

개념과 정리가 한번에 끝나는 기본서

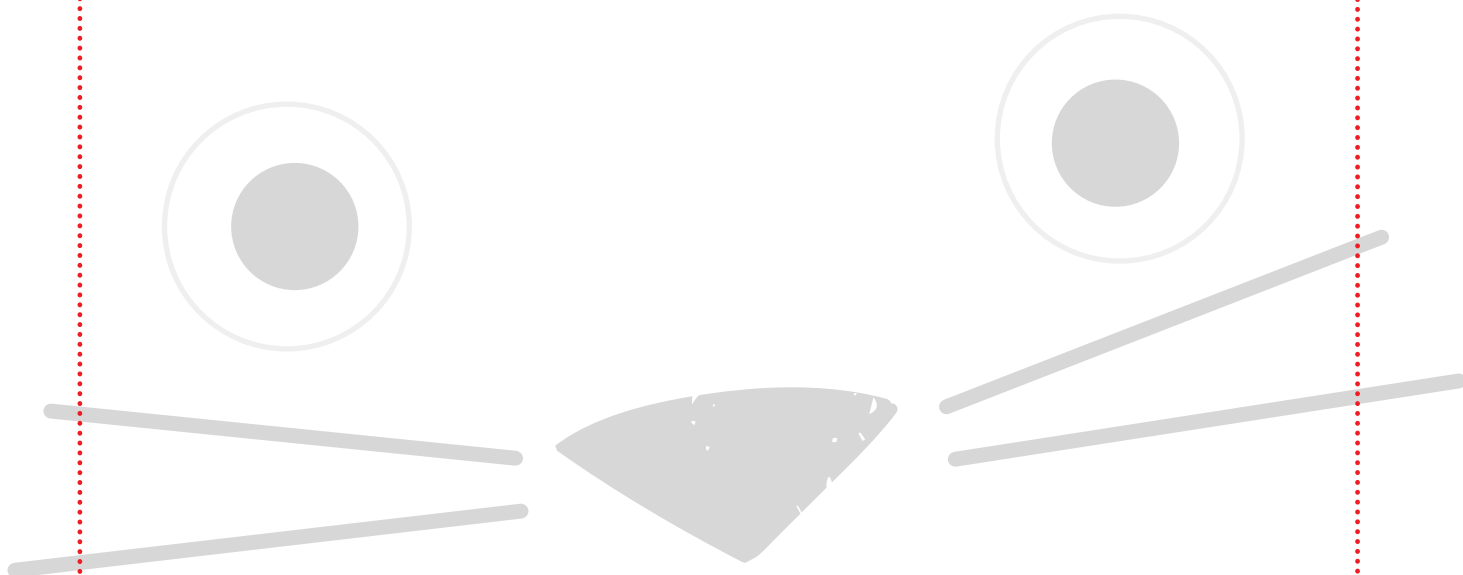
개념풀

— 화학 II —

쉽게 풀어 이해가 잘되는



개념책



구성과 특징

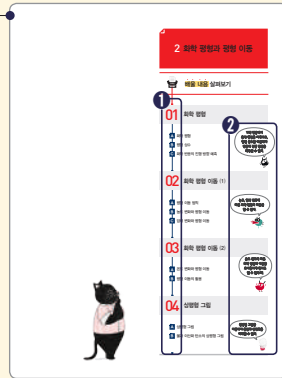
'쉽게 풀어 이해가 잘 되는 개념책'

이해하기 쉬운 개념 학습

■ 단원 도입 학습

'배울 내용 살펴보기'로 이 단원의 흐름을 한눈에 파악할 수 있습니다.

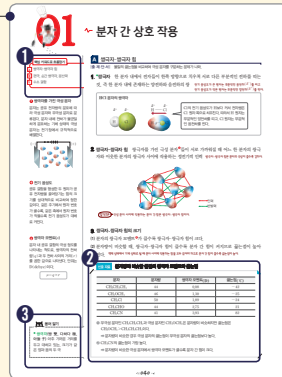
- 1 소단원별 흐름을 한눈에 파악
- 2 스토리로 단원의 흐름을 전개



■ 본문 학습

6종 교과서를 완벽 분석하여 중요 개념을 쉽게 풀어 정리하였습니다.

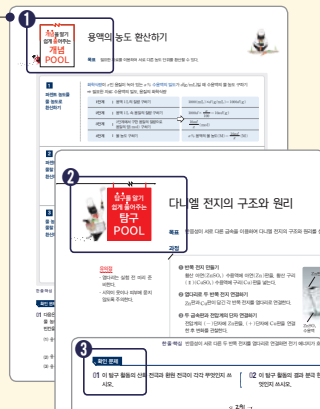
- 1 '핵심 키워드로 흐름잡기'와 '출제 단서'를 통해 시험에 잘 나오는 중요 개념을 한눈에 파악
- 2 '빈출 자료', '빈출 탐구', '빈출 계산연습'으로 관련 내용을 생생하게 설명
- 3 '용어 알기'를 통해 내용을 이해하는 데 도움이 되는 단어 정리



■ 특강 학습

개념과 탐구의 완벽한 이해를 위해 생생한 자료로 자세하게 설명하였습니다.

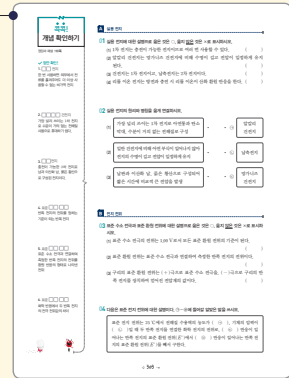
- 1 '개념 POOL'을 통해 개념을 한 번에 쉽게 이해
- 2 '탐구 POOL'을 통해 교과서 중요 탐구를 과장된 사진으로 생생하게 제시
- 3 '확인 문제'로 이해도 점검



다양한 유형의 단계별 문제

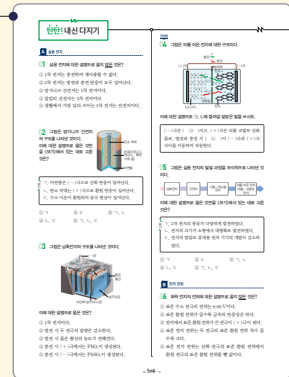
■ 콕콕! 개념 확인하기

개념 확인에 적합한 유형을 엄선하여 구성하였습니다.



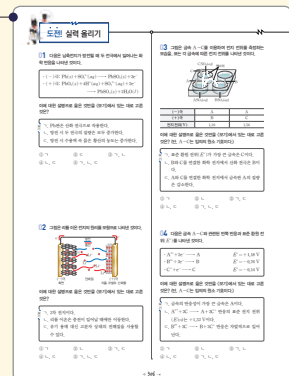
■ 탄탄! 내신 다지기

학교 시험 빈출 유형 중에서 난이도 중 이하의 문제로 구성하였습니다.



■ 도전! 실력 올리기

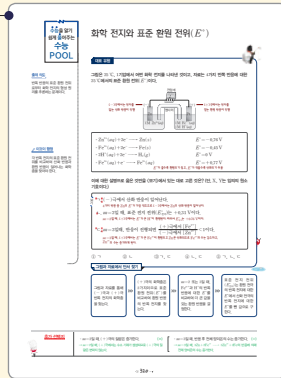
학교 시험에 꼭 나오는 난이도 중상의 문제와 서답형 문제로 구성하였습니다.



실전에 대비하는 마무리 학습

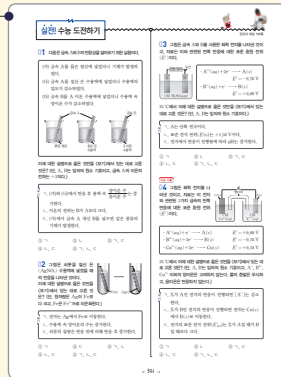
■ 수능을 알기 쉽게 풀어주는 수능 POOL

출제 의도와 문제 분석을 통해
수능 대표 유형을 미리 연습할
수 있도록 구성하였습니다.



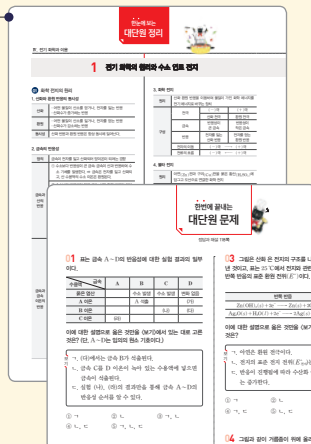
■ 실전! 수능 도전하기

수능 기출 분석을 통한 실전 수
능형 문제로 구성하여 수능에 대
비할 수 있도록 구성하였습니다.

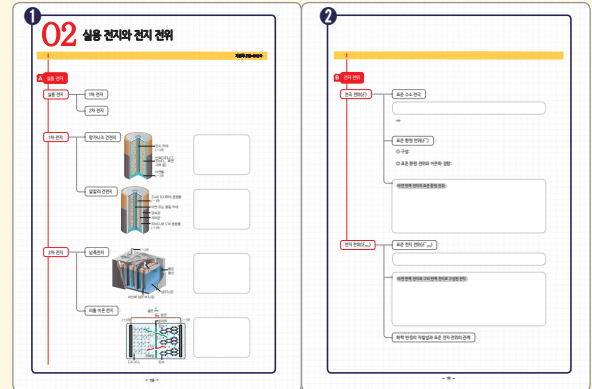


■ 대단원 마무리

‘한눈에 보는 대단원 정리’를 통
해 대단원 핵심 내용을 다시 한
번 정리하고, ‘한번에 끝내는 대
단원 문제’로 학교 시험에 대비
할 수 있도록 구성하였습니다.

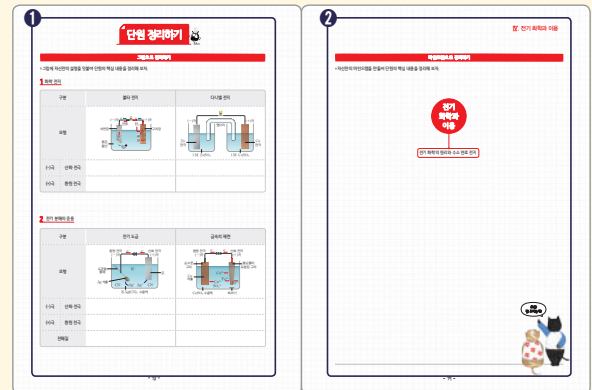


학습한 개념을 정리해 보는 나만의 정리노트



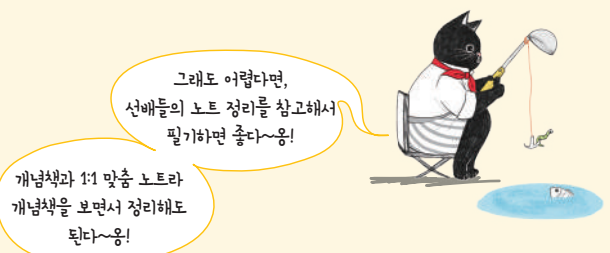
■ 소단원별 노트 정리

- 개념책의 흐름을 한눈에 살펴보고 스스로 정리해 볼 수 있도록 충분한 여백을 두고 구성하였습니다.
- 개념책과 교과서를 보면서 소단원 전체의 중요한 내용을 정리하여 단
권화할 수 있도록 최적의 노트 형태로 구성하였습니다.



