

안녕하세요. 행키입니다.

현 수능체제에서 화학I에서 좋은 점수를 받으려면 짐승 같은 반사속도를 갖추는 것이 무엇보다 중요하다 하는 것을 잘 아실 겁니다. 개정 교육과정에서 화학I의 변별 문항을 살펴보면 단순히 '아느냐'를 묻는 것이 아닙니다. 수능 당일에는 내 스스로가 최고로 익숙한 상태여야 합니다. 몸에 개념이 배고 배어서, 지독한 냄새가 날 정도여야 빠르고 정확한 풀이가 가능합니다. 다시 말해, 평가원이 요구하는 시험 역량에 자신을 '최적화'시켜야 한다는 이야기입니다. 무엇이 어떻게 되었든, 점수가 잘 나와야 합니다. 우리는 지금 학문을 하는 학도가 아니라 수험 생활을 하는 일개의 학생임을 잊지 말아야 합니다.

개정 교육과정에서 화학은 1분 1초가 아깝습니다. 단순한 지식은 모두가 알지만, 주기율 파트에서의 변별력 문항은 후반부에 위치하는 경우가 많기 때문에 시간이 부족한 경우가 허다합니다. 고난도 주기율 문제의 가장 큰 특징은 시간을 많이 주면 누구나 푼다는 점입니다. 주기율 문제가 시간을 잡아먹는 제일 큰 문제는 '익숙하지 않은 자료'를 해석해야하기 때문입니다. 자료는 언제나 바뀝니다. 수능 때도 어떤 자료가 나올 지 알 수 없습니다. 그러나 자료를 구성하는 요소는 매번 같습니다. 분류 최적화는 이런 경향을 반영한 문제들입니다.

2013년 9월에 시행된 19번 문제, 2014년 대학수학능력시험 20번 문제같이 올해 수능 화학I에서는 주기율 문제가 반드시 1문제가 어렵게 나올 것입니다. 묻는 것은 같은데 처음 보는 '형태'일 것입니다. 분류 최적화는 참신한 자료를 최우선으로 생각하였습니다.

재밋게(?) 푸시고 많은 도움 있으셨으면 좋겠습니다.

2014년 10월 4일

분류 최적화 Version 1.6 무료배포 후

## 검토자 목록

이동형 (부산대학교 의예과)

김경한 (한양대학교 소프트웨어과)

이종성 (전북대학교 의예과)

박서우 (성균관대학교 자연과학계열)

김민준 (단국대학교 치의예과)

김대환

## 주의점

1. 이 서적은 압도적인 실력을 갖추기 위한 훈련이 목적이지만, '이러한 문항이 수능에 나올 것이다'가 아닙니다. 수능 수준의 문항보다 한 단계 혹은 두 단계 위의 난이도의 문항도 더러 있습니다.
2. 그래서 행키 모의고사와 본 문제집을 따로 제작하는 것입니다. 제작 의도가 다릅니다.
3. 개정교육과정 3년차에 불과합니다. 이전 교육과정에서 힘주어 강조하였던 부분은 이번 교육과정에 서도 어김없이 중요한 대상이나, 이것이 완전히 나올 수가 없는 주제라면 (예컨대 '전자친화도' 등) 서적 개정 시에 과감히 삭제할 예정입니다.

7. 표는 임의의 원소들의 안정한 이온 A~C와 임의의 3주기 원소의 원자 X, Y에 대한 자료의 일부이다.

기준 \ 입자	이온A	이온B	이온C	원자X	원자Y
반지름이 큰 순위	2	4	5	1	3
원자번호가 큰 순위	-	-	3	2	1
비고1: 제1 이온화 에너지는 X가 Y보다 <b>작다</b> .					
비고2: 모든 입자의 안정한 이온의 전자배치는 서로 같다.					

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?  
(단, A~C와 X, Y는 임의의 원소 기호이다.)

— <보 기> —

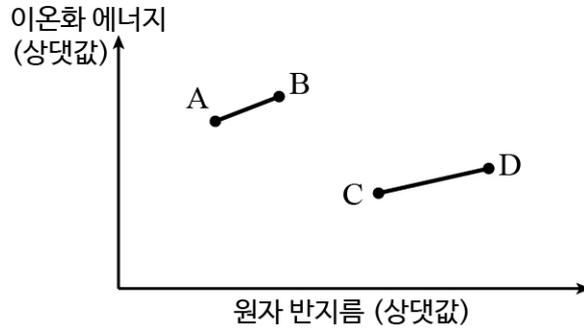
ㄱ. '이온A'의 원자 번호는 '이온B'보다 크다.

ㄴ. 최외각전자의 유효핵전하는 '이온C'가 '원자X'보다 크다.

ㄷ. 바닥상태의 '원자X'의 s오비탈에 들어있는 전자 수는 '이온A'의 홀전자 수와 같다.

- ① ㄴ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

38. 그림은 2주기 원소 A~D의 원자 반지름에 따른 제1 이온화 에너지를 나타낸 것이다. 원자번호가 연속된 원소는 실선으로 이었다.



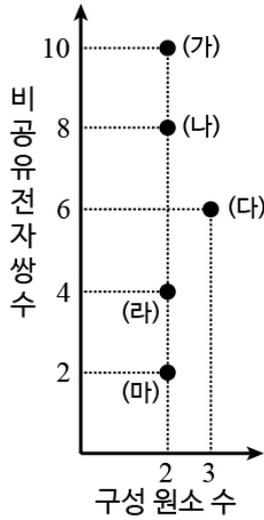
A~D의 안정한 수소화합물을 각각 (가)~(라)라고 할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

— <보 기> —

- ㄱ. 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.  
 ㄴ. (라)는 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.  
 ㄷ. (나)와 (다)가 결합할 때, (다)는 루이스 산이다.

- ① ㄴ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

42. 그림은 임의의 공유결합 화합물 (가)~(마)의 비공유 전자쌍과 구성 원소 수를 나타낸 것이고, 자료는 이 물질들에 대한 설명이다.



- (가)~(마)를 구성하는 원소들은 모두 1~2주기 원소이다.
- (다), (라)는 3원자 분자이다.
- (가), (나), (라)의 결합각은 각각  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?  
(단, (가)~(마)는 질소산화물이 아니다.)

————— <보 기> —————

ㄱ. 입체구조는 2가지이다.

ㄴ. 산화수가 가장 큰 원소를 가진 물질은 (라)이다.

ㄷ.  $\gamma > \beta > \alpha$ 이다.

- ① ㄴ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9. 다음은 금속 P, Q, R의 반응성 실험이다.

[실험 과정]

〈수용액 X의 조건〉

X에 들어있는 양이온은  $P^{m+}$ ,  $R^{n+}$ ,  $H^+$ 뿐이다.

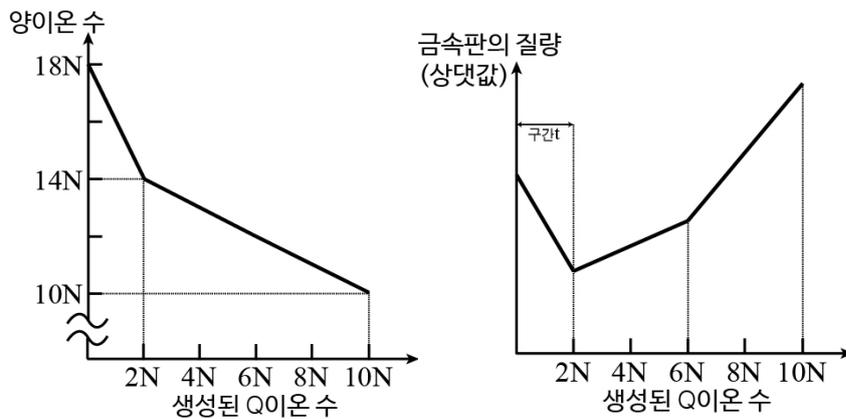
또한, P는 R보다 강한 환원제이다.

(가) 여러 이온을 녹인 수용액 X를 만들었다.

(나) X에 금속 Q를 넣고 X의 양이온수와 금속판의 질량을 측정했다.

(다) '구간t'에서는 금속판의 밀도가 변하지 않았다.

[실험 결과]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(단, P~R은 임의의 원소 기호이고, H는 수소이다.)

