

화학 · I · 기체

02. 혼합 기체 — 부분 압력 법칙 / 물분율 <개념 + 1~100번>

과학탐구

R = 0.082 atm·L/(mol·K) | T(K)=t(°C)+273 | 1 mol=22.4 L(0°C, 1기압) | 1기압=760 mmHg

성명 []

개념 정리 · 혼합 기체

A. 부분 압력 법칙

1. 전체 압력과 부분 압력

- **전체 압력(P)**: 서로 반응하지 않는 두 종류 이상의 기체가 일정한 부피의 용기에 들어 있을 때 혼합 기체가 나타내는 압력
- **부분 압력(분압)**: 혼합 기체에서 각 성분 기체가 단독으로 그 부피를 차지할 때 나타내는 압력

왜 그런가? $PV=nRT$ 에서 온도와 부피가 일정하면 압력은 기체의 종류와 관계없이 기체의 양(mol)에만 비례한다. 따라서 O_2 6 mol이 3기압, N_2 4 mol이 2기압을 나타낸다면, 같은 부피·온도에서 이 둘을 섞은 10 mol의 혼합 기체는 5기압을 나타낸다.

2. 부분 압력 법칙(돌턴의 법칙)

$$P = P_A + P_B + P_C + \cdots$$

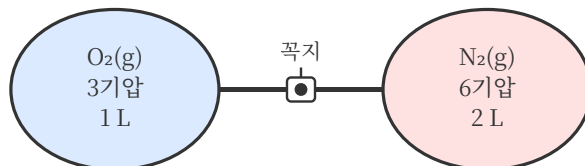
(P: 혼합 기체의 전체 압력, P_A, P_B, P_C : 각 성분 기체의 부분 압력)

3. 꼭지를 여는 문제의 계산 순서

- ① 각 기체마다 **보일 법칙**을 따로 적용한다 → $P_1V_1 = P_2V_2$
(꼭지를 열면 각 기체는 **전체 부피**로 퍼지므로 $V_2 =$ 전체 부피)
- ② 이렇게 구한 값이 각 기체의 **부분 압력**이다.
- ③ 부분 압력을 모두 더하면 **전체 압력**이 된다.

예 3기압·1 L의 O_2 와 6기압·2 L의 N_2 를 꼭지로 연결(전체 3 L, 온도 일정)

- O_2 : 3기압 × 1 L = $P_{O_2} \times 3 L \rightarrow P_{O_2} = 1$ 기압
- N_2 : 6기압 × 2 L = $P_{N_2} \times 3 L \rightarrow P_{N_2} = 4$ 기압
- 전체 압력 $P = 1$ 기압 + 4기압 = **5기압**



(꼭지 열기 전)

4. 기체의 수상 치환과 부분 압력

기체를 물 위에서 모으면 물이 증발하여 생긴 수증기가 섞이므로, 눈금실린더 안팎의 수면을 같게 맞추었을 때 실린더 안 기체의 압력은 대기압과 같아지고 다음 관계가 성립한다.

$$P_{\text{대기압}} = P_{\text{기체}} + P_{\text{수증기}} \rightarrow P_{\text{기체}} = P_{\text{대기압}} - P_{\text{수증기}}$$

B. 부분 압력과 몰분율

1. 몰분율

혼합물에서 각 성분 물질의 양(mol)을 전체 양(mol)으로 나눈 값. 성분 기체의 몰분율의 합은 항상 1이다.

$$X_A = n_A / (n_A + n_B) \quad | \quad X_B = n_B / (n_A + n_B) \quad | \quad X_A + X_B = 1$$

2. 부분 압력과 몰분율의 관계

혼합 기체에서 각 성분 기체의 부분 압력은 **몰분율에 비례**한다. 즉 부분 압력은 전체 압력에 몰분율을 곱하여 구한다.

$$P_A = P \times n_A / (n_A + n_B) = P \times X_A \quad | \quad P_B = P \times n_B / (n_A + n_B) = P \times X_B$$

