## 1과목 : 대기오염 개론

1. 다음 중 CO에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?
   ① CO는 다른 물질에 대한 흡착현상을 거의 나타내지 않으며, 유해한 화학반응 또한 거의 일으키지 않는다.
   ② CO의 자연적 발생원에는 화산폭발, 테르펜의 산화, 클로로필의 분해 등이 있다.
   ③ 지구의 위도별 CO 농도는 남위 50도 부근에서 최대치를 보인다.
   ④ 도시 대기중의 CO 농도가 높은 것은 연소 등에 의해 배출량은 많은 반면, 토양면적 등의 감소에 따라 제거능력이 감소하기 때문이다.

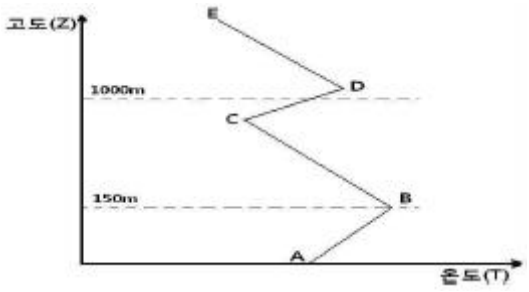
2. 벤젠에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?
   ① 체내에 흡수된 벤젠은 지방이 풍부한 피하조직과 골수에서 고농도로 축적되어 오래 잔존할 수 있다.
   ② 체내에서 마뇨산(Huppuric acid)으로 대사하여 소변으로 배설된다.
   ③ 비점은 약 80℃ 정도이고, 체내 흡수는 대부분 호흡기를 통하여 이루어 진다.
   ④ 벤젠 폭로에 의해 발생되는 백혈병은 주로 급성 골수아성 백혈병(acute myeloblasticleukemia)이다.

3. 등압선이 곡선인 경우, 원심력, 기압경도력, 전향력의 세 힘이 평형을 이루는 상태에서 등압선을 따라 부는 바람을 무엇이라 하는가?
   ① 지균풍 ② 코리올리풍
   ③ 경도풍 ④ 마찰풍

4. 오염물질에 관한 다음 설명 중 가장 거리가 먼 것은?
   ① PAN은 Peroxy Acetyl Nitrate 의 약자이며, $CH_3COOONO_2$의 분자식을 갖는다.
   ② PAN은 PBN(Peroxy Benzoyl Nitrate)보다 100배 이상 눈에 강한 통증을 주며, 빛을 흡수시키므로 가시거리를 감소시킨다.
   ③ 오존은 섬모운동의 기능장애를 일으키며, 염색체 이상이나 적혈구의 노화를 초래하기도 한다.
   ④ R기가 propionyl 기이면, PPN(Peroxy Propionyl Nitrate)이 된다.

5. Sutton의 확산식에서 지표고도에서 최대오염이 나타나는 풍하측 거리(m)는? (단, ky = kz = 0.07, He = 155m, 2/(2-n)=1.14이다.)
   ① 약 3950m ② 약 4250m
   ③ 약 5280m ④ 약 6510m

6. 다음은 어떤 지역의 고도에 따른 대기의 온도변화를 나타낸 것이다. 주로 침강역전 (Subsidence Inversion)에 해당하는 부분은?




   ① AB 구간 ② BC 구간
   ③ CD 구간 ④ DE 구간

7. 대기오염원의 영향을 평가하는 방법 중 분산모델에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?
   ① 지형 및 오염원의 조업조건에 영향을 받는다.
   ② 시나리오 작성이 곤란하고, 미래예측이 어렵다.
   ③ 먼지의 영향평가는 기상의 불확실성과 오염원이 미확인인 경우에 문제점을 가진다.
   ④ 오염물의 단기간 분석시 문제가 된다.

8. 1시간에 10000대의 차량이 고속도로 위에서 평균시속 80km로 주행되며, 각 차량의 평균탄화수소 배출률은 0.02g/s 이다. 바람이 고속도로와 측면 수직방향으로 5m/s로 불고 있다면 도로지반과 같은 높이의 평탄한 지형의 풍하 500m 지점에서의 지상오염농도($\mu g/m^3$)는? (단, 대기는 중립상태이며, 풍하 500m에서의 $\delta z$ = 15m,

$$C(x, y, 0) = \frac{2q}{(2\pi)^{\frac{1}{2}} \delta z \cdot U} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\delta z}\right)\right]$$

를 이용)
   ① 26.6 $\mu g/m^3$ ② 34.1 $\mu g/m^3$
   ③ 42.4 $\mu g/m^3$ ④ 51.2 $\mu g/m^3$

9. 굴뚝에서 배출되는 연기모양 중 원추형에 관한 설명으로 가장 적합한 것은?
   ① 수직온도경사가 과단열 적이고, 난류가 심할 때 주로 발생한다.
   ② 지표역전이 파괴되면서 발생하며 30분 정도 이상은 지속하지 않는 경향이 있다.
   ③ 연기의 상하부분 모두 역전인 경우 발생한다.
   ④ 구름이 많이 낀 날에 주로 관찰된다.

10. 가우시안 모델에 관한 설명 중 가장 거리가 먼 것은?
   ① 주로 평탄지역에 적용하도록 개발되어 왔으나, 최근 복잡지형에도 적용이 가능하도록 개발되고 있다.
   ② 간단한 화학반응을 묘사할 수 있다.
   ③ 점오염원에서는 모든 방향으로 확산되어가는 plume은 동일하다고 가정하여 유도한다.
   ④ 장, 단기적인 대기오염도 예측에 사용이 가능하다.

11. 다음 설명하는 오염물질로 가장 적합한 것은?

> - 이 물질은 부드러운 청회색의 금속으로 고밀도와 내식성이 강한 것이 특징이다.
> - 소화기로 섭취된 이 물질은 입자의 크기에 따라 다르지만 약 10% 정도만이 소장에서 흡수되고, 나머지는 대변으로 배출된다. 세포내에서 이 물질은 SH기와 결합하며 헴(heme) 합성에 관여하는 효소를 포함한 여러 세포의 효소작용을 방해한다.
> - 만성 중독시에는 혈중 프로토폴피린이 현저하게 증가한다.

