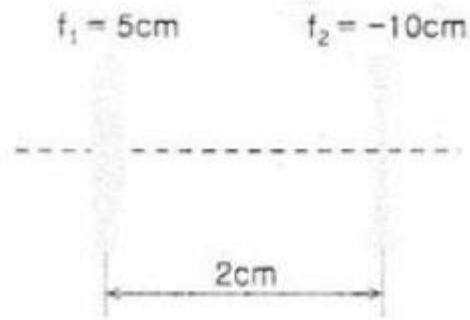


1과목 : 기하광학 및 광학기기

- 다음 중 렌즈의 초점을 구하는 방법이 아닌 것은?  
 ① 아베(Abbe) 방법      ② 노달 슬라이드법  
 ③ 자동시준화 방법      ④ 푸리에(Fourier)방법
- 두꺼운 양면 볼록렌즈의 곡률반경이 각각 8cm, -5cm이고 가운데 두께가 1cm, 굴절률이 1.6 일 때 이 렌즈계의 초점거리는 약 얼마인가?  
 ① 3.34cm                  ② 4.26cm  
 ③ 5.28cm                  ④ 6.36cm
- 초점거리가 각각 10cm인 볼록렌즈와 오목렌즈를 동일 광축위에 나란히 놓아 1개의 새로운 렌즈를 만든다면 새로운 렌즈의 유효초점거리와 렌즈의 종류는? (단, 두 렌즈 사이의 간격은 2.5cm이다.)  
 ① 25cm, 볼록렌즈      ② 25cm, 오목렌즈  
 ③ 40cm, 볼록렌즈      ④ 40cm, 오목렌즈
- “페쯔발 조건(Petzval Condition)”은 어떤 수차를 제거하기 위한 것인가?  
 ① 코마                      ② 구면수차  
 ③ 색수차                    ④ 상면만곡
- 30mm의 초점거리를 갖는 양면 볼록렌즈(Biconvex)를 굴절률이 1.5인 유리로 제작하려고 한다. 한쪽면의 곡률반경 R2를 다른 면의 곡률반경 R1의 3배가 되도록 하려고 한다면 곡률반경 R1은 얼마가 되어야 하는가?  
 ① 5mm                      ② 10mm  
 ③ 15mm                    ④ 20mm
- 정상적인 사람의 눈에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?  
 ① 눈의 원점은 무한대이다.  
 ② 눈의 근점은 약 2cm이다.  
 ③ 망막에 맺히는 상은 도립실상이다.  
 ④ 정상적인 사람의 명시거리는 약 25cm이다.
- 굴절률이 1.52인 유리판으로부터 굴절률 1.38인 박막으로 빛이 입사할 때 전반사 임계각은 약 얼마인가?  
 ① 41.2°                    ② 46.4°  
 ③ 56.2°                    ④ 65.2°
- 같은 유리로 만든 초점거리가 각각  $f_1$ ,  $f_2$ 인 2개의 렌즈를 이용하여 색수차를 제거하고자 한다. 이때 두 렌즈의 간격은 얼마인가?  
 ①  $f_1+f_2/2$               ②  $\frac{|f_1 - f_2|}{2}$   
 ③  $f_1+f_2$                 ④  $|f_1 - f_2|$
- 높이 5cm인 용기에 소금물이 담겨 있다. 굴절률은 꼭대기에서 1.4, 바닥에서 1.6이다. 용기의 중간 높이에 평행으로 입사한 광선은 용기를 지나는 동안 편향되는데 이 편향된 광선의 곡률반경은 얼마인가?  
 ① 12cm                    ② 18cm  
 ③ 25cm                    ④ 38cm