유도 부피 V인 용기에 A n_A mol, B n_B mol이 있을 때

$$P_A = n_A RT / V, \quad P_B = n_B RT / V \quad \dots \textcircled{1}, \quad P = (n_A + n_B) RT / V \quad \dots \textcircled{2}$$

①을 ②로 나누면 $P_A / P = n_A / (n_A + n_B) = X_A$ 이므로 $P_A = P \times X_A$

3. 혼합 기체에서 자주 쓰는 비례 관계 (온도·부피 일정)

- 부분 압력의 비 = 몰수의 비 = 분자 수의 비 $\rightarrow P_A : P_B = n_A : n_B$
- 질량비 = (몰수 $\times$ 분자량)의 비 $\rightarrow w_A : w_B = n_A M_A : n_B M_B$
- 혼합 기체의 **평균 분자량** $\bar{M} = \sum X_i M_i$ = 전체 질량 / 전체 몰수
- 밀도 $d = PM / RT$ (같은 조건에서 밀도비 = 분자량비)

예 일정한 온도에서 밀폐 용기에 A(g) 4 mol과 B(g) 1 mol이 혼합되어 있고 전체 압력이 2기압이다.

- $X_A = 4 / (4 + 1) = 4/5, \quad X_B = 1/5$
- $P_A = 2\text{기압} \times 4/5 = 1.6\text{기압}, \quad P_B = 2\text{기압} \times 1/5 = 0.4\text{기압}$

4. 혼합 기체의 이용

의료용 마취 가스	마취에 필요한 일산화 이질소(N_2O)와 호흡에 필요한 산소(O_2)를 혼합하여 이용한다.
자동차 연료(LPG)	프로페인(C_3H_8)과 뷰테인(C_4H_{10})을 혼합하여 이용한다. 겨울철에는 끓는점이 낮은 C_3H_8 의 비율을 높여 기화가 잘 되도록 한다.
잠수부의 공기통	깊은 바닷속에서는 산소(O_2)와 헬륨(He)의 혼합 기체를 이용한다. 일반 공기를 쓰면 N_2 의 부분 압력이 커져 잠수병이, O_2 만 쓰면 O_2 의 부분 압력이 커져 산소 중독의 위험이 있다.
식품 포장	변질·파손을 막기 위해 N_2, O_2, CO_2 를 적절한 비율로 혼합한다. 고기 포장 시 색을 붉게 유지하는 O_2 와 미생물 번식을 억제하는 CO_2 를 함께 넣는다.

C. 문제 풀이 핵심 정리

내신·수능형 확인 문제 <1~100번>

1.

서로 반응하지 않는 두 기체 A와 B가 한 용기에 들어 있다. 혼합 기체의 전체 압력에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 각 부분 압력의 곱과 같다 ② 각 부분 압력의 합과 같다 ③ 각 부분 압력의 평균과 같다 ④ 분자량이 큰 기체의 압력과 같다 ⑤ 항상 1기압이다

2.

일정한 온도·부피에서 어떤 기체가 나타내는 압력이 비례하는 것은?

- ① 기체의 분자량 ② 기체의 종류 ③ 기체의 양(mol) ④ 기체의 밀도 ⑤ 기체의 끓는점

3.

일정한 온도에서 부피가 같은 용기에 O_2 6 mol만 넣었더니 3기압, N_2 4 mol만 넣었더니 2기압이었다. 같은 용기에 O_2 6 mol과 N_2 4 mol을 함께 넣었을 때 전체 압력은? (단, 두 기체는 반응하지 않는다.)

- ① 1기압 ② 2기압 ③ 3기압 ④ 5기압 ⑤ 6기압

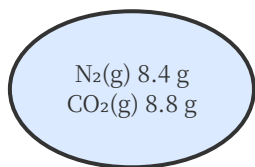
4.

일정한 온도에서 어떤 용기에 A(g)와 B(g)가 들어 있다. A(g)의 부분 압력이 0.45기압, 전체 압력이 1.2기압일 때 B(g)의 부분 압력은?