■ 단원 정리하기

- ‘그림으로 정리하기’는 단원별로 중요한 그림에 자신만의 설명을 적어
정리할 수 있도록 구성하였습니다.
- ‘마인드맵으로 정리하기’는 자신만의 마인드맵을 만들어 단원의 핵심
내용을 구조화하여 정리할 수 있도록 구성하였습니다.



차례

I 물질의 세 가지 상태와 용액

1 물질의 세 가지 상태 (1)

01. 기체(1)	010
02. 기체(2)	022
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	034

2 물질의 세 가지 상태 (2)

01. 분자 간 상호 작용	040
02. 액체	050
03. 고체	060
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	066

3 용액

01. 용액의 농도	072
02. 묽은 용액의 성질(1)	084
03. 묽은 용액의 성질(2)	094
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	102
대단원 마무리	106

II 반응엔탈피와 화학 평형

1 반응엔탈피

01. 반응엔탈피와 열화학 반응식	114
02. 헤스 법칙	126
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	138

2 화학 평형과 평형 이동

01. 화학 평형	144
02. 화학 평형 이동(1)	156
03. 화학 평형 이동(2)	166
04. 상평형 그림	176
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	184

3 산 염기 평형

01. 산 염기의 세기	190
02. 염의 가수 분해와 완충 용액	200
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	210
대단원 마무리	214

무엇을 공부할지 함께
확인해 볼까~용?



III

반응 속도와 촉매

1 반응 속도

01. 반응 속도	222
02. 활성화 에너지	232
03. 농도, 온도에 따른 반응 속도	242
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	252

2 촉매와 우리 생활

01. 촉매와 반응 속도	258
02. 생활 속의 촉매	266
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	274
대단원 마무리	278

IV

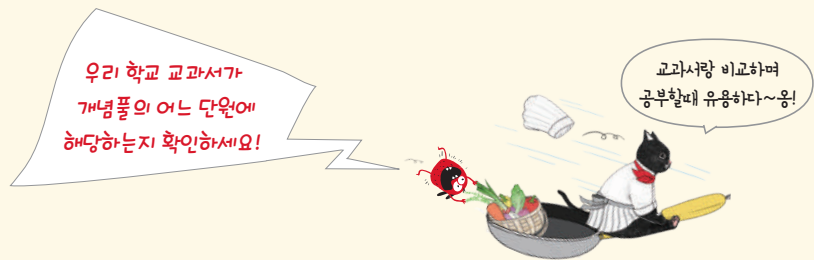
전기 화학과 이용

1 전기 화학의 원리와 수소 연료 전지

01. 화학 전지의 원리	286
02. 실용 전지와 전지 전위	298
03. 전기 분해의 원리	308
수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	320
대단원 마무리	324

개념풀과 우리 학교 교과서 비교

대단원	중단원	소단원	개념풀
I 물질의 세 가지 상태와 용액	1 물질의 세 가지 상태(1)	01. 기체(1)	10~21
		02. 기체(2)	22~33
	2 물질의 세 가지 상태(2)	01. 분자 간 상호 작용	40~49
		02. 액체	50~59
		03. 고체	60~65
	3 용액	01. 용액의 농도	72~83
		02. 묽은 용액의 성질(1)	84~93
		03. 묽은 용액의 성질(2)	94~101
II 반응엔탈피와 화학 평형	1 반응엔탈피	01. 반응엔탈피와 열화학 반응식	114~125
		02. 헤스 법칙	126~137
	2 화학 평형과 평형 이동	01. 화학 평형	144~155
		02. 화학 평형 이동(1)	156~165
		03. 화학 평형 이동(2)	166~175
		04. 상평형 그림	176~183
	3 산 염기 평형	01. 산 염기의 세기	190~199
		02. 염의 가수 분해와 완충 용액	200~209
III 반응 속도와 촉매	1 반응 속도	01. 반응 속도	222~231
		02. 활성화 에너지	232~241
		03. 농도, 온도에 따른 반응 속도	242~251
	2 촉매와 우리 생활	01. 촉매와 반응 속도	258~265
		02. 생활 속의 촉매	266~273
IV 전기 화학과 이용	1 전기 화학의 원리와 수소 연료 전지	01. 화학 전지의 원리	286~297
		02. 실용 전지와 전지 전위	298~307
		03. 전기 분해의 원리	308~319



교학사	미래엔	비상교육	상상아카데미	지학사	천재교육
13-18	14-19	11-14	15-20	13-16	11-17
19-28	20-29	15-19	21-30	17-25	18-23
31-34	30-35	20-23	33-37	26-30	24-30
35-43	36-43	24-27	41-46	31-37	31-40
44-49	44-49	28-31	49-52	38-42	41-44
53-58	52-57	39-41	55-59	49-52	49-52
59-65	58-63	42-45	63-67	53-57	53-57
66-69	64-67	46-48	68-70	58-60	58-61
81-84	78-81	61-63	83-86	75-79	75-78
85-89	82-89	64-69	89-94	80-84	79-85
93-96	90-97	77-81	97-102	91-97	89-94
97-100	98-101, 104-105	82-87	105-108	98-102	95-99
101-102	102-103, 106	88-90	109-111	103-105	100-102
103-105	108-111	97-98	115-117	106-108	104-107
109-114	112-117	100-102	121-125	115-119	111-117
115-119	118-125	103-106	125-132	120-123	118-124
131-142	136-147	119-126	145-154	139-142, 150-153	137-146
142-143	148-149	127-128	157-159	143-145	148-150
147-155	150-157	135-139	163-171	146-149, 154-156	155-162
159-161	158-161	147-148	175-176	163-165	167-170
162-167	162-165	149-152	179-182	166-169	171-175
179-183	180-183	165-169	195-200	185-188	187-191
183	184-187	170-171	196	189-193	192-194
184-193	188-197	172-176	203-212	194-203	195-201

I

물질의 세 가지 상태와 용액

🐱 나의 학습 계획표 🌟

중단원	소단원	계획일	실천일	성취도
1 물질의 세 가지 상태 (1)	01. 기체 (1)	/	/	○△×
	02. 기체 (2)	/	/	○△×
	수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	/	/	○△×
2 물질의 세 가지 상태 (2)	01. 분자 간 상호 작용	/	/	○△×
	02. 액체	/	/	○△×
	03. 고체	/	/	○△×
	수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	/	/	○△×
3 용액	01. 용액의 농도	/	/	○△×
	02. 묽은 용액의 성질 (1)	/	/	○△×
	03. 묽은 용액의 성질 (2)	/	/	○△×
	수능 POOL + 실전! 수능 도전하기	/	/	○△×
	대단원 정리 + 문제	/	/	○△×



1 물질의 세 가지 상태 (1)



배울 내용 살펴보기

01 기체 (1)

- A 기체의 압력
- B 보일 법칙
- C 샤를 법칙
- D 아보가드로 법칙

보일 법칙, 샤를 법칙, 아보가드로 법칙으로 기체의 온도, 압력, 부피, 양(mol) 사이의 관계를 설명할 수 있어.



02 기체 (2)

- A 이상 기체 방정식
- B 기체 분자 운동론
- C 부분 압력 법칙

이상 기체 방정식을 이용해서 기체의 분자량을 구할 수 있어.





기체(1)

핵심 키워드로 흐름잡기

- A 기체의 압력, 대기압, 기체의 압력 측정
- B 보일 법칙
- C 샤를 법칙, 절대 온도
- D 아보가드로 법칙

1 압력

단위 면적에 작용하는 힘으로, 단위는 **Pa(파스칼)**이다.

$$\text{압력(Pa)} = \frac{\text{작용하는 힘(N)}}{\text{힘을 받는 면의 넓이(m}^2\text{)}}$$

2 대기압

대기압은 지구를 둘러싼 대기층의 무게에 의해 생긴다. 즉 대기압은 공기 기둥에 가해지는 압력이다.

3 압력의 단위

- 1 atm = 760 mmHg
= 1.013×10^5 Pa
= 1013 hPa
- 1 Pa = 1 N/m²
- 1 hPa = 100 Pa

4 기체의 압력 측정

수은이 들어 있는 U자관의 한쪽 끝이 열려 있는 경우에는 대기압을 고려해야 하지만, 한쪽 끝이 닫혀 있는 경우에는 대기압을 고려하지 않는다.

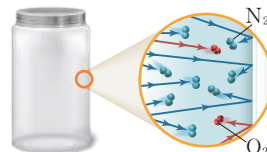
용어 알기

- **압력**(누르다 壓, 힘 力) 단위 면적에 가해진 힘의 크기
- **atm** atmosphere(대기)에서 이름을 딴 압력의 단위
- **Pa** 프랑스의 과학자 파스칼(Pascal)에서 이름을 딴 압력의 단위

A 기체의 압력

[출·제·단·서] 기체의 압력과 부피 관계를 이용하여 부피 또는 압력을 구하는 문제가 나와.

1. 기체의 압력 기체 분자가 단위 면적에 작용하는 힘 $\Rightarrow$ 기체 분자들이 끊임없이 운동하면서 기체가 담긴 용기의 벽면에 충돌하여 힘을 가하기 때문에 나타난다.

