

1과목 : 대기오염 개론

1. 따뜻한 공기가 찬 지표면이나 수면 위를 붙어갈 때 따뜻한 공기의 하층이 찬 지표면 수면에 의해 냉각되어 발생하는 역전의 형태는?

- ① 접지역전                      ② 침강역전
- ③ 전선역전                      ④ 해풍역전

2. 유효고 50m인 굴뚝에서 NO가 200g/sec의 속도로 배출되고 있다. 굴뚝 유효고에서의 풍속은 10m/sec일 때, 500m 풍하 방향 중심선상 지표면에서의 NO 농도는? (단,  $\sigma_y=30m$ ,  $\sigma_z=15m$ )

- ① 약  $3\mu g/m^3$                       ② 약  $5\mu g/m^3$
- ③ 약  $27\mu g/m^3$                       ④ 약  $55\mu g/m^3$

3. 대기의 안정도와 관련된 리차드슨수(Ri)를 나타낸 식으로 옳은 것은?(단, g: 그 지역의 중력가속도,  $\theta$ : 잠재온도, u: 풍속, z: 고도)

- ①  $Ri = \frac{(g/\theta)(d\theta/dz)}{(du/dz)^2}$                       ②  $Ri = \frac{(g/\theta)(du/dz)^2}{(d\theta/dz)}$
- ③  $Ri = \frac{(\theta/g)(du/dz)^2}{(d\theta/dz)}$                       ④  $Ri = \frac{(\theta/g)(d\theta/dz)}{(du/dz)^2}$

4. 광화학반응의 주요 생성물 중 PAN(Peroxyacetyl nitrate)의 화학식을 옳게 나타낸 것은?

- ①  $CH_3CO_2N_4O_2$                       ②  $CH_3C(O)O_2NO_2$
- ③  $C_5H_{11}C(O)O_2N_4O_2$                       ④  $C_5H_{11}CO_2NO_2$

5. 산성비에 대한 다음 설명 중 ( )안에 가장 적당한 말은?

산성비는 통상 pH ( ⊖ )이하의 강우를 말하며, 이는 자연 상태의 대기 중에 존재하는 ( ⊕ )가 강우에 흡수되었을 때 나타나는 pH를 기준으로 한 것이다.

- ① ⊕ 7, ⊖  $CO_2$                       ② ⊕ 7, ⊖  $NO_2$
- ③ ⊕ 5.6, ⊖  $CO_2$                       ④ ⊕ 5, ⊖  $NO_2$

6. 다음 가스 중 혈액 내의 헤모글로빈(Hb)과 가장 결합력이 강한 물질은?

- ① CO                                      ②  $O_2$
- ③ NO                                      ④  $CS_2$

7. 최대혼합고(MMD)에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 통상적으로 밤에 가장 낮으며, 낮시간 동안 증가한다.
- ② 야간 극심한 역전 하에서는 0 이 될 수도 있다.
- ③ 낮시간 동안에는 통상 20~30m의 값을 나타낸다.
- ④ 실제 MMD는 지표 위 수 km 까지 실제공기의 온도증단도를 작성함으로써 결정된다.

8. 로스앤젤레스 스모그 사건에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 대기는 침강성 역전 상태였다.
- ② 주 오염성분은  $NO_x$ ,  $O_3$ , PAN, 탄화수소 이다.
- ③ 광화학적 및 열적 산화반응을 통해서 스모그가 형성되었다.
- ④ 주 오염 발생원은 가정 난방용 석탄과 화력발전소의 매연 이다.

9. 1~2 $\mu m$  이하의 미세입자는 세정(Rain out)효과가 작는데 그 이유로 가장 적합한 것은?

- ① 응축효과가 크기 때문에
- ② 휘산효과가 크기 때문에
- ③ 부정형의 입자가 많기 때문에
- ④ 브라운 운동을 하기 때문에

10. 벤젠에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 체내에 흡수된 벤젠은 지방이 풍부한 피하조직과 골수에서 고농도로 축적되어 오래 잔존할 수 있다.
- ② 체내에서 마뇨산(Hippuric acid)으로 대사하여 소변으로 배설된다.
- ③ 비점은 약 80 $^{\circ}C$  정도이고, 체내 흡수는 대부분 호흡기를 통하여 이루어진다.
- ④ 벤젠 폭로에 의해 발생하는 백혈병은 주로 급성 골수아성 백혈병(Acute myeloblastic leukemia)이다.

11. 다환 방향족 탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH)에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 대부분 PAH는 물에 잘 용해되며, 산성비의 주요원인물질로 작용한다.
- ② 대부분 공기역학적 직경이 2.5 $\mu m$  미만인 입자상 물질이다.
- ③ 석탄, 기름, 가스, 쓰레기, 각종 유기물질의 불완전 연소가 일어나는 동안에 형성된 화학물질 그룹이다.
- ④ 고리 형태를 갖고 있는 방향족 탄화수소로서 미량으로도 암 및 돌연변이를 일으킬 수 있다.

12. A도시의 먼지 농도를 측정하기 위하여 공기를 여과지를 통하여 0.4m/s의 속도로 3시간 동안 여과시킨 결과 깨끗한 여과지에 비해 사용된 여과지의 빛 전달율이 80%이었다. 이 때 1000m당의 Coh는 약 얼마인가?

- ① 1.25                                      ② 1.50
- ③ 2.25                                      ④ 4.32

13. 등압면이 직선이 아닌 곡선일 때에 부는 바람인 경도풍은 3가지 힘이 평형을 이루고 있을 때 나타난다. 이 3가지 힘으로 가장 적합한 것은?