- ① 0.45기압 ② 0.65기압 ③ 0.75기압 ④ 1.2기압 ⑤ 1.65기압

5.

강철 용기에 $N_2(g)$ 8.4 g과 $CO_2(g)$ 8.8 g이 들어 있다. $N_2(g)$ 의 부분 압력이 0.45기압일 때 이 혼합 기체의 전체 압력은? (단, C, N, O의 원자량은 각각 12, 14, 16이고, 온도는 일정하며 두 기체는 반응하지 않는다.)



- ① 0.45기압 ② 0.60기압 ③ 0.75기압 ④ 0.90기압 ⑤ 1.05기압

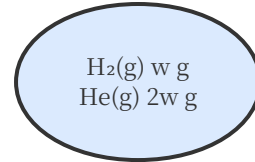
6.

위 5번의 강철 용기에서 $CO_2(g)$ 의 부분 압력은?

- ① 0.15기압 ② 0.30기압 ③ 0.45기압 ④ 0.60기압 ⑤ 0.75기압

7.

강철 용기에 $H_2(g)$ w g과 $He(g)$ 2w g이 들어 있다. (단, H, He의 원자량은 각각 1, 4이고 온도는 일정하다.)



$H_2(g)$ 와 $He(g)$ 의 몰비 $H_2 : He$ 는?

- ① 1:1 ② 1:2 ③ 2:1 ④ 1:4 ⑤ 4:1

8.

위 7번의 용기에서 $H_2(g)$ 와 $He(g)$ 가 같은 값을 갖는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
ㄱ. 밀도
ㄴ. 부피
ㄷ. 부분 압력

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

9.

일정한 온도에서 부피가 같은 두 강철 용기에 각각 $He(g)$ 1 g과 $CH_4(g)$ 4 g이 들어 있다. (단, H, He, C의 원자량은 각각 1, 4, 12이다.)

두 용기의 압력비 $P_{He} : P_{CH_4}$ 는?

- ① 1:1 ② 1:2 ③ 2:1 ④ 1:4 ⑤ 4:1

10.

혼합 기체에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 성분 기체는 서로 반응하지 않는다.)

- 보기
ㄱ. 각 성분 기체의 부분 압력은 몰분율에 비례한다.
ㄴ. 각 성분 기체의 부분 압력은 분자량에 비례한다.
ㄷ. 성분 기체의 몰분율의 합은 1이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

11.

일정한 온도에서 A(g)와 B(g)의 혼합 기체의 전체 압력이 2기압이고, A(g)의 몰분율이 $2/5$ 이다. B(g)의 부분 압력은? (단, A와 B는 서로 반응하지 않는다.)

- ① 0.4기압 ② 0.8기압 ③ 1.0기압 ④ 1.2기압 ⑤ 1.6기압

12.

위 11번에서 A(g)의 부분 압력은?

- ① 0.4기압 ② 0.8기압 ③ 1.0기압 ④ 1.2기압 ⑤ 1.6기압

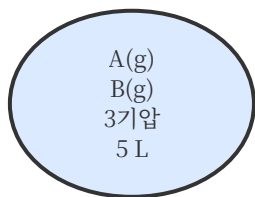
13.

밀폐 용기에 A(g) 4 mol과 B(g) 1 mol이 혼합되어 있고 전체 압력은 2기압이다. A(g)의 부분 압력은? (단, A와 B는 반응하지 않는다.)

- ① 0.4기압 ② 0.8기압 ③ 1.2기압 ④ 1.6기압 ⑤ 2.0기압

14.

온도 T에서 강철 용기에 A(g)와 B(g)가 3기압·5 L로 들어 있다. 용기에 들어 있는 A(g)와 B(g)의 몰비는 1 : 3이다. B(g)의 부분 압력은? (단, A와 B는 서로 반응하지 않는다.)



- ① 0.75기압 ② 1.5기압 ③ 2.0기압 ④ 2.25기압 ⑤ 3.0기압

15.

위 14번에서 A(g)의 몰분율은?