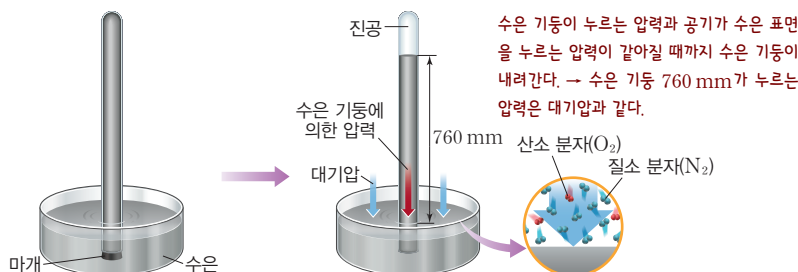


▲ 기체의 압력과 분자 운동

2. 대기압 지구를 둘러싼 공기에 의해 생기는 압력

대기압의 측정

한쪽 끝이 막힌 긴 유리관에 수은을 가득 채워 수은이 담긴 용기에 거꾸로 세우면 수은 기둥의 높이가 76 cm(760 mm)로 일정하게 유지된다. $\Rightarrow$ 수은 기둥의 높이가 760 mm일 때의 압력이 1기압이다.



$$1\text{기압}(\text{atm}) = 760\text{ mmHg}$$

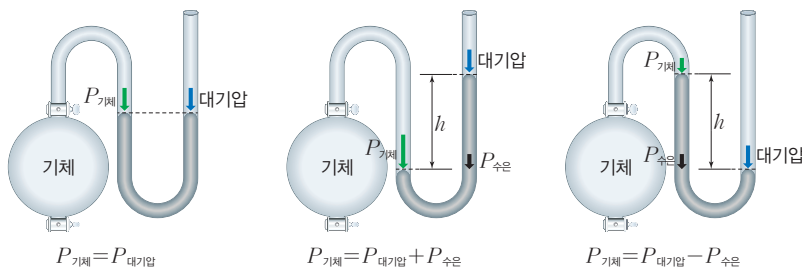
3. 기체의 압력 측정

(1) 기체의 압력의 크기 단위 면적당 충돌하는 분자 수가 많을수록, 기체 분자가 강하게 충돌할수록 기체의 압력이 커진다. 온도, 용기의 부피, 기체 분자의 수에 따라 충돌 수와 충돌 세기가 달라진다.

(2) 기체의 압력 측정 용기 속 기체의 압력은 수은이 들어 있는 U자관 장치를 이용하여 측정할 수 있다. **양기Tip** 수은 기둥의 높이 차(h) $\rightarrow$ 기체의 압력 = 대기압

기체 쪽 수은 기둥이 높을 때 $\rightarrow$ 기체의 압력 < 대기압
대기 쪽 수은 기둥이 높을 때 $\rightarrow$ 기체의 압력 > 대기압

기체의 압력 측정



양쪽 관의 수은 기둥의 높이가 같으면 대기가 수은 면에 작용하는 힘과 기체가 수은 면에 작용하는 힘이 같다.
 $\Rightarrow$ 기체의 압력 = 대기압

대기압 쪽 관의 수은 기둥의 높이가 더 높으면 기체의 압력이 대기압보다 수은 기둥의 높이 차만큼 크다.
 $\Rightarrow$ 기체의 압력 = 대기압 + 수은 기둥의 높이 차에 의한 압력

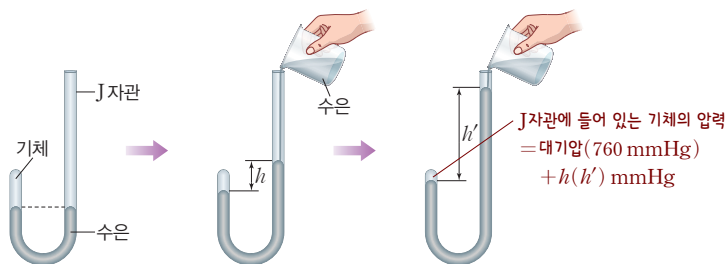
기체 쪽 관의 수은 기둥의 높이가 더 높으면 기체의 압력이 대기압보다 수은 기둥의 높이 차만큼 작다.
 $\Rightarrow$ 기체의 압력 = 대기압 - 수은 기둥의 높이 차에 의한 압력

B 보일 법칙

[출·제·단·서] 그래프에서 압력과 부피 관계를 유추하는 문제가 나와.

1. 기체의 압력과 부피의 관계

- (1) 온도가 일정할 때 일정량의 기체에 가해지는 압력이 커지면 기체의 부피^⑤는 작아지고, 압력이 작아지면 기체의 부피는 커진다.
- (2) **보일의 실험** 일정한 온도에서 한쪽 끝이 막힌 J자관에 수은을 넣어 기체에 가해지는 압력을 증가시키면서 J자관에 들어 있는 기체의 부피 변화를 측정한다. → 수은 기둥의 높이 차 (h, h')가 커질수록 J자관에 들어 있는 기체가 받는 압력이 커지므로 기체의 부피는 줄어든다.



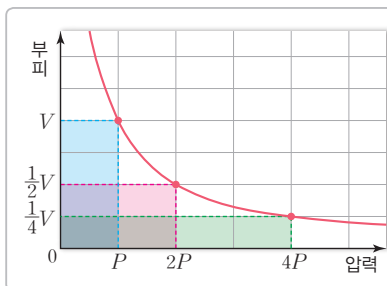
▲ 보일의 J자관 실험

보일은 이 실험을 통해 일정한 온도에서 일정량의 기체의 압력과 부피 사이에 반비례 관계가 성립하는 것을 발견하였다.

2. 보일 법칙 탐구 POOL **양기 TIP** 일정한 온도에서 일정량의 기체의 부피는 압력에 반비례한다. $PV = k$ 이다.

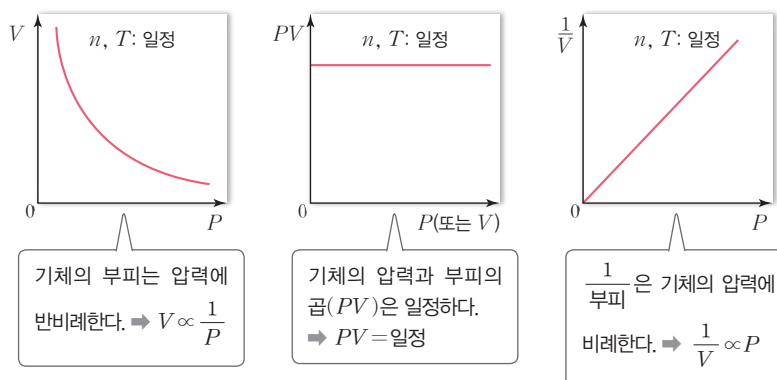
- (1) 일정량의 기체의 압력 P 가 $2P, 4P \dots$ 로 커지면 기체의 부피 V 는 $\frac{1}{2}V, \frac{1}{4}V \dots$ 로 감소한다.
→ 일정한 온도에서 일정량의 기체의 부피(V)는 압력(P)에 반비례하며, 압력과 부피의 곱 ($P \times V$)은 일정하다($P \times V = k$ (k : 상수)).

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 (P_1: \text{처음 압력}, V_1: \text{처음 부피}, P_2: \text{나중 압력}, V_2: \text{나중 부피})$$



- ① $P \times V = 2P \times \frac{1}{2}V = 4P \times \frac{1}{4}V$ 로, 압력과 부피의 곱은 $P \times V$ 로 같다.
- ② 기체의 압력에 따른 부피를 나타낸 그래프 하단의 면적은 $P \times V$ 로 모두 같다.

(2) 보일 법칙 그래프 기체의 양(n)이 많아지거나, 온도(T)가 높아지면 PV 값이 커진다.



⑤ 기체의 부피

부피는 물질들이 차지하는 공간이고, 기체의 부피는 기체 분자들이 운동하는 공간의 크기이다. 기체는 끊임없이 불규칙한 직선 운동을 하여 공간을 모두 채우려는 성질이 있으므로 기체의 부피는 기체가 들어 있는 용기의 부피와 같다.

+ 보일 법칙으로 설명할 수 있는 현상

- 자동차가 충돌할 때, 팽창한 에어백은 사람과 부딪히면서 압력을 받게 되고, 부피가 줄어들면서 사람에게 가해지는 충격이 완화된다.
- 헬륨 기체를 채운 풍선이 하늘 높이 올라가면 부피가 커지다가 터진다.
- 물속에서 잠수부의 호흡으로 만들어진 기포는 수면에 가까워질수록 커진다.

용어 알기

● **J자관** 한쪽 끝이 막혀 있고, 그 안에 공기가 수은에 의해 갇혀 있는 긴 J자형 유리관

빈출 계산연습 기체의 압력과 부피 관계 계산하기

25 °C, 1기압에서 주사기에 공기 100 mL가 들어 있다. 주사기 끝을 막고 피스톤을 눌러 주사기 속 공기의 부피가 40 mL가 되었을 때 주사기 속 공기의 압력을 구해 보자.

1단계 일정한 조건과 변하는 조건을 확인한다. ➡ 온도와 기체의 양이 일정하고, 부피와 압력이 변한다.

2단계 필요한 기체 법칙을 적용한다.

➡ '일정한 온도에서 일정량의 기체의 부피는 압력에 반비례한다.'는 보일 법칙을 적용한다.

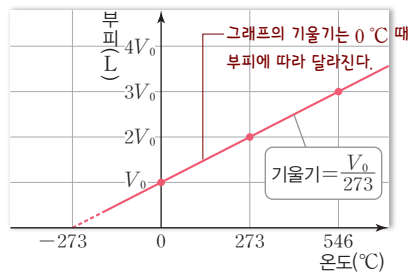
3단계 1기압일 때 공기의 부피가 100 mL이고, 공기의 부피가 40 mL일 때의 압력을 x 기압이라고 하면 $1 \times 100 = x \times 40$ 이므로 $x = 2.5$ (기압)이다.

C 샤를 법칙

[출·제·단·서] 기체의 온도와 부피 관계를 물어보는 문제가 나와.

1. 기체의 온도와 부피의 관계 일정한 압력에서 일정량의 기체의 온도가 높아지면 부피가 증가하고, 온도가 낮아지면 부피가 감소한다.

2. 샤를의 실험 온도에 따른 기체의 부피 팽창률을 측정한다. ➡ 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피는 기체의 종류에 관계 없이 온도가 1 °C 높아질 때마다 0 °C 때 부피의 $\frac{1}{273}$ 씩 증가한다. 온도가 1 °C 높아질 때마다 기체의 부피가 0 °C 때 부피의 $\frac{1}{273}$ 씩 증가하므로 273 °C에서 0 °C 때 부피의 2배가 된다.



$$V_t = V_0 + \frac{V_0}{273}t$$

(V_t : t °C일 때 기체의 부피,
 V_0 : 0 °C일 때 기체의 부피)

⊕ 샤를 법칙으로 설명할 수 있는 현상

- 찌그러진 탁구공을 뜨거운 물에 넣으면 탁구공이 펴진다.
- 풍선을 액체 질소에 넣으면 쭈그러들고 꺼내면 다시 원래의 모양으로 부풀어 오른다.

⑥ 온도에 따른 기체의 부피 그래프에서 0 K에 가까워질 때는 점선으로 나타내는 까닭

기체의 온도가 낮아지면 절대 영도에 도달하기 전에 액체 또는 고체로 상태가 변하는데, 이 상태에서는 샤를 법칙을 적용할 수 없으므로 점선으로 나타낸다.