   ① 납 ② 수은
   ③ 크롬 ④ 알루미늄

12. 다음 중 염소 또는 염화수소 배출 관련업종으로 가장 거리

가 먼 것은?

① 소오다 공업 ② 농약 제조업

③ 화학 공업 ④ 시멘트 제조업

13. 산성비와 관련된 다음 설명 중 가장 거리가 먼 것은?

① 산성비란 보통 빗물의 pH가 5.6보다 낮게 되는 경우를 말하는데, 이는 자연상태에 존재하는 $CO_2$가 빗방울에 흡수되었을 때의 pH를 기준으로 한 것이다.

② 산성비는 인위적으로 배출된 SOx 및 NOx 화합물질이 대기중에서 황산 및 질산으로 변환되어 발생한다.

③ 산성비가 토양에 내리면 토양은 산적 성격이 약한 교환기부터 순서적으로 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $Na^{+}$, $K^{+}$ 등의 교환성 염기를 방출하고, 그 교환자리에 H+가 흡착되어 치환된다.

④ 산성비 방지를 위한 국제적인 노력으로 국가간 장거리 이동 대기오염조약인 몬트리올 의정서가 채택되었다.

14. 각 오염물질에 관한 설명으로 거리가 먼 것은?

① 포스겐은 수분이 있으면 가수분해하여 염산이 생기므로 금속을 부식시킨다.

② 오존은 타이어나 고무절연제 등 고무제품에 균열을 일으키기도 한다.

③ 시안화 수소는 무색 투명한 액체로 복숭아 씨 냄새 비슷한 자극취를 내며, 비중은 약 0.7 정도이다.

④ 포스겐($CHCl_2$)은 화학반응성, 인화성, 폭발성 및 부식성이 강한 청록색의 기체이다.

15. 바람장미에 관한 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

① 대기오염물질의 이동방향은 주풍과 같은 방향이며, 풍속은 막대 날개의 길이로 표시한다.

② 방향량(Vector)은 관측된 풍향별 회수를 백분율로 나타낸 값이다.

③ 주풍은 가장 빈번히 관측된 풍향을 말하며, 막대의 길이를 가장 길게 표시한다.

④ 풍속이 0.2m/s 이하일 때를 정온(Calm)상태로 본다.

16. 다음 중 오존층 보호를 위한 국제 협약만으로만 옳게 연결된 것은?

① 바젤협약 - 비엔나협약

② 오슬로협약 - 비엔나협약

③ 비엔나협약 - 몬트리올의정서

④ 몬트리올의정서 - 람사협약

17. 실내공기에 영향을 미치는 오염물질에 관한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 석면은 자연계에 존재하는 유화화된 규산염 광물의 총칭이고, 미국에서 가장 일반적인 것으로는 아크티놀라이트(백석면)가 있다.

② 석면의 발암성은 청석면 > 아모싸이트 > 온석면 순이다.

③ Rn - 222의 반감기는 3.8일이며, 그 남핵종도 같은 종류의 알파선을 방출하지만 화학적으로는 거의 불활성이다.

④ 우라늄과 라듐은 Rn - 222의 발생원에 해당된다.

18. 질소산화물(NOx)에 의한 피해 및 영향으로 가장 거리가 먼 것은?

① $NO_2$의 광화학적 분해작용으로 대기 중의 $O_3$ 농도가 증가하고 HC가 존재하는 경우에는 somg를 생성시킨다.

② $NO_2$는 가시광선을 흡수하므로 0.25ppm 정도의 농도에서 가시거리를 상당히 감소시킨다.

③ $NO_2$는 습도가 높은 경우 질산이 되어 금속을 부식시키며 산성비의 원인이 된다.

④ 인체에 미치는 영향 분석 시 동물을 사용한 연구결과에 의하면 $NO_2$는 주로 위장 장애현상을 초래한다.

19. 2000m에서 대기압력(최초기압)이 860mbar, 온도가 5℃, 비열비 K가 1.4일 때 온위(Potential Temperature)는? (단, 표준압력은 1000mbar)

① 약 284K ② 약 290K

③ 약 294K ④ 약 309K

20. 대기오염물의 분산과정에서 최대 혼합깊이(Maximum mixing depth)를 가장 적합하게 표현한 것은?

① 열부상 효과에 의한 대류혼합층의 높이

② 풍향에 의한 대류혼합층의 높이

③ 기압의 변화에 의한 대류혼합층의 높이

④ 오염물간 화학반응에 의한 대류혼합층의 높이

## 2과목 : 연소공학

21. Propane의 최소산소농도(MOC)는? (단, Propane의 폭발하한계는 2.1 vol% 이다.)

① 6.3vol% ② 10.5vol%

③ 19.6vol% ④ 24.6vol%

22. 열생성 NOx(Thermal NOx)를 억제하는 연소방법에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

① 희박예혼합연소: 당량비를 높여 NOx 발생온도를 현저히 낮추어(2000K 이하) propmpt NOx로의 전환을 유도한다.

② 화염형상의 변경: 화염을 분할하거나 막상으로 얇게 늘려서 열손실을 증대시킨다.

③ 완만혼합: 연료와 공기의 혼합을 완만하게 하여 연소를 길게 함으로써 화염온도의 상승을 억제한다.

④ 배기재순환: 팬을 써서 굴뚝가스를 로의 상부에 피드백 시켜 최고 화염온도와 산소농도로 억제한다.

23. COM 연소장치에 대한 설명 중 가장 거리가 먼 것은?

① 중유전용 보일러의 경우 별도의 개조없이 COM을 연료로서 용이하게 사용할 수 있다.

② 화염길이는 미분탄 연소에 가까운 반면, 화염안정성은 중유연소에 가깝다.

③ 연소실 내의 체류시간의 부족, 분사변의 폐쇄와 마모, 재의 처리 등에 주의할 필요학 있다.

④ 중유보다 미립화 특성이 양호하다.

24. 등가비(Equivalence Ratio, Φ)와 공기비(λ)와의 관계로 옳은 것은?

① $\Phi = 2\lambda$ ② $\Phi = (1- \lambda)$

③ $\Phi \cdot \lambda = 1$ ④ $\Phi = (\lambda/2)\lambda$

25. 연료에 관한 다음 설명 중 가장 거리가 먼 것은?