— <보 기> —

ㄱ. 산화력의 세기는 Q이온 < P이온 < R이온 이다.

ㄴ.  $m=n=1$  이다.

ㄷ. 원자량은 P가 R보다 크고, Q와 R의 원자량의 대소 관계는 알 수 없다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

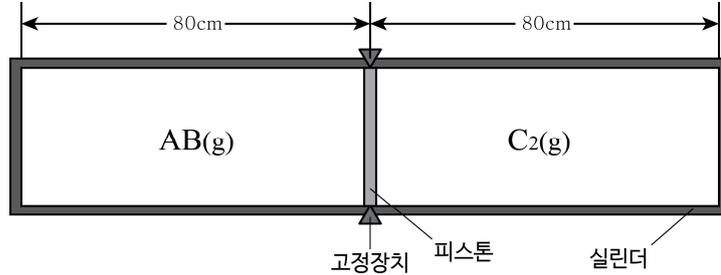
④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

21. 다음은 기체 반응에 관한 실험이다.

[실험 과정]

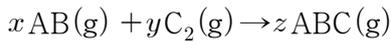
(가) 강철실린더의 양쪽 내부에 각각 기체 AB와 C<sub>2</sub>를 주입한다.



(나) 피스톤의 고정 장치를 풀고 피스톤이 멈출 때까지 대기한다.

(다) 멈춘 피스톤을 제거한다.

[기체 반응식]



\* 위의 반응식에서 산화수가 가장 작은 원소는 B이다.

[실험 결과]

- ‘실험 과정 (나)’ 직후 피스톤이 움직인 거리는 40cm이었다.
- ‘실험 과정 (다)’ 이후 충분한 시간이 지난 뒤, 실린더에 존재하는 물질의 몰수 비는 5:2 이었다.
- 강철실린더의 내부 온도는 일정했다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(A, B는 임의의 2주기 원소기호이고, C는 임의의 3주기 원소기호이다.)

— <보 기> —

- ㄱ. 전기음성도가 가장 큰 원소는 B이다.
- ㄴ. 과정(나)에서 피스톤은 오른쪽으로 움직였다.
- ㄷ. 피스톤 제거 후, 반응 전과 반응 후의 밀도 비는 8:7이다.

- ① ㄱ                      ② ㄱ, ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

39. 자료는 ‘아보가드로 수’의 정의와 기준 두 가지를 나타낸 것이다.

[자료]  
 1몰만큼의 원자 수를 ‘아보가드로 수’라고 한다.  
 기준 I:  $6.02 \times 10^{23}$ 을 ‘아보가드로 수( $N_{a1}$ )’로 계산한다.  
 기준 II:  $6 \times 10^{23}$ 을 ‘아보가드로 수( $N_{a2}$ )’로 계산한다.

그림은  $N_{a1}$ 개의 HA가 존재하는 산 HA 수용액을,  $2N_{a2}$ 개의 BOH가 존재하는 염기 BOH 수용액을,  $N_{a2}$ 개의 HC가 존재하는 산 HC 수용액을 나타낸 것이다.



이 수용액들을 모두 혼합하여 혼합용액 X 80mL를 만들었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소기호이다.)

— <보 기> —

ㄱ. 혼합용액 X는 염기성 용액이다.  
 ㄴ. 혼합용액 X를 만드는 과정에서 생성된 물( $H_2O$ ) 분자 수는  $2N_{a2}$ 개이다.  
 ㄷ. 기준 I을 적용한 BOH 1몰과 기준 II를 적용한 HA 1몰을 반응시키면, 기준 II를 적용한 물 1몰이 생성된다.

- ① ㄴ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



45. 다음은 기체 반응 실험이다.

[실험 과정 및 결과표]

- 0°C, 1기압의 실험실에서 일정량의 기체 A와 B를 반응시키고 반응 전후 물질의 양을 기록한다.
- 화학 반응식  

$$A(g) + 2B(g) \rightarrow 2C(g)$$
- 실험 결과표

실험	반응 전		반응 후		
	A의 질량(g)	B의 질량(g)	A의 부피(L)	B의 부피(L)	전체 기체의 밀도
I	22.4	7.6	$x$	0	$3d$
II	9.6	30.4	0	4.48	$4d$

○ 온도와 압력은 일정하였다.  
 ○ C의 분자량은 각각  $M_C$ 이다.

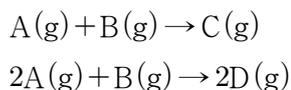
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?  
 (단, 0°C, 1기압에서 1몰의 부피는 22.4L이다.)

— <보 기> —

- ㄱ.  $x$ 의 값은 13.44이다.
- ㄴ.  $M_C$ 의 값은 42이다.
- ㄷ. 실험 I 과 II의 반응 후 남은 A와 B를 추가로 반응시켰을 때 추가반응 후 남은 물질들의 질량의 합은 26.8g이다.

- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

55. 다음은 기체 A와 기체 B가 반응하여 기체 C나 기체 D를 생성하는 화학 반응식이다.



표는 반응 전과 후의 물질들에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후	
	A의 몰수	B의 몰수	전체 기체의 몰수	생성물의 몰수
I	4	2	$x$	$7a$
II	3	2	$y$	$6a$
III	4	3	4.5	$8a$

○ 반응 전후의 온도와 압력은 일정하였다.  
○ 실험 I ~ III에서 A와 B중 적어도 하나는 모두 반응한다.

<보기>에서 이에 대한 설명으로 옳은 것의 개수는?

— <보 기> —

ㄱ.  $x$ 의 값은 3.5이다.  
 ㄴ.  $a$ 의 값은 0.5이다.  
 ㄷ. 반응 후의 C의 몰수비는 실험 I:실험 III=1:2이다.  
 ㄹ.  $y$ 의 값은 주어진 자료만으로는 알 수 없다.

- ① 0개                      ② 1개                      ③ 2개                      ④ 3개                      ⑤ 4개

63. 표는 원소 A에 대한 화합물의 반응실험 I, II에 대한 자료이다.

		실험 I	실험 II
반응 전	AO <sub>2</sub> 의 질량	$x$ g	20.4g
	H <sub>2</sub> A의 질량	20.0g	10.2g
반응 후	남은 반응물과 생성물의 질량비	1:1	㉠
	이동한 전자의 개수	0.4몰	$y$ 몰

○ 전기음성도:  $H < A < O$   
 ○ 화학 반응식:  $aAO_2 + 2H_2A \rightarrow 2H_2O + bA$  (단,  $a, b$ 는 계수)  
 ○  $x$ 의 값은 20.0보다 작다.  
 ○ 실험 I, II 모두 어느 한쪽 반응물이 모두 반응하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?  
 (단, A는 임의의 원소 기호이며, H, O의 원자량은 각각 1, 16이다.)

————— <보 기> —————

ㄱ.  $x$ 의 값은 6.4이다.  
 ㄴ.  $y$ 의 값은 1.2이다.  
 ㄷ. ㉠은 7:11이다.

- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄱ, ㄷ                      ⑤ ㄴ, ㄷ

7 ▶ 원자반지름과 이온반지름 ★★

정답 : ① ㄴ

[출제자의 한마디] 확실하게 무엇이라고 단정 지을 수는 없지만 대소 비교만으로 각 입자들이 무엇 인지를 추론해보는 문항입니다.

기준 \ 입자	이온A	이온B	이온C	원자X	원자Y
반지름이 큰 순위	2	4	5	1	3
원자번호가 큰 순위	-	-	3	2	1
비고1: 제1 이온화 에너지는 X가 Y보다 <b>작다</b> .					
비고2: 모든 입자의 안정한 이온의 전자배치는 서로 같다.					

〈보기〉

- ㄱ. '이온A'의 원자 번호는 '이온B'보다 크다.
- ㄴ. 최외각전자의 유효핵전하는 '이온C'가 '원자X'보다 크다.
- ㄷ. 바닥상태의 '원자X'의 s오비탈에 들어있는 전자 수는 '이온A'의 홀전자 수와 같다.

[해설] X, Y의 반지름보다 A, B, C의 반지름이 작으므로 X, Y와 A, B, C는 서로 다른 주기의 원소입니다. 게다가 X, Y의 안정한 이온의 전자배치가 이들과 같다 했으므로 A, B, C 원소들은 2주기 원소들입니다. 결국 A는 질소, B는 산소, C는 플루오린입니다.

