

1과목 : 화학분석 과정관리

1. 돌턴(Dalton)의 원자론에 의하여 설명될 수 없는 것은?
 - ① 화학 평형의 법칙 ② 질량 보존의 법칙
 - ③ 배수 비례의 법칙 ④ 일정 성분비의 법칙
2. AA를 이용하여 시료 중의 납을 분석하여 얻은 결과가 아래와 같을 때, 결과값을 분석한 것으로 틀린 것은? (단, 95% 신뢰 구간의 student's t값은 3.182이다.) (문제 오류로 가답안 발표시 2번으로 발표되었지만 확정답안 발표시 2, 4번이 정답 처리 되었습니다. 여기서는 가답인 2번을 누르면 정답 처리 됩니다.)

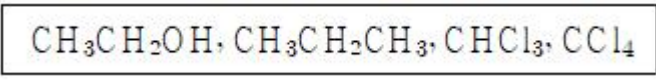
측정횟수	측정값(ppm)
1	3.27
2	3.24
3	3.28
4	3.25

- ① 표준편차 : 0.018 ② 상대표준편차 : 0.56
 - ③ 분산 : 3.3×10^{-4} ④ 95% 신뢰구간 : 3.26 ± 0.02
3. 화합물 한 쌍을 같은 몰수로 혼합하는 다음 4가지 경우 중 염기성 용액이 되는 경우는 모두 몇 가지인가?

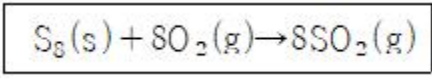
- (A) $\text{NaOH}(K_b = \text{아주 큼}) + \text{HBr}(K_a = \text{아주 큼})$
 (B) $\text{NaOH}(K_b = \text{아주 큼}) + \text{HNO}_3(K_a = \text{아주 큼})$
 (C) $\text{NH}_3(K_b = 1.8 \times 10^{-5}) + \text{HBr}(K_a = \text{아주 큼})$
 (D) $\text{NaOH}(K_b = \text{아주 큼}) + \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$

- ① 1 ② 2
 - ③ 3 ④ 4
4. 기하 이성질체가 가능한 화합물은?
 - ① $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CCl}_2$ ② $(\text{CH}_3)_3\text{CCCl}_3$
 - ③ $\text{CH}_3\text{CIC}=\text{CCH}_3\text{Cl}$ ④ $(\text{CH}_3)_2\text{CICCCCH}_3\text{Cl}_2$
 5. 헤테로 원자에 선택적이며 일반적으로 FID보다 감도가 좋고 동적 범위가 작은 NPD 검출기에 사용되는 원소는?
 - ① S ② Cs
 - ③ Ru ④ Re
 6. 질소분자 1.07×10^{23} 개는 약 몇 몰인가?
 - ① 11.4 ② 0.178
 - ③ 6.85×10^{24} ④ 1.67×10^{21}
 7. 표면분석 장치 중 1차살과 2차살 모두 전자를 이용하는 것은?
 - ① Auger 전자 분광법
 - ② X-선 광전자 분광법
 - ③ 이차 이온 질량 분석법
 - ④ 전자 미세 탐침 미량 분석법
 8. Kjeldahl법에 의한 질소의 정량에서, 비료 1.325g의 시료로부터 암모니아를 증류해서 0.2030N H_2SO_4 50mL에 흡수시키고, 과량의 산을 0.1908N NaOH로 역적정하였더니 25.32mL

- 가 소비되었다. 시료 속의 질소의 함량(%)은?
- ① 2.6 ② 3.6
 - ③ 4.6 ④ 5.6
9. 물에 대한 용해도가 가장 높은 두 물질로 짝지어진 것은?



- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}, \text{CHCl}_3$ ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}, \text{CCl}_4$
 - ③ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3, \text{CHCl}_3$ ④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3, \text{CCl}_4$
10. 정량분석 과정에 해당하지 않는 것은?
 - ① 부피분석 ② 관능기 분석
 - ③ 무게분석 ④ 기기분석
 11. 브롬화이염화벤젠(Bromodichlorobenzene)이 가질 수 있는 구조이성질체의 수는?
 - ① 3개 ② 4개
 - ③ 5개 ④ 6개
 12. 표준상태에서 S_8 15g이 다음 반응식과 같이 완전 연소될 때 생성된 이산화황의 부피는 약 몇 L인가? (단, 기체는 이상기체이며 S_8 의 분자량은 256.48g/mol이다.)



- ① 0.47 ② 1.31
 - ③ 4.7 ④ 10.5
13. 탄화수소유도체를 잘못 나타낸 것은?
 - ① R-OH:알코올 ② R-CO-R:케톤
 - ③ R-CHO:에테르 ④ R-CONH₂:아마이드
 14. 분석계획 수립 시 필요한 지식이 아닌 것은?
 - ① 표준분석법에 대한 지식
 - ② 시험기구의 종류에 대한 지식
 - ③ 분석시험 절차에 대한 지식
 - ④ 동료 연구자에 대한 지식
 15. 다음 설명에 가장 관련 깊은 것은?

원자궤도함수의 크기 및 에너지와 관련 있고, n값이 커질수록 궤도함수가 커진다.

