1. 질소화합물 내 질소의 산화수에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① N_2에서 N의 산화수는 0이다.
② N_2O에서 N의 산화수는 +1이다.
③ NH_3에서 N의 산화수는 +3이다.
④ NO_2에서 N의 산화수는 +4이다.

2. 저농도 유해가스를 상온에서 흡착방법으로 처리할 때, 사용한 흡착제를 재생시키는 방법에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 흡착제에 고온의 비활성 기체를 통과시킨다.
② 흡착제에 고온의 산소를 공급하여 흡착물질을 산화시킨다.
③ 흡착제에 저압 수증기를 통과시킨다.
④ 흡착계의 압력을 감소시킨다.

3. 수처리 약품의 산화-환원 특성이 나머지 셋과 다른 것은?

① 아황산나트륨(Na_2SO_3)
② 차아염소산나트륨(NaClO)
③ 중크롬산칼륨($K_2Cr_2O_7$)
④ 과망간산칼륨($KMnO_4$)

4. 효소-기질반응속도식은 Michaelis-Menten식으로 표현할 수 있다. Michaelis-Menten식에서 V가 V_{max}의 60%에 도달할 때, 상수(K_m) 값이 20mg/L이라면 기질의 농도[mg/L]는?

① 25 ② 30
③ 35 ④ 40

5. 서로 다른 두 수계 A와 B에서 <보기 1>의 산화-환원 반응이 평형을 이루고 있다. 두 수계의 온도와 그 밖의 조건은 동일하며, 각 철 이온종의 농도는 <보기 2>와 같다. 두 수계를 염다리로 연결하고, 각 수계에 삽입한 동일한 불활성 전극을 도선으로 연결하였을 때 가장 옳은 것은?

<보기 1>

$$Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$$

<보기 2>

	Fe^{2+}(mM)	Fe^{3+}(mM)
수계 A	100	1
수계 B	1	100

① A의 전극전위가 높고, 전자는 A에서 B로 이동한다.
② A의 전극전위가 높고, 전자는 B에서 A로 이동한다.
③ B의 전극전위가 높고, 전자는 A에서 B로 이동한다.
④ B의 전극전위가 높고, 전자는 B에서 A로 이동한다.

6. 6가 크롬을 52mg/L 함유한 도금폐수가 있다. 이 폐수에 황산제일철($FeSO_4$)을 주입하여 6가 크롬을 3가 크롬으로 환원함으로써 독성을 감소시키고자 할 때, 화학양론적으로 요구되는 황산제일철의 이론적인 최소 농도[mg/L]는? (단, O, S, Cr, Fe의 원자량은 각각 16, 32, 52, 56이다.)

① 56 ② 152
③ 168 ④ 456

7. 수중 유기오염물질 A가 균일한 흡착제 표면에 Langmuir 등온식에 따라 흡착한다고 가정할 때, 흡착평형에 도달한 상태에서 수중 A의 농도를 순간적으로 증가시킨 후 새로운 평형에 도달할 때까지 나타나는 변화에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 농도를 증가시키는 순간 흡착속도가 탈착속도보다 커지고, 표면 덮임률이 증가함에 따라 두 속도는 다시 같아진다.
② 농도를 증가시키면 탈착속도가 먼저 증가하고, 이후 빈 흡착자리가 증가하면서 흡착속도가 증가한다.
③ 농도를 증가시키는 순간 흡착속도와 탈착속도가 동일한 비율로 증가하므로 표면 덮임률은 변하지 않는다.
④ 농도를 증가시키면 표면 덮임률이 증가할수록 빈 흡착자리도 증가하므로 흡착속도가 계속 증가한다.

8. 수질 시료 중 음이온을 이온크로마토그래피로 분석할 때의 원리에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 고정상과의 상호작용이 강한 이온일수록 컬럼에서 늦게 용출된다.
② 음이온 분석에는 일반적으로 전기전도도 검출기가 사용된다.
③ 머무름시간이 같은 물질이 존재하면 용리액 조성을 바꾸어 간섭을 줄일 수 있다.
④ 서프레서는 용리액의 배경전도도를 증가시켜 분석대상 이온의 검출감도를 높인다.

9. 일정한 온도와 압력 하에서 닫힌계(closed system)의 화학평형에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 총 Gibbs 자유에너지(G_T) 값은 평형상태에서 최소가 된다.
② ΔG^0는 표준상태(1기압, 25℃)에서의 ΔG로 정의된다.
③ 표준상태에서 안정한 상태에 있는 원소의 Gibbs 자유에너지는 0으로 설정된다.
④ 정반응 속도가 역반응의 속도보다 작으면, $\Delta G < 0$이 된다.

10. 차아염소산의 산해리반응에서 $pK_a = 7.5$이고 물의 pH가 8.5일 때, HOCl과 OCl^-의 합으로 정의되는 총 유리염소 농도가 1.1mM이라면 HOCl 농도[mM]는? (단, 활성도 차이는 무시한다.)

① 0.01 ② 0.10
③ 0.55 ④ 1.00

11. 미생물에 의한 질소순환에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 질소고정은 대기 중 질소를 화학적으로 결합된 질소 형태로 전환하는 과정이다.
② 질산화는 N의 산화수가 −3에서 +5로 전환되는 과정이다.
③ 산소가 부족한 조건에서는 일부 미생물이 질산염을 전자받개로 이용하여 더 낮은 산화상태의 질소 화합물로 환원할 수 있다.
④ 탈질화는 질산염을 최종 전자받개로 이용하여 암모니아성 질소를 생성하는 과정이다.

