

제 63회 변리사 1차 시험

시험장 노트



변리사스쿨

PREFACE

어느덧 제63회 변리사 1차 시험이 다가오고 있습니다. 시험이 가까워지는 만큼, 모든 수험생분들께서는 상당한 스트레스를 받고 있을 것입니다.

지난 수험기간 동안에 열심히 했음에도 불구하고, 실력이 쌓이는 것 같지 않아서 답답할 것입니다.

암기하고 돌아서면 잊어버리고...
또 암기하고... 또 잊어버리고...

많이 힘드시죠? 너무나도 힘들어서 포기하고 싶고, 울고 싶을 것입니다.
합격자들이 겪는 자연스러운 현상입니다.

그러나 지금은 “나만” 힘든 것이 아닙니다.
수험생분들 모두가 힘든 시기입니다.

힘들지 않으면 절대 합격할 수 없습니다.

지금 힘들고 괴로운 것은 합격하기 위한 과정입니다.
그 고통을 이겨내시어 합격하시기를 바랍니다.

Good Luck To You
변리사스쿨 배상.

CONTENTS

변리사시험 전문학원 변리사스쿨

2026년 63회 1차 대비

01	민법 014 류호권
02	특허법 025 조현중
03	상표법 035 조현중
04	디자인보호법 042 조현중
05	물리 047 신용찬
06	화학 060 김선민
07	생물 087 박윤
08	지구과학 118 장병선

합격의 기준은 같아도, 그 기준을 만드는 곳은 CARE+뿐입니다

2026년 변리사스쿨

Care+ 관리형

2차 동차종합반

출제위원 교수특강, 교수 출제 모의고사, 밀착관리, 그리고 압도적 가성비까지.
이 네 가지를 모두 갖춘 동차 종합반은 오직 CARE+ 하나입니다.
63회, 합격의 흐름은 여기서 시작됩니다.

01 THE SPECIAL

출제위원이 직접 가르치고, 직접 출제합니다.

- ▶ 출제위원·채점위원급 로스쿨 교수진 특강
- ▶ 교수님 직접 출제 모의고사 → 실제 시험과 가장 근접한 난도 제공
- ▶ 다른 학원에서는 절대 제공할 수 없는 실전 수준의 콘텐츠
- ▶ 동차생에게 가장 빠르게 '출제자의 시각'을 구축하는 방법
- ▶ CARE+만이 가능한, 진짜 실전형 학습 시스템.

02 THE PERFECT

관리라고 부르지만, CARE+는 '실행'합니다.

- ▶ 출석·과제·진도·몰입도까지 체크하는 실질관리
- ▶ 답안지작성 + 개별 피드백으로 학습 루틴 고정
- ▶ 동차 직후에도 이어지는 AFTER-CARE 시스템
- ▶ 혼자 흔들리지 않도록 '합격 흐름'을 유지시키는 구조적 관리
- ▶ 동차생이 가장 필요한 것만 남긴, 진짜 관리형 종합반

03 THE PREMIUM







프리미엄을 유지하면서도, 비용은 최소화했습니다.


- ▶ 동급 학원 대비 압도적으로 낮은 수강료
- ▶ 수강기간은 25년 12월 31일까지 — 동차생에게 최장 제공
- ▶ 전 강좌 무제한 수강 + 프리미엄 독서실 사용(63회 2차시험일까지)
- ▶ 교수특강·모의고사·관리·루틴까지 모두 포함된 올인원 구성
- ▶ 동차 준비생에게 가장 '현실적이고 효율적인 선택'.

변리사스쿨 Care+ 동차종합반
현장종합반

변리사스쿨 Care+ 동차종합반
온라인종합반

- 26년 12월 31일까지 제공

-  교수님 출제 THE PREMIUM 2차 실전모의고사 무료응시
-  2차 동차 대비 특허법 선행강의 제공
-  종합반 커리큘럼외 강의 20%할인 제공
-  출제위원 교수특강 + 모의고사 제공
-  현직 변리사 밀착관리 + 매일 암기자료 제공
-  장학제도 운영 & 모의고사 성적우수자 혜택 운영

 24시 프리미엄 독서실 제공
(63회 2차시험일까지)

인마이제이 독서실 20%할인 제공
(동차종합반 운영기간내)

220만원 (2회 분납결제 O)

120만원 (분납 X)

합격은 더 빨리 시작한 사람이 가져갑니다.

조기등록자에게만 제공되는

실전적·직접적·즉시 체감 가능한 혜택입니다.

전년도
2차 강좌
무제한 제공

개강 전부터 선행 학습 가능
흐름을 미리 잡아 동차 초반 러닝커브 제거
'기초 체감 향상' 혜택

과년도
교수특강
전체 제공

출제위원급 교수진의 특강 제공
실제 출제·채점 포인트 학습
강의 스타일·출제 시각에 미리 적응

인마이제이
독서실
20% 할인

장기전에 중요한
'집중 공간' 선택 및 할인 혜택
CARE+ 수험 루틴 정착, 안정된 환경 확보

CARE+ 동차종합반 핵심 혜택

01. 출제위원 교수특강 & 교수 출제 모의고사

- 🎓 출제위원·채점위원 출신 교수진
- 📄 교수 직접 출제 실전 모의고사
- 🎯 실제 시험 난도·논점 구조 습득

02. 현직 변리사 밀착관리

- 👥 줌미팅을 통한 1:1 피드백
- 🕒 학습 방향·전략 설계
- 📊 출석·과제·진도 통합 관리

03. 매일 학습자료 제공

- 📖 이론·판례·논점연습 핵심 요약
- 🔄 반복 루틴 자동화
- 🕒 동차생 필수 암기량 완충

04. THE PREMIUM 실전모의고사 무료응시

- 🎓 출제위원 교수 출제 모의고사
- 📄 정밀 강사피드백
- 🏆 우수자 장학제도 운영

05. 프리미엄 자습환경 제공

- 🏠 현장종합반(63회 2차시험일까지)
→ 24시간 독서실
- 🔊 백색소음기 설치
- 📶 온라인종합반반 → 인마이제이 20% 할인

06. 압도적 가성비 & 최장 수강기간

- 📅 26년 12월 31일까지 무제한 수강
- 💰 동급 대비 최저 비용
- 📦 교수특강·모의고사·관리·독서실 ALL-IN

CARE+는 단순한 강의 제공이 아니라,

‘합격이 만들어지는 **환경**’까지 설계한 **유일한 동차 시스템**입니다.

실제 합격자들이 증명한 CARE+의 힘

변리사스쿨 동차 종합반, 수많은 합격자가 증명합니다. (종합반 합격수기 중 발췌)

1

“공부를 어떻게 시작해야 할지 고민하는 시간 자체가 줄었습니다.”

1차 후, 동차 후에는 누구나 “어떻게 시작해야 하지?”라는 막막함이 찾아옵니다.
하지만 종합반 등록 후에는:

- 📅 촘촘하게 짜인 커리큘럼 덕분에 시작을 고민할 시간이 사라졌고
 - 📖 출석체크·암기테스트가 루틴을 자동으로 만들어주며
 - 🕒 계획 수립이 아닌 “따라가기만 하면 되는 환경”이 완성됨
- “혼자 계획을 세우는 시간이 줄어드니 공부 시작이 훨씬 수월했습니다.”

2

“종합반내의 스터디가 합격의 큰 힘이 되었습니다.”

- 👥 종합반에서 공부 파트너가 생기고
 - 🏠 인마이제아별관 등 스터디 장소가 학습 공간과 가까워 접근성 최고
- 특히 2차 준비에서는
- 📌 기상 스터디 / 📖 암기 스터디 / 📝 GS 쓰기 스터디
- 등 다양한 형태의 스터디가 형성되어 강제성과 동기부여를 동시에 제공했습니다.
- “스터디가 없었다면 절대 합격 못 했습니다.”

3

“출석·과제·After-Care 시스템이 공부 흐름을 유지해줬습니다.”

- ✓ 등원하면 출석체크 → 하원하면 과제체크
 - 📅 동차 직후(9~12월)에는 멘탈이 가장 흔들릴 시기인데,
- After-Care 시스템이 강제성과 안정감을 제공
- “시험 직후 무너지는 시기에 공부를 다시 붙잡게 해준 건 After-Care였습니다.”

4

“출제위원 특강을 통해 답안의 ‘기준’을 세울 수 있었습니다.”

- 🏠 현직 로스쿨 교수 초청 특강을 통해
 - ★ 출제·채점위원의 실제 시각, 답안 구성 방식, 필수 논점 등을 직접 듣고
 - 🎯 2차 답안의 “틀”을 잡을 수 있었음
- “실제 출제자들의 시각을 들을 수 있다는 점이 가장 큰 차별점이었습니다.”

5

“변리사님의 상담이 멘탈 관리와 방향 설정에 큰 도움.”

- 💡 슬럼프 시기에 직접 상담
 - 🍽️ 식사 자리에서 조언 제공
 - 🔧 공부 방법·시간 관리 등 실질적 피드백
- “멘탈이 가장 힘든 시기마다 도와주신 덕에 완주할 수 있었습니다.”

6

“GS·특강·기초 과정이 이후의 학습 기반을 완전히 만들어줬습니다.”

- 📖 판례강의·기초GS·실전GS를 통해 판례 이해·목차 구성·시간관리의 기준을 확립
- 특히 민소·특허에서 강사별 피드백이 답안의 논리 구조와 가독성을 변화시킴
- “처음엔 막막했지만 GS를 통해 답안이 점점 정돈된다는 걸 느꼈습니다.”

합격은 ‘혼자’가 아니라 ‘올바른 환경’에서 만들어집니다.

CARE+ 합격생들이 직접 증명합니다.

CARE+ 동차합격 로드맵

합격은 운이 아니라 흐름입니다.

CARE+는 합격자들이 실제로 밟은 학습 시나리오를 바탕으로
시험일까지 단계별 완성 전략을 제공합니다.

[CARE+ 동차 합격 커리큘럼] — 3~9월 STEP FLOW

	2	3	4	5	6	7
민사소송법	기본강의		사례강의 기초 GS	실전 GS	실전 GS	최종정리
특허법	기본 및 사례 기초GS		기초GS 실전GS	실전GS	실전GS	TOP10 및 최신판례정리
[교수님출제] 실전모의고사				실전모의고사		

STEP 1. 전과목 기반 완성 — 기본 이론 구축 (3~4월)

“흐름을 잡는 시기, 모든 과목의 뼈대를 세웁니다.”

- 민사소송법 기본강의
- 특허법 기본강의 + 사례 도입
- 출석·암기·과제 기반의 강제 루틴 정착

📌 목표: 기초이론 완성 → 답안작성대비 전환 준비

STEP 2. 문제 대응력 강화 — 기초 GS & 사례 훈련 (5월)

“문제를 읽으면 ‘무엇을 써야 하는지’ 보이기 시작하는 시기”

- 민소 사례강의 + 기초GS
- 특히 기초GS + 판례 이해 구조화
- 이론(조문·판례) & 답안작성대비 논점 회독 루틴 본격화

✚ 목표: 답안의 틀 형성 + 논점 포착력 강화

STEP 3. 실전 전환 — 실전 GS (6월)

“답안의 속도·가독성·구조가 완성되는 시기.”

- 전 과목 실전 GS A
- 2시간 4문제 루틴 정착
- 논점·판례 간 유기적 연결 훈련
- 매일과제 + 개별스터디 기반 쓰기량 증가
- 답안작성 멘토링으로 방향 교정

✚ 핵심 목표: 실전 감각 완성 + 안정적인 답안 구조 확보

STEP 4. 시험 전 마무리 — 실전 GS + 최종 정리 (7월 시험 직전)

“실제 점수를 결정짓는 마지막 압축 시기.”

- 개별 단권화 자료 반복
- 최신판례·논점 최종 정리
- 사안포섭 마무리로 완성도 극대화

✚ 핵심 목표: 흔들리지 않는 답안 완성 → 시험장 실전 대응력 극대화

[CARE+ 기득 합격 커리큘럼] — 8~12월 STEP FLOW

“동차 때의 부족함을 구조적으로 되잡아 고득점 체계를 만드는 과정”

	8	9	10	11	12
민사소송법	기득대비 집중면담	심화강의	기출사례	기득기초GS	기득실전GS
특허법		판례심화		사례강의	기출GS

STEP 1. 재정비 구간 — 기득 대비 기반 다지기 (8월)

“해설 기반의 기초 재정비가 기득의 출발점.”

- 민소·특허 기득 대비 강의
- 1:1 집중면담으로 부족 영역 확인
- 답안복기에 의한 답안문제점 파악 및 리빌딩

📌 핵심 목표: 기존 오류·불안 요소 제거 → 새 출발점 구축

STEP 2. 심화 논점 강화 (9월)

“고득점 답안을 만드는 논리의 뼈대를 쌓는 시기.”

- 민소·특허 심화강의
- 논점 간 상호 연결 구조 정립

📌 핵심 목표: 심화 논점 이해 → 고득점형 사고 구성

STEP 3. 기출·사례 실전화 (10월)

“기득 합격은 기출과 판례의 정확한 이해에서 결정된다.”

- 민소 기출사례 집중
- 특허 판례심화
- 기출 → GS 구조 변환 연습

✚ 핵심 목표: 출제 패턴 완전 이해 → 실전 사고 흐름 확보민소 기출사례 집중

STEP 4. 실전 GS 반복 — 답안 완성도 극대화 (11~12월)

“실전 답안의 완성도를 최고치로 끌어올리는 단계.”

- 기득 기초GS → 실전GS 연속 진행
- 답안 구성·가독성 완성
- 중요쟁점 업데이트
- 논점 회독 극대화

✚ 핵심 목표: 정교한 답안 생산 + 고득점 안정화

✨ CARE+ 커리큘럼의 본질

- 동차: 기본기 → 문제풀이 → 실전전환 → 완성
- 기득: 재정비 → 심화 → 기출·판례 실전화 → 완성

CARE+는 강의를 나열하지 않습니다.

합격까지의 흐름을 설계합니다.

교수특강(Real Insight Program)

중앙대 로스쿨 이규호 교수

서강대 로스쿨 김상수 교수

출제위원 출신 로스쿨 교수들의 실전 특강

- 실제 출제·채점위원 경험을 바탕으로
 - 답안 작성 기준·채점 시각·논점 구성 원칙을 제공
 - 종합반 수강생 만족도 TOP 프로그램
 - 합격생들이 공통적으로 “가장 도움이 되었다”고 평가
- “답안이 달라졌습니다. 구조가 보이기 시작했습니다.”

★ 멘토링팀 — CARE+ 전문 멘토단

“멘탈·루틴·전략까지 전방위 지원”

- 합격 루틴 설계
- 1:1 상담(학습 방향·과목별 전략)
- 슬럼프 관리 & 공부 리듬 유지 지원
- 스터디 매칭·진도 관리·GS 전략 안내

“슬럼프 때마다 방향을 다시 잡아준 진짜 멘토.”

강사진은 단순 강의자가 아닙니다.

합격을 '만드는 사람들'입니다.

CARE+는 이들과 함께 합격 설계를 완성합니다.

CARE+ Service System

"강의·특강·모의고사 외에도 CARE+만의 시스템이 여러분의 합격을 설계합니다."

CARE+
학습 루틴
유지 시스템

- ◆ 출석 자동 체크
- ◆ 과제 제출 확인
- ◆ 체계적인 주간·월간 진도 관리
- ◆ 학습 누락 방지 시스템(알림 기반)

CARE+
멘탈·생활 리듬
관리 서비스

- 🍀 슬럼프 대응 전략 안내
- 📅 하루 학습 루틴 재정비
- ☕ 수험생활 동선·생활 패턴 코칭
- 📅 시험 전 스트레스 관리 프로그램

CARE+
수험생 행정·운영
지원 서비스

- 📅 강의 일정·시험 일정 통합 안내
- 📄 과목별 교재 리스트 관리
- 📝 수험표·응시 분야 관련 안내
- 📄 주요 법령·판례 업데이트 알림

CARE+
After
Care+

- 🔄 다시 시작할 때 필요한 학습 방향 재설계
- 🕒 멘토 변리사 1:1 재상담
- 📚 부족한 영역 중심 보완 전략 제공
- 🌸 루틴·멘탈 회복 프로그램 제공

CARE+
종합반 재등록비
지원 제도

- 재등록 시 등록금 10% 할인(공통 제공)
- ✓ 아래 조건 충족 시, 2차 종합반 재등록비 전액 지원
 - 출석률 70% 이상 인증
 - 암기 테스트 인증 70% 이상 인증
 - THE PREMIUM 모의고사 현장 응시
 - 개별 상담 3회 이상 진행

"합격을 설계하는 프로그램 CARE+. 마지막까지 책임집니다."

강의·관리·환경·전략. 합격에 필요한 모든 것이 CARE+ 안에 있습니다
당신은 공부만 하세요. 합격까지의 나머지는 CARE+가 준비했습니다



01 | 민법

류호권

2026 변리사1차 민법시험 대비 시험장자료(중요최신판례OX)

* 최신판례 중 시험에 출제될 가능성이 높은 판례들을 OX지문의 형태로 모아보았습니다. 반복하여 숙지하시기 바랍니다.

변리사스쿨 민법 류호권

□□ 어떤 토지가 개설경위를 불문하고 일반 공중의 통행에 공용되는 도로, 즉 공로가 되면 그 부지의 소유권 행사는 제약을 받게 되며, 이는 소유자가 수인하여야만 하는 재산권의 사회적 제약에 해당한다. 따라서 공로 부지의 소유자가 이를 점유·관리하는 지방자치단체를 상대로 공로로 제공된 도로의 철거, 점유 이전 또는 통행금지를 청구하는 것은 법질서상 원칙적으로 허용될 수 없는 '권리남용'이라고 보아야 한다().

(○) : 어떤 토지가 개설경위를 불문하고 일반 공중의 통행에 공용되는 도로, 즉 공로가 되면 그 부지의 소유권 행사는 제약을 받게 되며, 이는 소유자가 수인하여야만 하는 재산권의 사회적 제약에 해당한다. 따라서 공로 부지의 소유자가 이를 점유·관리하는 지방자치단체를 상대로 공로로 제공된 도로의 철거, 점유 이전 또는 통행금지를 청구하는 것은 법질서상 원칙적으로 허용될 수 없는 '권리남용'이라고 보아야 한다(대판 2021. 10. 14, 2021다242154).

□□ 채권자 甲이 채무자 乙에게 대여금반환채무의 이행을 최고한 경우, 최고 후 6개월 내에 乙의 승인이 있었더라도 민법 제174조에서 최고 후 6개월 내에 확정적으로 시효를 중단시키기 위해 취할 보완조치에 채무의 승인을 포함하고 있지는 않으므로, 최고시에 시효중단의 효력이 발생하는 것은 아니다().

(×) : 민법 제174조는 "최고는 6월 내에 재판상의 청구, 파산절차참가, 화해를 위한 소환, 임의출석, 압류 또는 가압류, 가처분을 하지 아니하면 시효중단의 효력이 없다."라고 정한다. 위 규정은 채권자가 최고 후 6개월 내에 확정적으로 시효를 중단시키기 위해 취할 보완조치에 채무의 승인을 포함하고 있지는 않지만, 최고 후 6개월 내에 채무자의 승인이 있는 경우에도 위 규정을 유추적용하여 시효중단의 효력이 발생한다고 해석하는 것이 타당하다(대판 2022. 7. 28, 2020다46663).

□□ 채권자가 채무자의 제3채무자에 대한 채권을 압류할 당시 그 피압류채권이 부존재하는 경우에도 특별한 사정이 없는 한 압류집행으로써 그 집행채권의 소멸시효는 중단된다().

□□ 위의 경우 특별한 사정이 없는 한 압류명령의 송달로써 개시된 집행절차는 곧바로 종료되고, 이로써 시효중단사유도 종료되어 집행채권의 소멸시효는 그때부터 새로이 진행한다().

□□ 위의 법리는 가까운 장래에 피압류채권이 발생할 것이 상당한 정도로 기대된다고 보기 어려워 장래의 채권에 대한 압류가 효력이 없는 경우에도 마찬가지이다().

(○), (○), (○) : 채권자가 채무자의 제3채무자에 대한 채권을 압류할 당시 그 피압류채권이 부존재하는 경우에도 집행채권에 대한 권리 행사로 볼 수 있으므로 특별한 사정이 없는 한 압류집행으로써 그 집행채권의 소멸시효는 중단된다. 다만 압류명령 정본이 제3채무자에게 송달될 당시 피압류채권 발생의 기초가 되는 법률관계가 없어 피압류채권이 존재하지 않는 경우에는 압류의 효력이 없으므로, 특별한 사정이 없는 한 압류명령의 송달로써 개시된 집행절차는 곧바로 종료되고, 이로써 시효중단사유도 종료되어 집행채권의 소멸시효는 그때부터 새로이 진행된다고 보아야 한다. 이는 가까운 장래에 피압류채권이 발생할 것이 상당한 정도로 기대된다고 보기 어려워 장래의 채권에 대한 압류가 효력이 없는 경우에도 마찬가지이다(대판 2025. 5. 15, 2024다310980).

□□ 채무자가 시효완성 후 채무를 승인한 경우에는 시효완성의 사실을 알고 그 이익을 포기한 것으로 추정된다().

(×) : [다수의견] '채무자가 시효완성 후 채무를 승인한 경우에는 시효완성의 사실을 알고 그 이익을 포기한 것으로 추정된다.'는 법리(이하 '추정 법리'라 한다)는 타당하지 않다[대판(전합) 2025. 7. 24, 2023다240299]. 원고가 2016. 2. 6.부터 2017. 7. 6.까지 합계 1,800만 원(이는 제4 차용금의 차용 시부터 변제기까지 12개월분의 약정이자와 일치하는 액수이다)을 피고에게 일부 변제한 사실은 인정되나, 그것만으로 당시 원고가 제1, 2 차용금 이자채무의 시효완성 사실을 알면서도 그로 인한 법적인 이익을 받지 않겠다는 의사표시를 하였다고 추정할 수는 없다. 따라서 원심으로서 원고가 피고에 대한 차용금채무 중 일부를 변제할 당시 제1, 2 차용금 이자채무의 시효완성 사실을 알면서도

시효이익을 포기하는 의사표시를 하였는지 여부를 구체적으로 심리하였어야 한다. 여기서 시효완성 사실을 알면서도 시효이익을 포기하는 의사표시를 하였는지 여부는 일부 변제에 이르게 된 구체적인 동기와 경위 및 자발성, 일부 변제액과 소멸시효가 완성된 채무액 사이의 차이, 일부 변제 당시 시효기간을 도과한 정도, 일부 변제 당시 및 전후의 언동, 당사자들의 관계와 거래지식 및 경험 등 개별 사안에 존재하는 여러 사정을 종합적으로 고려하여 객관적이고 합리적으로 판단하여야 한다.

□□ 소멸시효 이익의 포기사유로서 채무승인은 그 표시의 방법에 아무런 제한이 없어 묵시적인 방법으로도 가능하다().
 □□ 시효이익의 포기는 상대적 효과가 있을 뿐이므로 채무자가 취소채권자의 피보전채권에 대하여 시효기간이 지난 후 변제하는 등으로 시효이익을 포기하였다고 하더라도 그 효력이 사해행위의 수익자에게 미치지 아니하고 수익자는 여전히 피보전채권의 소멸시효를 주장할 수 있다().

(○), (○) : [1] 시효이익을 받을 채무자는 소멸시효가 완성된 후 시효이익을 포기할 수 있고, 이것은 시효의 완성으로 인한 법적인 이익을 받지 않겠다고 하는 효과의사를 필요로 하는 의사표시이다. 소멸시효 이익의 포기사유로서 채무승인은 그 표시의 방법에 아무런 제한이 없어 묵시적인 방법으로도 가능하기는 하지만, 적어도 채무자가 채권자에 대하여 부담하는 채무의 존재에 대한 인식의 의사를 표시함으로써 성립하게 되고, 그러한 취지의 의사표시가 존재하는지 여부의 해석은 그 표시된 행위 내지 의사표시의 내용과 동기 및 경위, 당사자가 그 의사표시 등에 의하여 달성하려고 하는 목적과 진정한 의도 등을 종합적으로 고찰하여 사회정의와 형평의 이념에 맞도록 논리와 경험의 법칙, 사회일반의 상식에 따라 객관적이고 합리적으로 이루어져야 한다. 원심이 피고 측의 채무의 일부 변제로 시효이익 포기가 추정된다고 판단한 부분은 적절하지 않다. 그러나 피고 측에서 채무승인이나 일부 변제에 이르게 된 구체적인 동기와 경위, 채무승인의 내용과 그 횟수, 이를 전후한 언동, 채무승인과 일부 변제 당시 시효기간을 도과한 정도, 당사자들의 관계와 거래지식 및 경험 등을 종합적으로 고려하면, 피고 측의 묵시적인 시효이익 포기 의사표시를 인정할 수 있으므로, 나머지 채무의 시효이익이 포기되었다는 원심의 결론은 받아들일 수 있고, 그 밖에 원심의 판단에 상고이유 주장과 같이 변론주의를 위반하거나 관련 법리를 오해하는 등으로 판결에 영향을 미친 잘못이 없다. [2] 소멸시효를 원용할 수 있는 사람은 권리의 소멸에 의하여 직접 이익을 받는 자에 한정된다. 사해행위취소소송의 상대방이 된 사해행위의 수익자는 사해행위가 취소되면 사해행위에 의하여 얻은 이익을 상실하게 되나, 사해행위취소권을 행사하는 채권자의 채권이 소멸되면 그와 같은 이익의 상실을 면할 수 있는 지위에 있으므로, 그 채권의 소멸에 의하여 직접 이익을 받는 자에 해당한다. 또한 시효이익의 포기는 상대적 효과가 있을 뿐이므로 채무자가 취소채권자의 피보전채권에 대하여 시효기간이 지난 후 변제하는 등으로 시효이익을 포기하였다고 하더라도, 그 효력이 사해행위의 수익자에게 미치지 아니하고 수익자는 여전히 피보전채권의 소멸시효를 주장할 수 있다(대판 2025. 9. 25, 2024다254387).

□□ 점유권에 기한 소와 본권에 기한 소는 서로 영향을 미치지 아니하고, 점유권에 기한 소는 본권에 관한 이유로 재판하지 못하므로 점유회수의 청구에 대하여 점유침탈자가 점유물에 대한 본권이 있다는 주장으로 점유회수를 배척할 수 없다(민법 제208조). 그러므로 점유권에 기한 본소에 대하여 본권자가 본소청구 인용에 대비하여 본권에 기한 예비적 반소를 제기하고 양 청구가 모두 이유 있는 경우, 법원은 점유권에 기한 본소와 본권에 기한 예비적 반소를 모두 인용해야 하고 점유권에 기한 본소를 본권에 관한 이유로 배척할 수 없다().

(○) : 대판 2021. 2. 4, 2019다202795, 202801

□□ 소유권에 기한 방해배제청구권에서 '방해'는 현재 지속되고 있는 침해를 의미한다().

□□ 소유권에 기한 방해배제청구권에 있어서 '방해'란 현재에도 지속되고 있는 침해를 의미하므로, 소유권에 기한 방해배제청구권은 방해결과의 제거를 내용으로 할 수는 없다().

□□ 甲 소유 토지 아래에 乙이 생활쓰레기와 산업쓰레기 등을 매립하였는데, 그 쓰레기 등이 부패, 소멸되지 않고 현재도 토지 지하에 그대로 남아 있다면, 甲이 그 쓰레기 매립에 동의하지 않은 이상 쓰레기 매립 후 상당한 시간이 경과하였다고 하더라도 甲은 乙을 상대로 소유권에 기한 방해배제청구권을 행사하여 쓰레기의 수거 및 원상복구를 청구할 수 있다().

