량 변화

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

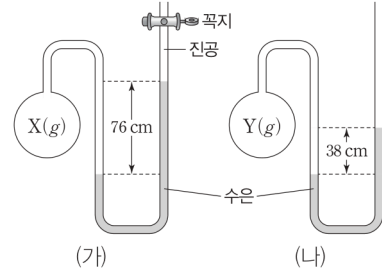
06 그림 (가)는 강철 용기에 X(g)가 들어 있는 것을, (나)는 (가)에 Y(g)를 첨가하고 온도를 높인 상태를 나타낸 것이다.



$\frac{\text{Y의 분자량}}{\text{X의 분자량}}$ 은? (단, 두 기체는 반응하지 않는다.)

- ① $\frac{2}{3}$ ② 2 ③ $\frac{8}{3}$ ④ 4 ⑤ 8

07 그림은 T K에서 부피가 같은 용기에 같은 질량의 기체 X와 Y가 들어 있는 장치를 나타낸 것이다. 대기압은 760 mmHg이고, 1 atm은 760 mmHg이다.



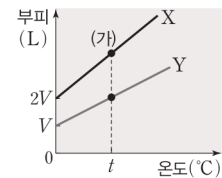
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 연결관의 부피와 수은의 증기 압력은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)에서 Y의 압력은 1.5 atm이다.
- ㄴ. (가)에서 꼭지를 열면 수은 기둥의 높이 차는 0이 된다.
- ㄷ. 분자량비는 X : Y = 2 : 3이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 그림은 일정한 압력에서 질량이 같은 기체 X와 Y의 온도에 따른 부피를 나타낸 것이다. 0°C는 273 K이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)에서 X의 부피는 $\left(2V + \frac{V}{273}t\right)$ L이다.
- ㄴ. $\frac{\text{Y의 분자량}}{\text{X의 분자량}} = 2$ 이다.
- ㄷ. 819 K에서 Y의 부피는 3V L이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

09 표는 A(g)~C(g)에 대한 자료이다. A(g)와 B(g)의 양(mol)은 같다.

기체	압력(atm)	부피(L)	온도(K)	질량(g)
A(g)	P	V	T	w
B(g)	$2P$	xV	$2T$	$4w$
C(g)	$2P$	$3V$	$2T$	$8w$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

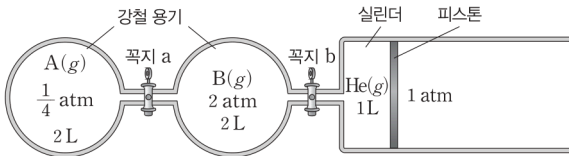
- ㄱ. $x=2$ 이다.
- ㄴ. 기체의 양(mol)은 C(g)가 B(g)의 3배이다.
- ㄷ. $\frac{\text{C의 분자량}}{\text{B의 분자량}} = \frac{3}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)와 D(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 온도 T 에서 두 강철 용기에 A(g)와 B(g)가, 실린더에 He(g)이 들어 있는 것을 나타낸 것이다.

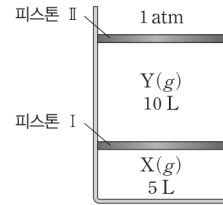


꼭지 a를 열고 반응을 완결시킨 후 꼭지 b를 열어 충분한 시간이 흘렀을 때, 실린더 속 기체의 부피와 He의 몰 분율은? (단, 온도는 일정하고, 외부 압력은 1 atm으로 일정하며, 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.)

실린더 속 기체의 부피(L) He의 몰 분율

- ① 1 $\frac{1}{5}$
- ② 1 $\frac{1}{6}$
- ③ 2 $\frac{1}{5}$
- ④ 2 $\frac{1}{6}$
- ⑤ 3 $\frac{1}{6}$

11 그림은 온도 400 K에서 피스톤 I과 II로 분리된 실린더에 X(g)와 Y(g)가 들어 있는 상태를 나타낸 것이다.



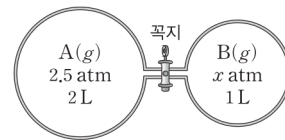
피스톤 I을 고정하고 외부 압력을 2 atm, 온도를 200 K로 하였을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 기체의 양(mol)은 Y가 X의 2배이다.
- ㄴ. X와 Y의 부피가 같다.
- ㄷ. 기체 X의 압력은 2 atm이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 그림은 꼭지로 분리된 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 각각 넣은 것을 나타낸 것이다. 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때, 전체 기체의 압력은 $\frac{7}{3}$ atm이고, A(g)의 부분 압력은 P atm이었다.



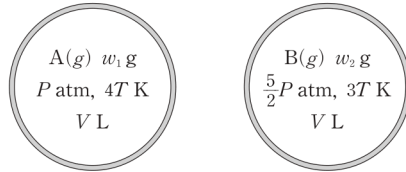
$x \times P$ 는? (단, 온도는 일정하고, 두 기체는 반응하지 않으며, 연결관의 부피는 무시한다.)

- ① 2 ② $\frac{5}{2}$ ③ $\frac{8}{3}$ ④ $\frac{10}{3}$ ⑤ 4

Part 3 · 심화문제

14문항 · 정답과 해설은 Part 4. 각 문항의 접근 Point는 해설에 수록.

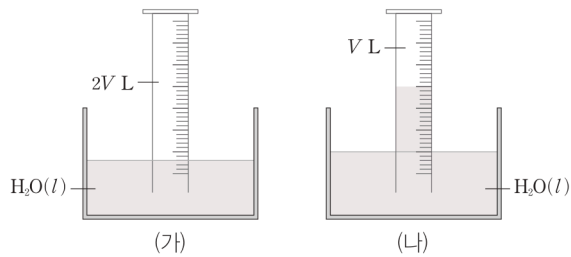
01 그림은 A(g)와 B(g)가 강철 용기에 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 분자량은 A가 B의 2배이다.



$\frac{w_2}{w_1}$ 는?

- ① $\frac{3}{5}$ ② $\frac{5}{3}$ ③ $\frac{5}{2}$ ④ 3 ⑤ 4

02 그림 (가)와 (나)는 T K에서 $O_2(g)$ 를 눈금실린더에 각각 모은 상태를 나타낸 것이다. T K에서 수증기압은 60 mmHg이고, $RT=26 \text{ atm} \cdot \text{L/mol}$ 이다.



눈금실린더 속 기체에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 760 mmHg이고, 온도는 일정하며, 물에 대한 O_2 의 용해는 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $H_2O(g)$ 의 양(mol)은 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.
 ㄴ. $O_2(g)$ 의 부분 압력은 (가)와 (나)에서 같다.
 ㄷ. (가)에서 O_2 의 양(mol)은 $\frac{1}{13}V$ 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 표는 A(g)~C(g)에 대한 자료이다.