- 명시거리가 20cm인 사람이 초점거리 4cm인 볼록렌즈를 돋보기로 사용할 때 이 돋보기의 배율은 얼마인가?  
 ① 2배                        ② 4배  
 ③ 5배                        ④ 6배
- 애플레넷(Aplanat)이란 어떤 수차가 제거된 광학계를 의미하는가?  
 ① 구면수차와 코마      ② 색수차와 비점수차  
 ③ 왜곡수차와 코마      ④ 비점수차와 구면수차
- 어떤 카메라의 셔터속도를 1/400초, 조리개는 2로 하였더니 노출량이 적당하였다. 조리개를 4로 변화 시키면서 동일한 노출량을 유지하려면 셔터속도는 얼마가 되어야 하는가?  
 ① 1/6000초                ② 1/800초  
 ③ 1/200초                 ④ 1/100초
- 배율이 5인 천체망원경의 두 렌즈가 30cm 떨어져 있을 때 대물렌즈와 대안렌즈의 초점거리는 각각 몇 cm인가?  
 ① 대물렌즈 5cm, 대안렌즈 25cm  
 ② 대물렌즈 5cm, 대안렌즈 30cm  
 ③ 대물렌즈 25cm, 대안렌즈 5cm  
 ④ 대물렌즈 30cm, 대안렌즈 5cm
- 코어의 굴절률이 1.63, 클래딩의 굴절률이 1.52인 계단형 광섬유에서 수용각(Acceptance Angle)은 약 얼마인가?  
 ① 32°                        ② 34°  
 ③ 37°                        ④ 45°
- 초점거리 5cm인 볼록렌즈 후방 2cm인 곳에 초점거리 -10cm인 오목렌즈가 배열된 렌즈계에서 볼록렌즈의 전방 20cm인 지점에 물체가 놓여 있다. 두 렌즈의 직경이 서로 같다고 할 때, 입사창(entrance window)의 위치는?



- 볼록렌즈 전방 3.33cm      ② 오목렌즈 전방 1.67cm  
 ③ 볼록렌즈 후방 3.33cm      ④ 오목렌즈 후방 1.67cm
- 두께 12mm인 유리로 만든 어항에 물이 높이 24mm 만큼 담겨 있다. 어항이 마룻바닥에 놓여 있을 때 수면 위에서 수직으로 바닥을 내려다보면, 마룻바닥은 수면으로부터 얼마의 깊이로 보이는가? (단, 유리와 물의 굴절률은 각각 3/2, 4/3 이다.)  
 ① 18mm                    ② 26mm  
 ③ 36mm                    ④ 50mm
- 빛의 파장에 따라 렌즈를 통과한 광선의 굴절각이 다르기 때문에 일어나는 수차는?  
 ① 코마                      ② 구면수차

- ③ 색수차                      ④ 비점수차

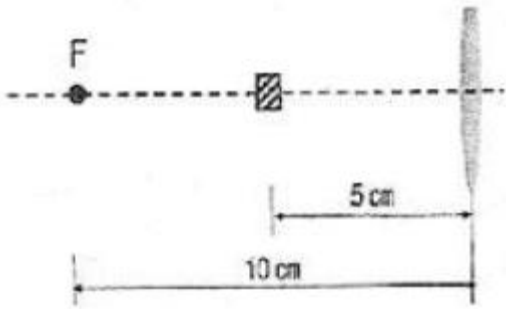
18. 스펙트럼 C선과 F선의 사이에서 플린트 유리의 아베수는 약 얼마인가? (단, 스펙트럼 C, D, F선에 대한 이 유리의 굴절률은 각각  $n_C=1.571$ ,  $n_D=1.575$ ,  $n_F=1.585$  이다.)

- ① 4.107                      ② 28.41  
③ 41.07                      ④ 69.93

19. 다음 중 렌즈의 특이점(cardinal point)이 아닌 것은?

- ① 절점(nodal point)  
② 정점(vertex point)  
③ 광심(optical center)  
④ 주요점(principal point)

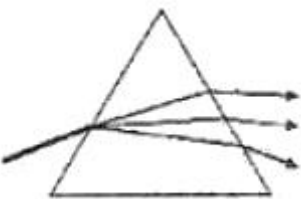
20. 초점거리가 10cm인 볼록렌즈의 좌측전방 5cm인 곳에 물체가 놓여 있다. 상의 위치와 종류를 바르게 기술한 것은?



- ① 렌즈의 좌측 10cm 인 곳에 정립허상이 생긴다.  
② 렌즈의 우측 10cm 인 곳에 도립실상이 생긴다.  
③ 렌즈의 좌측 3.3cm 인 곳에 정립실상이 생긴다.  
④ 렌즈의 우측 3.3cm 인 곳에 도립실상이 생긴다.

**2과목 : 파동광학**

21. 그림과 같은 삼각형의 프리즘에 빨강, 노랑, 파랑의 빛을 똑같이 입사시킬 때, 프리즘을 통과한 색의 배열이 옳은 것은?