(○), (○), (×) : 소유권에 기한 방해배제청구권에 있어서 '방해'라 함은 현재에도 지속되고 있는 침해를 의미하고, 법익 침해가 과거에 일어나서 이미 종결된 경우에 해당하는 '손해'의 개념과는 다르다 할 것이어서, 소유권에 기한 방해배제청구권은 방해결과의 제거를 내용으로 하는 것이 되어서는 아니 되며(이는 손해배상의 영역에 해당한다 할 것이다) 현재

계속되고 있는 방해의 원인을 제거하는 것을 내용으로 한다(대판 2003. 3. 28, 2003다5917). 갑 지방자치단체가 30여 년 전 쓰레기매립지에 쓰레기를 매립하는 과정에서 매립지와 경계를 같이하는 인접 토지에 상당한 양의 쓰레기가 매립되었고, 그 후 인접 토지의 소유권을 취득한 을이 토지를 굴착한 결과 지하 1.5~4m 지점 사이에 비닐, 목재, 폐의류, 오폐수, 건축폐기물 등 각종 생활쓰레기가 뒤섞여 혼합된 상태로 매립되어 있었고 주변 토양은 검게 오염되어 있었으며, 이에 을이 갑 지방자치단체를 상대로 매립물제거 등을 구한 사안에서, 위 토지 지하에 매립된 생활쓰레기는 매립된 후 30년 이상 경과하였고, 그 사이 오폐수와 각종 생활쓰레기가 주변 토양과 뒤섞여 토양을 오염시키고 토양과 사실상 분리하기 어려울 정도로 혼재되어 있다고 봄이 타당하며, 이러한 상태는 과거 갑 지방자치단체의 위법한 쓰레기매립행위로 인하여 생긴 결과로서 토지 소유자인 을이 입은 손해에 불과할 뿐 생활쓰레기가 현재 을의 소유권에 대하여 별도의 침해를 지속하고 있는 것이라고 볼 수 없으므로, 을의 방해배제청구는 인용될 수 없다(대판 2019. 7. 10, 2016다205540).

□□ 부동산에 부합된 물건이 사실상 분리복구가 불가능하여 거래상 독립한 권리의 객체성을 상실하고 그 부동산과 일체를 이루는 부동산의 구성부분이 된 경우에는 타인이 권원에 의하여 이를 부합시켰더라도 그 물건의 소유권은 부동산의 소유자에게 귀속되어 부동산의 소유자는 방해배제청구권에 기하여 부합물의 철거를 청구할 수 없고, 부합물이 위와 같은 요건을 충족하지 못해 그 물건의 소유권이 부동산의 소유자에게 귀속되었다고 볼 수 없는 경우에도 부동산의 소유자는 방해배제청구권에 기하여 부합물의 철거를 청구할 수 없다().

(×) : 부동산에 부합된 물건이 사실상 분리복구가 불가능하여 거래상 독립한 권리의 객체성을 상실하고 그 부동산과 일체를 이루는 부동산의 구성부분이 된 경우에는 타인이 권원에 의하여 이를 부합시켰더라도 그 물건의 소유권은 부동산의 소유자에게 귀속되어 부동산의 소유자는 방해배제청구권에 기하여 부합물의 철거를 청구할 수 없지만, 부합물이 위와 같은 요건을 충족하지 못해 그 물건의 소유권이 부동산의 소유자에게 귀속되었다고 볼 수 없는 경우에는 부동산의 소유자는 방해배제청구권에 기하여 부합물의 철거를 청구할 수 있다(대판 2020. 4. 9, 2018다264307).

[공통사례] 甲은 X토지의 소유자인 丙과 매매계약을 체결하고 그 대금을 지급한 후, 소유권이전등기는 자신과 명의신탁약정을 한 친구 乙에게 이전해 줄 것을 요청하여 乙 앞으로 그 등기가 경료되었다.

□□ 乙이 X토지를 임의로 처분하여 丁 명의로 이전등기가 마쳐진 경우, 乙은 甲에게 丁으로부터 받은 처분대금을 부당이득으로 반환할 의무가 있다().

□□ 乙이 X토지에 관하여 戊에게 근저당권을 설정한 경우, 乙은 근저당권의 피담보채무액 상당의 이익을 얻은 반면에 소유자인 매도인 丙에게 그에 상응하는 손해를 입혔으므로 乙은 丙에 대하여 부당이득반환의무를 부담하고, 명의신탁자인 甲에 대하여는 부당이득반환의무를 부담하지 않는다().

(○), (×) : [다수의견] (가) 3자간 등기명의신탁에서 명의수탁자의 임의처분 또는 강제수용이나 공공용지 협의취득 등 (이러한 소유명의 이전의 원인관계를 통틀어 이하에서는 ‘명의수탁자의 처분행위 등’이라 한다)을 원인으로 제3자 명의로 소유권이전등기가 마쳐진 경우, 특별한 사정이 없는 한 제3자는 유효하게 소유권을 취득한다[부동산 실권리자명의 등기에 관한 법률(이하 ‘부동산실명법’이라 한다) 제4조 제3항]. 그 결과 매도인의 명의신탁자에 대한 소유권이전등기의 무효는 이행불능이 되어 명의신탁자로서는 부동산의 소유권을 이전받을 수 없게 되는 한편, 명의수탁자는 부동산의 처분대금이나 보상금 등을 취득하게 된다. 판례는, 명의수탁자가 그러한 처분대금이나 보상금 등의 이익을 명의신탁자에게 부당이득으로 반환할 의무를 부담한다고 보고 있다. 이러한 판례는 타당하므로 그대로 유지되어야 한다. (나) 명의수탁자가 부동산에 관하여 제3자에게 근저당권을 설정하여 준 경우에도 부동산의 소유권이 제3자에게 이전된 경우와 마찬가지로 보아야 한다. 명의수탁자가 제3자에게 부동산에 관하여 근저당권을 설정하여 준 경우에 제3자는 부동산실명법 제4조 제3항에 따라 유효하게 근저당권을 취득한다. 이 경우 매도인의 부동산에 관한 소유권이전등기의무가 이행불능된 것은 아니므로, 명의신탁자는 여전히 매도인을 대위하여 명의수탁자의 부동산에 관한 진정한 회복을 원인으로 한 소유권이전등기 등을 통하여 매도인으로부터 소유권을 이전받을 수 있지만, 그 소유권은 명의수탁자가 설정한 근저당권이 유효하게 남아 있는 상태의 것이다. 명의수탁자는 제3자에게 근저당권을 설정하여 줌으로써 피담보채무액 상당의 이익을 얻었고, 명의신탁자는 매도인을 매개로 하더라도 피담보채무액만큼의 교환가치가 제한된 소유권만을 취득할 수 밖에 없는 손해를 입은 한편, 매도인은 명의신탁자로부터 매매대금을 수령하여 매매계약의 목적을 달성하였으면서도 근저당권이 설정된 상태의 소유권을 이전하는 것에 대하여 손해배상책임을 부담하지 않으므로 실질적인 손실을 입지 않는다. 따라서 3자간 등기명의신탁에서 명의수탁자가 부동산에 관하여 제3자에게 근저당권을 설정한 경우 명의수탁자

는 근저당권의 피담보채무액 상당의 이익을 얻었고 그로 인하여 명의신탁자에게 그에 상응하는 손해를 입혔으므로, 명의수탁자는 **명의신탁자에게** 이를 부당이득으로 반환할 의무를 부담한다(대판 2021. 9. 9, 2018다284233). **3자간 등기명의신탁에서 명의수탁자가 부동산에 관하여 제3자에게 근저당권을 설정한 경우 <다수의견>은 명의신탁자에게 부당이득 반환의무를 부담한다고 하는 반면에, <반대의견>은 매도인에 대하여 부당이득반환의무나 손해배상의무를 부담하고, 명의신탁자에 대하여는 부당이득반환의무를 부담하지 않는다고 함을 주의하여야 한다.**

□□ 부동산실명법이 시행되기 전에 명의신탁자와 명의수탁자가 명의신탁 약정을 맺고 이에 따라 명의수탁자가 당사자가 되어 명의신탁 약정이 있다는 사실을 알지 못하는 소유자와 부동산에 관한 매매계약을 체결한 후 그 매매계약에 기하여 당해 부동산의 소유권이전등기를 자신의 명의로 마치는 한편, 장차 위 부동산의 처분대가를 명의신탁자에게 지급하기로 하는 정산약정을 한 경우, 그러한 약정 이후에 부동산실명법이 시행되었거나 그 부동산의 처분이 부동산실명법 시행 이후에 이루어졌다면 위 정산약정도 당연히 무효가 된다().

(×) : **부동산 실권리자명의 등기에 관한 법률(이하 '부동산실명법'이라 한다)이 시행되기 전에** 명의신탁자와 명의수탁자가 명의신탁 약정을 맺고 이에 따라 **명의수탁자가 당사자가 되어 명의신탁 약정이 있다는 사실을 알지 못하는 소유자와 부동산에 관한 매매계약을 체결한 후 그 매매계약에 기하여 당해 부동산의 소유권이전등기를 자신의 명의로 마치는 한편, 장차 위 부동산의 처분대가를 명의신탁자에게 지급하기로 하는 정산약정을 한 경우, 그러한 약정 이후에 부동산실명법이 시행되었다거나 그 부동산의 처분이 부동산실명법 시행 이후에 이루어졌다고 하더라도 그러한 사정만으로 위 정산약정까지 당연히 무효로 된다고 볼 수 없다**(대판 2021. 7. 21, 2019다266751).

[비교판례] 계약명의신탁약정이 부동산실명법 시행 후에 이루어진 경우에는 명의신탁자는 애초부터 당해 부동산의 소유권을 취득할 수 없었으므로 위 명의신탁약정의 무효로 명의신탁자가 입은 손해는 당해 부동산 자체가 아니라 명의수탁자에게 제공한 매수자금이고, 따라서 **명의수탁자는 당해 부동산 자체가 아니라 명의신탁자로부터 제공받은 매수자금을 부당이득한다.** 그 경우 계약명의신탁의 당사자들이 명의신탁약정이 유효한 것, 즉 명의신탁자가 이른바 내부적 소유권을 가지는 것을 전제로 하여 장차 명의신탁자 앞으로 목적 부동산에 관한 소유권등기를 이전하거나 **부동산의 처분대가를 명의신탁자에게 지급하는 것 등을 내용으로 하는 약정을 하였다면** 이는 명의신탁약정을 무효라고 정하는 부동산실명법 제4조 제1항에 좇아 **무효**이다(대판 2014. 8. 20, 2014다30483). **부동산실명법 시행 전인지 후인지에 따라 무효여부가 달라진다.**

□□ 전세권 설정계약의 당사자는 전세권의 사용·수익 권능을 배제하고 채권담보만을 위한 전세권을 설정할 수 있다().

(×) : **전세권설정계약의 당사자가 주로 채권담보 목적으로 전세권을 설정하고 설정과 동시에 목적물을 인도하지 않는다고 하더라도 장차 전세권자가 목적물을 사용·수익하는 것을 배제하지 않는다면, 전세권의 효력을 부인할 수는 없다. 그러나 전세권 설정의 동기과 경위, 전세권 설정으로 달성하려는 목적, 채권의 발생 원인과 목적물의 관계, 전세권자의 사용·수익 여부와 그 가능성, 당사자의 진정한 의사 등에 비추어 전세권설정계약의 당사자가 전세권의 핵심인 사용·수익 권능을 배제하고 채권담보만을 위해 전세권을 설정하였다면, 법률이 정하지 않은 새로운 내용의 전세권을 창설하는 것으로서 물권법정주의에 반하여 허용되지 않고 이러한 전세권설정등기는 무효라고 보아야 한다**(대판 2021. 12. 30, 2018다40235, 40242).

□□ 유치권자가 민법 제324조 제2항을 위반하여 유치물 소유자의 승낙 없이 유치물을 임대한 경우 유치물의 소유자는 이를 이유로 민법 제324조 제3항에 의하여 유치권의 소멸을 청구할 수 있지만, 민법 제324조 제2항을 위반한 임대행위가 있는 뒤에 유치물의 소유권을 취득한 제3자는 유치권소멸청구를 할 수 없다().

(×) : 유치권은 점유하는 물건으로써 유치권자의 피담보채권에 대한 우선적 만족을 확보하여 주는 법정담보물권이다(민법 제320조 제1항, 상법 제58조). 한편 유치권자가 민법 제324조 제2항을 위반하여 유치물 소유자의 승낙 없이 유치물을 임대한 경우 유치물의 소유자는 이를 이유로 민법 제324조 제3항에 의하여 유치권의 소멸을 청구할 수 있다. 민법 제324조에서 정한 유치권소멸청구는 유치권자의 선량한 관리자의 주의의무 위반에 대한 제재로서 **채무자 또는 유치물의 소유자를 보호하기 위한 규정**이므로, 특별한 사정이 없는 한 **민법 제324조 제2항을 위반한 임대행위가 있는 뒤에 유치물의 소유권을 취득한 제3자도 유치권소멸청구를 할 수 있다**(대판 2023. 8. 31, 2019다295278).

□□ 가등기담보법 제3조, 제4조의 청산절차를 위반하여 이루어진 담보가등기에 기한 본등기가 무효라고 하더라도 선의의 제3자가 그 본등기에 더 잡아 소유권이전등기를 마치는 등으로 담보목적부동산의 소유권을 취득하면, 가등기담보법 제2조 제2호에서 정한 채무자 등(이하 ‘채무자 등’이라고 한다)은 더 이상 가등기담보법 제11조 본문에 따라 채권자를 상대로 그 본등기의 말소를 청구할 수 없게 된다. 이 경우 그 반사적 효과로서 무효인 채권자 명의의 본등기는 그 등기를 마친 시점으로 소급하여 확정적으로 유효하게 되고, 이에 따라 담보목적부동산에 관한 채권자의 가등기담보권은 소멸하며, 청산절차를 거치지 않아 무효였던 채권자의 위 본등기에 더 잡아 이루어진 등기 역시 소급하여 유효하게 된다고 보아야 한다. 다만 이 경우에도 채무자 등과 채권자 사이의 청산금 지급을 둘러싼 채권·채무 관계까지 모두 소멸하는 것은 아니고, 채무자 등은 채권자에게 청산금의 지급을 청구할 수 있다().

(○) : 대판 2021. 10. 28, 2016다248325

□□ 가등기담보권자가 건물에 관한 가등기담보권을 귀속정산의 방식으로 실행하여 본등기를 마치기 위해 납부한 취득세와 등록세는 담보권의 실행비용이어서 채무자가 부담해야 하므로 가등기담보권자에게 위 세액만큼의 구상금 채권이 생기고, 가등기담보권자는 이 구상금 채권을 자동채권으로 채무자의 청산금 채권과 상계할 수 있다().

(×) : 담보권의 실행이란 목적물의 교환가치로부터 채무를 변제받음으로써 채권의 만족을 실현하는 것이다. 담보목적물을 매각해 현금화하여 채무의 변제를 받는 것이 담보권의 전형적인 실행방법이고, 담보권의 성격이나 합의에 따라 담보물 가액에서 피담보채권액 등을 빼고 남은 금액을 채무자에게 지급함으로써 담보물의 소유권을 넘겨받는 방식도 가능하다. 채권자가 어떤 방법을 선택하든지 목적물의 교환가치를 파악하여 피담보채권의 만족을 도모하는 것이 담보권 실행의 본질이고, 담보물의 소유권 변동은 그에 뒤따른 결과일 뿐이다. 채권자가 담보권 실행을 위해 경매를 신청한 경우에 그 경매를 직접 목적으로 하여 지출된 돈으로서 경매절차의 준비 또는 실시를 위하여 필요한 비용이어야 집행비용(민사집행법 제275조, 제53조 제1항)으로서 배당재단에서 우선적으로 변상된다. 매각에 따라 소유권을 취득한 매수인은 소유권이전등기를 넘겨받기 위해 지출한 비용과 취득세 등을 자기가 부담해야 한다. 이는 경매를 신청한 채권자가 매수인이 된 경우에도 마찬가지이다. 귀속정산에 의한 가등기담보권 실행도 민사집행법에 따라 담보물을 매각하지 않을 뿐 담보로 파악한 교환가치만큼을 채권자에게 이전한다는 점에서 경매에 의한 실행과 본질이 같으므로, 청산금에서 공제할 수 있는 가등기담보권 실행비용은 경매절차의 집행비용에 상응하는 것이어야 한다. 그러므로 가등기담보권자는 귀속정산 과정에서 담보목적물의 교환가치를 파악하기 위하여 쓴 감정평가비용 등을 실행비용으로서 청산금에서 공제할 수 있을 뿐, 청산의 결과로서 본등기를 마치기 위해 지출한 절차비용과 취득세 등은 스스로 부담해야 한다(대판 2022. 4. 14, 2017다266177). ☞ 가등기담보권자가 귀속정산의 방식으로 가등기담보권을 실행하면서 채무자에게 취득세와 등록세 세액만큼의 구상금 채권이 생기므로 이를 가지고 채무자의 청산금 채권과 상계한다고 주장한 사안에서 취득세와 등록세 상당액은 가등기담보권자가 스스로 부담해야 하므로 상계할 수 없다고 한 사례

□□ 지연손해금은 금전채무의 이행지체에 따른 손해배상으로서 기한이 없는 채무에 해당하므로, 확정된 지연손해금에 대하여 채권자가 이행청구를 하면 채무자는 그에 대한 지체책임을 부담하게 되지만, 이미 지급을 명하는 판결이 확정된 지연손해금에 대하여는 다시 지연손해금을 청구할 수 없다().

(×) : 지연손해금은 금전채무의 이행지체에 따른 손해배상으로서 기한이 없는 채무에 해당하므로, 확정된 지연손해금에 대하여 채권자가 이행청구를 하면 채무자는 그에 대한 지체책임을 부담하게 된다. 판결에 의해 권리의 실제적인 내용이 바뀌는 것은 아니므로, 이행판결이 확정된 지연손해금의 경우에도 채권자의 이행청구에 의해 지체책임이 생긴다(대판 2022. 3. 11, 2021다232331). ☞ 지급을 명하는 판결이 확정된 지연손해금에 대하여는 다시 지연손해금을 청구할 수 없다고 본 원심의 판단에 지연손해금과 판결의 효력에 관한 법리를 오해한 잘못이 있다고 한 사례.

□□ 부동산 매도인이 매매목적물인 부동산에 관하여 근저당권을 설정하였다면 그와 같은 근저당권 설정 사실만으로 곧바로 매수인에게 그 피담보채무액 상당의 손해가 발생한다고 볼 수 있다().

(×) : 부동산 매도인이 매매목적물인 부동산에 관하여 근저당권을 설정하였다고 하더라도, 매도인으로서의 근저당권을 소멸시킨 다음 매수인에게 부동산 소유권을 이전할 수 있고, 경우에 따라서는 매수인이 계약 해제나 이행불능 등으로 인하여 위 부동산의 소유권을 취득하지 못할 수도 있다. 따라서 위와 같은 근저당권 설정 사실만으로 곧바로 매수인에게 그 피담보채무액 상당의 손해가 발생한다고 볼 수는 없고, 거기에서 더 나아가 사회통념상 매수인이 매수한 부동산

에 관한 소유권 또는 소유권이전등기청구권의 보전 등을 위하여 근저당권의 피담보채무를 변제하지 않을 수 없게 되었다는 등의 사정이 있어야 위와 같은 손해가 현실적으로 발생하였다고 볼 수 있다. 그리고 채무불이행으로 인한 손해배상청구에서 손해 발생 사실은 채권자가 이를 증명하여야 한다(대판 2017. 6. 19, 2017다215070).

□□ **피대위자인 채무자가 실존인물이 아니거나 사망한 사람인 경우 피보전채권인 채권자의 채무자에 대한 권리를 인정할 수 없는 경우에 해당하므로 그러한 채권자대위소송은 당사자적격이 없어 부적법하다().**

(○) : 채권자대위소송에서 대위에 의하여 보전될 채권자의 채무자에 대한 권리가 인정되지 아니할 경우에는 채권자가 스스로 원고가 되어 채무자의 제3채무자에 대한 권리를 행사할 당사자적격이 없게 되므로 그 대위소송은 부적법하여 각하할 것인바, 피대위자인 채무자가 **실존인물이 아니거나 사망한 사람인 경우** 역시 피보전채권인 채권자의 채무자에 대한 권리를 인정할 수 없는 경우에 해당하므로 그러한 채권자대위소송은 당사자적격이 없어 부적법하다(대판 2021. 7. 21, 2020다300893).

[비교판례] 미등기 토지에 대한 시효취득자가 제3자 명의의 소유권보존등기가 원인무효라 하여 그 등기의 말소를 구하는 경우에 있어 채무자인 진정한 소유자가 **성명불상자**라 하여도 그가 위 등기의 말소를 구하는 데 어떤 법률적 장애가 있다고 할 수는 없어 그 채권자대위권 행사에 어떤 법률적 장애가 될 수 없다(대판 1992. 2. 25, 91다9312).

□□ **채무자의 재산을 은닉하는 방법으로 제3자에 의한 채권침해가 이루어질 당시 채무자가 가지고 있던 다액의 채무로 인하여 제3자의 채권침해가 없었더라도 채권자가 채무자로부터 일정액 이상으로 채권을 회수할 가능성이 없었다고 인정될 경우에는 위 일정액을 초과하는 손해와 제3자의 채권침해로 인한 불법행위 사이에는 상당인과관계를 인정할 수 없다().**

(○) : [1] 제3자가 채무자에 대한 채권자의 존재 및 그 채권의 침해사실을 알면서 채무자와 적극 공모하거나 채권행사를 방해할 의도로 사회상규에 반하는 부정한 수단을 사용하는 등으로 채무자의 책임재산을 감소시키는 행위를 함으로써 채권자로 하여금 채권의 실행과 만족을 불가능 내지 곤란하게 한 경우 채권자에 대한 불법행위를 구성할 수 있다. [2] 채무자의 재산을 은닉하는 방법으로 제3자에 의한 채권침해가 이루어질 당시 채무자가 가지고 있던 다액의 채무로 인하여 제3자의 채권침해가 없었더라도 채권자가 채무자로부터 일정액 이상으로 채권을 회수할 가능성이 없었다고 인정될 경우에는 위 일정액을 초과하는 손해와 제3자의 채권침해로 인한 불법행위 사이에는 상당인과관계를 인정할 수 없다(대판 2019. 5. 10, 2017다239311).

□□ **채권의 준점유자에 대한 변제가 유효하기 위한 요건인 변제자의 '선의'는 변제자가 준점유자에게 변제수령의 권한이 없음을 알지 못하는 것을 의미할 뿐 적극적으로 진정한 권리자라고 믿었음을 요하지 않는다().**

(×) : 채권의 준점유자에 대한 변제가 유효하기 위한 요건인 선의는 준점유자에게 변제수령의 권한이 없음을 알지 못하는 것뿐만 아니라 적극적으로 진정한 권리자라고 믿었음을 필요로 하고, 무과실은 그렇게 믿는 데에 과실이 없음을 뜻한다(대판 2021. 1. 14, 2018다286888).

□□ **채무인수의 대가로 기존 채무자가 물상보증인에게 어떤 급부를 하기로 약정하였다는 등의 사정이 없는 한 물상보증인이 기존 채무자의 채무를 면책적으로 인수하였다는 것만으로 물상보증인이 기존 채무자에 대하여 구상권 등의 권리를 가진다고 할 수 없다().**

(○) : 대판 2019. 2. 14, 2017다274703

□□ **동일 당사자 사이에 수 개의 채권관계가 성립되어 있어 채무자가 특정채무를 지정하여 변제를 한 경우, 특정채무에 대한 변제의 효과가 인정되고, 그 변제액이 지정한 특정채무의 액수를 초과하더라도 당사자 사이에 다른 채권의 변제에 충당하거나 공제의 대상으로 삼기로 하는 합의가 있는 등 특별한 사정이 없는 한 초과액수가 다른 채권의 변제에 당면 충당된다거나 공제의 대상이 되지는 않는다().**

(○) : 동일 당사자 사이에 수 개의 채권관계가 성립되어 있는 경우 채무자가 특정채무를 지정하여 변제를 한 때에는 그 특정채무에 대한 변제의 효과가 인정된다. 이때 그 변제액수가 지정한 특정채무의 액수를 초과하더라도, 초과액수

상당의 채권이 부당이득관계에 따라 다른 채권에 대한 상계의 자동채권이 될 수 있음은 별론으로 하고, 당사자 사이에 다른 채권의 변제에 충당하거나 공제의 대상으로 삼기로 하는 합의가 있는 등 특별한 사정이 없는 한 초과액수가 다른 채권의 변제에 당연 충당된다거나 공제의 대상이 된다고 볼 수는 없다(대판 2021. 1. 14, 2020다261776).

□□ 대물변제에서 본래 채무의 이행에 갈음한 다른 급여가 부동산의 소유권이전인 경우 등기를 완료하면 대물변제가 성립되어 기존채무가 소멸한다. 다만 대물변제의 목적인 구분건물이 아직 사용승인을 받지 않았으며 대지지분에 제한물권이 설정되어 있는 등 특별한 사정이 있는 경우에는 이전등기가 완료되었다더라도 대물변제가 완전히 이행되었다고 인정하기에 부족하다().

(×) : [1] 대물변제는 본래 채무의 이행에 갈음하여 다른 급여를 현실적으로 하는 때에 성립하는 계약이므로, 다른 급여가 부동산의 소유권이전인 경우 등기를 완료하면 대물변제가 성립되어 기존채무가 소멸한다. 한편 대물변제도 유상계약이므로 목적물에 하자가 있을 경우 매도인의 담보책임에 관한 민법 조항이 준용된다. [2] 갑 주식회사가 다세대주택 신축공사의 전기공사를 을 합자회사에 하도급 주면서 공사대금을 다세대주택 구분건물로 대물변제하기로 약정하고, 이후 을 회사가 구분건물에 관하여 소유권이전등기를 넘겨받은 사안에서, 을 회사가 당초의 약정대로 하도급 공사대금에 대한 대물변제를 원인으로 구분건물에 관하여 소유권이전등기를 마친 이상 갑 회사는 본래 채무에 갈음하여 이행하기로 한 다른 급여를 현실적으로 한 것으로 보아야 하고, 구분건물이 아직 사용승인을 받지 않았으며 대지지분에 제한물권이 설정되어 있다는 사정은 대물변제 목적물의 하자로서 담보책임을 물을 수 있는 사유가 될 뿐이므로 을 회사가 약정한 목적물에 관하여 대물변제를 원인으로 소유권이전등기를 넘겨받았는데도, 대물변제가 이행되었다는 갑 회사의 항변을 배척한 원심판단에 법리오해의 잘못이 있다(대판 2023. 2. 2, 2022다276789). ☞ 원심은 이 사건 구분건물은 사용승인을 받지 않았고 대지에 근저당권이 설정되어 있으므로 대물변제가 완전히 이행되었다고 인정하기 부족하다는 이유를 들어 원고가 청구한 공사대금 전액의 지급을 명하였으나, 대법원은 원심의 판단이 대물변제의 성립에 관한 법리를 오해한 잘못이 있다고 하면서 파기환송한 사례.

□□ 쌍방이 서로 같은 종류를 목적으로 한 채무를 부담한 경우 쌍방 채무의 이행기가 도래한 때에는 각 채무자는 대등액에 관하여 상계할 수 있다(민법 제492조 제1항). 민법 제492조 제1항에서 정한 ‘채무의 이행기가 도래한 때’는 채권자가 채무자에게 이행의 청구를 할 수 있는 시기가 도래하였음을 의미하고 채무자가 이행지체에 빠지는 시기를 말하는 것이 아니다().

