

2019학년도 정족매 6월 모의평가 대비 모의고사

과학탐구 영역 정답표 (화학 I) 과목

| 문항 번호 | 정 답 | 배 점 | 문항 번호 | 정 답 | 배 점 | 문항 번호 | 정 답 | 배 점 | 문항 번호 | 정 답 | 배 점 |
|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| 1 | ③ | 2 | 6 | ① | 2 | 11 | ④ | 3 | 16 | ⑤ | 3 |
| 2 | ③ | 2 | 7 | ③ | 2 | 12 | ⑤ | 2 | 17 | ③ | 3 |
| 3 | ⑤ | 2 | 8 | ③ | 3 | 13 | ② | 2 | 18 | ⑤ | 3 |
| 4 | ② | 2 | 9 | ① | 2 | 14 | ② | 2 | 19 | ③ | 3 |
| 5 | ⑤ | 3 | 10 | ① | 3 | 15 | ① | 3 | 20 | ⑤ | 3 |

이 문제지에 관한 저작권은 **도서출판 정족매연구소**®에 있습니다.

A 01

정답 ③

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?

출제진이 물어보고자 하는 것은 물질의 분류

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?

물질의 분류는 간단히 원소, 화합물처럼 분류할 수도 있지만 다양한 화학결합과 연결 지어 나올 수 있어. 이 부분은 쉬운 부분이니 개념을 확실히 하도록 하자.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.

다음 물질 중 수용액 상태에서 전기 전도성이 있는 물질은 NaCl과 HNO₃야. 주로 수용액 상태의 전기 전도성이 있는 물질이라 하면 이온결합 물질만 떠올리기 쉬운데 HNO₃처럼 이온화되어 전기 전도성이 생기는 물질도 잊지 말아야 해.

[정확매 정답 해설]

- ㄱ. CH₄, NaCl, Na, HNO₃ 중에서 Na만 원소이므로 I은 '원소이다'가 될 수 있다.
- ㄷ. CH₄, HNO₃ 중에서 HNO₃만 비공유 전자쌍이 있으므로 III은 '비공유 전자쌍이 있다.'가 될 수 있다.

[정확매 오답 해설]

- ㄴ. CH₄, NaCl, HNO₃ 중에서 수용액 상태에서 전기 전도성이 있는 물질은 NaCl, HNO₃ 2가지이므로 II는 '수용액 상태에서 전기 전도성이 있다'가 될 수 없다.

A 02

정답 ③

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?

출제진이 물어보고자 하는 것은 탄소동소체

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?

출제되는 탄소동소체의 특징은 한정적이지 반드시 잘 기억하고 있어야 해. 또한, 특징별로 물질을 구분할 줄 알아야 해.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.

탄소동소체에서 1몰에 대해 물을 때, 풀러렌은 분자이기 때문에 1몰에 탄소 원자 60몰이 들어있다는 사실을 꼭 주의해야 해. 그러므로 1몰의 질량은 흑연과 다이아몬드는 12g이지만 풀러렌은 $12 \times 60 = 720$ (g)이야.

[정확매 정답 해설]

1몰의 질량은 흑연, 다이아몬드, 풀러렌이 각각 12, 12, 720이다. $b < c$ 이므로 1몰의 질량은 (가) < (나)이고 (나)는 풀러렌이다. (가)의 C에 결합된 C의 수가 3이고 탄소 원자 1개에 결합한 탄소 원자 수가 3인 물질은 흑연, 풀러렌인데, (나)가 풀러렌이므로 (가)는 흑연이다. 따라서 (다)는 다이아몬드이므로 a 는 4이고, d 는 12이다. a, d 가 각각 4, 12이므로 $a \times d = 48$ 이다.

A 03

정답 ⑤

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 다양한 화학결합

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
그림을 보면 ABC는 HOF, DC는 NaF임을 알 수 있어.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
A와 C로 이루어진 화합물은 HF로 수용액에 녹이면 이온화되어 이온이 생성되지. 화합물 DBA는 NaOH이므로 이온결합이야. 이온결합은 액체 상태에서 전기 전도성이 있어.

[정족매 SOLUTION]

A는 H, B는 O, C는 F, D는 Na이다.

[정족매 정답 해설]

- ㄱ. A(H)와 D(Na)는 1족 원소이다.
- ㄴ. A(H)와 C(F)로 이루어진 화합물은 HF이므로 물에 녹이면 H^+ 과 F^- 이 생성된다.
- ㄷ. DBA(NaOH)는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 Na^+ 과 OH^- 으로 분리되므로 전기 전도성이 있다.

A 04

정답 ②

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 산화 환원 반응

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
산화 환원 반응에서는 산화수를 구하면 산화제와 환원제를 쉽게 파악할 수 있어. 환원제는 자신이 산화하며 다른 물질을 환원시키는 물질로 산화수가 증가하지.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
(가)에서 N의 산화수는 +2에서 +3으로 증가하므로 NO는 환원제야. (나)에서는 N의 산화수가 -3에서 +2로 증가하므로 NH_3 는 환원제야.

[정족매 정답 해설]

환원제는 다른 물질을 환원시키면서 자신은 산화되는 물질이다. (가)에서 N의 산화수가 +2에서 +3으로 증가했으므로 NO는 산화되었다. (나)에서는 N의 산화수가 -3에서 +2로 증가했으므로 NH_3 는 산화되었다. 따라서 NO의 NH_3 가 환원제이다.

