## 1과목 : 금속재료

1. 다음 중 황동의 자연균열 방지책이 아닌 것은?
① 도료를 바른다.
② 아연도금을 한다.
③ 응력제거 풀림을 한다.
④ 산화물 피막을 형성시킨다.

2. 다음 중 초경합금의 특성을 설명한 것으로 틀린 것은?
① 고온에서 변형이 많다.
② 내마모성과 압축강도가 높다.
③ 고온 경도 및 강도가 양호하다.
④ 사용목적에 따라 재질의 종류 및 형상이 다양하다.

3. 다음 중 수소저장합금에 대한 설명으로 틀린 것은?
① 수소가스와 반응하여 금속수소화물이 된다.
② 수소의 흡장·방출을 되풀이 하는 재료는 분화하게 된다.
③ 합금이 수소를 흡장할 때는 팽창하고, 방출할 때는 수축한다.
④ 수소가 방출되면 금속수소화물은 원래의 수소저장합금으로 되돌아가지 않는다.

4. 18-8 스테인리스강에 대한 설명으로 옳은 것은?
① 크롬 8%, 니켈 18%를 함유한 스테인리스강으로 마텐자이트 조직을 갖는다.
② 텅스텐 18%, 니켈 8%를 함유한 스테인리스강으로 펄라이트 조직을 갖는다.
③ 크롬 18%, 니켈 8%를 함유한 스테인리스강으로 오스테나이트 조직을 갖는다.
④ 크롬 8%, 망간 18%를 함유한 스테인리스강으로 페라이트 조직을 갖는다.

5. 순철의 자기변태에 해당되는 것은?
① $A_1$ 변태 ② $A_2$ 변태
③ $A_3$ 변태 ④ $A_4$ 변태

6. 6:4 황동에 Fe, Mn, Ni, Al 등 원소를 첨가하여 선박의 프로펠러와 같은 주물이나 단조품 제조에 사용되는 고강도 황동의 특징을 설명한 것 중 틀린 것은?
① 강도를 증가시킨다.
② 방식성이 우수해진다.
③ 취약해진다.
④ 내해수성을 증가시킨다.

7. 가공을 받았던 금속을 가열하면 가공으로 변화한 성질이 가공 전의 가까운 상태로 되돌아 간다. 이 과정을 바르게 나열한 것은?
① 재결정→결정성장→회복
② 회복→재결정→결정성장
③ 결정성장→재결정→회복
④ 재결정→회복→결정성장

8. 0.2% 탄소강의 723℃ 변태선 직상에서 초석 α와 오스테나이트(γ)의 양은 약 몇 %인가? (단, α의 탄소 고용도는 0.025%이며, 공석점은 0.7%이다.)
① α=19, γ=81 ② α=81, γ=19
③ α=61, γ=39 ④ α=39, γ=61

9. 다음 중 형상기억 합금이 아닌 것은?
① Cu-Zn-Ni ② Cu-Zn-Al
③ $Nb_3Sn$ ④ Ti-Ni

10. 다음 중 P형, N형 반도체에 대한 설명으로 틀린 것은?
① N형 반도체에는 불순물로 As, Sb 등을 첨가한다.
② P형 반도체에 첨가하는 불순물을 억셉터하고 한다.
③ N형 반도체에 첨가하는 불순물은 도너하고 한다.
④ P형 반도체에는 불순물로 5가 원소를 첨가한다.

11. 면심입방격자(FCC)의 슬립면과 슬립방향의 조합이 옳은 것은?
① 슬립면{110}, 슬립방향<111>
② 슬립면{100}, 슬립방향<110>
③ 슬립면{112}, 슬립방향<111>
④ 슬립면{111}, 슬립방향<110>

12. 다음 중 탄소강에서 Mn의 영향으로 틀린 것은?
① 고온에서 결정립 성장을 촉진시킨다.
② 강의 담금질 효과를 증대시켜 경화능이 커진다.
③ 주조성을 좋게 하며 S의 해를 감소시킨다.
④ 강의 연신율은 그다지 감소시키지 않고 강도, 경도, 인성을 증대시킨다.

13. 다음 중 일반적으로 합금이 순금속보다 좋은 성질은?
① 가단성 ② 열전도율
③ 전기 전도율 ④ 경도 및 강도

14. 특수 초경 합금 중에 피복 초경 합금의 특성이 아닌 것은?
① 내마모성이 높다.
② 피삭재와 고온 반응성이 높다.
③ 내크래이터(Crater)성과 내산화성이 우수하다.
④ 강, 주강, 주철, 비철, 금속의 절삭에 범용으로 사용할 수 있다.