(○) : 대판 2021. 5. 7, 2018다25946

□□ 임차인의 목적물 반환의무가 이행불능이 된 경우에, 임차인은 이행불능이 자기가 책임질 수 없는 사유로 인한 것이라는 증명을 다하지 못하면 목적물 반환의무의 이행불능으로 인한 손해를 배상할 책임을 지는 것이므로, 고객이 숙박계약에 따라 객실을 사용·수익하던 중 발생 원인이 밝혀지지 않은 화재로 인하여 객실에 발생한 손해는 특별한 사정이 없는 한 고객의 부담으로 귀속된다().

(×) : 객실을 비롯한 숙박시설은 특별한 사정이 없는 한 숙박기간 중에도 고객이 아닌 숙박업자의 지배 아래 놓여 있다고 보아야 한다. 그렇다면 임차인이 임대차기간 중 목적물을 직접 지배함을 전제로 한 임대차 목적물 반환의무 이행불능에 관한 법리는 이와 전제를 달리하는 숙박계약에 그대로 적용될 수 없다. 고객이 숙박계약에 따라 객실을 사용·수익하던 중 발생 원인이 밝혀지지 않은 화재로 인하여 객실에 발생한 손해는 특별한 사정이 없는 한 숙박업자의 부담으로 귀속된다고 보아야 한다(대판 2023. 11. 2, 2023다244895).

□□ 임대차계약이 종료되면 임차인은 목적물을 반환하고 임대인은 연체차임을 공제한 나머지 보증금을 반환해야 한다. 이러한 임차인의 목적물반환의무와 임대인의 보증금반환의무는 동시이행관계에 있으므로, 임대인이 임대차보증금의 반환의무를 이행하거나 적법하게 이행제공을 하는 등으로 임차인의 동시이행항변권을 상실시키지 않은 이상, 임대차계약 종료 후 임차인이 목적물을 계속 점유하더라도 그 점유를 불법점유라고 할 수 없고 임차인은 이에 대한 손해배상 의무를 지지 않는다. 그러나 임차인이 그러한 동시이행항변권을 상실하였는데도 목적물의 반환을 계속 거부하면서 점유하고 있다면, 달리 점유에 관한 적법한 권원이 인정될 수 있는 특별한 사정이 없는 한 이러한 점유는 적어도 과실에 의한 점유로서 불법행위를 구성한다().

(○) : 대판 2020. 5. 14, 2019다252042.

□□ 상계의 소급효는 양 채권 및 이에 관한 이자나 지연손해금 등을 정산하는 기준시기를 소급하는 것일 뿐이고 특별한 사정이 없는 한 상계의 의사표시 전에 이미 발생한 사실을 복멸시키지는 아니한다().

□□ 임대인 甲이 임차인 乙을 상대로 乙이 임대차계약이 종료 후에도 임대목적물인 건물을 불법점유하고 있다며 건물 부분의 인도와 함께 손해배상 예정액의 지급을 구하였고, 乙은 부속물매수청구권을 행사한다는 의사표시를 하였다. 이에 甲은 乙의 불법점유를 전제로 한 손해배상채권을 자동채권으로 하여 乙의 부속물 매매대금 채권과 대등액에서 상계한다는 의사표시를 하였다. 상계는 소급효가 있으므로 甲의 상계 의사표시로 甲의 부속물 매매대금 지급의무와 乙의 건물 인도의무 사이의 동시이행관계가 상계적상이 있었던 시기로 소급하여 소멸하고, 동시이행관계에 기하여 적법했던 乙의 점유도 소급하여 불법점유가 된다().

(○), (×) : 상계의 의사표시에 의하여 각 채무는 상계할 수 있는 때에 대등액에 관하여 소멸한 것으로 보게 되지만(민법 제493조 제2항), 이러한 상계의 소급효는 양 채권 및 이에 관한 이자나 지연손해금 등을 정산하는 기준시기를 소급하는 것일 뿐이고 특별한 사정이 없는 한 상계의 의사표시 전에 이미 발생한 사실을 복멸시키지는 아니한다(대판 2025. 5. 15, 2024다317332, 317349). 갑 시설관리공단이 을 주식회사를 상대로 임대차계약이 종료 후에도 임대목적물인 건물 부분을 불법점유하고 있다며 건물 부분의 인도와 함께 임대차계약에서 월 차임의 1.3배로 정한 손해배상 예정액의 지급을 구하자, 을 회사가 준비서면의 송달로 부속물매수청구권을 행사한다는 의사표시를 하고, 갑 공단도 준비서면의 송달로 을 회사의 불법점유로 인한 갑 공단의 손해배상채권을 자동채권으로 하여 을 회사의 부속물 매매대금 채권과 대등액에서 상계한다는 의사표시를 한 사안에서, 갑 공단의 상계 의사표시로 그 의사표시 이전까지 존재하였던 갑 공단의 부속물 매매대금 지급의무와 을 회사의 건물 부분 인도의무 사이의 동시이행관계가 상계적상이 있었던 시기로 소급하여 소멸한다거나 이로 인해 을 회사의 점유가 소급하여 불법점유가 된다고 할 수 없는데도, 상계의 소급효에 의해 동시이행관계 내지 점유권원이 소급하여 상실됨을 전제로 을 회사의 부속물매수청구권 행사 의사가 표시된 준비서면이 갑 공단에 송달된 날부터 갑 공단의 상계의 의사가 표시된 준비서면이 을 회사에 송달된 날까지 을 회사의 건물 부분에 대한 점유를 불법점유로 보아 을 회사는 갑 공단에 위 기간에 대하여 손해배상 예정액을 지급할 의무가 있다고 본 원심판단에 법리오해의 잘못이 있다고 한 사례.

□□ 당사자들이 자금을 출자하여 공동으로 주식회사를 설립하여 운영하고 그에 따르는 비용의 부담과 이익의 분배를 지분 비율에 따라 할 것을 내용으로 하는 동업약정은 특별한 사정이 없는 한 공동사업을 위하여 민법상 조합을 결성할 것을 목적으로 한다고 볼 수 없다().

(○) : 당사자들이 자금을 출자하여 공동으로 주식회사를 설립하여 운영하고 그에 따르는 비용의 부담과 이익의 분배를 지분 비율에 따라 할 것을 내용으로 하는 동업약정은 주식회사 주식의 매매계약과 주식회사의 공동경영과 이익분배에 관한 주주 사이의 계약이 혼합된 계약의 성격을 가지고, 특별한 사정이 없는 한 공동사업을 위하여 민법상 조합을 결성할 것을 목적으로 한다고 볼 수 없다. 이러한 동업약정은 당사자들의 공동사업을 주식회사의 명의로 하고 대외관계 및 대내관계에서 주식회사의 법리에 따름을 당연한 전제로 하므로, 위와 같은 동업약정에 따라 주식회사가 설립되어 그 실체가 갖추어진 이상, 주식회사의 청산에 관한 상법의 규정에 따라 청산절차가 이루어지지 않는 한 일방 당사자가 잔여재산을 분배받을 수 없다. 이러한 법리는 동업약정에 따라 주식회사가 설립된 후 당사자 일방이 동업관계에서 탈퇴하였다고 주장하며 청산을 구하는 경우에도 그대로 적용된다(대판 2024. 6. 27, 2022다302022).

□□ 민법상 조합에서 조합원의 제명은 정당한 사유가 있는 때에 한하여 다른 조합원의 일치로써 결정하는데(제718조 제1항), 여기에서 '정당한 사유가 있는 때'란 특정 조합원이 동업계약에서 정한 의무를 이행하지 않거나 조합업무를 집행하면서 부정행위를 한 경우와 같이 특정 조합원에게 명백한 귀책사유가 있는 경우에 한정된다().

(×) : 민법상 조합에서 조합원의 제명은 정당한 사유가 있는 때에 한하여 다른 조합원의 일치로써 결정한다(제718조 제1항). 여기에서 '정당한 사유가 있는 때'란 특정 조합원이 동업계약에서 정한 의무를 이행하지 않거나 조합업무를 집행하면서 부정행위를 한 경우와 같이 특정 조합원에게 명백한 귀책사유가 있는 경우는 물론이고, 이에 이르지 않더라도 특정 조합원으로 말미암아 조합원들 사이에 반목·불화로 대립이 발생하고 신뢰관계가 근본적으로 훼손되어 특정 조합원이 계속 조합원의 지위를 유지하도록 한다면 조합의 원만한 공동운영을 기대할 수 없는 경우도 포함한다(대판 2021. 10. 28, 2017다200702).

□□ 조합에서 조합원이 탈퇴하는 경우, 탈퇴자와 잔존자 사이의 탈퇴로 인한 계산은 특별한 사정이 없는 한 민법 제719조 제1항, 제2항에 따라 '탈퇴 당시의 조합재산상태'를 기준으로 평가한 조합재산 중 탈퇴자의 지분에 해당하는 금액을 금전으로 반환하여야 하고, 조합원의 지분비율은 조합청산의 경우와 마찬가지로 실제 출자한 자산가액의 비율을 기준으로 계산하여야 하는 것이 원칙이다().

(×) : 조합에서 조합원이 탈퇴하는 경우, 탈퇴자와 잔존자 사이의 탈퇴로 인한 계산은 특별한 사정이 없는 한 민법 제719조 제1항, 제2항에 따라 '탈퇴 당시의 조합재산상태'를 기준으로 평가한 조합재산 중 탈퇴자의 지분에 해당하는 금액을 금전으로 반환하여야 하고, 조합원의 지분비율은 조합청산의 경우에 실제 출자한 자산가액의 비율에 의하는 것과는 달리 조합 내부의 손익분배 비율을 기준으로 계산하여야 하는 것이 원칙이다(대판 2023. 10. 12, 2022다285523, 285530).

[참고판례] 조합에서 조합원이 탈퇴하는 경우, 탈퇴자와 잔존자 사이의 탈퇴로 인한 계산은 특별한 사정이 없는 한 민법 제719조 제1항, 제2항에 따라 '탈퇴 당시의 조합재산상태'를 기준으로 평가한 조합재산 중 탈퇴자의 지분에 해당하는 금액을 금전으로 반환하여야 하고, 조합원의 지분비율은 '조합 내부의 손익분배 비율'을 기준으로 계산하여야 하나, 당사자가 손익분배의 비율을 정하지 아니한 때에는 민법 제711조에 따라 각 조합원의 출자가액에 비례하여 이를 정하여야 한다(대법원 2008. 9. 25, 2008다41529).

□□ 당사자들이 분쟁을 인식하지 못한 상태에서 일방 당사자가 이행해야 할 채무액에 관하여 협의하였다거나 일방 당사자의 채무이행에 대해 상대방 당사자가 이익을 제기하지 않았다는 사정만으로는 묵시적 화해계약의 성립을 인정할 수 없다().

(○) : 당사자들이 분쟁을 인식하지 못한 상태에서 일방 당사자가 이행해야 할 채무액에 관하여 협의하였다거나 일방 당사자의 채무이행에 대해 상대방 당사자가 이익을 제기하지 않았다는 사정만으로는 묵시적 화해계약이 성립하였다고 보기 어렵다(대판 2021. 9. 9, 2016다203933).

□□ 제3자가 유효하게 채무자가 부담하는 채무를 변제한 경우에 채무자와 계약관계가 있으면 그에 따라 구상권을 취득하고, 그러한 계약관계가 없으면 특별한 사정이 없는 한 민법 제734조 제1항에서 정한 사무관리가 성립하여 민법 제739조에 정한 사무관리비용의 상환청구권에 따라 구상권을 취득한다().

(○) : 채무의 변제는 제3자도 할 수 있다. 그러나 채무의 성질 또는 당사자의 의사표시로 제3자의 변제를 허용하지 아니하는 때에는 그러하지 아니하다(민법 제469조 제1항). 이해관계 없는 제3자는 채무자의 의사에 반하여 변제하지 못한다(같은 조 제2항). 제3자가 유효하게 채무자가 부담하는 채무를 변제한 경우에 채무자와 계약관계가 있으면 그에 따라 구상권을 취득하고, 그러한 계약관계가 없으면 특별한 사정이 없는 한 민법 제734조 제1항에서 정한 사무관리가 성립하여 민법 제739조에 정한 사무관리비용의 상환청구권에 따라 구상권을 취득한다(대판 2022. 3. 17, 2021다276539).

□□ 적법한 원인 없이 타인 소유 부동산에 관하여 소유권보존등기를 마친 무권리자가 그 부동산을 제3자에게 매도하고 소유권이전등기를 마쳐주었다고 하더라도, 그러한 소유권보존등기와 소유권이전등기는 실체관계에 부합한다는 등의 특별한 사정이 없는 한 모두 무효이므로 원소유자는 소유권을 상실한 것이 아니다. 따라서 무권리자가 받은 매매대금이 부당이득에 해당하여 이를 원소유자에게 반환하여야 한다고 볼 수는 없다().

□□ 하지만 무권리자로부터 부동산을 매수한 제3자나 그 후행 등기 명의인이 등기부취득시효를 완성한 경우에는 원소유자는 소급하여 소유권을 상실함으로써 손해를 입게 되므로 무권리자가 받은 매매대금이 부당이득에 해당하여 이를 원소유자에게 반환하여야 한다().

(○), (×) : [1] 적법한 원인 없이 타인 소유 부동산에 관하여 소유권보존등기를 마친 무권리자가 그 부동산을 제3자에게 매도하고 소유권이전등기를 마쳐주었다고 하더라도, 그러한 소유권보존등기와 소유권이전등기는 실체관계에 부합한다는 등의 특별한 사정이 없는 한 모두 무효이다. 따라서 이 경우 원소유자가 소유권을 상실하지 아니하고, 또 무권리자가 제3자와 체결한 매매계약의 효력이 원소유자에게 미치는 것도 아니므로, 무권리자가 받은 매매대금이 부당이득에 해당하여 이를 원소유자에게 반환하여야 한다고 볼 수는 없다. [2] 무권리자로부터 부동산을 매수한 제3자나 그 후행 등기 명의인이 과실 없이 점유를 개시한 후 소유권이전등기가 말소되지 않은 상태에서 소유의 의사로 평온, 공연하게 선의로 점유를 계속하여 10년이 경과한 때에는 민법 제245조 제2항에 따라 바로 그 부동산에 대한 소유권을 취득하고, 이때

원소유자는 소급하여 소유권을 상실함으로써 손해를 입게 된다. 그러나 이는 민법 제245조 제2항에 따른 물건변동의 효과일 뿐 무권리자와 제3자가 체결한 매매계약의 효력과는 직접 관계가 없으므로, 무권리자가 제3자와의 매매계약에 따라 대금을 받음으로써 이익을 얻었다고 하더라도 이로 인하여 원소유자에게 손해를 가한 것이라고 볼 수도 없다(대판 2022. 12. 29, 2019다272275).

□□ 구분소유자 중 일부가 정당한 권원 없이 집합건물의 복도, 계단 등과 같은 공용부분을 배타적으로 점유·사용함으로써 이익을 얻고, 그로 인하여 다른 구분소유자들이 해당 공용부분을 사용할 수 없게 되었다면, 공용부분을 무단점유한 구분소유자는 특별한 사정이 없는 한 해당 공용부분을 점유·사용함으로써 얻은 이익을 부당이득으로 반환할 의무가 있다. 해당 공용부분이 구조상 이를 별개 용도로 사용하거나 다른 목적으로 임대할 수 있는 대상이 아니더라도, 무단점유로 인하여 다른 구분소유자들이 해당 공용부분을 사용·수익할 권리가 침해되었고 이는 그 자체로 민법 제741조에서 정한 손해로 볼 수 있다().

(○) : [다수의견] (가) 구분소유자 중 일부가 정당한 권원 없이 집합건물의 복도, 계단 등과 같은 공용부분을 배타적으로 점유·사용함으로써 이익을 얻고, 그로 인하여 다른 구분소유자들이 해당 공용부분을 사용할 수 없게 되었다면, 공용부분을 무단점유한 구분소유자는 특별한 사정이 없는 한 해당 공용부분을 점유·사용함으로써 얻은 이익을 부당이득으로 반환할 의무가 있다. 해당 공용부분이 구조상 이를 별개 용도로 사용하거나 다른 목적으로 임대할 수 있는 대상이 아니더라도, 무단점유로 인하여 다른 구분소유자들이 해당 공용부분을 사용·수익할 권리가 침해되었고 이는 그 자체로 민법 제741조에서 정한 손해로 볼 수 있다.

(나) 이러한 법리는 구분소유자가 아닌 제3자가 집합건물의 공용부분을 정당한 권원 없이 배타적으로 점유·사용하는 경우에도 마찬가지로 적용된다(대법원 2020. 5. 21. 선고 2017다220744 전원합의체 판결). 이와 달리 집합건물의 복도, 계단 등과 같은 공용부분은 구조상 이를 점포로 사용하는 등 별개의 용도로 사용하거나 그와 같은 목적으로 임대할 수 있는 대상이 아니므로 특별한 사정이 없는 한 구분소유자 중 일부나 제3자가 정당한 권원 없이 이를 점유·사용하였더라도 이로 인하여 다른 구분소유자에게 차임 상당의 이익을 상실하는 손해가 발생하였다고 볼 수 없다고 하여 부당이득이 성립하지 않는다고 판시한 대법원 1998. 2. 10. 선고 96다42277, 42284 판결 등을 비롯하여 같은 취지의 대법원판결들은 이 판결의 견해에 배치되는 범위에서 이를 모두 변경하기로 한다.

□□ 재산적 거래관계에 있어서 계약의 일방 당사자가 상대방에게 계약의 효력에 영향을 미치거나 상대방의 권리 확보에 위험을 가져올 수 있는 구체적 사정을 고지하였다면 상대방이 계약을 체결하지 아니하거나 적어도 그와 같은 내용 또는 조건으로 계약을 체결하지 아니하였을 것임이 경험칙상 명백한 경우 계약 당사자는 신의성실의 원칙상 상대방에게 미리 그와 같은 사정을 고지할 의무가 있다. 다만 계약 당사자가 조금만 주의를 기울였다면 위와 같은 구체적 사정을 알 수 있었을 경우에는 그러하지 아니하다().

(×) : 재산적 거래관계에 있어서 계약의 일방 당사자가 상대방에게 계약의 효력에 영향을 미치거나 상대방의 권리 확보에 위험을 가져올 수 있는 구체적 사정을 고지하였다면 상대방이 계약을 체결하지 아니하거나 적어도 그와 같은 내용 또는 조건으로 계약을 체결하지 아니하였을 것임이 경험칙상 명백한 경우 계약 당사자는 신의성실의 원칙상 상대방에게 미리 그와 같은 사정을 고지할 의무가 있다. 이는 계약 당사자가 조금만 주의를 기울였다면 위와 같은 구체적 사정을 알 수 있었을 경우에도 마찬가지이다(대판 2023. 8. 18, 2022다291702).

[동지판례] 부동산 거래에 있어 거래 상대방이 일정한 사정에 관한 고지를 받았더라면 그 거래를 하지 않았을 것임이 경험칙상 명백한 경우에는 신의성실의 원칙상 사전에 상대방에게 그와 같은 사정을 고지할 의무가 있으며, 그와 같은 고지의무의 대상이 되는 것은 직접적인 법령의 규정뿐 아니라 널리 계약상, 관습상 또는 조리상의 일반원칙에 의하여도 인정될 수 있고, 일단 고지의무의 대상이 되는 사실이라고 판단되는 경우 이미 알고 있는 자에 대하여는 고지할 의무가 별도로 인정될 여지가 없지만, 상대방에게 스스로 확인할 의무가 인정되거나 거래관행상 상대방이 당연히 알고 있을 것으로 예상되는 예외적인 경우가 아닌 한, 실제 그 대상이 되는 사실을 알지 못하였던 상대방에 대하여는 비록 알 수 있었음에도 알지 못한 과실이 있다 하더라도 그 점을 들어 추후 책임을 일부 제한할 여지가 있음은 별론으로 하고 고지할 의무 자체를 면하게 된다고 할 수는 없다(대판 2007. 6. 1, 2005다5812, 5829, 5836).



02 | 특허법

조현중

2026 변리사 1차 특허법 시험장자료

1. 2025년 주요 개정법률

▶ 타법 개정에 따른 '근로자의 날' 용어 수정(실용신안법도 동일)

근로자의 날 → 노동절(제14조 제4호)

구법	현행법
14iv. 특허에 관한 절차에서 기간의 마지막 날이 공휴일(「근로자의날제정예관한법률」에 따른 근로자의 날 및 토요일을 포함한다)에 해당하면 기간은 그 다음 날로 만료한다.	14iv. 특허에 관한 절차에서 기간의 마지막 날이 공휴일(「노동절 제정에 관한 법률」에 따른 노동절 및 토요일을 포함한다)에 해당하면 기간은 그 다음 날로 만료한다.

▶ 정부조직 개편에 따른 '특허청', '특허청장', '산업통상자원부령' 용어 수정(실용신안법도 동일)

특허청 → 지식재산청, 특허청장 → 지식재산청장, 산업통상자원부령 → 총리령

▶ 국민이 법률을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 '행위태양' 용어 수정

행위태양 → 행위의 내용·방식·형태(제126조의2)

구법	현행법
126-2① 특허권 또는 전용실시권 침해소송에서 특허권자 또는 전용실시권자가 주장하는 침해행위의 구체적 행위태양을 부인하는 당사자는 자기의 구체적 행위태양을 제시하여야 한다.	126-2① 특허권 또는 전용실시권 침해소송에서 특허권자 또는 전용실시권자가 주장하는 침해행위의 구체적 내용·방식·형태를 부인하는 당사자는 자기의 구체적 행위의 내용·방식·형태를 제시하여야 한다.

▶ 특허권자 권리를 보다 두텁게 보호하기 위해 실시행위에 수출을 추가하여 침해제품을 수출하는 자에 대한 침해금지 청구 및 손해배상청구가 가능하도록 개정(실용신안법도 동일)

생·사·양·대·수·청·전 → 생·사·양·대·수·수·청·전(제2조 제3호 가목·다목), 생·양·대·수·청·전 → 생·양·대·수·수·청·전(제127조, 제181조제2항), 수 → 수·수(제181조 제1항)

구법	현행법
2iii가. 물건의 발명인 경우: 그 물건을 생산·사용·양도·대여 또는 수입하거나 그 물건의 양도 또는 대여의 청약(양도 또는 대여를 위한 전시를 포함한다. 이하 같다)을 하는 행위	2iii가. 물건의 발명인 경우: 그 물건을 생산·사용·양도·대여·수출 또는 수입하거나 그 물건의 양도 또는 대여의 청약(양도 또는 대여를 위한 전시를 포함한다. 이하 같다)을 하는 행위
2iii다. 물건을 생산하는 방법의 발명인 경우: 나목의 행위 외에 그 방법에 의하여 생산한 물건을 사용·양도·대여 또는 수입하거나 그 물건의 양도 또는 대여의 청약을 하는 행위	2iii다. 물건을 생산하는 방법의 발명인 경우: 나목의 행위 외에 그 방법에 의하여 생산한 물건을 사용·양도·대여·수출 또는 수입하거나 그 물건의 양도 또는 대여의 청약을 하는 행위
127 i (181②ii). 특허가 물건의 발명인 경우: 그 물건의 생산에만 사용하는 물건을 생산·양도·대여 또는 수입하거나 그 물건의 양도 또는 대여의 청약을 하는 행위	127 i (181②ii). 특허가 물건의 발명인 경우: 그 물건의 생산에만 사용하는 물건을 생산·양도·대여·수출 또는 수입하거나 그 물건의 양도 또는 대여의 청약을 하는 행위
127 ii (181②iii). 특허가 방법의 발명인 경우: 그 방법의 실시에만 사용하는 물건을 생산·양도·대여 또는 수입하거나 그 물건의 양도 또는 대여의 청약을 하는 행위	127 ii (181②iii). 특허가 방법의 발명인 경우: 그 방법의 실시에만 사용하는 물건을 생산·양도·대여·수출 또는 수입하거나 그 물건의 양도 또는 대여의 청약을 하는 행위
181① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에 특허권의 효력은 해당 특허취소결정 또는 심결이 확정된 후 재심청구 등록 전에 선의로 수입하거나 국내에서 생산 또는 취득한 물건에는 미치지 아니한다.	181① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에 특허권의 효력은 해당 특허취소결정 또는 심결이 확정된 후 재심청구 등록 전에 선의로 수출 또는 수입하거나 국내에서 생산 또는 취득한 물건에는 미치지 아니한다.

▶ 허가등에 따른 특허권의 존속기간 연장기간 추가 제한

5년의 기간까지 → 5년 + 허가등을 받은 날부터 14년의 기간까지(제89조)

구법	현행법
89① 특허발명을 실시하기 위하여 다른 법령에 따라 허가를 받거나 등록 등을 하여야 하고, 그 허가 또는 등록 등(이하 “허가등”이라 한다)을 위하여 필요한 유효성·안전성 등의 시험으로 인하여 장기간이 소요되는 대통령령으로 정하는 발명인 경우에는 제88조제1항에도 불구하고 그 실시할 수 없었던 기간에 대하여 5년의 기간까지 그 특허권의 존속기간을 한 차례만 연장할 수 있다.	89① 특허발명을 실시하기 위하여 다른 법령에 따라 허가를 받거나 등록 등을 하여야 하고, 그 허가 또는 등록 등(이하 “허가등”이라 한다)을 위하여 필요한 유효성·안전성 등의 시험으로 인하여 장기간이 소요되는 대통령령으로 정하는 발명인 경우에는 제88조제1항에도 불구하고 그 실시할 수 없었던 기간에 대하여 5년의 기간까지 그 특허권의 존속기간(제92조의5제2항에 따라 특허권의 존속기간의 연장이 등록된 경우에는 그 연장된 날까지를 말한다)을 한 차례만 연장할 수 있다. 다만, 허가등을 받은 날부터 14년을 초과하여 연장할 수 없다.

▶ 허가등에 따른 특허권의 존속기간 연장대상 추가 제한

하나의 허가등에 대하여 둘 이상의 특허권이 있는 경우 각각 연장 가능 → 1개만 연장 가능(제90조 제7항제8항, 제91조 제6호, 제134조 제1항 제6호, 제134조 제5항)

구법	현행법
-	90⑦ 하나의 허가등에 대하여 둘 이상의 특허권이 있는 경우에는 연장등록출원인은 그 중 하나의 특허권에 대해서만 존속기간의 연장등록출원을 하여야 하고, 하나의 허가등에 대하여 둘 이상의 특허권에 대한 존속기간의 연장등록출원이 있는 경우에는 어느 특허권의 존속기간도 연장할 수 없다.
-	90⑧ 특허권의 존속기간의 연장등록출원이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우 그 출원은 제7항을 적용할 때는 처음부터 없었던 것으로 본다. 1. 포기, 무효 또는 취하된 경우 2. 거절결정이나 거절한다는 취지의 심결이 확정된 경우

구법	현행법
-	91vi. 제90조제7항을 위반하여 하나의 허가등에 대하여 둘 이상의 특허권에 대한 존속기간의 연장등록출원을 한 경우
-	134①vi. 제90조제7항을 위반하여 하나의 허가등에 대하여 둘 이상의 특허권의 존속기간이 연장등록된 경우
-	134⑤ 연장등록이 제1항제6호에 해당하여 무효로 한다는 심결이 확정된 경우에는 그 특허권의 존속기간의 연장등록출원은 처음부터 없었던 것으로 본다.

