

2017학년도 11월 고2 전국연합학력평가 정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 I]

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24

1. [출제의도] s 오비탈의 특징 이해하기

수소 원자에서 에너지 준위가 같은 오비탈이 4개인 주양자수는 $2(2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z)$ 이고, 이 중 원자핵으로부터 거리가 같을 때 방향에 관계없이 전자 발견 확률이 같은 것은 $2s$ 오비탈이다.

2. [출제의도] 원소, 분자, 화합물 구분하기

원소는 C, H₂, 분자는 H₂, CH₄, H₂O, CO, 화합물은 CH₄, H₂O, CO이므로, $b(4) > c(3) > a(2)$ 이다.

3. [출제의도] 현대적인 주기율표 이해하기

가. 현대적인 주기율표에서는 원소를 원자 번호 순으로 배열하였다. 나. 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같고 화학적 성질이 일반적으로 비슷하다.

4. [출제의도] 탄소 동소체와 탄소수소 구조 비교하기

탄소 원자 1개당 결합한 탄소 원자의 수는 벤젠, 풀러렌, 다이아몬드에서 각각 2, 3, 4이다.

5. [출제의도] 기체의 부피와 몰수 관계 이해하기

온도와 압력이 같을 때, 기체의 부피 비는 분자 수 비와 같다. 3가지 기체에 포함된 H 원자 수가 n 몰로 같을 때 각 기체의 분자 수 비(=부피 비)는 $NH_3 : C_2H_4 : C_3H_6 = \frac{n}{3} : \frac{n}{4} : \frac{n}{6} = 4:3:2$ 이다.

6. [출제의도] 화학식량을 이용하여 분자식 파악하기

가. (가)에 H가 포함되어 있을 때 가능한 분자의 분자량 중 가장 큰 값은 $33(=1+16+16)$ 이며 44보다 작으므로 (가)는 H를 포함하지 않는다. 따라서 C는 H이다. 구성 원소가 N과 O이면서 분자량이 44인 (가)는 N₂O이다. 구성 원소가 H, O이거나 H, N이면서 분자량이 32인 경우는 H₂O, NH₃, N₂H₄이다. 이 중 구성 원자 수가 6인 (나)는 N₂H₄이므로, A는 O, B는 N이다. 나. (나)의 실험식은 NH₂이다. 다. 분자량 B 원자 수는 (가)와 (나)가 2로 같다.

7. [출제의도] 다전자 원자의 전자 배치 이해하기

2. 3주기 원자 중 p 오비탈에 들어 있는 총 전자 수 가 3인 원자가 전자 수
A는 ${}_{12}Mg(\frac{6}{2})$, 2인 B는 ${}_{14}Si(\frac{8}{4})$, 0.5인 C는 ${}_{6}C(\frac{2}{4})$ 이다. 가. ${}_{12}Mg$ 의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이다. 나. 원자가 전자 수는 ${}_{14}Si$ 와 ${}_{6}C$ 가 4로 같다. 다. 3주기 원소는 2가지(${}_{12}Mg, {}_{14}Si$)이다.

8. [출제의도] 전기 분해로 화학 결합 확인하기

가. 나. 물을 전기 분해하면 (-)극에서 H₂, (+)극에서 O₂가 발생하므로 A₂는 H₂이고, B₂는 O₂이다. 따라서 LiA는 LiH이고, 금속 원소와 비금속 원소가 결합한 이온 결합 물질이다. 다. LiH 용융액을 전기 분해하면 (-)극에서 Li, (+)극에서 H₂가 생성된다.

9. [출제의도] 원자의 주기적 성질 파악하기

해결전략은 $S > Al > Mg > O$, 원자 반지름은 $Mg > Al > S > O$, 전기 음성도는 $O > S > Al > Mg$, 원자가 전자 수는 $O = S > Al > Mg$, 제1 이온화 에너지는 $O > S > Mg > Al$ 이다. 따라서 (가)는 전기 음성도이다.

10. [출제의도] 원자의 구성 입자 이해하기

원자에서 양성자 수와 전자 수는 같고, 질량수=양성자 수+중성자 수이다. 가. (가)는 질량수가 3, 구성 입자 수 비가 1:1:2이므로 3_1H (양성자 1개, 전자 1개, 중성자 2개)이다. 나. (나)는 구성 입자 수 비가 1:1:1이고, (가)의 동위 원소이므로 3_1H (양성자 1개, 전자 1개, 중성자 1개)이다. 다. (다)는 질량수가 3, 구성 입자 수 비가 2:2:1이므로 3_2He (양성자 2개, 전자 2개, 중성자 1개)이다. 따라서 중성자 수는 (가)가 (다)의 2배이다.