용어 알기

- **섭씨온도(°C)** 1기압에서 얼음의 녹는점을 0 °C, 물의 끓는점을 100 °C로 정하고, 그 사이를 100등분하여 정한 온도
- **절대 온도(K)** 19세기 켈빈이 정한 온도로, 국제 표준으로 사용하는 온도

3. 샤를 법칙 탐구 POOL

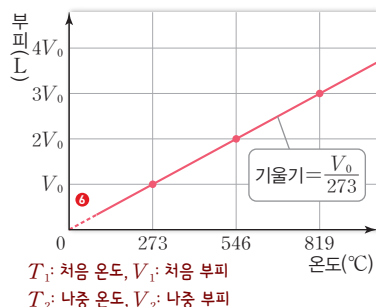
(1) **절대 온도** **양기Tip** 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피는 절대 온도에 비례한다. $V = kT$ 이다.

① **절대 영도**: 이론적으로 기체의 부피가 0이 되는 온도로 -273 °C이며, 이 온도가 절대 영도이다. 절대 영도는 -273 °C이며, 0 K이다.

② **절대 온도**: 절대 영도를 0으로 하여 섭씨온도와 같은 간격으로 나타낸 온도로, 단위는 K(켈빈)이다. 절대 온도는 섭씨온도에 273을 더하여 구하기 때문에 섭씨온도와 간격이 같다.

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273$$

(2) **샤를 법칙** 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피(V)는 절대 온도(T)에 비례한다.



$$V = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right)$$

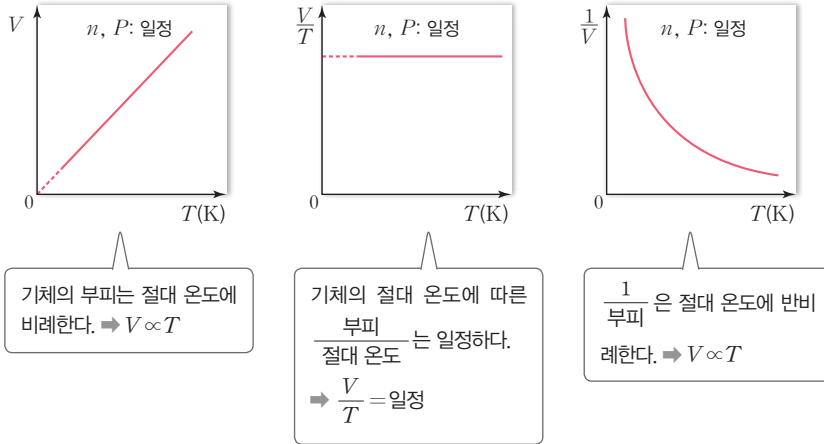
를 절대 온도(T)로 정리하면

$$V = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right) = V_0 \left(\frac{273+t}{273} \right)$$

$$= \frac{V_0}{273} (273+t) = kT \Rightarrow V \propto T$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \quad V = kT \quad (k: \text{상수})$$

(3) 샤를 법칙 그래프



빈출 계산연습 기체의 부피와 온도 관계 계산하기

27 °C에서 4 L의 Ne(g)을 -3 °C로 냉각할 때 부피를 구해 보자. (단, 압력은 일정하다.)

1단계 일정한 조건과 변하는 조건을 확인한다.

$\Rightarrow$ 압력과 기체의 양이 일정하고, 온도와 부피가 변한다.

2단계 필요한 기체 법칙을 적용한다.

$\Rightarrow$ 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피는 절대 온도에 비례한다.'는 샤를 법칙을 적용한다.

3단계 27 °C (300 K)에서 부피가 4 L일 때 -3 °C (270 K)에서의 부피를 x L라고 하면

$$\frac{4}{300} = \frac{x}{270} \text{ 이므로 } x = 3.6 (\text{L}) \text{ 이다.}$$

D 아보가드로 법칙

[출·제·단·서] 일정한 온도와 압력에서 기체의 양에 따른 부피를 묻는 문제가 나와.

1. 기체의 양(mol)과 부피의 관계 아보가드로는 '기체는 온도와 압력이 같을 때 기체의 종류에 관계없이 같은 부피 속에 같은 수의 입자를 갖는다.'는 가설을 발표하였다.

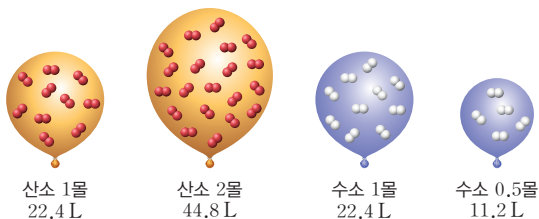
$\Rightarrow$ 이때 입자는 **분자**이다.

2. 아보가드로 법칙

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

$$V = k \times n \quad (k: \text{상수})$$

(2) 0 °C, 1기압에서 기체 1[●]몰의 부피는 기체의 종류에 관계없이 22.4 L의 부피를 차지하며, 이 부피를 몰 부피라고 한다.



▲ 0 °C, 1기압에서 기체의 양에 따른 부피

일정한 온도와 압력에서 같은 부피에 들어 있는 기체의 양(mol)은 같으며, 기체의 양(mol)이 많아지면 부피도 이에 비례하여 증가한다.

7 기체의 양(mol)과 부피 사이의 관계(0 °C, 1기압)

기체	산소 1몰	이산화 탄소 1몰
모형		
부피	22.4 L	22.4 L

용어 알기

● **분자**(나누다 분, 아들 자) 독립된 입자로 존재하여 물질의 성질을 나타내는 최소 입자
 ● **몰** 원자, 분자, 이온과 같은 물질의 양을 나타내는 단위 (입자 1몰 = 6.02×10^{23} 개)



기체의 압력과 부피의 관계 알아보기

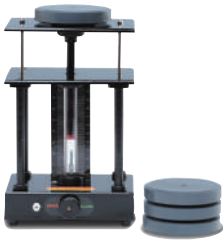
목표 일정한 온도에서 압력에 따른 기체의 부피를 측정하여 기체의 압력과 부피 관계를 설명할 수 있다.

과정

유의점

- 주사기의 용량은 감압 용기의 크기에 따라 조절한다.
- 피스톤의 마찰을 줄이려면 실리콘 오일을 소량 바른다.

이런 실험도 있어요! 보일 법칙 실험 장치



보일 법칙 실험 장치의 밸브를 조절하여 공기를 일정량 넣고 장치에 추를 1개씩 계속 올려놓으면서 밸브 속 공기의 부피를 측정한다. 이때 추 1개의 압력은 1기압과 같다.

추를 올리지 않았을 때는 대기압(1기압), 추 1개를 올리면 2기압이 된다.



① 주사기에 일정량의 공기 넣기

주사기 속의 공기 부피가 10 mL가 되도록 피스톤을 조절한 후, 주사기의 입구를 마개로 막는다.

② 감압 용기에 주사기 고정하기

과정 ①의 주사기를 감압 용기의 중앙에 거꾸로 세운 후 넘어지지 않도록 고무찰흙으로 고정한다.

③ 기체의 압력 측정 준비하기

감압 용기의 뚜껑을 닫고 뚜껑 중앙의 공기 구멍에 맞춰 펌프를 끼운다.

④ 압력을 변화시키면서 부피 측정하기

펌프를 상하로 움직여 용기 내부 압력을 0.2기압씩 낮추면서 주사기 속 공기의 부피를 측정한다.

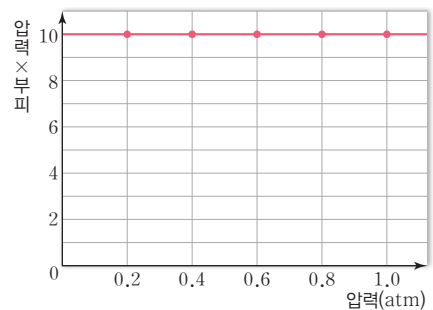
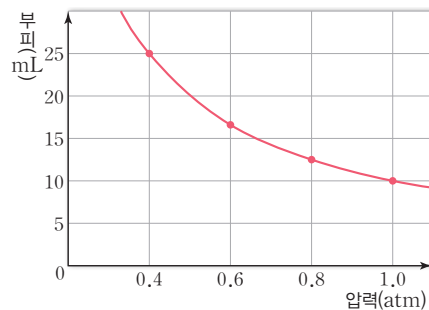


결과

압력(atm)	1.0	0.8	0.6	0.4
부피(mL)	10	12.5	16.6	25
압력 × 부피	10	10	약 10	10

정리 및 해석

① 기체의 압력과 부피 관계 및 압력과 (압력 × 부피)의 관계를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



② 공기의 압력이 감소하면 부피가 증가하고, 공기의 압력과 부피의 곱은 압력에 관계없이 일정하다.

한·줄·핵심 일정한 온도에서 일정량의 기체의 부피와 압력은 반비례하고, 압력과 부피의 곱은 일정하다.

확인 문제

정답과 해설 002쪽

01 이 탐구 활동에서 용기 내부의 압력을 0.2 atm으로 했을 때, 주사기 속 기체의 부피를 구하시오.

02 이 탐구 활동에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) 주사기에 공기 20 mL를 넣고 실험해도 0.8 atm일 때 주사기 속 기체의 부피는 12.5 mL이다. ()
- (2) 일정한 온도에서 일정량의 기체의 압력과 부피의 곱은 일정하다. ()



기체의 온도와 부피의 관계 알아보기

목표 일정한 압력에서 온도에 따른 기체의 부피를 측정하여 기체의 온도와 부피 관계를 설명할 수 있다.

과정

유의점

- 비커에 주사기를 넣은 후 주사기 속 공기의 온도가 물의 온도와 같아질 때까지 기다린다.
- 피스톤의 마찰을 줄이려면 실리콘 오일을 소량 바른다.

① 서로 다른 온도 조건 준비하기

비커 4개에 실온의 물을 각각 반 정도 넣은 후, 얼음과 따뜻한 물을 사용하여 각 비커 속 물의 온도가 0 °C, 20 °C, 40 °C, 60 °C가 되도록 만든다.

② 주사기에 일정량의 공기 넣기

주사기 속의 공기 부피가 30 mL가 되도록 피스톤을 조절하여 주사기의 입구를 막는다.

③ 온도에 따른 공기의 부피 측정하기

0 °C의 물이 든 비커 속에 주사기를 넣고 2~3분 기다린 후 주사기 속 공기의 부피를 측정한다. 주사기를 차례로 나머지 비커 속으로 옮겨가면서 주사기 속 공기의 부피를 측정한다.



