

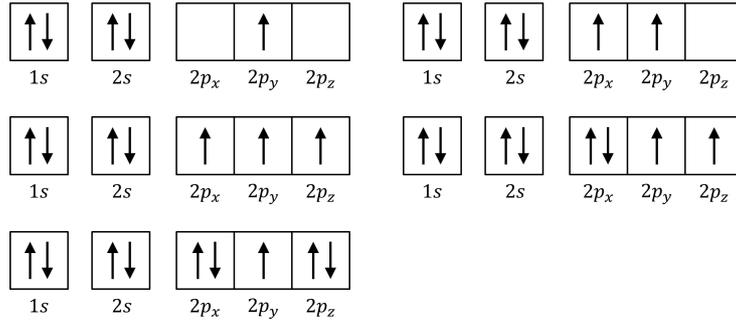
3-6 집단지성 모의고사

과학탐구 영역 (화학 I) 해설

★ 1페이지 ★

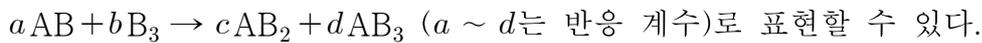
1. (수완 6장 2번 변형) 답 ④

$2p_x, 2p_y, 2p_z$ 의 에너지 준위는 모두 같으므로 바닥상태 원소 A로 가능한 것은 그림과 같다.



2. (수완 실모 4회 1번 변형) 답 ⑤

●를 A, ○를 B라 하면 주어진 반응식은



ㄱ. 화합물은 AB, AB₂, AB₃ 3가지이다. (참)

ㄴ. 반응식에서 A의 계수를 맞추면 $a = c + d$ 이므로 $a + b > c + d$ 이다. (참)

ㄷ. 전기 음성도가 $B > A$ 이므로 B₃의 산화수가 감소했다. 따라서 B₃는 모두 환원되었으며, 산화된 물질은 AB이다. (참)

3. 답 ⑤

ㄱ. (가)의 붕소(B) 원자는 반응 과정에서 (나)의 산소(O) 원자에게 비공유 전자쌍을 제공 받았으므로 루이스 산이다. (참)

ㄴ. (나)에는 탄소(C) 원자와 수소(H) 원자가 생략된 것을 고려해야 한다. 오각형의 꼭짓점 중 4개에 탄소 원자가 있고, 이들 각각이 수소 원자 2개와 결합하고 있으므로 분자식은 C₄H₈O이다. (참)

ㄷ. (가)의 붕소 원자에는 비공유 전자쌍이 없으므로 결합각은 120°이며, (나)에는 공유 전자쌍이 4쌍 있으므로 결합각은 109.5°이다. (참)

4. 답 ②

㉠은 그래핀, ㉡은 다이아몬드, ㉢은 풀러렌이다.

ㄱ. 다이아몬드는 전기 전도성이 없다. (거짓)

ㄴ. 풀러렌 1몰에는 탄소 원자가 60몰 있으므로 ㉢이 가장 크며, 탄소 원자 수가 같을 때 결합선 수는 다이아몬드가 그래핀보다 많으므로 ㉡이 ㉠보다 크다. (참)

ㄷ. (가), (나), (다)에 공통적으로 해당하는 물질로는 탄소 나노 튜브가 있다. (거짓)

5. (수완 실모 2회 2번 변형) 답 ③

H 원자 계수 맞추기 : $2 \times 6 = d \times 2 \quad \therefore d = 6$

C 원자 계수 맞추기 : $4 = b + c$

O 원자 계수 맞추기 : $2 + 2a = b + 2c + 6$ 에서 $2a = c + 8$

따라서 c 가 짝수이므로 $c = 2, b = 2$ 이고, $a = 5$ 이다. $\therefore a + b + c + d = 15$

6. 답 ②

W와 X는 각각 Be 또는 O이고, Y와 Z는 각각 B 또는 N이다. 이때 중심 원자 주위의 전자쌍(공유와 비공유를 모두 포함하는 단어)의 수는 Be가 2, B가 3, O와 N이 4이다. 따라서 W, X, Y, Z는 각각 O, Be, B, N이다.