▶ 비밀취급명령 위반죄 신설(실용신안법도 동일)

국방상 중요한 기술의 해외유출을 금지하는 규정의 실효성 확보 위해 외국출원금지 또는 비밀취급명령 위반한 경우 처벌규정 신설(제229조의3, 제230조 제3호)

구법	현행법
-	229-3 제41조제1항에 따른 외국에의 특허출원 금지 또는 비밀취급명령을 위반한 자는 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처한다.
-	230 법인의 대표자나 법인 또는 개인의 대리인, 사용인, 그 밖의 종업원이 그 법인 또는 개인의 업무에 관하여 제225조제1항, 제228조, 제229조 또는 제229조의3의 어느 하나에 해당하는 위반행위를 하면 그 행위자를 벌하는 외에 그 법인에는 다음 각 호의 구분에 따른 벌금형을, 그 개인에게는 해당 조문의 벌금형을 과(科)한다. 다만, 법인 또는 개인이 그 위반행위를 방지하기 위하여 해당 업무에 관하여 상당한 주의와 감독을 게을리하지 아니한 경우에는 그러하지 아니하다. iii. 제229조의3의 경우: 1억원 이하의 벌금

2. 주요기간 정리

추후보완	2개월, 1년
정당권리자 출원	확정일부터 30일
공지예외주장	공지등이 된 날부터 12개월
청구범위, 정식명세서, 번역문 제출	우선일부터 1년 2개월, 제3자 심사청구취지 통지 받은날부터 3개월 (분할, 변경 +30일)
우선권 주장	기초출원일/선출원일부터 1년
우선권 주장 추가 보정	최우선일/최선출원일부터 1년 4개월
국내우주 선출원 취하	출원일부터 1년 3개월
심사청구	출원일부터 3년(분할, 분리, 변경, 정당 +30일)
특허료	특허결정 받은 날부터 3개월, 추가납부기간 6개월, 보전기간 1개월, 권리회복신청 3개월
존속기간연장등록출원	허가 받은 날부터 3개월+원 존속기간 만료 전 6개월 설정등록일부 3개월
특허취소신청	등록공고 후 6개월
PCT 특례	공지예외(기준일 30일), 특허관리인(기준일 2개월), 보정(수+변+기), 변경(수+변), 심사청구(출원인 수+변, 제3자 국내서면만료 후), 214조 신청(통지된 날부터 2개월)
공시송달	게재한 날부터 2주 후 / 게재한 날의 다음날

3. 취하간주 사유 등

출원 취하간주 사유	번역문 제출기간, 청구범위 제출기간, 심사청구기간, 변경출원, 국내우주 선출원
출원 포기간주 사유	등록료 미납
특발권 포기간주 사유	국방상 필요한 발명 외국출원금지, 비밀취급명령 위반시

4. 특허취소신청 대비

	특허취소신청	특허무효심판
제도 취지	특허권의 조기 안정화	당사자간의 분쟁해결
절차	결정계 절차 (특허청과 특허권자)	당사자계 절차 (심판청구인과 특허권자)
청구인 적격	누구나	이해관계인 또는 심사관
신청/청구 기간	설정등록일부 등록공고 후 6개월까지(권리 소멸 후에는 불가)	설정등록 후 언제나(권리 소멸 후에도 가능)
취하	청구항 별로 가능 결정등본이 송달되기 전(취소이유 통지 후에는 불가)	청구항 별로 가능 심결이 확정되기 전(답변서 제출 후에는 상대방의 동의 필요)
취소/무효이유	신규성, 진보성, 확대된 선원, 선원	신규성, 진보성, 기재불비, 모인출원, 공동출원위반, 권리향유위반, 조약위반 등
심리방식	서면심리	서면심리 및 구술심리
복수 사건의 심리	원칙 병합 심리	원칙 사건별 심리
결정/심결	취소결정(취소결정 전에 취소이유통지), 기각결정 또는 각하결정	무효심결, 기각심결 또는 각하심결
불복 소제기	취소결정, 신청서 각하결정에 대해서는 특허청장을 피고로 특허법원에 불복 기각결정, 합의체의 각하결정에 대해서는 불복불가	청구서 각하결정에 대해서는 특허청장을 피고로 특허법원에 불복 청구인 및 피청구인 모두 상대방을 피고로 하여 특허법원에 제소 가능

5. 국제조사 vs 국제예비심사

	국제조사	국제예비심사
대상	모든 국제출원	국제예비심사가 청구된 국제출원
연락권	없음	있음
보정	국제조사보고서 수령 후 소정기간 내	국제예비심사보고서 작성 개시 전
단일성 결여	추가수수료 지불요구	출원인의 선택에 의해 청구범위의 감축 또는 추가수수료 지불요구
이용가능자	국제출원을 할 수 있는 자	제2장 규정에 구속된 계약국 거주자 또는 국민이 그러한 계약국 또는 국가를 위해 행동하는 수리관청에 국제출원 한 경우만 적용
절차	<ol style="list-style-type: none"> 1. 국제조사기관과 출원인간의 의견교환 - 원칙적 불허용 2. 보정 불허용 3. 불리한 보고 작성 전에 예고 받을 권리 없음 4. 단일성 불인정 경우에 추가수수료 납부 5. 절차의 종료 - 보고서 또는 부작성선언서 및 견해서 작성 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 출원인은 국제예비심사기관과 구두 또는 서면으로 연락 관리함 2. 보정 허용 3. 불리한 보고 작성 전에 예고 받을 권리 있음 4. 단일성 불인정 경우에 추가수수료 납부 또는 청구범위 감축 5. 절차의 종료 - 보고서 작성

국제조사보고서 부작성 선언 사유(시규 제106조의11 제5항)	
국제출원의 대상이 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우 가. 과학 또는 수학의 이론 나. 단순히 발견한 동물·식물의 변종 다. 사업활동, 순수한 정신적 행위의 수행 또는 유희에 관한 계획, 법칙 또는 방법 라. 수술 또는 치료에 의한 사람의 처치방법 및 진단방법 마. 정보의 단순한 제시 바. 심사관이 선행기술을 조사할 수 없는 컴퓨터프로그램	발명의 설명, 청구범위 또는 도면에 필요한 사항이 기재되어 있지 아니하거나 기재된 사항이 현저히 불명료하여 유효한 국제조사를 할 수 없는 경우

	PCT 19조 보정	PCT 34조 보정
주체	국제조사보고서 받은 출원인	국제예비심사 청구한 출원인
시기	국제조사보고서 송달일부터 2월 또는 우선일부터 16월 중 늦은날까지	국제예비심사보고서 작성시까지
제출처	국제사무국에 대하여	국제예비심사기관에 대하여
횟수	1회	횟수 제한 없음
보정대상	청구범위	청구범위, 발명의 설명, 도면
보정범위	출원 시 국제출원의 범위	출원 시 국제출원의 범위

6. 국제공개

국제공개예외 - PCT21(5) 국제공개 전 국제출원 취하, PCT21(6) 공서양속에 반하는 부분, PCT64(3) 국제공개 필요 없다고 선언한 국가만 지정한 경우

7. 실용신안법

	특허법	실용신안법
대상	발명 (물건, 방법, 제조방법 카테고리 포함) (특허법제2조3호)	물품의 형상, 구조, 조합에 관한 고안 (물품성 수반하는 협의의 물건 카테고리만 해당) (실용신안법제4조1항)
성립 요건	고도성 要 (특허법제2조1호→특허법제29조제2항에서 평가)	고도성 不要 (실용신안법제2조1호→실용신안법제4조제2항 의 문구가 특허법제29조제2항과 상이)
진보성	쉽게 (특허법제29조2항)	극히 쉽게 (실용신안법제4조2항)
부등록사유	공서양속 문란, 공중의 위생 해할 염려 있는 발명 (특허법제32조)	공서양속 문란, 공중의 위생 해할 염려 있는 발 명 + 국기, 훈장과 동일, 유사 고안 (실용신안법제6조)
도면첨부要不	필요한 경우만 (특허법제42조2항)	필수 / 미제출시 반려 (실용신안법제8조2항 / 실용신안법시행규칙제1 7조제1항)
우선심사대상의 상이	1. 녹색기술과 직접 관련된 특허출원 2. 인공지능 또는 사물인터넷 등 4차 산업혁명 과 관련된 기술을 활용한 특허출원 3. 특허청이 특허협력조약에 따른 국제조사기 관으로서 국제조사를 수행한 국제특허출원 4. 특허청장이 외국특허청장과 우선심사 하기 로 합의한 특허출원 (특허법시행령제9조) 5. 타법에 따른 우선심사 대상 특허출원 (특허법시행규칙제39조)	1. 공해방지에 유용한 실용신안등록출원 (실용신안법시행령제5조)
존속기간	설정등록이 있는날부터 특허출원일 후20년 (특허법제88조1항)	설정등록이 있는날부터 실용신안등록출원일 후 10년 (실용신안법제22조1항)
존속기간연장 제도	허가 등(특허법제89조) & 등록지연(특허법제92조의2)	등록지연(실용신안법제22조의2)
효력제한	1. 연구, 시험 2. 국내통과 3. 특허출원시 물건 4. 약사법상 조제 (특허법제96조)	1. 연구, 시험 2. 국내통과 3. 특허출원시 물건 (실용신안법제24조)
간접침해	물건, 방법 모두 규정 有 (특허법제127조)	방법/물질에 관한 규정은 無 (실용신안법제29조)
생산방법추정 규정	有 (특허법제129조)	無

PCT(도면제출)	-	실용신안법 제36조(도면 제출) ① 국제출원일에 제출한 국제출원이 도면을 포함하지 아니한 경우 기준일까지 도면(도면에 관한 간단한 설명을 포함한다)을 특허청장에게 제출 ② 도면 미제출시 또는 도면의 국어번역문의 미제출시 특허청장은 제출명령 可 ③ 특허청장은 제2항의 규정에도 불구하고 미제출시 그 국제실용신안등록출원을 무효 可 ④ 제1항 또는 제2항의 규정에 의하여 제출된 도면 및 도면의 국어 번역문은 특허법 47조의 보정으로 취급. 단, 「특허법」 제47조제1항의 보정기간은 도면의 제출에 미적용.
침해죄	반의사불벌죄, 피해자의 명시적인 의사에 반하여 공소를 제기할 수 없다 (특허법 제225조 제2항)	반의사불벌죄, 피해자의 명시적인 의사에 반하여 공소를 제기할 수 없다 (실용신안법 제45조 제2항)
몰수	침해행위를 조성한 물건 또는 그 침해행위로부터 생긴 물건은 몰수하거나 피해자의 청구에 따라 그 물건을 피해자에게 교부할 것을 선고하여야 한다(특허법 제231조)	침해행위를 조성한 물건 또는 그 침해행위로부터 생긴 물건은 몰수하거나 피해자의 청구에 따라 그 물건을 피해자에게 교부할 것을 선고할 수 있다(실용신안법 제51조)
전문심리위원 비밀누설죄	전문심리위원 또는 전문심리위원이었던 자가 그 직무수행 중에 알게 된 다른 사람의 비밀을 누설하는 경우에는 2년 이하의 징역이나 금고 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.	-

8. 2025년 최신판례 정리

▶무권리자 특허에 대한 무효심판청구 이해관계

발명을 한 사람 또는 그 승계인은 특허법에서 정하는 바에 따라 특허를 받을 수 있는 권리를 가진다(특허법 제33조 제1항 본문). 이러한 정당한 권리자 아닌 사람(이하 ‘무권리자’라 한다)이 한 특허출원에 대하여 특허권의 설정등록이 이루어지면 특허무효사유에 해당한다(특허법 제133조 제1항 제2호 본문). 특허법 제133조 제1항 전문은 “이해관계인(제2호 본문의 경우에는 특허를 받을 수 있는 권리를 가진 자만 해당한다) 또는 심사관은 특허가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 무효심판을 청구할 수 있다.”라고 규정하고 있으므로, 특허를 받을 수 있는 권리를 가지는 정당한 권리자 또는 심사관만이 무권리자의 출원을 무효사유로 한 특허무효심판의 청구인 적격이 있다. 청구인 적격이 없는 자가 제기한 특허의 무효심판청구는 부적법하므로 무효사유에 대하여 판단할 필요 없이 그 심판청구를 각하하여야 한다. 심판청구인이 무권리자의 출원을 무효사유로 한 특허무효심판을 청구할 수 있는 특허를 받을 수 있는 권리를 가지는 정당한 권리자에 해당하는지 여부는 심결 당시를 기준으로 판단하여야 한다.

▶청구범위 해석

특허발명의 보호범위는 청구범위에 적혀 있는 사항에 따라 정해지고, 발명에 관한 설명이나 도면 등으로 보호범위를 제한하거나 확장하는 것은 원칙적으로 허용되지 않는다. 그러나 청구범위에 적혀 있는 사항은 발명에 관한 설명이나 도면 등을 참작하여 그 기술적인 의미를 정확하게 이해할 수 있으므로, 청구범위에 적혀 있는 사항의 해석은 문언의 일반적인 의미 내용을 기초로 하면서도, 발명에 관한 설명이나 도면 등을 참작하여 문언에 의하여 표현하고자 하는 기술적 의의를 고찰한 다음 객관적·합리적으로 하여야 한다.

▶균등범위

특허권침해소송의 상대방이 제조하는 제품 또는 사용하는 방법 등(이하 ‘대상제품 등’이라 한다)이 특허권을 침해한다고 하기 위해서는, 특허발명의 청구범위에 기재된 각 구성요소와 그 구성요소 간의 유기적 결합관계가 대상제품 등에 그대로 포함되어 있어야 한다. 대상제품 등에 특허발명의 청구범위에 기재된 구성 중 변경된 부분이 있는 경우

에도, 특허발명과 과제 해결원리가 동일하고, 특허발명에서와 실질적으로 동일한 작용효과를 나타내며, 그와 같이 변경하는 것이 그 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람 누구나 쉽게 생각해 낼 수 있는 정도라면, 특별한 사정이 없는 한 대상제품 등은 특허발명의 청구범위에 기재된 구성과 균등한 것으로서 여전히 특허권을 침해한다고 보아야 한다.

여기에서 대상제품 등과 특허발명의 과제 해결원리가 동일한지 여부를 가릴 때에는, 청구범위에 기재된 구성의 일부를 형식적으로 추출할 것이 아니라, 명세서에 적힌 발명에 관한 설명의 기재와 출원 당시의 공지기술 등을 참작하여 선행기술과 대비하여 볼 때, 특허발명에 특유한 해결수단이 기초하고 있는 기술사상의 핵심이 무엇인가를 실질적으로 탐구하여 판단하여야 한다.

▶생략발명의 경우

특허발명의 청구항을 복수의 구성요소로 구성한 경우에는, 그 구성요소가 유기적으로 결합한 전체로서의 기술사상을 보호하는 것이지, 각각의 구성요소를 독립하여 보호하는 것은 아니다. 특허권침해소송 상대방의 대상제품 등이 특허발명의 청구항에 기재된 구성요소들 중의 일부만을 갖추고 있고 나머지 구성요소가 없는 경우에는 원칙적으로 그 대상제품 등은 특허발명의 보호범위에 속하지 않는다. 특허발명의 청구범위에 기재된 모든 구성요소는 중요하므로, 그중 일부를 권리행사의 단계에서 비교적 중요하지 않은 사항이라고 하여 무시하는 것은 사실상 청구범위의 확장적 변경을 사후에 인정하는 것이 되어 허용될 수 없다.

▶직접침해 여부 - 특허발명 생산이 이루어졌다고 볼 수 있는지

물건의 발명에 관한 특허권자가 물건에 대하여 가지는 독점적인 생산·사용·양도·대여 또는 수입 등의 특허실시에 관한 권리는 특허권이 등록된 국가의 영역 내에서만 효력이 미치고(이른바 ‘특허권의 속지주의 원칙’), 특허권침해소송의 상대방이 제조하는 물건이 특허권을 침해하는 물건에 해당하려면 특허발명의 청구범위에 기재된 각 구성요소와 그 구성요소 간의 유기적 결합관계가 그 물건에 그대로 포함되어 있어야 한다(이른바 ‘구성요소 완비의 원칙’). 한편 국내에서 특허발명의 실시를 위한 부품 또는 구성 전부가 생산되거나 대부분의 생산단계를 거쳐 주요 구성을 모두 갖춘 반제품이 생산되고, 이것이 하나의 주체에게 수출되어 마지막 단계의 가공조립이 이루어질 것이 예정되어 있으며, 그와 같은 가공·조립이 극히 사소하거나 간단하여 위와 같은 부품 전체의 생산 또는 반제품의 생산만으로도 특허발명의 각 구성요소가 유기적으로 결합한 일체로서 가지는 작용효과를 구현할 수 있는 상태에 이른 경우에는 특허권의 실질적 보호를 위해 국내에서 특허발명의 실시제품이 생산된 것과 같이 볼 수 있다. 이러한 경우에 해당하느냐는 특허권의 속지주의 원칙과 구성요소 완비의 원칙을 고려하여 엄격하게 판단하여야 한다.

▶연구 또는 시험행위

특허법은 발명을 보호·장려하는 한편 그 이용을 도모함으로써 기술의 발전을 촉진하여 산업발전에 이바지함을 목적으로 한다(특허법 제1조). 이에 특허법은 특허권자가 업으로서 특허발명을 실시할 권리를 독점한다고 하면서도(특허법 제94조 제1항 본문) 제96조 제1항 제1호에서 연구 또는 시험(약사법에 따른 의약품의 품목허가·품목신고 및 농약관리법에 따른 농약의 등록을 위한 연구 또는 시험을 포함한다. 이하 같다)을 하기 위한 특허발명의 실시에는 특허권의 효력이 미치지 않는다고 규정하고 있다.

특허법 제96조 제1항 제1호는 특허권의 효력이 미치지 않는 특허발명 실시의 요건으로 그 실시의 목적이 연구 또는 시험일 것을 정하고 있을 뿐이다. 다만 이는 누구든지 특허발명을 연구 또는 시험하여 그 내용을 확인·검증하고 더욱 개량된 발명을 이어나갈 수 있도록 특허권의 효력을 제한함으로써 특허법이 추구하는 ‘발명의 보호’와 ‘발명의 이용·도모’ 사이에 조화와 균형을 이루기 위한 규정이므로, 위 규정의 적용 여부를 판단할 때에는 업으로서 특허발명을 실시할 권리를 독점하는 특허권자 등의 정당한 이익도 함께 고려할 필요가 있다.

이와 같은 규정의 문언과 취지 등을 종합하면, 특허권자 등의 독점적·배타적 이익을 불합리하게 훼손하지 않으면서 특허발명을 연구 또는 시험하기 위해 그 특허발명을 실시하는 행위에는 특허법 제96조 제1항 제1호가 적용되어 특허권의 효력이 미치지 않는다.

▶확인대상발명 특정

특허법 제135조가 규정하고 있는 권리범위 확인심판은 특허권의 효력이 미치는 범위를 대상물과의 관계에서 구체적으로 확정하는 것으로, 그 대상물은 심판청구인이 심판의 대상으로 삼은 구체적인 실시 형태인 확인대상 발명이다. 권리범위 확인심판 청구의 대상이 되는 확인대상 발명은, 당해 특허발명과 서로 대비할 수 있을 만큼 구체적으로 특정되어야 할 뿐만 아니라, 그에 앞서 사회통념상 특허발명의 권리범위에 속하는지를 확인하는 대상으로서 다른 것과 구별될 수 있는 정도로 구체적으로 특정되어야 한다. 그러므로 확인대상 발명의 설명서와 도면에는 특허발명의 구성요소에 대응하는 확인대상 발명의 구성요소를 명확하게 기재하여야 한다. 확인대상 발명의 특정을 위해서 대상

물의 구체적인 구성을 전부 기재할 필요는 없지만, 적어도 특허발명의 구성요소와 대비하여 그 차이점을 판단함에 필요할 정도로 특허발명의 구성요소에 대응하는 부분의 구체적인 구성을 기재하여야 한다.

▶확인의 이익

특허법 제135조 제2항은 “이해관계인은 타인의 특허발명의 보호범위를 확인하기 위하여 특허권의 권리범위 확인심판을 청구할 수 있다.”고 규정하고 있다. 위와 같은 특허권의 소극적 권리범위 확인심판을 청구할 수 있는 이해관계인은 특허권자 등으로부터 권리의 대항을 받아 업무상 손해를 받고 있거나 손해를 받을 염려가 있는 자를 말한다. 이러한 이해관계인에는 특허권의 권리범위에 속하는지 여부에 관하여 분쟁이 생길 염려가 있는 대상물을 제조·판매·사용하는 것을 업으로 하고 있는 사람뿐만 아니라, 그 업무의 성질상 장래에 그러한 물품을 업으로 제조·판매·사용하리라고 예상되는 사람도 포함된다. 소극적 권리범위 확인심판에서는 현재 실시하는 것만이 아니라 장래 실시 예정인 것도 심판대상으로 삼을 수 있다. 소극적 권리범위 확인심판에서는 심판청구인이 현실적으로 실시하는 기술이 심판청구에서 심판의 대상으로 삼은 구체적인 확인대상 발명과 다르다고 하더라도 심판청구인이 특정한 확인대상 발명이 실시가능성이 없을 경우 그 청구의 적법 여부가 문제로 될 수 있을 뿐이고, 여전히 심판의 대상은 심판청구인이 특정한 확인대상 발명을 기준으로 특허발명과 대비하여 그 권리범위에 속하는지 여부를 판단하여야 한다.

▶공지예외주장 적용 가능 공지발명 범위

실용신안의 등록요건 및 등록출원에 관하여 실용신안법 제11조에 의하여 준용되는 특허법 제30조 제1항 제1호는, 특허를 받을 수 있는 권리를 가진 자에 의하여 그 발명이 특허출원 전에 국내 또는 국외에서 공지되었거나 공연히 실시되는 등 특허법 제29조 제1항 각 호의 어느 하나에 해당하게 된 경우[이하 ‘자기공지(自己公知)’라 한다], 그 날부터 12개월 이내에 특허출원을 하면 그 특허출원된 발명에 대하여 특허법 제29조 제1항 또는 제2항(신규성 또는 진보성 요건)을 적용할 때 그 발명은 제29조 제1항 각 호의 공지된 발명에 해당하지 않는 것으로 본다고 하여 공지예외 규정을 두고 있다. 그리고 특허법 제30조 제2항은 같은 조 제1항 제1호의 적용을 받고자 하는 자는 특허출원서에 그 취지를 적어 출원하여야 하고, 이를 증명할 수 있는 서류를 특허출원일로부터 30일 이내에 지식재산처장에게 제출하여야 한다고 하여, 공지예외 주장의 제출 시기, 증명서류 제출 기한 등의 절차에 관하여 규정하고 있다.

이는 특허법이 원칙적으로 출원 전에 공지·공용된 발명 또는 그 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람(이하 ‘통상의 기술자’라 한다)이 공지·공용된 발명에 의하여 쉽게 발명할 수 있는 발명은 특허를 받을 수 없도록 하고 있는 것(특허법 제29조 제1항, 제2항)에 대한 예외를 규정한 것이다. 신규성 또는 진보성 요건에 관한 원칙을 너무 엄격하게 적용하면 특허를 받을 수 있는 권리를 가진 자에게 지나치게 가혹하여 형평성을 잃게 되거나 산업의 발전을 도모하는 특허법의 취지에 맞지 않게 되는 경우가 생길 수 있으므로, 예외적으로 일정한 요건과 절차를 갖춘 경우에는 특허를 받을 수 있는 권리를 가진 자의 발명이 특허출원 전에 공개되었다고 하더라도 그 발명은 공지 등이 되지 않은 것으로 취급하기 위하여 공지예외 규정을 둔 것이다.

이러한 공지예외 규정의 문언과 취지에 비추어 보면, 특허를 받을 수 있는 권리를 가진 자가 특허법 제30조 제1항에서 정한 12개월의 기간 이내에 여러 번의 공개행위를 하고 그중 가장 먼저 공지된 발명에 대해서만 절차에 따라 공지예외 주장을 하였더라도, 공지된 나머지 발명들이 가장 먼저 공지된 발명과 동일성이 인정되는 범위에 있다면 공지된 나머지 발명들에게까지 공지예외의 효과가 미친다고 보아야 한다.

한편 특허법 제30조 제1항 제1호의 공지예외 규정은 특허출원된 발명에 대하여 신규성 요건인 특허법 제29조 제1항뿐만 아니라 진보성 요건인 특허법 제29조 제2항을 적용할 때에도 자기공지된 발명이 공지 등이 되지 않은 것으로 본다고 정하고 있다. 그리고 그 규정의 문언상 공지예외의 효과가 미치는 ‘자기공지된 발명’과 출원의 대상인 ‘특허출원된 발명’을 분명하게 구별하고 있다. 이는 특허출원된 발명이 자기공지된 발명의 공지 이후 추가적인 연구 개발이나 개량 등을 통하여 자기공지되었던 발명과 구성이나 효과에 차이가 생길 수 있음을 고려한 것이다. 따라서 공지예외 규정이 적용되기 위해서 반드시 자기공지된 발명이 특허출원된 발명과 동일해야 한다거나 자기공지된 발명 그 자체가 특허출원되어야만 한다고 볼 수는 없다.

▶자유실시기술 항변

특허법 제30조 제1항에서 정한 공지예외 규정의 문언과 내용, 입법 취지, 자유실시기술 법리의 본질 및 기능 등을 종합하여 보면, 공지예외 규정을 적용받아 특허를 받은 특허발명의 경우 확인대상 발명이 그 특허권의 권리범위에 속하는지를 판단할 때에는 자유실시기술 주장 즉, ‘발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람(이하 ‘통상의 기술자’라 한다)이 공지예외 규정의 적용 근거가 된 공지기술로부터 확인대상 발명을 쉽게 실시할 수 있어 확인대상 발명이 특허권의 권리범위에 속하지 않는다’는 주장은 허용되지 않는다고 보아야 한다.

▶기능식 청구항 청구범위 해석

특허발명의 보호범위는 청구범위에 적혀 있는 사항에 따라 정해지고, 발명에 관한 설명이나 도면 등으로 보호범위를 제한하거나 확장하는 것은 원칙적으로 허용되지 않는다. 그런데 청구범위에 적혀 있는 사항이 통상적인 구조, 방법, 물질 등이 아니라 기능, 효과, 성질 등의 이른바 기능적 표현으로 되어 있어 그 용어의 기재만으로 기술적 구성의 구체적인 내용을 알 수 없는 경우에는, 그 특허권의 침해 판단이나 권리범위 확인이 문제되는 국면에서 청구범위를 문언 그대로 해석하면 명세서의 다른 기재에 비추어 보아 명백히 불합리할 때가 있다. 청구범위에 문언적으로 포함 된다고 해석되는 것 중 일부가 발명에 관한 설명의 기재에 의하여 뒷받침되지 않거나, 출원인이 그중 일부를 특허권의 권리범위에서 의식적으로 제외하고 있다고 보이는 경우 등이 이에 해당한다. 이러한 경우에는 출원된 기술사상의 내용, 명세서의 다른 기재, 출원인의 의사, 제3자에 대한 법적 안정성을 두루 참작하여 특허권의 권리범위를 제한 해석할 수 있다. 이는 독립항과 그 종속항의 권리범위가 동일하게 된다고 하여도 마찬가지이다.

▶제42조 제4항 제2호

특허법 제42조 제4항 제2호는 ‘청구범위에는 발명이 명확하고 간결하게 적혀야 한다’고 규정하고 있고, 제97조는 ‘특허발명의 보호범위는 청구범위에 적혀 있는 사항에 의하여 정하여진다’고 규정하고 있다. 그러므로 청구항에는 명확한 기재만이 허용되고, 발명의 구성을 불명료하게 표현하는 용어는 원칙적으로 허용되지 않는다. 또한 발명이 명확하게 적혀 있는지 여부는, 그 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람(이하 ‘통상의 기술자’라 한다)이, 발명에 관한 설명이나 도면 등의 기재와 출원 당시의 기술상식을 고려하여, 청구범위에 적혀 있는 사항으로부터 특허를 받고자 하는 발명을 명확하게 파악할 수 있는지에 따라 개별적으로 판단하여야 한다.

▶제42조 제3항 제1호

특허법 제42조 제3항 제1호는 ‘발명에 관한 설명은 통상의 기술자가 그 발명을 쉽게 실시할 수 있도록 명확하고 상세하게 적어야 한다’고 규정하고 있다. 이는 특허출원된 발명의 내용을 제3자가 명세서만으로 쉽게 알 수 있도록 공개하여 특허권으로 보호받고자 하는 기술적 내용과 범위를 명확하게 하기 위한 것이다.

