

2009학년도 대학수학능력시험 과학탐구 영역 (화학 I)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. ㄱ. 물이 증발하여 수증기로 될 때는 물 분자 사이에 작용하는 결합 A(수소 결합)가 끊어진다.

ㄴ. (나)에서 물방울의 모양이 둥근 것은 물의 표면 장력이 크기 때문인데, 물은 수소 결합에 의해 물 분자 사이의 인력이 크므로 표면 장력이 커서 물방울의 모양은 다른 액체 방울보다 더 둥글다. 따라서 폴리에틸렌 필름 위에 떨어뜨린 물방울이 둥근 것은 물 분자 사이의 수소 결합(결합 A) 때문이다. 결합 B는 수소와 산소 사이의 공유 결합으로 물의 전기 분해 과정에서 끊어진다.

ㄷ. 20℃보다 50℃의 물방울의 모양이 더 납작하므로 표면 장력은 50℃의 물이 더 작다. 따라서 바늘을 띄우기는 20℃보다 50℃의 물에서 더 어렵다.

2. ㄱ. A는 황이 연소하여 생성되는 이산화황(SO_2)이다. 이산화황(SO_2)의 성분 원소인 S와 O는 모두 16족 원소이다.

ㄴ. 물의 살균 처리에 사용되는 것은 물질은 염소(Cl_2)와 오존(O_3)이다. 이중에서 오존(O_3)은 공기 중의 탄화수소와 반응하여 광화학 스모그를 만든다. 그러나 오존은 산성비의 원인 물질은 아니다. 산성비의 원인 물질은 질소 산화물과 이산화황이다.

ㄷ. C는 석탄의 탄소 성분이 불완전하여 생성된 일산화탄소(CO)이다. 따라서 C의 성분 원소는 탄소와 산소로 두 가지이다.

3. (나)에서 증류수에 녹지 않고 남아 있는 물질을 제거하기 위해서는 거름종이가 놓인 깔때기(ㄱ)를 이용하여 걸러준다. 물과 사염화탄소는 서로 잘 섞이지 않고, 밀도 차이가 있으므로 두 물질의 혼합물은 분별 깔때기(ㄴ)에 넣어 분리한다. (마)에서 사염화탄소를 증발시키려면 증발 장치(ㄷ)를 사용한다.

4. (가)는 $\text{CaO}(\text{s})$ 와 물(H_2O)의 반응하여 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 만드는 반응으로 보일러의 관석 제거에 이용되지 않는다. 관석의 주성분인 CaCO_3 은 묽은 염산을 가해 제거한다.

ㄴ. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 포화 수용액은 석회수로 CO_2 와 만나면 흰색 앙금을 생성하므로 (나)는 CO_2 의 검출에 이용된다.

ㄷ. (다)는 CaCO_3 의 열 분해되어 CaO 와 CO_2 로 되는 반응이므로 약 900°C 로 가해 주어야 한다.

ㄹ. (라)는 CaCO_3 가 CO_2 가 녹아 있는 지하수에 의해 물에 잘 녹는 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 로 되는 반응으로 석회동굴의 생성과 관련이 있다.

5. 산소계 표백제를 녹인 물에 요오드화칼륨을 넣으면 산소(O_2) 기체가 발생하고, 마그네슘이 묶은 염산과 반응하면 수소(H_2) 기체가 발생한다. 따라서 A는 산소이고, B는 수소이다. A는 공기의 성분 중에서 반응성이 가장 크고, 대부분의 금속이나 비금속과 반응하여 산화물을 잘 생성한다. 과산화수소와 이산화망간을 사용해도 산소(A) 기체가 발생한다. 기체 B를 얻는 반응에서 마그네슘과 묶은 염산은 모두 반응 물질이다. 연료 전지에는 수소(A) 기체와 산소(B) 기체를 사용하여 전기 에너지를 얻는다. 기체의 끓는점은 $A > B$ 이므로 액체 상태에서 분자간 인력은 $A > B$ 이다.

6. (가)의 약품 투입실은 물 속의 미세 입자를 가라앉히기 위해 응집제인 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 와 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 투입하는 곳이다. 이때, 생성되는 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 에 의해 물 속의 미세 입자가 가라앉는데, 이는 두부를 만들 때 간수를 사용하는 것과 같은 원리이다.

(나)의 여과지는 침전된 물질을 거르는 곳으로 가정에서 달인 한약재를 천으로 거르는 원리와 같다.

(다)의 염소 투입실에서는 물 속의 세균을 죽이기 위해 염소를 넣어주는 곳으로 염소가 물과 반응하여 내놓은 활성 산소(O)에 의해 살균된다. 이는 상처 소독을 위해 과산화수소를 바르면 활성 산소가 발생하는 원리와 같다.