① 연료비는 탄화도의 정도를 나타내는 지수로서, 고정탄소/휘발분 으로 계산된다.

② 석유계 액체연료는 고위발열량이 10000-12000 kcal/kg 정도이고, 메탄올과 같이 산소를 함유한 연료의 경우 발

열량은 일반 석유계 액체연료보다 높아진다.

③ 일산화탄소의 고위발열량은 3000kcal/$Nm_3$정도이며, 프로판과 부탄보다 발열량이 낮다.

④ LPG는 상온에서 압력을 주면 용이하게 액화되는 석유계의 탄화수소를 말한다.

26. 다음 중 폭발성 혼합가스의 연소범위(L)를 구하는 식으로 옳은 것은? (단, $n_n$: 각 성분 단일의 연소한계(상한 또는 하한) $p_n$: 각 성분 가스의 체적(%))

① $L = \frac{100}{\frac{n_1}{p_1} + \frac{n_2}{p_2} + \cdots}$

② $L = \frac{100}{\frac{p_1}{n_1} + \frac{p_2}{n_2} + \cdots}$

③ $L = \frac{n_1}{p_1} + \frac{n_2}{p_2} + \cdots$

④ $L = \frac{p_1}{n_1} + \frac{p_2}{n_2} + \cdots$

27. 다음은 화격자의 종류 중 폰 롤 시스템에 관한 설명이다. ( )안에 들어갈 말로 적합하지 않은 것은?

> 폰 롤 시스템(Von Roll System)은 일련의 왕복식 화격자들을 사용하여 폐기물을 소각로 내에서 이동시키면서 연소시킨다. 화격자는 ( ), ( ), ( )의 세부분으로 구성되어 있다.

① 건조 화격자 ② 회전 화격자

③ 연소 화격자 ④ 후연소 화격자

28. 액체연료의 대부분은 원유의 정제에 의해 만드는 석유계 연료로서 많은 탄화수소의 혼합물들이다. 다음 탄화수소의 분류 중 알카인(Alkyne)계의 일반식은?

① $C_nH_{2n}$ ② $C_nH_{2n+2}$

③ $C_nH_{2n-2}$ ④ $C_nH_{2n-6}$

29. 자동차 내연기관의 공연비와 유해가스 발생 농도와의 일반적인 관계를 옳게 설명한 것은?

① 공연비를 이론치보다 높이면 NOx는 감소하고, CO, HC는 증가한다.

② 공연비를 이론치보다 낮추면 NOx는 감소하고, CO, HC는 증가한다.

③ 공연비를 이론치보다 높이면 NOx, CO, HC 모두 증가한다.

④ 공연비를 이론치보다 낮추면 NOx, CO, HC 모두 감소한다.

30. 기체연료의 일반적 특징으로 가장 거리가 먼 것은?

① 저발열량의 것으로 고온을 얻을 수 있고, 전열효율을 높일 수 있다.

② 연소효율이 높고 검댕이 거의 발생하지 않으나, 많은 과잉공기가 소모된다.

③ 저장이 곤란하고 시설비가 많이 든다.

④ 연료 속에 황이 포함되지 않은 것이 많고, 연소조절이 용이하다.

31. 가솔린엔진과 디젤엔진의 상대적인 특성을 비교한 내용으로 틀린 것은?

① 가솔린엔진은 예혼합연소, 디젤엔진은 확산연소에 가깝다.

② 가솔린엔진은 연소실 크기에 제한을 받는 편이다.

③ 디젤엔진은 공급공기가 많기 때문에 배기가스 온도가 낮아 엔진 내구성에 유리하다.

④ 디젤엔진은 가솔린엔진에 비하여 자기착화온도가 높아 검댕, CO, HC의 배출농도 및 배출량이 많다.

32. 다음 중 건타입(Gun type)버너에 관한 설명으로 틀린 것은?

① 형식은 유압식과 공기분무식을 합한 것이다.

② 유압은 보통 7kg/$cm^2$이상이다.

③ 연소가 양호하고, 전자동 연소가 가능하다.

④ 유량조절 범위가 넓어 대용량에 적합하다.

33. 화염으로부터 열을 받으면 가연성 증기가 발생하는 연소로써, 휘발유, 등유, 알콜, 벤젠 등의 액체연료의 연소형태는?

① 표면연소 ② 자기연소

③ 증발연소 ④ 발화연소

34. 보일러에서 저온부식을 방지하기 위한 방법으로 가장 거리가 먼 것은?

① 과잉공기를 줄여서 연소한다.

② 가스온도를 산노점 이하가 되도록 조업한다.

③ 연료를 전처리하여 유황분을 제거한다.

④ 장치표면을 내식재료로 피복한다.

35. 유류연소 버너에 관한 설명으로 틀린 것은?

① 유압분무식 버너: 연료의 점도가 크거나, 유압이 5kg/$cm^2$ 이하가 되면 분무화가 불량하다.

② 회전식 버너: 연료유 분사유량은 직결식의 경우 1000L/hr 이하이다.

③ 고압기류 분무식 버너: 분무각도는 30°정도로 작은 편이며, 분무에 필요한 1차 공기량은 이론연소공기량의 7-12% 정도이다.

④ 저압기류 분무식 버너: 비교적 좁은 각도의 긴 화염이며, 용량은 2000-3000L/hr로 주로 대형 가열로에 이용된다.

36. 통풍방식 중 흡인통풍에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

① 노내압이 부압으로 냉기침입의 우려가 있다.

② 송풍기의 점검 및 보수가 어렵다.

③ 연소용 공기를 예열할 수 있다.

④ 굴뚝의 통풍저항이 큰 경우에 적합하다.

37. C: 85%, H: 15%의 액체 연료를 100kg/h로 연소하는 경우, 연소 배출가스의 분석결과가 $CO_2$: 12%, $O_2$: 4%, $N_2$: 84% 이었다면 실제 연소용 공기량은? (단, 표준상태 기준)

① 약 1160 $Sm^3/h$ ② 약 1410 $Sm^3/h$

③ 약 1620 $Sm^3/h$ ④ 약 1730 $Sm^3/h$

38. propane과 ethane의 혼합가스 1$Nm^3$을 완전연소 시킨 결과 배기가스 중 $CO_2$ 생성량은 2.6$Nm^3$이었다. 이 혼합가스 중 ethane : propane 의 몰비(mole ratio)는?