기체	질량(g)	부피(L)	압력(atm)	온도(K)
A	w	$2V$	P	T
B	w	V	$2P$	$2T$
C	$2w$	V	$2P$	$2T$

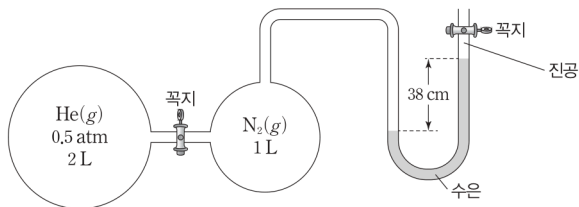
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 반응하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 기체의 양(mol)은 A가 B의 2배이다.
- ㄴ. 분자량비는 B : C = 1 : 4이다.
- ㄷ. T K에서 $4V$ L의 강철 용기에 A~C의 기체를 각각 w g 넣었을 때, 전체 압력은 $\frac{7}{8}P$ atm이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 T K에서 꼭지로 분리된 용기에 각각 He(g)과 N₂(g)를 넣은 것을 나타낸 것이다.



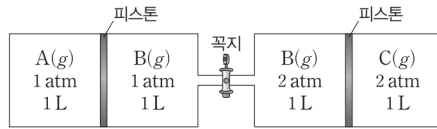
꼭지를 모두 열고 충분한 시간이 흘렀을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 외부 압력은 각각 T K와 76 cmHg로 일정하고, 연결관의 부피와 수은의 증기 압력은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. He(g)의 부분 압력은 0.5 atm이다.
- ㄴ. N₂(g)의 압력은 혼합 전이 혼합 후의 3배이다.
- ㄷ. 수은 기둥의 높이 차는 38 cm이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05 그림은 꼭지로 분리된 실린더에 A(g)~C(g)가 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때의 모습으로 옳은 것은? (단, 온도는 일정하고, A~C는 반응하지 않으며, 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.)

- ①

A(g)	B(g)
1 atm	1 atm
1 L	1 L

B(g)	C(g)
2 atm	2 atm
1 L	1 L
- ②

A(g)	B(g)
1.5 atm	1.5 atm
1 L	1 L

B(g)	C(g)
1.5 atm	1.5 atm
1 L	1 L
- ③

A(g)	B(g)
1.5 atm	1.5 atm
$\frac{2}{3}$ L	$\frac{4}{3}$ L

B(g)	C(g)
1.5 atm	1.5 atm
1 L	1 L
- ④

A(g)	B(g)
1.5 atm	1.5 atm
$\frac{2}{3}$ L	$\frac{4}{3}$ L

B(g)	C(g)
1.5 atm	1.5 atm
$\frac{2}{3}$ L	$\frac{4}{3}$ L
- ⑤

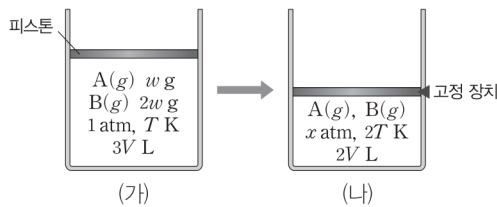
A(g)	B(g)
1.5 atm	1.5 atm
$\frac{2}{3}$ L	$\frac{4}{3}$ L

B(g)	C(g)
1.5 atm	1.5 atm
$\frac{4}{3}$ L	$\frac{2}{3}$ L

06 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림 (가)는 T K에서 실린더에 A(g)와 B(g)가 들어 있는 초기 상태를, (나)는 $2T$ K에서 A(g)의 일부를 반응시킨 후 부피를 $2V$ L가 되게 고정시킨 상태를 나타낸 것이다. $\frac{(\text{나})\text{에서 기체의 양}(\text{mol})}{(\text{가})\text{에서 기체의 양}(\text{mol})} = \frac{5}{6}$ 이다.



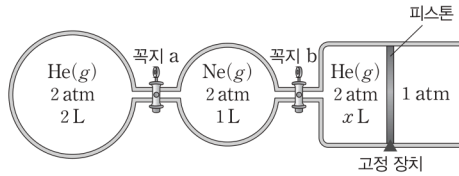
(나)에서 A(g)의 부분 압력(atm)은?

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{3}{5}$ ③ 1 ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ 2

07 다음은 온도 T K에서 기체의 성질에 관한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 꼭지로 분리된 2개의 강철 용기와 실린더에 각각 $\text{He}(g)$ 과 $\text{Ne}(g)$ 을 넣는다.



(나) 꼭지 a를 열고 충분한 시간이 지난 후 용기 속 전체 기체의 압력을 측정한다.

(다) 꼭지 b를 열고 실린더의 고정 장치를 제거한 후 충분한 시간이 지난 뒤 실린더 속 기체의 부피를 측정한다.

[실험 결과]

- (나) 과정 후 용기 속 전체 기체의 압력 : P atm
- (다) 과정 후 실린더 속 기체의 부피 : 5 L

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 외부 압력은 각각 T K와 1 atm으로 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

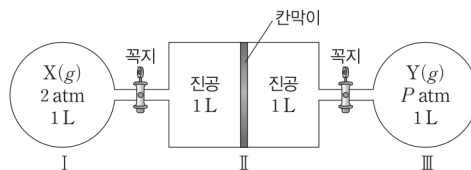
- ㄱ. $P+x=3$ 이다.
- ㄴ. (나) 과정 후 용기 속 He의 몰 분율은 $\frac{2}{3}$ 이다.
- ㄷ. (다) 과정 후 Ne의 부분 압력은 $\frac{1}{4}$ atm이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 다음은 $\text{X}(g)$ 와 $\text{Y}(g)$ 가 반응하여 $\text{Z}(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 꼭지로 분리된 용기와 실린더에 $\text{X}(g)$ 와 $\text{Y}(g)$ 가 들어 있는 모습을 나타낸 것이다.

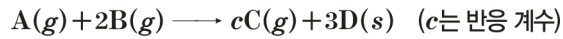


꼭지를 모두 열고 칸막이를 제거한 후 반응을 완결시켰을 때, $\text{X}(g)$ 가 남아 있었고, $\text{Z}(g)$ 의 부분 압력은 0.5 atm이었다.

P 는? (단, 온도는 일정하고, 칸막이와 연결관의 부피는 무시한다.)

- ① 1 ② 2 ③ 2.5 ④ 3 ⑤ 4

09 다음은 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 반응하여 $C(g)$ 와 $D(s)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 온도 T 에서 강철 용기에 $A(g)$ 와 $B(g)$ 를 넣은 후 반응을 완결시킨 실험 I과 II에 대한 자료이다. I과 II에서 반응 전 A의 몰 분율은 다르다.