A 05

정답 ⑤

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 화학식량과 몰

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
A와 B의 분자량을 각각 a , b 라고 하면 $a+4b=8M$, $2a+2b=13M$ 이므로 $a=6M$, $b=0.5M$ 이다.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
A의 질량 백분율의 비는 (가) : (나) = $\frac{6M}{8M} : \frac{12M}{13M} = 13 : 16$ 이다. 같은 질량에 들어 있는 A 질량의 비는 A의 질량 백분율의 비와 같으므로 마찬가지로 13 : 16이지. 실험식량의 비는 (가) : (나) = $8M : 6.5M = 16 : 13$ 이므로 $\frac{1}{\text{실험식량}}$ 비는 역수의 비인 (가) : (나) = 13 : 16이지.

[정확매 SOLUTION]

A, B의 원자량을 각각 a , b 라고 하면 (가)에서 $a+4b=8M$ 이고, (나)에서 $2a+2b=13M$ 이므로 a , b 는 각각 $6M$, $0.5M$ 이다.

[정확매 정답 해설]

- ㄱ. A, B의 원자량은 각각 $6M$, $0.5M$ 이므로 (가)에서 A의 질량 백분율은 $\frac{6M}{8M}$ 이고, (나)에서 A의 질량 백분율은 $\frac{12M}{13M}$ 이므로 A의 질량 백분율 비는 (가) : (나) = $\frac{6M}{8M} : \frac{12M}{13M} = 13 : 16$ 이다.
- ㄴ. 같은 질량에 들어 있는 A 질량의 비는 A의 질량 백분율 비와 같으므로 같은 질량에 들어 있는 A 질량의 비는 (가) : (나) = 13 : 16이다.
- ㄷ. (가), (나)의 실험식량은 각각 $8M$, $6.5M$ 이므로 $\frac{1}{\text{실험식량}}$ 비는 (가) : (나) = $\frac{1}{8M} : \frac{1}{6.5M} = 13 : 16$ 이다.

A 06

정답 ①

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 원자의 구조

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
직선형이면서 중심 원자가 Cl 2개와 결합하려면 중심 원자에 비공유전자쌍이 없어야 해. 따라서 (가)는 BeCl_2 지.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
(나)는 중심 원자가 Cl 3개와 결합하면서 삼각뿔형이므로 비공유전자쌍이 하나 존재하겠지. (나)는 NCl_3 야. (다)는 정사면체형이므로 CCl_4 임을 알 수 있지.

[정확매 정답 해설]

- ㄱ. (나) YCl_3 에서 Y와 Cl 사이의 결합은 단일 결합(Cl는 17족 원소로 다른 비금속 원소의 원자와 단일 결합만을 형성한다.)이고, 분자의 구조가 삼각뿔형이므로 중심 원자인 Y에는 비공유전자쌍이 1개 있다. 이로부터 Y의 원자가 전자 수는 5이다. (다) ZCl_4 에서 Z와 Cl 사이에는 단일 결합이 4개 있고, 분자 구조가 정사면체형이므로 중심 원자 Z의 원자가 전자 수는 4이다. Y와 Z는 모두 2주기 원소이므로 원자 번호는 원자가 전자 수가 큰 Y가 Z보다 크다. 따라서 전기음성도는 Y가 Z보다 크다.

[정확매 오답 해설]

- ㄴ. (가)는 분자식이 XCl_2 이고 분자 구조가 직선형인 것으로 보아 중심 원자 X에는 공유 전자쌍 2개만 존재한다. 따라서 (가)에서 중심 원자인 X는 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.
- ㄷ. (가)와 (다)는 결합의 극성이 상쇄되는 분자 구조를 가지므로 무극성 분자이다. (나)는 결합의 극성이 상쇄되지 않는 분자 구조를 가지므로 극성 분자이다.

A 07

정답 ③

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?

출제진이 물어보고자 하는 것은 DNA의 구조

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?

DNA는 인산, 당, 염기가 공유결합한 뉴클레오타이드로 구성되어 있고, 당과 인산이 외부 골격을 형성해.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.

결합 a는 당과 염기의 결합이므로 공유결합이야. 상보적 염기끼리의 결합이 수소결합이지. 상보적 염기 중 아데닌과 티민은 2개의 수소결합을 형성하지만 사이토신과 구아닌은 3개의 수소결합을 형성해.

[정족매 SOLUTION]

㉠은 인산, ㉡은 당이다.

[정족매 정답 해설]

- ㄱ. 결합 a는 당과 염기 사이의 결합이므로 공유 결합이다.
- ㄴ. DNA 2중 나선 구조에서 ㉡은 상보적 염기와 2개의 수소 결합을 하고, ㉢은 상보적 염기와 3개의 수소 결합을 한다.

[정족매 오답 해설]

- ㄷ. ㉠은 인산이므로 C 원자가 없고, ㉡~㉣은 당과 염기이므로 C 원자가 있다.

A 08

정답 ③

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?

출제진이 물어보고자 하는 것은 원소의 주기적 성질

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?

2, 3주기 원자 중 원자가 전자 수와 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같은 원자는 Be과 Al이 있어. 만약 A가 Be이라면 B는 Mg인데 전기 음성도가 $A > B$ 이므로 조건을 만족하지 않아. 따라서 A는 Al임을 알 수 있어.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.

A는 Al이고 B는 B(붕소)야. 2주기 원소 중 붕소보다 이온화 에너지가 작은 원소는 Li뿐이야. 따라서 C는 Li야.