① 3 : 2 ② 1 : 3

③ 2 : 3 ④ 3 : 1

39. 연료 1kg 중 수소 20%, 수분 20% 인 액체연료의 고위발열량이 10500 kcal/kg 일 때, 저위발열량(kcal/kg)은?
① 8800 ② 9120
③ 9300 ④ 9520

40. 일산화탄소의 이론적 완전연소 시 $(CO_2)max(\%)$는?
① 34.7% ② 37.7%
③ 39.5% ④ 59.5%

## 3과목 : 대기오염 방지기술

41. 전기집진장치의 특성에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?
① 전압변동과 같은 조건변동에 쉽게 적응하기 어렵다.
② 다른 고효율 집진장치에 비해 압력손실(10-20mm$H_2O$)이 적어 소요동력이 적은편이다.
③ 대량가스 및 고온(350℃ 정도)가스의 처리도 가능하다.
④ 입자의 하전을 균일하게 하기 위해 장치내부의 처리가스 속도는 보통 7-15m/s를 유지하도록 한다.

42. 냄새물질에 관한 다음 설명 중 가장 거리가 먼 것은?
① 물리화학적 자극량과 인간의 감각강도 관계는 Ranney법칙과 잘 맞다.
② 골격이 되는 탄소수는 저분자일수록 관능기 특유의 냄새가 강하고 자극적이나 8-13에서 가장 향기가 강하다.
③ 분자내 수산기의 수는 1개 일 때 가장 강하고 수가 증가하면 약해져서 무취에 이른다.
④ 불포화도가 높으면 냄새가 보다 강하게 난다.

43. 유수식 세정집진장치의 종류와 가장 거리가 먼 것은?
① 가스분수형 ② 스쿠르형
③ 임펠러형 ④ 로타형

44. 황함유량이 1.5%인 중유를 10ton/h로 연소하는 보일러에서 배기가스를 NaOH 수용액으로 처리한 후 황성분을 전량 $Na_2SO_3$로 회수할 경우, 이 때 필요한 NaOH의 이론량은? (단, 황성분은 전량 $SO_2$로 전환된다고 한다.)
① 375kg/h ② 550kg/h
③ 650kg/h ④ 750kg/h

45. 입자상 물질을 여과방식에 의해 집진하고자 한다. 0.1㎛이하의 미세입자는 주로 어떤 작용에 의해 제거되는가?
① 직접차단 ② 충돌
③ 확산 ④ 중력

46. 헨리법칙을 이용하여 유도된 총괄물질이동계수와 개별물질이동계수와의 관계를 옳게 나타낸 식은? (단, $K_G$: 기상총괄물질이동계수, $k_l$: 액상물질이동계수, $k_g$: 기상물질이동계수, H: 헨리정수)
① $\frac{1}{K_G}=\frac{1}{k_g}+\frac{H}{k_l}$ ② $\frac{1}{K_G}=\frac{1}{k_l}+\frac{k_g}{H}$
③ $\frac{1}{K_G}=\frac{1}{k_l}+\frac{H}{k_g}$ ④ $\frac{1}{K_G}=\frac{H}{k_g}+\frac{k_g}{k_l}$

47. 유해가스 흡수장치 중 충전탑에 관한 설명으로 틀린 것은?
① 흡수액을 통과시키면서 유량속도를 증가시키면 충전층내의 액보유량이 증가하는 점을 편류점(Channelling point)이라 한다.
② 충전탑의 원리는 충전물질의 표면을 흡수액으로 도포하여 흡수액의 엷은 층을 형성시킨 후 가스와 흡수액을 접촉시켜 흡수시킨다.
③ 액분산형 가스흡수장치에 속하며, 효율 증대를 위해서는 가스의 용해도를 증가시키고, 액가스비를 증가시켜야 한다.
④ 온도변화가 큰 곳에는 적응성이 낮고, 희석열이 심한 곳에는 부적합하다.

48. 응집(Coagulation)에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?
① 응집은 먼지입자들이 서로 접촉하여 달라붙거나 합체하는 현상을 의미한다.
② 브라운 운동이 대기의 온도와 관련될 때 일어나는 응집현상을 열응집(Thermal Coagulation)이라 한다.
③ 중력응집(Gravitational Coagulation)은 크기가 다른 입자들의 침전속도가 다르기 때문에 일어나는 응집으로 강우에 큰 영향을 미친다.
④ 큰 입자와 작은 입자간의 응집현상은 쉽게 응집되지 않으므로 장기간에 걸쳐 진행되고, 바람부는 날의 구름속의 입자는 맑은날보다 더 응집이 어렵다.

49. 악취의 물리적 특성에 관한 설명으로 틀린 것은?
① 증기압이 높은 물질일수록 일반적으로 악취는 더 강하다고 볼 수 있다.
② 활성탄 같은 흡착제는 악취를 일으키는 물질을 대량으로 흡착할 수 있다.
③ 악취는 통상 분자내부 진동에 의존한다고 가정되므로 라만변이와 냄새는 서로 관련이 있다.
④ Paraffin 과 $CS_2$와 같은 악취물질은 적외선을 강하게 흡수한다.

50. 입자상 물질에 대한 다음 설명 중 가장 거리가 먼 것은?
① 공기동역학경은 Stoke경과 달리 입자밀도를 1g/$cm^3$으로 가정함으로써 보다 쉽게 입경을 나타낼 수 있다.
② 비구형입자에서 입자의 밀도가 1보다 클 경우 공기동력학경은 stokes경에 비해 항상 크다고 볼 수 있다.
③ 직경 d인 구형입자의 비표면적은 d/6이다.
④ cascade impactor는 관성충돌을 이용하여 입경을 간접적을 측정하는 방법이다.

51. VOCs를 98% 이상 제어하기 위한 VOCs 제어기술과 가장 거리가 먼 것은?
① 후연소
② 루우프(loop) 산화
③ 재생(Regenerative) 열산화
④ 저온(Cryogenic) 응축

52. 유해물질 제거를 위한 흡수장치 중 다공판탑에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?
① 판간격은 보통 40cm이고, 액가스비는 0.3-5L/$m^3$ 정도이다.
② 압력손실이 20mmHO 정도이고, 가스량의 변동이 심한 경우에도 용이하게 조업할 수 있다.
③ 판수를 증가시키면 고농도 가스도 일시 처리가 가능하

다.