- ① 아래는 빨강, 중간은 노랑, 위는 파랑  
② 아래는 빨강, 중간은 파랑, 위는 노랑  
③ 아래는 노랑, 중간은 파랑, 위는 빨강  
④ 아래는 파랑, 중간은 노랑, 위는 빨강

22. 다음 중 광섬유 내부에서의 길이에 따른 광손실을 계산하는데 사용되는 식은? (단, 길이  $l_1$ 에서의 빛의 세기는  $I_1$ ,  $l_2$ 에서의 빛의 세기는  $I_2$ 이며,  $l_1 < l_2$  이다.)

- ①  $10 \log \frac{I_1}{I_2}$                       ②  $10 \log \frac{I_2}{I_1}$

- ③  $20 \log \frac{I_1}{I_2}$                       ④  $20 \log \frac{I_2}{I_1}$

23. 선형편광기  $P_1$ 을 이용하여 무편광된 빛을  $4W/m^2$ 의 복사조도를 갖는 선형편광된 빛으로 만들었다. 이 선형편광된 빛을 선형편광기  $P_2$ 의 선형편광방향과  $30^\circ$ 의 각도로 선형편광 방향이 어긋나게 배치한 또 다른 선형편광기  $P_2$ 를 통과시킨다면 이 빛의 복사조도는 얼마가 되는가?

- ①  $1W/m^2$                       ②  $2W/m^2$   
③  $3W/m^2$                       ④  $4W/m^2$

24. 대물경 지름이 1.0m인 반사망원경으로 밤하늘에 보이는 별이 이중성(double star)인지 아닌지를 밝혀내려 한다. 사용하는 빛의 파장이  $5,000 \text{ \AA}$  이라면 이 망원경으로 식별할 수 있는 연성의 최소 각분리도( $\theta$ )는 약 얼마인가? (단, 망원경의 수차와 대기 운동에 의한 상의 흐려짐은 없다고 가정한다.)

- ①  $2.0 \times 10^{-10} \text{radian}$                       ②  $3.0 \times 10^{-8} \text{radian}$   
③  $5.1 \times 10^{-8} \text{radian}$                       ④  $6.1 \times 10^{-7} \text{radian}$

25. 영의 이중슬릿 실험에서 멀리 떨어져 있는 파장  $600\text{nm}$ 의 가간섭성 점광원을 슬릿 간격  $0.2\text{mm}$ 인 이중슬릿에 비추어 이 슬릿으로부터  $2\text{m}$  떨어진 스크린에서 간섭무늬를 관찰하였다. 가장 밝은 무늬로부터 첫 번째 어두운 무늬가 생기는 위치는 중앙에서 얼마나 떨어져 있는가?

- ①  $3\text{mm}$                       ②  $5\text{mm}$   
③  $30\text{mm}$                       ④  $50\text{mm}$

26. 굴절률이  $n$ 인 비누막이 공기 중에 놓여 있다. 파장  $\lambda$ 인 광파가 수직으로 입사하여 비누막의 윗면과 아랫면에서 반사하였다. 이 두 반사광이 보강간섭을 일으키기 위한 비누막의 광학적 두께는 얼마인가? (단, 공기의 굴절률은  $n$ 보다 작으며, 비누막의 아랫면도 공기와 접하고 있다고 가정한다.)

- ①  $\lambda/8$                       ②  $\lambda/4$   
③  $\lambda/2$                       ④  $\lambda$

27. 2개의 슬릿에  $0.2\text{mm}$  떨어져 있고  $1\text{m}$  거리에 스크린이 있을 때 세 번째 무늬가 중앙무늬에서부터  $0.75\text{mm}$ 의 거리에 있는 것을 알았다. 이때 사용한 광파의 파장은 얼마인가?

- ①  $50\text{nm}$                       ②  $60\text{nm}$   
③  $70\text{nm}$                       ④  $80\text{nm}$

28. 공간필터링을 응용하는 한 방법으로 유체역학에 관한 연구에서 널리 사용하고, 탄도학, 항공역학 및 초음파분석에 매우 유용한 방법으로 압력 변화를 굴절을 함수로 보여주는 것은?

- ① 유형 인식 방법  
② 세타(theta) 변조 방법  
③ 슈리렌(Schlieren) 방법  
④ 홀로그램(hologram) 방법

29. 신문 사진에 나타나 있는 점 배열들을 보이지 않도록 사진을 부드럽게 하려면 어떤 필터를 사용해야 하는가?

