2014학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 Ⅰ]

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

1. [출제의도] 인류 문명 발전에 기여한 물질 이해하기

ㄱ. 석유 가스는 자동차 연료에, 철은 기차 선로와 바퀴에 이용되어 교통 발달에 기여하였다. ㄴ. 암모니아 합성법은 다량의 질소 비료 생산에, 철의 제련 기술은 농기구에 이용되어 농업 생산량 증대에 기여하였다. ㄷ. 질소는 수소를 얻어 환원되고, 철광석은 산소를 잃어 환원되므로 모두 산화 환원 반응이다.

2. [출제의도] 원자의 구성 입자와 동위 원소 이해하기

ㄱ. A는 원자핵이므로 ●은 양성자이다. ㄴ. A는 ${}_1^1H$의 원자핵, B는 ${}_1^3H$의 원자핵이므로 A, B는 동위 원소의 원자핵이다. ㄷ. 질량수는 양성자 수와 중성자 수(○)의 합이므로 B, C의 질량수는 3으로 같다.

3. [출제의도] 산과 염기의 정의 알기

브뢴스테드-로우리 산은 H^+을 주는 물질, 염기는 H^+을 받는 물질이다. ㉠ NH_3, ㉢ H_2O은 H^+을 받았으므로 염기, ㉡ H_2O은 H^+을 주었으므로 산이다.

4. [출제의도] DNA 구조 이해하기

당과 결합하여 DNA의 외부 골격을 이루는 물질은 인산이며, DNA에서 상보적인 염기는 서로 수소 결합을 한다.

5. [출제의도] 원소, 화합물, 분자 구분하기

Fe_2O_3은 화합물이면서 이온 결합 물질, O_2는 분자이면서 원소, Fe은 원소이다. 따라서 ①, ②, ③, ⑤의 (가), (나) 기준으로 세 물질을 각각 분류할 수 있다. ④의 기준으로는 X(Fe_2O_3)는 분류할 수 있으나 O_2, Fe은 모두 원소이므로 Y와 Z로 각각 분류할 수 없다.

6. [출제의도] 원자 모형의 변천 과정 이해하기

(가)~(다)는 각각 보어, 현대, 톰슨의 원자 모형이다. ㄱ. 보어는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위하여 전자가 궤도를 따라 원운동하는 모형을 제시하였다. ㄴ. 러더퍼드는 알파 입자 산란 실험의 결과로 원자핵 주변에 전자가 움직이고 있는 모형을 제시하였다. ㄷ. 톰슨은 음극선 실험 결과로 (+)전하를 띠는 물질에 전자가 박혀 있는 모형을 제시하였다.

7. [출제의도] 주기율표와 전자 배치 이해하기

A~D의 전자 배치는 각각 K(1), K(2)L(7), K(2)L(8)M(1), K(2)L(8)M(3)이다. ㄱ. A는 수소(H)로 비금속 원소이다. ㄴ. 원자에서 전자 수=양성자 수=원자 번호이므로 C의 원자 번호는 11이다. ㄷ. B와 D의 안정한 이온(B^-, D^{3+})의 전자 배치는 모두 K(2)L(8)이다.

8. [출제의도] 실험식과 분자식 구하기

ㄱ. (가)에서 C와 H의 몰수(=$\frac{\text{질량}}{\text{원자량}}$) 비는 C:H=$\frac{6}{12}:\frac{1}{1}$=1:2이므로 실험식은 CH_2이고, 분자량이 42이므로 분자식은 C_3H_6이다. ㄴ. (나)의 분자량에서 H의 원자량의 합을 뺀 값은 C의 원자량의 합이다. 따라서 C 원자 수는 (54−6)÷12=4이므로 분자식은 C_4H_6이다. ㄷ. (나)에서 C와 H의 질량(=몰수×원자량)비 $x:y$=4×12:6×1=8:1이다.

9. [출제의도] 기체의 몰수와 부피의 관계 파악하기

ㄱ, ㄴ. 온도와 압력이 같을 때 부피∝몰수, 질량이 같을 때 몰수∝$\frac{1}{\text{분자량}}$이다. 두 분자의 분자량 비(X_2:X_3=2:3)로부터 부피 비(=몰수 비)는 X_2:X_3=3:2임을 알 수 있다. 따라서 기체 A는 X_2, B는 X_3이다. ㄷ. 단위 부피당 분자 수가 같으므로, 한 분자당 X 원자 수가 많은 B가 단위 부피당 X 원자 수도 많다.