- ① 마찰력, 전향력, 원심력
- ② 기압경도력, 전향력, 원심력
- ③ 기압경도력, 마찰력, 원심력
- ④ 기압경도력, 전향력, 마찰력

14. 굴뚝높이 50m, 배출 연기온도 200 $^{\circ}C$ , 배출 연기속도 30m/s, 굴뚝직경이 2m인 화력발전소가 있다. 지금 주변 대기온도가 20 $^{\circ}C$ 이고, 굴뚝 배출구에서 대기 풍속이 10m/s이며, 대기압은 1000mb인 조건에서 다음 Holland식을 이용한 연기의 유효굴뚝높이는?

$$\Delta H = \frac{Vsd}{U} \left[ 1.5 + 2.68 \times 10^{-3} Pa \left( \frac{T_s - T_a}{T_s} \right) d \right]$$

- ① 약 71m                                      ② 약 85m
- ③ 약 93m                                      ④ 약 21m

15. 상자모형을 전개하기 위하여 설정된 가정으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 오염물은 지면의 한 지점에서 일정하게 배출된다.
- ② 고려된 공간에서 오염물의 농도는 균일하다.

- ③ 오염물의 분해는 일차반응에 의한다.
  - ④ 고려되는 공간의 수직단면에 직각방향으로 부는 바람의 속도가 일정하여 환기량이 일정하다.
16. 대기오염물질별로 지표식물을 짝지은 것으로 가장 거리가 먼 것은?
- ① HF - 알팔파                      ② SO<sub>2</sub> - 담배
  - ③ O<sub>3</sub> - 시금치                      ④ NH<sub>3</sub> - 해바라기
17. 태양복사의 산란에 관한 다음 설명 중 가장 거리가 먼 것은?
- ① 레일리산란의 경우 그 세기는 파장의 2승에 반비례한다.
  - ② 산란의 세기는 입사되는 빛의 파장( $\lambda$ )에 대한 입자크기(반경)의 비에 의해 결정된다.
  - ③ 입자의 크기가 입사되는 빛의 파장에 비해 아주 작게 되면 레일리산란이 발생한다.
  - ④ 맑은 날 하늘이 푸르게 보이는 이유는 레일리산란 특성에 의해 파장이 짧은 청색광이 긴 적색광보다 더욱 강하게 산란되기 때문이다.
18. 질소산화물에 관한 설명으로 거리가 먼 것은?
- ① 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 성층권의 오존을 분해하는 물질로 알려져 있다.
  - ② 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 대류권에서 태양에너지에 대하여 매우 안정하다.
  - ③ 전세계의 질소화합물 배출량 중 인위적인 배출량은 자연적 배출량의 약 70% 정도 차지하고 있으며, 그 비율은 점차 증가하는 추세이다.
  - ④ 연료 NO<sub>x</sub>는 연료 중 질소화합물 연소에 의해 발생되고, 연료 중 질소화합물은 일반적으로 석탄에 많고 중유, 경유 순으로 적어진다.
19. 다음 중 세류현상(down wash)이 발생하지 않는 조건으로 가장 적절한 것은?
- ① 굴뚝높이에서의 풍속이 오염물질 토출속도의 1.5배 이상일 때
  - ② 굴뚝높이에서의 풍속이 오염물질 토출속도의 2.0배 이상일 때
  - ③ 오염물질의 토출속도가 굴뚝높이 풍속의 1.5배 이상일 때
  - ④ 오염물질의 토출속도가 굴뚝높이 풍속의 2.0배 이상일 때
20. 대기오염물질과 그 발생원의 연결로 가장 거리가 먼 것은?
- ① 페놀 - 타르공업, 도장공업
  - ② 암모니아 - 소다공업, 인쇄공장, 농약제조
  - ③ 시안화수소 - 청산제조업, 가스공업, 제철공업
  - ④ 아황산가스 - 용광로, 제련소, 석탄화력발전소

**2과목 : 연소공학**

21. 액화석유가스(LPG)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 황분이 적고 유독성분이 거의 없다.
  - ② 사용에 편리한 기체연료의 특징과 수송 및 저장에 편리한 액체연료의 특징을 겸비하고 있다.
  - ③ 천연가스에서 회수되기도 하지만 대부분은 석유정제 시 부산물로 얻어진다.

- ④ 비중이 공기보다 가벼워 누출될 경우 인화 폭발 위험성이 크다.
22. COM(Coal oil mixture), 즉 혼탄유 연소 특징으로 옳지 않은 것은?
- ① COM은 주로 석탄과 중유의 혼합연료이다.
  - ② 배출가스 중의 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, 분진농도는 미분탄연소와 중유연소 각각인 경우 농도가중 평균 정도가 된다.
  - ③ 화염길이와 중유연소인 경우에 가까운 것에 대하여 화염안정성은 미분탄연소인 경우에 가깝다.
  - ④ 중유보다 미립화 특성이 양호하다.
23. 중유조성이 탄소 87%, 수소 11%, 황 2% 이었다면 이 중유연소에 필요한 이론 습연소 가스량(Sm<sup>3</sup>/kg)은?
- ① 9.63                                      ② 11.35
  - ③ 12.96                                      ④ 13.62
24. 프로판(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) 1Sm<sup>3</sup>을 완전연소시켰을 때 건조연소가스 중의 CO<sub>2</sub> 농도는 11%이었다. 공기비는 약 얼마인가?
- ① 1.05                                      ② 1.15
  - ③ 1.23                                      ④ 1.39
25. 액체연료인 석유의 물성치에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 석유류의 증기압이 큰 것은 착화점이 낮아서 위험하다.
  - ② 석유류의 인화점은 휘발유 -50℃~0℃, 등유 30℃~70℃, 중유 90℃~120℃ 정도이다.
  - ③ 석유의 비중이 커지면 탄화수소비(C/H)가 증가하고, 발열량이 감소한다.
  - ④ 석유의 동점도가 감소하면 끓는점이 높아지고 유동성이 좋아지며 이로 인하여 인화점이 높아진다.
26. 기체연료의 연소방식과 연소장치에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 확산연소는 주로 탄화수소가 적은 발생로가스, 고로가스 등에 적용되는 연소방식이다.
  - ② 예혼합연소는 화염온도가 낮아 국부가열의 염려가 없고 연소부하가 작은 경우 사용이 가능하며, 화염의 길이가 길다.
  - ③ 저압버너는 역화방지를 위해 1차 공기량을 이론공기량의 약 60% 정도만 흡입하고 2차 공기는 로내의 압력을 부압으로 하여 공기를 흡인한다.
  - ④ 예혼합연소에 사용되는 버너에는 저압버너, 고압버너, 송풍버너 등이 있다.
27. A석탄을 사용하여 가열로의 배출가스를 분석한 결과 CO<sub>2</sub> 14.5%, O<sub>2</sub> 6%, N<sub>2</sub> 79%, CO 0.5%이었다. 이 경우의 공기비는?
- ① 1.18                                      ② 1.38
  - ③ 1.58                                      ④ 1.78
28. C 85%, H 15%의 액체연료를 100kg/h로 연소하는 경우, 연소 배출가스의 분석결과가 CO<sub>2</sub> 12%, O<sub>2</sub> 4%, N<sub>2</sub> 84%이었다면 실제연소용 공기량은? (단, 표준상태 기준)
- ① 약 1160 Sm<sup>3</sup>/h                      ② 약 1410 Sm<sup>3</sup>/h
  - ③ 약 1620 Sm<sup>3</sup>/h                      ④ 약 1730 Sm<sup>3</sup>/h
29. A기체연료 2Sm<sup>3</sup>을 분석한 결과 C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 1.7Sm<sup>3</sup>, CO 0.15Sm<sup>3</sup>, H<sub>2</sub> 0.14Sm<sup>3</sup>, O<sub>2</sub> 0.01Sm<sup>3</sup>였다면 이 연료를 완전