- ① 주양자수 ② 부양자수(각운동량 양자수)
 - ③ 자기양자수 ④ 스핀양자수
16. 원자반지름이 작은 것부터 큰 순서로 나열된 것은? (단, 원자의 번호는 $_{15}\text{P}, _{16}\text{S}, _{33}\text{As}, _{34}\text{Se}$ 이다.)
 - ① $\text{P} < \text{S} < \text{As} < \text{Se}$ ② $\text{S} < \text{P} < \text{Se} < \text{As}$
 - ③ $\text{As} < \text{Se} < \text{P} < \text{S}$ ④ $\text{Se} < \text{As} < \text{S} < \text{P}$
 17. 이황화탄소(CS_2) 100.0g에 33.0g의 황을 녹여 만든 용액의 끓는점이 49.2°C 일 때, 황의 분자량은 몇 g/mol인가? (단, 이황화탄소의 끓는점은 46.2°C 이고, 끓는점 오름상수(K_b)는 $2.35^\circ\text{C}/\text{m}$ 이다.)
 - ① 161.5 ② 193.5

- ③ 226.5 ④ 258.5

18. UV 분광광도법의 인증 표준물질로서 이상적인 조건이 아닌 것은?

- ① 투과율이 파장에 따라 적합하게 변화할 것
- ② 투과율이 온도에 관계없이 일정할 것
- ③ 반사율이 적고 간섭 현상이 없을 것
- ④ 형광을 내지 말 것

19. 다음 설명 중 틀린 것은?

- ① 훈트의 규칙에 따라 $7N$ 에 존재하는 홀전자의 수는 3개다.
- ② 스핀 양자수는 자전하는 전자의 자전 에너지를 결정하는 것으로, $-1/2, 0, +1/2$ 의 값으로 존재한다.
- ③ $n=3$ 인 전자 껍질에 들어갈 수 있는 총전자 수는 18개이다.
- ④ ^{12}Mg 의 원자가전자의 수는 2개다.

20. 헥세인(hexane)이 가질 수 있는 구조 이성질체의 수는?

- ① 3개 ② 4개
- ③ 5개 ④ 6개

2과목 : 화학물질 특성분석

21. 약산(HA)과 이의 나트륨 염(NaA)으로 이루어진 완충용액에 대한 설명으로 틀린 것은?

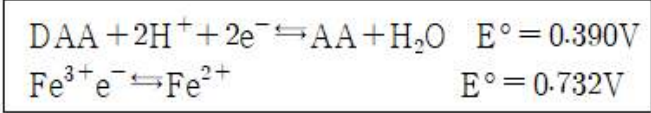
$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

- ① 완충용액의 $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 이다.
- ② 완충용액을 희석하여도 pH 변화가 거의 없다.
- ③ 완충용액의 완충 용량은 약산(HA)과 소등염(NaA)의 농도에 무관하다.

$$\left| \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \right|$$

- ④ 완충용액의 완충 용량은 $\left| \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \right|$ 작을수록 크다.

22. $\text{pH}=0.3$ 인 완충용액에서 0.02 M Fe^{3+} 용액 10.0mL 를 0.010M 아스코브산 용액으로 적정할 때 당량점에서의 전지 전압은 약 몇 V인가? (단, DAA:디하이드로아스코브산, AA:아스코브산의 약자이며, 전위는 백금 전극과 포화칼로멜 전극으로 측정하였으며, 포화칼로멜 전극의 $E=0.241 \text{ V}$ 이다.)



- ① 0.251V ② 0.295V
- ③ 0.342V ④ 0.492V

23. 다음 중 반응이 일어나기가 가장 어려운 것은?

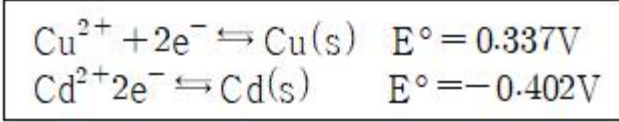
- ① $\text{F}_2 + \text{I}^-$ ② $\text{I}_2 + \text{Cl}^-$
- ③ $\text{Cl}_2 + \text{Br}^-$ ④ $\text{Br}_2 + \text{I}^-$

24. $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 의 계가 평형상태에 있다. 이 때 계의 압력을 증가시켰을 때의 설명으로 옳은 것은?

- ① 정반응과 역반응의 속도가 함께 빨라져서 변함없다.
- ② 평형이 깨어지므로 반응이 멈춘다.

- ③ 정반응으로 진행된다.
- ④ 역반응으로 진행된다.

25. 다음 표준환원전위를 고려할 때 가장 강한 산화제는?



- ① Cu^{2+} ② $\text{Cu}(\text{s})$
- ③ Cd^{2+} ④ $\text{Cd}(\text{s})$

26. 원자 흡수 분광법과 원자 형광 분광법에서 기기의 부분 장치 배열에서의 가장 큰 차이는?

- ① 원자 흡수 분광법은 광원 다음에 시료가 나오고 원자 형광 분광법은 그 반대이다.
- ② 원자 흡수 분광법은 파장 선택기가 광원보다 먼저 나오고 원자 형광 분광법은 그 반대이다.
- ③ 원자 흡수 분광법과는 다르게 원자 형광 분광법에서는 입사 광원과 직각 방향에서 형광선을 검출한다.
- ④ 원자 흡수 분광법은 레이저 광원을 사용할 수 없으나 원자 형광 분광법에서는 사용 가능하다.