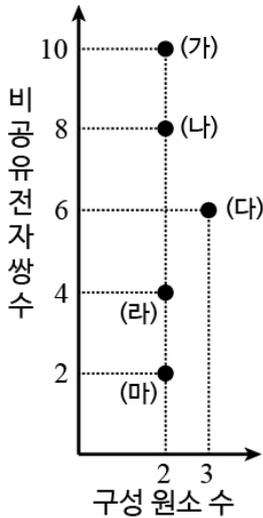
- ㄴ. 최외각전자의 유효핵전하는 껍질이 더 많은 원자X에 비해 이온C가 더 큼니다. 그래프 상에서는 유효핵전하가 똑 떨어지는 구간입니다. (물론 원자가 아닌 이온이라 헷갈리셨을 수도 있지만 이 정도 추론은 가능할 겁니다.)
- ㄷ. A는 질소가 맞지만 선지에서는 이온A의 홀전자 수이므로 바닥상태의 '원자X'의 s오비탈에 들어있는 전자 수(**5**)와 다릅니다.

[추가설명] 원래 문항에서는 '비고1'이 없었습니다. 비고1이 없다면 '원자X'가 반드시 나트륨인 것을 추론하기가 힘들기 때문이죠.

42 공유결합 화합물 ★★

정답 : ① 나

[출제자의 한마디] 그래프 표현 최초 아이디어는 '나무나무종'님이 내주셨습니다. 비공유전자쌍의 수로 각종 화합물을 분류할 수 있는지를 묻는 문항입니다.



- (가)~(마)를 구성하는 원소들은 모두 1~2주기 원소이다.
- **(다)**, (라)는 3원자 분자이다.
- (가), (나), (라)의 결합각은 각각  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 이다.

〈보기〉

- ㄱ. 입체구조는 2가지이다.
- ㄴ. 산화수가 가장 큰 원소를 가진 물질은 (라)이다.
- ㄷ.  $\gamma > \beta > \alpha$ 이다.

[해설] 1~2주기 원소들로 한정된 것이 중요합니다. 질소, 산소, 플루오린이 각각 공유결합을 3개, 2개, 1개씩 하고, 각각 1개, 2개, 3개의 비공유 전자쌍을 가지므로 이를 빠르게 파악하는 것이 중요합니다.

또한, 공유결합이기 때문에 금속 원소는 제외한다면 수소, 탄소, 질소, 산소, 플루오린 정도만 생각하면 쉽게 다섯 종류의 화합물이 무엇인지 알 수 있습니다. 다음은 (가)~(마)가 무엇인지 나타낸 표입니다.

(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
NF <sub>3</sub>	OF <sub>2</sub>	NOF	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O

- ㄱ. 입체는 NF<sub>3</sub> 1가지입니다.
- ㄴ. 산화수가 가장 큰 것은 CO<sub>2</sub>의 탄소(+4)입니다.
- ㄷ.  $\alpha$ 는 약 107° 이고,  $\beta$ 는 약 104.5°,  $\gamma$ 는 180° 입니다.

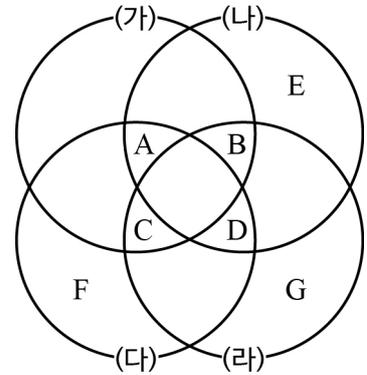
[추가설명] 만약 (라)는 3원자 분자라는 말이 없다면 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>도 (라)가 될 수 있고, (다)가 CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>가 될 수도 있습니다.

46 분류의 방법론 ★★★

정답 : ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

[출제자의 한마디] 벤 다이어그램으로 물질들을 분류하는 형태는 각종 모의고사에서 자주 출제되는 주제입니다. 원을 4개 이용하여 만들어 보았습니다.

물질	분류 기준
$\text{NF}_3$ $\text{BH}_3$ $\text{C}_3\text{H}_8$ $\text{H}_2\text{O}_2$ $\text{N}_2\text{H}_2$ $\text{OF}_2$	(가) 입체구조이다. (나) 비공유전자쌍이 공유전자쌍보다 많다. (다) 산화수가 -2이하인 원소가 있다. (라) 무극성 공유결합이 있다.
○ 예를 들어 '영역 A'에 속하는 물질은 기준 (가)~(다)를 만족하지만 기준 (라)는 만족하지 않는다. ○ A~G에 속하는 물질은 각각 a~g이다.	



〈보 기〉

- ㄱ. e는 굽은형 구조이다.
- ㄴ. d는 존재하지 않는다.
- ㄷ. c는 쌍극자모멘트의 합이 0이다.
- ㄹ. a와 f가 결합할 때, f는 루이스 산이다.
- ㅁ. 공유전자쌍 수와 비공유전자쌍 수의 합은 b가 g보다 크다.

[해설] 벤 다이어그램은 '집합'의 개념입니다. 그렇다고 집합의 개념처럼 '생각'하여 들어갔다간 헷갈려서 틀리기 십상입니다. 그냥 각 집합마다 해당하는 물질들을 나열하고 교집합을 찾는 것이 가장 빠른 방법입니다.

(가)  $\text{NF}_3$   $\text{C}_3\text{H}_8$   $\text{H}_2\text{O}_2$

(나)  $\text{NF}_3$   $\text{H}_2\text{O}_2$   $\text{OF}_2$

(다)  $\text{C}_3\text{H}_8$

(라)  $\text{N}_2\text{H}_2$   $\text{H}_2\text{O}_2$   $\text{C}_3\text{H}_8$

이므로 A, D, F영역에는 존재하는 물질이 없습니다.

b	c	e	g
$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{OF}_2$	$\text{N}_2\text{H}_2$

ㄷ. 탄화수소는 모두 무극성 분자입니다.

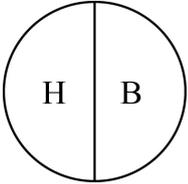
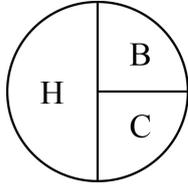
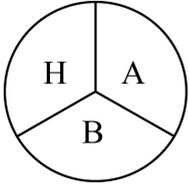
ㄹ. a를  $\text{NF}_3$ 로, f를  $\text{BH}_3$ 로 판단할 경우 틀리게 되는 선지입니다.

ㅁ. b의 값은 7이고, g의 값은 6이므로 옳은 선지입니다.

47 자료해석 종합 ★★★★★

정답 : ② ㄷ

[출제자의 한마디] 2015학년도 스타 모의고사 #20번 변형문항입니다. ‘스타’님이 최초 제작하셨으며 자료는 그대로인데, 선지를 조금 바꾸었습니다. 굉장히 참신하고 재밌는 문항입니다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원자수의 비율			
분자 구조	직선형	평면 삼각형	직선형

〈보 기〉

- ㄱ. 전기음성도는 B가 A보다 크다.
- ㄴ. 제2 이온화 에너지는 A가 C보다 크다.
- ㄷ. (나)의 비공유전자 수는 공유전자쌍의 수는 같다.

[해설] 가장 위험한 것은 B를 플루오린(F)이라고 단정하고 문제를 풀어갈 경우입니다. B가 플루오린 일 때, (나)에서 C가 중심원자가 되어야 하는데, 옥텟 규칙을 만족하면서 단일 결합으로 세개로 평면 삼각형 구조를 만들 수 있는 원소는 없습니다. 게다가 플루오린을 포함하면서 (다) 같은 직선형 분자는 존재하지 않습니다. 따라서 B는 플루오린이 아닙니다. (가)는 2주기 원소 중 수소와 결합하여 분자가 되면서 직선형인 것인데, 이는 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>밖에 없습니다.

B가 탄소이므로 (다)는 HCN임을 쉽게 추론 가능하며 자동적으로 A가 질소입니다. 또 문제는 C가 무엇임을 찾는 것인데 수소와 결합하여 분자가 되는 2주기 원소가 붕소, 탄소, 질소, 탄소, 플루오린임을 그리고 분자 구조까지 고려하였을 때 (나)는 CH<sub>2</sub>O일 수 밖에 없습니다.