실험	반응 전		반응 후
	전체 기체의 압력(atm)	$A(g)$ 의 몰 분율	$C(g)$ 의 부분 압력(atm)
I	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
II	1	x	$\frac{1}{2}$

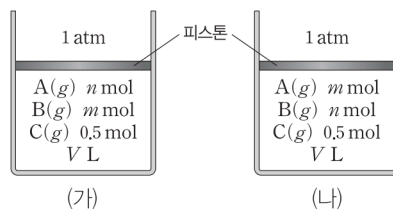
$c \times x$ 는? (단, 온도는 일정하고, 고체의 부피와 증기 압력은 무시한다.)

- ① $\frac{1}{3}$ ② 1 ③ 2 ④ 4 ⑤ 5

10 다음은 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 반응하여 $C(g)$ 와 $D(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림 (가)는 온도 T 에서 실린더에 $A(g) \sim C(g)$ 를 넣은 초기 상태를, (나)는 (가)의 $A(g)$ 와 $B(g)$ 의 양을 달리하여 넣은 초기 상태를 나타낸 것이다. (가)에서 반응이 완결되었을 때 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 모두 반응하여 소모되었고, $\frac{D(g) \text{의 부분 압력}}{C(g) \text{의 부분 압력}} = 2$ 이었다.



(나)에서 반응이 완결된 후, $\frac{C(g) \text{의 부분 압력(atm)}}{\text{실린더 속 기체의 부피(L)}}$ 은? (단, 온도와 외부 압력은 각각 T 와 1 atm으로 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

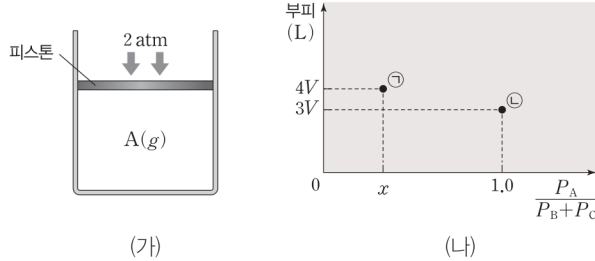
- ① $\frac{3}{25V}$ ② $\frac{1}{8V}$ ③ $\frac{3}{16V}$ ④ $\frac{6}{25V}$ ⑤ $\frac{1}{4V}$

11 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림 (가)는 온도 T 와 외부 압력 2 atm에서 실린더에 A(g)를 넣은 모습을, (나)는 (가)에서 반응이 진행

되는 동안 A(g)~C(g)의 부분 압력비 $\frac{P_A}{P_B+P_C}$ 와 실린더 속 기체의 부피(L)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 외부 압력은 각각 T 와 2 atm으로 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $x = \frac{1}{5}$ 이다.
- ㄴ. 남은 A(g)의 양(mol)은 ㉡에서가 ㉠에서보다 많다.
- ㄷ. ㉡에서 P_A 는 0.5 atm이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

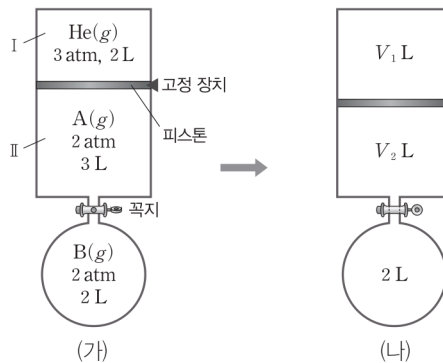
12 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림 (가)는 피스톤으로 분리된 실린더 I과 II에 각각 He(g)와 A(g)를, 꼭지로 분리된 강철 용기에 B(g)를 넣은 초기 상태를, (나)는 꼭지를 열고 반응을 완결시킨 후 고정 장치를 제거하고 충분한 시간이 지난 상태를 나타낸 것이다. (나)에서 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{19}{21}$

이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.)

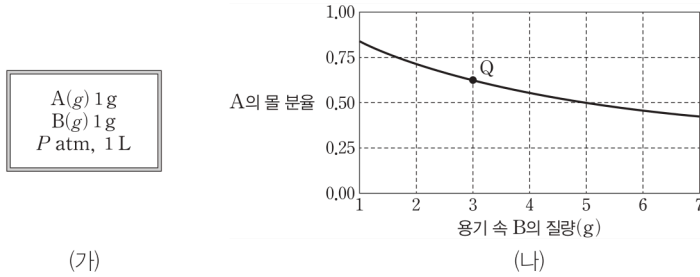


◀ 보기 ▶

- ㄱ. $c=1$ 이다.
- ㄴ. (나)의 II와 강철 용기에서 남은 반응물의 몰 분율은 $\frac{1}{5}$ 이다.
- ㄷ. (나)에서 He(g)의 압력은 $\frac{16}{7}$ atm이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

13 그림 (가)는 T K에서 강철 용기에 A(g)와 B(g) 각각 1 g을 넣은 모습을, (나)는 (가)의 강철 용기에 B(g)를 추가로 넣었을 때, 용기 속 B의 질량에 따른 A의 몰 분율을 나타낸 것이다. Q에서 A의 부분 압력은 Q_A atm이다.

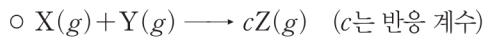


$Q_A \times \frac{\text{A의 분자량}}{\text{B의 분자량}}$ 은? (단, 온도는 일정하고, A와 B는 반응하지 않는다.)

- ① $\frac{1}{10}P$ ② $\frac{1}{6}P$ ③ $\frac{1}{5}P$ ④ $\frac{4}{3}P$ ⑤ $\frac{25}{6}P$

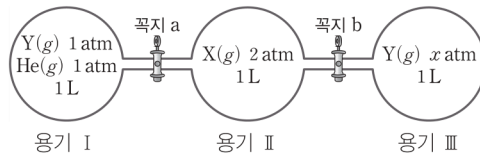
14 다음은 기체의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

[화학 반응식]



[실험 과정]

(가) 그림과 같이 꼭지로 분리된 3개의 강철 용기에 X(g), Y(g), He(g)을 넣는다.



(나) 꼭지 a를 열어 반응을 완결시키고 충분한 시간이 흐른 후 꼭지를 닫는다.

(다) 꼭지 b를 열어 반응을 완결시키고 충분한 시간이 흐른 후 꼭지를 닫는다.