④ 가스속도는 0.3-1m/s 정도이다.

53. 벤츄리스크러버에서 220m$^3$/min의 함진가스를 처리하려고 한다. 목부(Throat)의 지름이 30cm, 수압 1.8atm, 직경 4mm인 노즐 8개를 사용할 때 필요한 물의 양(L/sec)? (단, $n(\frac{d}{Dt})^2 = \frac{Vt \cdot L}{100 \cdot \sqrt{P}}$ 이용)

① 약 3.9L/sec ② 약 2.4L/sec

③ 약 1.4L/sec ④ 약 0.6L/sec

54. 평판형 전기집진장치의 집진판 사이의 간격이 10cm, 가스의 유속은 3m/s, 입자의 집진극으로 이동속도가 7cm/s일 때, 층류영역에서 입자를 완전제거하기 위한 이론적인 집진극의 길이(m)는?

① 1.34m ② 2.14m

③ 3.14m ④ 4.29m

55. 유체의 운동을 결정하는 점도(Viscosity)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 온도가 증가하면 대게 액체의 점도는 증가한다.

② 액체의 점도는 기체에 비해 아주 크며, 대개 분자량이 증가하면 증가한다.

③ 온도가 감소하면 대게 기체의 점도는 증가한다.

④ 온도에 따른 액체의 운동점도(Kinematic Viscosity)의 변화폭은 절대점도의 경우보다 넓다.

56. 1atm, 20℃에서 공기 동점성계수 υ=1.5×10-5m$^2$/s 일 때 관의 지름을 50mm로 하면 그 관로에서의 풍속(m/s)은? (단, 레이놀즈 수는 2.5×10$^4$ 이다.)

① 2.5m/s ② 5.0m/s

③ 7.5m/s ④ 10.0m/s

57. 가솔린 자동차의 후처리에 의한 배출가스 저감방안의 하나인 삼원 촉매장치의 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

① CO와 HC의 산화촉매로는 주로 백금(Pt)이 사용된다.

② NO의 환원촉매로는 주로 파라듐(Pd)이 사용된다.

③ CO와 HC는 $CO_2$와 $H_2O$로 산화되며 NO는 $N_2$로 환원된다.

④ CO, HC, NOx 3성분의 동시 저감을 위해 엔진에 공급되는 공기연료비는 이론공연비 정도로 공급되어야 한다.

58. A먼지 배출공장에 집진율 80%인 사이클론과 집진율 98%인 전기집진장치를 직렬로 연결하여 설치하였다. 이 때 총 집진효율은?

① 89% ② 94.5%

③ 97.2% ④ 99.6%

59. 압력손실이 300mm$H_2O$ 이고, 처리가스량 45000m$^3$/h인 집진장치의 송풍기 소요동력(kW)은? (단, 송풍기의 효율은 65%, 여유율은 1.3 이다.)

① 73.5kW ② 1342.7kW

③ 4411.8kW ④ 264705.9kW

60. VOCs의 종류 중 지방족 및 방향족 HC의 적용 제어기술로 가장 거리가 먼 것은?

① 촉매소각 ② 생물막

③ 흡수 ④ UV 산화

## 4과목 : 대기오염 공정시험기준(방법)

61. 비분산 적외선 분석법에서 용어 및 장치 구성에 관한 설명으로 틀린 것은?

① 비교가스는 시료셀에서 적외선 흡수를 측정하는 경우 대조가스로 사용하는 것으로 적외선을 흡수하지 않는 가스를 말한다.

② 제로 드리프트(Zero Drift)는 계기의 눈금스팬에 대응하는 지시치의 일정 기간내의 변동을 말한다.

③ 광원은 원칙적으로 니크롬선 또는 탄화규소의 저항체에 전류를 흘려 가열한 것을 사용한다.

④ 시료셀은 시료가스가 흐르는 상태에서 양단의 창을 통해 시료광속이 통과하는 구조를 갖는다.

62. A오염물질의 실측 농도가 250mg/Sm$^3$이고, 이 때 실측 산소농도가 3.5%이다. A오염물질의 보정농도(mg/Sm$^3$)는? (단, A오염물질은 표준산소농도를 적용받으며, 표준산소 농도는 4%이다.)

① 약 219 mg/Sm$^3$ ② 약 243 mg/Sm$^3$

③ 약 247 mg/Sm$^3$ ④ 약 286 mg/Sm$^3$

63. 폐기물 소각로 배출가스 중 다이옥신류 분석을 위한 시료채취방법에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

① 흡인노즐에서 흡인하는 가스의 유속은 측정점의 배출가스유속에 대해 상태오차 -5～+5%의 범위내로 한다.

② 배출가스 시료를 채취하는 동안에 각 흡수병은 냉각시켜야하며, XAD-2수지 포집관부는 80℃ 이하로 유지하여야 한다.

③ 배출가스 처리장치의 다이옥신류 제거성능을 측정하고자 하는 경우는 원칙적으로 같은 시간에 실시하여야 하며, 처리장치에 주기성이 있으면 적어도 한주기보다 긴 시간에 걸쳐 측정한다.

④ 여과지홀더 및 흡착관은 알루미늄호일 등으로 미리 차광시켜 둔다.

64. 다음 원자흡수분광광도법(원자흡광광도법)의 측정순서 중 일반적으로 가장 먼저 하여야 하는 것은?

① 분광기의 파장눈금을 분석선의 파장에 맞춘다.

② 광원램프를 점등하여 적당한 전류값을 설정한다.

③ 가스유량 조절기의 밸브를 열어 불꽃을 점화한다.

④ 시료용액을 불꽃중에 분무시켜 지시한 값을 읽어둔다.

65. 피토우관으로 굴뚝 배출가스를 측정한 결과 동압이 0.74mmHg였다. 이 때 배출가스의 평균유속은? (단, 굴뚝내의 습한 배출가스의 밀도는 1.3kg/m$^3$, 피토우관 계수는 1.2 이다.)

