

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 I]

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

1. [출제의도] 화학이 실생활 문제 해결에 기여한 사례 이해하기

암모니아를 합성해 대량 생산한 질소 비료는 식량 부족 문제 해결에 크게 기여하였다.

2. [출제의도] 주기율표 이해하기

현재 사용하고 있는 주기율표는 원소를 원자 번호 순으로 배열한 것이고, 같은 족의 원소들은 원자가 전자 수가 같다.

3. [출제의도] 화학 결합의 특징 비교하기

①은 NaCl이다. ㄱ. Cl₂는 비금속인 Cl 두 원자가 전자를 하나씩 공유하여 형성된 공유 결합 물질이다. ㄴ. 이온 결합 물질인 NaCl은 액체 상태일 때 전기 전도성이 있다. ㄷ. 금속 결합 물질인 Na는 전성이 좋지만, 이온 결합 물질인 NaCl은 혈에 의해 쉽게 부서진다.

4. [출제의도] 금속 결합의 특징 이해하기

금속 결합은 금속 양이온과 자유 전자의 정전기적 인력에 의해 형성된다.

5. [출제의도] 0.5 M 수산화 나트륨 수용액 만들기

물질의 양(mol) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{화학적량(g/mol)}}$ 이고, 몰 농도 (M) = $\frac{\text{용질의양(mol)}}{\text{용액의부피(L)}}$ 이다. 따라서 NaOH 10 g은 $\frac{10\text{g}}{40\text{g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$ 이고, 0.5 M = $\frac{0.25\text{mol}}{\text{용액의부피(L)}}$ 이므로 용액의 부피는 0.5 L이다. 용액을 제조할 때 전체 부피가 0.5 L인 용액을 만들어야 하므로 실험 기구에 표시선이 표시되어 있는 500 mL 부피 플라스크를 이용해야 한다.

6. [출제의도] 탄소 화합물의 구조와 활용 사례 이해하기

ㄱ. 중심 원자인 탄소 주위에 공유 전자쌍이 4개 있는 메테인의 분자 구조는 정사면체형이다. ㄴ. 아세트산은 신맛이 나며, 식초의 성분이다. ㄷ. 메테인과 아세트산은 한 분자를 구성하는 수소 원자 수가 4로 같다.

7. [출제의도] 브뢴스테드-로리 산 이해하기

화학 반응에서 양성자(H⁺)를 주는 물질은 브뢴스테드-로리 산, 양성자(H⁺)를 받는 물질은 브뢴스테드-로리 염기이다. 이 가역 반응의 평반응에서 H₂O은 NH₃에 H⁺을 주고, 역반응에서 NH₄⁺은 OH⁻에 H⁺을 주기 때문에 브뢴스테드-로리 산은 H₂O과 NH₄⁺이다.

8. [출제의도] 질량과 부피를 몰(mol)로 변환하기

물질의 양(mol) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{화학적량(g/mol)}}$ 이므로 물질 속 H₂O(l)의 양 = $\frac{450\text{g}}{18\text{g/mol}} = 25 \text{ mol}$ 이다. 또한 20℃, 1 기압에서 기체 1 mol의 부피가 24 L이므로 풍선 속 He(g)의 양은 0.5 mol이다. 따라서

풍선 속 He(g)의 양(mol) = $\frac{0.5\text{mol}}{25\text{mol}} = \frac{1}{50}$ 이다.

9. [출제의도] 동위 원소의 성질과 원소의 평균 원자량 이해하기

ㄱ. 원소 표시 방법에서 질량수는 원소 기호의 왼쪽 위에 나타난다. 따라서 질량수는 ⁷X가 7이고, ⁶X가 6이다. ㄴ. 동위 원소는 원자 번호(양성자 수)가 서로 같고, 원자에서 양성자 수와 전자 수가 같으므로 ⁷X와 ⁶X의 전자 수는 서로 같다. ㄷ. X의 평균 원자량은 6.94로 ⁶X의 원자량인 6.02보다 ⁷X의 원자량인 7.02에 가깝기 때문에 X의 동위 원소가 자연계에 존재하는 비율(%)은 ⁷X > ⁶X이다.

10. [출제의도] 루이스 전자점식 이해하기

OF₂의 루이스 전자점식은 $\cdot\ddot{\text{F}}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{F}}\cdot$ 이고, F⁻의 루이스 전자점식은 $[\cdot\ddot{\text{F}}:]^{-}$ 이다.

11. [출제의도] 가역 반응에서 동적 평형 이해하기

ㄱ. 온도가 일정할 때 H₂O이 들어 있는 밀폐된 용기 속에서 H₂O(l)의 증발 속도는 일정하다. ㄴ. t₂일 때는 동적 평형 상태에 걸리기에는 반응이 일어나지 않는 것처럼 보이지만 증발과 응축(응결)은 계속 일어난다. ㄷ. H₂O(l)의 양은 동적 평형 상태에 도달할 때까지 감소하므로 t₁일 때가 t₂일 때보다 많다.

12. [출제의도] 다전자 원자의 전자 배치와 양자수 이해하기

ㄱ. 에너지 준위가 같은 2p 오비탈에 전자가 배치될 때, 홀전자 수가 최대가 되도록 배치되었으므로 훈트 규칙을 만족한다. ㄴ. 1s 오비탈의 주 양자수(n)는 1, 부 양자수(방위 양자수)(l)는 0, 자기 양자수(m_l)는 0이다. ㄷ. 2s 오비탈에 들어 있는 두 전자의 스핀 방향이 다르므로 두 전자의 스핀 자기 양자수(m_s)는 + $\frac{1}{2}$ 과 - $\frac{1}{2}$ 로 서로 다르다.