[실험 결과]

- (나) 과정 후 용기 II에서 X(g)의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$ 이다.
- (다) 과정 후 $\frac{\text{용기 III에서 Y(g)의 부분 압력(atm)}}{\text{용기 I에서 He(g)의 부분 압력(atm)}} = \frac{5}{2}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피는 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $c + x = 4$ 이다.
- ㄴ. (다) 과정 후 용기 II에서 Z(g)의 몰 분율은 $\frac{1}{7}$ 이다.
- ㄷ. (다) 과정 후 꼭지를 모두 열고 반응을 완결시킨 후 전체 기체의 압력은 $\frac{11}{6}$ atm이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Part 4 · 정답과 해설

1 개념 체크 정답

A	1. 압력	2. ×	
B	1. $\frac{V}{2}$	2. ○	
C	1. 0 °C일 때의 부피	2. ○	3. ×
D	1. 부피	2. ○	3. 0.5
E	1. 기체 상수	2. ○	3. $\frac{wRT}{PV}$ 4. ×
F	1. 5	2. 1	3. 2
G	1. $\frac{1}{3}$	2. 0.6	3. ×

2 기본문제 해설

정답

01	②	02	③	03	①	04	⑤	05	⑤	06	②	07	③	08	⑤
09	②	10	④	11	①	12	④								

01 기체의 성질

- 부분 압력은 $B > A$ 이므로 기체의 양(mol)은 B가 A보다 크다.
 $\times$ A와 B의 부피는 같고, 질량도 같으므로 밀도는 같다.
 ○ 부분 압력은 $B > A$ 이므로 기체의 양(mol)은 B가 A보다 크다.
 $\times$ 기체의 양(mol)은 B가 A보다 크므로 분자량은 $A > B$ 이다.

02 대기압의 측정 실험

수은 기둥이 대기압에 의해 올라간 높이가 유리관의 단면적, 길이와 관계없이 같으므로 적절한 가설은 '1 atm에 해당하는 수은 기둥의 높이는 유리관의 길이와 단면적에 관계없이 일정하다.'이다.

03 보일 법칙

- 온도가 일정한 상태에서 외부 압력을 2배로 하면 기체의 부피는 $\frac{1}{2}$ 로 줄어든다.
 ○ 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 부피가 $\frac{1}{2}$ 로 줄어들면 밀도는 2배로 증가한다. 따라서 밀도는 (나)의 기체가 (가)의 기체의 2배이다.
 $\times$ 기체의 종류가 변하지 않으므로 분자량은 변화가 없다.
 $\times$ 온도가 일정하므로 평균 운동 속력은 (가)와 (나)에서 같다.

04 기체 분자 운동론

- 기체 분자 운동론에 따르면 기체 분자 자체의 부피는 전체 부피에 비하여 매우 작으므로 무시한다.
 ○ 샤를 법칙에 따르면 온도가 낮아지면 기체의 부피는 감소하므로 기체의 부피가 0이 되는 온도가 존재하게 된다.
 ○ 기체의 부피가 0이 되는 온도는 약 -273.15°C 로 이때의 온도를 절대 영도(0 K)라고 정하여 사용하고 있다.

05 기체의 분자량 측정

- 이상 기체 방정식으로부터 분자량을 구하는 식을 유도하면 $M = \frac{wRT}{PV}$ 이므로 필요한 자료는 기체 X의 압력, 부피, 기체 상수, 질량, 절대 온도이다.
 ○ 기체 상수(R)를 알아야 분자량을 구할 수 있다.
 ○ 물의 온도가 300 K이고, 수증기만으로 X를 포집하였으므로 눈금실린더 안에는 X와 수증기가 혼합되어 있다. 따라서 X만의 압력을 구하기 위해서는 300 K에서 물의 수증기압을 알고 있어야 한다.
 ○ 생성된 X의 질량은 시험관 속 물질의 반응 전과 후의 질량 변화로부터 구할 수 있다.

06 기체의 성질

(가)와 (나)에 들어 있는 기체의 양(mol)을 비교하면 X와 Y의 분자량비를 구할 수 있다. 이상 기체 방정식 $PV = nRT$ 에서 (가)에 들어 있는 X의 양은 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{V}{300R}$ mol이고, (나)에 들어 있는 X와 Y의 양은 $\frac{3V}{600R} = \frac{V}{200R}$ mol이다. 따라서 기체의 몰비는 (가) : (나) = 2 : 3이고, 첨가해 준 Y의 양(mol)은 (가)의 X의 양(mol)의 $\frac{1}{2}$ 에 해당한다. 따라서 분자량비는 $X : Y = 1 : 2$ 이므로 $\frac{Y \text{의 분자량}}{X \text{의 분자량}} = 2$ 이다.

07 기체의 압력과 분자량

- (가)의 장치는 X의 압력에 의해 수은 기둥의 높이 차가 나타나므로 X의 압력은 760 mmHg이다. (나)의 장치는 Y의 압력이 대기압과 수은 기둥의 높이의 합으로 나타나므로, Y의 압력은 $760 + 380 = 1140$ mmHg이다.
 ○ (나)에서 Y의 압력은 수은 기둥의 높이 차에 의한 압력과 대기압의 합과 같으므로 $760 + 380 = 1140$ mmHg이고, 1 atm은 760 mmHg이므로 1.5 atm이다.
 ○ (가)의 꼭지를 열면 대기압이 X에 작용하게 되므로 X의 압력인 760 mmHg과 대기압이 같게 되어 수은 기둥의 높이 차는 0이 된다.
 $\times$ 기체의 압력은 온도와 부피가 같으면 기체의 양(mol)에 비례한다. 기체의 압력비는 $X : Y = 2 : 3$ 이므로 기체의 몰비는 $X : Y = 2 : 3$ 이고, 질량이 같으므로 분자량비는 $X : Y = 3 : 2$ 이다.

08 기체의 성질

- 샤를 법칙에 따르면 온도가 1°C 증가할 때마다 기체의 부피는 0°C 부피(V_0)의 $\frac{1}{273}$ 씩 증가한다.

$$V_t = V_0 + \frac{V_0}{273}t$$
 $\times$ (가)에서 온도는 $t^{\circ}\text{C}$ 이고, X의 0°C 에서 부피는 2V L이므로 부피는 $(2V + \frac{2V}{273}t)$ L이다.
 ○ 0°C 일 때 부피는 X가 Y의 2배이고, 질량은 같으므로 분자량은 Y가 X의 2배이다. 따라서 $\frac{Y \text{의 분자량}}{X \text{의 분자량}} = 2$ 이다.
 ○ 819 K는 섭씨온도로 546°C 이므로 Y의 부피는 $V + \frac{V}{273} \times 546 = 3V$ L이다.

09 기체의 성질

이상 기체 방정식은 $PV=nRT$ 이다. $A(g) \sim C(g)$ 의 양(mol)은 각각 $\frac{PV}{RT}, \frac{2xPV}{2RT}, \frac{6PV}{2RT}$ 이다.

✕. A와 B의 양(mol)은 같으므로 $\frac{PV}{RT} = \frac{2xPV}{2RT}$ 에서 $x=1$ 이다.

○. B(g)와 C(g)의 양(mol)은 각각 $\frac{PV}{RT}, \frac{3PV}{RT}$ 이므로 몰비는 $B : C = 1 : 3$ 이다.

✕. 기체의 질량비는 $B : C = 1 : 2$ 이므로 B와 C의 분자량을 각각 M_B, M_C 라고 하면 $\frac{1}{M_B} : \frac{2}{M_C} = 1 : 3$ 에서 $M_B : M_C = 3 : 2$ 이다. 따라서 $\frac{C \text{의 분자량}}{B \text{의 분자량}} = \frac{2}{3}$ 이다.