- ① 홀로그램 필터                      ② 저주파 투과 필터  
③ 광대역 투과 필터                      ④ 고주파 투과 필터

30. 패브리-페로 간섭계(Fabry-Perot interferometer)의 자유 스

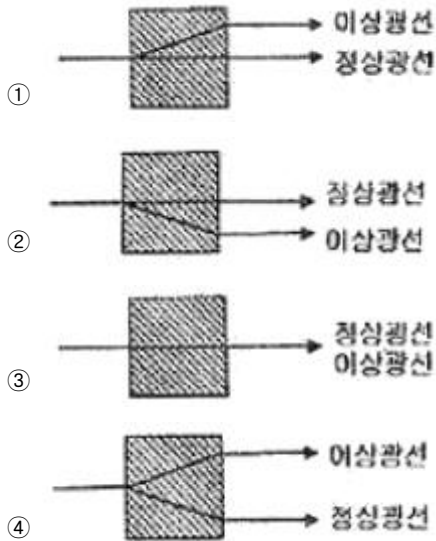
펙트럼 영역(free spectral range,  $(\Delta\nu)_{FSR}$ 이 20GHz, 반사예리도 (reflecting finesse,  $\mathcal{F}$ )가 400일 때, 이 간섭계의 분해능폭( $\Delta\nu$ )은 얼마 인가?

- ① 20MHz                      ② 50MHz
- ③ 200MHz                    ④ 500MHz

31. 마이켈슨 간섭계의 광분할기의 반사율이 75%이다. 전반사경  $M_1, M_2$ 에서 반사되어 스크린에 도달한 광파의 진폭을  $E_1, E_2$ 라고 할 때,  $E_1/E_2$ 의 크기는 얼마인가? (단, 각각의 경우에서 광속분할기의 이면에서의 반사와 광속분할기와 거울에서의 흡수는 무시한다.)

- ① 1/9                         ② 1/3
- ③ 1                            ④ 3

32. 단축결정인 방해석을 광축에서  $45^\circ$  기울어진 방향으로 잘라서 연마한 후, 연마된 면에 수직으로 빛을 입사시켰다. 이때 빛의 경로로 옳은 것은?



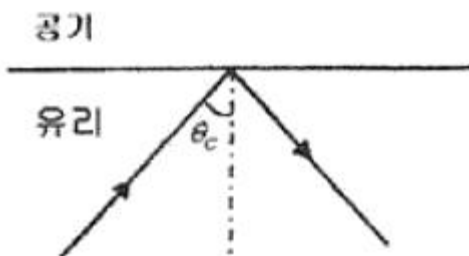
33. 다음 중 홀로그래피를 기록할 때 이용되는 광원으로 사용되지 않는 것은?

- ① LED                        ② 헬륨-네온 레이저
- ③ 아르곤 레이저            ④ 헬륨-카드뮴 레이저

34. 어떤 사람의 목소리가 가지는 고유주파수를 판별하는 방법으로 가장 적절한 것은?

- ① 마이크 사용              ② 솔리렌 방법
- ③ 스피커 사용                ④ 푸리에 변환

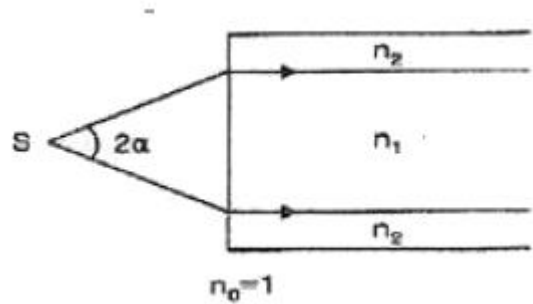
35. 굴절률이 유리 내를 진행하는 광이 공기층과 만나는 경계에서 전반사가 일어날 때 임계각(critical angle,  $\theta_c$ )은 얼마인가?



- ①  $26^\circ$                         ②  $42^\circ$

- ③  $48^\circ$                         ④  $53^\circ$

36. 그림은 클래딩으로 된 광섬유 측단면을 나타낸 것이다. 허용각(acceptance angle)  $\alpha$ 를 표현한 것으로 옳은 것은? (단, 코어와 클래딩의 굴절률은 각각  $n_1, n_2$ 이며, 공기의 굴절률  $n_0$ 는 1이다.)