ㄱ. OF_2 에서 O의 산화수는 +2이다. (거짓)

ㄴ. (나)는 직선형 구조로, 쌍극자 모멘트 합이 0이다. (참)

ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 (다)에서 9, (라)에서 10이다. (거짓)

★ 2페이지 ★

7. 답 ②

ㄱ. 원자 1개의 상대 질량이 원자량이므로, ^{12}C 1개의 질량을 12라고 했을 때 1H 1개의 질량은 1.008이다. 따라서 ^{12}C 1개의 질량은 1H 12개의 질량보다 작다. (거짓)

ㄴ. '1몰의 정의'는 '아보가드로수'와 같은 말이다. ㉠으로는 ' ^{12}C 12g의 원자 수'가 적당한데, 기준에 따른 1H 의 원자량이 1.008이므로 ' 1H 1.008g의 원자 수'라고도 할 수 있다. ㉡은 ' 1H 1g의 원자 수'이므로, ㉠이 ㉡보다 크다. (참)

ㄷ. 1H 의 원자량이 I일 때가 II일 때보다 크므로 산소 원자의 원자량도 I일 때가 II일 때보다 크다. 산소 원자의 질량수는 일정하므로 $\frac{\text{질량수}}{\text{원자량}}$ 값은 I일 때가 II일 때보다 작다. (거짓)

8. 답 ①

X와 Y는 원자이므로 양성자 수와 전자 수가 같다. 또 Y^- 는 Y와 양성자 수가 같으며, 전자 수는 1개 많다.

1) ㉠이 양성자인 경우

$a \neq a + 1$ 이므로 ㉡은 전자가 아니다. 또 $a = b$ 이면서 동시에 $b = a - 1$ 일 수 없으므로 ㉢도 전자가 아니다. 따라서 모순이다.

2) ㉣이 양성자인 경우

Y와 Y⁻을 비교하면 $a-1=b-2$ 이므로 $a+1=b$ 이다. $a \neq b$ 이므로 ㉠은 전자가 아니며, ㉡은 전자가 될 수 있다. 이때 양성자 수는 X가 Y보다 2개 많다.

3) ㉢이 양성자인 경우

Y와 Y⁻을 비교하면 $b-2=a$ 이다. $a \neq a+1$ 이므로 ㉠은 전자가 아니며, $b \neq a+1$ 이므로 ㉡도 전자가 아니다. 따라서 모순이다.

1), 2), 3)으로부터 ㉠은 중성자, ㉡은 양성자, ㉢은 전자이고, 원자 번호는 X가 Y보다 2 크다.

ㄱ. 중성자와 양성자 사이에는 전기적 인력이 아닌 강한 핵력이 작용한다. (거짓)

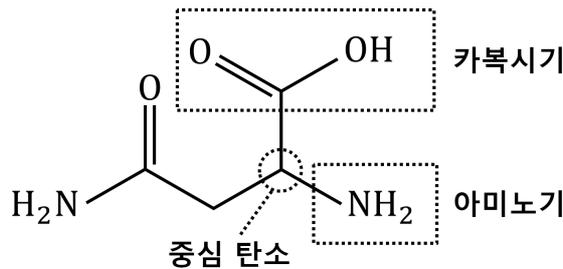
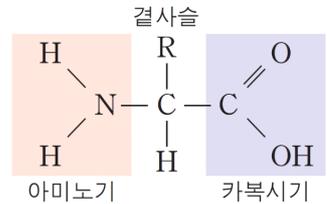
ㄴ. $a+1=b$ 이므로 a 는 b 보다 작다.

ㄷ. 그림은 Ne의 전자 배치인데, 만약 Y⁻의 전자 배치가 이와 같다면 Y는 F, X는 Na가 되어 2주기 원자라는 조건에 맞지 않는다. 그림은 X의 전자 배치가 되어야 하며, X는 Ne, Y는 O이다. (거짓)

9. 답 ㉠

아미노산은 기본적으로 탄소 원자 하나에 아미노기와 카복시기가 연결된 오른쪽과 같은 구조를 가지고 있어야 한다.