11. [출제의도] 탄화수소의 실험식과 완전 연소 생성물의 질량 관계 이해하기

가. (가)와 (나)는 실험식이 CH₂이므로 시료에 포함된 원소의 질량비(C:H)는 $(1 \times 12) : (2 \times 1) = 6:1$ 이다. 나. 혼합 시료 속 H의 질량은 $81mg \times \frac{2}{18} = 9mg$ 이다. 혼합 시료 $3x$ mg 속 (가)와 (나)의 질량비가 2:1이므로 (나) x mg에 포함된 H의 질량은 $9mg \times \frac{1}{3} = 3mg$ 이다. 다. 혼합 시료 속 C의 질량은 $9mg \times 6 = 54mg$ 이고, 생성된 CO₂의 질량(y)은 $54mg \times \frac{44}{12} = 198mg$ 이다. 또한 시료의 전체 질량(C 질량+H 질량)은 63mg이므로 $x=21$ 이다. 따라서 $x+y=219$ 이다.

12. [출제의도] 옥텟 규칙과 화학 결합 이해하기

A, B, C는 각각 Mg, O, F이다. 가. (가)는 MgF₂이므로 $x:y=1:2$ 이고, 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다. 다. (나)는 O₂F₂($\ddot{F}:\ddot{O}:\ddot{O}:\ddot{F}$)이므로 비공유 전자쌍 수는 10이다.

13. [출제의도] 원소의 산화수 변화 구하기

원소에서 원자의 산화수는 0이고, 화합물에서 각 원자의 산화수는 0이 아니므로 산화수가 변하는 원자는 A와 B, 변하지 않는 원자는 C이다. 또한, AC₂에서 C의 산화수가 +1이므로 AC₂와 BC₂에서 A와 B의 산화수는 모두 -2이다. 따라서 반응 전후 각 원자의 산화수는 다음과 같다.
$$\begin{matrix} A_2 & + & 2BC_2 & \rightarrow & 2AC_2 & + & 2B \\ 0 & & -2+1 & & -2+1 & & 0 \end{matrix}$$

14. [출제의도] 분자의 구조와 극성 이해하기

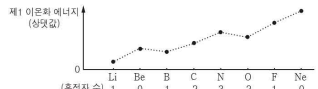
XZ₄는 CF₄, YZ₂는 OF₂이므로 XYZ₂는 COF₂이다. ① CF₄는 무극성 분자이다. ② OF₂에는 단일 결합만 존재한다. ③ COF₂에서 전기 음성도가 가장 작은 C는 부분적인 (+)전하를 띤다. ④ CF₄는 정사면체형으로 결합각이 109.5°이고, OF₂는 비공유 전자쌍에 의해 굽은형이므로 결합각이 109.5°보다 작다. ⑤ XY₂(CO₂)에는 C와 O 사이의 극성 공유 결합만 있다.

15. [출제의도] 수소 원자의 전자 전이 이해하기

가. 나. $n_{\text{원}} \leq 4$ 와 $a=b+c+d$ 를 모두 만족하는 선 I은 $n=4 \rightarrow n=1$ (자외선 영역의 빛 방출)이고, 선 II-IV는 각각 $n=4 \rightarrow n=3$, $n=3 \rightarrow n=2$, $n=2 \rightarrow n=1$ 중 하나이다. 선 III은 라이먼 계열에 속하므로 $n=2 \rightarrow n=1$ 이고, 빛의 파장은 선 II > 선 IV이므로 선 II는 $n=4 \rightarrow n=3$, 선 IV는 $n=3 \rightarrow n=2$ 이다. 다. $c:d = (-\frac{1}{2^2} - (-\frac{1}{1^2})) : (-\frac{1}{3^2} - (-\frac{1}{2^2})) = \frac{3}{4} : \frac{5}{36} = 27:5$ 이다.

16. [출제의도] 주기적 성질로부터 원소 파악하기

2주기 바닥 상태 원자들의 제1 이온화 에너지, 홀전자 수는 다음과 같다.



가. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름은 감소하고, 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 증가한다. 따라서 원자 번호는 $C > A > B$ 이고, 유효

핵전하는 C가 가장 크다. 나. 홀전자 수 합이 6이고, 제1 이온화 에너지가 $C > B > A$ 이므로, A는 O, B는 N, C는 F이다. F의 홀전자 수는 1이다. 다. 제1 이온화 에너지는 $F > O$ 이고, 제2 이온화 에너지는 $O > F$ 이므로, 제1 이온화 에너지는 $O > F$ 이다.