10 기체의 반응

일정한 온도에서 기체의 양(mol)은 압력과 부피의 곱에 비례한다. 따라서 반응 전 강철 용기에 들어 있는 A와 B의 양(mol)은 각각 $\left(\frac{1}{4} \times 2\right)n = 0.5n, 2 \times 2n = 4n$ 이므로 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + 6B(g) \longrightarrow 4C(g) + 4D(g)$			
반응 전(mol)	$0.5n$	$4n$	0	0
반응(mol)	$-0.5n$	$-3n$	$+2n$	$+2n$
반응 후(mol)	0	n	$2n$	$2n$

반응 후 남은 반응물과 생성물의 총 양은 $5n$ mol이고, 실린더에 들어 있는 He의 양은 n mol이므로 실린더 속 기체의 양은 총 $6n$ mol이다. 강철 용기의 총 부피는 4 L이므로 반응 후 총 $4n$ mol의 기체가 들어 있고, 실린더에는 2 L의 기체가 들어 있다. 반응이 완결되었을 때 남은 반응물과 생성물의 총 양은 $5n$ mol이고, He의 양은 n mol이므로 He의 몰 분율은 $\frac{1}{6}$ 이다.

11 기체의 성질

피스톤 I을 고정하였으므로 X(g)의 부피는 5 L로 일정하다. 온도를 400 K에서 200 K로 감소시켰고, 압력을 2 atm으로 2배 증가시켰으므로 Y의 부피는 $\frac{1}{4}$ 배가 되어야 한다.

○. Y(g)의 부피가 변하지만 들어 있는 기체의 양(mol)은 변화가 없다. 온도와 압력을 변화시키기 전 기체의 부피는 Y가 X의 2배이므로 기체의 양(mol)은 Y가 X의 2배이다.

✕. 피스톤 I을 고정하였으므로 X의 부피는 5 L이고, Y의 부피는 $10 \times \frac{1}{4} = 2.5$ L이다. 따라서 기체의 부피는 X가 Y의 2배이다.

✕. 피스톤 I이 고정되어 있으므로 부피는 일정하고, 절대 온도가 $\frac{1}{2}$ 배 감소하였으므로 기체 X의 압력은 1 atm에서 0.5 atm으로 감소한다.

12 기체의 성질

꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때, 전체 기체의 압력이 $\frac{7}{3}$ atm이고, 전체 기체의 부피는 3 L이므로 전체 기체의 양은 $\frac{7}{3} \times 3 = 7n$ mol이라고 할 수 있고, 꼭지를 열기 전 A(g)의 양은 $2.5 \times 2 = 5n$ mol이다. 따라서 $x=2$ 이고, 전체 기체의 압력은 $\frac{7}{3}$ atm이며, A(g)의 몰 분율은 $\frac{5}{7}$ 이므로 A(g)의 부분 압력은 $\frac{7}{3} \times \frac{5}{7} = \frac{5}{3}$ atm이다. 따라서 $x \times P = \frac{10}{3}$ 이다.

3 심화문제 해설

정답

01	②	02	③	03	③	04	⑤	05	④	06	①	07	⑤	08	②
09	②	10	④	11	①	12	⑤	13	②	14	①				

심화 01번

접근 Point 이상 기체 방정식 $PV = nRT$ 에서 기체의 양 (mol)은 $n = \frac{PV}{RT}$ 이다.

01 이상 기체 방정식

$PV = nRT$ 에서 $A(g)$ 의 양(mol)은 $\frac{PV}{4RT}$ 이고, $B(g)$ 의 양(mol)은 $\frac{5PV}{6RT}$ 이므로 몰비는 $A(g) : B(g) = \frac{1}{4} : \frac{5}{6} = 3 : 10$ 이다. A와 B의 분자량을 각각 $2M$, M 이라 하면, $\frac{w_1}{2M} : \frac{w_2}{M} = 3 : 10$ 이므로 $5w_1 = 3w_2$ 이다. 따라서 $\frac{w_2}{w_1} = \frac{5}{3}$ 이다.

심화 02번

접근 Point (가)와 (나)의 눈금실린더 속에는 $O_2(g)$, $H_2O(g)$ 가 들어 있고, $H_2O(g)$ 의 부분 압력은 60 mmHg로 일정하다.

02 혼합 기체의 압력

눈금실린더 속 기체는 (가)와 (나)에서 모두 $O_2(g)$ 와 $H_2O(g)$ 이다. 눈금실린더 속 기체의 압력은 (가)에서 760 mmHg이고, (나)에서 (760 - 물기둥의 압력) mmHg이다.

㉠. $H_2O(g)$ 의 양(mol)은 $n = \frac{PV}{RT}$ 에서 P 와 V 의 곱에 비례한다. 수증기압은 60 mmHg로 같고 $n \propto V$ 이므로 $H_2O(g)$ 의 양 (mol)은 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.

㉡. (가)에서 $O_2(g)$ 의 부분 압력은 $760 - 60 = 700$ mmHg이고, (나)에서 $O_2(g)$ 의 부분 압력은 (760 - 60 - 물기둥의 압력) mmHg이다. 따라서 $O_2(g)$ 의 부분 압력은 (가)에서가 (나)에서 보다 크다.

㉢. (가)에서 $O_2(g)$ 의 부분 압력은 700 mmHg이므로 $\frac{700}{760}$ atm이고, 부피는 2V L이며, $RT = 26 \text{ atm} \cdot \text{L/mol}$ 이므로 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{700}{760} \times \frac{2V}{26} = \frac{70}{76} \times \frac{V}{13}$ 에서 $\frac{V}{13}$ mol보다 작다.

심화 03번

접근 Point $PV = nRT$ 에서 $n = \frac{w}{M}$ 이므로 $PV = \frac{w}{M}RT$ 이다.

03 이상 기체 방정식

$PV = \frac{w}{M}RT$ 이므로 $M = \frac{wRT}{PV}$ 이다. $A(g) \sim C(g)$ 의 분자량비는 $\frac{wRT}{P \times 2V} : \frac{wR \times 2T}{2P \times V} : \frac{2wR \times 2T}{2P \times V} = 1 : 2 : 4$ 이다.

㉠. 분자량비는 $A : B = 1 : 2$ 이므로 기체의 양(mol)은 A가 B의 2배이다.

㉡. 분자량비는 $B : C = 1 : 2$ 이다.