[정족매 SOLUTION]

A~C는 2, 3주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 2 또는 3이다. 따라서 A의 원자가 전자 수는 2 또는 3이고, A는 2주기 2족 원소이거나, 3주기 13족 원소이다. A와 B가 같은 족 원소인데, 전기 음성도가 $A < B$ 이므로 B는 2주기 원소이고, A는 3주기 원소이다. 이로부터 A는 3주기 13족, B는 2주기 13족 원소이다. C는 B와 같은 2주기 원소인데, 13족 원소보다 이온화 에너지가 작은 원소는 1족 원소뿐이므로 C는 2주기 1족 원소이다.

[정족매 정답 해설]

- ㄱ. 원자 반지름은 주기가 클수록, 같은 주기에서는 원자 번호가 작을수록 크다. 따라서 A~C에서 원자 반지름이 가장 작은 것은 B이다.
- ㄴ. A는 3주기, 13족 원소이므로 $n=3$ 이다. 이로부터 n 주기 원소 중 원자가 전자 수가 $n-1$ 인 원자는 3주기 2족 원소이므로 이온화 에너지는 A보다 크다.

[정족매 오답 해설]

- ㄷ. C는 1족 원소이므로 바닥 상태에서 홀전자 수는 1이다. 따라서 A와 C의 홀전자 수는 $n-2$ 로 서로 같다.

A 09

정답 ①

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 원자를 구성하는 입자

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
 α 입자 산란 실험에서 발견한 입자는 원자핵이야. 음극선 실험에서 발견한 입자는 전자이지.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
전자는 원자핵보다 먼저 발견되었어. 전자는 원자핵보다 질량이 훨씬 작아. 헬륨 원자에 들어있는 원자핵은 하나이고, 전자는 2개이므로 그 수가 서로 다르지.

[정족매 SOLUTION]

α 입자 산란 실험을 통해 발견된 X는 원자핵이고, 음극선 실험을 통해 발견된 Y는 전자이다.

[정족매 정답 해설]

ㄱ. 전자의 질량은 원자핵의 질량에 비해 매우 작다. 따라서 질량은 X가 Y보다 크다.

[정족매 오답 해설]

- ㄴ. 전자가 먼저 발견되었고, 그 후에 원자핵이 발견되었으므로 Y가 X보다 먼저 발견되었다.
- ㄷ. 헬륨(He) 원자에 들어 있는 원자핵(X), 전자(Y)의 수는 각각 1, 2로 서로 다르다.

A 10

정답 ①

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 화학식량과 몰

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
(가)보다 (다)의 분자량이 크므로 (가)는 A_2B_4 이고, (다)는 A_3B_6C 겠지. A, B, C의 원자량을 각각 a, b, c 라 하면 $2a+4b=1.4, 3a+6b+c=2.9$ 야. 따라서 $c=0.8$ 이지.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
 $a+2b=0.7$ 이므로 a 는 0.7보다 작아. 그런데 $a+nc=2.2$ 이고 n 은 자연수이므로 $n=2, a=0.6$ 임을 알 수 있어. 따라서 A, B, C의 원자량은 각각 0.6, 0.05, 0.8이야.

[정족매 SOLUTION]

분자량은 $A_2B_4 < A_3B_6C$ 이고 (가) < (다)이므로 (가), (다)는 각각 A_2B_4, A_3B_6C 이다. (가)의 실험식은 AB_2 이고 실험식량은 0.7이므로, A_3B_6C 의 분자량이 2.9에 대입하면 C의 원자량은 0.8이다. C의 원자량이 0.8이고, AC_n 의 분자량은 2.2이므로 n 은 1, 2 중 하나이다.

| 첫 번째 경우 |
|---|
| n 이 1이라면 AC의 분자량은 2.2이고, C의 원자량이 0.8이므로 A의 원자량은 1.4이다. 이 경우에는 (가)의 분자량이 1.4일 수 없으므로 자료와 맞지 않는다. |
| 두 번째 경우 |
| n 이 2라면 AC_2 의 분자량은 2.2이고, C의 원자량이 0.8이므로 A의 원자량은 0.6이다. (가)의 실험식이 AB_2 이고 실험식량이 0.7이므로 B의 원자량은 0.05이다. |

[정족매 정답 해설]

ㄱ. A_2B_4 의 실험식량(상댓값)은 0.7이고, n 은 2이므로 A_2B_4 의 실험식량(상댓값)은 $0.5n$ 보다 작다.

[정족매 오답 해설]

- ㄴ. A~C의 원자량(상댓값)은 각각 0.6, 0.05, 0.8이므로 A~C 중 원자량은 C가 가장 크다.
- ㄷ. (가), (나)의 분자식은 각각 A_2B_4, AC_2 이고, 분자량은 각각 1.4, 2.2이다. 따라서 같은 질량에 들어 있는 원자 수 비는 (가) : (나) = $\frac{6}{1.4} : \frac{3}{2.2} = 66 : 21 = 22 : 7$ 이다.

A 11

정답 ④

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 수소 원자의 전자 전이

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
방출된 에너지가 $\frac{9k}{10}$ 보다 크려면 전이 전 주양자수가 4이상이고 전이 후 주 양자수가 1이어야 해. 그러한 전자 전이가 1가지이므로 $y-1=1, x+1=4$ 이고 $y=2, x=3$ 임을 알 수 있어.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
 $n=3 \rightarrow n=2$ 에서 방출되는 빛은 가시광선이야. $d-c$ 의 에너지를 갖는 전자 전이는 $n=4 \rightarrow n=3$ 이므로 $\frac{7k}{144}$ 의 에너지를 방출하지.