7. ㄱ. 단위 부피당 연소열(kJ/L)은 연소열(kJ/g) $\times$ 밀도(g/L)이므로 단위 부피당 연소열(kJ/L)은 $C > B > A$ 순이다.

ㄴ. 탄화수소 분자 속의 탄소수가 많을수록 밀도가 증가하므로 한 분자당 탄소의 수는 $C > B > A$ 순이다.

ㄷ. 끓는점은 $A < B < C$ 순이고, 분자간 인력이 클수록 끓는점이 높아지므로 분자간 인력은 $A < B < C$ 순이다. 따라서 탄화수소의 밀도가 증가할수록 분자간 인력이 증가한다.

8. ㄱ. (가)에서 기체 X와 Y의 압력은 같고, 부피는 Y가 X의 2배이므로 용기 A와 C에 채워지는 기체 분자수는 Y가 X의 2배이다. 콕을 동시에 열었다가 닫았더니, 용기 A와 C의 압력이 각각 0.8기압이었으므로 기체의 질량은 $X > Y$ 이다. 따라서 밀도는 $A > C$ 이다.

ㄴ. (가)에서 콕을 열었다 닫았을 때, 용기 A와 C의 압력이 0.8기압으로 같으므로 각 용기에서 빠져 나온 기체 분자수는 Y가 X의 2배이다.

ㄷ. 기체 분자의 질량이 $X > Y$ 이므로 평균 분자운동속력을 비교하면 $X < Y$ 이다.

9. A는 이중 결합($C=C$)을 가진 알코올, B는 이중 결합($C=C$)을 가진 에테르, C는 알데히드, D는 케톤이다. A와 B는 이중 결합($C=C$)을 가지므로 브롬과 첨가 반응을 하고, 히드록시기를 갖는 A는 카르복시산과 에스테르화 반응을 하지만 B는 카르복시산과 에스테르화 반응을 하지 못한다. C는 알데히드로 환원성이 크기 때문에 펠링 용액과 반응하여 붉은색 앙금(Cu_2O)을 만든다. 따라서 (가)는 ㄴ이고, (나)는 ㄷ이며, (다)는 ㄱ이다.

10. (가)는 에스테르 결합을 가지므로 가수 분해하면 히드록시기($-OH$)를 갖는 물질과 아세트산(CH_3COOH)로 나누어진다. (나)는 사슬 구조의 고분자 화합물이므로 열가소성 고분자이다. (다)는 텔레프탈산과 에틸렌글리콜의 축합 중합에 의해 생성된 중합체로 폴리에스테르에 해당한다. (가)와 (나)는 탄소 사이의 이중 결합($C=C$)을 갖는 한 종류의 단위체가 첨가 중합하여 생성된 중합체이다. (가)와 (다)는 모두 분자 내에 에스테르 결합($-COO-$)을 갖는 고분자 화합물이다.

11. ㄱ. 기체 A의 압력을 1기압으로 유지하고, 온도를 600K로 높이면 부피가 2배로 증가하므로 밀도(상대값)는 1로 감소한다. 따라서 온도, 압력이 같을 때 A와 B는 밀도가 같으므로 분자의 상대적 질량은 A와 B가 동일하다.

ㄴ. 분자의 평균 운동 에너지는 절대 온도에 비례한다. 따라서 C의 절대 온도는 A의 2배이므로 평균 분자운동에너지는 C가 A의 2배이다.

ㄷ. A 기체의 압력을 2배로 하고, 온도를 2배로 높이면 A의 밀도(상대값)은 그대로 2가 된다.

12. ㄱ. 얼음은 식용유에 잠겨 있고, 얼음이 모두 녹아 물로 되면 부피가 감소하므로 얼음이 녹으면 h 는 감소한다.

ㄴ. 얼음은 분자 1개당 이루는 수소 결합수가 최대 4개이지만, 얼음이 녹아 물로 될 때 수소 결합의 일부가 끊어진다. 따라서 얼음이 녹아 물로 되면 전체 수소 결합수는 감소한다.

ㄷ. 식용유는 무극성 물질이고 물은 극성 물질이므로 서로 잘 섞이지 않고, 식용유의 밀도가 물보다 작기 때문에 식용유가 물 위에 있는 것이다.

13. 반응하는 수산화바륨 수용액과 묽은 황산의 부피가 많을수록 혼합 용액의 온도가 높아진다. B에서 혼합 용액의 온도가 가장 높으므로 반응하는 부피비는 수산화바륨 수용액 : 묽은 황산 = 2 : 1이다. A에서는 반응하지 않고 남아 있는 수산화바륨이 존재하므로 pH는 7보다 크고, B에서는 수산화바륨과 묽은 황산이 모두 반응하므로 pH는 7이다. 따라서 pH는 $A > B > C > D$ 순이다. 수산화바륨($Ba(OH)_2$) 수용액과 묽은 황산을 혼합하면 물(H_2O)과 앙금($BaSO_4$)가 동시에 생성되므로 모든 이온이 알짜

이온이다.