- ㄱ. 전기음성도는 질소가 탄소보다 크므로 틀린 선지입니다.
- ㄴ. 제2 이온화 에너지는 산소가 질소보다 큼니다. 따라서 틀립니다.
- ㄷ. ‘비공유 전자쌍’의 수가 아닌 ‘비공유전자’의 수입니다. 비공유전자 수는 4이고 공유전자쌍의 수는 4이므로 같습니다.

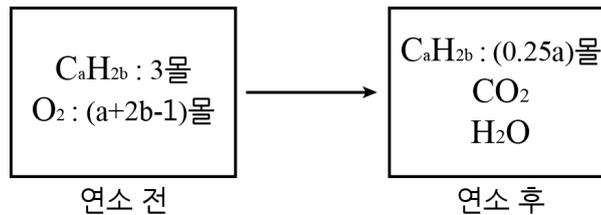
## 계산 최적화 영역 정답 및 해설

1	①	2	②	3	①	4	②	5	③	6	④	7	①	8	④	9	①
10	③	11	③	12	②	13	⑤	14	⑤	15	⑤	16	⑤	17	①	18	⑤
19	②	20	④	21	①	22	④	23	①	24	④	25	④	26	④	27	②
28	④	29	⑤	30	④	31	③	32	②	33	④	34	④	35	④	36	③
37	④	38	③	39	④	40	③	41	①	42	②	43	②	44	②	45	③
46	③	47	②	48	①	49	⑤	50	④	51	②	52	④	53	①	54	①
55	④	56	③	57	⑤	58	⑤	59	③	60	④	61	①	62	④	63	①

### 1 탄화수소의 연소 반응 ★★★

정답 : ① ㄴ

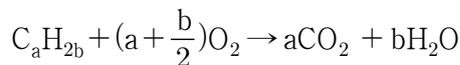
[출제자의 한마디] 2014학년도 대학수학능력시험 19번 문제가 모티프인 문제입니다. 당시에는 질량과 관련하여 원소 분석을 하는 문제였지만 본 문항은 몰수에 대한 문제입니다. 계산이 좀 복잡합니다.



〈보기〉

- ㄱ. 탄화수소  $C_aH_{2b}$ 는 고리 구조가 있다.
- ㄴ. 같은 질량의 탄화수소를 연소하는 데 필요한 산소의 질량은  $C_aH_{2b}$ 가  $C_6H_8$ 보다 크다.
- ㄷ. 연소 후 용기 내의 밀도는 감소한다.

[해설] 우선, 탄화수소  $C_aH_{2b}$ 의 일반적인 연소 반응식을 적어봅시다.



주어진 자료에 의하면 산소는 완전 반응하였고, 탄화수소는 0.25a몰만큼 남았습니다. 그런데 위의 반응식에 의하면 산소가  $(a+2b-1)$ 몰만큼 반응할 때 탄화수소는  $\frac{a+2b-1}{a+\frac{b}{2}}$ 몰 만큼 반응합니다. 연소 전의 탄화수소의 총 몰수는 3몰이므로

$$\frac{a+2b-1}{a+\frac{b}{2}} + \frac{1}{4}a = 3 \dots \textcircled{㉠}$$

라는 식이 성립합니다. 또, 주어진 조건 중  $a+b=9 \dots \textcircled{㉡}$  이므로 ㉠, ㉡에 의해  $a=4, b=5$  입니다. 계산 과정 중에  $a$ 에 대한 이차방정식의 해로 4와 7이 나오는데 7은  $a$ 가 될 수 없습니다.  $C_7H_4$  같은 물질은 교육과정상 말이 안 되는 물질이고, 실제로도 존재하지 않기 때문입니다. 포화탄화수소도 아니고, 불포화탄화수소도 아닌 이상한 물질이니까요.

용액 (나)는 60mL, 용액 (다)는 50mL당 음이온 수이므로

$$\frac{18N}{60mL} : \frac{12N}{50mL} = 5 : 4 \text{입니다.}$$

[추가설명] 물이 생기기 때문에 그 부피를 고려해야 하지 않느냐고 혹시나 이의제기가 들어 올까봐 남깁니다. 작년 수능, 올해 평가원 문제에서는 이를 전혀 고려하지 않았습니다. 즉, 무시해도 상관없다는 이야기입니다.

9 금속반응에서의 양적관계 ★★★★★

정답 : ㉠ ㄱ

[출제자의 한마디] 개정화학I에서 한 번 더 어려워질 수 있는 마지막 분야인 금속반응의 양적관계 킬러문항입니다. 이전 교육과정에서는 이 파트가 항상 어려웠었는데 올해는 어떻게 될지 모르지만 교육과정 내이므로 대비를 하는 것이 2014 수능사태를 방지할 대비책으로 사료됩니다.

[실험 과정]

〈수용액 X의 조건〉

X에 들어있는 양이온은  $P^{m+}$ ,  $R^{n+}$ ,  $H^+$ 뿐이다.

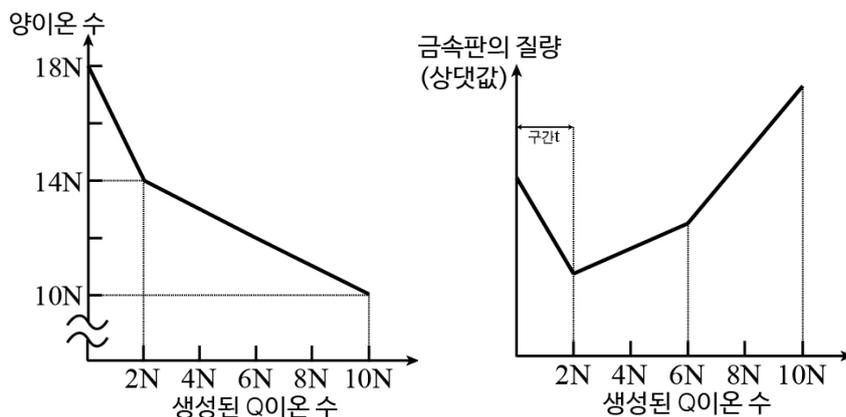
또한, P는 R보다 강한 환원제이다.

(가) 여러 이온을 녹인 수용액 X를 만들었다.

(나) X에 금속 Q를 넣고 X의 양이온수와 금속판의 질량을 측정했다.

(다) '구간t'에서는 금속판의 밀도가 변하지 않았다.

[실험 결과]



〈보 기〉

ㄱ. 산화력의 세기는 Q이온 < P이온 < R이온 이다.

ㄴ.  $m=n=1$  이다.

ㄷ. 원자량은 P가 R보다 크고, Q와 R의 원자량의 대소 관계는 알 수 없다.

[해설] P, R은 금속인데 P는 R보다 강한 환원제이므로 P와 R의 반응성은 P가 R보다 큼니다. 즉, P가 R보다 산화가 잘 됩니다.

일단 첫번째 그래프를 살펴보니 Q이온이 2N 생성되었을 때, 양이온 수가 4N개 줄었습니다. 그런데 금속판의 밀도가 그대로이므로, P는 가장 먼저 수소와 반응했음을 알 수 있습니다. 다시 말해 반응성만 따져보자면  $Q > P > R > H$ 일 것입니다. 이는 곧 산화가 잘되는 순서입니다.  $\neg$ 선지는 산화력의 세기를 묻고 있으므로 위의 대소 관계와 반대가 되면 됩니다. 여기서  $\neg$ 선지는 옳은 선지임을 알 수 있습니다.

이제 Q이온의 전하를 생각해봅시다. 분명 Q이온이 2N개 생성되었는데 총 양이온 수가 4N개 줄어든 것을 보면 빠져나간 양이온 수는 6N개임을 알 수 있습니다. 수소 이온이 반응한 것인데 수소 이온은 1가 이온이므로 결국 Q이온은 3가 이온임을 알 수 있습니다.

이제 P, R이온의 전하를 생각해봅시다. 금속판의 질량 그래프와 양이온 수 그래프를 살펴보면 이번에는 Q이온이 P, R이온과 반응하여 4N개 생성될 때 양이온 수는 2N개 줄어드는 것으로 보입니다. 그렇다면 P, R이온 모두 6N개씩 사라져야 합니다. 즉, P, R이온의 전하는 +2임을 알 수 있습니다.