문제에 제시된 아미노산에서 카복시기가 될 수 있는 부분은 오른쪽 윗부분밖에 없고, 따라서 ㉠은 카복시기의 OH 또는 O⁻여야 한다. 또 오른쪽 아랫부분에 있는 탄소 원자에 아미노기와 카복시기가 모두 연결되어 있어야 하므로 ㉡은 아미노기이다. 이를 그림으로 나타내면 다음과 같다.

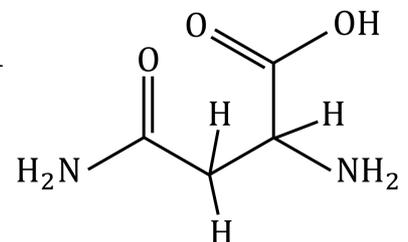


(왼쪽에 있는 H₂N과 O는 함정이다. ㅎㅎ)

ㄱ. 카복시기의 -OH 부분은 염기성 용액에서 -O⁻로 이온화되어 존재한다. (참)

ㄴ. ㉡은 아미노기로, 모든 아미노산에 공통적으로 존재하는 부분이다. 아미노산의 종류를 결정하는 것은 결사슬이다. (거짓)

ㄷ. 구조식을 나타낸 그림에서는 H가 생략된다는 것에 주의하자. 원자 3개와 결합한 탄소 원자 수는 2개이다. (거짓)

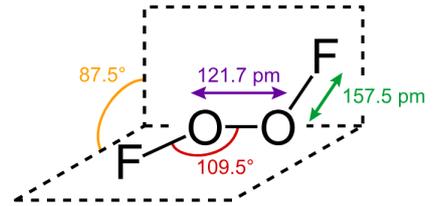


(*참고 : 주어진 아미노산은 아스파라긴(Asn)이다.)

10. 답 ④

XZ_3, XYZ, Y_2Z_2, WY_2 는 모두 옥텟 규칙을 만족하는 2주기 원소로 이루어졌으므로 각각 NF_3, NOF, O_2F_2, CO_2 이다. 이중 입체 구조는 삼각뿔형인 NF_3 와 굽은형 2개로 이루어진 O_2F_2 이다.

** H_2O_2 와 O_2F_2 는 모두 구조가 오른쪽과 같이 입체이다. 이들이 입체 구조라는 사실은 지엽적이기는 하지만 교육 과정을 벗어나는 내용은 아니다. 웬만하면 알아두자!!



NOF 는 중심에 있는 N원자가 O 원자와 2중 결합을 하고, CO_2 역시 C 원자가 O 원자와 2중 결합을 한다. 따라서 ㉠~㉣에 해당하는 물질의 개수는 각각 2, 2, 0이다.

11. 답 ④

칼슘 원자의 전자 수는 20이다. ㉠~㉣의 각 전자껍질의 전자 수는 다음과 같다.

	■	■	▨	□
㉠	2	8	10	0
㉡	2	8	8	2
㉢	2	8	2	8

K 전자껍질에는 전자가 최대 2개 들어갈 수 있으므로, 주어진 네 가지 전자껍질 중 K가 될 수 있는 건 ■밖에 없다. ▨은 M 전자껍질인데, ㉠~㉣ 중 바닥상태가 1가지 존재해야 하므로 ■는 K, ■는 L, □는 N 전자껍질이고, 바닥상태는 ㉡이다.