15. 다음 중 아연(Zn)에 대한 설명으로 틀린 것은?
① 체심입방격자를 갖는다.
② 융점은 약 420℃ 정도이다.
③ 밀도는 약 7.133g/$cm^2$ 정도이다.
④ 철강재료의 방식 피막용 재료로 많이 사용한다.

16. 소성가공된 금속을 재결정 풀림시켰을 때 최초 핵방생 장소가 아닌 것은?
① 결정입내 ② 결정입계
③ 쌍정의 경계 ④ 결정립 내의 슬립면

17. [보기]의 내용과 일치하는 것은?

- 금속사이에 친화력이 클 때 형성된다.
- 단단하며 취약한 성질을 나타낸다.
- 2종 이상의 금속원소가 AmBn의 화학식으로 구성된다.

① 공정(Eutectic)
② 포정(peritectic)
③ 고용체(solid solution)
④ 금속간 화합물(metallic compound)

18. 다음 중 주철에 있어 흑연화 작용이 가장 큰 원소는?
① Ti ② Cr
③ Ni ④ Si

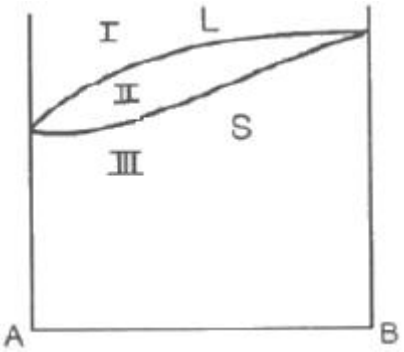
19. 다음 중 철광석과 그 화학식이 올바르게 연결된 것은?
① 자철광 : $Fe_3O_4$ ② 능철광 : $Fe_2O_3$
③ 갈철광 : $FeCO_3$ ④ 적철광 : $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$

20. 7:3 황동에 1% 내외의 Sn을 첨가하여 내해수성을 향상시켜 증발기, 열교환기로 사용되는 특수황동은?
① 델타 메탈 ② 니켈 황동
③ 네이벌 황동 ④ 애드미럴티 황동

## 2과목 : 금속조직

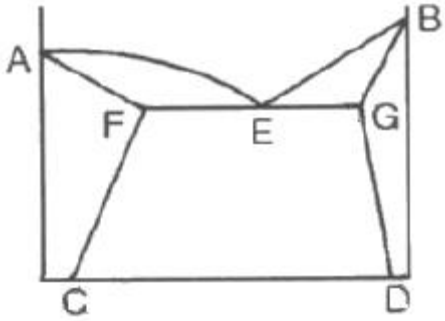
21. 용융 금속이 응고 성장할 때 불순물이 가장 많이 모이는 곳은?
① 결정입내(結晶入內)
② 결정입계(結晶粒界)
③ 결정입내의 중심부(中心部)
④ 결정격자내의 중심부(中心部)

22. [그림]과 같은 A, B 금속의 전율 고용체 합금에서 영역(II)에서의 응축계(condensed system)의 자유도는?




① 0 ② 1
③ 2 ④ 3

23. [그림]의 고용체형 상태도에서 공정점은?

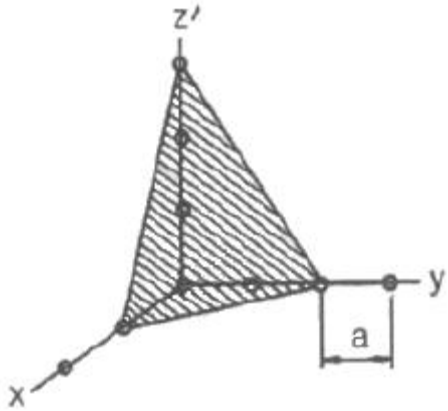



① A ② C
③ D ④ E

24. 다음 중 2차 재결정에 대한 설명으로 가장 관계가 먼 내용은?
① 2차 재결정은 반드시 핵의 생성을 수반한다.
② 1차 재결정 후 강한 집합조직이 성장하기 쉬운 방위의 결정립이 존재할 때 2차 재결정이 생긴다.
③ 수소의 결정립이 다른 결정립과 합해져서 대단히 크게 성장하는 것을 2차 재결정이라 한다.
④ 불순물 등으로 이동이 방해된 입계가 고온도에서 쉽게 이동할 수 있을 때 2차 재결정이 생긴다.