[정확매 SOLUTION]

수소 원자의 전자 전이에서 방출되는 에너지 중 라이먼 계열에 속하는 에너지의 최솟값은 $\frac{3k}{4}$ 인데, $a \sim d$ 중 $\frac{9k}{10}$ 보다 큰 값은 1가지이므로 4가지 전자 전이 중 라이먼 계열에 해당하는 빛을 방출하는 전자 전이는 최소 1가지이다. 따라서 y 는 2이므로 표를 정리하면 다음과 같다.

| | | |
|-------------|-----|-------|
| 전이 전 \ 전이 후 | x | $x+1$ |
| 2 | a | b |
| 1 | c | d |

그리고 $n=3 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이에서 방출되는 에너지는 $\frac{8k}{9}$ 이고, $n=4 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이에서 방출되는 에너지는 $\frac{15k}{16}$ 인데, $\frac{9k}{10}$ 는 $\frac{8k}{9}$ 보다 크고 $\frac{15k}{16}$ 보다 작으며, $a \sim d$ 중 $\frac{9k}{10}$ 보다 큰 값은 1가지이므로 x 는 3이다. 따라서 표를 정리하면 다음과 같다.

| | | |
|-------------|-----------------|------------------|
| 전이 전 \ 전이 후 | 3 | 4 |
| 2 | $\frac{5k}{36}$ | $\frac{3k}{16}$ |
| 1 | $\frac{8k}{9}$ | $\frac{15k}{16}$ |

[정확매 정답 해설]

- ㄴ. $n=x \rightarrow n=y$ 는 $n=3 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이이므로 이때 방출되는 빛은 가시광선이다.
- ㄷ. $d-c$ 는 $n=4 \rightarrow n=3$ 의 전자 전이에서 방출되는 에너지와 같으므로 $\frac{7k}{144}$ 이다.

[정확매 오답 해설]

- ㄱ. x, y 는 각각 3, 2이므로 $x+y=5$ 이다.

A 12

정답 ⑤

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 산과 염기의 정의

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
수용액에서 H^+ 를 내놓는 물질은 아레니우스 산이고, 수용액에서 OH^- 를 내놓는 물질은 아레니우스 염기의 정의야.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
브뢴스테드-로우리 산은 물에 넣어서 H^+ 를 제공하는 물질이므로 수용액에서 H^+ 를 내놓는 아레니우스 산도 브뢴스테드-로우리 산으로 볼 수 있어.

[정확매 SOLUTION]

X는 아레니우스 산이고, Y는 아레니우스 염기이다.

[정확매 정답 해설]

- ㄱ. X는 수용액에서 H^+ 를 내놓으므로 X를 물에 넣으면 X는 H_2O 에게 H^+ 를 제공한다고 볼 수 있다. 따라서 X를 물에 넣으면 X는 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다.
- ㄴ. Y는 수용액에서 OH^- 를 내놓으므로 Y의 화학식은 $M(OH)_n$ 와 같은 형태이다. 따라서 Y의 화학식에는 H가 포함되어 있다.
- ㄷ. X, Y의 수용액에는 각각 이온이 들어 있으므로 모두 전기 전도성이 있다.

A 13

정답 ②

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 원자의 구조

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
2주기 원자의 안정한 플루오린 화합물 중 중심원자가 옥텟 규칙을 만족하는 화합물은 CF₄, NF₃, OF₂가 있어.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
세 분자의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 는 CF₄가 3, NF₃가 $\frac{10}{3}$, OF₂가 4야. 따라서 A가 NF₃, B가 CF₄, C가 OF₂일 거야. ㉠은 $\frac{10}{3}$ 임을 알 수 있지.

[정족매 SOLUTION]

2주기 원자 중 옥텟을 만족하고 F과 분자를 형성하는 원자는 C, N, O이고, 이들 원자가 중심 원자이고 그 개수가 1인 안정한 플루오린 화합물은 각각 CF₄, NF₃, OF₂이다. 이때 F은 중심 원자와 단일 결합을 형성하므로 각 분자에서 F 원자 1개 당 비공유 전자쌍 수는 3이다.

이로부터 플루오린 화합물에서 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 는 다음과 같다.

| 화합물 | CF ₄ | NF ₃ | OF ₂ |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ | 3 | $\frac{10}{3}$ | 4 |

[정족매 정답 해설]

ㄷ. 분자의 모양은 B가 정사면체형이고, C가 굽은형이므로 결합각은 B>C이다.

[정족매 오답 해설]

- ㄱ. A는 NF₃이므로 ㉠은 $\frac{10}{3}$ 이다.
- ㄴ. A는 NF₃이므로 분자의 모양은 삼각뿔형이다.

A 14

정답 ②

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 원소의 주기적 성질

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
바닥상태에서 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 $\frac{3}{4}$ 인 원자는 N이고 1인 원자는 O와 Mg가 있어. $\frac{7}{6}$ 인 원자는 Al, $\frac{3}{4}$ 인 원자는 Si 하나씩이므로 A~D는 N, Al, Si, O 또는 Mg일거야. 그런데 A~D 중 같은 주기의 원소가 3가지이므로 O가 아니라 Mg임을 알 수 있어.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
네가지 원소를 이온화 에너지 순으로 배열하면 Al<Mg<Si<N이므로 A~D는 각각 Al, Mg, Si, N이야.

[정족매 SOLUTION]

바닥상태에서 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 $\frac{3}{4}$ 인 원자는 전자 배치가 1s²2s²2p³인 N이고, $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 1인 원자는 전자 배치가 1s²2s²2p⁴인 O와 1s²2s²2p⁶3s²인 Mg이며, $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 $\frac{7}{6}$ 인 원자는 전자 배치가 1s²2s²2p⁶3s²3p¹인 Al이고,

$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 $\frac{4}{3}$ 인 원자는 전자 배치가 1s²2s²2p⁶3s²3p²인 Si이다. 그리고 A~D 중 같은 주기인 원소는 3가지이므로 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 1인 원자는 Mg이다. 따라서 A~D는 각각 N, Mg, Al, Si 중 하나인데, 이온화 에너지가 Al<Mg<Si<N이므로 A~D는 각각 Al, Mg, Si, N이다.