27. 분광광도법에서 시약 바탕(reagent blank)측정의 주 사용 목적은?

- ① 시약 또는 오염물질로 의한 흡수의 보정
- ② 시약의 순도 확인
- ③ 분광광도계의 교정(calibration)
- ④ 검출기의 감도 시험

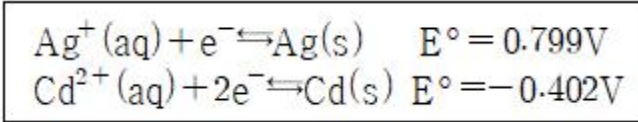
28. $0.1\text{M H}_2\text{SO}_4$ 수용액 10mL 에 0.05M NaOH 수용액 10mL 를 혼합하였을 때 혼합 용액의 pH는? (단, 황산은 100% 이온화된다.)

- ① 0.875 ② 1.125
- ③ 1.25 ④ 1.375

29. 패러데이 상수의 단위(unit)로 옳은 것은?

- ① C/mol ② A/mol
- ③ $\text{C/sec} \cdot \text{mol}$ ④ $\text{A/sec} \cdot \text{mol}$

30. 두 이온의 표준 환원 전위(E°)가 다음과 같을 때 보기 중 가장 강한 산화제는?



- ① $\text{Ag}^+(\text{aq})$ ② $\text{Ag}(\text{s})$
- ③ $\text{Cd}^+(\text{aq})$ ④ $\text{Cd}(\text{s})$

31. EDTA(etylenediaminetetraacetic acid, H_4Y)를 이용한 금속(M^{n+}) 적정 시 조건 형성 상수(conditional formation constant) K_f' 에 대한 설명으로 틀린 것은? (단, K는 형성 상수이고 (EDTA)는 용액중의 EDTA 전체 농도이다.)

- ① EDTA(H_4Y) 화학종 중 (Y^{4-})의 농도 분율을 $\alpha_{\text{Y}^{4-}}$ 로 나타내면, $\alpha_{\text{Y}^{4-}} = [\text{Y}^{4-}]/[\text{EDTA}]$ 이고 $K_f' = \alpha_{\text{Y}^{4-}} \cdot K_f$ 이다.
- ② K_f' 는 특정한 pH에서 형성되는 MY^{n-4} 의 양에 관련되는 지표이다.

- ③ K_f '는 pH가 높을수록 큰 값을 갖는다.
- ④ K_f 를 이용하면 해리된 EDTA의 각각의 이온농도를 계산할 수 있다.

32. 수용액의 예상 어는점을 낮은 것부터 높은 순서로 옳게 나열한 것은?

A : 0.050m CaCl₂
 B : 0.150m NaCl
 C : 0.100m HCl
 D : 0.100m C₁₂H₂₂O₁₁

- ① A < D < C < B ② D < A < C < B
- ③ B < C < A < D ④ B < C < D < A

33. 0.10M KNO₃와 0.10M Na₂SO₄ 혼합용액의 이온 세기(M)는?

- ① 0.40 ② 0.35
- ③ 0.30 ④ 0.25

34. 0.08364M 피리딘 25.00mL를 0.1067M HCl로 적정하는 실험에서 HCl 4.63mL를 했을 때 용액의 pH는? (단 피리딘의 $K_b=1.59 \times 10^{-9}$ 이고, $K_w=1.00 \times 10^{-14}$ 이다.)

- ① 8.29 ② 5.71
- ③ 5.20 ④ 4.75

35. 표준상태에서 산화·환원 반응이 자발적으로 일어날 때의 조건으로 옳은 것은?

- ① $\Delta G^\circ: +, K > 1, E^\circ: -$ ② $\Delta G^\circ: -, K > 1, E^\circ: +$
- ③ $\Delta G^\circ: -, K < 1, E^\circ: +$ ④ $\Delta G^\circ: +, K < 1, E^\circ: -$

36. 다음 중 원자 분광법에서 화학적 간섭의 원인을 모두 선택한 것은?

A : 저휘발성 화합물 생성
 B : 해리 평형 효과
 C : 원자의 미온화
 D : 도플러 효과

- ① A, B, D ② A, B, C
- ③ A, C, D ④ B, C, D

37. NaCl 수용액에 AgCl(s)을 녹여 포화된 수용액에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① Cl⁻ 이온을 공통 이온이라 한다.
- ② NaCl을 더 가하면 AgCl(s)이 생성된다.
- ③ NaBr을 가하면 AgCl(s)이 증가한다.
- ④ 용액에 암모니아(NH₃)를 가하면 AgCl(s)의 용해도가 증가한다.

38. 25°C 0.01M NaCl 용액의 pOH는? (단, 25°C에서 이온 세기가 0.01M인 용액의 활동도 계수는 $\gamma_{H^+}=0.83, \gamma_{OH^-}=0.76$ 이고, $K_w=1.0 \times 10^{-14}$ 이다.)