㉢. T K에서 $A(g)$ 는 4V L의 용기에 w g을 넣으면 자료보다 부피가 2배 늘어나기 때문에 압력은 $\frac{P}{2}$ atm이다. 자료의 $B(g)$ 는 온도가 2T K이므로 w g을 4V L의 용기에 넣으면 T K에서 압력은 $\frac{P}{4}$ atm이다. 자료의 $C(g)$ 는 온도가 2T K, 질량이 2w g이므로 4V L의 용기에 넣으면 T K에서 압력은 $\frac{P}{8}$ atm이다. 따라서 전체 기체의 압력은 $\frac{P}{2} + \frac{P}{4} + \frac{P}{8} = \frac{7}{8}P$ atm이다.

심화 04번

접근 Point He(g)의 압력은 0.5 atm이고, $N_2(g)$ 의 압력은 꼭지가 닫혀 있으므로 0.5 atm이다.

04 기체의 압력과 부피

He(g)의 압력은 0.5 atm이고, $N_2(g)$ 의 압력은 꼭지가 닫혀 있으므로 0.5 atm이다. He와 N_2 가 연결된 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때의 압력을 P atm이라고 하면, $(0.5 \times 2) + (0.5 \times 1) = P \times 3$ 이므로 $P = 0.5$ atm이다. 수은 기둥이 연결된 꼭지를 열면 수은 기둥은 왼쪽이 오른쪽보다 높고 높이 차는 38 cm가 된다.

㉡. 모든 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때, He(g)의 부분 압력은 $0.5 \text{ atm} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$ atm이다.

㉢. $N_2(g)$ 의 부피는 혼합 전 1 L에서 혼합 후 3 L가 되므로 혼합 전의 압력이 혼합 후의 압력의 3배이다.

㉣. 전체 기체의 압력이 0.5 atm이므로 수은 기둥은 왼쪽이 오른쪽보다 높고 높이 차는 38 cm이다.

심화 05번

접근 Point 꼭지를 열었을 때, 모든 기체의 압력은 P atm이 되고, 전체 부피는 4 L가 된 것으로 생각하면 $P \times 4 = (1 \times 1) + (1 \times 1) + (2 \times 1) + (2 \times 1)$ 이므로 $P = 1.5$ 이다.

05 기체의 압력과 부피

꼭지를 열었을 때의 전체 기체의 압력을 P atm이라고 하면 전체 기체의 부피는 4 L이고, 온도가 일정하므로 $P \times 4 = (1 \times 1) + (1 \times 1) + (2 \times 1) + (2 \times 1)$ 이 성립하므로 $P = 1.5$ 이다. 따라서 전체 기체의 압력은 1.5 atm이다. 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때의 A(g)의 부피를 V_A L라고 하면 $1.5 \times V_A = 1 \times 1$ 이므로 $V_A = \frac{2}{3}$ 이다. B(g)의 부피를 V_B L라고 하면 $1.5 \times V_B = (1 \times 1) + (2 \times 1)$ 에서 $V_B = 2$ 이다. C(g)의 부피를 V_C L라고 하면 $1.5 \times V_C = 2 \times 1$ 에서 $V_C = \frac{4}{3}$ 이다. 따라서 A(g) ~ C(g)의 압력은 1.5 atm으로 같고, 부피는 각각 $\frac{2}{3}$ L, 2 L, $\frac{4}{3}$ L이다.

심화 06번

접근 Point 화학 반응식이 $2A(g) \rightarrow B(g)$ 이므로 분자량비는 A : B = 1 : 2이다.

06 기체의 부분 압력과 몰 분율

화학 반응식이 $2A(g) \rightarrow B(g)$ 이므로 분자량비는 A : B = 1 : 2이다. 따라서 A(g) w g을 n mol, B(g) $2w$ g을 n mol이라고 하면 (가)에서 $1 \times 3V = 2nRT$ 이다.

(나)에서 기체의 양(mol) = $\frac{5}{6}$ 이므로 (나)에서 기체의 양은

$\frac{5}{3}n$ mol이고, $x \text{ atm} \times 2V = \frac{5}{3}nR \times 2T$ 에서 $x = \frac{5}{2}$ 이다.

$2A(g) \rightarrow B(g)$ 에서 반응한 A(g)의 양을 $2m$ mol이라고 하면 반응 후 전체 기체의 양은 $(n - 2m) + (n + m) = 2n - m = \frac{5}{3}n$ 이므로 $m = \frac{1}{3}n$ 이다. 따라서 반응 후 A(g)의 양은 $\frac{1}{3}n$ mol,

B(g)의 양은 $\frac{4}{3}n$ mol이므로 A(g)의 몰 분율은 $\frac{1}{5}$ 이다. 따라

서 (나)에서 A(g)의 부분 압력은 $\frac{5}{2} \text{ atm} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{2} \text{ atm}$ 이다.

심화 07번

접근 Point 온도가 일정하면 기체의 양(mol)은 압력(P)과 부피(V)의 곱에 비례한다.

07 기체의 성질

(나) 과정 후 용기 속 He(g)과 Ne(g)이 혼합되어 전체 3 L의 용기에 들어 있는 것이므로 $P \times 3 = (2 \times 2) + (2 \times 1)$ 에서 $P = 2$ 이다. (다) 과정 후 전체 기체의 압력은 1 atm이고, 전체 기체의 부피는 $2 + 1 + 5 = 8$ L이므로 $1 \times 8 = (2 \times 2) + (2 \times 1) + (2 \times x)$ 이다. 따라서 $x = 1$ 이다.

㉠. $P = 2$, $x = 1$ 이므로 $P + x = 3$ 이다.

㉡. (나) 과정 후 용기 속 기체의 몰비는 He : Ne = $(2 \times 2) : (2 \times 1) = 2 : 1$ 이다. 따라서 He의 몰 분율은 $\frac{2}{3}$ 이다.

㉢. (다) 과정 후 전체 기체의 압력은 1 atm이고, 기체의 몰비는 He : Ne = $(2 \times 2) + (2 \times 1) : (2 \times 1) = 3 : 1$ 이므로 Ne의 몰 분율은 $\frac{1}{4}$ 이고, 부분 압력은 $1 \text{ atm} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \text{ atm}$ 이다.

심화 08번

접근 Point 반응 전 X(g)의 양을 $2n$ mol이라고 하면, Y(g)의 양은 Pn mol이다.

08 기체의 반응

온도가 일정하면 기체의 양(mol)은 압력(P)과 부피(V)의 곱에 비례한다. X(g)의 양을 $2n$ mol이라고 하면 Y(g)의 양은 Pn mol이라고 할 수 있다. 반응을 완결시켰을 때 X(g)가 남아 있으므로 Y(g)는 모두 반응한 것이다. 따라서 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	X(g)	+ 2Y(g)	→ 2Z(g)
반응 전(mol)	2n	Pn	0
반응(mol)	$-\frac{Pn}{2}$	$-Pn$	$+Pn$
반응 후(mol)	$(2 - \frac{P}{2})n$	0	Pn

반응 후 전체 기체의 압력을 P_t atm라고 하면 기체의 부피는 4 L이므로 $4P_t = 2 + \frac{P}{2}$ 이고, Z(g)의 부분 압력은 $P_t \times \frac{P}{(2 + \frac{P}{2})} = \frac{1}{2}$

이므로 $P = 2$ 이다.