그런데 ‘물건 발명’의 경우, 그 발명의 ‘실시’라 함은 그 물건을 생산, 사용하는 등의 행위를 말하므로, 물건 발명에서 통상의 기술자가 특허출원 당시의 기술수준으로 보아 과도한 실험이나 특수한 지식을 부가하지 않고서도 발명에 관한 설명에 적혀 있는 사항에 의하여 물건 자체를 생산하고 이를 사용할 수 있고, 구체적인 실험 등으로 증명이 되어 있지 않더라도 특허출원 당시의 기술수준으로 보아 통상의 기술자가 발명 효과의 발생을 충분히 예측할 수 있다면, 위 조항에서 정한 기재요건을 충족한다고 볼 수 있다.

▶확인의 이익 - 권리 대 권리 적극적 권리범위확인심판

선등록 특허권자가 후등록 특허권자를 상대로 후등록 특허발명을 확인대상 발명으로 삼아 선등록 특허권의 권리범위에 속한다는 확인을 구하는 적극적 권리범위 확인심판청구는, 등록무효절차 이외에서 등록된 권리의 효력을 부인하는 결과가 되어 확인의 이익이 인정될 수 없으므로 원칙적으로 부적법하다. 다만 예외적으로 두 발명이 특허법 제98조에서 규정하는 이용관계에 있어 확인대상 발명의 등록의 효력을 부정하지 않고 권리범위의 확인을 구할 수 있는 경우에는 권리 대 권리 간 적극적 권리범위 확인심판의 청구가 허용된다. 한편 권리범위 확인심판에서 확인의 이익 유무는 심판청구의 적법 요건에 관한 것으로서 직권조사사항이므로, 법원은 그 판단의 기초자료인 사실과 증거를 직권으로 탐지할 의무까지는 없다고 하더라도 이미 제출된 자료들에 의하여 그 확인의 이익이 있는지 의심이 갈 만한 사정이 보인다면, 상대방이 이를 구체적으로 지적하여 다투지 않더라도 이에 관하여 심리·조사할 의무가 있다.



03 | 상표법

조현중

2026 변리사 1차 상표법 시험장자료

1. 2025년 주요 개정법률

▶ 타법 개정에 따른 '근로자의 날' 용어 수정

근로자의 날 → 노동절(제16조 제4호)

구법	현행법
16iv. 상표에 관한 절차에서 기간의 마지막 날이 공휴일(토요일 및 「근로자의날제정예관한법률」에 따른 근로자의 날을 포함한다)이면 기간은 그 다음 날로 만료한다.	16iv. 상표에 관한 절차에서 기간의 마지막 날이 공휴일(토요일 및 「노동절 제정에 관한 법률」에 따른 노동절을 포함한다)이면 기간은 그 다음 날로 만료한다.

▶ 정부조직 개편에 따른 '특허청', '특허청장', '산업통상자원부령' 용어 수정

특허청 → 지식재산처, 특허청장 → 지식재산처장, 산업통상자원부령 → 총리령

▶ 국내에서 해외 위조상품을 인터넷 등을 통하여 직접 구매하는 소비자가 증가함에 따라 해외 위조상품이 국내에 공급되는 것을 막기 위한 법적 근거를 명확히 하기 위해 사용행위에 외국에서 상품 또는 상품의 포장에 상표를 표시한 것을 운송업자 등 타인을 통하여 국내에 공급하는 행위를 추가하였고, 이에 따라 해외지구 위조상품을 침해품으로 보아 상표법 제107조 제3항에 따른 압류나 제236조에 따른 몰수가 가능하도록 개정

구법	현행법
2①xi다. 상품에 관한 광고·정가표(定價表)·거래서류, 그 밖의 수단에 상표를 표시하고 전시하거나 널리 알리는 행위	2①xi다. 외국에서 상품 또는 상품의 포장에 상표를 표시한 것을 운송업자 등 타인을 통하여 국내에 공급하는 행위
-	2①xi라. 상품에 관한 광고·정가표(定價表)·거래서류, 그 밖의 수단에 상표를 표시하고 전시하거나 널리 알리는 행위

▶ 상표등록이 조속히 될 수 있도록 이의신청기간 단축

2개월 → 30일(제57조 제3항, 제60조 제1항)

구법	현행법
57③ 지식재산처장은 제2항에 따라 출원공고를 한 날부터 2개월간 상표등록출원 서류 및 그 부속 서류를 지식재산처에서 일반인이 열람할 수 있게 하여야 한다.	57③ 지식재산처장은 제2항에 따라 출원공고를 한 날부터 30일간 상표등록출원 서류 및 그 부속 서류를 지식재산처에서 일반인이 열람할 수 있게 하여야 한다.
60① 출원공고가 있는 경우에는 누구든지 출원공고일부터 2개월 내에 다음 각 호의 어느 하나에 해당한다는 것을 이유로 지식재산처장에게 이의신청을 할 수 있다.	60① 출원공고가 있는 경우에는 누구든지 출원공고일부터 30일 이내에 다음 각 호의 어느 하나에 해당한다는 것을 이유로 지식재산처장에게 이의신청을 할 수 있다.

▶ 징벌적 손해배상액 한도 상향(특허와 동일하게 맞춤)

3배 → 5배(제110조 제7항)

구법	현행법
110⑦ 법원은 고의적으로 상표권자 또는 전용사용권자의 등록상표와 동일·유사한 상표를 그 지정상품과 동일·유사한 상품에 사용하여 상표권 또는 전용사용권을 침해한 자에 대하여 제109조에도 불구하고 제1항부터 제6항까지의 규정에 따라 손해로 인정된 금액의 3배를 넘지 아니하는 범위에서 배상액을 정할 수 있다.	110⑦ 법원은 고의적으로 상표권자 또는 전용사용권자의 등록상표와 동일·유사한 상표를 그 지정상품과 동일·유사한 상품에 사용하여 상표권 또는 전용사용권을 침해한 자에 대하여 제109조에도 불구하고 제1항부터 제6항까지의 규정에 따라 손해로 인정된 금액의 5배를 넘지 아니하는 범위에서 배상액을 정할 수 있다.

2. 절차총칙

	특허	상표
당사자 능력	미성년자 등의 행위능력(3①) 법인이 아닌 사단 등(4) 법인이 아닌 사단 또는 재단으로서 대표자나 관리인이 정하여져 있는 경우에는 그 사단 또는 재단의 이름으로 출원심사의 청구인, 특허취소신청인, 심판의 청구인·피청구인 또는 재심의 청구인·피청구인이 될 수 있다. 재외자의 특허관리인(5)	미성년자 등의 행위능력(4①) 법인이 아닌 사단 등(5) 법인이 아닌 사단 또는 재단으로서 대표자나 관리인이 정하여져 있는 경우에는 그 사단 또는 재단의 이름으로 제60조제1항에 따른 상표등록의 <u>이의신청</u> 이나 심판 또는 재심의 당사자가 될 수 있다. 재외자의 상표관리인(6)
대리인 능력	미성년자 등의 행위능력(3②) 제1항의 법정대리인은 후견감독인의 동의 없이 제132조의2에 따른 특허취소신청이나 상대방이 청구한 심판 또는 재심에 대한 절차를 밟을 수 있다. 대리권의 범위(6) 출존특신청우불복, 불: 거불심 대리권의 증명(7) 행위능력 등의 흠에 대한 추인(7-2) 개별대리(9) 대리인의 선임 또는 교체 명령(10) 복수당사자의 대표(11) 출존특신청우불복 민사소송법 준용(12) 재외자의 재판관할(13)	미성년자 등의 행위능력(4②) 제1항의 법정대리인은 후견감독인의 동의 없이 상대방이 청구한 제60조에 따른 상표등록 <u>이의신청</u> 이나 심판 또는 재심에 대한 절차를 밟을 수 있다. 대리권의 범위(7) 출O상신청O불복, 불: 보불심, 거불심 대리권의 증명(8) 행위능력 등의 흠에 대한 추인(9) 개별대리(11) 대리인의 선임 또는 교체 명령(12) 복수당사자의 대표(13) 출O상신청O불복 민사소송법 준용(14) 재외자의 재판관할(15)

	특허	상표
서류 작성 제출 송달	고유번호의 기재(28-2) 전자문서 이용신고 및 전자서명(28-4) 서류제출의 효력발생시기(28) 전자문서에 의한 특허에 관한 절차의 수행(28-3) 서류의 송달(218) 공시송달(219) 재외자에 대한 송달(220) 정보통신망을 이용한 통지 등의 수행(28-5)	고유번호의 기재(29) 전자문서 이용신고 및 전자서명(31) 서류제출의 효력발생시기(28) 전자문서에 의한 상표에 관한 절차의 수행(30) 서류의 송달(218) 공시송달(219) 재외자에 대한 송달(220) 정보통신망을 이용한 통지 등의 수행(32)
기간 계산 연장 보완	기간의 계산(14) 기간의 연장 등(15) ① 특허청장은 청구에 따라 또는 직권으로 제132조의17에 따른 심판의 청구기간을 30일 이내에서 한 차례만 연장할 수 있다. 다만, 도서·벽지 등 교통이 불편한 지역에 있는 자의 경우에는 산업통상자원부령으로 정하는 바에 따라 그 횟수 및 기간을	기간의 계산(16) 기간의 연장 등(17) ① 특허청장은 당사자의 청구에 의하여 또는 직권으로 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 기간을 30일 이내에서 한 차례 연장할 수 있다. 다만, 도서·벽지 등 교통이 불편한 지역에 있는 자의 경우에는 산업통상자원부령으로 정하는 바에 따라 그

	<p>추가로 연장할 수 있다.</p> <p>절차의 추후보완(17) 거불심, 재심</p>	<p>횟수 및 기간을 추가로 연장할 수 있다.</p> <p>1. 제61조에 따른 <u>이의신청 이유</u> 등의 보정기간 2. 제115조에 따른 <u>보정각하결정에 대한 심판의 청구기간</u> 3. 제116조에 따른 <u>거절결정에 대한 심판의 청구기간</u></p> <p>절차의 추후보완(17) 보불심, 거불심, 재심</p>
--	---	---

	특허	상표
정지	<p>절차의 중단(20) 대리권의 불소멸(8) 중단된 절차의 수계(21) 수계신청(22) ① 제20조에 따라 중단된 절차에 관한 수계신청은 제21조 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 할 수 있다. 이 경우 그 <u>상대방은 특허청장 또는 제143조에 따른 심판관(이하 “심판관”이라 한다)에게 제21조 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에 대하여 수계신청할 것을 명하도록 요청할 수 있다.</u></p> <p>절차의 중지(23) 심사 또는 소송절차의 중지(78) 제척기피신청시 심판절차의 중지(153) 소송과의 관계(164) 조정위원회 회부(164-2)</p> <p>중단 또는 중지의 효과(24)</p>	<p>절차의 중단(22) 대리권의 불소멸(10) 중단된 절차의 수계(23) 수계신청(24) ① 제22조에 따라 중단된 절차에 관한 수계신청은 제23조 각 호에 따른 자 및 <u>상대방도</u> 할 수 있다.</p> <p>절차의 중지(25) 보정각하불복시 심사 중지(42) 심사 또는 소송절차의 중지(70) 제척기피신청시 심판절차의 중지(139) 소송과의 관계(151) 조정위원회 회부(151-2)</p> <p>중단 또는 중지의 효과(26)</p>
수수료	<p>수수료(82) 수수료 감면(83) 수수료 반환(84) 잘못 납부된 수수료 출원 후 1개월 이내 취하포기(분할, 분리, 변경, 우선심사신청한 출원 제외) : 출원료, 우주료 <u>첫 심사결과 받기 전 취하포기 심사청구료 전액, 최초 거통 의견서제출기간 만료 전 취하포기 심사청구료 1/3</u> 거불심 거절결정 취소심결(심판 단계에서 보정이 있는 경우 제외) 거불심청구료 전액 심리종결 후 심결 받지 않은 경우 심판청구료, 참가료 1/2</p>	<p>수수료(78) 수수료 반환(79) 잘못 납부된 수수료 출원 후 1개월 이내 취하포기(분할, 변경, <u>분할변경의 기초출원</u>, 우선심사신청한 출원, <u>국제상표등록출원</u> 제외) : 출원료, 우주료 보불심·거불심 보정각하·거절결정 취소심결(심판 단계에서 보정이 있는 경우 제외) 보불심·거불심청구료 전액 심리종결 후 심결 받지 않은 경우 심판청구료, 참가료 1/2</p>

	특허	상표
반려 무효	반려(시규11) 무효(46,16)	반려(시규25) 보완명령 불응 소리·냄새상표 시각적 표현 미기재 무효(39,18)
권리 이전	절차의 효력 승계(18) 절차의 속행(19)	절차의 효력 승계(20) 절차의 속행(21)
취하 포기	출원취하간주 중복특허쟁점(53④,56①) 심사/공개쟁점(42-2③,42-3④,59⑤) 심사관/심판관 편의쟁점(42-3⑤,42-3⑦,47④,132-3②,133-2②137④) 국내우선권주장(56③) 출원포기간주 등록료 미납(81③)	출원취하간주 중복상표쟁점(44⑧) 출원포기간주 등록료 미납(75)

3. 사용상표 지위 대비

구분	9호 주지	11호 저명	12호 수요자 기반	13호 부정한 목적
주지도	동종업종 수요자에게 널리 인식 이상	이종업종 일반 수요자에게 제도 현저하게 인식	국내 수요자에게 특정인의 상품출처로 인식 이상	국내외 수요자에게 특정인의 상품출처로 인식 이상
상표	동일·유사	비유사하여도 모티브나 아이디어 등을 비교하여 저명상표가 용이하게 연상되는 경우	동일·유사	동일·유사
상품	동일·유사	비유사	동일·유사·견련관계	동일·유사·견련관계
시기적 기준	등록여부결정시	출원시	등록여부결정시	출원시

4. 거절이유

	거절이유 (정보제공)	직권 재심사	이의신청	상표무효
주체	제27조	○	○	○
	제3조 제1항 본문	○	○	○
	제3조 제1항 단서	○	○	○
기재요건	제38조 제1항	제외	○	제외
성립성	제2조 제1항	○	○	○
식별력 등	제33조, 제34조, 제35조	○	○	○
이전규정 위반	제48조 제2항 후단	○	○	○
	제48조 제4항			
	제48조 제6항 내지 제8항			

단체표장	주체(제3조 제2항) 정관(가입조건, 사용조건, 사용조건 위반시 제재 등 미기재)	○	○	○
증명표장	주체(제3조 제3항, 제4항, 제5항) 정관 또는 규약(증명하려는 상품의 품질, 사용조건, 사용조건 위반시 제재 등 미기재) 정관 또는 규약(정관 또는 규약으로 증명표장 사용을 실질적으로 허락하지 아니한 경우)	○	○	○
업무표장	주체(제3조 제6항)	○	○	○
지리적표시 단체표장	정관(상품의 특정 품질과 지리적 환경의 본질적 연관성 등 미기재) 정관(정관으로 단체의 가입을 실질적으로 허용하지 아니한 경우)	○	○	○
조약위반	○	○	○	○
상표등록된 후 상표권자가 제27조에 해당하거나 조약에 위반된 경우, 식별력 상실한 경우	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음	후발적 무효사유
지리적표시 단체표장이 등록된 후 그 지리적표시가 원산지 국가에서 보호 중단되거나 사용되지 아니하게 된 경우				

5. 벌칙

	특허	상표
침해죄	7년/1억원 반의사불벌죄	7년/1억원 (비친고죄)
몰수	침해행위 조성 물건·침해행위로부터 생긴 물건 몰수 + 피해자 청구에 따라 교부(교부 받은 경우는 그 물건 가액 초과하는 손해액에 대해서만 배상 청구 可)	상표·포장·상품(침해물)과 침해물 제작 용구·재료 몰수 단 기능 및 외관을 해치지 아니하고 상표·포장과 쉽게 분리될 수 있는 경우는 상품은 몰수 x 可
비밀누설죄	5년/5천만원 - 소속 직원 등 2년·금고/1천만원 - 전문심리위원 (비친고죄)	-
위증죄	5년/5천만원 (비친고죄) (확정 전 자수할 경우 감경/면제 可)	5년/5천만원 (비친고죄) (확정 전 자수할 경우 감경/면제 可)
허위표시죄 (거짓표시죄)	3년/3천만원 (비친고죄)	3년/3천만원 (비친고죄)
거짓행위죄	3년/3천만원 (비친고죄)	3년/3천만원 (비친고죄)
비밀유지명령 위반죄	5년/5천만원 (친고죄)	5년/5천만원 (친고죄)
과태료	50만원	50만원

6. 제119조 취소사유 중 부정사용 대비

제1호	제2호
상표권자가	전용사용권자 또는 통상사용권자가
고의로	-
지정상품에 등록상표와 유사한 상표를 사용하거나 지정 상품과 유사한 상품에 등록상표 또는 이와 유사한 상표를 사용함으로써(유사범위 사용)	지정상품 또는 이와 유사한 상품에 등록상표 또는 이와 유사한 상표를 사용함으로써(동일·유사범위 사용)
수요자에게 상품의 품질을 오인하게 하거나 타인의 업무와 관련된 상품과 혼동을 불러일으키게 한 경우	수요자에게 상품의 품질을 오인하게 하거나 타인의 업무와 관련된 상품과 혼동을 불러일으키게 한 경우
-	다만 상표권자가 상당한 주의를 한 경우는 상표권은 취소되지 않고, 사용권만 취소될 수 있다(제120조).

7. 2025년 최신판례 정리

▶통상실시권 등록의 효력

전용사용권의 설정을 받은 전용사용권자는 그 설정행위로 정한 범위에서 지정상품에 관하여 등록상표를 사용할 권리를 독점한다(상표법 제95조 제3항). 통상사용권의 설정을 받은 통상사용권자는 그 설정행위로 정한 범위에서 지정상품에 관하여 등록상표를 사용할 권리를 가지는데(상표법 제97조 제2항), 통상사용권의 설정은 등록하지 아니하면 제3자에게 대항할 수 없다(상표법 제100조 제1항 제1호). 여기서 제3자는 통상사용권의 설정에 관하여 통상사용권자의 지위와 양립할 수 없는 법률상 지위를 취득한 사람을 말한다.

▶상표의 유사판단

둘 이상의 문자 또는 도형의 조합으로 이루어진 결합상표는 그 구성 부분 전체의 외관, 호칭, 관념을 기준으로 상표의 유사 여부를 판단하는 것이 원칙이다(‘전체관찰의 원칙’). 그런데 상표의 구성 부분 중에서 일반 수요자에게 그 상표에 관한 인상을 심어주거나 기억·연상을 하게 함으로써 그 부분만으로 독립하여 상품의 출처표시기능을 수행하는 부분, 즉 요부가 있는 경우, 적절한 전체관찰의 결론을 이끌어내기 위해서는 먼저 그 요부를 가지고 상표의 유사 여부를 대비·판단하는 것이 필요하다(‘요부의 대비’). 상표의 어느 구성 부분이 요부인지 여부는 그 부분이 주지·저명하거나 일반 수요자에게 강한 인상을 주는 부분인지, 전체 상표에서 높은 비중을 차지하는 부분인지 등의 요소를 따져 보되, 여기에 다른 구성 부분과 비교한 상대적인 식별력 수준이나 그와의 결합상태와 정도, 지정상품과의 관계, 거래실정 등까지 종합적으로 고려하여야 한다. 이러한 요부라고 할 만한 것이 없다면 전체관찰의 원칙에 따라 상표를 전체로서 대비하여 유사 여부를 판단하여야 한다(‘전체의 대비’).



04 | 디자인보호법

조현중

2026 변리사 1차 디자인보호법 시험장자료

1. 2025년 주요 개정법률

▶ 타법 개정에 따른 '근로자의 날' 용어 수정

근로자의 날 → 노동절(제16조 제4호)

구법	현행법
16iv. 디자인에 관한 절차에서 기간의 마지막 날이 토요일이나 공휴일(「근로자의날제정예관한법률」에 따른 근로자의 날을 포함한다)에 해당하면 기간은 그 다음 날로 만료한다.	16iv. 디자인에 관한 절차에서 기간의 마지막 날이 토요일이나 공휴일(「노동절 제정에 관한 법률」에 따른 노동절을 포함한다)에 해당하면 기간은 그 다음 날로 만료한다.

▶ 정부조직 개편에 따른 '특허청', '특허청장', '산업통상자원부령' 용어 수정

특허청 → 지식재산청, 특허청장 → 지식재산청장, 산업통상자원부령 → 총리령

▶ 도면의 기재사항 중 '디자인 창작내용의 요점'을 삭제함으로써 출원 서식 간소화

구법	현행법
37②ii. 디자인의 설명 및 창작내용의 요점	37②ii. 디자인의 설명
181③ 국제디자인등록출원에 대하여는 제37조제2항제2호 중 창작내용의 요점 및 같은 조 제3항을 적용하지 아니한다.	181③ 국제디자인등록출원에 대하여는 제37조제3항을 적용하지 아니한다.

▶ 일부심사등록 제도의 한계로 부실권리자의 권리남용이 발생하여 이를 방지하고자 심사사유 및 이의신청기간 확대

정보제공이 없는 한 제33조 제1항 각 호(신), 제33조 제2항 제1호(창 by 공지), 제46조 제1항·제2항(선), 제33조 제3항(확) 심사 생략 → 정보제공이 없어도 제33조 제1항 각 호(신), 제46조 제1항·제2항(선)은 거절이유가 있음이 명백한 경우 심사 가능(제62조 제5항)

등록공고일 후 3개월 → 등록공고일 후 3개월 or 침해 통지 받은 날부터 3개월·등록공고일부터 1년(제68조 제1항)

구법	현행법
-	62⑤ 심사관은 디자인일부심사등록출원이 제33조제1항 각 호에 해당하거나 제46조제1항·제2항에 따라 디자인 등록을 받을 수 없음이 명백한 경우에는 제2항에도 불구하고 디자인등록거절결정을 할 수 있다.
68① 누구든지 디자인일부심사등록출원에 따라 디자인권이 설정등록된 날부터 디자인일부심사등록 공고일 후 3개월이 되는 날까지 그 디자인일부심사등록이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것을 이유로 지식재산청장에게 디자인일부심사등록 이의신청을 할 수 있다. 이 경우 복수디자인등록출원된 디자인등록에 대하여는 각 디자인마다 디자인일부심사등록 이의신청을 하여야 한다.	68① 누구든지 디자인일부심사등록출원에 따라 디자인권이 설정등록된 날부터 디자인일부심사등록 공고일 후 3개월이 되는 날까지 또는 디자인권 침해에 관한 통지를 받은 자는 그 통지를 받은 날부터 3개월이 되는 날까지 그 디자인일부심사등록이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것을 이유로 지식재산청장에게 디자인일부심사등록 이의신청을 할 수 있으며, 이 경우 복수디자인등록출원된 디자인등록에 대하여는 각 디자인마다 디자인일부심사등록 이의신청을 하여야 한다. 다만, 그 디자인권 침해에 관한 통지를 받은 것을 이유로 이의신청을 하는 경우에는 디자인일부심사등록 공고일부터 1년이 지나면 이의신청을 할 수 없다.

▶ **정당권리자의 디자인권 이전청구 제도 신설(특허와 동일하게 맞춤)**

구법	현행법
-	89③ 지식재산처장은 제96조의2제2항에 따라 디자인권이 이전등록된 경우 새로운 등록증을 발급하여야 한다.
-	96-2① 디자인등록이 제121조제1항제1호 본문에 해당하는 경우에 디자인등록을 받을 수 있는 권리를 가진 자는 법원에 디자인등록의 이전(디자인등록을 받을 수 있는 권리가 공유인 경우에는 그 지분의 이전을 말한다)을 청구할 수 있다. ② 제1항의 청구에 기초하여 디자인권이 이전등록된 경우에는 다음 각 호의 권리는 그 디자인권이 설정 등록된 날부터 이전등록을 받은 자에게 있는 것으로 본다. 1. 해당 디자인권 2. 제53조제2항에 따른 보상금 지급 청구권 ③ 제1항의 청구에 따라 공유인 디자인권의 지분을 이전하는 경우에는 제96조제2항에도 불구하고 다른 공유자의 동의를 받지 아니하더라도 그 지분을 이전할 수 있다.
-	100-2① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 제96조의2제2항에 따른 디자인권의 이전등록이 있기 전에 해당 디자인등록이 제121조제1항제1호 본문에 해당하는 것을 알지 못하고 국내에서 해당 디자인의 실시사업을 하거나 이를 준비하고 있는 경우에는 그 실시하거나 준비를 하고 있는 디자인 및 사업목적의 범위에서 그 디자인권에 대하여 통상실시권을 가진다. 1. 이전등록된 디자인등록의 원(原)디자인권자 2. 이전등록된 디자인권에 대하여 이전등록 당시에 이미 전용실시권이나 통상실시권 또는 그 전용실시권에 대한 통상실시권을 취득하고 등록을 받은 자. 다만, 제104조제2항에 따른 통상실시권을 취득한 자는 등록을 필요로 하지 아니한다. ② 제1항에 따라 통상실시권을 가진 자는 이전등록된 디자인권자에게 상당한 대가를 지급하여야 한다.

▶ **무효심판 이해관계인 범위 미비점 정비(특허와 동일하게 맞춤)**

구법	현행법
121① 이해관계인 또는 심사관은 디자인등록이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 무효심판을 청구할 수 있다. 이 경우 제41조에 따라 복수디자인등록출원된 디자인등록에 대하여는 각 디자인마다 청구하여야 한다. i. 제3조제1항 본문에 따른 디자인등록을 받을 수 있는 권리를 가지지 아니하거나 <u>같은 항 단서에 따라 디자인등록을 받을 수 없는 경우</u> ii. 제27조, 제33조부터 제35조까지, 제39조 및 제46조 제1항·제2항에 위반된 경우	121① 이해관계인(제1호 본문의 경우에는 디자인등록을 받을 수 있는 권리를 가진 자만 해당한다) 또는 심사관은 디자인등록이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 무효심판을 청구할 수 있다. 이 경우 제41조에 따라 복수디자인등록출원된 디자인등록에 대하여는 각 디자인마다 청구하여야 한다. i. 제3조제1항 본문에 따른 디자인등록을 받을 수 있는 권리를 가지지 아니하거나 제39조를 위반한 경우. <u>다만, 제96조의2제2항에 따라 이전등록된 경우는 제외한다.</u> ii. 제3조제1항 단서에 따라 디자인등록을 받을 수 없는 <u>경우</u> 이거나 제27조, 제33조부터 제35조까지 및 제46조 제1항·제2항에 위반된 경우

▶ **징벌적 손해배상액 한도 상향(특허와 동일하게 맞춤)**

3배 → 5배(제115조 제7항)

구법	현행법
115⑦ 법원은 타인의 디자인권 또는 전용실시권을 침해한 행위가 고의적인 것으로 인정되는 경우에는 제1항부터 제6항까지의 규정에 따라 손해로 인정된 금액의 3배를 넘지 아니하는 범위에서 배상액을 정할 수 있다.	115⑦ 법원은 타인의 디자인권 또는 전용실시권을 침해한 행위가 고의적인 것으로 인정되는 경우에는 제1항부터 제6항까지의 규정에 따라 손해로 인정된 금액의 5배를 넘지 아니하는 범위에서 배상액을 정할 수 있다.