- 연소 시켰을 때 생성되는 이론습연소가스량(Sm<sup>3</sup>)은?  
 ① 약 41 Sm<sup>3</sup>                      ② 약 45 Sm<sup>3</sup>  
 ③ 약 52 Sm<sup>3</sup>                      ④ 약 57 Sm<sup>3</sup>
30. 기체연료 중 연소하여 수분을 생성하는 H<sub>2</sub>와 C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> 연소반응의 발열량 산출식에서 아래의 480 이 의미하는 것은?  

$$H_1 = H_h - 480(H_2 + \Delta y/2 CxHy) \text{ (kcal/Sm}^3\text{)}$$
 ① H<sub>2</sub>O 1kg의 증발잠열                      ② H<sub>2</sub> 1kg의 증발잠열  
 ③ H<sub>2</sub>O 1Sm<sup>3</sup>의 증발잠열                      ④ H<sub>2</sub> 1Sm<sup>3</sup>의 증발잠열
31. 다음 중 디젤노킹(diesel knocking) 방지법으로 가장 거리가 먼 것은?  
 ① 착화지연 기간 및 급격연소 시간의 분사량을 감소시킨다.  
 ② 급기온도를 높인다.  
 ③ 기관의 압축비를 크게 하여 압축압력을 높게한다.  
 ④ 회전속도를 높인다.
32. 다음 중 연료의 연소과정에서 공기비가 낮을 경우 예상되는 문제점으로 가장 적합한 것은?  
 ① 배출가스에 의한 열손실이 증가한다.  
 ② 배출가스 중 CO와 매연이 증가한다.  
 ③ 배출가스 중 SOx와 NOx의 발생량이 증가한다.  
 ④ 배출가스의 온도저하로 저온부식이 가속화된다.
33. 기체연료의 이론공기량(Sm<sup>3</sup>/Sm<sup>3</sup>)을 구하는 식으로 옳은 것은? (단, H<sub>2</sub>, CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, O<sub>2</sub>는 연료 중의 수소, 일산화탄소, 탄화수소, 산소의 체적비를 의미한다.)  
 ①  $0.21\{0.5H_2+0.5CO+(x+y/4)CxHy-O_2\}$   
 ②  $0.21\{0.5H_2+0.5CO+(x+y/4)CxHy+O_2\}$   
 ③  $1/0.21\{0.5H_2+0.5CO+(x+y/4)CxHy-O_2\}$   
 ④  $1/0.21\{0.5H_2+0.5CO+(x+y/4)CxHy+O_2\}$
34. 1.5%(무게기준) 황분을 함유한 석탄 1143kg을 이론적으로 완전연소시킬 때 SO<sub>2</sub> 발생량은? (단, 표준상태 기준이며, 황분은 전량 SO<sub>2</sub>로 전환된다.)  
 ① 12 Sm<sup>3</sup>                      ② 18 Sm<sup>3</sup>  
 ③ 21 Sm<sup>3</sup>                      ④ 24 Sm<sup>3</sup>
35. 폐가스 소각과 관련한 다음 설명 중 가장 거리가 먼 것은?  
 ① 직접화염 재연소기의 설계 시 반응시간은 1~3초 정도로 하고, 이 방법은 다른 방법에 비해 NOx 발생이 적다.  
 ② 직접화염 소각은 가연성 폐가스의 배출량이 많은 경우에 유용하다.  
 ③ 촉매산화법은 고온연소법에 비해 반응온도가 낮은 편이다.  
 ④ 촉매산화법은 저농도의 가연물질과 공기를 함유하는 기체 폐기물에 대하여 적용되며 백금 및 팔라듐 등이 촉매로 쓰인다.
36. 그을음 발생에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?  
 ① 분해나 산화하기 쉬운 탄화수소는 그을음 발생이 적다.  
 ② C/H비가 큰 연료일수록 그을음이 잘 발생된다.  
 ③ 탈수소보다 -C-C-의 탄소결합을 절단하는 것이 용이한 연료일수록 잘 발생된다.