[정족매 정답 해설]

ㄴ. 제2 이온화 에너지는 13족이 14족보다 크므로 A(Al)>C(Si)이다.

[정족매 오답 해설]

- ㄱ. 원자 반지름은 B(Mg)>C(Si)이다.
- ㄷ. A~D의 바닥상태 원자의 홀전자 수는 각각 1, 0, 2, 3이므로 홀전자 수가 모두 다르다.

A 15

정답 ①

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?

출제진이 물어보고자 하는 것은 원소의 주기적 성질

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?

D는 비활성 기체이므로 Ne 또는 Ar이야. 그런데 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 는 Ne가 $\frac{3}{2}$, Ar은 2야. 만약 D가 Ne라면 $x = \frac{1}{2}$ 이고, 이를 만족하는 A는 C뿐인데 C는 금속이 아니므로 모순이야. 따라서 D는 Ar, $x = 2$ 임을 알 수 있어.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.

A의 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 는 1이므로 이를 만족하는 A는 O 또는 Mg인데 금속이므로 A는 Mg야. B, C는 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 $\frac{3}{2}$ 이므로 Ne 또는 P야. B가 2주기 원소이므로 Ne이고 C는 나머진 P가 되겠지.

[정족매 SOLUTION]

D가 비활성 기체이므로 D는 Ne, Ar 중 하나이다.

| 첫 번째 경우 |
|---|
| D가 Ne인 경우에는 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 $\frac{3}{2}$ 이므로 x 는 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 A는 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 $\frac{1}{2}$ 인 탄소(C)인데, 탄소는 금속이 아니므로 이는 자료와 일치하지 않는다. |

| 두 번째 경우 |
|--|
| D가 Ar인 경우에는 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 2이므로 x 는 1이다. 따라서 A는 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 가 1인 O, Mg 중 하나인데, A는 금속이므로 A는 Mg이다. 그리고 B, C의 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 는 $\frac{3}{2}$ 이므로 B, C는 각각 Ne, P 중 하나인데, B는 2주기 원소이므로 B는 Ne이고, C는 P이다. |

따라서 A~D는 각각 Mg, Ne, P, Ar이다.

[정족매 정답 해설]

ㄱ. C는 P이므로 ①에는 '원자가 전자 수가 5이다.'가 가능하다.

[정족매 오답 해설]

ㄴ. 바닥상태 리튬(Li) 원자의 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ 는 $\frac{1}{2}$ 이고, x 는 1이다.

ㄷ. 원자 반지름은 C(P)가 A(Mg)보다 작다.

A 16

정답 ⑤

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?

출제진이 물어보고자 하는 것은 탄화수소의 구조

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?

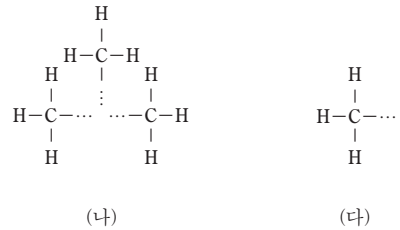
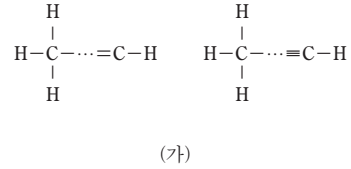
(가)는 C원자 1개와 결합하는 C원자 수가 1개이면서 C원자 사이의 공유 전자쌍 수가 3이므로 이중결합이 반드시 존재해. 그러므로 (나)와 (다)가 포화탄화수소일거야. (나)는 H원자 3개와 결합하는 C원자 수가 3개이므로 중심 C원자 1개에 3개의 C원자가 결합한 포화탄화수소 C_4H_{10} 일거야.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.

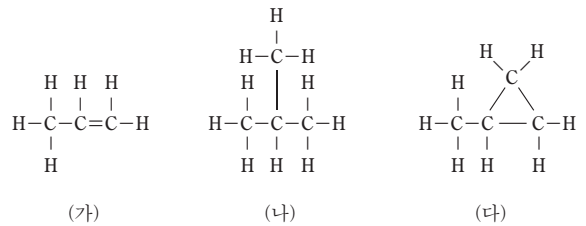
(가)는 C원자 사이의 공유전자쌍이 3개이므로 이중결합이 하나 존재하는 C_3H_6 이고, (다)는 말단에 존재하는 C원자가 1개인데 포화탄화수소이므로 고리탄화수소인 C_4H_8 이지.

[정족매 SOLUTION]

C 원자 1개와 결합하는 C 원자 수는 탄소 골격으로 탄화수소를 나타내었을 때, 말단에 위치하는 C 원자 수를 의미한다. H 원자 3개와 결합하는 C 원자는 말단에 위치하는 C 원자만 가능하므로 탄화수소의 골격 구조는 다음과 같다.



(가)~(다)는 C 원자 사이의 공유 전자쌍 수가 각각 3, 3, 4이고 포화탄화수소가 2가지이므로 (가)~(다)의 구조는 다음과 같다.



[정족매 정답 해설]

ㄴ. 실험식은 (가)와 (다)가 모두 CH_2 이다.

ㄷ. (가)~(다)는 모두 H 원자 1개와 결합하는 C 원자 수가 1로 같다.