25. "격자간원자"라고도 하며 용질원자가 용매원자의 결정 격자 사이의 공간에 들어간 것을 무엇이라 하는가?
① 침입형 고용체 ② 치환형 결정체
③ 금속간 혼합체 ④ 재결합 전이체

26. [그림]에 사선으로 표시된 면의 밀러지수는? (단, a는 격자정수이다.)




① (123) ② (236)
③ (321) ④ (632)

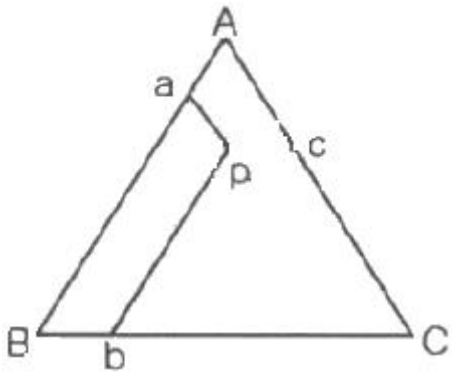
27. 규칙-불규칙 변태에 대한 설명으로 옳은 것은?
① 규칙도가 큰 합금은 비저항이 작고, 불규칙이 됨에 따라 비저항은 크게 된다.
② $Ni_3Mn$과 같은 규칙상의 경우 상자성체이다.
③ $Ni_3Fe$와 같은 불규칙상은 강자성체이다.
④ 일반적으로 규칙화되면서 경도는 저하된다.

28. 냉간가공 후 풀림시 나타나는 재결정(recrystallization)현상에 대한 설명 중 틀린 것은?
① 핵생성 및 성장과정으로 볼 수 있다.
② 새로운 결정립으로 치환되어 가는 과정이다.

③ 핵생성속도가 크고 핵성장속도가 작으면 조대한 결정립이 된다.
④ 재결정의 구동력은 냉간 가공시 축적된 변형 에너지이다.

29. 면심입방 결정(FCC)구조에서 단위격자 소속 원자수가 4개이다. 이 때의 배위수는?
① 1개 ② 4개
③ 7개 ④ 12개

30. Roozeboom의 3성분계농도 표시법에서 [그림]과 같은 p 조성 합금 중의 B의 조성은 어느 선분의 길이로 표시되는가?




① $\overline{ap}$ ② $\overline{bp}$
③ $\overline{cp}$ ④ $\overline{Bb}$

31. 다음 중 나사 전위에 대한 설명으로 옳은 것은?
① Burgers vector 와 평행인 경우
② Burgers vector 와 수직인 경우
③ Burgers vector 와 크기가 1원자인 것
④ Burgers vector 와 크기가 1원자간 보다 큰 것

32. 물질 중에서 원자가 열적으로 활성화되어 이동하게 되는 현상을 확산이라 하는데 이동하는 원자의 확산도에 의한 분류가 아닌 것은?
① 입계 확산 ② 표면 확산
③ 전위 확산 ④ 반응 확산

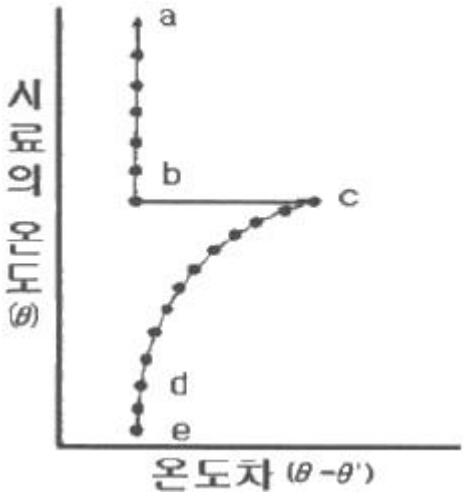
33. 금속 결정격자에서 {100}의 등가면은 모두 몇 개인가?
① 4 ② 6
③ 8 ④ 12

34. Fe 원자의 반경이 1.24Å 이라면 상온에서 순철의 격자 정수는 얼마인가?
① 0.28Å ② 0.54Å
③ 2.86Å ④ 5.43Å

35. 급냉에 의해 변태된 조직으로 다음 중 경도가 가장 높은 것은?
① Martensite ② Troostite
③ Austenite ④ Pearlite

36. 다음 중 ε 탄화물($fe_2C$)에 함유된 탄소 함유량은 얼마인가? (단, Fe의 원자량은 55.85, C의 원자량은 12이다.)
① 4.3% ② 6.67%
③ 9.7% ④ 11.3%

37. [그림]과 같이 시료의 온도 θ와 변태하지 않는 중성체의 온도 θ'와의 온도차(θ-θ')의 관계를 구해서 변태점을 측정하는 방법은?