결과

섭씨온도(°C)	0	20	40	60
절대 온도(K)	273	293	313	333
부피(mL)	27	29	31	33
부피 절대 온도	약 0.1	약 0.1	약 0.1	약 0.1

이런 실험도 있어요!

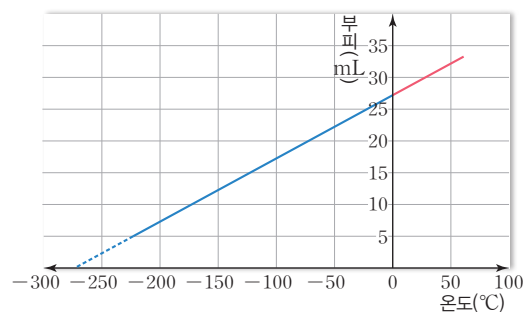
빨대를 이용한 실험



빨대의 한쪽 끝을 실러로 막고 공기가 들어 있는 빨대에 소량의 물을 넣어 물마개를 만든 후 온도가 다른 물에 넣어 빨대 속 물마개까지의 높이를 측정한다.

정리 및 해석

- ① 기체의 온도와 부피의 관계를 그래프로 나타내면 오 른쪽 그림과 같다.
- ② 온도가 10 °C 높아지면 기체의 부피는 1 mL씩 일정한 비율로 증가한다.
- ③ 이 그래프를 연장하여 기체의 부피가 0이 되는 온도를 구하면 -273 °C이다.



한 줄 핵심 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피는 온도가 높아지면 증가한다. 기체의 부피는 절대 온도에 비례한다.

확인 문제

정답과 해설 002쪽

01 27 °C에서 부피가 3.0 L인 기체가 있다. 같은 압력에서 기체의 온도를 127 °C로 높였을 때 기체의 부피를 구하시오.

02 이 탐구 활동에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) 주사기 속 공기의 온도를 0 °C로 하면 공기의 부피는 0이 된다. ()
- (2) 일정한 압력에서 기체의 부피와 절대 온도의 곱은 일정하다. ()

콕콕!

개념 확인하기

정답과 해설 002쪽

✓ 잠깐 확인!

1. 기체의 ☐ ☐

기체 분자가 단위 면적에 작용하는 힘으로, 기체 분자의 충돌 수가 ☐수록, 충돌 세기가 ☐할수록 크다.

2. ☐ ☐ ☐

지구를 둘러싼 대기에 의해 생기는 압력이다.

3. ☐ ☐ 법칙

일정한 온도에서 일정량의 기체의 부피는 압력에 ☐ ☐한다.

4. ☐ ☐ ☐ ☐

-273°C 를 0으로 하여 섭씨온도와 같은 간격으로 나타낸 온도로 단위는 ☐이다.

5. ☐ ☐ 법칙

일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피는 절대 온도에 ☐ ☐한다.

6. 아보가드로 법칙

일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 기체의 종류에 관계없이 기체의 양(mol)에 ☐ ☐한다.



A 기체의 압력

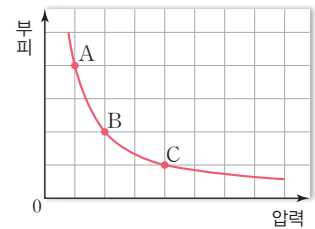
B 보일 법칙

01 기체의 압력에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) 기체의 압력은 기체 분자 운동에 의한 충돌에 의해 나타난다. ()
- (2) 1기압은 수은 기둥 76 cm가 수은 면을 누르는 힘과 같다. ()
- (3) 일정한 온도에서 일정량의 기체의 압력과 부피의 곱은 항상 같다. ()

02 그림은 25°C 에서 일정량의 헬륨(He) 기체의 압력에 따른 부피를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

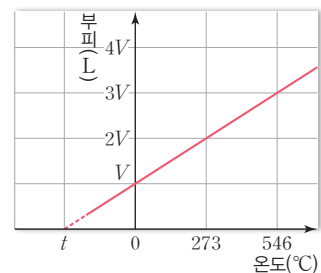
- (1) 단위 부피당 분자 수는 A에서보다 B에서 크다. ()
- (2) 압력과 부피의 곱은 B에서보다 C에서 크다. ()
- (3) 단위 시간당 단위 면적에 충돌하는 분자 수는 $A < B < C$ 이다. ()



C 샤를 법칙

03 그림은 일정한 압력에서 네온(Ne) 1 g의 온도에 따른 부피를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) t 는 -273 이다. ()
- (2) 온도가 1°C 높아질 때마다 기체의 부피는 일정 비율로 증가한다. ()
- (3) 기체의 양은 기체의 부피가 $3V$ 일 때가 $2V$ 일 때보다 크다. ()



D 아보가드로 법칙

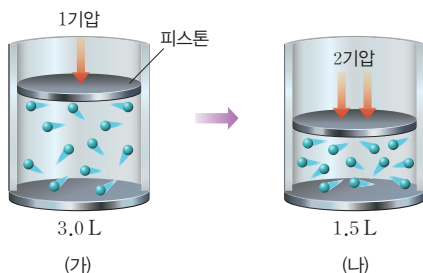
04 기체의 성질에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) 일정한 온도와 압력에서 1 L의 용기에 들어 있는 기체의 양(mol)은 헬륨(He)이 네온(Ne)보다 크다. ()
- (2) 25°C , 1기압에서 질소 w g의 부피가 1 L일 때, 10 L에 들어 있는 질소의 질량은 $10w$ g이다. ()



A 기체의 압력 B 보일 법칙

01 그림은 일정한 온도에서 일정량의 헬륨이 들어 있는 실린더에 가하는 압력을 변화시켰을 때의 변화를 모형으로 나타낸 것이다.

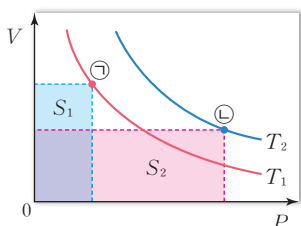


(나)가 (가)보다 큰 값을 갖는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 단위 시간당 피스톤에 충돌하는 횟수
 - ㄴ. 단위 부피당 분자 수
 - ㄷ. 단위 부피당 질량

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 일정량의 기체의 압력과 부피 관계를 나타낸 것이다.

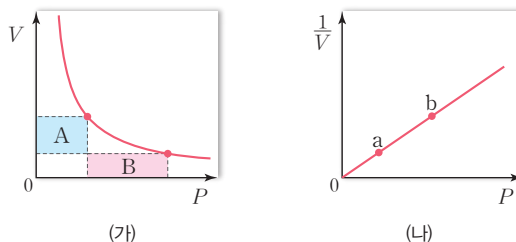


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. $T_1 < T_2$ 이다.
 - ㄴ. $S_1 = S_2$ 이다.
 - ㄷ. 분자 사이의 충돌 횟수는 ㉠ > ㉡이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)와 (나)는 일정한 온도에서 네온(Ne) 1g의 압력(P)과 부피(V) 사이의 관계를 각각 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 기체의 부피는 $a < b$ 이다.
 - ㄴ. (가)에서 A의 면적과 B의 면적이 같다.
 - ㄷ. Ne(g) 2g으로 실험하면 (가)에서 A 부분의 면적은 2배가 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림과 같이 페트병에 물을 채운 뒤 작은 시험관을 거꾸로 넣고 뚜껑을 닫은 후 페트병을 손으로 누르면 시험관이 가라앉고, 손을 떼면 시험관이 다시 떠올랐다.



페트병을 누를 때 시험관 속에서 일어나는 변화로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

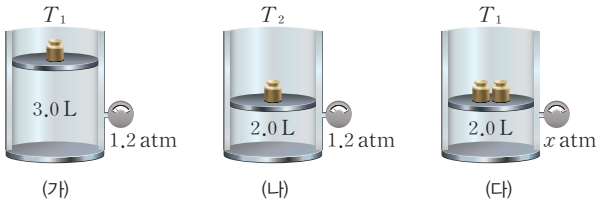
- 보기
- ㄱ. 공기의 밀도가 증가한다.
 - ㄴ. 공기 분자 수가 감소한다.
 - ㄷ. 공기 분자들 사이의 충돌 횟수가 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

탄탄! 내신 다지기

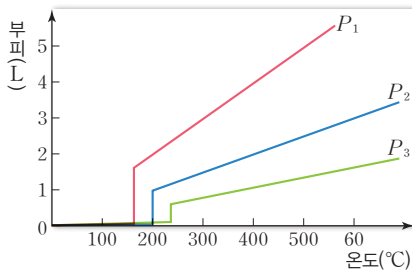
단답형

05 그림 (가)는 실린더에 일정량의 $\text{He}(g)$ 이 담긴 모습을, (나)는 (가)에서 온도를 변화시킨 모습을, (다)는 (가)에서 압력을 변화시킨 모습을 나타낸 것이다. 절대 온도 T_1 와 T_2 의 비 ($T_1 : T_2$)와 x 를 각각 구하시오.



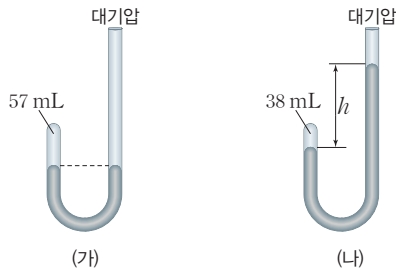
단답형

06 그림은 서로 다른 압력 P_1, P_2, P_3 에서 일정량의 물질 X의 온도에 따른 부피를 나타낸 것이다.



P_1, P_2, P_3 를 부등호로 비교하시오.

07 그림과 같이 일정량의 헬륨이 들어 있는 (가)에 수은을 더 넣었더니 (나)와 같이 되었다.

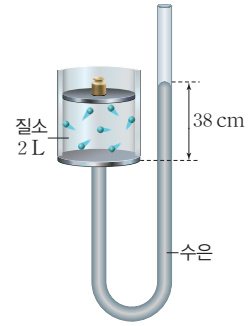


$h(\text{cm})$ 는? (단, 대기압은 76 cmHg이다.)

- ① 19 ② 38 ③ 57
④ 76 ⑤ 95

08 그림은 J자관과 연결된 실린더에 질소(N_2) 기체를 채운 후 추 1개를 올렸을 때의 모습을 나타낸 것이다.

실린더에 같은 질량의 추 1개를 더 올렸을 때에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 대기압은 76 cmHg이다.)