12. '물질이 고농도에서 저농도로 자발적으로 확산한다'는 현상을 설명해주는 열역학 법칙으로 가장 옳은 것은?

① 열역학 제0법칙
② 열역학 제1법칙
③ 열역학 제2법칙
④ 열역학 제3법칙

13. <보기> 중 대류권에서 수산화 라디칼(HO·)의 생성 경로 및 메커니즘에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 대류권에서 수산화 라디칼의 일차적 생성은 오존이 태양광을 받아 광분해되면서 시작된다.
ㄴ. 대류권에 도달하는 태양광 중 325~400nm 영역의 자외선이 오존을 광분해하여 들뜬 상태의 산소 원자를 생성시킨다.
ㄷ. 생성된 들뜬 상태의 산소 원자는 대기 중의 수증기(H_2O) 분자와 반응하여 2개의 수산화 라디칼을 형성한다.

① ㄱ ② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 대기 중 이산화황은 산화 및 수화 과정을 거쳐 황산을 생성하여 산성 침적에 기여할 수 있다. 25℃, 1atm의 표준상태에서 <보기 1>의 열화학 반응을 이용할 때, <보기 2> 반응에 대한 표준반응엔탈피의 값[kJ/mol]은?

<보기 1>

$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $\quad \Delta H_1^\circ = -297\text{kJ/mol}$
$2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\quad \Delta H_2^\circ = -792\text{kJ/mol}$
$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$ $\quad \Delta H_3^\circ = -130\text{kJ/mol}$

<보기 2>

$$SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$

① −823 ② −229
③ −31 ④ +229

15. 수중에서 금속 이온이 리간드(ligand)와 결합하여 착이온(complex ion)을 형성할 때 나타나는 현상으로 가장 옳은 것은?

① 착이온 형성 능력을 나타내는 착형성 상수 값이 클수록 수중에서 금속 이온과 리간드는 쉽게 해리된다.
② 구리(Cu^{2+})나 아연(Zn^{2+}) 같은 중금속이 에틸렌다이아민테트라아세트산(EDTA) 등과 착화합물을 형성하면, 자유 금속 이온의 농도가 감소하여 생물학적 독성이 완화된다.
③ 수중의 부식산(humic acid)은 대표적인 무기 리간드로서 중금속과 결합하여 중금속의 침전 제거를 촉진한다.
④ 금속 이온이 수산화 이온과 착이온을 형성하면, pH가 높아질수록 금속의 수산화물 침전 형성이 항상 방해받지 않고 무한히 증가한다.

16. 토양 교질의 양이온 교환용량(cation exchange capacity, CEC)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 토양 교질의 양이온 교환용량(CEC)은 토양에 실제로 흡착되어 있는 양이온의 총량을 의미한다.
② 양이온 교환용량(CEC)은 토양 교질의 음전하 크기에 의존한다.
③ 유기물질은 카르복실기와 페놀성 수산기를 갖고 있어 양이온 교환이 가능하다.
④ 토양의 양이온 교환은 K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} 등이 식물체에 흡수·이용될 때 작용하는 중요한 기전이다.

17. <보기>의 반응이 설명하는 배기가스 탈황공정 방법으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$CaCO_3(s) + H_2O + 2SO_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2HSO_3^- + CO_2(g)$
$CaCO_3(s) + 2HSO_3^- + Ca^{2+} \rightarrow 2CaSO_3(s) + CO_2 + H_2O$

① 석회석세정법 ② 석회세정법
③ 억제산화법 ④ 이중염기법

18. 독성물질 A와 B가 각각 단독으로 동일한 독성효과를 나타내는 농도는 A_i=2.0mg/L, B_i=4.0mg/L이다. <보기>의 혼합물 (가)와 (나)에서 동일한 독성효과를 나타냈다면, 혼합독성계수 S에 대한 해석으로 가장 옳은 것은? (단, $S=\frac{A_m}{A_i}+\frac{B_m}{B_i}$으로 계산한다.)

<보기>

- 혼합물 (가): A_m=0.5mg/L, B_m=1.0mg/L
- 혼합물 (나): A_m=1.5mg/L, B_m=2.0mg/L

① (가)와 (나) 모두 상가작용(additive effect)을 나타낸다.
② (가)는 상승작용(synergism), (나)는 길항작용(antagonism)을 나타낸다.
③ (가)는 길항작용, (나)는 상승작용을 나타낸다.
④ 혼합독성계수가 클수록, 상승작용이 강하게 나타난다.

19. 증류수에 0.05M Na_2SO_4와 0.01M $CaCl_2$가 완전히 용해되어 있을 때, 이온세기[M]는?

① 0.13 ② 0.17
③ 0.18 ④ 0.19

20. 「수질오염공정시험기준」상 암모니아성 질소를 측정하기 위해 적용 가능한 시험방법 중 정량한계(mg/L)가 가장 높은 것은?

① 자외선/가시선 분광법
② 이온선택전극법
③ 연속흐름법
④ 적정법