① 열분석법 ② 열팽창법
③ 시차열분석법 ④ 전기저항법

38. 치환형 고용체를 형성하는 인자(Hume-Rothery 법칙)를 설명한 것 중 틀린 것은?
① 용질의 원자가가 용매의 원자가보다 작을 것
② 용질원자와 용매원자의 전기저항 차가 작을 것
③ 용질과 용매의 결정격자형이 같거나 비슷할 것
④ 용질과 용매원자의 지름 차가 15% 이내일 것

39. 주강을 서냉할 때 오스테나이트안에 판상 페라이트가 생겨서 오스테나이트 격자 방향으로 일정한 길이를 가진 거칠고 큰 조직은?
① 비트만스테텐 ② 레데뷰라이트
③ 시멘타이트 ④ 오스몬다이트

40. 2원계 상태도에서 전율고용체일 때 경도적 측면에서 A, B 두 성분의 양이 어느 정도일 때 가장 높은가?
① 20:80 ② 30:70
③ 40:60 ④ 50:50

## 3과목 : 금속열처리

41. 강을 변태점온도 이상에서 가열 유지 한 후 공냉시켜 표준조직을 만들기 위한 열처리는?
① 불림 ② 담금질
③ 풀림 ④ 뜨임

42. 유기용제를 적하하면 열분해에 의해 발생한 분위기 속에서 침탄하는 적하침탄법의 특징이 아닌 것은?
① 설비가 소규모이다.
② 설비유지 등이 경제적이다.
③ 2종류의 액제를 사용한다.
④ 한 개의 로(爐)에서 변성과 침탄을 동시에 할 수 없다.

43. 철강을 보호분위기나 진공 중에서 가열, 냉각하여 표면의

산화 및 탈탄을 방지하고 표면상태를 그대로 유지하는 열처리는?

① 침탄 처리 ② 질화 처리
③ 고주파 처리 ④ 광휘 처리

44. 열처리에 사용되는 온도계로서 저온열처리(-200~500℃)용 온도계로 가장 적당한 것은?

① 저항식 온도계 ② 광고온계
③ 방사온도계 ④ 색온도계

45. 고주파 경화법에서 유도 전류에 의한 발생열의 침투 깊이(d)를 구하는 식으로 옳은 것은? (단, ρ는 강재의 비저항, μ는 강재의 투자율, f는 주파수이다.)

① $d = 5.03 \times 10^3 \frac{\rho}{\mu \cdot f}$

② $d = 5.03 \times 10^2 \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}}$

③ $d = 5.03 \times 10^3 \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}}$

④ $d = 5.03 \times 10^2 \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}}$

46. 침탄 열처리 후 마이크로 조직 시험 방법으로 측정하여 유효 경화층의 깊이가 2.2mm 인경우의 표시법은?

① CD - H - E 2.2 ② CD - H - T 2.2
③ CD - M - T 2.2 ④ CD - M - E 2.2

47. 고체 침탄제가 구비해야 할 조건으로 틀린 것은?

① 침탄력이 강해야 한다.
② 침탄 온도에서 가열 중 용적 감소가 커야 한다.
③ 장시간 반복 사용과 고온에서 견딜 수 있는 내구력을 가져야 한다.
④ 침탄 성분 중 P와 S가 적어야 하고 강 표면에 고착물이 융착되지 않아야 한다.

48. 열처리 후 경도 불균일 검출방법에 대한 설명으로 틀린 것은?

① 부식(50% 염산수용액)되면 흐림리 나온다.
② 제품의 여러 부분에 경도를 측정한다.
③ 간편한 방법으로 줄시험이 있고, 부드러운 부분은 줄에 걸린다.
④ 연삭을 하면 연한부분은 경화부에 비하여 빛깔이 밝게 보인다.

49. 탄소강의 경우 저온뜨임취성의 현상이 생기는 온도로 가장 적당한 것은?