ㄱ. 바닥상태는 ㉡이다. (거짓)

ㄴ. 칼슘의 바닥상태에서 전자가 들어있는 p 오비탈 수는 6, 전자가 들어있는 s 오비탈 수는 4이다. (참)

ㄷ. ■는 L 전자껍질이다. (참)

★ 3페이지 ★

12. 답 ③

진동수가 a 의 $(x+1)$ 배인 빛의 에너지 크기가 전자전이 $1 \rightarrow y$ 의 에너지 크기와 같고, 진동수가 a 의 x 배인 빛의 에너지 크기가 전자전이 $1 \rightarrow 2$ 의 에너지 크기와 같다. 따라서 둘의 차이를 구하면 a 의 에너지 크기는 전자전이 $2 \rightarrow y$ 의 에너지 크기($y \rightarrow 2$ 의 에너지 크기)와 같다. (에너지 크기가 진동수에 비례하기 때문)

그림에서 a 는 어떤 계열에서 파장이 두 번째로 긴 선이다. 따라서 a 는 전자전이 $4 \rightarrow 2$ 에 해당하는 선이 되고, $y=4$ 이다.

ㄱ. a 에 해당하는 빛은 발머 계열의 빛으로 가시광선이다. (참)

ㄴ. $y=4$ 이다. (거짓)

ㄷ. 진동수가 a 의 $(x+2)$ 배인 빛의 에너지 크기가 전자전이 $1 \rightarrow \infty$ 에 해당하는 에너지 크기보다 크지 따져야 하는데, a 의 에너지 크기가 전자전이 $4 \rightarrow \infty$ 에 해당하는 에너지 크기보다 크지 따져보면 된다. $2 \rightarrow 4$ 의 에너지 크기는 $4 \rightarrow \infty$ 의 에너지 크기보다 크다. (참)

* 실제 값

수소 원자의 이온화 에너지 크기를 1이라고 할 때, $4 \rightarrow 2$ 에 해당하는 에너지는 $\frac{3}{16}$,

$2 \rightarrow 1$ 에 해당하는 에너지는 $\frac{3}{4}$, $4 \rightarrow 1$ 에 해당하는 에너지는 $\frac{15}{16}$ 이다.

$\frac{3}{16} \times 4 = \frac{3}{4}$ 이고 $\frac{3}{16} \times (4+1) = \frac{15}{16}$ 이므로 x 는 4이다. 또 $\frac{3}{16} \times (4+2) = \frac{9}{8} > 1$ 이므로 진동수가 a 의 $(x+2)$ 배인 빛의 에너지는 수소 원자의 이온화 에너지보다 크다.

13. 답 ②

화합물 C_xH_y 와 $C_xH_yO_x$ 는 C와 H의 비율이 같고, 두 화합물의 경우에서 A관과 B관의 증가한 질량은 각각 C와 H의 질량에 비례한다. A관과 B관의 증가한 질량의 합이 2:1이므로 C와 H의 몰수는 C_xH_y 가 $C_xH_yO_x$ 의 2배이며, 두 화합물의 질량이 같으므로 분자량은 $C_xH_yO_x$ 가 C_xH_y 의 2배이다. $12x+y+16x=2 \times (12x+y)$ 에서 $y=4x$ 이고, 이를 만족시키는 물질로 가능한 것은 CH_4 와 CH_4O 밖에 없다.

(* 분자식이 CH_4O 인 대표적인 물질로는 보통 CH_3OH 라고 쓰는 메탄올이 있다.)

CH_4 1몰 16g을 연소시켰다고 가정하면 C가 12g, H가 4g 있으므로 H_2O 는 36g, CO_2 는 44g 생성되어 생성물 질량 합은 80g이다. 자료에 나온 40은 80의 절반이므로 증가한 질량은 A관이 18mg, B관이 22mg이다. 또 CH_4O 의 경우는 증가한 질량이 CH_4 의 절반이므로 $b=11$ 이다. $\therefore a+b=18+11=29$

14. 답 ①

1몰의 부피가 24L이므로 기체 (가)는 0.1몰, (나)는 0.2몰 있다. 따라서 분자량은 (가)가 27, (나)가 17이다. 4원자 분자이고 원자량이 B가 A보다 크므로 다음 경우가 가능하다.