① 11.5m/sec ② 12.3m/sec

③ 13.2m/sec ④ 14.8m/sec

66. 굴뚝 배출가스 중의 황화수소를 용량법으로 분석하는 방법에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

① 녹말지시약(1%)은 가용성 전분 1g을 소량의 물과 섞어 끓는 물 100mL중에 잘 흔들어 섞으면서 가하고, 약 1분간 끓인 후 식혀서 사용한다.

② 시료 중의 황화수소가 100 - 2000ppm 함유되어 있는 경우의 분석에 적합한 시료채취량은 10 - 20L 정도이다.

③ 다른 산화성 및 환원성 가스에 의한 방해는 받지 않는 장점이 있다.

④ 시료 중에 황화수소를 염산산성으로 하고, 요오드용액을 가하여 과잉의 요오드를 티오황산나트륨 용액으로 적정한다.

67. 굴뚝 배출가스 중 CS2를 자외선 가시선 분광법(흡광광도법)으로 분석하고자 할 때 사용되는 흡수액은?

① 붕산 용액 ② 수산화나트륨 용액

③ 디에틸아민동 용액 ④ 질산암모늄 용액

68. 이온크로마토그래피 설치조건(기준)으로 가장 거리가 먼 것은?

① 부식성 가스 및 먼지발생이 적고, 진동이 없으며 직사광선을 피해야 한다.

② 대형변압기, 고주파가열 등으로부터의 전자유도를 받지 않아야 한다.

③ 실온 10~25℃, 상대습도 30~85% 범위로 급격한 온도변화가 없어야 한다.

④ 공급전원은 기기의 사양에 지정된 전압 전기용량 및 주파수로 전압변동은 30% 이하이고, 급격한 주파수 변동이 없어야 한다.

69. 흡광광도법(Absorptiomertric Analysis)을 사용하여 어떤 시료의 발색액을 측정한 결과 투과퍼센트(T)가 80%이었다. 이 경우의 흡광도는?

① 약 0.05 ② 약 0.1

③ 약 0.2 ④ 약 0.7

70. 아연환원 나프틸에틸렌디아민법으로 굴뚝 배출가스 중 질소산화물을 분석하고자 할 때 아래와 같은 같은 과정을 거친다. (a)와 (b)안에 들어갈 알맞은 말은?

(a) (b)
시료중 질소산화물 → 질산이온 → 아질산이온
↑
(물에 흡수)

① (a) $O_3$ (b) 분말금속아연

② (a) 공기 (b) 황산제이철염

③ (a) $CO_2$ (b) 황산제이철염

④ (a) $CO_2$ (b) 분말금속아연

71. 다음은 굴뚝연속자동측정기의 기능 중 측정범위에 관한 기준이다. ( )안에 가장 알맞은 것은?

측정범위는 배출시설별 오염물질 배출허용기준의 ( )의 값으로 설정할 수 있어야 한다. (다만, 배출가스농도가 측정범위를 초과하는 경우와 배출허용기준이 5ppm이하(먼지 5mg/Sm³)인 경우 제외)

① 0.5 내지 2배 이내 ② 2 내지 5배 이내

③ 5 내지 10배 이내 ④ 10 내지 20배 이내

72. 환경대기 중 시료채취 위치선정방법으로 틀린 것은?

① 주위에 건물이나 수목 등의 장애물이 있을 경우에는 채취위치로부터 장애물까지의 거리가 그 장애물 높이의 2배 이상되는 곳을 선정한다.

② 주위에 건물이나 수목 등의 장애물이 있을 경우에는 채취점과 장애물 상단을 연결하는 직선이 수평선과 이루는 각도가 30°이하되는 곳을 선정한다.

③ 주위에 건물 등이 밀집되어 있을 경우에는 건물 바깥벽으로부터 1.5m 이상 떨어진 곳을 선정한다.

④ 시료채취높이는 그 부근의 최고오염도를 나타낼 수 있는 곳으로서 3~5m 범위 이내로 한다.

73. 화학반응 공정 등에서 배출되는 굴뚝 배출가스 중 일산화탄소 분석방법에 따른 정량범위로 틀린 것은?

① 비분산 적외선 분석법 : 0~250ppm부터 0~1%

② 정전위 전해법 : 0~200ppm부터 0~2%

③ 가스크로마토그래프법 : TCD의 경우 0.1% 이상

④ 가스크로마토그래프법 : FID의 경우 0~2000ppm

74. 다음은 환경대기 중 아황산가스 농도 측정을 위한 파라로자닐린법(Pararosaniline Method)에 관한 설명이다. ( )안에 알맞은 것은?

이 시험방법은 ( ① ) 용액에 대기중의 아황산가스를 흡수시켜 안전한 ( ② ) 착화합물을 형성시키고 이 착화합물과 파라로자닐린 및 포름알데히드를 반응시켜 진하게 발색되는 파라로자닐린 메틸술폰산을 형성시키는 것이다.

① ① 이염화수은 나트륨, ② 사염화 아황산수은염

② ① 사염화수은 나트륨, ② 이염화 아황산수은염

③ ① 이염화수은 칼륨, ② 사염화 아황산수은염

④ ① 사염화수은 칼륨, ② 이염화 아황산수은염

75. 가스크로마토그래프법에 관한 설명으로 가장 적합한 것은?

① 분리관오븐의 온도조절 정밀도는 ±0.5℃의 범위이내 전원 전압변동 10%에 대하여 온도변화 ±0.5℃ 범위이내이어야 한다. (오븐의 온도가 150℃ 부근일 때)

② 열전도도형 검출기에서 운반가스는 일반적으로 순도 99% 이상의 질소나 헬륨을 사용한다.

③ 일반적으로 5~30분 정도에서 측정하는 피이크의 보유시간은 반복시험을 할 때 ±5% 오차범위이내이어야 한다.

④ 검출한계는 각 분석방법에서 규정하는 조건에서 출력신호를 기록할 때, 잡음신호의 3배의 신호를 검출한계로 한다.

76. 자외선 가시선 분광법(흡광광도법)에서 미광(Stray Light)의 유무조사에 사용되는 것은?