① 250~400℃ ② 500550℃
③ 600~750℃ ④ 800~950℃

50. 열처리 가열장치에서 라디안트 튜브(radiant tube)로에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 원판상의 로상(爐床)이 일정 속도로 회전하고 열처리 품은 앞문으로부터 일정량씩 연속 장입되고 로상이 1회전하면 열처리 온도까지 가열되는 방식이다.
② 연소용 가스버너를 내열 강관속에 붙여, 강관속에서 가스를 연소시켜 원관 표면으로부터 내는 복사열에 의해 열처리품을 가열하는 방식이다.
③ 로내에 장착한 슬로트가 달린 레토르트를 회전시켜서 열처리품을 균일하게 가열하는 방식이다.
④ 밀폐된 가열실에 침탄성, 질화성, 환원성 가스를 송입하여 무산화 열처리 또는 침탄, 질화처리 등 표면 경화를 하는 방식이다.

51. 담금질한 강의 내부응력을 제거하기 위한 열처리 방법으로 가장 옳은 것은?

① 심냉처리 ② 오스포밍
③ 인상담금질 ④ 뜨임처리

52. 냉각 방법 중 냉각 속도가 가장 늦은 열처리 방법은?

① 풀림 ② 담금질
③ 불림 ④ 수인 처리

53. 다음 강종에 대하여 담금질 온도가 가장 알맞게 연결된 것은?

① STC3 - 약 500℃ ② STD61 - 약 800℃
③ SKH51 - 약 1210℃ ④ SPS9 - 약 680℃

54. 다음 중 심냉처리에 따른 균열은 냉각온도가 낮으므로서 일어나기 쉽다. 그 원인으로 틀린 것은?

① 담금질 온도가 너무 높을 때
② 강재의 다듬질 정도가 깨끗할 때
③ 담금질한 강재에 탈탄층이 존재할 때
④ 심냉처리의 온도가 불균일하거나 정확하지 않을 때

55. Fe을 560℃ 이상의 고온으로 산화시키면 생성되는 산화물층의 순서로 옳은 것은?

① $Fe \rightarrow FeO \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe_2O_3$
② $Fe \rightarrow FeO \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4$
③ $Fe \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe_2O_3$
④ $Fe \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO$

56. 구상화 처리 후 용탕상태로 방치하면 흑연구상화 효과가 없어지는 현상은?

① 플로우(flow) 현상 ② 페이딩(fading) 현상
③ 버닝(burning) 현상 ④ 번아웃(burn out) 현상

57. 다음 중 뜨임 균열의 방지 대책으로 틀린 것은?

① 가열을 천천히 한다.
② 잔류응력을 제거한다.
③ 결정입계에 취성을 나타내는 화학성분을 증가시킨다.
④ 응력이 집중되는 부분은 열처리상 알맞게 설계한다.

58. 구리 및 구리 합금의 열처리에 대한 설명으로 틀린 것은?

① α+β 황동을 재결정 풀림과 담금질 열처리를 한다.
② α 황동은 700~730℃ 온도에서 재결정 풀림을 한다.
③ 순동은 재결정 풀림을 하고, 재결정 온도는 약 270℃다.
④ 상온 가공한 황동 제품은 시기균열을 방지하기 위해 고

온 풀림을 한다.

59. 과포화 고용체로부터 다른 상이 석출하는 현상을 이용해서 금속재료의 강도 및 그 밖의 성질을 변화시키는 처리로 두랄루민 합금의 대표적인 처리 방법은?
① 시효경화 처리 ② 가공경화 처리
③ 가공 열처리 ④ 재결정화 처리

60. 다음 중 잔류 오스테나이트가 증가하는 경우는?
① 냉각제가 저온일 경우
② 서브제로 처리를 하는 경우
③ C% 양을 감소시켰을 경우
④ $M_s$~$M_f$지점에서 서냉한 경우

## 4과목 : 재료시험

61. 침투제를 표면에 적용하고 불연속 내에 침투한 침투액이 만드는 지시모양을 관찰함으로서 결함을 찾아내는 탐상법은?
① UT ② MT
③ RT ④ PT

62. 충격시험편의 제작에 대한 설명으로 틀린 것은?
① 시험편은 가공에 의한 연화나 경화의 영향이 가능한 일어나지 않도록 기계가공한다.
② 열처리한 재료의 평가를 위한 사험편은 열처리 후에 기계 가공한다.
③ 시험편의 단면을 제외한 4면은 평활하지 않아도 된다.
④ 시험편의 기호·번호 등은 시험에 영향을 미치지 않는 부위에 표시한다.