- ① 1/4 ② 1/3 ③ 1/2 ④ 2/3 ⑤ 3/4

16.

일정한 온도에서 혼합 기체의 전체 압력이 5기압이고 성분 기체 X의 부분 압력이 2기압이다. X의 몰분율은?

- ① 0.2 ② 0.3 ③ 0.4 ④ 0.5 ⑤ 0.6

17.

어떤 혼합 기체가 N₂ 3 mol, O₂ 1 mol, Ar 1 mol로 이루어져 있고 전체 압력이 10기압이다. O₂의 부분 압력은?

- ① 1기압 ② 2기압 ③ 3기압 ④ 5기압 ⑤ 6기압

18.

위 17번 혼합 기체에서 N₂의 몰분율은?

- ① 0.2 ② 0.3 ③ 0.4 ④ 0.5 ⑤ 0.6

19.

일정한 온도·부피의 용기에 He(g) 0.2 mol과 Ne(g) 0.3 mol이 들어 있다. 전체 압력이 2기압일 때 He(g)의 부분 압력은?

- ① 0.4기압 ② 0.6기압 ③ 0.8기압 ④ 1.0기압 ⑤ 1.2기압

20.

혼합 기체에서 성분 기체 A의 몰분율이 0.25일 때, A의 부분 압력과 전체 압력의 비 $P_A : P$ 는?

- ① 1 : 2 ② 1 : 3 ③ 1 : 4 ④ 1 : 5 ⑤ 4 : 1

21.

일정한 온도·부피에서 CH₄(g) 4 g과 He(g) 4 g이 혼합되어 있다. (단, H, He, C의 원자량은 각각 1, 4, 12이다.)

CH₄(g)의 몰분율은?

- ① 1/5 ② 1/4 ③ 1/3 ④ 1/2 ⑤ 2/3

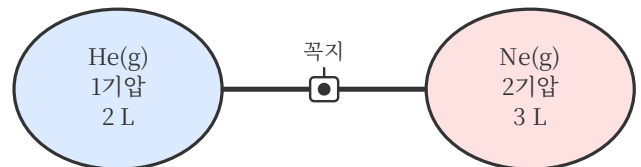
22.

위 20번에서 혼합 기체의 전체 압력이 2기압일 때 He(g)의 부분 압력은?

- ① 0.4기압 ② 0.5기압 ③ 1.0기압 ④ 1.5기압 ⑤ 1.6기압

23.

그림은 T K에서 꼭지로 분리된 용기에 He(g)와 Ne(g)이 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이다. (단, 온도는 일정하고 연결관의 부피는 무시한다.)



He(g)와 Ne(g)의 분자 수비 He : Ne는?

- ① 1 : 2 ② 1 : 3 ③ 2 : 3 ④ 3 : 2 ⑤ 1 : 6

24.

위 23번에서 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때 He(g)의 부분 압력은?

- ① 0.2기압 ② 0.4기압 ③ 0.6기압 ④ 1.0기압 ⑤ 1.2기압

25.

위 23번에서 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때 Ne(g)의 부분 압력은?

- ① 0.4기압 ② 0.8기압 ③ 1.0기압 ④ 1.2기압 ⑤ 2.0기압

26.

위 23번에서 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때 혼합 기체의 전체 압력은?

- ① 1.0기압 ② 1.2기압 ③ 1.6기압 ④ 1.8기압 ⑤ 3.0기압

27.

위 23번에서 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때 He(g)과 Ne(g)의 몰분율을 옳게 짝지은 것은? (X_{He} , X_{Ne} 순)

- ① 1/4, 3/4 ② 1/3, 2/3 ③ 1/2, 1/2 ④ 2/3, 1/3 ⑤ 3/4, 1/4

28.

위 23번 장치(He 1기압·2 L, Ne 2기압·3 L)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 꼭지를 열면 He(g)의 압력은 꼭지를 열기 전보다 작아진다.