- ① 7.02 ② 7.00
- ③ 6.98 ④ 6.96

39. 갈바니(혹은 볼타) 전지에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① (+)극에서 환원이 일어난다.
- ② (-)극에서 산화가 일어난다.
- ③ 일회용 건전지는 갈바니 전지의 원리를 이용한 것이다.
- ④ 산화-환원 반응을 통한 전기에너지를 화학에너지로 바꾼다.

40. 0.0100(±0.0001) mol의 NaOH를 녹여 1.000(±0.001) L로 만든 수용액의 pH 오차 범위는? (단, $K_w=1 \times 10^{-14}$ 는 완전수이다.)

- ① ±0.013 ② ±0.024
- ③ ±0.0043 ④ ±0.0048

3과목 : 화학물질 구조분석

41. 유리전극은 다음 중 어떤 이온에 대한 선택성 전극인가?

- ① 염소 음이온 ② 칼슘 양이온
- ③ 구리 양이온 ④ 수소 양이온

42. 질량분석법에서 분자이온 봉우리를 확인하기 가장 쉬운 이온화 방법은?

- ① 전자충격 이온화법 ② 장이온화법
- ③ 장탈착이온화법 ④ 레이저 탈차 이온화법

43. 조절환원전극 전기분해장치에서 일정하게 유지하는 전위는?

- ① 전지 전위 ② 산화전극 전위
- ③ 환원전극 전위 ④ 염다리 접촉전위

44. 자기장부채꼴 분석계에서 자기장의 세기가 0.1T(0.1W/m²), 곡면 반지름이 0.1m, 가속전위가 100V라면 이온 수집관에 도달하는 +1가로 하전 된 물질의 원자량은?

- ① 40.16 ② 44.16
- ③ 48.16 ④ 52.16

45. 용액의 비전기전도도(Specific electric conductivity)에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 용액의 비전기전도도는 이동도에 비례한다.
- ② 용액의 비전기전도도는 농도에 비례한다.
- ③ 용액 중의 이온의 비전기전도도는 하전수에 반비례한다.
- ④ 수용액의 비전기전도도는 0.10M KCl용액을 써서 용기 상수(Cell constant)를 구해 두면, 측정 전도도값으로부터 계산할 수 있다.

46. 열중량분석기(TGA)에서 시료가 산화되는 것을 막기 위해 넣어드는 기체는?

- ① 산소 ② 질소
- ③ 이산화탄소 ④ 수소

47. 고성능 액체 크로마토그래피의 검출기로 사용하지 않은 것은?

- ① 자외선-가시선광도계 ② 전도도 검출기
- ③ 전자포획검출기 ④ 전기화학적 검출기

48. 적외선 흡수 스펙트럼에서 흡수 봉우리의 파수는 화학 결합에 대한 힘상수의 세기와 유효질량에 의존한다. 다음 중 흡수 파수가 가장 큰 신축 진동은?

- ① ≡C-H ② =C-H
- ③ -C-H ④ -C≡C-

49. FT-NMR에서 스캔수(N)가 10일 때 어떤 피크의 신호대잡음비(S/N ratio)를 계산하였다니 40이었다. 스캔수(N)가 40일 때, 같은 피크의 S/N ratio는?
 ① 160 ② 80
 ③ 40 ④ 10

50. 60 MHz NMR에서 스핀-스핀 갈라짐이 12Hz인 짝지음 상수(coupling constant)는 300MHz NMR에서는 ppm단위로 얼마인가?
 ① 0.04 ② 0.12
 ③ 0.2 ④ 12

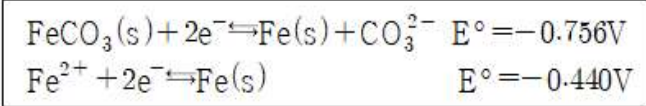
51. 열중량분석기(TGA)의 구성이 아닌 것은?
 ① 단색화장치 ② 온도 감응장치
 ③ 저울 ④ 전기로

52. 표준수소전극(SHE)에 대한 설명으로 틀린 것은?
 ① 표준수소전극의 전위는 0이다.
 ② 표준수소전극의 전위는 용액의 수소이온 활동도에 의존한다.
 ③ 표준수소전극은 산화전극 또는 환원전극으로 작용한다.
 ④ 표준수소전극의 전위는 수소 기체의 압력과는 무관하다.

53. 다음 보기에서 기체 크로마토그래피(GC)이 이동상으로 쓰이는 것을 고르면?