심화 09번

접근 Point I에서 A(g)의 몰 분율이 $\frac{1}{4}$ 이므로 A(g)와 B(g)의 양을 각각 n mol, $3n$ mol이라고 할 수 있다.

09 기체의 부분 압력과 몰 분율

I에서 A(g)의 몰 분율이 $\frac{1}{4}$ 이므로 A(g)와 B(g)의 양을 각각 n mol, $3n$ mol이라고 하면, A(g)가 모두 소모되어 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + 2B(g) \longrightarrow cC(g) + 3D(s)$			
반응 전(mol)	n	$3n$	0	0
반응(mol)	$-n$	$-2n$	$+cn$	$+3n$
반응 후(mol)	0	n	cn	$3n$

반응 전 $4n$ mol의 기체가 1 atm의 압력을 나타내므로 반응 후 전체 기체의 압력을 P atm이라고 하면 $4n : 1 = (1+c)n : P$ 이다. 따라서 전체 기체의 압력은 $\frac{1+c}{4}$ atm이고, C(g)의 몰 분율은 $\frac{c}{1+c}$ 이므로 C(g)의 부분 압력은 $\frac{1+c}{4} \times \frac{c}{1+c} = \frac{1}{2}$ 이고, $c=2$ 이다. II에서 전체 기체의 압력이 I과 같으므로 B(g)의 양을 $2m$ mol이라고 하면, A(g)의 양은 $(4n-2m)$ mol이다. 반응 후 C(g)의 부분 압력이 I과 같으므로 이 반응에서는 B(g)가 모두 반응한 것을 알 수 있고, 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + 2B(g) \longrightarrow 2C(g) + 3D(s)$			
반응 전(mol)	$4n-2m$	$2m$	0	0
반응(mol)	$-m$	$-2m$	$+2m$	$+3m$
반응 후(mol)	$4n-3m$	0	$2m$	$3m$

따라서 D(s)의 양(mol)을 제외한 반응 후 전체 기체의 양은 $(4n-m)$ mol이고, 이때의 압력을 P' atm이라고 하면 $1 : 4n = P' : 4n-m$ 에서 $P' = \frac{4n-m}{4n}$ atm이다. C(g)의 몰 분율은 $\frac{2m}{4n-m}$ 이므로 C(g)의 부분 압력은 $\frac{4n-m}{4n} \times \frac{2m}{4n-m} = \frac{1}{2}$ 이고 $m=n$ 이다. 따라서 반응 전 A(g)와 B(g)의 양은 각각 $2n$ mol로 같고, $x = \frac{1}{2}$ 이므로 $c \times x = 1$ 이다.

심화 10번

접근 Point (가)에서 반응이 완결되었을 때, A(g)와 B(g)가 모두 반응하였으므로 $m = 2n$ 이다.

10 기체의 반응

(가)에서 반응이 완결되었을 때, A(g)와 B(g)가 모두 반응하였으므로 $m=2n$ 이고, 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + 2B(g) \longrightarrow C(g) + 4D(g)$			
반응 전(mol)	n	$2n$	0.5	0
반응(mol)	$-n$	$-2n$	$+n$	$+4n$
반응 후(mol)	0	0	$0.5+n$	$4n$

반응 후 $\frac{D(g) \text{의 부분 압력}}{C(g) \text{의 부분 압력}} = \frac{4n}{0.5+n} = 2$ 이므로 $n=0.5$ 이다.

따라서 (나)에서 반응 전 A(g)와 B(g)의 양은 각각 1 mol, 0.5 mol이므로 반응이 완결되었을 때, 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + 2B(g) \longrightarrow C(g) + 4D(g)$			
반응 전(mol)	1	0.5	0.5	0
반응(mol)	-0.25	-0.5	$+0.25$	$+1$
반응 후(mol)	0.75	0	0.75	1

따라서 반응 후 혼합 기체의 압력은 1 atm이고, C(g)의 몰 분율은 $\frac{3}{10}$ 이므로 부분 압력은 0.3 atm이다. 반응 전 전체 기체의 양이 2 mol일 때 부피가 V L이므로 반응 후 전체 기체의 양은 2.5 mol이고 부피는 $\frac{5}{4}V$ L이다. 따라서

$\frac{C(g) \text{의 부분 압력(atm)}}{\text{실린더 속 기체의 부피(L)}} = \frac{0.3}{\frac{5}{4}V} = \frac{6}{25V}$ 이다.

심화 11번

접근 Point (가)에서 A(g)의 양을 n mol이라고 하면, ㉠에서 부피는 $4V$ L이므로 전체 기체의 양은 $2n$ mol이고, 이때 반응한 A(g)의 양을 q mol이라고 하면 반응 후 전체 기체의 양은 $n+2q = 2n$ 이다.

11 기체의 반응과 부분 압력

반응 전 들어 있는 A(g)의 양을 n mol이라고 하고, ㉠에서 $\frac{P_A}{P_B+P_C} = 1$ 일 때 반응한 A(g)의 양을 p mol이라고 하면, 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) \longrightarrow B(g) + 2C(g)$		
반응 전(mol)	n	0	0
반응(mol)	$-p$	$+p$	$+2p$
반응 후(mol)	$n-p$	p	$2p$

$\frac{P_A}{P_B+P_C} = \frac{n-p}{3p} = 1$ 이므로 $p = \frac{n}{4}$ 이다. 반응 후 기체의 양은

$\frac{3}{4}n + \frac{n}{4} + \frac{n}{2} = \frac{3}{2}n$ mol이고 부피는 $3V$ L이다.

✕. ㉠에서 전체 기체의 양은 $\frac{3}{2}n$ mol일 때 부피가 $3V$ L이다. 따라서 ㉠에서 부피는 $4V$ L이므로 전체 기체의 양은 $2n$ mol

이고, 이때 반응한 A(g)의 양을 q mol이라고 하면, 반응 후 전체 기체의 양(mol)은 $n+2q=2n$ 이므로 $q=\frac{n}{2}$ 이고, 반응 후 A(g)~C(g)의 양(mol)은 각각 $\frac{n}{2}$, $\frac{n}{2}$, n 이므로 $\frac{P_A}{P_B+P_C} = \frac{0.5n}{1.5n} = \frac{1}{3}$ 이다.

㉠ $p=\frac{n}{4}$ 이고, $q=\frac{n}{2}$ 이므로 ㉠에서가 ㉡에서보다 반응한 A(g)의 양(mol)이 적다. 따라서 남은 A(g)의 양(mol)은 ㉠에서가 ㉡에서보다 많다.