▶부분디자인 절차 간소화

부분디자인 여부 출원서 취지 표시 규정 삭제

구법	현행법
시행령10②x가. 물품의 부분에 관한 디자인(이하 “부분 디자인”이라 한다)인 경우: 부분디자인의 등록이라는 사실	삭제

▶출원 중 창작자 정정 추가 제한(디자인보호법 시행규칙 제50조, 특허와 동일하게 맞춤)

구법	현행법
50① 디자인등록출원인이 착오로 디자인등록출원서에 창작자 중 일부 창작자를 적지 아니하거나 잘못 적은 경우에는 추가 또는 정정할 수 있다.	50① 디자인등록출원인이 착오로 인하여 디자인등록출원서에 창작자의 기재를 일부 누락하거나 잘못 적은 경우에는 창작자를 추가 또는 정정할 수 있다. 다만, <u>디자인등록출원인은 법 제65조에 따른 디자인등록결정이 있는 때부터 법 제90조에 따른 디자인권의 설정등록을 받기 전까지는 창작자를 추가할 수 없고 창작자의 동일성이 유지되지 않는 경우 창작자를 정정할 수 없다.</u>
② 디자인등록출원인 또는 디자인권자가 제1항에 따라 창작자를 추가 또는 정정하려면 다음 각 호의 구분에 따라 보정서 또는 신청서를 특허청장에게 제출하여야 한다. 이 경우 제2호에 따른 신청서를 제출할 때에는 창작자의 기재가 누락(디자인등록출원서에 적은 창작자의 누락에 한정한다) 또는 잘못 적은 것임이 명백한 경우를 제외하고는 디자인권자 및 신청 전·후 창작자 전원이 서명 또는 날인한 확인서류를 첨부하여야 한다. i. 디자인권의 설정등록 전: 별지 제2호서식의 보정서 ii. 디자인권의 설정등록 후: 「특허법 시행규칙」 별지 제29호서식의 정정발급신청서	② 디자인등록출원인은 제1항에 따라 창작자를 추가 또는 정정하려는 경우에는 별지 제2호서식의 보정서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 특허청장에게 제출해야 한다. 다만, 디자인등록출원서에 적은 창작자의 기재가 일부 누락되거나 창작자를 잘못 적은 것임이 명백한 경우에는 제2호에 따른 서류를 첨부하지 않을 수 있다. i. 창작자의 추가 또는 정정 이유를 기재한 설명서 1통 ii. 디자인등록출원인 및 추가 또는 정정의 대상이 되는 창작자가 서명 또는 날인한 확인서류 1통. 다만, 창작자의 사망 등으로 서명 또는 날인이 불가한 특별한 사유가 있는 경우에는 그 사유를 확인서류에 기재하고 서명 또는 날인을 생략할 수 있다. iii. 대리인에 의하여 절차를 밟는 경우에는 그 대리권을 증명하는 서류 1통
③ 대리인에 의하여 절차를 밟는 경우에는 제2항에 따른 서식에 그 대리권을 증명하는 서류를 첨부하여야 한다.	③ 디자인권자는 법 제90조에 따른 디자인권의 설정등록을 받은 이후에 제1항 본문에 따라 창작자를 추가 또는 정정하려는 경우에는 「특허법 시행규칙」 별지 제29호서식의 정정발급신청서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 특허청장에게 제출해야 한다. 다만, 디자인등록출원서에 적은 창작자의 기재가 일부 누락되거나 창작자를 잘못 적은 것임이 명백한 경우에는 제2호에 따른 서류를 첨부하지 않을 수 있다. i. 창작자의 추가 또는 정정 이유를 기재한 설명서 1통 ii. 디자인권자 및 신청 전·후 창작자 전원이 서명 또는 날인한 확인서류 1통 iii. 대리인에 의하여 절차를 밟는 경우에는 그 대리권을 증명하는 서류 1통

▶정당권리자에 대한 통지 규정 삭제(특허와 동일하게 맞춤)

구법	현행법
42지식재산처장 또는 특허심판원장은 디자인등록출원이 디자인 창작자가 아닌 자로서 디자인등록을 받을 수 있는 권리의 승계인이 아닌 자(이하 “무권리자”라 한다)가 한 디자인등록출원이라는 이유로 그 디자인등록출원에 대하여 디자인등록거절결정, 디자인등록취소결정, 디자인등록거절결정 또는 디자인등록취소결정의 심판청구에 대한 기각심결 또는 디자인등록무효심결이 확정된 경우에는 그 사실을 그 정당한 권리자에게 서면으로 통지하여야 한다.	삭제

2. 2025년 주요 심사기준 개정

▶전체디자인과 부분디자인 간 유사판단 기준 완화 - 선출원주의, 관련디자인 제도 관련

부분디자인을 전체디자인과 비교했을 때 부분디자인에서 등록받고자 하지 아니하는 부분이 전체적인 심미감에 영향을 미치지 않을 정도로 시각적으로 매우 미미하여 전체디자인과 부분디자인의 권리범위가 사실상 거의 동일하다면, 양 디자인 간 선출원주의 적용 가능하고, 기본(전체디자인)-관련(부분디자인)디자인으로 등록 가능.

개정 심사기준
전체디자인과 부분디자인 간은 원칙적으로 선출원주의를 적용하지 않는다. 다만 전체디자인과 비교했을 때 부분디자인에서 등록받고자 하지 아니하는 부분이 전체적인 심미감에 영향을 미치지 않을 정도로 시각적으로 매우 미미하여 양 디자인이 유사한 경우에는 선출원주의를 적용할 수 있다.
전체디자인과 부분디자인 간은 원칙적으로 관련디자인으로 등록을 받을 수 없다. 다만 전체디자인과 비교했을 때 부분디자인에서 등록받고자 하지 아니하는 부분이 전체적인 심미감에 영향을 미치지 않을 정도로 시각적으로 매우 미미하여 양 디자인이 유사하다면 자기의 후출원 또는 동일자 출원이 관련디자인으로 등록이 가능하다.

▶국제디자인출원 공개 기간 반영

헤이그 협정 공동규칙에서 국제등록공개일은 국제출원일로부터 12개월로 연장되어 관련 내용 등을 심사기준에 반영

개정 심사기준
출원인이 국제사무국 또는 계약당사자 관청에 국제출원서를 제출하면 국제사무국은 소정의 형식요건 심사를 거쳐 국제등록부에 등록하고 등록일로부터 12개월이 되는 날 공개한다.

▶부분디자인 명칭 기재 요건 완화 및 출원서 기재항목 간소화

기존에는 컵의 손잡이만 보호하더라도 물품명칭은 전체인 ‘컵’으로만 기재해야 했으나, 이제는 ‘컵’ 또는 ‘컵의 손잡이’ 중 선택하여 명칭을 쓸 수 있다.

그동안 디자인등록출원서에는 도면과 설명으로 충분히 확인 가능한 내용임에도 ‘부분디자인 여부’를 별도로 기재하도록 되어 있어, 출원인이 잘못 기재 시 보정 절차를 거쳐야 하는 불편이 있었으나 개정 후에는 출원서에는 해당 항목을 삭제하여 출원인의 불편을 줄이고 심사관이 도면과 설명을 중심으로 신속하게 판단할 수 있도록 했다.

3. 2025년 최신판례

▶디자인 유사판단

디자인권은 물품의 신규성이 있는 형상, 모양, 색채의 결합에 부여되는 것으로서 공지의 형상과 모양을 포함한 출원에 의하여 디자인등록이 되었다 하더라도 공지 부분에까지 독점적이고 배타적인 권리를 인정할 수는 없으므로 디자인권의 권리범위를 정함에 있어 공지 부분의 중요도를 낮게 평가하여야 하고, 따라서 등록디자인과 그에 대비되는 디자인이 서로 공지 부분에서 동일·유사하다고 하더라도 등록디자인에서 공지 부분을 제외한 나머지 특징적인 부분과 이에 대비되는 디자인의 해당 부분이 서로 유사하지 않다면 대비되는 디자인은 등록디자인의 권리범위에 속한다고 할 수 없다. 옛날부터 흔히 사용되었고 단순하며 여러 디자인이 다양하게 창작되었던 물품 또는 구조적으로 그 디자인을 크게 변화시킬 수 없는 물품을 대상으로 한 디자인의 유사 범위는 비교적 좁게 보아야 한다.



05 물리

신용찬

2026 변리사 1차 물리 시험장자료

1. 힘과 운동

$$\text{속력} = \frac{\text{거리}}{\text{시간}}$$

$$\text{속도} = \frac{\text{변위}}{\text{시간}}$$

1) $v-t$ 그래프에서 기울기는 각각 가속도를 나타내고 면적은 이동거리와 변위가 된다

2) 힘

힘이란 어떤 물체에 물리적 변화를 일으키는 작용을 힘이라 한다 그 물리적 변화는 속력의 크기를 변하게 하거나 물체의 운동 방향을 바꾸거나 물체(용수철)의 모양 변화를 말한다.

※ 낙하하는 물체는 중력이라는 힘을 아래로 받아 빨라지는데 공기의 저항이 있으면 운동 방향과 반대 방향으로 저항력이 작용하고 이 저항력의 크기는 속력의 크기에 비례해서 증가한다.

속력의 크기가 v 이면 반대 방향으로 저항력 kv (k :상수) 이 작용하여 알짜힘은 $mg - kv = ma$ 가 되고 v 가 증가하여 저항력의 크기가 중력 mg 와 같아지면 그때의 속도가 종단 속도가 된다 그때는 알짜힘이 0 이되어 ($mg - kv_t = 0$) 등속운동을 계속하게 된다

$$\text{시간 } t \text{에서 낙하 속도는 } v = v_t(1 - e^{-\frac{k}{m}t}) \text{ 이다}$$

3) 상대속도

관찰자가 본 관찰자의 느낌속도이다.

$$v_{\text{상대}} = v_{\text{물체}} - v_{\text{관찰자}}$$

4) 가속도

가속도라 함은 일반적으로 선가속도이다 원운동에서는 반드시 운동 방향에만 관여하는 구심가속도($a = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$)가 따로 존재한다.

$a = \frac{dv}{dt}$ 로 단위시간당 속도 변화율이다 등가속도 운동이면(중력가속도와 같이)

$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

5) 힘의 법칙

- 관성의 법칙 \Rightarrow 관성은 질량에 비례해서 증가 한다. (관성질량)
- 가속도의 법칙 $\Rightarrow F = ma$ 가속도는 가 해준 힘의 크기에 비례하고 질량에 반비례한다. 질량은 0 이 될수 없으므로 힘은 곧 가속도 이고 알짜 힘이 있는 물체는 가속 운동을 한다 즉 빠르거나 방향 또는 모양이 변하는 운동을 하게 된다
- 작용, 반작용의 법칙 \Rightarrow 물체에 변화를 일으키기 위해서 힘을 작용 할 때 그 작용하는 힘과 작용 받는 물체에 의해 받는 반작용하는 힘은 언제나 크기가 같고 방향이 반대이다(그러나 합력이 0은 아니다).

☞ 두 힘의 평형 조건

한 물체에 작용하는 두 힘이 크기는 같고 방향이 반대이고 같은 작용선상에 있을 때 그 물체는 평형 상태에 있다 라고 한다. (합력은 0이다)

6) 마찰력

마찰력은 물체의 운동을 방해하는 힘으로 물체가 운동하려는 방향과 반대로 작용한다.

- 정지 마찰력 = 외력
- 운동 마찰력 = 운동 하는 중에는 운동방향과 반대방향의 일정한(속력에 관계없이) 마찰력

$$R = \mu N \text{ (N은 수직 항력, } \mu \text{는 운동 마찰계수)}$$

7) 관성력

가속 운동하고 있는 이동 좌표계 안에 있는 물체에 그 물체의 관성 때문에 나타나는 가상적인 힘으로 관성력은 가속도의 반대 방향이고 크기는 $F=ma$ 이다.

8) 탄성력

탄성체를 변형 시키는데 필요한 힘 $F=kx$ (k 는 용수철 상수, x 는 변형된 길이)

용수철에 저장된 에너지는 $E = \frac{1}{2}kx^2$ 이다.

용수철의 연결 직렬 연결 $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ 탄성 계수의 값은 작아져 잘 늘어난다.

병렬 연결 $k = k_1 + k_2$ 탄성 계수의 값이 커져서 잘 늘어나지 않는다.

9) 중력장 내에서의 물체의 운동

① 자유 낙하

$$v = gt, \quad s = \frac{1}{2}gt^2, \quad v^2 = 2gs$$

② 하방 투사

$$v = v_0 + gt, \quad s = v_0t + \frac{1}{2}gt^2, \quad v^2 - v_0^2 = 2gs$$

③ 상방 투사 : 꼭지점에서 속력은 0 이다.

$$v = v_0 - gt, \quad s = v_0t - \frac{1}{2}gt^2, \quad v^2 - v_0^2 = -2gs$$

④ 수평 투사

수평 방향 : 처음 던진 속도로 등속운동하여 수평도달거리는

$$s = vt$$

수직 방향 : 중력가속도에 의한 자유낙하 운동

⑤ 비스듬히 투사(수평과 각도 θ 로 초속도 v 로 던지면)

수평 방향 : $v \cos \theta$ 의 속도로 수평 방향으로 등속운동

$$s = v \cos \theta \times t$$

수직 방향 : $v \sin \theta$ 의 속도로 수직 상방 투사 운동

$$\text{수평도달 거리 } s = \frac{v^2 \sin 2\theta}{g}, \quad \text{최고점 높이 } h = \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

10) 원 운동

① 주기(T) : 한 싸이클 행하는데 걸린 시간으로 역수가 진동수 f 이다.

② 각속도 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ (순간 각속도는 $\omega = \frac{d\theta}{dt}$)

③ 원운동에서 접선 속도 $v = r\omega = \frac{2\pi r}{T}$ (순간 선속도 $v = \frac{dl}{dt} = r \frac{d\theta}{dt}$)

④ 구심 가속도 (접선 가속도와는 다른 원운동에서 속력에 관계없이 무조건 존재)

$$a = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 \text{ (모든 곳에서 방향은 중심 방향이다)}$$

⑤ 구심력 $F = ma = \frac{mv^2}{r}$

11) 단진동

원 운동하는 물체의 그림자 운동으로 용수철에 매달려 흔들리는 물체가 대표적이다.

• 용수철 진자 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

• 길이 l 인 실에 매달린 단진자 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

• 원추 진자의 주기 $T = 2\pi \sqrt{\frac{h}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \theta}{g}}$

• 반지름 R 인 지구의 중심을 관통하는 물체의 주기 $T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$

• 등가속도로 달리고 있는 자동차에서의 주기 $T = 2\pi \sqrt{\frac{ml}{\sqrt{g^2 + a^2}}}$

12) 만유 인력

전기력, 핵력과 더불어 자연계에 존재하는 기본적인 힘으로 전기력과 그 개념은 같다. 자연계에 존재하는 물질(물질은 반드시 질량을 가지고 있다)은 서로 당기는 힘이 존재하는데 서로의 질량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례하는 힘이다.

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \quad (G \text{는 만유 인력 상수})$$

• 지표면에서 지구와 물체사이의 힘은 $F = \frac{GMm}{R^2}$ (M은 지구 질량, R은 지구 반지름)

• 지표면에서 물체의 가속도는 $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{4}{3}\pi G\rho R$ (지구 밀도가 ρ 일 때)

13) 운동량과 충격량

운동량은 운동하는 그 물체의 질량과 속도의 곱을 운동량이라 한다(운동량은 벡터임). 충격량은 물체에 가해진 힘의 합이다.

$$I = F\Delta t = mv_2 - mv_1 \quad (\text{즉 충격량은 운동량의 변화량과 같다.})$$

운동량은 외력이 가해지지 않는 한 언제나 보존 된다.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

14) 반발 계수

모든 물체는 충돌시에 반발되는 성질이 있는데 그 특성에 따라 나뉘보면 세 가지로 나눌 수 있다.

$$\text{반발 계수 } -e = \frac{v_1' - v_2'}{v_1 - v_2}$$

2. 강체의 회전

1) 토크

회전체에 회전축에서 반경 r 인 곳에 접선 방향으로 힘을 가해 회전 각속도의 변화를 일으키는 작용을 토크 (또는 돌림힘) 라고 한다.

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

• 토크의 크기 : $|\vec{\tau}| = |\vec{r} \times \vec{F}| = rF\sin\theta$

☞ 회전의 중심축에 힘이 작용하면 방향에 관계없이 토크는 0 이다.

2) 관성 모멘트

회전에서 그 상태를 계속 유지하려는 성질로 물체의 모양에 따라 다르다.

$$I = \sum m_i r_i^2 = \int r^2 dm$$

• 속이 빈 원통형 : $I = mr^2$

• 속이 찬 원통형 : $I = \frac{1}{2}mr^2$

• 속이 빈 구형 : $I = \frac{2}{3}mr^2$

• 속이 찬 구형 : $I = \frac{2}{5}mr^2$

• 길이 l 인 봉이 수직방향으로 회전 할 때 : $I = \frac{1}{12}ml^2$

※ 평행축 정리

회전의 중심축에서 d 만큼 떨어진 곳을 축으로 회전할 때

$$I = I_0 + (d)^2m \quad (I_0 \text{는 회전체의 중심에서의 관성 모멘트})$$

물체가 평형 상태에 놓여 있다면 그 물체에 작용하는 힘의 합은 0이고 각속도의 변화가 없다면 토크의 합 역시 0 이다.

3) 회전체에서 외부에서 토크가 작용하지 않는 한 물체의 각운동량은 항상 보존된다.

$$r_0 \times m_0 v_0 = r \times mv \quad , \quad I_0 \omega_0 = I\omega$$

4) 굴림운동에서 에너지의 보존

어떤 물체가 미끄러짐 없이 굴러가는 운동에서 물체는 회전체의 중심은 병진 운동을 하게 되고 물체의 각 부분은 회전하게 된다. 이때 물체의 에너지는 병진 운동에너지와 회전 운동에너지를 모두 가지게 된다.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

물체 중심에서 속도는 $v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{I}{mr^2}}}$ 이다.

5) 주기

- 복원력에 의한 진동 주기

$$-(\text{복원력}) = F = ma$$

$$a = -\omega^2 x \quad (x \text{는 진동의 폭}) \text{ 대입}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ 대입 후 } T \text{에 관해 정리}$$

- 복원 토크에 의한 진동 주기 (강체의 회전 주기, 물리진자의 주기)

$$-(\text{복원 토크}) \quad r \times F = \tau = I\alpha \quad (\text{각도가 매우 작을 때 } \theta = \sin\theta)$$

$$-\frac{rF}{I}\theta = \frac{d^2\theta}{dt^2} \text{ 에서 미분 방정식 대신}$$

$$-\omega^2 x = \frac{d^2x}{dt^2} \text{ 이용 하여 } \omega^2 = \frac{rF}{I} \quad (I \text{는 관성 모멘트})$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ 대입 } T \text{에 관해 정리}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{rF}} \text{ 를 얻을 수 있다.}$$

$$* \text{ 물리 진자의 주기 } T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgh}} \quad (I: \text{회전축에서의 관성 모멘트 } h: \text{질량 중심까지 거리})$$

3. 유체 역학

1) 유체 역학에서 기본 용어

- 밀도: 유체는 물체와 달리 어떤 형태가 정해지지 않아서 기본적으로 일정 모양을 정해서 그 모양의 질량을 정의한다 즉 단위부피당 질량이다.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (kg/m^3, g/cm^3)$$

$$1g/cm^3 = 1000kg/m^3 \text{ 이다}$$

- 압력: 유체에는 힘을 가할 때 모양이 일정치 않아 힘을 전달 하려면 어떤 면적이 필요한데 단위 면적당 전달된 힘을 압력이라 한다.

$$P = \frac{F}{A} = \rho gh \quad (N/m^2, dyne/cm^2)$$

2) 정유체

① 파스칼의 원리

밀폐된 유체에 압력이 가해질 때 그 압력은 받은 압력과 같은 크기로 모든 방향으로 전달 된다.

$$P = \frac{f}{a} = \frac{F}{A}$$

② 아르키메데스 원리

물체가 유체속으로 잠길 때 유체로부터 위쪽으로 물체가 잠겨서 늘어난 유체의 무게 만큼 힘을 받게 되는 것을 부력이라 하고 이것이 아르키메데스의 원리이다.

$$\text{부력}(B) = \rho Vg \quad (\rho: \text{액체의 밀도}, V: \text{밀려난 액체의 부피}, \text{물체의 잠긴부피})$$

3) 동유체

① 연속의 정리

관속으로 흐르는 유체의 속력은 흐르는 면적에 반비례 한다(즉, 시간당 부피 흐름율은 일정하다).

$$a_1 v_1 = a_2 v_2$$

② 베르누이 정리(에너지 보존 법칙)

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

③ 토리첼리 정리

수면으로부터 깊이 h 인 곳에서 유체가 흘러 나올 때 흐르는 유체의 속력은 높이의 제곱근에 비례 한다.

$$v = \sqrt{2gh}$$

4. 일과 에너지

1) 일

일이란 힘의 방향으로 물체를 이동시키는 것으로 에너지를 가한 만큼 일을 한다.

$$W = F \cdot s \cos\theta$$

따라서 그래프의 축이 F - s 일때 면적이 한일이 된다

2) 일률

단위 시간당 한 일의 양으로 전력과 동일한 뜻이다(단위:와트 W).

$$P = \frac{W}{t} = F \cdot v$$

3) 역학적 에너지 보존

• 중력장 내에서 $\frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{일정}$

• 용수철에서 $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \text{일정}$

• 전기장 내에서 $\frac{1}{2}mv^2 + qV(qEd) = \text{일정}$

※ 만유인력에 의한 위치에너지 $E_p = -\frac{GMm}{r}$

만유인력에 의한 역학적 에너지 $E = E_k + E_p$

$$= \frac{1}{2}mv^2 + \left(-\frac{GMm}{r}\right)$$

$$= \left(\frac{GMm}{2r}\right) + \left(\frac{GMm}{r}\right)$$

4) 열량과 열용량, 비열

• 열량 $Q = cm\Delta t$

• 열용량 $H = cm$

• 비열 $c = \frac{Q}{m\Delta t} (\text{cal/g}^\circ\text{C})$

5) 열의 이동

① 전도 $Q = \frac{kA(T_2 - T_1)}{d}$

② 대류

③ 복사

매질이 필요 없고 전자기파의 형태로 직접 전달 ex) 태양, 난로

6) 보일 샤를의 법칙과 이상기체 상태 방정식

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{일정}(R), \quad PV = nRT$$

7) 기체 분자의 운동에너지

$$E_k = \frac{3}{2}kT \quad E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

8) 기체의 일과 내부 에너지

$$W = P\Delta V \quad U = \frac{3}{2}nRT$$

9) 열역학 제 1 법칙 (에너지 보존의 법칙)

$$Q = W + \Delta U$$

$$= P\Delta V + \frac{3}{2}nR\Delta T$$

※ P-V 그래프에서 면적은 기체의 일

- 등온 팽창에서 일 : $W = nRT \log \frac{V_2}{V_1}$
- 단열 팽창에서 일 : $W = \frac{1}{1-\gamma}(P_2V_2 - P_1V_1)$
 $= \frac{nR}{1-\gamma}(T_2 - T_1)$

10) 열역학 제 2 법칙

열은 외부의 작용이 없이는 반드시 고온에서 저온으로 흐르고 외부에서 흡수한 열량 모두를 일로 전환하는 것은 불가능하다(즉 열효율 100%인 기관은 제작이 불가능).

※ 엔트로피: 엔트로피는 계의 무질서도를 나타내는 상태함수이고 비가역 과정에서 계 전체의 엔트로피는 증가 한다.

$$S = \frac{Q}{T}$$

☞ 카르노 순환

등온 팽창 - 단열 팽창 - 등온 수축 - 단열 수축

카르노기관의 열효율 $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ (T_1 : 고온, T_2 : 저온)

5. 전기와 자기

1) 전기력

두 전하 사이에 작용하는 힘의 크기

전기력 : $F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1q_2}{r^2}$ (쿨롱의 법칙)

2) 전기장

• 단위 전하가 어떤 공간에 놓였을 때 그 전하에 힘을 미치는 공간

$$E = \frac{F}{q} \qquad E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q}{r^2}$$

• 면 전하 밀도가 σ 인 플라스틱 무한 평면에 의한 전기장

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon}$$

• 선 전하 밀도가 λ 인 동축 케이블로부터 r 인 곳에서 전기장

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon} \frac{\lambda}{r}$$

• 선 전하 밀도 λ 로 균일 하게 대전된 도선의 반경이 R 되게 링 모양일 때 원의 중앙에서 z 만큼 떨어진 곳에서 전기장

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{qz}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

• 전기 쌍극자에 의한 전기장

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{P}{r^3} \quad (\text{전기 쌍극자 } P = qd)$$

* 전하가 표면에만 있을 경우 내부의 전기장은 0 이다

3) 전위

$$V = E \cdot l \qquad V = \int E \cdot dl$$

+q의 전하량을 낮은 전위에서 높은 전위로 올리는데 필요한 일이 W이면 $V = \frac{W}{q}$

4) 축전기

일정한 공간에 전하를 저장 시키는 장치

$$Q = CV$$

• 전기용량 C는 ① 평행판 $C = \frac{\epsilon A}{d}$

$$\text{② 원통형 } C = \frac{2\pi\epsilon L}{\ln(\frac{b}{a})}$$

$$\text{③ 구형 } C = \frac{4\pi\epsilon ab}{b-a}$$

$$\text{④ 고립구 } C = 4\pi\epsilon R$$

• 축전기의 연결

직렬 연결 : $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

병렬 연결 : $C = C_1 + C_2$

• 축전기에 저장 에너지 $W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2$

5) 전류와 저항

① 전류 : 단위 시간당 흐른 전하량(전자 움직임과 반대) $I = \frac{dQ}{dt}$

② 저항 : $R = \frac{\rho l}{S}$ (ρ 는 비저항으로 전기전도도의 역수)

③ 저항의 연결

- 직렬 연결: $R = R_1 + R_2$

- 병렬 연결: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

④ 옴의 법칙 : $V = IR$

저항 R에 전류 I가 흐르면 그 저항에서 전기적 위치가 IR 만큼 낮아진다.

6) 키르히호프의 법칙

① 제 1 법칙(전하량 보존의 법칙)

한 분기점에서 분기점으로 들어오는 전류의 총합은 분기점에서 나가는 전류의 총 합과 같다.

$$\sum i = 0$$

② 제 2 법칙(에너지 보존의 법칙)

임의의 폐회로에서 기전력의 총합은 전류의 방향을 고려하여 저항에 의한 전압 강하의 총합과 같다.

$$\sum V = 0$$

7) RC회로

① 충전시 $V_0 = R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} \quad q = CV_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad \frac{q}{C} = V_C = V_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

전하가 충전될 때 최대 충전량 Q의 63%가 충전될 때 까지의 시간을 시상수라고 한다.

즉, 축전기 전압 $V_c = 0.63 V_0$ 될 때 까지의 시간으로 $t = RC$ 이다.

② 방전시 $0 = R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} \quad q = Q e^{-\frac{t}{RC}} \quad i = \frac{dq}{dt} = -\frac{Q}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} = -i_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad (\frac{Q}{C} = i_0 R)$

8) 전력과 손실전력

- ① 전력은 단위 시간당 소모된 전기에너지로

$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

- ② 손실전력

$$P_{\text{손실}} = I^2 R = \frac{P_0^2 R}{V^2} \quad (P_0 \text{는 수송 전력})$$

9) 전지의 내부 저항이 r임을 고려 할 때 부하저항 R에 흐르는 전류

$$i = \frac{E}{R+r}$$

기전력이 E이고 내부저항이 r인 전지 n 개가 직렬 연결 $i = \frac{nE}{R+nr}$

$$\text{병렬 연결 } i = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$$

10) 전류가 만드는 자기장

- ① 직선 도선에 흐르는 전류가 만드는 자기장 $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r}$
- ② 원형 도선에 흐르는 전류가 만드는 자기장 $B = \frac{\mu_0}{2} \frac{i}{r}$
- ③ 솔레노이드에 흐르는 전류가 만드는 자기장 $B = \mu_0 n I$

11) 전자기력

- ① 자기장에 수직으로 놓여진 도선에 전류가 흐를 때 $F = B i l \sin \theta$
힘의 방향은 플레밍의 왼손 법칙에 따른다.