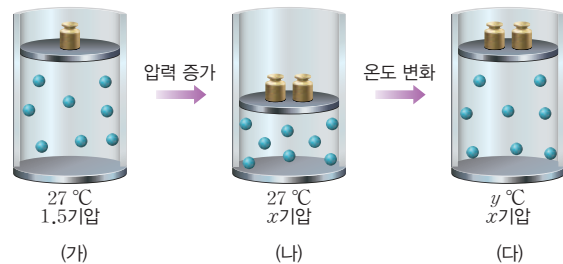
보기

- ㄱ. 질소 기체의 부피는 1.5 L가 된다.
ㄴ. J자관의 수은 기둥의 높이 차는 19 cm가 된다.
ㄷ. 단위 부피당 분자의 충돌 횟수는 추를 올리기 전의 1.5배가 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

C 사례 법칙

09 그림은 실린더에 일정량의 기체를 넣고 추를 올려 압력과 온도를 변화시켰을 때의 모습을 나타낸 것이다. 부피는 (다)가 (나)의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 1기압이고, 추의 질량은 동일하며, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

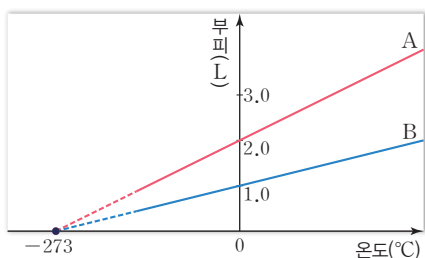
보기

- ㄱ. x 는 3이다.
ㄴ. y 는 54이다.
ㄷ. (다)에 추 1개를 더 올려놓으면 기체의 부피는 (가)의 $\frac{6}{5}$ 배가 된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



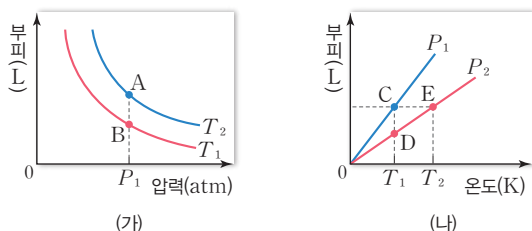
10 그림은 일정한 압력에서 온도에 따른 기체 A와 B의 부피를 나타낸 것이다.



A와 B의 부피 차이가 2 L인 온도는?

- ① 100 °C ② 200 °C ③ 273 °C
④ 400 °C ⑤ 546 °C

11 그림 (가)는 일정량의 질소(N_2) 기체의 압력에 따른 부피를, (나)는 온도에 따른 부피를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
ㄱ. 압력은 A가 D보다 크다.
ㄴ. $N_2(g)$ 의 밀도는 C가 B보다 크다.
ㄷ. 기체 분자 사이의 평균 거리는 A가 E보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

D 아보가드로 법칙

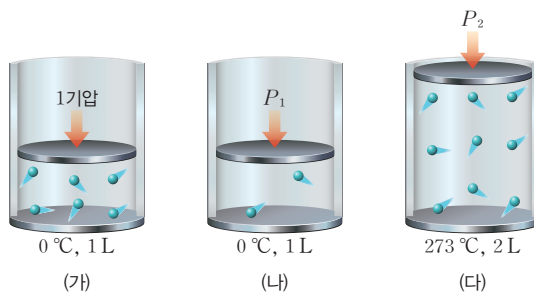
단답형

12 표는 서로 다른 양(mol)의 $Ne(g)$ 의 상태를 나타낸 것이다.

양(mol)	온도(°C)	압력(atm)	부피(L)
1	0	1	V_1
1	273	2	V_2
2	0	1.5	V_3

V_1, V_2, V_3 을 등호나 부등호로 비교하시오.

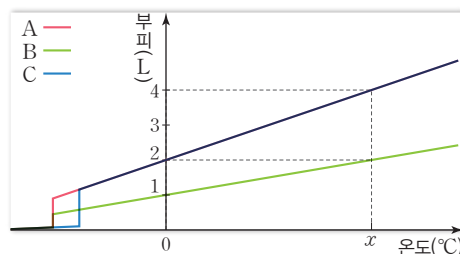
13 그림은 3개의 실린더에 각각 $He(g)$ 이 들어 있는 상태를 나타낸 것이다.



$\frac{P_2}{P_1}$ 는?

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{3}{2}$ ③ 2
④ $\frac{5}{2}$ ⑤ $\frac{9}{2}$

14 그림은 1기압에서 같은 질량의 물질 A~C의 온도에 따른 부피를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
ㄱ. x는 273이다.
ㄴ. 0 °C에서 기체의 양(mol)은 A가 B의 2배이다.
ㄷ. A와 C는 같은 물질이다.

- ① ㄷ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



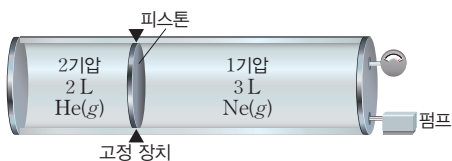
도전! 실력 올리기

출제예감

01 다음은 일정한 온도에서 기체의 성질을 알아보기 위한 실험 과정이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 피스톤으로 분리된 용기에 $\text{He}(g)$ 과 $\text{Ne}(g)$ 을 각각 넣는다.



(나) 고정 장치를 풀어 충분한 시간이 지난 후 $\text{He}(g)$ 의 압력(P)을 측정한다.

(다) 펌프를 이용하여 압력이 1기압이 될 때까지 $\text{Ne}(g)$ 을 소량 빼낸 후 $\text{He}(g)$ 의 부피(V)를 측정한다.

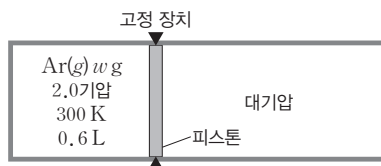
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 마찰은 무시한다.)

- 보기
- ㄱ. (나)에서 P 는 1.5기압이다.
 - ㄴ. (다)에서 V 는 4 L이다.
 - ㄷ. $\text{Ne}(g)$ 의 양(mol)은 (나)에서가 (다)에서의 4배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

출제예감

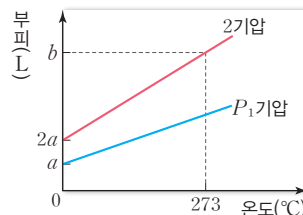
02 그림은 고정 장치로 고정된 실린더에 $\text{Ar}(g)$ 이 들어 있는 상태를 나타낸 것이다.



실린더에 $\text{Ar}(g)$ w g를 추가하고, 고정 장치를 풀어 온도를 400 K로 유지했을 때 $\text{Ar}(g)$ 의 부피(L)는? (단, 대기압은 1기압이고, 피스톤의 마찰은 무시한다.)

- ① 1.2 ② 1.8 ③ 2.4
④ 3.2 ⑤ 4.0

03 그림은 P_1 기압과 2기압에서 온도에 따른 일정량의 $\text{He}(g)$ 의 부피를 나타낸 것이다.

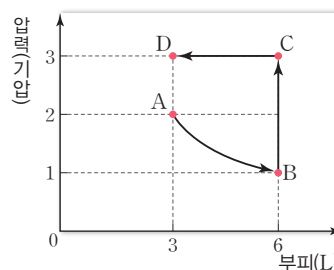


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. b 는 $4a$ 이다.
 - ㄴ. P_1 기압은 1기압이다.
 - ㄷ. P_1 기압, 546 °C일 때 $\text{He}(g)$ 의 부피는 b L가 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 $X(g)$ w g의 부피와 압력을 나타낸 것이다. $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow D$ 과정은 각각 온도, 압력, 부피의 변화 중 하나이고, B에서의 온도는 300 K이다.

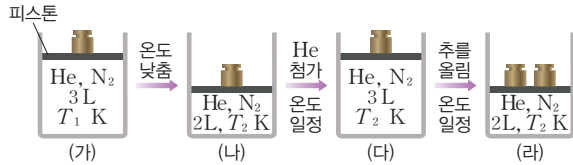


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A에서 $X(g)$ 의 온도는 600 K이다.
 - ㄴ. $B \rightarrow C$ 과정은 샤를 법칙으로 설명할 수 있다.
 - ㄷ. 절대 온도는 C가 D의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 실린더에 같은 양의 $\text{He}(g)$, $\text{N}_2(g)$ 를 넣은 후 조건을 변화시켰을 때 실린더 속 기체의 상태를 나타낸 것이다. 사용한 추는 동일하다.



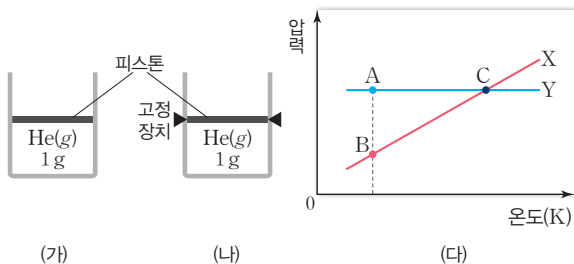
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 1기압이고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

- 보기**
- ㄱ. $\text{He}(g)$ 의 양은 (다)에서가 (나)에서의 2배이다.
 - ㄴ. (라)에 추를 1개 더 올려놓으면 기체의 부피는 1L가 된다.
 - ㄷ. (라)의 온도를 T_1 K로 유지하면 부피는 3L가 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

출제예감

06 그림 (가)와 (나)는 실린더에 각각 같은 질량의 $\text{He}(g)$ 이 들어 있는 것을, (다)는 (가)와 (나)의 온도를 변화시켰을 때의 압력을 나타낸 것이다. X와 Y는 각각 (가)와 (나) 중 하나이다.

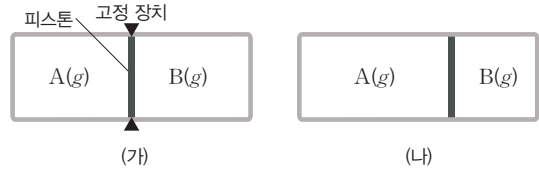


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 1기압이고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

- 보기**
- ㄱ. X는 (나)에 해당한다.
 - ㄴ. 기체의 부피는 A에서가 B에서보다 크다.
 - ㄷ. C에서 (가)와 (나)에 들어 있는 $\text{He}(g)$ 의 밀도는 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

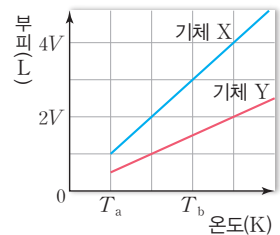
07 그림 (가)는 실린더의 중앙에 피스톤을 고정시키고, 같은 질량의 기체 A와 B를 넣은 모습을, (나)는 고정 장치를 제거하고 충분한 시간이 지난 후의 모습을 나타낸 것이다.



A와 B의 분자량을 부등호로 비교하시오.

서술형

08 그림은 실린더에 들어 있는 같은 질량의 기체 X와 Y의 온도에 따른 부피를 나타낸 것이다.