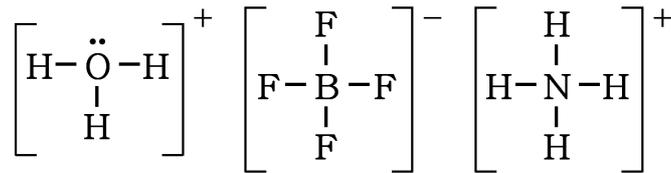
기체	(가)	(나)
1)	AB_3	A_2B_2
2)	A_2B_2	A_3B
3)	AB_3	A_3B

(가)와 (나)의 분자량의 차이는 10인데, 1)과 2)의 경우에는 (가)에 (나)보다 B 원자는 1

개 많고 A 원자는 1개 적으므로 B와 A의 원자량의 차이가 10이다. 3)의 경우에는 (가)에 (나)보다 B 원자는 2개 많고 A 원자는 2개 적으므로 B와 A의 원자량의 차이는 5이다. 따라서 조건을 만족하는 경우는 3)이고, 계산하면 원자량 $A=3$, $B=8$ 이다.

15. 답 ②

(가)는 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 1이며 1가 양이온인 H_3O^+ , (나)는 공유 전자쌍 수가 4, 비공유 전자쌍 수가 12이며 1가 음이온인 BF_4^- 이다. (다)는 H와 O 중 하나를 포함하며, 구조가 (나)와 같은 정사면체형인 이온이므로 NH_4^+ 이다.



- ㄱ. (가)는 삼각뿔형, (나)와 (다)는 정사면체형으로 모든 원자가 같은 평면에 존재하는 것은 없다. (거짓)
- ㄴ. (가), (나), (다) 모두 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족한다. (참)
- ㄷ. (나)와 (다)를 이루는 원소 중에는 같은 것이 없다. (거짓)

16. 답 ④

이온이 Ne의 전자 배치를 가지는 2, 3주기 원자는 N, O, F, Na, Mg, Al이다. 이온 반지름은 $N > O > F > Na > Mg > Al$ 이고, 제2 이온화 에너지는 $Na > O > F > N > Al > Mg$ 이다.

이온 반지름이 ㉠일 때와 ㉡일 때를 나눠 구해보면

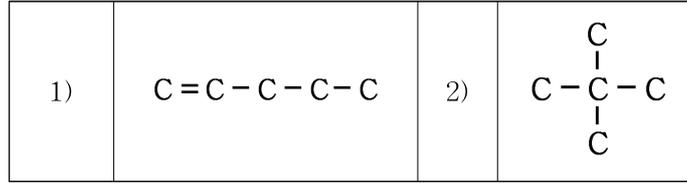
이온 반지름	A	B	C	D	E
㉠	N	O	F	Mg	Al
㉡	Na	O	F	Al	Mg

이때 이온 반지름이 ㉠인 경우는 홀전자 수의 합이 7이 되어 조건에 맞지 않으므로, 이온 반지름은 ㉡이다.

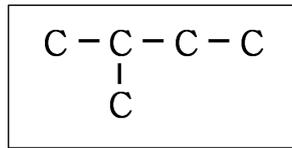
- ㄱ. ㉠은 제2 이온화 에너지이다. (참)
- ㄴ. 제1 이온화 에너지는 $Na < O$ 이다. (거짓)
- ㄷ. $\left| \frac{\text{전자가 모두 채워진 오비탈 수}}{\text{이온의 전하량}} \right|$ 는 F가 $\frac{5}{1}$, Mg가 $\frac{6}{2}$, Al이 $\frac{7}{3}$ 이므로 $C > E > D$ 이다. (참)

17. 답 ③

C 원자의 산화수가 -1이라는 것은 H 원자 1개와 결합했다는 뜻이고, C 원자의 산화수가 0이라는 것은 H 원자와 결합하지 않았다는 뜻이다. 이를 고려할 때 (가)로 가능한 것은 다음과 같이 2가지이다.