- ④ 발생빈도의 순서는'천연가스 < LPG < 제조가스 < 석탄가스 < 코크스'이다.
37. 연소 시 매연 발생량이 가장 적은 탄화수소는?  
 ① 나프텐계                      ② 올레핀계  
 ③ 방향족계                      ④ 파라핀계
38. C=78(중량%), H=18(중량%), S=4(중량%)인 중유의 (CO<sub>2</sub>)max은 약 몇 %인가? (단, 표준상태, 건조가스 기준)  
 ① 20.6                      ② 17.6  
 ③ 14.8                      ④ 13.4
39. C=82%, H=15%, S=3%의 조성을 가진 액체연료를 2kg/min으로 연소시켜 배기가스를 분석하였다니 CO<sub>2</sub>=12.0%, O<sub>2</sub>=5%, N<sub>2</sub>=83%라는 결과를 얻었다. 이 때 필요한 연소용 공기량(Sm<sup>3</sup>/hr)은?  
 ① 약 1100                      ② 약 1300  
 ③ 약 1600                      ④ 약 1800
40. 다음 중 폭굉유도거리가 짧아지는 요건으로 거리가 먼 것은?  
 ① 정상의 연소속도가 작은 단일가스인 경우  
 ② 관속에 방해물이 있거나 관내경이 작을수록  
 ③ 압력이 높을수록  
 ④ 점화원의 에너지가 강할수록

**3과목 : 대기오염 방지기술**

41. Bag filter에서 먼지부하가 360g/m<sup>2</sup>일 때마다 부착먼지를 간헐적으로 탈락시키고자 한다. 유입가스 중의 먼지농도가 10g/m<sup>3</sup>이고, 걸보기 여과속도가 1cm/sec일 때 부착먼지의 탈락시간 간격은? (단, 집진율은 80%이다.)  
 ① 약 0.4 hr                      ② 약 1.3 hr  
 ③ 약 2.4 hr                      ④ 약 3.6 hr
42. 목(throat) 부분의 지름이 30cm인 Venturi Scrubber를 사용하여 360m<sup>3</sup>/min의 함진가스를 처리할 때, 320L/min의 세정수를 공급할 경우 이 부분의 압력손실(mmH<sub>2</sub>O)은? (단, 가스밀도는 1.2kg/m<sup>3</sup>이고, 압력손실계수는 [0.5+액가스비] 이다.)  
 ① 약 545                      ② 약 575  
 ③ 약 615                      ④ 약 665
43. 선택적 촉매환원(SCR)법과 선택적 비촉매환원(SNCR)법이 주로 제거하는 오염물질은?  
 ① 휘발성유기화합물                      ② 질소산화물  
 ③ 황산화물                      ④ 악취물질
44. 휘발유 자동차의 배출가스를 감소하기 위해 적용되는 삼원 촉매 장치의 촉매물질 중 환원촉매로 사용되고 있는 물질은?  
 ① Pt                      ② Ni  
 ③ Rh                      ④ Pd
45. 액축 저항이 클 경우에 이용하기 유리한 가스분산형 흡수장치는?  
 ① 충전탑                      ② 다공판탑  
 ③ 분무탑                      ④ 하이드로필터

46. 흡수에 의한 가스상 물질의 처리장치로 거리가 먼 것은?

- ① 충전탑                      ② 분무탑
- ③ 다공판탑                  ④ 활성 알루미나탑

47. 굴뚝(연돌)에서 피토우관을 사용하여 배출가스의 유속을 구하고자 측정한 결과가 아래 [보기]와 같을 때, 이 굴뚝에서의 배출가스 유속은?

C : 피토우관 계수이며 값은 1  
 g : 중력가속도이며 값은  $9.8m/s^2$   
 h : 동압으로 측정값은  $5.0 mmH_2O$   
 γ: 배출가스 밀도이며 측정값은  $1.5 kg/m^3$

- ① 약 5m /s                    ② 약 6m /s
- ③ 약 7m /s                    ④ 약 8m /s

48. 여과집진장치의 특성으로 옳지 않은 것은?

- ① 다양한 여과재의 사용으로 인하여 설계 시 융통성이 있다.
- ② 여과재의 교환으로 유지비가 고가이다.
- ③ 수분이나 여과속도에 대한 적응성이 높다.
- ④ 폭발성, 점착성 및 흡습성 먼지의 제거가 곤란하다.

49. 활성탄에 SO<sub>2</sub>를 흡착시키면 황산이 생성된다. 이를 탈착시키는 방법 중 활성탄 소모나 약산이 생성되는 단점을 극복하기 위해 H<sub>2</sub>S 또는 CS<sub>2</sub>를 반응시켜 단체의 S를 생성시키는 방법은?

- ① 세척법                      ② 산화법
- ③ 환원법                      ④ 촉매법

50. 흡수탑의 충전물에 요구되는 사항으로 거리가 먼 것은?

- ① 단위 부피내의 표면적이 클 것
- ② 간격의 단면적이 클 것
- ③ 단위 부피의 무게가 가벼울 것
- ④ 가스 및 액체에 대하여 내식성이 없을 것

51. 충전탑(Packed Tower)과 단탑(Plate tower)을 비교 설명한 것으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 포말성 흡수액일 경우 충전탑이 유리하다.
- ② 흡수액에 부유물이 포함되어 있을 경우 단탑을 사용하는 것이 더 효율적이다.
- ③ 온도 변화에 따른 팽창과 수축이 우려될 경우에는 충전제 손상이 예상되므로 단탑이 유리하다.
- ④ 운전 시 용매에 의해 발생하는 용해열을 제거해야 할 경우 냉각오일을 설치하기 쉬운 충전탑이 유리하다.

52. 냄새물질의 화학구조에 대한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 골격이 되는 탄소수는 저분자일수록 관능기 특유의 냄새가 강하고 자극적이나 8~13에서 가장 냄새가 강하다.
- ② 불포화도(2중결합 및 3중결합의 수)가 높으면 냄새가 보다 강하게 난다.
- ③ 락톤 및 케톤화합물은 환상이 크게 되면 냄새가 강해진다.
- ④ 분자 내 수산기의 수가 증가할수록 냄새가 강하다.

53. 직경이 500mm인 관에 60m<sup>3</sup>/min의 공기가 통과한다면 공

기의 이동속도는?

- ① 5.1 m/sec                  ② 5.7 m/sec
- ③ 6.2 m/sec                  ④ 6.9 m/sec

54. 질산공장의 배출가스 중 NO<sub>2</sub> 농도가 80ppm, 처리가스량이 1000 Sm<sup>3</sup> 이었다. CO에 의한 비선택적 접촉환원법으로 NO<sub>2</sub>를 처리하여 NO와 CO<sub>2</sub>로 만들고자 할 때, 필요한 CO의 양은?