수소(H₂), 헬륨(He), 질소(N₂), 산소(O₂), 아르곤(Ar)

- ① 헬륨(He), 질소(N₂), 산소(O₂), 수소(H₂), 아르곤(Ar)
 ② 헬륨(He), 질소(N₂), 수소(H₂)
 ③ 질소(N₂), 산소(O₂), 수소(H₂)
 ④ 헬륨(He), 질소(N₂), 산소(O₂)
54. 초임계 유체 크로마토그래피에 대한 설명으로 틀린 것은?
 ① 초임계 유체에서는 비휘발성 분자가 잘 용해되는 장점이 있다.
 ② 비교적 높은 온도를 사용하므로 분석물들의 회수가 어렵다.
 ③ 이산화탄소가 초임계 유체로 널리 사용된다.
 ④ 액체 크로마토그래피보다 환경친화적인 분석 방법이다.
55. 시차열분석(DTA)으로 벤조산 시료 측정 시 대기압에서 측정할 때와 200psi에서 측정할 때 봉우리가 일치하지 않은 이유를 가장 잘 설명한 것은?
 ① 모세관법으로 측정하지 않았기 때문이다.
 ② 높은 압력에서 시료가 파괴되었기 때문이다.
 ③ 높은 압력에서 밀도의 차이가 생겼기 때문이다.
 ④ 높은 압력에서 끓는점이 영향을 받았기 때문이다.
56. 액체 크로마토그래피 중 일정한 구멍 크기를 갖는 입자를 정지상으로 이용하는 방법은?
 ① 분배 크로마토그래피 ② 흡착 크로마토그래피
 ③ 이온 크로마토그래피 ④ 크기배제 크로마토그래피
57. 탄산철(FeCO₃)의 용해도 곱을 구하면?



- ① 2×10^{-10} ② 2×10^{-11}
 ③ 2×10^{-12} ④ 2×10^{-13}
58. 질량 분석계를 이용하여 C₂H₄⁺(m=28.0313)과 CH₂N⁺(m=27.9949)이온을 분리 하려면 분리능이 얼마나 되어야 하는가?
 ① 770 ② 1170
 ③ 1970 ④ 2270
59. 적외선 흡수 분광도법에서 사용되는 시료용기로 적당한 것은?
 ① 염화나트륨 ② 실리카
 ③ 유리 ④ 석영
60. 고체표면의 원소 성분을 정량하는데 주로 사용되는 원자 질량분석법은?
 ① 양이온 검출법과 음이온 검출법
 ② 이차이온 질량분석법과 글로우 방전질량분석법
 ③ 레이저 마이크로탐침 질량분석법과 글로우 방전 질량분석법
 ④ 이차이온 질량분석법과 레이저 마이크로탐침 질량분석법

4과목 : 시험법 밸리데이션

61. 전처리과정에서 발생 가능한 오차를 줄이기 위한 시험법 중 시료를 사용하지 않고 기타 모든 조건을 시료 분석법과 같은 방법으로 실험하는 방법은?
 ① 맹시험 ② 공시험
 ③ 조절시험 ④ 회수시험
62. 식품의약품안전처의 밸리데이션 표준수행절차 중 시험장비 밸리데이션 이력에 포함될 항목이 아닌 것은?
 ① 자산번호 ② 장비명(영문)
 ③ 장비코드 변경내역 ④ 밸리데이션 승인 담당자
63. 인증표준물질(CRM)을 이용하여 투과율을 8회 반복 측정된 결과와 T-table을 활용하여, 이 실험의 측정 신뢰도가 95% 일 때 우연불확도로 옳은 것은? (문제 오류로 가답안 발표 시 3번으로 발표되었지만 확정답안 발표시 전항 정답 처리 되었습니다. 여기서는 가답안인 3번을 누르면 정답 처리 됩니다.)

18.32%, 18.33%, 18.33%, 18.35%
18.33%, 18.32%, 18.31%, 18.34%

T-table

degree of freedom	Amount of area in one tail		
	0,1	0,05	0,025
6	1,440	1,943	2,447
7	1,415	1,895	2,365
8	1,397	1,860	2,306
9	1,383	1,833	2,262
10	1,372	1,812	2,228

① $U = 0.00016 \times \frac{\sqrt{7}}{2.306}$

② $U = 0.00016 \times \frac{1.895}{7}$

③ $U = 0.012 \times \frac{2.306}{\sqrt{7}}$

④ $U = 0.012 \times \frac{\sqrt{7}}{2.365}$

64. 검정곡선 작성 방법에 대한 내용 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

A : 표준물 첨가법은 매트릭스를 보정해 줄 수 있으므로 항상 정확한 값을 얻을 수 있다.
B : 표준검량법은 표준물과 매트릭스가 맞지 않을 경우, 시료의 매트릭스를 제거하거나 표준물에 매트릭스를 매칭시켜 작성한다.
C : 표준검량법은 표준물 첨가법에 비하여 시료개수가 많은 경우, 측정시간이 더 오래 걸린다.
D : 내부표준물법은 시료측정 사이에 발생하는 시료양이나 기기감응세기의 변화를 보정할 때 유용하다.

- ① A, B, C ② A, D
③ B, D ④ B, C, D

65. 표준수행절차(SOP)의 운전성능 적격성 평가의 구성 요소가 아닌 것은?

- ① 목적(purpose)
② 적용범위(scope)
③ 의무이행조건(responsibilities)
④ 시험·교정(test and calibration)

66. 방법 검증(method validation)에 포함되는 정밀도가 아닌 것은?

- ① 최종 정밀도 ② 중간 정밀도
③ 기기 정밀도 ④ 실험실간 정밀도

67. 화학분석 결과의 정확한 판정을 위해 필요한 유효숫자와 오차에 대한 설명 중 옳은 것은?