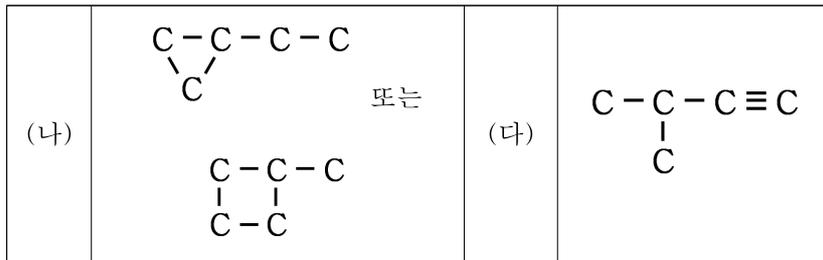


1)일 때 (가)의 분자식은 C_5H_{10} 이고, (다)의 분자식이 C_5H_{12} 가 될 수 없으므로 (나)의 분자식이 C_5H_{12} 이다. 이때 조건을 만족시키는 (나)로 가능한 것은 다음과 같다.

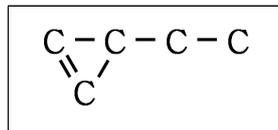


이때 (다)는 고리 모양이고 다중 결합이 없으며 분자식이 C_5H_8 이어야 하는데, 조건을 만족시키는 이러한 탄화수소는 존재하지 않는다.

2)일 때 (가)의 분자식은 C_5H_{12} 이고, (나)의 분자식은 C_5H_{10} , (다)의 분자식은 C_5H_8 이다. 조건을 만족시키는 (나)와 (다)로 가능한 것은 다음과 같다.



* 참고 : 문제에서 다중 결합이 존재하는 분자는 1가지밖에 없고, 고리 모양 탄화수소도 1가지밖에 없다. 만약 고리 모양이면서 다중 결합이 있는 탄화수소가 있다면 나머지 탄화수소는 모두 사슬 모양이면서 다중 결합이 없어야 되므로, 분자식이 C_5H_{12} 로 같아져 버린다. 이 때문에 다음과 같은 경우는 (다)에서 제외된다. (물론 실제로 해봐도 된다)



- ㄱ. 2중 결합이 있는 분자는 존재하지 않는다. (거짓)
- ㄴ. 산화수가 -2인 탄화수소는 (나)에만 있다. (거짓)
- ㄷ. C 원자 1개와 결합한 C 원자 수는 (가)에서 4개, (다)에서 3개, (나)에서 1개이다. (참)

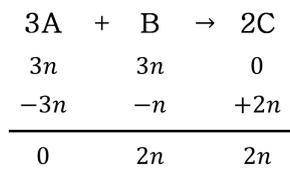
18. 답 ⑤

(가)에서 $A^{a+}(aq)$ 10mL당 양이온 수가 2N이라는 것을 알 수 있다. (가)에서 (나)로 갈 때 양이온 수가 줄었고, (나)에서 (다)로 갈 때와 (다)에서 (라)로 갈 때는 첨가한 A^{a+} 의 수에 비해 양이온 수가 많이 늘어났다. 따라서 A보다 반응성이 큰 금속이 두 개 있으며, 산화수가 둘 중 하나는 A보다 작고, 하나는 A보다 커야 한다. 각각이 B와 C 중 어느 것인지 모르므로 하나를 X, 하나를 Y라고 하고 반응성이 $X > Y > A$ 라고 하자. 이때 양이온은 각각 X^{3+} , Y^+ , A^{2+} 이다.

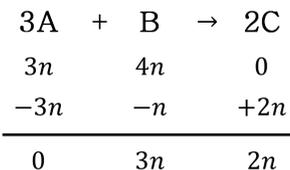
(나)에서 (다)로 갈 때 A^{2+} 2N을 첨가했는데 이온수가 4N 늘어났으므로 A와 Y만 반응했다. 따라서 X는 (나) 과정에서 모두 이온이 되었다는 것을 알 수 있다. (나)에 X^{3+} 가 aN 개, Y^+ 가 $(12-a)N$ 개 있다고 하고 전하량 보존 법칙을 쓰면 $2 \times 14 = 3 \times a + 1 \times (12-a)$ 에서 $a=8$ 이다. (다)에는 X^{3+} 8N개와 Y^+ 8N개가 있고, (라)에는 X^{3+} 8N개와 Y^+ 12N개, A^{2+} 2N개가 있다. 양이온 수가 C^{c+} 가 B^{b+} 보다 많으므로 B가 X, C가 Y이고, 몰수가 $B:C=2:3$ 인데 질량이 같으므로 분자량은 $3:2$ 이다. $\frac{bc}{a} \times \frac{m_B}{m_C} = \frac{3 \times 1}{2} \times \frac{3}{2} = \frac{9}{4}$.