- ① 0.04 Sm<sup>3</sup>                  ② 0.08 Sm<sup>3</sup>
- ③ 0.16 Sm<sup>3</sup>                  ④ 0.32 Sm<sup>3</sup>

55. 관성력 집진장치에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 압력손실은 30~70mmH<sub>2</sub>O 정도이고, 굴뚝 또는 배관에 적용될 때가 있다.
- ② 곡관형, louver형, pocket형, multibaffle형 등은 반전식에 해당한다.
- ③ 함진가스의 방향 전환각도가 크고, 방향 전환횟수가 적을수록 압력손실은 커지나 집진율이 높아진다.
- ④ 반전식의 경우 방향전환을 하는 가스의 곡률반경이 작을수록 미세한 먼지를 분리포집할 수 있다.

56. 불화수소농도가 250ppm인 굴뚝 배출가스량 1000Sm<sup>3</sup>/h를 10m<sup>3</sup>의 물로 10시간 순환 세정할 경우, 순환수의 pH는? (단, 불화수소는 60%가 전리하고, 불소의 원자량은 19)

- ① 2.18                          ② 2.48
- ③ 2.72                          ④ 2.94

57. 먼지의 발생원을 자연적 및 인위적으로 구분할 때, 그 발생원이 다른 것은?

- ① 질소산화물과 탄화수소의 반응에 의해 0.2μm이하의 입자가 발생한다.
- ② 화산의 폭발에 의해서 분진과 SO<sub>2</sub>가 발생한다.
- ③ 사막지역과 같이 지면의 먼지가 바람에 날릴 경우 통상 0.3μm 이상의 입자상 물질이 발생한다.
- ④ 자연적으로 발생한 O<sub>3</sub>과 자연대기 중 탄화수소(HC) 간의 광화학적 기체반응에 의해 0.2μm 이하의 입자가 발생한다.

58. 송풍기를 원심력형과 축류형으로 분류할 때 다음 중 축류형에 해당하는 것은?

- ① 프로펠러형                  ② 방사경사형
- ③ 비행기날개형                ④ 전향날개형

59. VOCs의 종류 중 지방족 및 방향족 HC를 처리하기 위해 적용하는 제어기술로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 흡수                          ② 생물막
- ③ 촉매소각                      ④ UV 산화

60. 여과집진장치의 탈진방식 중 간헐식에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 연속식에 비하여 먼지의 재비산이 적고, 높은 집진율을 얻을 수 있다.
- ② 대량의 가스의 처리에 적합하며, 점성있는 조대먼지의 탈진에 효과적이다.
- ③ 간헐식 중 진동형은 여포의 음파진동, 횡진동, 상하진동에 의해 포집된 먼지층을 털어내는 방식이다.
- ④ 집진실을 여러 개의 방으로 구분하고 방 하나씩 처리가스의 흐름을 차단하여 순차적으로 탈진하는 방식이며,

여포의 수명은 연속식에 비해 길다.

4과목 : 대기오염 공정시험기준(방법)

- 61. 이온크로마토그래프법(Ion Chromatography)에 사용되는 장치에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?
  - ① 용리액은 이온성분이 용출되지 않는 재질로서 용리액이 공기와 원활한 접촉이 가능한 개방형을 선택한다.
  - ② 송액펌프는 맥동이 적은 것을 선택한다.
  - ③ 시료주입장치는 일정량의 시료를 밸브조작에 의해 분리관으로 주입하는 루프주입방식이 일반적이다.
  - ④ 검출기는 분리관 용리액 중의 시료성분의 유무와 양을 검출하는 부분으로 일반적으로 전도도 검출기를 많이 사용한다.
- 62. 특정 발생원에서 일정한 굴뚝을 거치지 않고 외부로 비산 배출되는 먼지를 고용량공기시료채취법으로 측정하는 방법에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?
  - ① 시료채취장소는 원칙적으로 측정하려고 하는 발생원의 부지경계선상에 선정 하며 풍향을 고려하여 그 발생원의 비산먼지 농도가 가장 높을 것으로 예상되는 지점 3개소 이상을 선정한다.
  - ② 시료채취장소 별도로 발생원의 위(Upstream)인 바람의 방향을 따라 대상 발생원의 영향이 없을 것으로 추측되는 곳에 대조위치를 선정한다.
  - ③ 그 지역을 대표할 수 있는 지점에 풍향풍속계를 설치하여 전 채취시간 동안의 풍향풍속을 기록하고, 연속기록장치가 없을 경우에는 적어도 30분 간격으로 여러지점에서 3회 이상 풍향풍속을 측정하여 기록한다.
  - ④ 풍속이 0.5m/s 미만 또는 10m/s 이상되는 시간이 전 채취시간의 50% 미만일 때 풍속에 대한 보정계수는 1.0이다.
- 63. 폐기물 소각로에서 배출되는 다이옥신류의 최종배출구에서 시료채취 시 흡입가스량으로 가장 적합한 것은? (단, 기타사항은 고려하지 않는다.)
  - ① 4시간 평균 3Nm<sup>3</sup> 이상      ② 2시간 평균 1Nm<sup>3</sup> 이상
  - ③ 2시간 평균 0.5Nm<sup>3</sup> 이상      ④ 4시간 평균 2Nm<sup>3</sup> 이상
- 64. 굴뚝 배출가스 내의 시안화수소 분석방법 중 질산은 적정법에서 분석용 시료용액에 수산화소듐용액(질량분율 2%) 또는 아세트산(부피분율 10%)을 첨가하여 pH미터를 써서 pH를 조절한 후 적정하여야 하는데 이 때 조절하고자 하는 pH 값은?(관련 규정 개정전 문제로 여기서는 기존 정답인 4번을 누르면 정답 처리됩니다. 자세한 내용은 해설을 참고하세요.)
  - ① 5~6                                      ② 7
  - ③ 8~10                                    ④ 11~12
- 65. 기체크로마토그래피법에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?
  - ① 분리관오븐의 온도조절 정밀도는 ±0.5℃의 범위 이내 전원 전압변동 10%에 대하여 온도변화 ±0.5℃ 범위 이내(오븐의 온도가 150℃ 부근일 때)이어야 한다.
  - ② 보유시간을 측정할 때는 2회 측정하여 그 평균치를 구하며 일반적으로 5~30분 정도에서 측정하는 피이크의 보유시간은 반복시험을 할 때 ±5% 오차범위 이내이어야 한다.
  - ③ 분리관유로는 시료도입부, 분리관, 검출기기배관으로 구성된다.
  - ④ 가스 시료도입부는 가스계량관(통상 0.5mL~5mK)과 유

로변환기구로 구성된다.