✕. ㉠에서 A(g)의 몰 분율은 $\frac{\frac{3}{4}n}{\frac{3}{2}n} = \frac{1}{2}$ 이므로 $P_A=2 \text{ atm} \times \frac{1}{2}=1 \text{ atm}$ 이다.

심화 12번

접근 Point I에서 He(g)의 양(mol)을 $6n$ mol이라고 하면, 반응 후 혼합 기체의 양(mol)은 $(2+4c)n$ 이고, He(g)의 양(mol)은 $6n$ 이므로 전체 기체의 양은 $(8+4c)n$ mol이다.

12 기체의 반응

온도가 같으면 기체의 양(mol)은 압력과 부피의 곱에 비례하므로 II와 강철 용기에 각각 들어 있는 A(g)와 B(g)의 양(mol)은 각각 $6n$, $4n$ 이다. 따라서 반응이 완결되었을 때 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + B(g) \longrightarrow cC(g)$		
반응 전(mol)	$6n$	$4n$	0
반응(mol)	$-4n$	$-4n$	$+4cn$
반응 후(mol)	$2n$	0	$4cn$

반응 후 혼합 기체의 양(mol)은 $(2+4c)n$ 이고, He(g)의 양(mol)은 $6n$ 이므로 전체 기체의 양은 $(8+4c)n$ mol이다. 고정 장치를 풀면 He(g)와 혼합 기체의 압력이 같아질 것이고, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{19}{21}$ 이므로 $V_1=5 \times \frac{21}{40} = \frac{21}{8} \text{ L}$ 이고, $V_2=5 \times \frac{19}{40} = \frac{19}{8} \text{ L}$ 이다. 반응 후 기체의 압력(atm)을 P 라고 하면 He(g)의 양(mol)은 변하지 않으므로 $P \times \frac{21}{8} = 6n$ 에서 $P = \frac{16}{7} \text{ atm}$ 이다.

✕. (나)에서 II와 강철 용기의 부피의 합은 $\frac{19}{8} + 2 = \frac{35}{8} \text{ L}$ 이므로 기체의 양(mol)은 $\frac{16}{7} \times \frac{35}{8} = 10n$ 이다. 따라서 $2+4c=10$ 이므로 $c=2$ 이다.

㉠. (나)의 II와 강철 용기에서 남은 반응물은 A(g)이고, $c=2$ 이므로 몰 분율은 $\frac{2n}{2n+8n} = \frac{1}{5}$ 이다.

㉡. (나)에서 기체의 압력은 고정 장치를 풀었으므로 He(g)와 혼합 기체가 같고, 이때 He(g)의 압력(atm)을 P 라고 하면 반응 후 He(g)의 부피 $V_1 = \frac{21}{8}$ 이므로 $P \times \frac{21}{8} = 6n$ 에서 $P = \frac{16}{7} \text{ atm}$ 이다.

심화 13번

접근 Point A(g)가 1 g, B(g)가 5 g일 때 A의 몰 분율이 0.5이므로 이때 몰비는 A : B = 1 : 1이다.

13 몰 분율

A(g)가 1 g, B(g)가 5 g일 때 A의 몰 분율이 0.5이므로 이때 몰비는 A : B = 1 : 1이다. 따라서 분자량비는 A : B = 1 : 5 이고, A 1 g의 양(mol)을 n , B 1 g의 양(mol)을 $0.2n$ 이라고 하면 (가)에서 $P \times 1 = 1.2n \times R \times T$ 이다. Q에서 A 1 g의 양(mol)은 n , B 3 g의 양(mol)은 $0.6n$ 이므로 전체 기체의 양(mol)은 $1.6n$ 이고, 이때 전체 기체의 압력을 $x \text{ atm}$ 이라고 하면 $1.2n : P = 1.6n : x$ 이므로 $x = \frac{4}{3}P$ 이다. A의 몰 분율은 $\frac{n}{1.6n}$ 이

므로 $Q_A = \frac{4}{3}P \times \frac{1}{1.6} = \frac{5}{6}P$ 이다. 따라서 $Q_A \times \frac{\text{A의 분자량}}{\text{B의 분자량}} = \frac{5}{6}P \times \frac{1}{5} = \frac{1}{6}P$ 이다.

심화 14번

접근 Point 강철 용기 II와 I에 각각 들어 있는 X(g)와 Y(g)의 양(mol)은 $2n$, n 이다.

14 기체의 반응

반응 전 강철 용기 II와 I에 각각 들어 있는 X(g)와 Y(g)의 양(mol)은 각각 $2n$, n 이다. (나)에서 반응이 완결되었을 때 용기 II에서 X(g)가 존재하므로 Y(g)가 모두 반응한 것이고 양적 관계는 다음과 같다.

	$X(g) + Y(g) \longrightarrow cZ(g)$		
반응 전(mol)	$2n$	n	0
반응(mol)	$-n$	$-n$	$+cn$
반응 후(mol)	n	0	cn

따라서 반응 후 기체의 양(mol)은 X, Z, He이 각각 n , cn , n 이고, 꼭지 a를 닫아도 X의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$ 로 유지되므로 $c=1$ 이다. (다)에서 반응이 완결되었을 때 용기 III에서 Y(g)가 존재하므로 X(g)는 모두 반응한 것이고 양적 관계는 다음과 같다.

	$X(g) + Y(g) \longrightarrow Z(g)$		
반응 전(mol)	$0.5n$	xn	$0.5n$
반응(mol)	$-0.5n$	$-0.5n$	$+0.5n$
반응 후(mol)	0	$(x-0.5)n$	n

(다) 과정 후 용기 I에서 He(g)의 부분 압력은 0.5 atm 이므로 용기 III에서 Y(g)의 부분 압력은 1.25 atm 이다. 따라서 (다) 과정 후 용기 II와 III에 남아 있는 Y(g)의 양(mol)은 $2.5n$ 이므로 $x=3$ 이다.

㉠. $c=1$, $x=3$ 이므로 $c+x=4$ 이다.

✕. (다) 과정 후 용기 II 속 기체의 양(mol)은 Y(g), He(g), Z(g)가 각각 $1.25n$, $0.25n$, $0.5n$ 이 들어 있다. 따라서 용기 II에서 Z(g)의 몰 분율은 $\frac{1}{4}$ 이다.

✕. (다) 과정 후 꼭지를 모두 열고 반응을 완결시켰을 때 양적 관계는 다음과 같다.

	$X(g)$	+	$Y(g)$	$\longrightarrow$	$Z(g)$
반응 전(mol)	$0.5n$		$2.5n$		$1.5n$
반응(mol)	$-0.5n$		$-0.5n$		$+0.5n$
반응 후(mol)	0		$2n$		$2n$

$He(g)$ 의 양(mol)은 n 이므로 전체 기체의 양(mol)은 $5n$ 이다.

용기 전체의 부피는 3 L이므로 전체 기체의 압력은 $\frac{5}{3}$ atm이다.