[정족매 오답 해설]

ㄱ. 탄화수소를 구성하는 C 원자 수는 (가)가 3, (나)가 4이다.

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 탄화수소의 연소 반응

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
 C_2H_4 는 반응물이고 CO_2 는 생성물이므로 시간이 지날수록 C_2H_4 의 비율이 감소할거야. 따라서 (가)→(다)→(나)의 순서로 진행될 거야.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
 C_2H_4 의 연소 반응식은 다음과 같아.
 $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$
 C_2H_4 1몰이 반응할 때 CO_2 2몰이 반응하고 O는 4몰 생성된다고 할 수 있어. (가)에서 C_2H_4 의 몰수를 $4a$ 라고 하면, O는 $2a$ 몰이므로 반응 전 C_2H_4 는 $4.5a$ 몰이 있었다고 할 수 있지.

[정족매 SOLUTION]

반응 후 시간이 지남에 따라 C_2H_4 의 몰수는 감소하고 CO_2 에 들어 있는 O의 몰수는 증가한다. (가) → (다) → (나)로 갈수록 C_2H_4 의 비율이 감소하므로 (가)~(다)를 시간 순서대로 나열하면 (가) → (다) → (나)이다. (가)에서 C_2H_4 의 몰수를 $4a$ 몰, CO_2 에 들어 있는 O의 몰수를 $2a$ 몰이라고 하면 C_2H_4 , CO_2 에 들어 있는 C의 몰수의 합은 $(8a+a)$ 몰이다. 그리고 (다)에서 C_2H_4 의 몰수를 $7b$ 몰, CO_2 에 들어 있는 O의 몰수를 $8b$ 몰이라고 하면 C_2H_4 , CO_2 에 들어 있는 C의 몰수의 합은 $(14b+4b)$ 몰이다. 또한 (나)에서 C_2H_4 의 몰수를 c 몰, CO_2 에 들어 있는 O의 몰수를 $2c$ 몰이라고 하면 C_2H_4 , CO_2 에 들어 있는 C의 몰수의 합은 $(2c+c)$ 몰이다. (가)~(다)에서 C의 몰수의 합은 일정하므로 $9a=18b=3c$ 에서 b 는 $0.5a$ 이고, c 는 $3a$ 이다. 따라서 반응 전 C_2H_4 에 들어 있는 C의 몰수는 $9a$ 몰이므로 반응 전 C_2H_4 의 몰수는 $4.5a$ 몰이고, (가)에서 C_2H_4 의 몰수는 $4a$ 몰이며, (다)에서 C_2H_4 의 몰수는 $3.5a$ 몰이고, (나)에서 C_2H_4 의 몰수는 $3a$ 몰이다.

[정족매 정답 해설]

- ㄱ. (가)~(다)를 시간 순서대로 나열하면 (가) → (다) → (나)이다.
- ㄷ. (가)~(다)는 각각 t_1 , t_3 , t_2 초에서의 몰수 비율이다. (가) → (다)에서 감소한 C_2H_4 의 몰수는 $0.5a$ 몰이고, (다) → (나)에서 감소한 C_2H_4 의 몰수는 $0.5a$ 몰이므로 $t_1 \sim t_2$ 초에서 반응한 C_2H_4 의 몰수와 $t_2 \sim t_3$ 초에서 반응한 C_2H_4 의 몰수는 같다.

[정족매 오답 해설]

- ㄴ. 반응 전 C_2H_4 의 몰수는 $4.5a$ 몰이고, (나)에서 C_2H_4 의 몰수는 $3a$ 몰이므로 C_2H_4 의 몰수는 (나)에서가 반응 전의 $\frac{2}{3}$ 배이다.

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
출제진이 물어보고자 하는 것은 산화 환원 반응

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
(가)에서 B를 넣어주었을 때 모두 반응하였으므로 수용액 II에 존재하는 양이온은 B이온이 4N, A이온이 5N 존재해. A^{2+} 2N과 금속 B 4N 반응하였으므로 B의 산화수는 1임을 알 수 있지.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
수용액 II에 비해 III에서 전체 양이온 수가 감소했으므로 C의 산화수는 1보다 큰 2 또는 3 일거야. 수용액 III에 존재하는 B양이온의 수를 x , C양이온의 수를 y 라고 할 때, C의 산화수가 2인 경우 $x+y=8$, $x+2y=14$ 이므로 $x=2$, $y=6$ 으로 가능해.
C의 산화수가 3인 경우 $x+y=8$, $x+3y=14$ 이므로 $x=5$, $y=3$ 이야. 이 경우 B양이온의 수가 전보다 증가하므로 모순이지. 따라서 C의 산화수는 2가 될 거야.

[정족매 SOLUTION]

A^{2+} 이 들어 있는 수용액에 금속 B 4N을 넣었을 때 넣어준 B가 모두 반응하였으므로 반응 후 수용액 II에 들어 있는 B^{b+} 의 수는 4N이고, A^{2+} 의 수는 5N이다. 이로부터 반응한 A^{2+} 과 생성된 B^{b+} 의 개수 비는 1 : 2이므로 $b=1$ 이다. 수용액 II에서 금속 C를 넣어주면 환원되기 쉬운 A^{2+} 이 먼저 반응하고, 그 다음 B^+ 이 반응한다. 이때 C^{c+} 의 전하 c 가 1이라면 A^{2+} 과 2 : 1의 개수비로 반응하고, B^+ 과는 1 : 1의 개수비로 반응하므로 수용액 III에서 전체 양이온 수는 수용액 II에서보다 커야 한다.