- 66. 원형굴뚝의 반경이 0.85m일 때 측정점 수는 몇 개인가?
  - ① 4    ② 8
  - ③ 12    ④ 20
- 67. 굴뚝 배출가스 중 일산화탄소를 정전위전해법으로 분석하고자 할 때 주요 성능기준에 관한 설명으로 옳지 않은 것은? (관련 규정 개정전 문제로 여기서는 기존 정답인 1번을 누르면 정답 처리됩니다. 자세한 내용은 해설을 참고하세요.)
  - ① 적용범위 : 적용범위는 최고 5% 이다.
  - ② 드리프트 : 재현성은 측정범위 최대 눈금값의 ±2% 이내로 한다.
  - ③ 드리프트 : 고정형은 24시간, 이동형은 4시간 연속 측정하여 제로 드리프트 및 스펠드리프트는 어느 것이나 최대 눈금값의 ±2% 이내로 한다.
  - ④ 응답시간 : 90% 응답 시간은 2분 30초 이내로 한다.
- 68. 다음 중 흡광도를 측정하기 위한 순서로 원칙적으로 제일 먼저 행하여야 할 행위는?
  - ① 시료셀과 대조셀을 넣고 눈금판의 지시치의 차이를 확인한다.
  - ② 광로를 차단 후 대조셀로 영점을 맞춘다.
  - ③ 광원으로부터 광속을 통하여 눈금 100에 맞춘다.
  - ④ 눈금판의 지시 안정 여부를 확인한다.
- 69. 수산화소듐(NaOH)용액을 흡수액으로 사용하는 분석대상기가 아닌 것은?
  - ① 염화수소                                    ② 브롬화합물
  - ③ 불소화합물                                ④ 벤젠
- 70. 굴뚝 배출가스 중의 염화수소를 싸이오안산제2수는 자외선/가시선분광법으로 측정하는 방법에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?
  - ① 흡수액은 수산화소듐용액을 사용한다.
  - ② 이산화황, 기타 할로겐화물, 시안화물 및 황화물의 영향이 무시될 때 적당하다.
  - ③ 하이포염소산소듐용액으로 적정한다.
  - ④ 시료채취관은 유리관, 석영관, 불소수지관 등을 사용한다.
- 71. 굴뚝 배출가스 내의 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs) 시료채취장치 중 흡착관법에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?
  - ① 채취관의 재질은 유리, 불소수지 등으로 120℃ 이상까지 가열이 가능한 것 이어야 한다.
  - ② 응축기는 유리재질이어야 하며 앞쪽 흡착관을 통과한 후에 위치하여 가스를 50℃ 이하로 낮출 수 있는 용량이어야 한다.
  - ③ 흡착관은 사용하기 전 반드시 안정화(컨디셔닝) 단계를 거쳐야 한다.
  - ④ 유량측정부는 기기의 온도 및 압력측정이 가능해야 하며 최소 100mL/min의 유량으로 시료채취가 가능해야 한다.
- 72. 굴뚝배출 가스 내의 염소가스 분석방법 중 오르토틀리딘법에 관한 설명으로 옳은 것은?
  - ① 염소표준 착색액으로 요오드산 칼륨용액을 사용한다.
  - ② 염소표준용액은 N/100 KMnO<sub>4</sub> 용액으로 표정한다.

- ③ 시료는 1L/min의 흡입속도로 채취한다.
  - ④ 약 20°C에서 5~20분 사이에 분석용 시료를 10mm 셀에 채취한다.
73. 환경대기 중 아황산가스 농도 측정방법 중 자동연속측정법은?  
 ① 비분산 적외선 분석법      ② 수소염 이온화 검출기법  
 ③ 광 산란법                      ④ 자외선 형광법

74. 환경대기 중 벤조(a)피렌 농도를 측정하기 위한 주시행방법으로 가장 적합한 것은?  
 ① 이온크로마토그래프법      ② 가스크로마토그래프법  
 ③ 흡광차분광법                  ④ 용매포집법

75. 다음은 굴뚝 배출가스 중의 산소측정방식에 관한 설명이다. 가장 적합한 것은?

이 방식은 주기적으로 단속하는 자체 내에서 산소분자에 작용하는 단속적인 흡인력을 자체 내에 일정유량으로 유입하는 보조가스의 배압 변화량으로 검출한다.

- ① 질코니아 방식                  ② 담뱃형 방식
- ③ 압력검출형 방식              ④ 전극 방식

76. 다음은 굴뚝 배출가스 중 베릴륨 분석방법에 관한 설명이다. ( )안에 알맞은 것은?

몰린형광광도법은 배출가스 중 먼지상태로 존재하는 베릴륨 및 그 화합물을 여과지에 포집하고 이에 ( )을 가하여 가열분해하여 여과한 후 용액을 증발건고시킨다. 이것을 염산산성으로 하고, ( )을 가하여 철을 제거한 후 용액을 알칼리성으로 하여 EDTA용액 및 몰린용액을 가한다.