- ① 어떤 값에 대한 유효 숫자의 수는 과학적인 표시법으로 값을 기록하는 데 필요한 최대한의 자릿수이다.
② 곱셈과 나눗셈에서 유효 숫자의 수는 일반적으로 자릿수가 가장 큰 숫자에 의해서 제한된다.
③ 우연(불가측) 오차는 주로 정밀도(재현성)에 영향을 주며, 약간의 우연 오차는 항상 존재한다.
④ 계통(가측) 오차는 주로 정확도에 영향을 미치며, 제거할 수 없는 오차이다.

68. HPLC의 장비 및 소모품에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 시료 주입용 주사기:시험 횟수와 바늘의 마모상태를 고려하여 교체주기를 결정해야한다.
② HPLC 검출기 램프:예상하지 못한 상황에 대비하여 여분의 램프를 준비해 놓아야 한다.
③ HPLC 펌프:펌프 출력에 펄스가 없을 경우 교체한다.
④ HPLC 보호컬럼:주기적 교체를 통해 분석컬럼의 수명을 늘릴 수 있다.

69. 시험장비 밸리데이션 범위에 포함되지 않는 것은?

- ① 설계 적격성 평가 ② 설치 적격성 평가
③ 가격 적격성 평가 ④ 운전 적격성 평가

70. 밸리데이션 항목 중 Linearity시험 결과의 해석으로 틀린 것은? (문제 오류로 가답안 발표시 2번으로 발표되었지만 확정답안 발표시 2, 4번이 정답처리 되었습니다. 여기서는 확정답안인 2번을 누르면 정답 처리 됩니다.)

No.	농도 (mg/mL)	Retention Time(min)	Peak area
1	1.5	4.325	151.2
2	1.1	4.318	109.1
3	1.0	4.323	100.9
4	0.9	4.321	90.2
5	0.5	4.324	50.5

- ① Retention time의 RSD%:0.06%
② y절편:81.5
③ 기울기:100.46
④ 상관계수:0.9995

71. 재현성에 관한 내용이 아닌 것은?

- ① 연구실 내 재현성에서 검도가 필요한 대표적인 변동 요인은 시험일, 시험자, 장치 등이다.
② 연구실 간 재현성은 실험실 간의 공동실험 시 분석법을 표준화 할 필요가 있을 때 평가한다.
③ 연구실 간 재현성이 표현된다면 연구실 내 재현성은 검증할 필요가 없다.
④ 재현성을 검증할 때는 분석법의 전 조작을 6회 반복 측정하여 상대표준편차값이 3% 이내가 되어야 한다.

72. 의약품 제조 및 품질관리에 관한 규정상 시험방법 밸리데이션을 생략할 수 있는 품목으로 틀린 것은?

- ① 대한민국약전에 실려 있는 품목

- ② 식품의약품안전처장이 기준 및 시험방법을 고시한 품목
- ③ 밸리데이션을 실시한 품목과 주성분의 함량은 동일하나 제형만 다른 품목
- ④ 원개발사의 시험방법 밸리데이션 자료, 시험방법 이전을 받았음을 증빙하는 자료 및 제조원의 실험실과의 비교시험 자료가 있는 품목

73. 확인 시험(identification)의 밸리데이션에서 일반적으로 필요한 평가 파라미터는?

- ① 정확성 ② 특이성
- ③ 직선성 ④ 검출한계

74. 이화학 분석에 관련된 설명 중 틀린 것은?

- ① 시험에 필요한 유리기구를 세척, 건조해야 하며, 이 때 이전에 사용한 시약 또는 분석대상물질이 남아 있지 않도록 분석이 완료된 후 철저히 세척해야 한다.
- ② 분석결과와 통계처리는 일반적으로 평균, 표준편차 및 상대표준편차가 많이 이용된다.
- ③ 정확성은 측정값이 참값에 근접한 정도를 말한다.
- ④ 정밀성은 데이터의 입출력과 흐름을 추적하고 조작을 방지하는 시스템을 말한다.

75. 평균값이 4.74이고, 표준편차가 0.11일 때 분산계수(CV)는?

- ① 0.023% ② 2.3%
- ③ 4.3% ④ 43.09%

76. 검량선에서 y절편의 표준편차가 0.1, 기울기가 0.1일 때의 정량한계는?

- ① 10 ② 1
- ③ 0.1 ④ 3.3

77. 편극성의 변화를 기초로 시료를 파괴하지 않고 측정하는 분석 장비는?

- ① 라만 분광기 ② 형광 분광기
- ③ FT-IR 현미경 ④ 근적외선 분광기

78. 정량분석을 위해 분석물질과 다른 화학적으로 안정한 화합물을 미지시료에 첨가하는 것은?

- ① 절대검량선법 ② 표준첨가법
- ③ 내부표준법 ④ 분광간선법

79. 단일-용액 표준물 첨가법(standard addition to a single

solution)에 관한 설명 중 틀린 것은? (단, x축: $[S]_i \frac{V_s}{V_0}$,

y축: $I^0_{S+x} \frac{V}{V_0}$ 인 그래프를 기준으로 한다.)