① 홀뮴유리 ② 간섭램프

③ 단색화장치 ④ 컷트필터

77. 가스크로마토그래프법에서 이론단수가 3260인 분리관이 있다. 보유시간이 20분일 때, 피크의 좌우 변곡점에서 접선이 자르는 바탕선의 길이는? (단, 기록지 이동속도는 5mm/min이고, 이론단수는 모든 성분에 대하여 같다.)

① 7mm ② 9mm

③ 11mm ④ 13mm

78. 굴뚝배출가스의 시료채취 시 분석대상가스별 흡수액과의 연결로 옳지 않은 것은?

① 불소화합물 - 수산화나트륨용액(0.1N)

② 황화수소 - 아세틸아세톤용액(0.2N)

③ 벤젠 - 질산암모늄 + 황산(1→5)

④ 브롬화합물 - 수산화나트륨용액(0.4W/V%)

79. 굴뚝 배출가스 중 불소화합물을 란탄 - 알리자린 콤플렉손법에 의하여 분석할 때 사용되지 않는 시약은?

① 암모니아수 ② 초산암모늄용액

③ 아세톤 ④ 술폰산나트륨

80. 원자흡수분광광도법(원자흡광광도법)으로 분석하기 위해 채취한 시료의 성상에 따른 처리방법으로 거리가 먼 것은?

① 타르 기타 소량의 유기물을 함유하는 것 : 질산 - 과산화수소수법

② 셀룰로스 섬유제 여과지를 사용한 것 : 저온회화법

③ 다량의 유기물 유리탄소를 함유하는 것 : 질산 - 염산법

④ 유기물을 함유하지 않는 것 : 질산법

## 5과목 : 대기환경관계법규

81. 대기환경보전법령상 대기오염경보단계 중 "중대경보발령"의 경우 조치하여야 하는 사항과 가장 거리가 먼 것은?

① 사업장의 연료사용량 감축 권고

② 주민의 실외활동 금지요청

③ 자동차의 통행금지 명령

④ 사업장의 조업시간 단축명령

82. 대기환경보전법령상 굴뚝 자동측정기기 부착대상 배출시설이 그 부착을 면제받을 수 있는 경우로 거리가 먼 것은?

① 연소가스 또는 화염이 원료 또는 제품과 직접 접촉하지 아니하는 시설로서 규정에 따른 청정연료를 사용하는 경우(발전시설은 제외한다.)

② 부착대상시설이 된 날부터 6개월 이내에 배출시설을 폐쇄할 계획이 있는 경우

③ 연간 가동일수가 60일 미만인 배출시설인 경우

④ 액체연료만을 사용하는 연소시설로서 황산화물을 제거하는 방지시설이 없는 경우(발전시설은 제외하며, 황산화물 측정기기에만 부착을 면제한다.)

83. 대기환경보전법상 도시지역의 대기질 개선을 위하여 그 지역에서 운행 중인 경유자동차 중 대기오염물질 배출정도 등에 관해 환경부령으로 정하는 요건을 충족하는 자동차의 소유자에게 시·도지사가 행할 수 있는 조치명령 항목으로 가장 거리가 먼 것은?

① 저공해자동차로의 전환

② 초저유황유로서 사용전환

③ 배출가스저감장치의 부착

④ 저공해엔진으로의 개조

84. 대기환경보전법규상 암모니아의 각 배출시설별 배출허용기준으로 옳지 않은 것은? (단, 배출허용기준란의 ( )는 표준산소농도($O_2$의 백분율)이며,"고형연료제품 사용시설"은 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률에 따른 해당시설로서 연료사용량 중 고형연료제품 사용비율이 30% 이상인 시설을 말한다.)

| | 배출시설 | 암모니아 배출허용기준(ppm) |
|---|---|---|
| ① | 화학비료제조시설 | 50 이하 |
| ② | 안료 및 염료 제조시설 | 70 이하 |
| ③ | 고형연료제품 사용시설 | 60(12) 이하 |
| ④ | 그 밖의 배출시설 | 100 이하 |

① ① ② ②

③ ③ ④ ④

85. 환경정책기본법령상 $SO_2$의 대기환경기준으로 옳은 것은? (단, ① 연간평균치, ② 24시간평균치, ③ 1시간평균치)

① ① 0.03ppm 이하, ② 0.06ppm 이하, ③ 0.10ppm 이하

② ① 0.02ppm 이하, ② 0.05ppm 이하, ③ 0.15ppm 이하

③ ① 0.05ppm 이하, ② 0.10ppm 이하, ③ 0.12ppm 이하

④ ① 0.06ppm 이하, ② 0.10ppm 이하, ③ 0.12ppm 이하

86. 환경정책기본법령상 미세먼지(PM-10)의 대기환경기준은? (단, 연간평균치 기준)

① 5$\mu g/m^3$ 이하 ② 25$\mu g/m^3$ 이하

③ 50$\mu g/m^3$ 이하 ④ 100$\mu g/m^3$ 이하

87. 대기환경보전법규상 시 도지사는 정밀검사업무를 대행하는 지정사업자가 고의로 검사업무를 부실하게 한 경우 업무정지처분에 갈음하여 과징금을 산정하여 부과 할 수 있는데, 그 과징금 산정기준으로 옳지 않은 것은? (단, 월 평균검사대수는 재검사대수를 제외한다.)

① 과징금은 1개월당 과징금액에 해당 업무정지월수를 곱한 금액으로 하되, 5천만원을 초과할 수 없다.

② 월 평균검사대수가 360대 미만인 경우 과징금의 금액은 720만원이다.

③ 월 평균검사대수는 위반행위가 있는 날 이전 최근 6개월간의 평균검사대수로 하되, 사업기간이 6개월 미만인 경우는 사업개시일부터 위반행위를 한 날의 전날까지의 평균검사대수를 기준으로 하되, 월 근무일수는 25일로 계산한다.

④ 월 평균검사대수가 1800대를 초과하는 경우에는 초과하는 100대마다 200만원을 추가하여 부과한다.

88. 대기환경보전법상 변경인증을 받아야 하는 자가 제작차 배출허용기준과 관련한 변경인증을 받지 아니하고 자동차를 제작한 자에 대한 벌칙기준은?