63. 다음 중 크리프시험의 목적으로 가장 옳은 것은?
① 비틀림측정 ② 연신량측정
③ 스트레인측정 ④ 마멸량측정

64. 원자의 격자구조를 측정하기 위하여는 주로 어떤 방법을 이용하는가?
① X선 회절법 ② X선 반사법
③ X선 투과법 ④ X선 공진법

65. 금속재료의 연신율을 측정할 수 있는 시험방법은?
① 인장시험 ② 경도시험
③ 충격시험 ④ 마모시험

66. 다음 물질들의 종파의 속도가 옳게 짝지어진 것은?
① 공기 - 약 1430m/s
② 물 - 약 330m/s
③ 강 - 약 5900m/s
④ 알루미늄 - 약 8350m/s

67. 안전보건 표지의 색채와 용도가 옳게 연결된 것은?
① 빨강 - 경고 ② 파랑 - 지시
③ 녹색 - 금지 ④ 노랑 - 안내

68. 설퍼 프린트(Sulphur Print) 검사 방법에 대한 설명으로 가장 관계가 먼 것은?
① S의 분포를 검출한다.
② 3%황산 수용액을 이용한다.
③ 철강의 검사면에 인화지를 붙인다
④ S가 많은 것에 접한 인화지는 붉은색으로 된다.

69. 금속재료의 조직을 금속현미경으로 관찰하고자 한다. 시험편을 만들 때의 안전 및 유의사항으로 가장 관계가 먼 것은?
① 시험편은 평활하게 유지되도록 연마한다.
② 시험편 절단 및 연마 작업시 열 영향을 받도록 한다.
③ 시험편 제작시 시험편을 견고히 고정하여 튀지 않도록 한다.
④ 부식액이 피부에 묻지 않도록 주의하고, 묻었을 경우 곧바로 씻는다.

70. 정량 조직검사 중 결정립도 측정법에 해당하지 않는 것은?
① ASTM 결정립 측정법 ② 제프리즈법
③ 헤인법 ④ 브로즌법

71. 방사성 동위원소 중 $Co^{60}$의 반감기로 옳은 것은?
① 약 75일 ② 약 129일
③ 약 5.3년 ④ 약 31년

72. 쇼어 경도시험에서 경도 값이 낮게 나오는 이유가 아닌 것은?
① 경통 내벽에 먼지 등으로 해머의 자유를 해칠 때
② 시험면과 기축이 수직으로 되어 있지 않을 때
③ 해머가 낙하축에 완전히 장착되지 않을 때
④ 시험기 받침대가 충분한 강성이 있을 때

73. 다음 중 침탄층이나 질화층 등 표면 경화층의 경도시험에 가장 적합한 시험은?
① 쇼어 경도 ② 로크웰 경도
③ 비커즈 경도 ④ 모스 경도

74. 압축 한계가 인장 시험의 결과와 대략 일치하므로, 보통 압축시험을 하지 않는 재료는?
① 주철 ② 연강
③ 베어링합금 ④ 콘크리트

75. 금속재료의 굽힘 시험을 하면 소재의 어떤 성질을 알 수 있는가?
① 유동성 ② 주조성
③ 전·연성 ④ 취성

76. 재료에 대한 강성계수 G를 측정하는 시험법은?
① 피로 시험 ② 인장 시험
③ 경도 시험 ④ 비틀림 시험

77. 시험 전의 직경 12mm, 시험 후의 직경 4mm 였을 때 단면수축률은 약 몇 %인가?
① 11 ② 25
③ 69 ④ 89

78. 구리, 황동, 청동 등의 조직을 관찰하기 위한 부식액은?
① 피크린산 용액 ② 염화제이철 용액

③ 질산초산 용액 ④ 수산화나트륨 용액

79. 다음 중 로크웰 경도 B 스케일에 사용하는 압입자는?

① 직경 1/16인치 강구 ② 직경 1/8인치 강구

③ 직경 1/4인치 강구 ④ 직경 1/2인치 강구

80. 응력을 반복하여 가했을 때 재료 전체 또는 국부적 슬립변형이 생기며 시간과 더불어 점차적으로 발전해가는 현상을 응력-반복횟수로 알아보는 시험법은?

① 경도시험 ② 인장시험

③ 압축시험 ④ 피로시험

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