- ①  $\alpha = \sin^{-1} \frac{n_1}{n_2}$                       ②  $\alpha = \sin^{-1} \frac{n_2}{n_1}$
- ③  $\alpha = \sin^{-1} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$             ④  $\alpha = \sin^{-1} \sqrt{n_2^2 - n_1^2}$

37. 보이지 탐색선이 보내온 전송사진에 기기의 조정 미비로 인하여 일정한 간격으로 수평줄이 나타났다고 할 때 전체적인 화면의 영상은 크게 상하지 않고, 렌즈의 푸리에 변환(Fourier Transform) 특성을 이용하여 이 선들을 제거할 수 있는 방법으로 옳은 것은?

- ① 푸리에 변환 면의 중심부 밝기를 증대시킨다.
- ② 푸리에 변환 면에서 중심부분의 빛을 차단한다.
- ③ 푸리에 변환하면서 렌즈의 중심부를 검게 한다.
- ④ 푸리에 변환 면의 중앙에서 좌우로 일정한 거리를 떨어진 공간주파수 성분을 차단한다.

38. 다음 중 현미경의 분해능을 결정하는 요소가 아닌 것은?

- ① 현미경 대물렌즈의 수차
- ② 시료를 비추는 빛의 파장
- ③ 시료를 비추는 빛의 밝기
- ④ 현미경 대물렌즈의 수치구경(NA)

39. 다중모드 광섬유의 분산에 있어서 가장 큰 비율을 차지하는 분산은?

- ① 모드 분산                      ② 구조 분산
- ③ 재료 분산                      ④ 스펙트럼 분산

40. 정상굴절률 1.658이고 이상굴절률 1.486인 방해석으로 진공에서 파장 600nm에서 사용할 1/4 파장판을 만든다면 가장 얇은 1/4 파장판의 두께는 약 얼마인가?

- ①  $0.45\mu\text{m}$                       ②  $0.90\mu\text{m}$
- ③  $1.80\mu\text{m}$                       ④  $2.70\mu\text{m}$

3과목 : 광학계측과 광학평가

41. 카메라와 현미경의 상에 관한 설명이 옳은 것은?

- ① 카메라는 실물보다 작은 도립실상이, 현미경에는 실물보다 큰 도립허상이 맺힌다.
- ② 카메라는 실물보다 작은 정립허상이, 현미경에는 실물보다 큰 도립실상이 맺힌다.



①  $f/\# \propto \sqrt{T}$                       ②  $f/\# \propto T^2$   
 ③  $f/\# \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$                       ④  $f/\# \propto \frac{1}{T}$

58. 다음 광학용 플라스틱 재료 중 가시광선의 투명성이 가장 우수한 것은?  
 ① PC                                      ② PS  
 ③ PMMA                                  ④ CR-39

59. 진동수가 대략  $5.2 \times 10^{14}$ Hz인 노란빛의 파장과 사람의 머리카락의 굵기( $4 \times 10^{-2}$ mm)를 비교한 설명으로 옳은 것은?  
 ① 노란빛의 파장이 머리카락의 굵기보다 약 35배 더 길다.  
 ② 노란빛의 파장이 머리카락의 굵기보다 약 69배 더 길다.  
 ③ 머리카락의 굵기가 노란빛의 파장보다 약 35배 더 굵다.  
 ④ 머리카락의 굵기가 노란빛의 파장보다 약 69배 더 굵다.

60. 다음 중 광학매질의 복굴절성을 이용한 프리즘이 아닌 것은?  
 ① 아베(Abbe) 프리즘  
 ② 로촌(Rochon) 프리즘  
 ③ 월라스톤(Wollaston) 프리즘  
 ④ 글렌-푸코(Glan-Foucault) 프리즘

**4과목 : 레이저 및 광전자**

61. 파장이  $\lambda$ 인 레이저의 선평이  $\Delta\lambda$ 이고 이 레이저의 가간섭길이(coherence length)가  $l_c$ 일 때,  $\Delta\lambda \times l_c$ 와 같은 양을 표현한 것은?  
 ① 1                                      ②  $\lambda$   
 ③  $\lambda^2$                                     ④  $\lambda^3$

62. He-Ne 레이저가 항상 선평이 1.5kHz인 단일종모드로 발진할 수 있는 가장 긴 공진기 길이는 얼마인가?  
 ① 10cm                                  ② 15cm  
 ③ 20cm                                  ④ 25cm