① 10년 이하의 징역이나 2억원 이하의 벌금

② 5년 이하의 징역이나 3천만원 이하의 벌금

③ 1년 이하의 징역이나 500만원 이하의 벌금

④ 6개월 이하의 징역이나 200만원 이하의 벌금

89. 대기환경보전법령상 대기배출부과금이 납부의무자의 자본금 또는 출자총액을 2배 초과하는 경우로서 규정에 의한 징수유예기간 내에도 징수할 수 없다고 인정되면 징수유예기간을 연장하거나 분할납부의 횟수를 늘려 부과금을 내도록 할 수 있는데, 다음 중 연장된 징수유예기간 ( ① )과 분할납부 횟수( ② ) 기준으로 옳은 것은?

① ①유예한 날의 다음날부터 1년 이내, ② 6회 이내

② ①유예한 날의 다음날부터 1년 이내, ② 12회 이내

③ ①유예한 날의 다음날부터 3년 이내, ② 6회 이내

④ ①유예한 날의 다음날부터 3년 이내, ② 12회 이내

90. 대기환경보전법규상 대기오염물질 배출시설기준으로 틀린 것은?
① 펄프, 종이 및 종이제품 제조시설 중 용적이 3세제곱미터 이상이 증해시설
② 반도체 및 기타 전자부품 제조시설 중 용적이 3세제곱미터 이상인 증착시설
③ 섬유제품 제조시설 중 연료사용량이 시간당 30킬로그램 이상이거나 용적이 3세제곱미터 이상인 다림질(텐트)시설
④ 고무 및 플라스틱제품 제조시설 중 용적이 3세제곱미터 이상이거나 동력이 10마력 이상인 정련시설

91. 대기환경보전법령상 황함유기준에 부적합한 유류를 판매하여 그 해당 유류의 회수처리명령을 받은 자는 환경부장관등에게 그 명령을 받은 날부터 최대 며칠이내에 이행완료보고서를 제출하여야 하는가?
① 5일 이내 ② 7일 이내
③ 10일 이내 ④ 30일 이내

92. 대기환경보전법령상 화사대책위원회의 위원 중 학식과 경험이 풍부한 전문자 중 “대통령령으로 정하는 분야”와 가장 거리가 먼 것은?
① 산림분야 ② 예방의학 분야
③ 산업안전 분야 ④ 국제협력 분야 및 언론 분야

93. 대기환경보전법령상 연료를 연소하여 황산화물을 배출하는 시설의 기본부과금의 농도별 부과계수로 옳은 것은? (단, 연료의 황함유량(%)은 0.5% 이하로서, 황산화물의 배출량을 줄이기 위하여 방지시설을 설치한 경우와 생산공정상 황산화물의 배출량이 줄어든다고 인정하는 경우 제외)
① 0.1 ② 0.2
③ 0.4 ④ 1.0

94. 다중이용시설 등의 신내공기질관리법령상 이 법의 적용대상이 되는 시설 중 “대통령령이 정하는 규모의 것”에 해당하지 않는 것은?
① 여객자동차터미널의 연면적 1천 5백제곱미터 이상이 대합실
② 공항시설중 연면적 1천 5백제곱미터 이상인 여객터미널
③ 연면적 430제곱미터 이상인 국공립보육시설, 법인보육시설, 직장보육시설 및 민간보육시설
④ 연면적 2천제곱미터 이상이거나 병상수 100개 이상인 의료기관

95. 다음은 대기환경보전법령상 환경기술인의 임명기준이다. ( ) 안에 알맞은 것은? (단, 1급, 2급은 각각 기사, 산업기사와 동일하다.)

> 환경기술인을 바꾸어 임명하는 경우에는 그 사유가 발생한 날부터 ( ① ). 다만, 환경기사 1급 또는 2급 이상의 자격이 있는 자를 임명하여야 하는 사업장으로서 ( ① )에 채용할 수 없는 부득이한 사정이 있는 경우에는 ( ② )에서 규정에 적합한 환경기술인을 임명할 수 있다.

① ① 5일 이내, ② 30일의 범위
② ① 5일 이내, ② 60일의 범위
③ ① 10일 이내, ② 30일의 범위
④ ① 10일 이내, ② 60일의 범위

96. 대기환경보전법규상 측정기기의 부착,·운영 등과 관련된 행정처분기준 중 굴뚝 자동측정기기의 부착이 면제된 보일러(사용연료를 6개월 이내에 청정연료로 변경할 계획이 있는 경우)로서 사용연료를 6월 이내에 청정연료로 변경하지 아니한 경우의 3차 행정처분기준으로 가장 적합한 것은?
① 조업정지 10일 ② 조업정지 30일
③ 조업정지 5일 ④ 경고

97. 다음은 대기환경보전법규상 환경부령으로 정하는 첨가제 제조기준에 맞는 제품의 표시방법이다. ( )안에 알맞은 것은?

> 표시크기는 첨가제 용기 앞면의 제품명 밑에 제품명 글자크기의 ( )에 해당하는 크기로 표시하여야 한다.

① 100분의 10 이상 ② 100분의 20 이상
③ 100분의 30 이상 ④ 100분의 50 이상

98. 대기환경보전법규상 특정대기유해물질이 아닌 것은?
① 황화수소 ② 아크릴로니트릴
③ 염소 및 염화수소 ④ 히드라진

99. 대기환경보전법규상 대기오염물질배출시설 중 공통시설 기준으로 틀린 것은? (단, 기타사항 제외)
① 동력 20말겨 이상인 분쇄시설(다만, 습식 및 이동식은 제외)
② 소각시설 중 연료사용량이 시간당 25킬로그램 이상인 생활폐기물 고형연료제품(RDF) 전용시설
③ 용적이 50세제곱미터 이상인 유·뮤기산 저장시설
④ 포장능력이 시간당 100킬로그램 이상인 고체입자상물질 포장시설

100. 대기환경보전법규상 유역환경청장, 지방환경청장 또는 수도권대기환경청장이 설치하는 대기오염 측정망의 종류가 아닌 것은?
① 도시지역의 휘발성 유기화합물 등의 농도를 측정하기 위한 광화학대기오염물질측정망
② 기후·생태계변화 유발물질의 농도를 측정하기 위한 지구대기측정망
③ 도시의 시정장애의 정도를 파악하기 위한 시정거리 측정망
④ 대기오염물질의 지역배경농도를 측정하기 위한 교외대기측정망

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