금속판의 질량 그래프를 다시 한 번 살펴봅시다. Q이온은 R이온과 먼저 반응을 했을 터인데 Q이온과 P이온이 반응하였을 때보다 기울기가 작습니다. 그 말은 같은 전하량의 P, R 이온의 대소 관계가 정해진다는 말인데, 곧 P이온이 환원될 때 증가하는 금속판의 더 질량이 크다는 의미이므로 원자량은 P가 R보다 큼을 알 수 있습니다.

그런데 Q와 P, R사이의 원자량의 대소 관계를 비교하려고 해보니 Q이온이 2N개 생성되었을 때 P이온이 3N개 생성되는 사실을 통해  $2M_Q < 3M_P$  라는 부등식을 얻을 수 있습니다.

그러나 이 식은  $M_Q$ 와  $M_P$ 의 대소 관계를 확정짓지 못합니다. 더 자세히 말씀드리자면  $\frac{M_Q}{M_P} < \frac{3}{2}$  라는 관계에서는  $\frac{M_Q}{M_P}$  값이 1보다 작을 수도 있고, 클 수도 있기 때문에 그렇습니다.

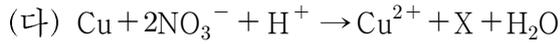
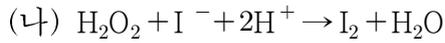
허나, 이 문제가 정말 어려운 것은 만약  $M_Q$ 와  $M_R$ 과의 관계에서도 마찬가지로 생각하시면 또 틀립니다. 그래프를 보시면 R과 반응하기까지 총 6N의 Q가 빠져나왔습니다. 그런데 R과 반응이 끝나고 난 상황을 살펴보면 R 역시 6N이 금속판에 들러 붙었습니다. 그럼에도 이전보다 금속판의 질량이 작으므로 R의 원자량이 Q보다 작음을 알 수 있습니다.

따라서 정답은  $\neg$  입니다.

**12 산화·환원 반응: 산화수 및 계수 계산 ★★**

정답 : ②

[출제자의 한마디] 2009년 10월 교육청 화학II, 2011년 9월 교육청 화학II 기출이 모티브인 문제입니다. 이 문항은 사실 교육과정을 살짝 넘어가는 감이 없지 않습니다. 그렇지만 이것은 산화환원 반응의 본질적인 부분을 다루기 때문에 한번쯤은 짚고 넘어갈 문항입니다.



반응	(가)	(나)	(다)
이동한 전자의 총 몰수	10	?	6

〈보 기〉

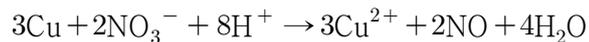
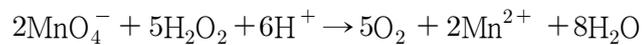
ㄱ. (가), (나)에서  $\text{H}_2\text{O}_2$ 는 산화제이다.

ㄴ. X는  $\text{NO}_2$  이다.

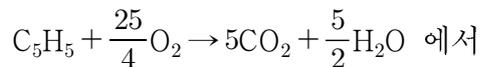
ㄷ. 각 반응식에서 계수의 총합은 (가)가 (다)보다 크다.

[해설] 이동한 전자의 총 몰수를 이용해서 산화환원 반응식을 빠르게 완성할 수 있는지를 묻는 문제입니다.

완성된 산화·환원 반응식입니다.



ㄷ.  $V_2$ 는 연소하기 전의 산소를 투입한 후의 실린더 부피를 나타냅니다. 이 선지에서 묻고 있는 것은 '탄화수소  $C_mH_n$ 의  $\frac{4}{5}V_1$  을 연소시키기 위한 산소의 몰수, 즉 부피는 몇  $V_1$ 일지를 구해보아라' 입니다. 뭐, 답은 이미 구했습니다.



$\frac{4}{5} \times \frac{25}{4} = 5$  이므로 필요한 산소의 부피는  $5V_1$ 임을 알 수 있습니다. 아보가드로 법칙에 의해 가능한 풀이입니다.

결국  $V_2 = 6V_1$ (탄화수소 + 산소),  $V_3 = \frac{15}{2}V_1$  이므로

$V_2 : V_3 = 4 : 5$  입니다.

[추가설명]  $C_5H_5$ 는 Cyclopentadienyl 이라는 물질입니다.

#### 14 중화반응에서의 연립방정식 ★★★★★

정답 : ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[출제자의 한마디] 중화 반응 양적관계에서 가장 꺼려지는 유형입니다. 어렵진 않지만 시간이 다소 걸릴 수 있습니다. 2014 수능 기출 유형이기도 합니다.

[실험 과정 및 결과]

○ HCl, NaOH, KOH,  $Ca(OH)_2$  로 수용액 (가)~(다)를 만들었다.

\* 수용액 (가)~(다)를 <표1>과 같이 만들었고, 혼합 용액 속에 존재하는  $OH^-$ 수를 <표2>에서 상대적으로 나타내었다.

용액	HCl(aq) 부피(mL)	NaOH(aq) 부피(mL)	KOH(aq) 부피(mL)	Ca(OH) <sub>2</sub> (aq) 부피(mL)
(가)	10	30	10	10
(나)	10	20	20	10
(다)	10	10	10	20

<표1>

용액	혼합 용액 속에 존재하는 $OH^-$ 수
(가)	6N
(나)	8N
(다)	2N

<표2>

○ 용액 (가)에서  $Cl^-$ 과  $Na^+$ 의 개수 비는 10:9이다.

- ㄱ. pH는 용액 (가)가 용액 (나)보다 작다.
- ㄴ. HCl(aq)과 Ca(OH)<sub>2</sub>(aq)의 단위 부피당 존재하는 이온 수의 비는 20:3이다.
- ㄷ. 전기전도도는 용액 (나)가 용액 (가)보다 크다.

[해설] <표1>보다도 가장 중요한 정보는 '구경꾼 이온의 개수 비'입니다. 이러한 유형의 문제를 마주했을 때는 단위 부피당 각 이온이 몇 개 있는지를 빠르게 식을 세우셔야 합니다. 즉, 연립방정식을 풀겠다는 말입니다. 표를 딱 보아하니 부피 10mL를 기준으로 식을 세우면 되겠습니다.

HCl(aq)을  $d$ , NaOH(aq)를  $a$ , KOH(aq)를  $b$ , Ca(OH)<sub>2</sub>(aq)를  $c$  라 놓으면

$$(3a+b+c)-d=6 \dots \alpha$$

$$(2a+2b+c)-d=8 \dots \beta$$

$$(a+b+2c)-d=2 \dots \gamma$$

라는 식이 얻어 집니다. 그런데 우리는 용액 (가)의 구경꾼 이온의 개수 비를 아니까  $a$ 와  $d$ 의 값이 나와 버립니다. 식을 연립하면

$a=3, b=5, c=2, d=10$ 이 나옵니다.

여기서 주의해야 하실 것이, 저 같은 경우 식을 세웠을 때  $c$ 값의 기준을 OH<sup>-</sup>로 잡았기 때문에 OH<sup>-</sup>가 2배로 계산된 값이  $c$ 가 됩니다. 그러니까 HCl(aq) 10mL에 들어 있는 H<sup>+</sup>와 Cl<sup>-</sup>가 각각 3N개일 때, Ca(OH)<sub>2</sub>(aq) 10mL에 들어 있는 OH<sup>-</sup>수가 2N개, 그러나 Ca<sup>2+</sup>수는 N개라는 것입니다. 여기서 실수하시면 안됩니다. 물론, 애초부터 식을 Ca<sup>2+</sup>을 기준으로 잡아도 됩니다. 풀이하는 사람 마음이지요.

문제는 일단 이렇게 풀립니다. 그런데 선지가 사람을 심히 귀찮게 하죠.

용액	HCl(aq)		NaOH(aq)		KOH(aq)		Ca(OH) <sub>2</sub> (aq)	
	H <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	OH <sup>-</sup>
(가)	10N	10N	9N	9N	5N	5N	N	2N
(나)	10N	10N	6N	6N	10N	10N	N	2N
(다)	10N	10N	3N	3N	5N	5N	2N	4N

위와 같이 이온들이 존재하겠네요.