B, C, D에서는 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 수용액의 부피가 40mL로 일정하므로 생성되는 물과 양금의 양은 모두 같고, 전체 이온수는 $D > C > B$ 순이다.

14. ㄱ. A는 금속의 양이온이고, B는 자유 전자이다. 따라서 금속에는 자유 전자(B)가 존재한다.

ㄴ. 금은 전성이 크므로 금 조각을 얇게 펴서 금박지로 만들 수 있다. 이때 A와 B의 위치는 모두 이동한다.

ㄷ. 전원 장치를 연결하면 자유 전자(B)가 (+)극 쪽으로 이동하지만, 금속의 양이온(A)는 이동하지 않는다.

15. ㄱ. Ag와 구리의 합금을 녹여 수용액으로 만들면, Ag와 Cu는 각각 Ag^+ 와 Cu^{2+} 로 산화된다.

ㄴ. (나)에서 수용액 속의 Ag^+ 과 Cl^- 이 만나 양금 AgCl을 만들므로 양금 생성 반응이 일어난다.

ㄷ. 플루오르화 이온(F^-)은 Ag^+ 와 양금을 만들지 않으므로 염화나트륨 대신에 플루오르화칼륨을 사용할 수 없다.

16. ㄱ. (가)는 CH_3CHO 가 CH_3COOH 로 되는 반응으로 산화 반응에 해당하고, (나)는 CH_3COOH 와 살리실산(B)의 에스테르화 반응으로 축합 반응에 해당한다.

ㄴ. 화합물 A는 포르밀기($-\text{CHO}$)를 갖지 않으므로 환원성이 없다. 따라서 화합물 A는 암모니아성 질산은 수용액과 반응하지 않으므로 은을 석출시키지 않는다.

ㄷ. 화합물 B에는 페놀성 히드록시기($-\text{OH}$)를 가지므로 염화철(III) 수용액과 정색 반응을 한다.

17. ㄱ, ㄴ. 셀룰로나 단물 모두에서 (가)의 계면활성제는 친수성기가 밖으로 향하고 친유성기는 안쪽으로 향하므로 (나)와 같은 배열 모형을 이룬다. 따라서 (나)의 배열에서 기름이 비누 분자에 둘러싸여 물에 잘 녹을 수 있으므로 때가 제거되는 비누의 세척 작용을 (나)로 설명할 수 있다.

ㄷ. (다)는 기름 속에 소량의 물이 들어있을 때 비누의 배열 모형이므로 (다)는 기름에 소량의 비눗물을 섞었을 때 형성될 수 있다.

18. CO는 Fe_2O_3 를 환원시켜 Fe로 만들면서 자신은 CO_2 (화합물A)로 산화된다. 따라서 CO는 촉매로 사용된 것이 아니며, 화합물 A는 탄소와 산소로 구성된 화합물이다.

과정 (가)는 뜨거운 용광로 속의 높은 온도에서 진행되는 반응이다. (가)에서 CO는 산화되고, Fe_2O_3 는 환원된다. (나)에서는 Fe가 Fe_2O_3 로 산화되고, O_2 가 O^{2-} 로 환원된다. 철에 주석 조각을 부착하면 Fe가 Fe^{2+} 로 되기 쉬우므로 과정 (나)가 빠르게 일어난다.

19. ㄱ. (가)의 식물성 기름은 일종의 에스테르 화합물이므로 물에 잘 녹지 않는다.
ㄴ. (가) 분자 1개를 가수 분해시키면 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ 분자 3개와 (다) 분자 1개가 얻어진다.
ㄷ. (가)와 (나)는 모두 지방산의 에스테르 화합물이므로 NaOH 와 반응시키면 비누가 생성된다.

20. ㄱ, ㄴ. 만약 금속판 C, D가 A^{2+} 와 반응한다면 C와 D에서 모두 A가 석출되므로 C와 D의 질량은 모두 감소할 것이다. 그러나 (가)에서 C의 질량은 증가하고, D는 감소하였으므로 C와 D는 A^{2+} 와 반응하지 않고, B^{2+} 와 반응한다. 따라서 B^{2+} 는 A^{2+} 보다 환원되기 쉬우므로 A는 B보다 산화되기 쉽다. 또한 금속 C와 D의 표면에 금속 B가 석출될 때, 금속판 C의 질량이 증가하고 금속판 D의 질량이 감소하므로 금속 원자의 상대적 질량은 $\text{D} > \text{B} > \text{C}$ 순이다.
ㄷ. C와 D의 반응성은 A보다 작고, B보다 크지만 C와 D의 반응성의 크기는 알 수 없다.