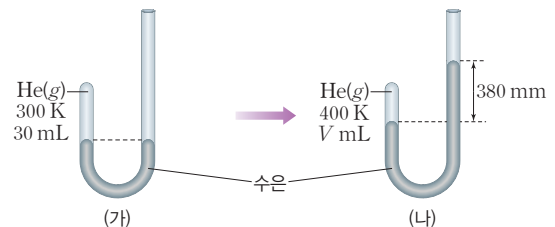


(1) T_a 와 T_b 의 비($T_a : T_b$)를 구하는 방법을 서술하시오.

(2) X와 Y의 분자량비($X : Y$)를 구하는 방법을 서술하시오.

서술형

09 그림 (가)는 300 K에서 한쪽 끝이 막힌 J자관에 $\text{He}(g)$ 30 mL가 들어 있는 모습을, (나)는 (가)의 온도를 높이고 수은을 추가한 후의 모습을 나타낸 것이다.



(나)에서 V 를 구하는 방법을 서술하시오. (단, 대기압은 760 mmHg이다.)



기체(2)

핵심 키워드로 흐름잡기

- A 이상 기체 방정식, 기체 상수
- B 기체 분자 운동론, 기체 분자의 평균 운동 속력
- C 부분 압력, 부분 압력 법칙, 몰 분율

1 이상 기체

- 이상 기체 방정식을 정확히 따르는 가상의 기체이다.
- 분자 사이에 인력이나 반발력이 작용하지 않고, 분자의 크기를 무시할 수 있으므로 분자 자체의 부피가 없다.
- 압력과 온도에 관계없이 기체 1몰의 $\frac{PV}{RT}$ 값은 항상 1이다.

2 이상 기체 방정식

이상 기체 방정식은 기체의 상태를 기술하는 식으로, 기체의 상태를 알려면 압력, 부피, 온도, 양을 측정해야 한다. 그런데 이 중 3가지 값만 측정하면 이상 기체 방정식을 이용하여 나머지 값을 알 수 있다.

+ 실제 기체

분자 자체의 부피가 있고, 분자 사이에 인력이나 반발력이 작용하여 이상 기체 방정식이 완벽하게 들어맞지 않는 기체이다. 온도가 높고, 압력이 낮을수록 분자 사이의 거리가 멀어져 분자 자체의 부피, 분자 사이의 인력이나 반발력을 무시할 수 있으므로 $\frac{PV}{RT}$ 값이 1에 가까워져 이상 기체에 가깝게 행동한다.

🐱 용어 알기

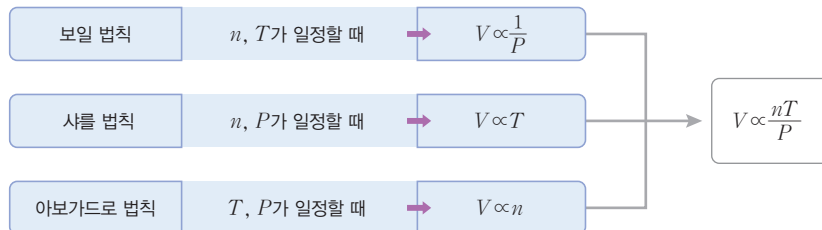
- 상수(일정하다 常, 係數) 일정한 상태에 있는 물질의 성질에 관하여 일정량을 보이는 수

A 이상 기체 방정식

[출·제·단·서] 이상 기체 방정식을 이용하여 기체의 분자량을 구하는 문제가 나와.

1. 이상 기체^① 방정식

(1) 기체 관련 법칙 정리 보일 법칙, 샤를 법칙, 아보가드로 법칙을 종합하면 기체의 부피(V)는 압력(P)에 반비례하고, 절대 온도(T)와 기체의 양(n)에 비례한다.



▲ 기체의 부피, 온도, 압력, 양(mol)의 관계

(2) 이상 기체 방정식^② $V \propto \frac{nT}{P}$ 식을 비례 상수인 기체 상수(R)를 사용하여 정리하면 기체의 상태는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다. **암기TIP** > 이상 기체 방정식 $PV = nRT$

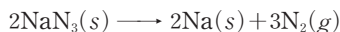
$$V = \frac{nRT}{P} \Rightarrow PV = nRT$$

(3) 기체 상수(R) 0 °C, 1기압에서 기체 1몰의 부피 22.4 L를 이상 기체 방정식에 대입하여 구한 비례 상수

$$PV = nRT \Rightarrow R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \text{ atm} \times 22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol} \times 273 \text{ K}} = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$$

빈출 계산연습 이상 기체 방정식을 이용하여 기체의 양 계산하기

다음은 자동차의 에어백이 충돌할 때 일어나는 반응의 화학 반응식이다.



에어백 속에서 아자이드화 나트륨(NaN_3) 130 g이 분해될 때, 27 °C, 1기압에서 발생하는 질소(N_2) 기체의 부피(L)를 구해 보자. (단, NaN_3 의 화학식량은 65이다.)

1단계 NaN_3 의 양(mol)을 구한다. $\Rightarrow \text{NaN}_3$ 의 화학식량이 65이므로 130 g은 2몰이다.

2단계 NaN_3 2몰이 분해될 때 생성되는 N_2 의 양(mol)을 구한다.
 $\Rightarrow \text{NaN}_3$ 과 N_2 의 몰비가 2 : 3이므로 생성되는 N_2 의 양(mol)은 3몰이다.

3단계 이상 기체 방정식에 주어진 정보를 대입하여 N_2 의 부피(V)를 구한다.

$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{3 \text{ mol} \times 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 73.8 \text{ L}$$

암기TIP > 기체 분자량(M) = $\frac{wRT}{PV} = \frac{dRT}{P}$

2. 이상 기체 방정식을 이용하여 기체의 분자량(M) 구하기 **탐구 POOL**

(1) 기체의 질량(w)을 측정하여 분자량 구하기 기체의 양(n)은 기체의 질량(w)을 분자량(M)으로 나눈 값이므로 이를 이상 기체 방정식에 대입하여 구한다.

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

- (2) 기체의 **밀도(d)**를 측정하여 **분자량 구하기** ③ 기체의 밀도(d)는 기체의 질량(w)을 부피(V)로 나눈 값이므로 이를 이상 기체 방정식에 대입하여 구한다.

$$M = \frac{wRT}{PV} = \frac{dRT}{P}$$

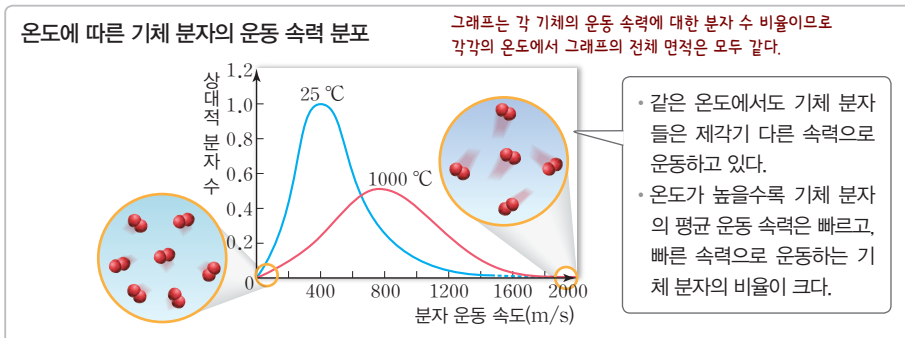
B 기체 분자 운동론

[출·제·단·서] 분자 운동 속력 그래프를 해석하여 절대 온도와 분자량을 비교하는 문제가 나와.

- 1. 기체 분자 운동론** 기체의 성질을 기체 분자 운동으로 설명하는 이론으로 다음과 같은 몇 가지 가정에 근거를 두고 설명한다.



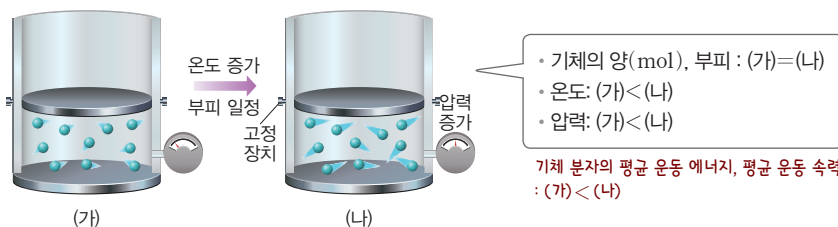
- 2. 기체 분자의 평균 운동 속력** 같은 종류의 기체에서 온도가 높을수록 기체 분자의 평균 운동 에너지가 커지므로 평균 운동 속력이 빠르다.



3. 기체 분자 운동론과 기체 법칙

- (1) 기체의 양(n)과 부피(V)가 일정할 때 기체의 온도(T)와 압력(P) 관계 고정 장치로 고정된 실린더에 일정량의 기체를 넣고 실린더를 가열하면 기체 분자의 평균 운동 속력이 증가하여 용기 벽면에 충돌하는 횟수와 세기가 증가하므로 압력이 커진다.

➔ $PV = nRT$ 에서 n, V 가 같으므로 P 는 T 에 비례한다($P \propto T$).



③ 기체의 밀도를 이용한 분자량 측정

- $M = \frac{dRT}{P}$ 이므로 일정한 온도와 압력에서 기체의 밀도는 분자량에 비례한다. 이로부터 기체의 밀도비는 분자량비와 같다.
- $\frac{d_1}{d_2} = \frac{M_1}{M_2}$ 이므로 어느 한 기체의 밀도와 분자량을 알 때 밀도를 알고 있는 다른 기체의 분자량을 구할 수 있다.

+ 기체의 성질

- 고체나 액체보다 압축이 잘 되고, 밀도가 작다.
- 용기의 모양에 관계없이 용기 전체에 고르게 퍼진다.
- 온도나 압력에 따라 부피가 크게 변한다.

+ 기체 분자의 운동 속력

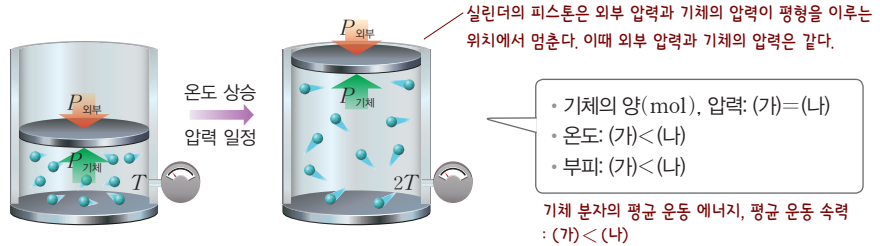
기체 분자들은 끊임없이 충돌하여 충돌에 의해 속력이 느려지거나 빨라진다. 즉 같은 온도, 같은 종류의 기체라도 제각기 다른 속력을 가지고 있으므로 기체 분자의 운동 속력은 평균 운동 속력으로 나타낸다.