13. [출제의도] 원자 반지름과 이온 반지름의 주기적 성질 비교하기

금속 원소는 원자 반지름이 이온 반지름보다 크고, 비금속 원소는 이온 반지름이 원자 반지름보다 크다. 또한 A, B는 (나)가 (가)보다 크고, C는 (가)가 (나)보다 크다. 따라서 O, F는 비금속, Na는 금속이므로 (가)는 원자 반지름, (나)는 Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름이다. 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 감소하고, 등전자 이온의 반지름은 양성자 수가 많을수록 감소하므로 A ~ C는 각각 F, O, Na이다. 원자 번호는 C(11Na) > A(9F) > B(8O)이다.

14. [출제의도] 결합의 극성 이해하기

분자에서 같은 원자끼리의 결합은 무극성 공유 결합, 다른 원자끼리의 결합은 극성 공유 결합이다. 따라서 H-O-H, O=C=O에는 극성 공유 결합만 있고(I), O=O에는 무극성 공유 결합만 있다(III). 또한 H-O-O-H에는 H와 O 사이의 극성 공유 결합, O와 O 사이의 무극성 공유 결합이 있다(II).

15. [출제의도] 중화 적정 실험 이해하기

중화 적정 실험에서 뷰렛을 이용한다. 산과 염기의 농도(M)를 각각 M, M'이라 하고, 산과 염기의 부피(mL)를 각각 V, V'이라 하면, 1 mol 당 n mol의 H⁺을 내놓는 산과 1 mol 당 n' mol의 OH⁻을 내놓는 염기가 반응하여 완전히 중화될 때 nMV = n'M'V'이 성립한다. 따라서 1×x×50 = 1×0.5×10이므로 x = 0.1이다.

16. [출제의도] 물의 자동 이온화와 pH 이해하기

ㄱ. 25℃에서 물의 이온화 상수(K_w) = [H₃O⁺]

[OH⁻] = 10⁻¹⁴이므로 (가)에서 [OH⁻] = $\frac{10^{-14}}{10^{-2}} =$

10⁻¹² M이다. ㄴ. 중성에서 [H₃O⁺] = [OH⁻] = 10⁻⁷

M이고 (나)에서 [H₃O⁺] = $\frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ M} > 10^{-7}$

M이므로 (나)는 산성이다. ㄷ. pH = -log[H₃O⁺]이므로 (가), (나)의 pH는 각각 2, 5이다. 따라서 pH는 (나) > (가)이다.

17. [출제의도] 원소의 주기적 성질 이해하기

ㄱ. 이온화 에너지는 주기율표의 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 감소하므로 A는 N, C는 P이다. 또한 이온화 에너지는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 대체로 증가하므로 B는 Cl이다. 따라서 A(N)는 2주기 원소이다. ㄴ. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 커질수록 증가하므로 유효 핵전하는 B(Cl) > C(P)이다. ㄷ. 전기 음성도는 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 감소하므로 전기 음성도는 A(N) > C(P)이다.

18. [출제의도] 분자의 구조와 극성 파악하기

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	CO ₂	CF ₄	COF ₂
분자 구조	$\ddot{\text{O}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}$	$\begin{array}{c} \cdot\ddot{\text{F}}\cdot \\ \cdot\ddot{\text{F}}\cdot \\ \cdot\ddot{\text{F}}\cdot \\ \cdot\ddot{\text{F}}\cdot \end{array}$	$\begin{array}{c} \cdot\ddot{\text{O}}\cdot \\ \cdot\ddot{\text{F}}\cdot \\ \cdot\ddot{\text{F}}\cdot \end{array}$

ㄱ. CF₄의 쌍극자 모멘트는 0이다. ㄴ. COF₂의 분자 구조는 평면 삼각형으로 모든 원자는 같은 평면에 존재한다. ㄷ. 결합각은 (가)와 (나)가 각각 180°, 109.5°이므로 결합각은 (가) > (나)이다.

19. [출제의도] 화학 반응에서 양적 관계 파악하기

용기 I에서 반응 후 C의 양과 전체 기체의 양이 같으므로 A 1 mol과 B 4 mol이 모두 소모되었다. 용기 II에서 용기 I보다 B 4 mol이 증가했을 때 전체 기체의 양이 2n mol 증가했으므로 2n = 4에서 n = 2이다. 따라서 용기 I에서 각 물질의 양(mol)의 변화는 다음과 같다.

	aA(g) + bB(g) → cC(g)	
반응 전	1 4 0	
반응	-1 -4 +2	
반응 후	0 0 2	

반응하는 몰비가 1 : 4 : 2이므로 계수비(a : b : c)는

1 : 4 : 2이다. 따라서 $\frac{b}{a} \times n = \frac{4}{1} \times 2 = 8$ 이다.

20. [출제의도] 중화 반응에서 양적 관계 파악하기

염기의 양은 (나)가 (가)의 2배이지만 산의 양은 (나)가 (가)의 2배보다 작으므로 만약 (가)가 염기성이라면 (나)도 염기성이어야 한다. 따라서 (가)는 산성, (나)는 염기성이므로 반응 후 (가)에서 H⁺의 양은 n mol, (나)에서 OH⁻의 양은 2n mol이다. 따라서 B(OH)₂ 1 mol은 2 mol의 OH⁻을 내놓으므로 (가)에서 1×1 M×0.06 L - 2×x M×0.05 L = n mol...㉠이고, (나)에서 2×x M×0.1 L - 1×1 M×0.08 L = 2n mol...㉡이다. ㉠과 ㉡을 연립하여 풀면 n = 0.01이고, x = 0.5이다.