- ① ① 황산, ② 4-메틸-2펜타논
- ② ① 황산, ② 디티존사염화탄소용액(0.005W/V%)
- ③ ① 질산, ② 4-메틸-2펜타논
- ④ ① 질산, ② 디티존사염화탄소용액(0.005W/V%)

77. 굴뚝 배출가스 중의 금속화합물을 원자흡수분광광도법으로 분석할 때 굴뚝 배출가스의 온도가 500~1000°C일 경우에 사용하는 원통여과지로 가장 적합한 것은?  
 ① 유리 섬유제 원통여과지      ② 석영 섬유제 원통여과지  
 ③ 셀룰로스 섬유제 원통여과지 ④ 고무 섬유제 원통여과지

78. A 굴뚝 배출가스의 유속을 피토우관으로 측정하였다. 배출가스 온도는 120°C, 동압측정 시 확대율이 10배되는 경사 마노미터를 사용하였고, 그 내부액은 비중이 0.85의 톨루엔을 사용하여 경사마노미터의 액주로 측정된 동압은 45mm·톨루엔주 이었다. 이 때의 배출가스 유속은? (단, 피토우관의 계수 : 0.9594, 배출가스의 표준상태에서의 밀도 : 1.3kg/Sm<sup>3</sup>)  
 ① 약 7.8 m/s                      ② 약 8.7 m/s  
 ③ 약 9.5 m/s                      ④ 약 10.2 m/s

79. 자외선/가시선분광법으로 측정된 A물질의 투과퍼센트 지시치가 25%일 때 A물질의 흡광도는?  
 ① 0.25                              ② 0.50

- ③ 0.60                              ④ 0.82

80. 굴뚝 배출가스 중 카드뮴을 원자흡수분광광도법(원자흡수광도법)으로 분석하려고 한다. 채취한 시료에 유기물이 함유되지 않았을 경우 분석용 시료용액의 전처리방법으로 가장 적합한 것은?  
 ① 질산법                              ② 과망간산칼륨법  
 ③ 질산-과산화수소수법        ④ 저온회화법

**5과목 : 대기환경관계법규**

81. 환경정책기본법령상 SO<sub>2</sub>의 대기환경기준으로 옳은 것은? (단, ㉠ 연간평균치, ㉡ 24시간평균치, ㉢ 1시간평균치)  
 ① ㉠ 0.02ppm 이하, ㉡ 0.05ppm 이하, ㉢ 0.15ppm 이하  
 ② ㉠ 0.03ppm 이하, ㉡ 0.06ppm 이하, ㉢ 0.10ppm 이하  
 ③ ㉠ 0.05ppm 이하, ㉡ 0.10ppm 이하, ㉢ 0.12ppm 이하  
 ④ ㉠ 0.06ppm 이하, ㉡ 0.1ppm 이하, ㉢ 0.12ppm 이하

82. 대기환경보전법규상 자동차의 종류에 대한 설명으로 틀린 것은? (단, 2015년 12월 10일 이후 적용)  
 ① 이륜자동차의 규모는 차량총중량이 1천킬로그램을 초과하지 않는 것이다.  
 ② 이륜자동차는 축차를 붙인 이륜자동차와 이륜자동차에서 파생된 상륜 이상의 자동차는 제외한다.  
 ③ 소형화물자동차에는 승용자동차에 해당되지 않는 승차인원이 9인 이상인 승합차를 포함한다.  
 ④ 초대형 승용자동차의 규모는 차량총중량이 15톤 이상이다.

83. 대기환경보전법령상 천재지변 등으로 인해 기본부과금을 납부할 수 없다고 인정되어 징수유예를 하고자 하는 경우 ㉠ 징수유예기간 과 ㉡ 그 기간중의 분할납부의 횟수는?  
 ① ㉠ 유예한 날의 다음날부터 다음 부과기간의 개시일 전일까지, ㉡ 4회 이내  
 ② ㉠ 유예한 날의 다음날부터 2년 이내, ㉡ 12회 이내  
 ③ ㉠ 유예한 날의 다음날부터 3년 이내, ㉡ 12회 이내  
 ④ ㉠ 유예한 날의 다음날부터 다음 부과기간의 개시일 전일까지, ㉡ 6회 이내

84. 악취방지법규상 지정악취물질에 해당하지 않는 것은?  
 ① 염화수소                          ② 메틸에틸케톤  
 ③ 프로피온산                      ④ 뷰틸아세테이트

85. 대기환경보전법상 '대기오염물질'의 정의로서 가장 적합한 것은?  
 ① 연소시에 발생하는 유리탄소를 주로 하는 미세한 입자상 물질로서 환경부령이 정하는 것  
 ② 연소시에 발생하는 유리탄소가 응결하여 입자의 지름이 1미크론 이상이 되는 물질로서 환경부령이 정하는 것  
 ③ 대기 중에 존재하는 물질 중 대기오염물질에 대한 심사·평가결과 대기오염의 원인으로 인정된 가스·입자상물질로서 환경부령으로 정하는 것  
 ④ 물질의 연소·합성·분해 시에 발생하는 고체상 또는 액체상의 물질로서 환경부령이 정하는 것

86. 대기환경보전법규상 특정대기유해물질에 해당하지 않는 것은?  
 ① 수은 및 그 화합물      ② 아세트알데히드

- ③ 황산화물                      ④ 아닐린

87. 대기환경보전법상 대기환경규제지역을 관할하는 시·도지사 등은 그 지역이 대기환경규제지역으로 지정·고시된 후 몇 년 이내에 그 지역의 환경기준을 달성·유지하기 위한 계획을 수립·시행하여야 하는가?  
 ① 5년 이내에                      ② 3년 이내에  
 ③ 2년 이내에                      ④ 1년 이내에
88. 대기환경보전법규상 한국환경공단이 환경부장관에게 보고해 야할 위탁업무 보고사항 중 '자동차 배출가스 인증생략 현황'의 보고 횟수 기준은?  
 ① 수시                                  ② 연 1회  
 ③ 연 2회                                ④ 연 4회
89. 대기환경보전법령상 III지역(녹지지역 및 자연환경보전지역)의 기본부과금의 지역별 부과계수는?  
 ① 0.5                                    ② 1.0  
 ③ 1.5                                    ④ 2.0

90. 다음은 대기환경보전법규상 첨가제 제조기준이다. ( )안에 알맞은 것은?