10. [출제의도] 원소의 다양한 산화수 결정하기

화합물에서 각 원소의 산화수의 합은 0이고, 다원자 이온에서 각 원소의 산화수의 합은 이온의 전하와 같다. ㄱ. NX_3^-에서 N의 산화수가 +5이므로 X의 산화수는 −2이다. 산화수가 N>X이므로 전기 음성도는 N<X이다. NX_2에서 X의 산화수가 −2이므로 N의 산화수 a는 +4이다. ㄴ, ㄷ. NY_4^+와 NY_3에서 N의 산화수가 −3이므로 Y의 산화수는 각각 +1이다. 산화수가 N<Y이므로 전기 음성도는 N>Y이다. 따라서 X, N, Y의 전기 음성도는 X>N>Y이다.

11. [출제의도] 원자의 전자 배치로 원자 구별하기

s 오비탈과 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 같은 원자 X는 O($1s^22s^22p^4$)이다. 홀전자 수와 원자가 전자 수가 같은 원자 Y는 Li($1s^22s^1$), Ne($1s^22s^22p^6$)이다. Y와 Z의 전자가 들어 있는 오비탈 수의 합이 5가 되기 위해서 Y가 Li일 때 Z는 B($1s^22s^22p^1$)가 되지만 Y가 Ne일 때는 Z에 해당되는 원자가 없다. 따라서 X, Y, Z는 각각 O, Li, B이다.

12. [출제의도] 탄화수소의 성질 이해하기

(가)~(다)는 각각 C_2H_4, C_2H_6, C_2H_2이다. ㄱ. (가)는 평면 구조로 모든 원자가 동일 평면에 존재한다. ㄴ. (다)는 직선형 구조이고 삼중 결합이 존재한다. ㄷ. (다)는 (나)보다 분자량이 작으므로 1g당 분자 수가 많고 한 분자당 탄소 원자 수는 서로 같아 1g당 탄소 원자 수는 (나)<(다)이다.

13. [출제의도] 화학 결합의 종류 구분하기

원자 A, B, C는 전자 수가 각각 4, 17, 12이므로 각각 Be, Cl, Mg이다. ㄱ. A, C는 원자가 전자 수가 같으므로 같은 족 원소이다. ㄴ. AB_2($BeCl_2$)는 중심 원자(Be)에 공유 전자쌍만 2개 있으므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다. ㄷ. CB_2($MgCl_2$)는 금속 원소와 비금속 원소가 결합한 이온 결합 물질이다.

14. [출제의도] 산화 환원 반응 이해하기

ㄱ. 화학 반응 전후 원자의 종류와 수는 같으므로 X는 SO_2이다. ㄴ. Cu는 산화수가 0에서 +2로 증가했으므로 산화되었다. ㄷ. Mg은 산화수가 0에서 +2로 증가했으므로 산화되었고 SO_2을 환원시켰으므로 환원제로 작용했다.

15. [출제의도] 수소 원자의 선 스펙트럼 분석하기

ㄱ. B에서 방출되는 에너지 $\Delta E=E_n-E_2=E_n-(-\frac{k}{4})=\frac{3}{16}k$, $E_n=-\frac{k}{4^2}$ 이다. 따라서 $n=4$이므로 B는 $n=4\rightarrow n=2$로의 전자 전이이다. ㄴ. A는 B보다 에너지가 작은 $n=3\rightarrow n=2$로의 전자 전이이다. 따라서 A에서 방출되는 에너지 $x=-\frac{k}{3^2}-(-\frac{k}{2^2})=\frac{5}{36}k$이다. ㄷ. C는 $n=\infty\rightarrow n=2$로의 전자 전이이므로, 이때 방출되는 빛의 파장은 434nm ($n=5\rightarrow n=2$)보다 짧다.

16. [출제의도] 원소의 주기적 성질 비교하기

${}_3Li$, ${}_7N$, ${}_8O$는 2주기 원소, ${}_{11}Na$은 3주기 원소이다. 주기율표에서 오른쪽, 위로 갈수록 원자 반지름은 작아지고 제1 이온화 에너지는 커지는 경향이 있다. 가. 원자 반지름은 3주기 원소인 Na이 가장 크다. 나. 안정한 이온일 때, He과 전자 배치가 같은 Li^+이 Ne과 전자 배치가 같은 나머지 이온들보다 크기가 작다. 다. N와 O의 $2p$ 오비탈의 전자 배치에서 O는 전자가 쌍으로 존재하는 오비탈이 있어 전자 간 반발에 의해 제1 이온화 에너지는 N>O이다. 따라서 제1 이온화 에너지는 N>O>Li>Na 이다.