63. 레이저의 가간섭거리(coherence length)는 자발적 방출에 의한 자연선 천이에 의한 것보다 길게 할 수 있는데, 그 이유로 타당한 것은?  
 ① 레이저 작동시 도플러 효과에 의해 선평이 줄어들기 때문  
 ② 레이저 작동시 도플러 효과에 의해 선평이 늘어나기 때문  
 ③ 레이저 작동시 레이저 선평이 자연선폭보다 줄어들기 때문  
 ④ 레이저 작동시 레이저 선평이 자연선폭보다 늘어나기 때문

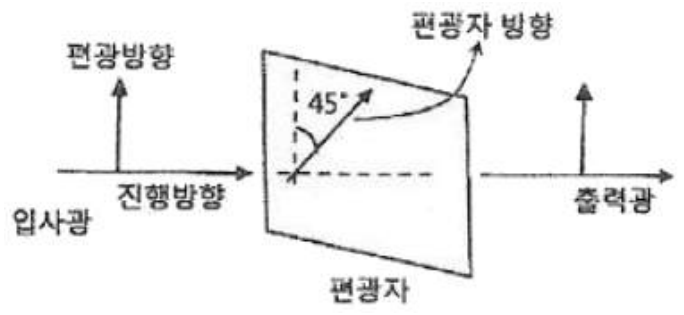
64. 편광방향이 서로 수직방향으로 주어진 두 레이저광의 간섭에 관한 설명으로 옳은 것은?  
 ① 간섭을 일으키지 않는다.  
 ② 시간 가간섭성(temporal coherence)이 충분하면 간섭을 일으킨다.  
 ③ 공간 가간섭성(spatial coherence)이 충분하면 간섭을 일으킨다.

④ 시간 가간섭성, 공간 가간섭성이 모두 충분해야 간섭을 일으킨다.

65. 임의의  $\hat{x}$  축 방향으로 편광된 빛을 90도 회전된  $\hat{y}$  축 방향으로 편광된 빛으로 바꾸기 위해 사용되는 소자는?  
 ① 선형편광기(Linear polarizer)  
 ② 반파장판(Half wave plate)  
 ③ 1/4파장판(Quarter wave plate)  
 ④ Polarization beam splitter

66. 파장이 각각  $1.06\mu\text{m}$ ,  $10.0\mu\text{m}$ 인 레이저 광을 비선형 단결정을 이용하여 합성할 때 합성된 광의 파장은 약 얼마인가?  
 ①  $0.96\mu\text{m}$                               ②  $8.94\mu\text{m}$   
 ③  $11.06\mu\text{m}$                             ④  $12.64\mu\text{m}$

67. 그림과 같이 수직방향으로 편광된 빛이 분극축이 45°로 편광투과방향으로 회전시킨 편광자(Polarizer)에 입사하면 이 편광자를 통과하는 광량은 입사광량의 몇 %가 되는가? (단, 편광자는 이상적인 것으로 가정한다.)



- ① 0%                                      ② 45%  
 ③ 50%                                    ④ 100%

68. 다음 중 결정이 복굴절성을 지니는 물질이 아닌 것은?  
 ① 석영(Quartz)                              ② 방해석(Calcite)  
 ③ 질산나트륨( $\text{NaNO}_3$ )                      ④ 염화나트륨( $\text{NaCl}$ )

69. 레이저에서 레이저 빔의 편광특성을 높이기 위한 방법으로 옳은 것은?  
 ① 레이저 공진기 내에 프리즘을 삽입한다.  
 ② 레이저 공진기 내에 에탈론을 삽입한다.  
 ③ 레이저 공진기의 창을 부르스터 각도로 기울인다.  
 ④ 레이저 공진기의 반사경으로 반사율이 아주 높은 것을 사용한다.

70.  $\text{CO}_2$  레이저는 레이저 방전관에  $\text{N}_2$ , He 등의 혼합가스를 넣어 레이저를 발진시키는데, 이들 혼합가스 중 He의 역할에 관한 설명으로 가장 적절한 것은?  
 ①  $\text{CO}_2$  분자의 여기효율을 높여 준다.  
 ②  $\text{CO}_2$  분자를 선택적으로 상위준위에 여기 시킨다.  
 ③  $\text{CO}_2$  분자에 충돌에 의한 진동에너지가 부여한다.  
 ④  $\text{CO}_2$  분자의 완화를 도와 발진효율과 출력을 증가시킨다.