첨가제 제조자가 제시한 최대의 비율로 첨가제를 자동차의 연료에 주입한 후 시험한 배출가스 측정치가 첨가제를 주입하기 전보다 배출가스 항목별로 ( ㉠ ) 초과하지 아니하여야 하고, 배출가스 총량은 첨가제를 주입하기 전보다 ( ㉡ ) 증가하여서는 아니 된다.

- ① ㉠ 10% 이상, ㉡ 5% 이상  
 ② ㉠ 5% 이상, ㉡ 5% 이상  
 ③ ㉠ 5% 이상, ㉡ 3% 이상  
 ④ ㉠ 5% 이상, ㉡ 1% 이상
91. 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법령상 대통령령이 정하는 규모의 다중 이용시설에 해당되지 않는 것은?  
 ① 여객자동차터미널의 연면적 2천2백제곱미터인 대합실  
 ② 공항시설 중 연면적 1천1백제곱미터인 여객터미널  
 ③ 철도역사의 연면적 2천2백제곱미터인 대합실  
 ④ 모든 지하역사
92. 대기환경보전법령상 초과부과금 산정의 기초가 되는 오염물질 또는 배출물질의 배출기간이 달라지게 된 경우 초과부과금의 조정부과나 환급은 해당 배출시설 또는 방지시설의 개선완료 등의 이행여부를 확인한 날로부터 최대 며칠 이내에 하여야 하는가?  
 ① 7일 이내                              ② 15일 이내  
 ③ 30일 이내                            ④ 60일 이내
93. 대기환경보전법규상 자동차 연료 제조기준 중 매년 6월 1일부터 8월 31일까지 출고되는 휘발유의 증기압(kPa, 37.8℃) 기준으로 옳은 것은?  
 ① 100 이하                              ② 80 이하  
 ③ 65 이하                                ④ 60 이하
94. 환경정책기본법령상 환경기준으로 옳은 것은? (단, ㉠, ㉡은 대기환경기준, ㉢, ㉣은 수질 및 수생태계'하천'에서의 사람의 건강보호기준)

|   | 항목                        | 기준치         |
|---|---------------------------|-------------|
| ㉠ | O <sub>3</sub> (1시간 평균치)  | 0.06ppm 이하  |
| ㉡ | NO <sub>2</sub> (1시간 평균치) | 0.15ppm 이하  |
| ㉢ | Cd                        | 0.5mg/L 이하  |
| ㉣ | Pb                        | 0.05mg/L 이하 |

- ① ㉠                                      ② ㉡  
 ③ ㉢                                      ④ ㉣
95. 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법상 다중이용시설을 설치하는 자는 환경부장관이 고시한 오염물질방출건축자재를 사용하여서는 안 되는데, 이 규정을 위반하여 사용한 자에 대한 과태료 부과기준으로 옳은 것은?  
 ① 1천만원 이하의 과태료에 처한다.  
 ② 500만원 이하의 과태료에 처한다.  
 ③ 300만원 이하의 과태료에 처한다.  
 ④ 100만원 이하의 과태료에 처한다.
96. 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법규상 신축공동주택의 오염물질 항목별 실내공기질 권고기준으로 옳지 않은 것은?  
 ① 폼알데하이드 : 300 $\mu$ g/m<sup>3</sup> 이하  
 ② 에틸벤젠 : 360 $\mu$ g/m<sup>3</sup> 이하  
 ③ 자일렌 : 700 $\mu$ g/m<sup>3</sup> 이하  
 ④ 벤젠 : 30 $\mu$ g/m<sup>3</sup> 이하
97. 대기환경보전법령상 연료를 연소하여 황산화물을 배출하는 시설의 기본부과금의 농도별 부과계수로 옳은 것은? (단, 연료의 황함유량(%)은 1.0% 이하, 황산화물의 배출량을 줄이기 위하여 방지시설을 설치한 경우와 생산 공정상 황산화물의 배출량이 줄어든다고 인정하는 경우 제외)  
 ① 0.1                                      ② 0.2  
 ③ 0.4                                      ④ 1.0
98. 대기환경보전법규상 수도권대기환경청장, 국립환경과학원장 또는 한국환경공단이 설치하는 대기오염 측정망에 해당하지 않는 것은?  
 ① 대기오염물질의 지역배경농도를 측정하기 위한 교외대기 측정망  
 ② 산성 대기오염물질의 건성 및 습성 침착량을 측정하기 위한 산성강하물측정망  
 ③ 도시지역의 휘발성유기화합물 등의 농도를 측정하기 위한 광화학대기오염물질측정망  
 ④ 도시지역의 대기오염물질 농도를 측정하기 위한 도시대기측정망
99. 대기환경보전법규상 환경기술인의 신규교육시기와 횟수 기준은? (단, 규정된 교육기관이며, 정보통신매체를 이용하여 원격교육을 하는 경우 제외)  
 ① 환경기술인으로 임명된 날부터 6개월 이내에 1회  
 ② 환경기술인으로 임명된 날부터 1년 이내에 1회  
 ③ 환경기술인으로 임명된 날부터 2년 이내에 1회  
 ④ 환경기술인으로 임명된 날부터 3년 이내에 1회
100. 대기환경보전법상 방지시설을 거치지 아니하고 오염물질을 배출할 수 있는 공기조절장치, 가지배출관 등을 설치한 행위를 한 자에 대한 벌칙기준으로 적합한 것은?(관련 규정 개정전 문제로 여기서는 기존 정답인 3번을 누르면 정답

처리 됨 (자세한 내용은 해설을 참고하세요.)

- ① 2년 이하의 징역이나 1천만원 이하의 벌금에 처한다.
- ② 3년 이하의 징역이나 2천만원 이하의 벌금에 처한다.
- ③ 5년 이하의 징역이나 3천만원 이하의 벌금에 처한다.
- ④ 7년 이하의 징역이나 5천만원 이하의 벌금에 처한다.

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