- ㄱ. pH는 같은 부피에서 OH<sup>-</sup>가 많이 남는 (나)가 (가)보다 큼니다.
- ㄴ. 옳은 선지입니다.
- ㄷ. 전기전도도는 단위 부피당 이온 수로 판단할 수 있는데요. 사실은 이온 별로 전기전도도가 다르긴 하지만 그냥 '이온 수'로 통쳐도 기출에서는 별 문제가 없었습니다. 앞으로도 마찬가지일 겁니다. 중요해지는 것은 '단위 부피'입니다. 이로 미루어보아 전기전도도는 용액 (나)가 용액 (가)보다 큼니다.

28 기체 반응의 양적관계 + 끼워 맞추기 ★★★

정답 : ④

[출제자의 한마디] 그냥 보면 좀 답답한 문항입니다. 정말 거의 대부분을 알려주지 않았기 때문이죠. 그런데도 이 문제는 잘만 추론하면 오히려 쉽게 풀 수 있습니다. 우리가 알고 있는 가장 대표적인 반응이기 때문이죠. 사실 수록하기 조금 망설여진 문항입니다. 하지만 수능 화학에서 갖춰야 되는 덕목(?)중 끼워 맞추는 능력도 꽤나 중요하기 때문에 일단 실었습니다.

종류	반응 전	반응 후	새로운 기체
반응I	A <sub>2</sub> 3몰 B <sub>2</sub> 7몰	존재하는 기체들의 '몰수비'는 1:7이다.	A <sub>x</sub> B <sub>y</sub>
반응II	C <sub>2</sub> 3몰 D <sub>2</sub> 5몰	반응 전후 실린더의 '부피비'는 16:13 이다.	C <sub>z</sub> D <sub>w</sub>
○ w~z는 모두 3이하의 자연수이다. ○ w~z는 x < y, z > w를 만족한다.			

[해설] 반응I의 반응식을 세워보면  $x A_2 + y B_2 \rightarrow 2 A_x B_y$ 입니다.

(x,y)의 순서쌍은 (1,2), (1,3), (2,3)의 총 3가지 경우가 될 수 있습니다.

I) A<sub>2</sub>가 한계 반응물일 때

	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	A <sub>x</sub> B <sub>y</sub>
반응 전	3몰	7몰	
반응	3몰	$\frac{3y}{x}$ 몰	$\frac{6}{x}$ 몰
반응 후	0몰	$7 - \frac{3y}{x}$ 몰	$\frac{6}{x}$ 몰
1) $7 - 3\frac{y}{x} : \frac{6}{x} = 1 : 7 \Rightarrow 49x - 21y = 6$ (X) 2) $7 - 3\frac{y}{x} : \frac{6}{x} = 7 : 1 \Rightarrow 7x - 3y = 42$ (X)			

II) B<sub>2</sub>가 한계 반응물일 때

	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	A <sub>x</sub> B <sub>y</sub>
반응 전	3몰	7몰	
반응	$\frac{7x}{y}$ 몰	7몰	$\frac{14}{y}$ 몰
반응 후	$3 - \frac{7x}{y}$ 몰	0몰	$\frac{14}{y}$ 몰
1) $3 - 7\frac{x}{y} : \frac{14}{y} = 1 : 7 \Rightarrow 7x - 3y = -2 \Rightarrow (x,y) = (1,3)$ 2) $3 - 7\frac{x}{y} : \frac{14}{y} = 7 : 1 \Rightarrow 7x - 3y = -98$ (X)			

반응II의 반응식을 세워보면  $zC_2 + wD_2 \rightarrow 2C_2D_w$ 입니다.

$(z, w)$ 의 순서쌍은  $(2, 1), (3, 1), (3, 2)$ 의 총 3가지 경우가 될 수 있습니다.

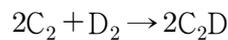
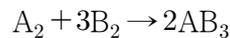
그런데  $z > w$ 이므로 한계반응물은  $C_2$ 일 수 밖에 없습니다.

	$C_2$	$D_2$	$C_2D_w$
반응 전	3몰	5몰	
반응	3몰	$\frac{3w}{z}$ 몰	$\frac{6}{z}$ 몰
반응 후	0몰	$5 - \frac{3w}{z}$ 몰	$\frac{6}{z}$ 몰
반응 전후 실린더의 부피비가 16 : 13임을 이용하면			
$8 : 5 - 3\frac{w}{z} + \frac{6}{z} = 16 : 13 \Rightarrow 6w + 3z = 12 \Rightarrow (w, z) = (1, 2)$			

따라서  $xw + yz$ 의 값은 7입니다.

[추가설명] 보통 어떤 기체반응식이  $X_2 + Y_2 \rightarrow Z$ 라고 할 때, 이렇게 정보가 없는 경우  $Z$ 를 추론해야 할 겁니다. 될 수 있는  $Z$ 는  $XY, XY_3, XY_2, X_2Y, X_2Y_2, X_2Y_3$  이 정도겠네요. 교육과정 내에서 출제한다는 점을 명심하시고 거의 대부분이 실제 존재하는 기체를 가지고 문제를 만듭니다. 출제 오류라고 이의제기가 들어올 수 있기 때문일 겁니다.

이번 문항의 경우 위처럼 후보들을 몇 개 생각해두고 하다보면 우리가 가장 잘 알고 있는 두 가지 반응이었다는 것을 알 수 있습니다. 첫 번째 반응은 '암모니아 반응'이며, 두 번째 반응은 '물 생성 반응'입니다.



따라서  $xw + yz$ 의 값은 7입니다.

[추가설명] B지점에선 R이온은 +2가 이온일 수 없습니다. 만약 +2가라면 P가 다 반응하더라도 7.0N에 미치지 못하며, R이온이 Q이온과 반응을 한다고 하더라도 양이온 수는 변하지 않으므로 말이 되지 않기 때문입니다.

**39** 물의 정의 + 중화반응에서의 양적관계 ★

정답 : ④ 나, 다

[출제자의 한마디] '김호곤'님의 공모문항입니다. 다르게 정의되는 '아보가드로 수'로 중화반응을 확인하는 독특한 문제입니다.

[자료]

1몰만큼의 원자 수를 '아보가드로 수'라고 한다.

기준 I:  $6.02 \times 10^{23}$ 을 '아보가드로 수( $N_{a1}$ )'로 계산한다.

기준 II:  $6 \times 10^{23}$ 을 '아보가드로 수( $N_{a2}$ )'로 계산한다.



〈보 기〉

- ㄱ. 혼합용액 X는 염기성 용액이다.
- ㄴ. 혼합용액 X를 만드는 과정에서 생성된 물( $H_2O$ ) 분자 수는  $2N_{a2}$ 개이다.
- ㄷ. 기준 I을 적용한 BOH 1몰과 기준 II를 적용한 HA 1몰을 반응시키면, 기준 **II**를 적용한 물 1몰이 생성된다.

[해설] 혼합용액 X에는  $A^-$ 가  $N_{a1}$ 개,  $B^+$ 가  $2N_{a2}$ ,  $C^-$ 가  $N_{a2}$ 개 존재하고,  $H^+$   $N_{a1} + N_{a2}$ 개와  $OH^-$   $2N_{a2}$ 개가 반응하여  $2N_{a2}$ 개의 물 분자가 생성됩니다. 즉 ㄴ은 옳은 선지입니다.  $N_{a1}$ 이  $N_{a2}$ 보다 큰 값이므로  $N_{a1} + N_{a2}$ 개의  $H^+$ 중,  $N_{a1} - N_{a2}$ 개의  $H^+$ 가 중화반응에 참여하지 못하고 남게 됩니다.

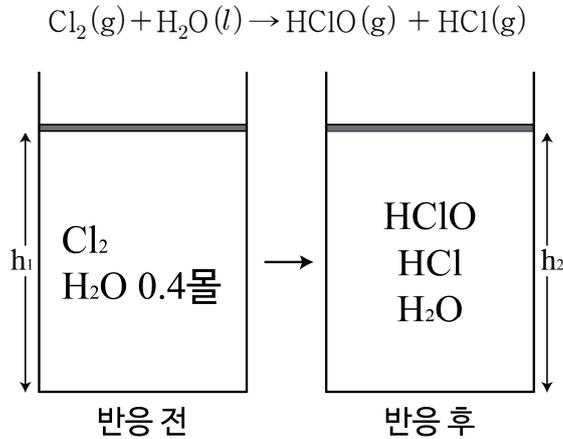
ㄱ. 혼합용액 X는 산성 용액입니다. 따라서 틀린 선지입니다.