17. [출제의도] 분자의 구조와 극성 파악하기

ㄱ. 3가지 분자 모두 사면체형 구조로 입체 구조이다. ㄴ. 3가지 분자는 전기 음성도가 서로 다른 원자가 결합하므로 극성 공유 결합이 있다. ㄷ. CH_4와 CCl_4는 정사면체형 구조로 쌍극자 모멘트의 합이 0인 무극성 분자이다. CH_2Cl_2는 비대칭 사면체형 구조로 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아닌 극성 분자이다.

18. [출제의도] 분자의 구조 파악하기

(가)와 (나)는 각각 XY_2와 YZ_2이고 분자의 루이스 전자점식은 :Ÿ::X::Ÿ: 와 :Z̈:Ÿ:Z̈: 이다. ㄱ. 한 분자를 구성하는 Y원자 수는 (가)>(나)이다. ㄴ. 분자 내 비공유 전자쌍은 (가)는 4개, (나)는 8개이다. ㄷ. (가)는 직선형 구조, (나)는 굽은형 구조이므로 결합각은 (가)>(나)이다.

19. [출제의도] 화학 반응에서 양적 관계 파악하기

반응 후 남은 B와 생성된 C의 질량비가 3:4이므로 실린더 속 전체 기체의 질량을 $7x$라 하면 질량 보존 법칙에 의해 반응 전 A와 B의 질량은 $3.5x$이다.

	A	+	2B	→	C
반응 전 질량	$3.5x$		$3.5x$		0
반응	$-3.5x$		$-0.5x$		$+4x$
반응 후 질량	0		$3x$		$4x$

ㄱ. 기체 A~C의 반응에서 몰수 비(=계수 비)는 1:2:1이고 질량비는 $3.5x$:$0.5x$:$4x$=7:1:8이므로 분자량(=$\frac{\text{질량}}{\text{몰수}}$)의 비는 14:1:16이다. ㄴ. 반응 전과 후 실린더 속 A~C의 몰수는 아래와 같다.

	A	+	2B	→	C
반응 전 몰수	n		$14n$		0
반응	$-n$		$-2n$		$+n$
반응 후 몰수	0		$12n$		n

ㄷ. 반응 전과 후 전체 기체의 질량은 같다. 기체의 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$이고 기체의 부피는 몰수에 비례하므로 밀도는 몰수에 반비례한다. 따라서 $\frac{1}{n+14n}:\frac{1}{12n+n}$ =13:15이다.

20. [출제의도] 산 염기 반응에서 양적 관계 파악하기

혼합 용액의 전체 이온 수는 혼합 용액이 염기성이면 혼합 전 NaOH(aq)의 전체 이온의 몰수, 산성이면 혼합 전 HCl(aq)의 전체 이온의 몰수, 중성이면 혼합 전 NaOH(aq)(또는 HCl(aq))의 전체 이온의 몰수와 같다. (가) 용액이 산성이라면 HCl(aq)의 부피가 2배인 (나) 용액은 산성이며 전체 이온의 몰수가 $2n$이므로 전체 이온의 몰수는 서로 다르다. (나)가 염기성이라면 NaOH(aq)의 부피가 3배인 (가)는 염기성이며 전체 이온의 몰수가 $3n$이므로 전체 이온의 몰수는 서로 다르다. 결국 (가)는 염기성, (나)는 산성이 되어야 혼합 용액의 전체 이온의 몰수가 같아진다. ㄱ. (가)는 염기성이므로 pH>7이다. ㄴ. NaOH(aq) 30mL에 존재하는 전체 이온의 몰수와 HCl(aq) 40mL에 존재하는 전체 이온의 몰수는 n으로 같으므로 단위 부피당 전체 이온 수 비는 NaOH(aq):HCl(aq)=4:3이다. 같은 부피당 존재하는 OH^-수와 H^+수 비는 4:3이므로 생성된 물 분자 수 비는 (가):(나)=3:2이다. ㄷ. (나)에 NaOH(aq) 20mL를 첨가하면 NaOH(aq) 부피는 30mL, HCl(aq) 부피는 40mL이므로 완전히 중화된다. 따라서 Na^+과 Cl^-의 몰수는 같아진다.