용어 알기

- **밀도**(빽빽하다 密, 법도度) 단위 부피당 질량
- **인력**(끌다 引, 힘 力) 물질이 서로 끌어당기는 힘
- **반발력**(돌리키다 反, 다스리다, 휘다 撥, 힘 力) 반발하는 힘

(2) 기체의 양(n)과 압력(P)이 일정할 때 기체의 온도(T)와 부피(V)의 관계
 일정한 압력에서 실린더에 일정량의 기체를 넣고 가열하면 기체 분자의 평균 운동 속력이 증가하여 용기 벽면에 충돌하는 횟수와 세기가 증가하므로 압력이 커진다. 따라서 기체의 압력이 외부 압력과 같아질 때까지 기체의 부피가 증가한다.

→ $PV = nRT$ 에서 n, P 가 같으므로 V 는 T 에 비례한다($V \propto T$).

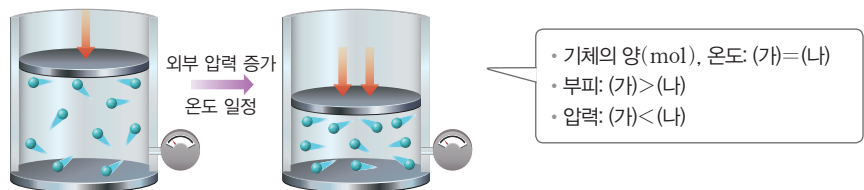


④ 기체의 확산과 분출

- 확산: 기체 분자가 스스로 움직여 무질서하게 퍼져 나가는 현상
- 분출: 기체 분자가 압력이 높은 밀폐된 공간에서 진공이나 압력이 낮은 공간으로 뿜어져 나오는 현상
- 그레이엄 법칙: 일정한 온도와 압력에서 기체 분자의 분출 속도는 분자량의 제곱근에 반비례한다.

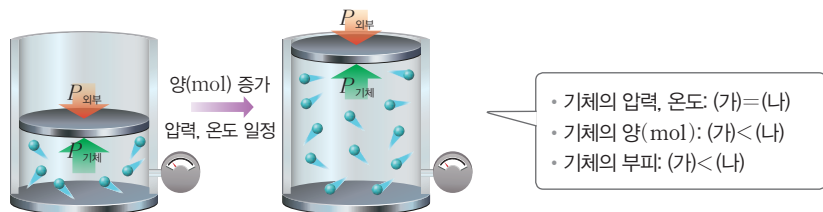
(3) 기체의 양(n)과 온도(T)가 일정할 때 기체의 압력(P)과 부피(V)의 관계
 일정한 온도에서 일정량의 기체를 실린더에 넣고 외부 압력을 증가시키면 용기의 부피가 감소하여 기체 분자들이 용기 벽면에 충돌하는 횟수가 증가하므로 압력이 커진다.

→ $PV = nRT$ 에서 n, T 가 같으므로 V 는 P 에 반비례한다($P \propto \frac{1}{V}$).



(4) 압력(P)과 온도(T)가 일정할 때 기체의 양(n)과 부피(V)의 관계
 일정한 압력과 온도에서 용기 속 기체의 양이 증가하면 기체 분자의 충돌 횟수가 증가하여 용기 내부의 압력이 증가한다. 따라서 용기 내부의 압력이 외부 압력과 같아질 때까지 기체의 부피가 증가한다.

→ $PV = nRT$ 에서 P, T 가 같으므로 V 는 n 에 비례한다($V \propto n$).



C 부분 압력 법칙

[출·제·단·서] 화학 반응 후 혼합 기체의 전체 압력과 어느 한 기체의 부분 압력을 묻는 문제가 나와.

1. 기체의 전체 압력과 부분 압력

- (1) 전체 압력 서로 반응하지 않는 두 종류 이상의 기체가 일정한 부피의 용기에 들어 있을 때 혼합 기체가 나타내는 압력
- (2) 부분 압력(분압) 서로 반응하지 않는 두 종류 이상의 기체가 일정한 부피의 용기에 혼합되어 들어 있을 때 각 성분 기체가 나타내는 압력

2. 부분 압력 법칙^④ 혼합 기체의 전체 압력은 각 성분 기체의 부분 압력의 합과 같다.

$$P = P_A + P_B + \dots$$

(P : 혼합 기체의 전체 압력, $P_A, P_B, \dots$: 각 성분 기체의 부분 압력)

④ 부분 압력 법칙

기체에 적용되는 기체 법칙은 순수한 기체 뿐만 아니라 공기와 같은 혼합 기체에도 적용할 수 있다. 이는 혼합 기체에서도 각 성분 기체들이 서로 상호 작용하지 않으므로 일정한 온도와 부피에서 성분 기체의 압력은 독립적으로 존재할 때 그 기체의 압력과 같다.

빈출 계산연습 혼합 기체의 부분 압력과 전체 압력 구하기

꼭지로 분리된 2개의 용기에 산소(O_2) 기체와 질소(N_2) 기체가 각각 들어 있다. 꼭지를 열고 충분한 시간이 지났을 때 혼합 기체의 전체 압력(P)을 구해 보자.

1단계 꼭지를 열기 전후 일정하게 유지되는 값과 변하는 값을 확인한다.

⇒ 일정한 값: 온도, 기체의 양, 변하는 값: 부피, 압력

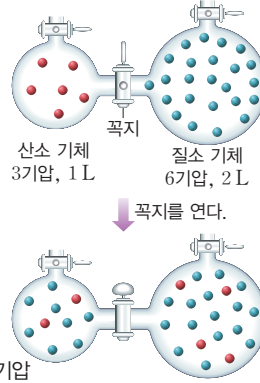
2단계 혼합 기체에서 각 성분 기체의 부분 압력을 구한다.

⇒ 보일 법칙을 적용하여 각 성분 기체의 부분 압력을 구한다.

O_2 의 부분 압력(P_{O_2}): $3\text{기압} \times 1\text{L} = P_{O_2} \times 3\text{L}$, $P_{O_2} = 1\text{기압}$

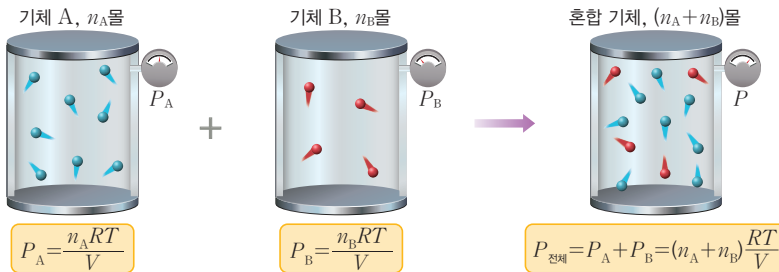
N_2 의 부분 압력(P_{N_2}): $6\text{기압} \times 2\text{L} = P_{N_2} \times 3\text{L}$, $P_{N_2} = 4\text{기압}$

3단계 전체 기체의 압력을 구한다. ⇒ $P = P_{O_2} + P_{N_2} = 1\text{기압} + 4\text{기압} = 5\text{기압}$



(1) 이상 기체 방정식과 부분 압력 온도 T 에서 V 인 용기 속에 들어 있는 n_A 몰의 기체 A와 n_B 몰의 기체 B를 혼합할 때, 각 성분 기체의 부분 압력과 전체 압력을 이상 기체 방정식으로 나타내면 다음과 같다.

기체 A와 기체 B를 혼합해도 서로 반응하지 않으므로
혼합 전후 각 기체의 양(mol)에는 변화가 없다.



3. 물 분열과 부분 압력

물 분열의 크기는 0에서부터 1까지이다.

(1) 물 분열 혼합물에서 각 성분 물질의 양(mol)을 전체 물질의 양(mol)으로 나눈 값이다.

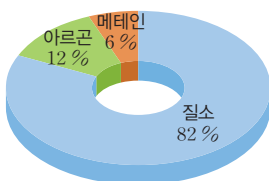
$$\bullet A\text{의 물 분열}(X_A) = \frac{n_A}{n_A + n_B} \quad \bullet B\text{의 물 분열}(X_B) = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

(2) 물 분열과 부분 압력 기체 혼합물에서 성분 기체의 부분 압력은 물 분열에 비례한다. 따라서 전체 압력에 성분 기체의 물 분열을 곱하여 부분 압력을 구할 수 있다.

$$\bullet P_A = P \times \frac{n_A}{n_A + n_B} = P \times X_A \quad \bullet P_B = P \times \frac{n_B}{n_A + n_B} = P \times X_B$$

빈출 계산연습 기체의 물 분열과 부분 압력 구하기

그림은 어떤 행성의 대기 성분과 물비를 나타낸 것이다. 이 행성 표면의 대기압이 1220 mmHg일 때 대기를 이루는 성분 기체의 부분 압력을 구해 보자.



1단계 각 기체의 물 분열을 구한다.

⇒ $N_2 : 0.82$, $Ar : 0.12$, $CH_4 : 0.06$

2단계 전체 압력에 각 성분 기체의 물 분열을 곱하여 각 성분 기체의 부분 압력을 구한다.

⇒ $P_{N_2} = 1220\text{ mmHg} \times 0.82 = 1000.4\text{ mmHg}$

$P_{Ar} = 1220\text{ mmHg} \times 0.12 = 146.4\text{ mmHg}$

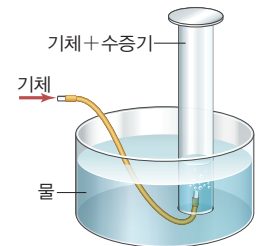
$P_{CH_4} = 1220\text{ mmHg} \times 0.06 = 73.2\text{ mmHg}$

5 물 분열과 부분 압력

혼합 기체에서 각 성분 기체의 물 분열을 알면 각 성분 기체의 부분 압력비를 구할 수 있다.

$$n_A : n_B = P_A : P_B$$

+ 수상 치환에서의 기체의 압력



수상 치환으로 산소 기체를 눈금 실린더에 모은 후 눈금실린더 안과 밖의 수면을 같게 하면 눈금실린더 속 기체의 압력은 대기압과 같다. 이때 눈금실린더 속에는 물의 증발에 의해 수증기가 함께 존재하므로 산소의 압력은 대기압에서 물의 온도에서의 수증기압을 빼 주어야 한다.

⇒ 산소의 부분 압력 = 대기압 - 수증기압

용어 알기

• 물 분열 (나누다, 비율) 두 성분 이상으로 된 혼합물에서 한 성분의 농도를 나타내는 방법