ㄷ. 기준 I을 적용한 BOH 1몰은  $N_{a1}$ 개이고, 기준 II를 적용한 HA 1몰은  $N_{a2}$ 개입니다. 따라서 두 수용액을 반응시키면  $N_{a1} > N_{a2}$ 이므로, 물이  $N_{a2}$ 개가 생성되며 이는 곧 기준 II를 적용한 물 1몰입니다. 따라서 ㄷ은 옳은 선지입니다.

44 액체와 기체의 구분 ★

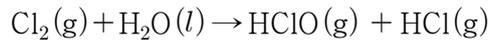
정답 : ② 대명, 소민

[출제자의 한마디] '이종성'님의 공모문항입니다. 최초 아이디어에서 선지를 조금 변형하였습니다. 액체와 기체를 구분해야함을, 한계반응물의 조건을 인지시키고 기체의 밀도에 대하여 묻는 문항입니다.



- 〈보기〉
- \*대명: 반응 전  $\text{Cl}_2$ 의 질량은 반드시 28.4g 미만이야.
  - \*소민: 반응 후 물질의 양과 상관없이  $h_2 = 2h_1$ 이야.
  - \*소현: 실린더 내부 **기체**의 밀도는 반응 후가 반응 전보다 커져.

[해설]



이러한 반응식에서 반응 후를 보니  $\text{Cl}_2$ 가 모두 반응하였으므로 한계반응물은  $\text{Cl}_2$ 입니다. 물과 염소 기체는 1:1로 반응하므로 반드시  $\text{Cl}_2$ 는 0.4몰보다 적어야합니다. 즉, 28.4g 미만 있어야 하므로 대명이는 옳은 추론을 하였습니다.

실린더의 부피는 기체의 부피에 따라 달라지는데  $\text{Cl}_2$ 가 1몰 반응할 때 HCl과 HClO가 1몰씩 생성되므로 반드시  $h_2 = 2h_1$ 일 수 밖에 없겠네요. 소민이도 옳은 추론을 하였습니다.

이제 소현이를 살펴보면 실린더 내부의 밀도를 비교해야 합니다. 염소가 1몰 존재할 때 반응 전 내부의 밀도는  $\frac{71}{V}$ 라고 할 수 있습니다. 염소가 1몰 반응하면 반응 후 내부의 밀도는

$$\frac{52.5 + 36.5}{2V} = \frac{89}{2V} \text{ 이므로 반응 후가 반응 전보다 작아집니다.}$$

따라서 소현이는 틀린 추론을 하였습니다.

45 기체 반응에서의 양적관계 ★★★★★

정답 : ③ ㄱ, ㄷ

[출제자의 한마디] '이중성'님의 공모문항입니다. 최초 아이디어에서 선지를 조금 변형하였습니다. 질량 보존의 법칙과 밀도, 질량, 부피, 몰수 등 총체적인 이해가 필요한 문항입니다. 호흡이 길고 어려운 문항입니다.

[실험 과정 및 결과표]

- 0°C, 1기압의 실험실에서 일정량의 기체 A와 B를 반응시키고 반응 전후 물질의 양을 기록한다.
- 화학 반응식  
 $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2C(g)$
- 실험 결과표

실험	반응 전		반응 후		
	A의 질량(g)	B의 질량(g)	A의 부피(L)	B의 부피(L)	전체 기체의 밀도
I	22.4	7.6	$x$	0	$3d$
II	9.6	30.4	0	4.48	$4d$

○ 온도와 압력은 일정하였다.  
 ○ C의 분자량은 각각  $M_C$ 이다.

〈보기〉

- ㄱ.  $x$ 의 값은 13.44이다.
- ㄴ.  $M_C$ 의 값은 42이다.
- ㄷ. 실험 I과 II의 반응 후 남은 A와 B를 추가로 반응시켰을 때 추가반응 후 남은 물질들의 질량의 합은 26.8g이다.

[해설] 분자량은 정해져있는 값이므로 질량은 몰수에 비례합니다. 우선 주어진 표에서 실험 I, II의 질량비를 안다면 이는 곧 몰수비가 될 겁니다.

반응 전	A	B
실험 I	7a	b
실험 II	3a	4b

이므로 다시 각각의 실험별로 반응 과정을 살펴보면

실험 I	A	B	C	실험 II	A	B	C
반응 전	7a	b	0	반응 전	3a	4b	0
반응	$b/2$	b	b	반응	3a	6a	6a
반응 후	$7a-b/2$	0	b	반응 후	0	$4b-6a$	6a
최종	7a+b/2몰			최종	4b몰		

이 됩니다. 그런데 질량의 합은 실험 I : 실험 II = 3 : 4이므로 부피가 같아야만 밀도가 3 : 4가 됩니다. 즉,  $7a + \frac{b}{2} = 4b$ 이므로  $b = 2a$ 입니다. 따라서 실험 II에서 남은 B의  $2a$ 몰은 0.2몰이므로  $a = 0.1$ 이고,  $b = 0.2$ 입니다.

ㄱ.  $x = 6a$ 이므로  $22.4 \times 0.6 = 13.44$ 입니다.

ㄴ.  $\frac{22.4}{M_A} = \frac{7}{10}$ 에서  $M_A = 32$ 이고,  $\frac{7.6}{M_B} = \frac{1}{5}$ 에서  $M_B = 38$ 입니다. 질량 보존의 법칙에 의해

$M_A + 2M_B = 2M_C$ 이므로  $M_C$ 의 값은 54입니다. 따라서 ㄴ은 틀린 선지입니다.

ㄷ. 남은 물질들이 반응하는 실험을 실험 III이라고 칭합시다.

실험 III	A	B	C
반응 전	6a	2a	0
반응	a	2a	2a
반응 후	5a	0	2a
최종질량	(A, 0.5몰 + C, 0.2몰)		26.8g

50 기체 반응의 양적관계 ★★★

정답 : ④ 나, 다

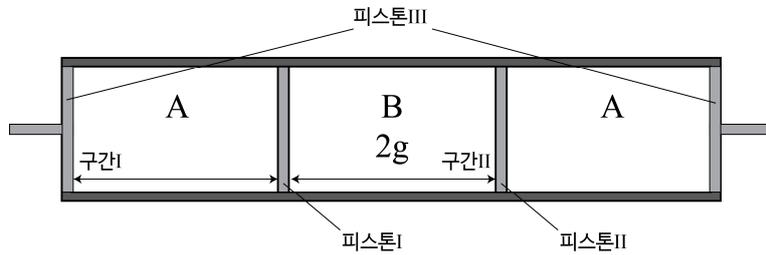
[출제자의 한마디] 2015학년도 스타 직전 모의고사 #18번 변형 문항입니다. 당시 2015 수능에서 그대로 적용시켰던 문항이기도 합니다. 양쪽 피스톤이 고정되지 않았기 때문에 몰수에 따라 실린더의 부피가 달라진다는 것이 특징이며, 자료는 매우 길지만 그렇다고 그렇게 어렵지는 않은 문항입니다.

[자료]

○ 화학 반응식:  $aA(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$  (단,  $a$ 는 상수)

[실험 과정]

(가) 그림과 같은 용기에 기체 A와 B를 넣고 피스톤 I ~ III이 멈출 때까지 기다린다.



(나) 피스톤 I 을 제거하고 A와 B를 반응시킨 뒤, 피스톤 II, III이 멈출 때까지 기다린다.

(다) 피스톤 II를 제거하고 A와 B를 반응시킨 뒤, 피스톤 III이 멈출 때까지 기다린다.

[실험 결과]

과정	(나)	(다)
기체 C가 존재하는 구간에 들어있는 전체 기체의 질량	3.4g	4.8g

- (가)과정 직후 구간II의 길이는 구간I의 1.25배이다.
- (나)과정 직후 용기 전체에 있는 기체 A와 C의 몰수는 같다.
- (다)과정 직후 피스톤이 멈춘 뒤 기체의 부피는 2.7L이다.
- 기체 A~C의 분자량은 각각  $M_A \sim M_C$ 이다.