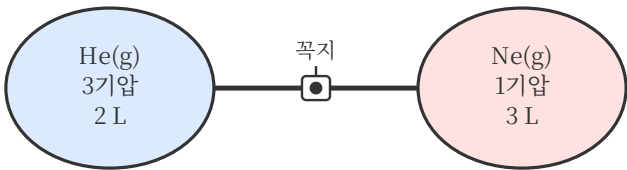
ㄴ. 꼭지를 열고 충분한 시간이 흐른 후 He(g)이 차지하는 부피는 Ne(g)보다 작다.

ㄷ. 꼭지를 열고 온도를 2T K으로 올려 주면 He(g)의 부분 압력은 4/5기압이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

29.

그림은 꼭지로 분리된 용기에 He(g)과 Ne(g)이 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 꼭지를 열고 충분한 시간이 흘렀을 때 혼합 기체의 전체 압력은? (단, 온도는 일정하고 연결관의 부피는 무시한다.)



- ① 1.2기압 ② 1.8기압 ③ 2.0기압 ④ 2.4기압 ⑤ 4.0기압

30.

위 29번에서 He(g)의 부분 압력은?

- ① 0.6기압 ② 1.0기압 ③ 1.2기압 ④ 1.8기압 ⑤ 3.0기압

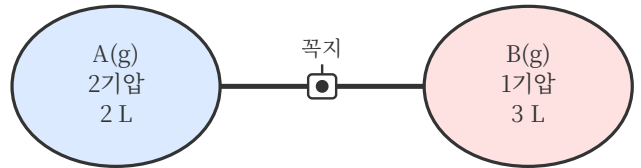
31.

위 29번에서 꼭지를 연 후 He(g)과 Ne(g)의 몰비 He : Ne는?

- ① 1 : 1 ② 2 : 1 ③ 3 : 1 ④ 1 : 2 ⑤ 3 : 2

32.

그림처럼 강철 용기 (가)(2 L)에 2기압의 A(g)가, (나)(3 L)에 1기압의 B(g)가 들어 있다. 꼭지를 열고 충분한 시간이 흐른 뒤 전체 압력은? (단, 온도는 일정하고 두 기체는 반응하지 않는다.)



- ① 0.8기압 ② 1.0기압 ③ 1.4기압 ④ 1.6기압 ⑤ 3.0기압

33.

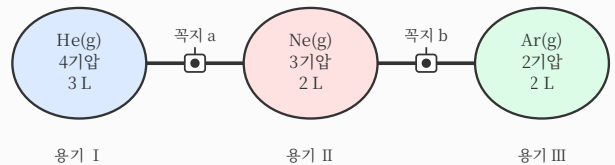
위 32번에서 A(g)의 부분 압력은?

- ① 0.4기압 ② 0.6기압 ③ 0.8기압 ④ 1.2기압 ⑤ 2.0기압

34.

다음은 기체의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

(가) 그림과 같이 꼭지로 분리된 3개의 용기에 He(g), Ne(g), Ar(g)를 각각 넣었다.



(나) 꼭지 a를 열고 충분한 시간이 흐른 후 닫았다.

(다) 꼭지 b를 열고 충분한 시간이 흐른 후 닫았다.

(나) 과정 후 용기 I에서 He(g)의 부분 압력은? (단, 온도는 일정하고 연결관의 부피는 무시한다.)

- ① 1.2기압 ② 1.8기압 ③ 2.0기압 ④ 2.4기압 ⑤ 3.0기압

35.

위 34번의 (나) 과정 후 용기 I에서 Ne(g)의 부분 압력은?

- ① 0.6기압 ② 1.0기압 ③ 1.2기압 ④ 1.8기압 ⑤ 2.4기압

36.

위 34번의 (나) 과정 후 용기 I의 전체 압력은?

- ① 2.4기압 ② 3.0기압 ③ 3.6기압 ④ 4.2기압 ⑤ 7.0기압

37.

위 34번의 (다) 과정 후 용기 I에서 He(g)의 부분 압력 / 용기 II에서 Ne(g)의 부분 압력은?

- ① 3/2 ② 2 ③ 5/2 ④ 3 ⑤ 4