19. 답 ④

B를 wg 넣어주었을 때가 반응 완결 지점이다. 따라서 처음에 들어있던 A의 몰수를 $3n$, B wg의 몰수를 n 이라고 가정할 수 있다. 이제 기체의 밀도를 (질량/부피) 값을 이용해 잡아야 하는데, 기체 n 몰의 부피를 V 라고 가정해 풀 수도 있고, 부피와 몰수가 비례한다는 것을 이용해 그냥 부피를 n 이라고 놓고 풀 수도 있다. 여기서는 일단 정확하게 전자로 한다. 처음에 기체 A의 밀도가 4이므로 $\frac{3n \times m_A}{3V} = 4$ 에서 $m_A = \frac{4V}{n}$ 이고, B를 3wg 넣었을 때 남은 기체를 계산해 보면



B의 밀도가 4이므로 $\frac{2n \times m_B}{4V} = 4$ 에서 $m_B = \frac{8V}{n}$ 이다. 반응식에서 $3m_A + m_B = 2m_C$ 이므로 $m_C = \frac{10V}{n}$ 이다. 이제 B를 4몰 넣었을 때 남은 기체를 계산해 보면



따라서 C의 밀도는 $\frac{2n \times m_C}{5V} = \frac{2 \times 10}{5} = 4$ (g/L)이다.

20. 답 ③

(라)에서 이온 수가 $\text{Na}^+ : \text{H}^+ = 10:1$ 이라고 했는데 (가)에서 NaOH 의 총 OH^- 이온 수가 20N 이라고 했으므로 Na^+ 의 총 이온 수도 20N 이다. 따라서 (라)에서 H^+ 총 이온 수는 2N 으로, (다)와 같다. 이는 (라)에서 첨가해준 수용액이 중성이었다는 뜻이다.

(라)에서 첨가해준 수용액은 비커 A에 있던 수용액의 $\frac{2}{3}$ 과 B에 있던 수용액의 $\frac{1}{3}$ 이다.

(나)에서 비커 A에는 수용액 $100+x$ mL, B에는 수용액 $400-x$ mL가 들어있다. 두 수용액의 액성은 반대여야 하며, 단위부피당 H^+ 또는 OH^- 이온 수가 8:9이므로

$$\frac{2}{3} \times (100+x) \times 8 = \frac{1}{3} \times (400-x) \times 9$$

에서 $x=80$ 이다.

(나)에서 비커 A보다 비커 B가 단위 부피당 H^+ 또는 OH^- 이온수도 많고 부피도 크므로 총 이온수가 더 많은데, 섞었을 때 산성이 되므로 A의 액성은 염기성, 비커 B의 액성은 산성이다. 비커 A에는 OH^- 이온 $(8-a)\text{N}$ 개가 있고 비커 B에는 H^+ 이온 $(b-12)\text{N}$ 개가 있으므로

$$\frac{2}{3} \times (8-a) = \frac{1}{3} \times (b-12)$$

이다.

한편 (라)는 처음에 A, B, C에 있었던 수용액을 모두 섞은 것인데, 처음에 H^+ 의 총 이온수는 $(a+b)\text{N}$, OH^- 의 총 이온수는 20N 이므로 $a+b-20=2$ 이다.

두 식을 연립하면 $a=6$, $b=16$ 이다. $x \times \frac{a}{b} = 80 \times \frac{6}{16} = 30$.

해설에 사용된 그림 출처

아미노산 구조 : <http://study.zum.com/book/14551>

O_2F_2 모양 : By SVG: Sassospicco; Raster: Benjah-bmm27 - Raster version:

File:Dioxygen-difluoride-2D.png, CC BY-SA 4.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9052886>