이로부터 C^{c+} 의 전하 c 는 1보다는 큰 정수이다. 이때 c 가 2이라면 A^{2+} 과 1 : 1의 개수비로 반응하고, B^+ 와 C는 2 : 1의 개수비로 반응하므로 다음과 같은 양적 관계가 있다.

| | | | | | | | |
|---------|----------|---|--------|---|----|---|----------|
| | A^{2+} | + | C | → | A | + | C^{2+} |
| 반응 전(개) | 5N | | x | | 0 | | 0 |
| 반응 (개) | -5N | | -5N | | 5N | | 5N |
| 반응 후(개) | 0 | | $x-5N$ | | 5N | | 5N |

| | | | | | | | |
|---------|-------------|---|-----------|---|----------|---|----------|
| | $2B^+$ | + | C | → | 2B | + | C^{2+} |
| 반응 전(개) | 4N | | $x-5N$ | | 0 | | 5N |
| 반응 (개) | $-(2x-10N)$ | | $-(x-5N)$ | | $2x-10N$ | | $(x-5N)$ |
| 반응 후(개) | $14N-2x$ | | $x-5N$ | | $2x-10N$ | | x |

이때 $14N-2x+x=8$ 이므로 $x=6$ 이다.
 c 가 3이라면 A^{2+} 과 C는 3 : 2의 개수비로 반응하고, B^+ 과 C는 3 : 1의 개수비로 반응하므로 다음과 같은 양적 관계가 있다.

| | | | | | | | |
|---------|-----------|---|-------------------|---|----|---|-----------------|
| | $3A^{2+}$ | + | 2C | → | 3A | + | $2C^{3+}$ |
| 반응 전(개) | 5N | | x | | 0 | | 0 |
| 반응 (개) | -5N | | $-\frac{10}{3}N$ | | 5N | | $\frac{10}{3}N$ |
| 반응 후(개) | 0 | | $x-\frac{10}{3}N$ | | 5N | | $\frac{10}{3}N$ |

| | | | | | | | |
|----------|-------------|---|----------------------|---|------------|---|---------------------|
| | $3B^+$ | + | C | → | 3B | + | C^{3+} |
| 반응 전 (개) | 4N | | $x-\frac{10}{3}N$ | | 0 | | $\frac{10}{3}N$ |
| 반응 (개) | $-(3x-10N)$ | | $-(x-\frac{10}{3}N)$ | | $(3x-10N)$ | | $(x-\frac{10}{3}N)$ |
| 반응 후 (개) | $14N-3x$ | | 0 | | $3x-10N$ | | x |

이때 $14N - 2x = 8N$ 이므로 $x = 3N$ 이다.

$x = 3$ 이면 반응 후 수용액 속 C^{c+} 의 수가 $3N$ 이고 B^+ 의 수는 $5N$ 이 되어야 하므로 모순이 된다.

[정확매 정답 해설]

ㄱ. $b = 1, c = 2$ 이므로 $\frac{c}{b} = 2 > 1$ 이다.

ㄴ. $x = 6$ 이다.

ㄷ. B^+ 의 수는 Ⅱ에서는 $4N$ 이고, Ⅲ에서는 $2N$ 이므로 Ⅱ에서가 Ⅲ에서의 2배이다.

A 19

정답 ③

STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?

출제진이 물어보고자 하는 것은 중화반응

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?

혼합한 용액의 전체 양이온 수는 혼합 용액이 산성인 경우 혼합 전 산에 들어있는 양이온 수, 염기성인 경우 혼합 전 염기에 들어있는 양이온 수와 같아.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.

만약 (가)의 혼합 용액을 산성이라 하면 HCl 10mL에 들어있는 양이온 수가 2.5×10^{-2} 야. 그런데 (다)에 HCl 20mL 들어있음에도 불구하고 전체 양이온 수가 5.0×10^{-2} 보다 작으므로 모순이야. 따라서 (가)는 염기성이지. 마찬가지로 (다)의 액성은 산성이지. 그러면 (나)의 액성은 염기성임을 알 수 있어.

[정확매 정답 해설]

ㄱ. HCl(aq) 10mL, NaOH(aq) 10mL, KOH(aq) 10mL에 들어있는 양이온의 몰수를 각각 x, y, z 라고 하자. 혼합 용액이 산성이면 전체 양이온의 몰수는 혼합 전 산에 들어있는 양이온의 몰수와 같고, 염기성이면 전체 양이온의 몰수는 혼합 전 염기에 들어있는 양이온의 몰수와 같다. (다)가 염기성이면 (가)와 (나)는 (다)보다 혼합 전 산의 비율이 염기에 비해 작으므로 (가)와 (나)는 염기성이다. (다)에서 $y + z = 3.0 \times 10^{-2}$, (나)에서 $2y + z = 2.0 \times 10^{-2}$ 이므로 이 식을 풀면 $y = -1.0 \times 10^{-2}$ 이 되어 모순이다. 따라서 (다)는 산성이고, $2x = 3.0 \times 10^{-2}$, $x = 1.5 \times 10^{-2}$ 이다. (가)와 (나)에서 전체 양이온의 몰수는 1.5×10^{-2} 보다 크므로 (가)와 (나)는 염기성이다. 혼합 용액이 염기성이면 혼합 용액에 들어있는 음이온은 Cl^-, OH^- 이므로 $\frac{Cl^- \text{의 몰수}}{\text{전체 이온의 몰수}} < \frac{1}{2}$ 이다.