17. [출제의도] 산화 환원 반응 이해하기

가. (가)에서는 원자들의 산화수 변화가 없으므로 (가)는 산화 환원 반응이 아니다. 나. 다. (나)에서 N의 산화수가 NH₃(-3)→N₂(0)로 증가하여 NH₃는 산화되었고 환원제이다. 또한 N의 산화수가 NO(+2)→N₂(0)로 감소하여 NO는 환원되었고 산화제이다. (다)에서는 N의 산화수가 NO(+2)→NO₂(+4)로 증가하여 NO는 산화되었고 환원제이다.

18. [출제의도] 전자의 이동으로 산화 환원 반응 이해하기

(나)에서 B가 3몰 반응하여 전체 양이온이 6몰이 되었으므로, (나) 과정 후 A, B 이온은 각각 3몰씩 존재한다. (나)에 B 6몰을 더 넣어 반응시킨 (라)에서 A 이온 3몰이 모두 반응하였고, 전체 양이온 수가 7.5몰이므로 B 이온은 4.5몰 증가했다. A 이온 3몰이 B 4.5몰과 반응하였으므로, A와 B는 2:3의 몰수 비로 반응한다. 따라서 A와 B의 산화수 비는 3:2이고, $m=3$ ($\because m \leq 3$)이다. (나)에서 A^{3+} x 몰 중 2몰이 B 3몰과 반응하여 A^{3+} 3몰, B^{2+} 3몰이 되었으므로 $x=5$ 이다. (다)에서 A^{3+} 3몰, B^{2+} 3몰에 B 3몰을 넣어 반응시킨 A^{3+} 1몰, B^{2+} 6몰이 되므로 $y=7$ 이다. 따라서 $\frac{x+y}{m} = \frac{5+7}{3} = 4$ 이다.

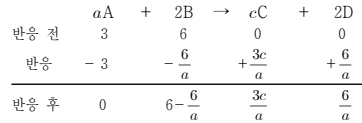
19. [출제의도] 탄화수소의 다양한 구조 이해하기

탄화수소	(가)	(나)	(다)
구조	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	H ₃ C-CH ₂ H ₃ C-CH ₂	CH ₃ H ₃ C-CH-CH ₃

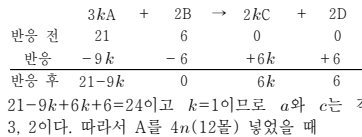
가. 고리 모양 탄화수소는 (나)이다. 나. (다)는 중심 C의 공유 전자쌍 수가 4이므로 입체 구조이고, 모든 탄소는 동일 평면에 존재하지 않는다. 다. C의 질량 백분율은 (나) > (가)이므로 1g을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 몰수는 (나) > (가)이다.

20. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 이해하기

가. A를 n 몰 넣어(0→ n) 반응이 완결되었을 때 전체 물질의 몰수는 2 증가하고, A를 $5n$ 몰 더 넣어($n \rightarrow 6n$) 반응이 완결되었을 때 전체 물질의 몰수는 13 증가한다. A를 n 몰 더 넣어($6n \rightarrow 7n$) 반응이 완결되었을 때 전체 물질의 몰수는 3 증가한다. 따라서 넣어준 A의 1몰당 전체 물질의 몰수 증가 비율이 세 구간에서 각각 다르므로 6몰의 B를 모두 반응시키는 데 필요한 A는 n 몰과 $6n$ 몰 사이이다. 또한 넣어준 A가 6n몰에서 7n몰로 n 몰 증가했을 때 반응 후 전체 물질이 3몰(21→24) 증가하였으므로 $n=3$ 이다. 나. A를 3몰 넣었을 때 전체 물질은 8몰이므로



에서 $6-\frac{6}{a}+\frac{3c}{a}+\frac{6}{a}=8$ 이고 $a:c=3:2$ 이다. 다. $a=3k$, $c=2k$ 라 하면, A를 7n(21몰) 넣었을 때



$21-9k+6k+6=24$ 이고 $k=1$ 이므로 a 와 c 는 각각 3, 2이다. 따라서 A를 4n(12몰) 넣었을 때
$$\begin{array}{rccccccc} & 3A & + & 2B & \rightarrow & 2C & + & 2D \\ \text{반응 전} & 12 & & 6 & & 0 & & 0 \\ & & & -9 & & +6 & & +6 \\ \text{반응 후} & 3 & & 0 & & 6 & & 6 \end{array}$$
이므로 $x=3+6+6=15$ 이다.