- ① 표준물을 첨가할 때마다 분석물 신호를 측정한다.
- ② 매트릭스를 변화시키지 않도록 가능한 한 적은 부피의 표준물을 첨가한다.
- ③ 뒤흔을 고려하여검출기 감응을 보정한 후 y축에 도시한다.
- ④ 보정된 감응 대 뒤흔어진 표준물 부피 그래프의 y절편이 미지 분석물의 농도이다.

80. 유효숫자 표기 방법에 의한 계산 결과 값이 유효숫자 2자리

인 것은?

- ① $(7.6-0.34) \div 1.95$ ② $(1.05 \times 10^4) \times (9.92 \times 10^6)$
- ③ $850000 - (9.0 \times 10^5)$ ④ $83.25 \times 10^2 + 1.35 \times 10^2$

5과목 : 환경·안전관리

81. 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 단시간노출기준(STEL)은 15분간의 시간가중평균노출값으로서 근로자가 STEL이하로 유해인자에 노출되기 위해선 1회 노출 지속시간이 15분 미만이어야 하고, 1일 4회 이하로 발생해야하며, 각 노출의 간격은 60분 이하이어야 한다.
- ② 최고노출기준(C)은 근로자가 1일 작업 시간 동안 잠시라도 노출되어서는 아니 되는 기준을 말하며, 노출기준 앞에 C를 붙여 표시 한다.
- ③ 시간가중평균노출기준(TWA)은 1일 8시간 작업을 기준으로 하여 유해 인자의 측정치에 발생 시간을 곱하여 8시간으로 나눈 값을 말한다.
- ④ 특정 유해인자의 노출기준이 규정되지 않았을 경우 ACGIH의 TLVs를 준용한다.

82. 수소와 산소 기체를 반응시켜 수증기를 형성하는 다양한 경로를 통해 측정되는 반응열에 대한 설명으로 틀린 것은? (단, 각 경로의 반응열 측정은 동일한 온도에서 측정하였다고 가정한다.)

- ① 촉매 없이 반응을 천천히 진행시켜 54.6kcal/mol의 반응열을 측정하였다.
- ② 스파크를 가하여 폭발적인 반응을 진행시켜 54.6kcal/mol의 반응열을 측정하였다.
- ③ 아연 가루를 촉매로 가하여 반응을 빠르게 진행시켰으며, 54.6kcal/mol의 반응열을 측정하였다.
- ④ 반응기에 백금선을 추가하여 반응을 대용량으로 진행시켰으며, 109.2kcal/mol의 반응열을 측정하였다.

83. 분진 폭발을 일으키는 금속분말이 아닌 것은?

- ① 마그네슘 ② 백금
- ③ 티타늄 ④ 알루미늄

84. 어떤 방사능 폐기물에서 방사능 정도가 12차 반감기가 지난 후에 비교적 무해하게 될 것이라고 가정한다. 이 기간 후 남아 있는 방사성 물질의 비는?

- ① 0.0144% ② 0.0244%
- ③ 0.0344% ④ 0.0444%

85. 위험물안전관리법 시행령상 제1류 위험물과 가장 유사한 화학적 특성을 갖는 위험물은?

- ① 제2류 위험물 ② 제4류 위험물
- ③ 제5류 위험물 ④ 제6류 위험물

86. 인화성 유기용매의 성질이 아닌 것은?

- ① 인화성 유기용매의 액체 비중은 대부분 물보다 가볍고 소수성이다.
- ② 인화성 유기용매의 증기 비중은 공기보다 작기 때문에 공기보다 높은 위치에서 확산된다.
- ③ 일반적으로 정전기의 방전 불꽃에 인화되기 쉽다.
- ④ 화기 등에 의한 인화, 폭발위험성이 있다.

87. 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준에 따른 경고표지의 색상 및 위치에 대한 설명으로 옳은 것은?
 ① 경고표지전체의 바탕은 흰색으로, 글씨와 테두리는 검정색으로 하여야 한다.
 ② 예방조치 문구를 생략해도 된다.
 ③ 비닐포대 등 바탕색을 흰색으로 하기 어려운 경우에는 그 포장 또는 용기의 표면을 바탕색으로 사용할 수 없다.
 ④ 그림문자는 유해성·위험성을 나타내는 그림과 테두리로 구성하며, 유해성·위험성을 나타내는 그림은 백색으로 한다.
88. 대기 환경 보전법 시행 규칙상 장거리 이동 대기오염 물질이 아닌 것은?
 ① 미세먼지 ② 납 및 그 화합물
 ③ 알코올류 ④ 포름알데히드
89. 황린을 제외한 제3류 위험물 취급 시 유의 사항으로 틀린 것은?
 ① 강산화제, 강산류 등과 접촉에 주의한다.
 ② 대기 중에서 공기와 접촉하여 자연 발화하는 때도 있다.
 ③ 대량의 물을 주수하여 초기 냉각소화한다.
 ④ 보호액 속에 저장할 때는 위험물이 보호액 표면에 노출되지 않도록 주의한다.
90. 화학실험실에서 구비해야 하는 분말 소화기에는 소화분말이 포함되어 있다. 다음 중 소화분말의 화학 반응으로 틀린 것은?
 ① $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 ② $2\text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 ③ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{HPO}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$
 ④ $2\text{KHCO}_3 + (\text{NH}_2)_2\text{CO} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3 + 2\text{CO}_2$
91. CO₂ 소화기의 사용시 주의 사항으로 옳은 것은?
 ① 모든 화재에 소화효과를 기대할 수 있음
 ② 모든 소화기 중 가장 소화효율이 좋음
 ③ 잘못 사용할 경우 동상 위험이 있음
 ④ 반영구적으로 사용할 수 있음
92. 물질안전보건자료(GHS/MSDS)의 표시사항에서 폭발성 물질(등급 1.2)의 구분기준으로 옳은 것은?
 ① 대폭발의 위험성이 있는 물질, 혼합물과 제품
 ② 대폭발의 위험성은 없으나 발사 위험성(projection hazard) 또는 약한 발사 위험성(projection hazard)이 있는 물질, 혼합물과 제품
 ③ 대폭발의 위험성은 없으나 화재 위험성이 있고 약한 폭풍 위험성(blast hazard) 또는 약한 발사 위험성(projection hazard)이 있는 물질, 혼합물과 제품
 ④ 심각한 위험성은 없으나 발화 또는 기폭에 의해 약간의 위험성이 있는 물질, 혼합물과 제품
93. 반응성이 매우 큰 물질로서 항상 불활성 기체 속에서 취급해야 하는 물질은?
 ① 트리에틸알루미늄 ② 하이드록실아민
 ③ 과염소산 ④ 플루오린화수소
94. 산화·환원 반응과 관련된 설명으로 틀린 것은?