71. 공기 중에서 레이저 광펄스(시간폭,  $\Delta t=0$  가정)를 목표물에 발사한 후  $10\mu\text{sec}$  가 지나서 반사 광펄스가 도착하였음을 알았다. 이때 목표물까지의 거리는 얼마인가?  
 ① 150m                                      ② 300m

- ③ 1500m                      ④ 3000m

72. 다음 중 고출력으로서 금속 및 비금속재료의 가공에 널리 쓰이는 것은?  
 ① Ar<sup>+</sup> 레이저                      ② Ruby 레이저  
 ③ CO<sub>2</sub> 레이저                      ④ He-Cd 레이저
73. 광속 직경이 2mm, 전퍼짐각(full divergence angle)이  $\Delta\theta$  인 레이저 광속을 광속확대기를 이용하여 20mm의 직경을 가진 평행한 광속으로 확대하면 이 레이저의 전퍼짐각은 얼마가 되는가?  
 ①  $\Delta\theta/20$                       ②  $\Delta\theta/10$   
 ③  $10\Delta\theta$                       ④  $20\Delta\theta$
74. 다음 중 화학 레이저에 사용되는 레이저 매질은?  
 ① Ar<sup>+</sup>                      ② HF  
 ③ GaAs                      ④ R-6G
75. 시간 및 공간 가간섭성에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?  
 ① 복소수 가간섭도의 크기는 간섭무늬의 가시도와 다르다.  
 ② 시간 가간섭성의 척도인  $P_{11}(t)$ 는 광파의 가간섭 시간과 주파수 폭의 함수이다.  
 ③ 시간 가간섭은 광원의 진동수 폭에 관련되며, 공간 가간섭성은 광원의 크기와 연관된다.  
 ④ 가간섭 시간이란 공간상의 한 점에서 광파의 위상이 일정하게 유지되는 시간을 의미한다.
76. 렌즈를 사용하여 레이저광을 집속하는 경우 집속 광속의 크기와 무관한 것은?  
 ① 입사광속의 직경                      ② 입사광속의 선폭  
 ③ 입사광속의 파장                      ④ 집속렌즈의 초점거리
77. 다음 중 레이저광의 특성에 해당되지 않는 것은?  
 ① 간섭성이 좋다.                      ② 단색성이 좋다.  
 ③ 지향성이 좋다.                      ④ 편광성이 좋다.
78. 모드 동기(mode locking)된 어떤 레이저 A에서 나오는 펄스의 시간폭이  $T_A$ 이고, 스펙트럼의 폭은  $\Delta f_A$ 이다. 이득 매질이 다른 어떤 레이저 B에서 나오는 펄스의 시간폭은  $T_B$ 이고, 스펙트럼 폭은  $\Delta f_B$ 이다. 두 펄스의 시간폭  $T_A$ ,  $T_B$ 가 모두 푸리에 (Fourier)한계값을 가진다면 두 레이저의 시간폭의 비  $T_A/T_B$ 에 가장 가까운 값은? (단,  $h$ 는 플랑크 상수이다.)  
 ①  $\Delta f_B/\Delta f_A$                       ②  $h/2$   
 ③  $h\Delta f_A/\Delta f_B$                       ④  $h \cdot \Delta f_A \cdot \Delta f_B$
79. 아날로그 방식에 비해 디지털 광 전송방식의 특성으로 옳지 않은 것은?  
 ① 광원의 전류-출력 특성의 비선형성에 의해 시스템에 미치는 영향이 적다.  
 ② 디지털 전송시스템은 오류검사코드를 사용하여 오류를 최소화 할 수 있다.  
 ③ 일반적으로 디지털 시스템은 아날로그 시스템보다 더 좋은 품질의 신호를 얻을 수 있다.  
 ④ 아날로그 신호는 중계기에서 쉽게 재구성 할 수 있으나 디지털 신호는 중계기에서 쉽게 재생될 수 없다.

$$E = \begin{pmatrix} n_o^2 & 0 & 0 \\ 0 & n_o^2 & 0 \\ 0 & 0 & n_e^2 \end{pmatrix}$$

80. 어떤 결정체의 유전율  $E$ 와 같이 표현할 수 있다면 이 결정체는 어떤 결정체인가? (단,  $n_o$ 는 정상굴절률,  $n_e$ 는 비정상굴절률이다.)  
 ① 단축결정                      ② 정방형 결정  
 ③ 쌍축결정                      ④ 육각형 결정

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