- ② 나란하게 놓인 두 직선 도선에 전류가 흐를 때 $F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i_1 i_2}{r} l$

두 도선의 전류의 방향이 같으면 인력 반대 방향이면 척력

- ③ 자기장 속으로 수직하게 입사된 전하가 받는 힘 $F = B q v$

$$\ast \text{ 원운동의 반지름 } r = \frac{mv}{Bq}$$

$$\text{원운동의 주기 } T = \frac{2\pi m}{Bq} \quad (\text{주기는 입사 속도와 무관})$$

12) 전자기 유도

- ① 패러데이 법칙 $V = -N \frac{d\Phi}{dt}$

- ② 렌츠의 법칙

도선이 놓인 공간에 자기장의 크기가 변하면 그 변화를 방해하는 방향으로 전류가 유도 된다. (플레밍의 오른손 법칙)

- ③ 자기장 내에서 자속 변화가 일어나는 도선에 유도되는 유도 기전력 $V = -BLv$

- ④ 자체유도 계수가 L인 코일에 유도 기전력

$$V = -L \frac{dI}{dt}$$

코일에 저장된 자기 에너지

$$E = \frac{1}{2} L I^2$$

- ⑤ R-L 회로에 전류 $I = I_0 (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$

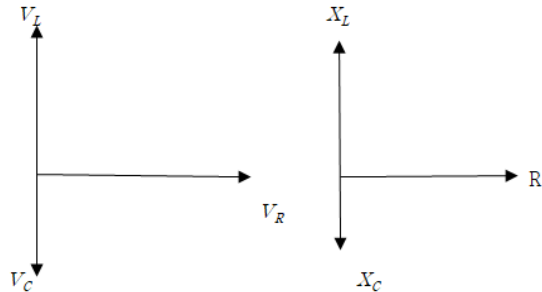
- ⑥ 변압기 $\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2}$

⑦ 교류 전류에서 유도 기전력 $V = V_0 \sin \omega t$ (최대 전압 $V_0 = NBA\omega$)

$$\text{교류에서 실효 전압 : } V = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

$$\text{교류에서 실효 전류 : } I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

* R-L-C 직렬 회로



직렬 연결 이므로 전류는 같은 위상으로 같이 흐르고 회로 전체 전압은 위의 표에서 $V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$

이고 회로 전체저항 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ ($X_L = 2\pi fL$, $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$)

6. 파동과 빛

1) 파동을 나타내는 식

$$y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$\text{파동의 진행 속도: } v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\text{매질의 진동 속도: } v = \frac{dy}{dt} = A \frac{2\pi}{T} \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

2) 파동 : 진동 에너지의 이동

파동에너지는 매질이 직접 이동하는 것이 아니라 진동에너지가 전달 되어 가는 것으로 진폭의 제곱에 비례하고 진동수의 제곱에 비례 한다.

$$E = 2\pi^2 f^2 A^2 m$$

• 파동의 세기 : 단위시간당 단위면적당 전달되는 파동에너지

$$I = 2\pi^2 f^2 A^2 \rho v$$

3) 스넬의 법칙 (굴절의 법칙)

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

4) 파동의 간섭

$$\text{보강 간섭 : 경로차} = \frac{\lambda}{2}(2m)$$

$$\text{상쇄 간섭 : 경로차} = \frac{\lambda}{2}(2m+1)$$

5) 파동의 회절

파동이 진행을 하다가 호이겐스의 원리에 의해 장애물을 만나도 그 장애물의 뒤쪽 까지 전달되는 현상을 회절이라고 한다. 이 회절은 슬릿의 크기가 작을 수록 파장의 크기가 클 수록 잘 일어난다(AM, FM, 셀룰러폰, pcs폰, 강당의 스피커, 메가폰).

6) 현에서 파의 전달 속도

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad (\rho \text{는 선 밀도})$$

$$f = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad (v = f\lambda)$$

7) 기주진동

관속의 공기기둥이 진동할 때 관속에 정상파가 생기는데 관의 막힌 쪽은 마디 열린 쪽은 배가 된다.

① 폐관

$$\text{기본진동} \rightarrow \lambda = 4l \quad 3\text{배 진동} \rightarrow \lambda = \frac{4}{3}l \quad 5\text{배 진동} \rightarrow \lambda = \frac{4}{5}l$$

② 개관

$$\text{기본진동} \rightarrow \lambda = 2l \quad 2\text{배 진동} \rightarrow \lambda = l \quad 3\text{배 진동} \rightarrow \lambda = \frac{2}{3}l$$

8) 도플러 효과

음원이나 관측자의 상대적 운동에 의하여 원래 음원과 관측자의 진동수가 다르게 들리는 현상을 도플러 효과라고 한다.

$$f = \frac{V \pm v_{\text{관측자}}}{V \mp v_{\text{음원}}} f_0 \quad (V \text{는 소리의 속도, } f_0 \text{는 음원의 진동수})$$

분모 분자의 부호는 (+ $v_{\text{관측자}}$, - $v_{\text{음원}}$)는 관찰자의 음원방향으로 이동속도와 음원의 관찰자 방향으로의 이동속도이다. 반대로 멀리 달아 나는 방향이면 부호가 반대

9) 전반사

빛이 투명한 매질에서 다른 투명한 매질로 진행을 할 때 다른 투명체 속으로 빛이 들어가지 못하는 현상.

- 굴절률이 큰 매질에서 작은매질로 진행 할 때
- 입사각이 임계각($\sin \theta_c = \frac{1}{n}$)보다 작아야 한다

10) 구면경과 구면 렌즈

오목 거울 = 볼록 렌즈 : 초점거리 $f > 0$ 이고 물체의 위치에 따라 상이

- 축소 도립 실상
- 확대 도립 실상
- 확대 정립 허상

볼록 거울 = 오목 렌즈 : 초점거리 $f < 0$ 이고 물체의 위치에 관계 없이

- 축소 정립 허상

$$\text{상의 공식} : \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad \text{배율} : m = \left| \frac{b}{a} \right|$$

$$\text{거울의 초점} f = \frac{R}{2} \quad \text{렌즈의 초점} \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

11) 빛의 간섭과 회절

$$\text{① 이중슬릿} \quad \frac{dx}{l} = \frac{\lambda}{2} (2m) \quad \text{보강 간섭} \quad m=0, 1, 2, 3, \dots$$

$$(2m+1) \quad \text{상쇄 간섭} \quad m=0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{② 얇은 막} \quad 2nd \cos \theta = \frac{\lambda}{2} (2m) \quad \text{상쇄 간섭} \quad m=1, 2, 3, 4, \dots$$

$$(2m+1) \quad \text{보강 간섭} \quad m=0, 1, 2, 3, \dots$$

☞ 만일 막의 굴절률이 막의 아래층 보다 굴절률이 작으면 보강과 상쇄가 바뀐다

$$\text{③ 단일 슬릿} \quad d \sin \theta = \frac{\lambda}{2} (2m) \quad \text{상쇄 간섭} \quad m=1, 2, 3, 4, \dots$$

$$(2m+1) \quad \text{보강 간섭} \quad m=0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{④ 뉴턴 원무늬} \quad 2d = \frac{\lambda}{2} (2m) \quad \text{상쇄 간섭}$$

$$(2m+1) \quad \text{보강 간섭}$$

$$\text{⑤ 회절 격자} \quad d \sin \theta = \lambda m \quad \text{보강 간섭}$$

12) 편광

빛이 횡파임을 입증한다.

- 브루스터의 법칙 : 완전 편광의 법칙 $n = \tan \theta$

$$\text{• 말루스의 법칙} : I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$$

7. 현대 물리

1) 광전 효과 : 빛의 입자성을 나타내는 실험으로 빛은 금속의 한계진동수 보다 커야함

- 광양자의 에너지 $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$
- 광전 효과에서 광전자의 운동에너지 $E_k = hf - W$ (W 는 금속의 일 함수)
 - ① 한계 진동수 이상의 빛에서 진동수가 클수록 광전압이 크다.
 - ② 한계 진동수 이상의 빛에서 빛의 세기가 클수록 광전류가 크다.

2) 콤프턴 효과

몰리브덴에 X선을 쏘아 넣으면 입사한 X선보다 파장이 큰 진동수의 빛이 방출되는데 이것은 광자가 몰리브덴의 전자를 운동시키고 에너지를 빼앗기고 방출되는 산란광이다.

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta)$$

3) 물질파 : 데이비슨과 거머의 전자 회절실험

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

4) 원자 모형

- 톰슨의 모형
- 러더퍼드의 모형
- 보어의 원자 모형
 - a) 양자 조건 : 원자내에서 전자는 불연속 특정 궤도만을 돌수 있다.

$$2\pi r = \lambda n \quad (n: \text{자연수}, \lambda = \frac{h}{mv})$$

$$2\pi r \cdot mv = hn, \text{ 각운동량 } mvr = \frac{h}{2\pi} n$$

$$\text{궤도 반경 } r_n = 0.53n^2 \text{ \AA}$$

b) 진동수 조건: 전자가 하나의 정상상태에서 다른 정상상태로 바뀔 때 만 전자기파를 방출 또는 흡수한다.

$$\Delta E(hf) = E_i - E_f$$

$$\text{각 궤도에서 에너지 } E_n = -\frac{13.6}{n^2} eV$$

5) 수소 원자 스펙트럼

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \quad R: \text{리드베르그 상수}$$

$n = 1$ 라이만 계열 $m = 2, 3, 4, \dots$ 자외선

$n = 2$ 발머 계열 $m = 3, 4, 5, \dots$ 가시광선

$n = 3$ 파셴 계열 $m = 4, 5, 6, \dots$ 적외선

6) 슈레딩거 파동 방정식

전자의 확률적 분포를 시공간에서 파동으로 기술

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2}(E - V)\psi = 0$$

파동함수 ψ 는 아무런 물리적 의미가 없고 ψ^2 만 의미를 갖는데

ψ^2 = 확률 밀도

7) 방사선의 종류

- ① α 선 (He)
 - 붕괴되면 질량수 4감소 원자번호 2감소
- ② β 선 (전자)
 - 붕괴되면 질량수 변화 없고 원자번호 1증가
- ③ γ 선 (전자기파)
 - 붕괴 되도 변화없고 투과력이 매우 세다.

8) 핵분열과 핵융합

원자의 종류에 따라 결합 에너지가 다른데 핵자들이 결합 하기 위해서는 결합 에너지 만큼의 질량 결손이 따른다.

$$E = \Delta mc^2$$

9) 특수 상대성 이론

상대성 가설 : 물리법칙은 모든 관성틀의 관측자에게 동일하다.

광속도 가설 : 진공속에서 빛의 속도는 모든 관성틀에서 모든 방향에 대하여 동일하다.

$$\begin{aligned}
 & \text{- 속도 가법} & u &= \frac{u' + v}{1 + \frac{u' v}{c^2}} \\
 & \text{- 시간 연장} & t &= \frac{t_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}} \\
 & \text{- 길이 축소} & l &= l_0 \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2} \\
 & \text{- 질량 증가} & m &= \frac{m_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}
 \end{aligned}$$

10) 반도체

P형 반도체 : 전하 운반체가 양전하(+)이다.

N형 반도체 : 전하 운반체가 음전하(-)이다.



06 | 화학

김선민

2026 변리사 1차 화학 시험장자료

1. 산화제, 환원제 정리

- ① 기체 상태에서 강한 산화제 : 전자친화도가 큰 화학종
- ② 기체 상태에서 강한 환원제 : 이온화 에너지가 작은 화학종
- ③ 이온이 수용액 상태에서 강한 산화제 : $E^\circ(\text{표준환원전위})$ 값이 큰 화학종
- ④ 이온이 수용액 상태에서 강한 환원제 : $E^\circ(\text{표준환원전위})$ 값이 작은 화학종의 환원된 화학종(금속)

2. Bohr의 전자 전이 에너지 구하기

- 수소 원자에서 전자가 $n=2 \rightarrow n=1$ 로 전이할 때 방출하는 에너지

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -R \frac{1^2}{2^2} - (-R \frac{1^2}{1^2}) = \frac{3}{4} R$$

- 수소 원자에서 전자가 $n=3 \rightarrow n=2$ 로 전이할 때 방출하는 에너지

$$\Delta E = E_3 - E_2 = -R \frac{1^2}{3^2} - (-R \frac{1^2}{2^2}) = \frac{5}{36} R$$

- 수소 원자에서의 일반적인 식

$$E_n = -R \frac{1}{n^2} J, \quad \Delta E = E_f - E_i = (-R \frac{1}{n_f^2}) - (-R \frac{1}{n_i^2}) = R (\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2})$$

3. 상자기성과 반자기성

- ① 상자기성 : 자기장에 끌려간다(홀전자 존재)
- ② 반자기성 : 자기장에 영향 받지 않거나 밀친다 (홀전자 존재 X : 전자가 모두 쌍을 이룸)

<ex> ${}_4\text{Be}$: 반자기성



${}_6\text{C}$: 상자기성



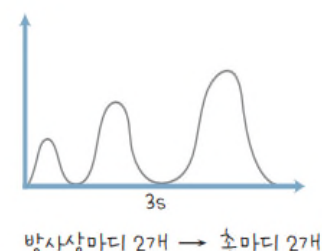
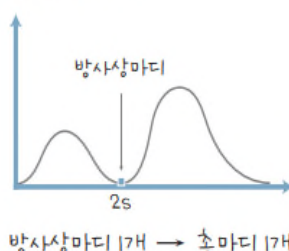
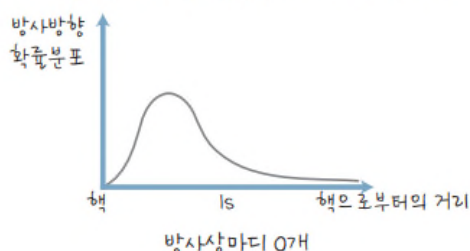
4. 마디의 개수

- 마디의 개수 & 그래프

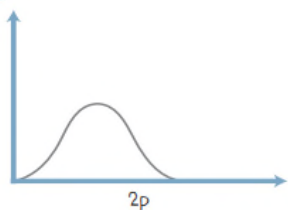
s 오비탈	$(n-1)$ 개의 방사상 마디 + 0개의 각 마디
p 오비탈	$(n-2)$ 개의 방사상 마디 + 1개의 각 마디
d 오비탈	$(n-3)$ 개의 방사상 마디 + 2개의 각 마디

\Rightarrow 총 마디 개수 : $(n-1)$

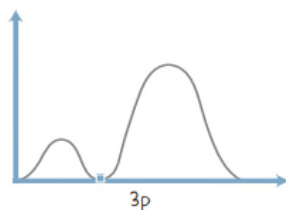
<s 오비탈> 방사방향 확률분포이므로 방사상 마디만 표현된다.



<p 오비탈>

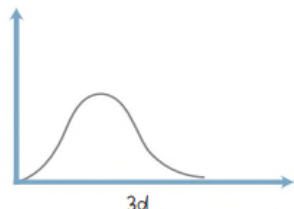


방사상마디 0개 → 총마디 1개

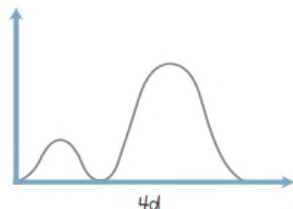


방사상마디 1개 → 총마디 2개

<d 오비탈>



방사상마디 0개 → 총마디 2개



방사상마디 1개 → 총마디 3개

5. 전이원소의 전자배치

		원자가전자
$_{21}\text{Sc}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$	2
$_{22}\text{Ti}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^2$	2
$_{23}\text{V}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^3$	2
$_{24}\text{Cr}$	$[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$	1
$_{25}\text{Mn}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^5$	2
$_{26}\text{Fe}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^6$	2
$_{27}\text{Co}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^7$	2
$_{28}\text{Ni}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^8$	2
$_{29}\text{Cu}$	$[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$	1
$_{30}\text{Zn}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10}$	2

※ 전이원소는 원자가 전자 개수가 비슷하기 때문에 화학적 성질이 비슷하다.

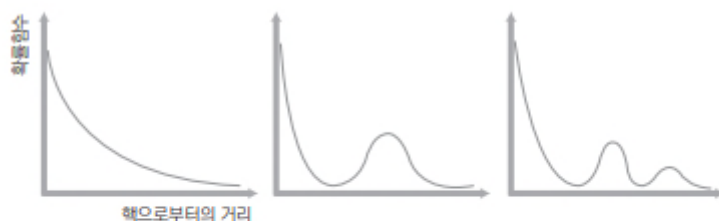
Fe^{2+} $[\text{Ar}] 3d^6 \rightarrow 4s$ 에서 전자가 먼저 나온다
 Co^{3+} $[\text{Ar}] 3d^6 \rightarrow 4s$ 에서 전자가 먼저 나온다

★ 주의!

$_{24}\text{Cr}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^4$	(X) → 전이원소는 d 오비탈에 홀전자가 많거나 짝 차게 해줘야 하므로
$_{29}\text{Cu}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^9$	

6. 확률함수(방사방향 파동함수)와 방사방향 확률분포 그림 비교

s 오비탈의 확률함수 혹은 전자발견 확률밀도(ψ^2) 그림 : s 오비탈은 각마디가 없으므로 원점이 0이 아니다.



1s 오비탈

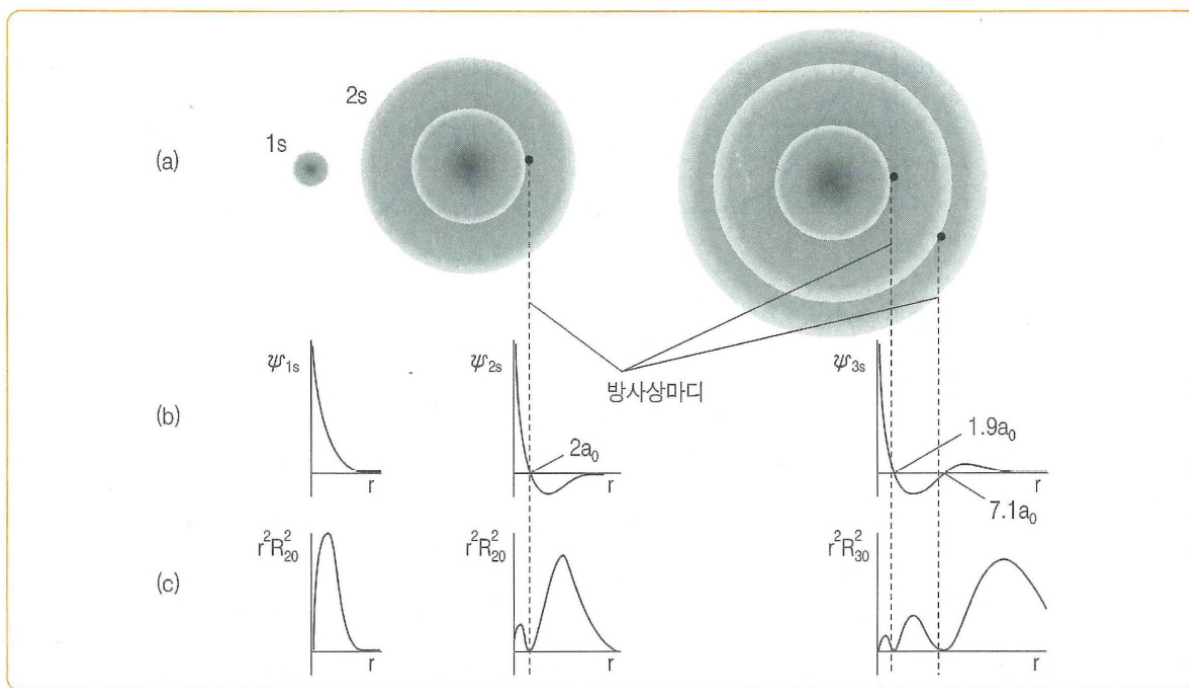


2s 오비탈



3s 오비탈

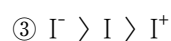
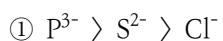
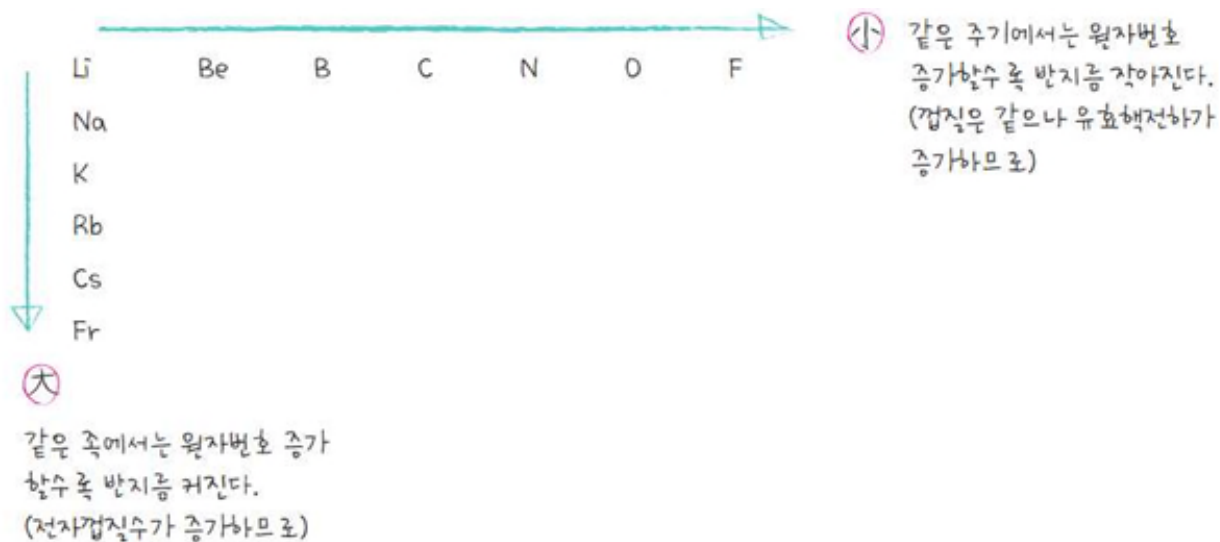
7. 방사파동함수(ψ)와 거리의 그림 : 원점 아래로 곡선이 내려가는 부분이 가능하다.



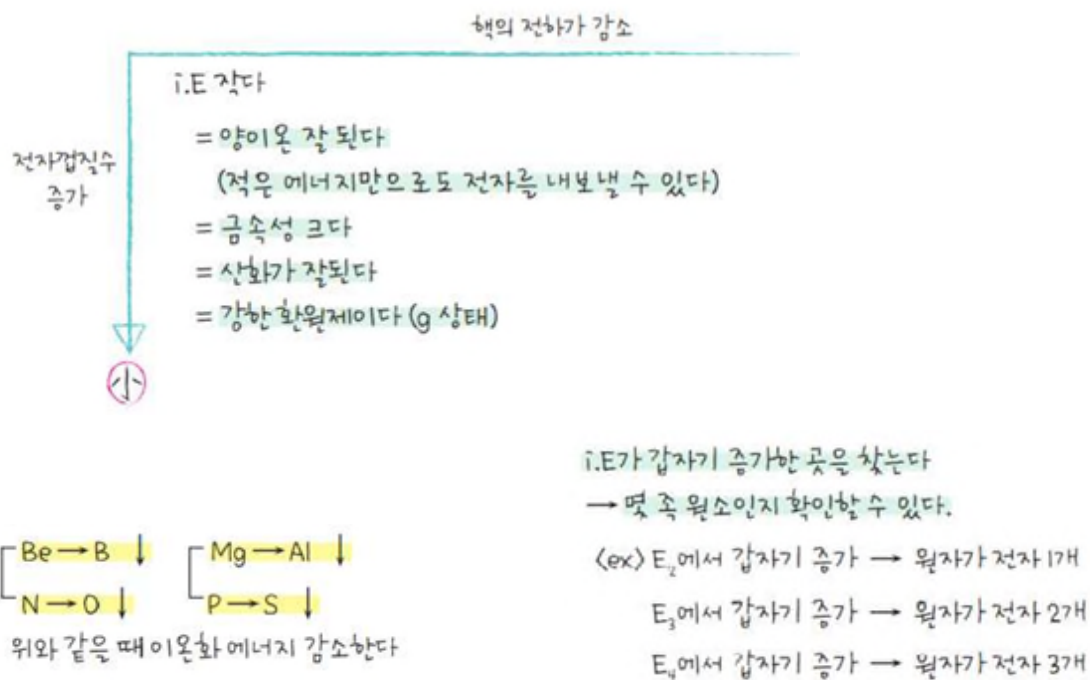
8. 유효핵전하의 주기성

최외각 전자의 유효핵전하는 같은 족에서도 같은 주기에서도 원자번호가 증가할수록 증가하며 예외가 없다. 또한 유효 핵전하의 변화량은 같은 족에서 아래로 갈 때에는 양성자수가 8씩 증가하나 같은 주기에서 오른쪽으로 갈 때에는 양성자수가 1씩 증가하므로 같은 족에서 아래로 갈 때에 같은 주기에서 오른쪽으로 갈 때보다 더 크다.

9. 원자반지름의 주기성 및 이온반지름



10. 이온화에너지의 주기성 및 예외, 순차적 이온화에너지



11. 전자친화도의 주기성 및 예외

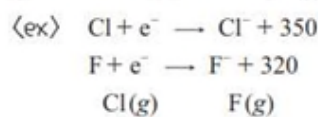
주기성 (≒ 전기 음성도)

E_{ea} 크다 = 음이온 잘 된다

- = 비금속성 크다
- = 전자와 친하다
- = 환원력이 작다
- = 강한 산화제이다 (g)

E_{ea} (大)

※ (g) 상태에서 강한 산화제는 E_{ea}가 큰 것이다



강한 산화제는? 350 > 320

→ 원자나 이온의 경우에만 E_{ea}를 비교 할 수 있다.

분자의 경우는 다르다

분자의 경우 강한 산화제는? Cl₂ < F₂

주기성의 예외 : 2족, 18족, N

F, Cl 중에는 Cl(g)이 전자친화도가 더 크며, O와 S 중에는 S(g)가 전자친화도가 더 크다.

12. 격자에너지와 이온결정의 녹는점, 끓는점

이온의 전하량이 클수록 이온반지름이 작을수록 크다.



13. 입체수와 분자구조 및 혼성 오비탈

☆ 외워요!

SN = 2	직선형	sp
SN = 3	평면 삼각형	sp ²
SN = 4	정사면체	sp ³
SN = 5	삼각쌍뿔	sp ³ d
SN = 6	정팔면체	sp ³ d ²

14. SN=4, sp³ 혼성오비탈 화합물(CH₄, NH₃, H₂O, XeO₄, PCl₄⁺, BF₄⁻ 등)

15. SN=5, sp³d 혼성오비탈 화합물(PCl₅, SF₄, ClF₃, RnCl₂, XeF₂, I₃⁻ 등)

삼각쌍뿔 분자모양에서 주의할 점

- ① 비공유 전자쌍은 90°각도에 있는 치환기와의 반발력을 완화시키기 위해 적도방향을 차지함
- ② 적도방향과 축방향은 결합길이가 다르다. 축방향은 적도방향보다 결합길이가 길다.
- ③ 전기음성도가 큰 원자는 축방향을 차지하려는 경향성을 보인다.