- ① 산화제는 산화·환원 반응에서 자신은 환원되면서 상대 물질을 산화시키는 물질이다.
 ② 환원제는 산화·환원 반응에서 산화수가 증가한다.
 ③ 이산화황은 환원제이지만 더 환원력이 강한 황화수소 등과 반응할 때에는 산화제로 사용된다.
 ④ 같은 주기에서 알칼리토금속보다 알칼리금속이 더 환원되기 쉽다.
95. 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준에서 물질안전보건자료 작성 시 혼합물의 유해성·위험성을 결정하는 방법으로 틀린 것은? (단, ATE는 급성독성추정값, C는 농도를 의미한다.)
 ① 혼합물 전체로서 시험된 자료가 있는 경우에는 그 시험 결과에 따라 단일물질의 분류기준을 적용한다.
 ② 혼합물 전체로서 시험된 자료는 없지만, 유사 혼합물의 분류자료 등을 통하여 혼합물 전체로서 판단할 수 있는 근거자료가 있는 경우에는 희석값을 대푯값으로 하여 적용·분류한다.
 ③ 혼합물 전체로서 유해성을 평가할 자료는 없지만, 구성 성분의 유해성 평가자료가 있는 경우의 급성독성 추정값 공식은 개별 성분의 농도/급성독성추정값의 조화평균이다.
 ④ 혼합물 전체로서 유해성을 평가할 자료는 없지만, 구성 성분의 90% 미만 성분의 유해성 평가자료가 있거나 추정 가능할 경우의 급성독성 추적 값 공식은

$$\frac{100 - C_{\text{unknown}}}{ATE_{\text{mix}}} = \sum_n \frac{C_i}{ATE_i} \text{ 이다.}$$

96. 폐기물관리법시행령상 지정폐기물에 해당되지 않는 것은?
 ① 고체상태의 폐합성 수지
 ② 농약의 제조·판매업소에서 발생하는 폐농약
 ③ 대기오염 방지시설에서 포집된 분진
 ④ 폐유기용제
97. 아래의 가스로 인한 상해로 가장 알맞은 것은?

염소, 염화수소, 일산화탄소, 마황산가스, 암모니아, 포스겐

- ① 부식 ② 폭발
 ③ 저온화상 ④ 가스중독
98. 물과 접촉하면 위험한 물질로 짝지어진 것은?
 ① K, CaC₂, CKIO₄ ② K₂O, K₂Cr₂O₇, CH₃CHO
 ③ K₂O₂, K, CaC₂ ④ Na, KMnO₄, NaClO₄
99. 인화성 액체와 함께 보관이 불가능한 물질은?
 ① 염기류 ② 산화제류
 ③ 환원제류 ④ 모든 수용액
100. 다음 설명에 해당하는 시료 채취방법은?

전문적인 지식을 바탕으로 주관적인 선택에 따른 채취방법으로 선행연구나 정보가 있을 때 또는 현장 방문에 의한 시각적 정보, 현장 채수요원의 개인적인 지식과 경험을 바탕으로 채취지점을 선정하는 방법

- ① 유의적 샘플링 ② 임의적 샘플링
- ③ 계통 표본 샘플링 ④ 층별 임의 샘플링

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
①	②	①	③	②	②	①	④	①	②
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
④	④	③	④	①	②	④	①	②	③
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
③	①	②	④	①	③	①	②	①	①
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
④	③	①	②	②	②	③	①	④	③
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
④	③	③	③	③	②	③	①	②	①
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
①	④	②	②	④	④	②	①	①	④
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
②	④	③	③	④	①	③	③	③	②
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
④	③	②	④	②	①	①	③	④	①
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
①	④	②	②	④	②	①	③	③	③
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
③	②	①	④	②	①	④	③	②	①