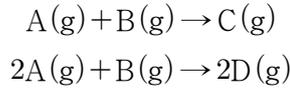
〈보기〉

- ㄱ. 과정 (다) 이후 A가 남아 있다.
- ㄴ. (가)에서 용기의 부피는 3.9L이다.
- ㄷ.  $(M_A + M_B) - M_C$ 의 값은 16이다.

55 기체 반응의 양적관계 ★★★★★

정답 : ④ 3개 (ㄴ, ㄷ, ㄹ)

[출제자의 한마디] '이종성'님 공모 문항입니다. 반응 몰수비의 중요성을 강조함과 동시에 한계반응 물이 무엇인지를 빠르게 추론하여 찾는 것이 핵심인 문항입니다.



실험	반응 전		반응 후	
	A의 몰수	B의 몰수	전체 기체의 몰수	생성물의 몰수
I	4	2	$x$	$7a$
II	3	2	$y$	$6a$
III	4	3	4.5	$8a$

○ 반응 전후의 온도와 압력은 일정하였다.  
○ 실험 I ~ III에서 A와 B중 적어도 하나는 모두 반응한다.

〈보 기〉

- ㄱ.  $x$ 의 값은 3.5이다.  
 ㄴ.  $a$ 의 값은 0.5이다.  
 ㄷ. 반응 후의 C의 몰수비는 실험 I:실험III=1:2이다.  
 ㄹ.  $y$ 의 값은 주어진 자료만으로는 알 수 없다.

[해설] 모든 정보가 드러나 있는 실험은 실험III이므로 실험III부터 파헤쳐봅시다. 우선 A가 남는지 B가 남는지 결정하여야 합니다. 어떤 선택이 성공하였다면 실전에선 그대로 밀고 나가 시면 되고, 만약 틀렸다는 것이 판단되면 재빨리 다른 선택으로 돌아가셔야 합니다.

1) A가 남았다면

실험III (단위: 몰)	반응A: $\alpha$	반응B: $\alpha$	생성C: $\alpha$
	반응A: $6-2\alpha$	반응B: $3-\alpha$	생성D: $6-2\alpha$

A는  $4-(6-\alpha)=\alpha-2$ 몰 남게 되고, 생성물의 합은  $6-\alpha$ 이므로 이럴 경우 남는 전체 기체의 몰수가 4몰이므로 말이 되지 않습니다. 따라서 이 경우가 아닙니다.

2) B가 남았다면

실험III (단위: 몰)	반응A: $\alpha$	반응B: $\alpha$	생성C: $\alpha$
	반응A: $4-\alpha$	반응B: $\frac{4-\alpha}{2}$	생성D: $4-\alpha$

이 경우일 수밖에 없고, 계산해보면  $\alpha$ 의 값은 1입니다.

61 아보가드로 법칙 ★★

정답 : ①

[출제자의 한마디] 같은 온도와 압력 조건에서 분자량은 곧 밀도라는 것을 철저히 활용한 문항입니다.

[실험 과정]

(가) A(g)를 실린더에 부피 V만큼 넣는다.

(나) (가)의 실린더에 B<sub>2</sub>(g)를 추가로 넣어 부피가 aV가 되게 한 후 전체 기체의 질량을 측정한다.

(다) (나)의 실린더에 B<sub>2</sub>C(g)를 추가로 넣어 부피가 5V가 되게 한 후 전체 기체의 질량을 측정한다.

[실험 결과]

	(가)	(나)	(다)
실린더의 부피	V	aV	5V
기체의 질량	x	2.5x	bx
단, 온도와 압력은 일정하였다.			

○ 원자량의 비는 A:C=1:4이다.

○ 기체의 밀도 비는 (나):(다)=25:56이다.

[해설] (나)와 (다)의 밀도 비가 25:56이므로  $\frac{2.5}{a} : \frac{b}{5} = 25:56$ 이므로 이를 풀어 간단히 하면  $ab=28$ 입니다.

B<sub>2</sub>의 원자량을  $\frac{1.5}{a-1}$ 라고 두면 B<sub>2</sub>C의 원자량은  $\frac{b-2.5}{5-a}$ 이므로 A와 C의 원자량의 비가 1:4라는

것을 이용하면  $\frac{b-2.5}{5-a} - \frac{1.5}{a-1} = 4$ 입니다. a와 b에 대한 두 식을 연립하면 a=4, b=7입니다.

따라서 b-a=3입니다.

[ 가 ]

63 생소한 반응 해석 ★★★★★

정답 : ㉠ ㄱ

[출제자의 한마디] '이중성'님의 공모문항입니다. 반응물과 생성물의 몰수를 이동한 전자의 몰수를 이용하여 추론하는 참신한 형태의 문항입니다.

		실험 I	실험 II
반응 전	AO <sub>2</sub> 의 질량	$xg$	20.4g
	H <sub>2</sub> A의 질량	20.0g	10.2g
반응 후	남은 반응물과 생성물의 질량비	1:1	㉠
	이동한 전자의 개수	0.4몰	$y$ 몰

○ 전기음성도:  $H < A < O$   
 ○ 화학 반응식:  $aAO_2 + 2H_2A \rightarrow 2H_2O + bA$  (단,  $a, b$ 는 계수)  
 ○  $x$ 의 값은 20.0보다 작다.  
 ○ 실험 I, II 모두 어느 한쪽 반응물이 모두 반응하였다.

〈보기〉

- ㄱ.  $x$ 의 값은 6.4이다.
- ㄴ.  $y$ 의 값은 1.2이다.
- ㄷ. ㉠은 7:11이다.

[해설] 화학 반응식부터 완성하여 보면,  $a=1, b=3$ 입니다. 이동한 전자의 개수라는 정보는 A의 산화수 변화를 이용하라는 의미일 것이므로 A의 산화수를 조사해봅시다. 우선 AO<sub>2</sub>의 A는 산화수가 +4입니다. 또, H<sub>2</sub>A의 A는 산화수가 -2이고, 생성물 A의 산화수는 0입니다. 이를 통해 AO<sub>2</sub>가 1몰 반응할 때 이동하는 전자는 총 4몰임을 알 수 있습니다.

그런데 실험 I에서 이동한 전자의 개수가 0.4몰이므로 AO<sub>2</sub>는 0.1몰 반응하였다는 이야기겠죠. 한계반응물은 AO<sub>2</sub>가 될 수도 H<sub>2</sub>A가 될 수도 있으나, H<sub>2</sub>A가 될 경우 A의 원자량이 98이 되고  $x$ 의 값은 46으로  $x < 20$ 이라는 조건에 어긋납니다. 따라서 한계반응물은 AO<sub>2</sub>입니다.

생성물의 질량은  $3.6 + 0.3M_A$  (단,  $M_A$ 는 A의 원자량)이므로 질량 보존의 법칙에 의해 반응 전 반응물의 총 질량은  $7.2 + 0.6M_A$  일겁니다. 따라서  $7.2 + 0.6M_A = 0.1(M_A + 32) + 20$ 이므로  $M_A$ 의 값은 32입니다.  $x$ 의 값은 6.4이므로 ㄱ은 옳은 설명입니다.

이제 실험 II로 갑시다.  $M_A$ 의 값을 알기 때문에 이제 반응 질량비를 알 수 있습니다.

AO<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>A : H<sub>2</sub>O : A = 64 : 68 : 36 : 96라는 반응 질량비를 갖겠네요. 더 간단한 반응 질량비는 16 : 17 : 9 : 24입니다.

그런데 질량 분포로 보아 실험 II의 한계 반응물은 H<sub>2</sub>A이므로 AO<sub>2</sub>는  $10.2 \times \frac{16}{17}$ g만큼을 반응하며, 이는 0.15몰 반응한다는 의미이므로  $y$ 의 값은  $0.4 \times \frac{3}{2}$ 에서 0.6입니다. 따라서 ㄴ은 틀린 선지입니다.

마지막으로 ㉠을 구해야합니다. 남은 반응물은 AO<sub>2</sub>로써,  $20.4 - 9.6$ 에서 10.8g이고, 생성물은  $10.2 \times \frac{33}{17}$ 에서 19.8g입니다. ㉠은 6:11이므로 ㄷ은 틀린 설명입니다.