ㄴ. (가)에서 $y + 2z = 2.5 \times 10^{-2}$, (나)에서 $2y + z = 2.0 \times 10^{-2}$ 이므로 이 식을 풀면 $y = 0.5 \times 10^{-2}$, $z = 1.0 \times 10^{-2}$ 이다. (나)에 들어있는 OH^- 의 몰수는 $2.0 \times 10^{-2} - 1.5 \times 10^{-2} = 0.5 \times 10^{-2}$ 이고, (다)에 들어있는 H^+ 의 몰수는 $3.0 \times 10^{-2} - 1.5 \times 10^{-2} = 1.5 \times 10^{-2}$ 이다.

[정확매 오답 해설]

ㄷ. (가)~(다)를 모두 혼합한 용액은 HCl(aq) 40mL, NaOH(aq) 40mL, KOH(aq) 40mL를 혼합한 용액과 같으므로 중성이다.

I에서 $\frac{6}{5}$ 일 때 실험 II에서는 2이다. 따라서 반응 후 단위 부피당 C의 질량은 I에서가 II에서의 $\frac{3}{5}$ 배이다.

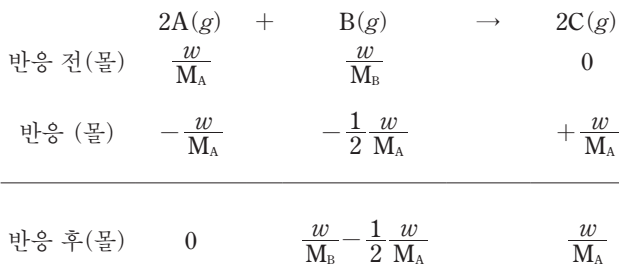
STEP 01 문제에서 물어보고자 하는 것이 무엇인가?
 출제진이 물어보고자 하는 것은 화학반응식과 양적관계

STEP 02 무엇을 생각하고 어떻게 접근해야 하는가?
 반응물과 생성물이 모두 기체일 때 기체의 부피는 몰수와 비례해. 각 부피를 몰수로 간주하고 풀어보자. 실험 I에서 전체 기체의 부피가 V에서 $\frac{5}{6}V$ 로 $\frac{1}{6}V$ 몰 감소했어. 따라서 A $\frac{2}{6}V$ 몰, B $\frac{1}{6}V$ 몰 감소하고, A가 모두 반응하였으므로 A $\frac{2}{6}V$ 몰은 wg 임을 알 수 있어. 또한 B $\frac{1}{6}V$ 몰이 wg 이야.

STEP 03 나는 다음에 어떻게 풀겠다.
 B wg 은 $\frac{4}{6}V$ 몰이므로 실험 II에서 B는 $\frac{4}{3}V$ 몰 존재해. 따라서 반응 전 물질은 A $\frac{4}{3}V$ 몰, B $\frac{4}{3}V$ 몰이 존재하지. 따라서 $x=4$ 이고 $y=2$ 임을 알 수 있어.

[정확매 정답 해설]

ㄱ. A와 B의 분자량을 각각 M_A , M_B 라고 하면 실험 I에서 A와 B의 몰수는 각각 $\frac{w}{M_A}$, $\frac{w}{M_B}$ 이고, 반응의 양적 관계는 다음과 같다.



이때 온도와 압력이 일정하므로 기체 분자의 몰비는 부피비와 같다. 이로부터 다음 관계식이 성립한다.

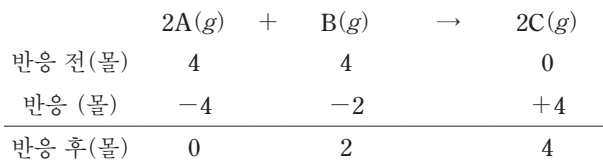
$$\left(\frac{w}{M_A} + \frac{w}{M_B}\right) : V = \left(\frac{w}{M_B} - \frac{1}{2} \frac{w}{M_A} + \frac{w}{M_A}\right) : \frac{5}{6} V$$

이 식을 풀면 $M_A = 2M_B$ 이므로 분자량은 A가 B의 2배이다.

ㄴ. 분자량은 A가 B의 2배이므로 실험 I에서 A wg 의 양을 1몰이라고 하면 B wg 의 양은 2몰이다. 이로부터 반응 전 3몰의 부피가 V에 해당한다. 실험 II에서 반응 전 반응물의 전체 부피가 실험 I의 $\frac{8}{3}$ 배이므로 전체 기체의 양은 실험 I에서 3몰의 $\frac{8}{3}$ 배인 8몰이다. 또 B $2wg$ 의 양은 4몰에 해당하므로 A의 양은 4몰이 되어야 한다. 실험 I에서 A wg 의 양을 1몰이라고 가정하였으므로 실험 II에서 반응 전 A의 질량은 $4wg$ 이어야 한다. 따라서 $x=4$ 이다.

실험 I에서 반응 후 실린더 속 전체 기체의 양을 2.5몰이라고 할 수 있다.

실험 II에서 반응의 양적 관계는 다음과 같다.



즉, 반응 후 전체 기체의 양이 6몰이다. 실험 I에서 반응 후 전체 기체의 양이 2.5몰일 때 $\frac{5}{6}V$ 이므로 6몰의 부피는 $2V$ 이다.

이로부터 $y=2$ 이다. 따라서 $\frac{y}{x} = \frac{1}{2}$ 이다.

ㄷ. 실험 I에서 생성된 C의 양이 1몰일 때 전체 기체의 부피는 $\frac{5}{6}V$ 이고, 실험 II에서 생성된 C의 양이 4몰일 때 전체 기체의 부피는 $2V$ 이다. 이로부터 단위 부피당 생성된 C의 양이 실험

수고하셨습니다.