16. 변칙적 각도를 갖고 있는 화합물

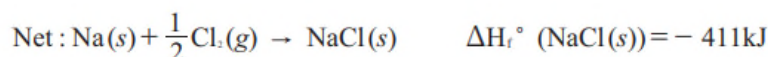
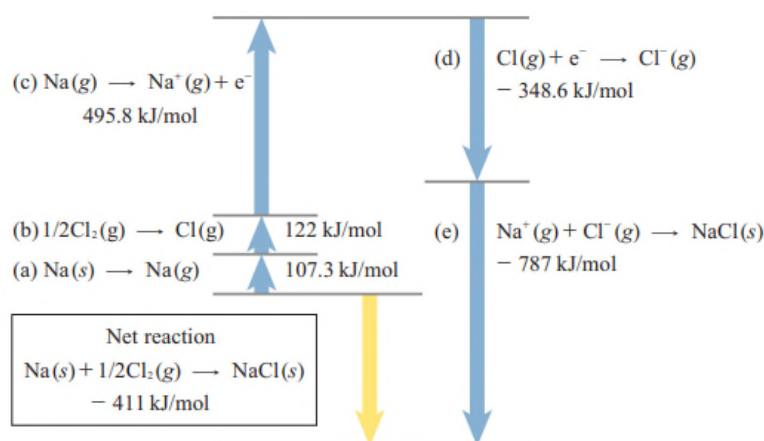
3주기 원소 이상에서는 혼성 오비탈을 잘 만들지 못하기 때문에 p오비탈의 성질이 강하여 각도가 90°에 가까운 각도를 가진다. 질소족과 산소족 화합물은 같은 원리이다. 즉 H₂O(104.5°) H₂S(92°) H₂Se(91°) H₂Te(90°)의 결합각을 가진다.

17. 결합차수가 크다 = 결합에너지가 크다 = 기준진동수가 크다 = 결합이 강하다 = 결합이 안정하다 = 결합이 짧다.

18. 본-하버 사이클

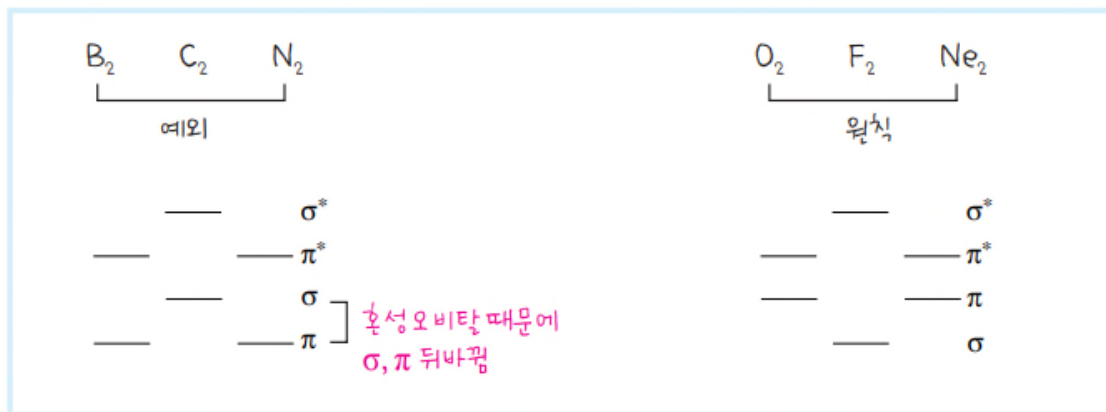
: 열역학적으로 가장 안정한 성분원소에서 이온결합성 물질 1몰을 생성시키는 과정의 에너지 변화를 추적하는 과정

i) NaCl



①	Na(s) → Na(g)	승화열 (흡열)
②	$\frac{1}{2}$ Cl ₂ (g) → Cl(g) ※ 결합해리에너지 Cl ₂ (g) → 2Cl(g)	$\frac{\text{결합해리에너지}}{2}$ (흡열)
③	Na(g) + E → Na ⁺ (g) + e ⁻	이온화에너지 (흡열)
④	Cl(g) + e ⁻ → Cl ⁻ (g) + E	전자친화도 (방열)
⑤	Na ⁺ (g) + Cl ⁻ (g) → NaCl(s)	격자에너지

19. 2주기 원소의 MOT



20. 결합차수와 결합에너지

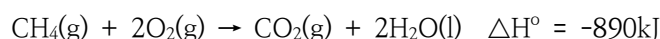
B₂, C₂, N₂, O₂, F₂의 결합 차수는 순서대로 1, 2, 3, 2, 1이며 상자기성 물질은 B₂와 O₂이고 결합에너지의 순서대로 나열하면 N₂ > C₂ > O₂ > B₂ > F₂의 순서이다. N₂는 결합 차수가 가장 크기 때문에 결합에너지가 가장 크고 C₂, O₂는 결합 차수는 둘 다 2이나 O₂는 O원자의 전기음성도가 크기 때문에 결합을 약화시키는 경향이 있어서 C₂가 결합에너지가 크고 B₂, F₂는 결합 차수가 둘 다 1이나 F₂의 F원자의 전기음성도가 크기 때문에 결합이 가장 약하다.

21. 결합차수 3인 분자 혹은 이온 : N₂, CN⁻, NO⁺, CO

22. HF 분자, OH의 MOT

- E 준위만을 고려하여 HF, F, H의 이온화 에너지의 순서를 나타내면 HF = F > H이다. 그 이유는 HF와 F는 HF의 비결합성 분자궤도함수와 F원자 오비탈의 에너지가 같으므로 같은 에너지 준위에서 전자를 내보내기 위해 필요한 에너지인 이온화 에너지도 거의 같을 것이며 H는 가장 에너지가 높으므로 이온화 에너지가 가장 작기 때문이다.
- E 준위만을 고려하여 HF, F, H의 전자친화도의 순서는 나타내면 F > H > HF이다. 그 이유는 F원자는 홀전자가 있어서 그 위치에 전자가 들어올 것이므로 가장 낮은 에너지에 전자가 들어오게 되어 전자친화도가 가장 크며 그다음은 H원자이고 HF는 반결합성(antibonding)에 전자가 들어오므로 가장 작은 전자친화도를 가지기 때문이다.
- E 준위만을 고려하여 OH, O, H의 이온화 에너지의 순서를 나타내면 OH = O > H이고 전자친화도의 순서도 OH = O > H이다. 왜냐하면 OH의 nonbonding과 O원자는 에너지가 같으므로 전자를 제거하는데 필요한 에너지인 이온화 에너지가 거의 같으며 홀전자가 있는 위치에 전자가 들어올 때 방출하는 에너지인 전자친화도도 거의 같다. 반면 H는 가장 에너지가 높기 때문에 이온화 에너지는 가장 작고, 전자친화도도 가장 작다.

23. ΔH°, ΔE°와의 비교



$$\Delta H^\circ = \Delta E^\circ + P\Delta V = \Delta E^\circ + \Delta n_g RT \quad (\Delta n_g = -2)$$

-890kJ = ΔE° - 2RT 이므로 두 열역학적 함수의 절대값을 비교해보면 다음과 같다.

|ΔE°| < |ΔH°| 이다.

24. 결합해리에너지를 이용한 반응열 구하기

$$\Delta H^\circ = \sum D(\text{반응물}) - \sum D(\text{생성물})$$

예를 들면, H₂ + Cl₂ → 2HCl의 반응에서 각각의 결합해리 에너지는 다음과 같다면(H-H 436kJ/mol, Cl-Cl 243kJ/mol, H-Cl 432kJ/mol) 이 반응의 ΔH는 다음과 같다.

$$\Delta H^\circ = (436+243) - (2 \times 432) = -185\text{kJ}$$

CH₃Cl(g) + 345kJ → CH₃(g) + Cl(g)의 반응식과 같이 결합에너지는 반드시 기체상태임을 명심할 것

25. 비열과 몰열용량 및 Hess의 법칙

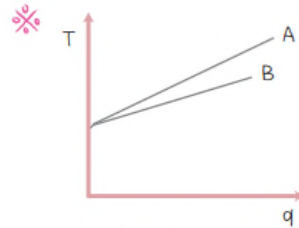
1. $q = mc\Delta T$ 이용

- ① 비열 (c) : 어떤 물질 1g을 1°C(1K) 높이는데 필요한 열량 (단위 : J/g · °C, J/g · K)

<ex> 얼음의 비열 : 2 J/g · °C

물의 비열 : 4.184 J/g · °C

수증기의 비열 : 2 J/g · °C

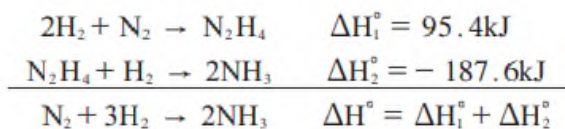


비열이 크다 = 온도가 잘 높아지지 않는다 = 기온기가 완만하다

∴ 비열 : B > A

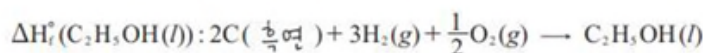
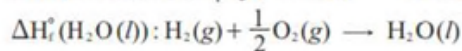
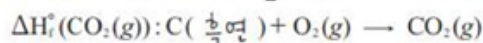
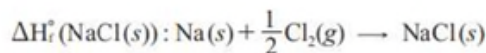
- ② 몰 열용량 (C_m) : 어떤 물질 1mol을 1°C(1K) 높이는데 필요한 열량 (단위 : J/mol · °C, J/mol · K)

2. Hess의 법칙 : 에너지 보존의 법칙 이용



26. 표준생성열

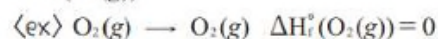
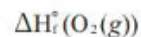
- ① 정의 : 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소로부터 그 화합물 1mol을 생성시키는 과정의 엔탈피 변화



※ 열역학적으로 가장 안정한 성분상태



- ② 열역학적으로 가장 안정한 상태의 표준 생성열은 “0”이다.



- ③ $\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{생성물}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{반응물})$

27. 표준 몰 엔트로피

- ① 정의 : 25°C, 1atm에서 어떤 물질 1mol의 엔트로피 (단위 : J/K · mol)

- ② 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소라도 $S^\circ \neq 0$ 이다. (OK일 때 $S = 0$ 이므로)



③ $(s) < (l) < (g)$

④ 분자가 복잡할수록 표준 몰 엔트로피 크다.
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(l) > \text{CH}_3\text{OH}(l)$

28. 자유에너지

→ 계만의 상태 값으로 반응이 자발적인지 비자발적인지를 판단할 수 있다.

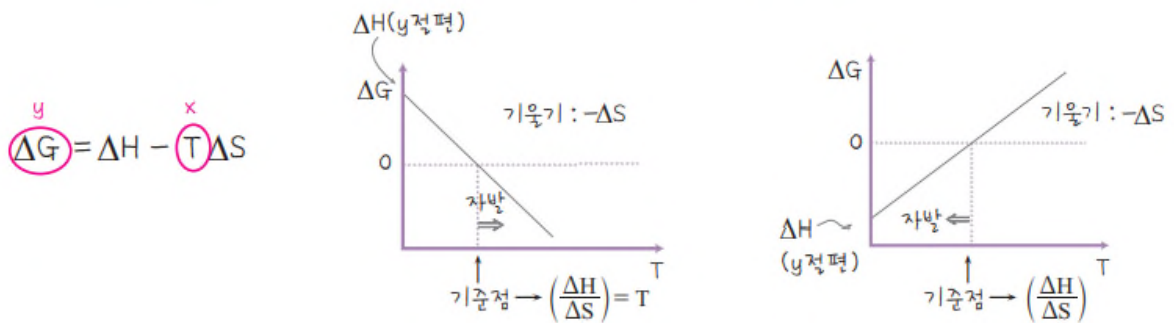
$$\Delta G = \Delta H_{\text{계}} - T\Delta S_{\text{계}} < 0 \text{ 이면 자발}$$

(-) (+) 발열이면서 엔트로피가 증가하는 화학반응은 무조건 자발

(-) (-) 발열이면서 엔트로피 감소하는 화학반응은 저온에서 자발

(+) (-) 흡열이면서 엔트로피 감소하는 화학반응은 무조건 비자발

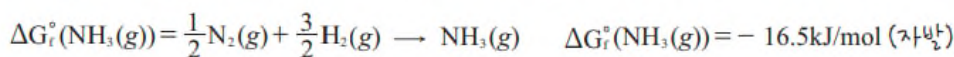
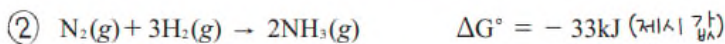
(+) (+) 흡열이면서 엔트로피 증가하는 화학반응은 고온에서 자발



$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

29. 표준 생성 자유에너지(ΔGfo)

① 정의 : 열역학적으로 가장 안정한 상태에서 표준상태에 있는 물질 1mol을 생성하는데 필요한 Gibbs 에너지



→ 정반응이 자발이므로 속매를 찾을 만한 가치가 있다.

③ 열역학적으로 가장 안정한 성분 원소의 표준 생성 자유에너지(ΔGf°)는 0이다. (ex : ΔGf°(H2(g)) = 0)

④ 어떤 반응의 ΔG° = ΣΔGf°(생성물) - ΣΔGf°(반응물)로써 구할 수 있다.

30. $\Delta G^\circ = -RT\ln K$ 이므로 $\Delta G^\circ = 0$ 인 온도에서는 $K=1$ 이다.

31. 부분압력과 돌턴의 법칙

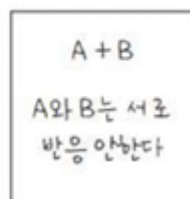
$$n_A + n_B = n$$

$$P_A + P_B = P$$

$$P = \frac{nRT}{V} \rightarrow \frac{RT}{V} = \frac{P}{n}$$

$$P_A = \frac{n_A RT}{V}$$

$$= \frac{n_A}{n} P$$



$$P_A = X_A P \left(X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \right)$$

$$P_B = X_B P \left(X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} \right)$$

$$\therefore X_A = \frac{P_A}{P} = \frac{P_A}{P_A + P_B}$$

$$\ast A \text{의 mol\%} = X_A \times 100$$

32. 기체분자운동론

1개의 병진 운동 에너지 = $\frac{3}{2}kT$, 1몰의 병진 운동 에너지 = $\frac{3}{2}RT$, n몰의 병진 운동 에너지 = $\frac{3}{2}nRT$

33. 속도식, 밀도, 분출속도(충돌횟수), 기체간의 평균거리

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} : M(\text{분자량}), \text{속력은 분자량에 반비례}$$

root mean square speed (근 평균 제곱 속도)

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{d_1}{d_2}} : d(\text{밀도}) \Rightarrow \text{그레이엄의 확산법칙}$$

$PV = nRT = \frac{w}{M}RT$ 이므로 밀도 $d = \frac{w}{V} = \frac{PM}{RT}$ 이다.

$$\bullet \text{ 분출속도} \propto \frac{N}{V} \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$\therefore \text{분출속도(충돌횟수)} \propto \text{속도} \propto \text{몰수}$$

$$\bullet \text{ 충돌횟수} \propto \frac{n}{V} \times \sqrt{\frac{T}{M}}$$

기체 분자간의 평균 거리는 부피에는 비례하고 기체의 몰수에는 반비례 하므로 $\frac{n}{V}$ 에 반비례 한다. 따라서 $\frac{n}{V} =$

$$\frac{PV}{RT} = \frac{P}{RT} \text{이므로 기체 분자간의 평균 거리는 } \frac{P}{T} \text{에 반비례 한다.}$$

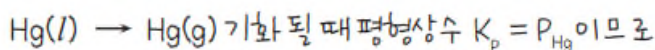
34. 이상기체는 액화가 일어나지 않으므로 액화점이 낮은 기체는 이상기체에 가까운 기체임을 의미한다. 예를 들어 He, N₂, O₂중 He이 가장 액화점이 낮다.

35. 실제기체의 van der Waals 식은 $(P + a(\frac{n}{V})^2)(V - nb) = nRT$ 이며 이 식을 변형하면

$P = \frac{nRT}{V - nb} - a(\frac{n}{V})^2$ 이다. 여기서 $\frac{nRT}{V - nb}$ 는 반발력에 의해 보정된 값이고 즉 반발력에 의해 압력이 증가한 값이며 $a(\frac{n}{V})^2$ 는 인력에 의해 보정된 값이며 압력이 감소된 값이다.

36. 액체 분자간의 힘이 크다 = 증기압 작다 = 끓는점 높다 = 기화열(증발열) 크다 = 임계온도 높다
= 점성도 크다 = 표면장력 크다

37. 클라지우스-클라페이론식

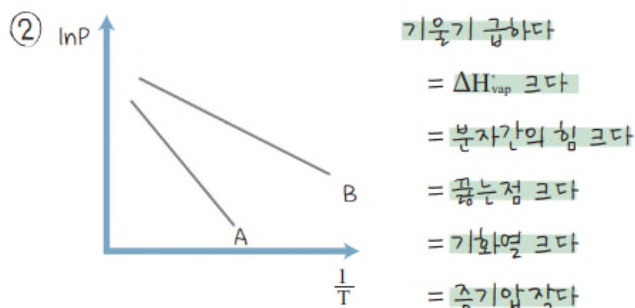


$$\Delta G_{\text{vap}}^* = \Delta H_{\text{vap}}^* - T\Delta S_{\text{vap}}^* = -RT \ln K$$

$$\ln K = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}^*}{RT} + \frac{\Delta S_{\text{vap}}^*}{R}$$

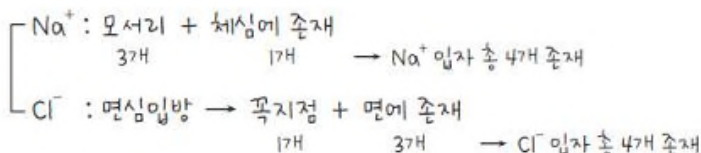
$$\ln P = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}^*}{RT} + \frac{\Delta S_{\text{vap}}^*}{R}$$

$\ln P$ 와 $1/T$ 의 그래프에서 기울기는 $-\frac{\Delta H_{vap}^0}{R}$ 이고 y 절편값은 $\frac{\Delta S_{vap}^0}{R}$ 이므로 기울기로부터는 기화열을 계산할 수 있고 y 절편값으로부터는 기화시의 엔트로피 변화를 계산할 수 있다.
 ΔH_{vap}^0 은 흡열이므로 0보다 커서 기울기는 음의 기울기만 나온다.



$$\ln P_1 - \ln P_2 = \frac{\Delta H_{vap}^0}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

38. NaCl의 구조

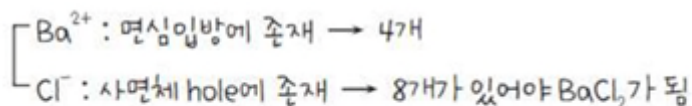


⇒ NaCl 결정 격자 속에는 Na^+ 4개, Cl^- 4개로 1:1로 존재하므로 NaCl이라 한다

Na^+ 의 배위수 : 6

Cl^- 의 배위수 : 6

39. BaCl₂의 구조



⇒ 사면체 hole은 f.c.c에 8개가 있으므로 점유율은 $\frac{8}{8} \times 100(\%) = 100(\%)$

40. 농도

- ① 몰농도(M) = 용액 1000mL : 용질의 mol 수
- ② 몰랄농도(m) = 용매 1000g : 용질의 mol 수
- ③ %농도 = 용액 100g : 용질의 g 수
- ④ ppm = 용액 1000g (용액 1000mL) : 용질의 mg 수
- ⑤ ppb = 용액 1000g (용액 1000mL) : 용질의 μg 수

※ $\left[\begin{array}{l} \text{부피기준} \rightarrow \text{온도에 따라 변한다.} \\ \text{질량기준} \rightarrow \text{온도에 따라 변하지 않는다.} \end{array} \right.$

41. 증기압력 내림(ΔP)식

$$\Delta P = \text{용매의 증기압} - \text{용액의 증기압} = P_A^\circ - P_A = P_A^\circ - X_A P_A^\circ = (1 - X_A) P_A^\circ = X_B P_A^\circ \text{이다.}$$

42. 음의 편차, 양의 편차

음의 편차는 이상용액보다 증기압이 작으며 용매와 용질 분자가 서로 강하게 끌어당겨서 용매가 기화하려는 경향을 감소시킬 때 생긴다.

- 용매-용질 간의 인력 **大**

$$\begin{cases} \text{용매-용매 사이의 인력 깨뜨릴 때 필요한 에너지: } \Delta H_1 \\ \text{용질-용질 사이의 인력 깨뜨릴 때 필요한 에너지: } \Delta H_2 \\ \text{용매-용질 사이의 인력 형성시 방출 에너지: } \Delta H_3 \end{cases}$$

ΔH_3 이 굉장히 큰 (-)값을 갖는다.

$$\therefore \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_{\text{soln}} < 0$$

- $\Delta H_{\text{soln}} < 0$ (발열)

- $\Delta T > 0$

양의 편차는 이상용액보다 증기압이 크며 음의 편차와는 반대로 용매와 용질 간의 인력이 거의 작용하지 않을 때 생길 수 있다.

- 용매-용질 간의 인력 **小**

- $\Delta H_{\text{soln}} > 0$ (흡열)

- $\Delta T < 0$

43. 끓는점오름, 어는점 내림과 반트호프 factor

: 전해질 1mol에 들어 있는 이온의 몰 수

$$\Delta T_b = K_b \cdot m \rightarrow \Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i$$

전해질인 경우 Van't Hoff factor 도입 (비전해질인 경우 $i = 1$)

44. 삼투압 공식

$$\pi = i \cdot MRT$$

총 몰농도!!

45. 용매를 A, 휘발성 용질을 B라고 하고 X_A 는 액체 상태에서의 A의 몰분율, X_B 는 액체 상태에서의 B의 몰분율, X_A' 는 기체 상태에서의 A의 몰분율, X_B' 는 기체 상태에서의 B의 몰분율, P_A° 는 순수한 A의 증기압, P_B° 는 순수한 B의 증기압이라고 한다면 다음의 식이 성립한다.

$$X_A' = \frac{X_A P_A^\circ}{X_A P_A^\circ + X_B P_B^\circ}, \quad X_B' = \frac{X_B P_B^\circ}{X_A P_A^\circ + X_B P_B^\circ}$$

46. 0차 적분속도법칙

1. $A \rightarrow P(0차)$

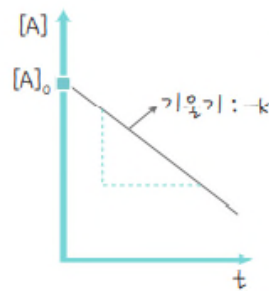
$$(1) -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^0 = k$$

$$\int_{[A]_0}^{[A]} d[A] = -k \int_0^t dt$$

$$[A] - [A]_0 = -kt$$

$$[A] = -kt + [A]_0$$

y
 $ax + b$



※ 속도상수는 항상 (+)값 갖는다

(2) 반감기($t_{1/2}$): 초기농도에서 반으로 농도가 줄어드는데 걸리는 시간

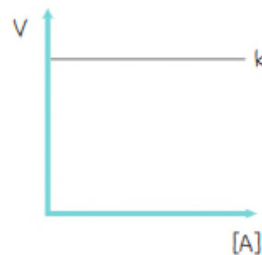
$$t_{1/2}: [A] = \frac{1}{2}[A]_0 \rightarrow \text{적분 속도식에 대입하여 정리}$$

$$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$$

→ 0차식의 반감기는 초기 농도에 비례한다

(3) 그래프

$$v = k[A]^0 = k$$



47. 1차 적분속도법칙

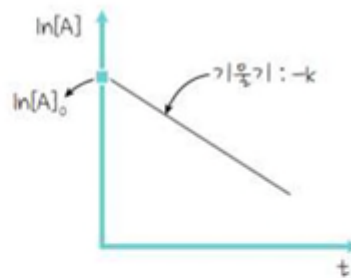
$$(1) -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^1$$

$$\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]} = -k \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt$$

$$\ln[A] = -kt + \ln[A]_0$$

y
 $ax + b$



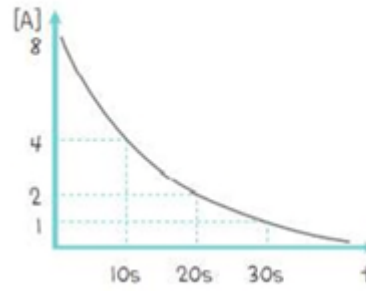
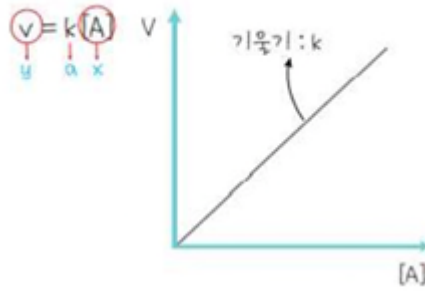
(2) 반감기

$$t_{1/2}: [A] = \frac{1}{2}[A]_0 \rightarrow \text{적분 속도식에 대입하여 정리}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

→ 1차 반응식의 반감기는 초기 농도에 무관하다

③ 그래프



$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$10s = \frac{\ln 2}{k}$$

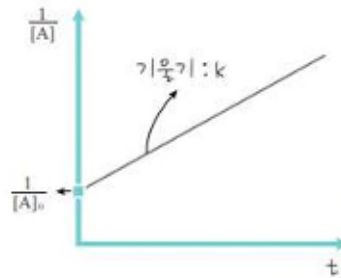
$$k = \frac{\ln 2}{10s}$$

48. 2차 적분속도법칙

① $-\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2$

$$\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]^2} = -k \int_0^t dt$$

$$\frac{1}{[A]} = k \cdot t + \frac{1}{[A]_0}$$



② 반감기

$t_{1/2} : [A] = \frac{1}{2}[A]_0 \rightarrow$ 적분 속도식에 대입하여 정리

$$t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$$

\rightarrow 2차 반응식의 반감기는 초기 농도에 반비례한다.

초기 농도 大 \rightarrow 반감기 小
초기 농도 小 \rightarrow 반감기 大

49. 아레니우스식

$$k = A e^{-E_a/RT}$$

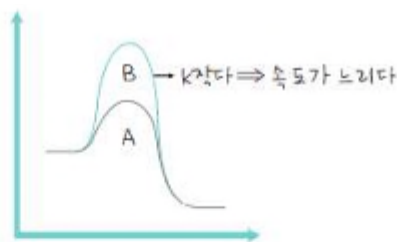
① $A=1$ 로 가정

$E_a = 0 \quad k = e^0 = 1$

$E_a = RT \quad k = e^{-1} = 0.37$

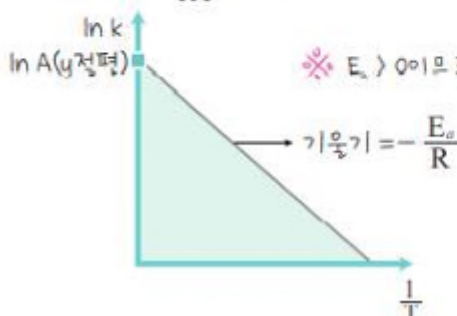
$E_a = 2RT \quad k = e^{-2} = 0.14$

$\rightarrow E_a$ 와 k 는 반비례

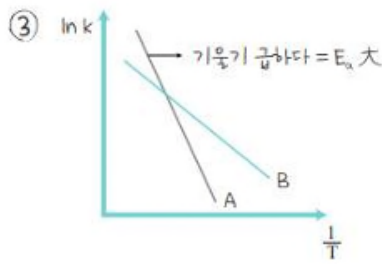


② $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$

$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln A$$



- y절편으로부터 작음폭을 구할 수 있다.
- 기울기를 통해 E_a 를 구할 수 있다.
- 온도를 높이면 k 값 커진다(속도 빨라진다)



- 기울기가 급하다 = E_a 大
- 온도가 높아지면
 - A는 급하게 k 증가
 - B는 완만하게 k 증가

→ E_a 가 큰 것이 온도를 높이면 반응속도가 더욱 급하게 빨라진다

④ E_a , A가 온도에 무관하다고 가정

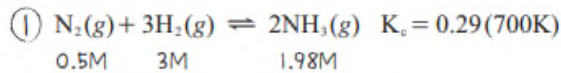
$$\begin{aligned} \ln k_1 &= -\frac{E_a}{RT_1} + \ln A \\ \ln k_2 &= -\frac{E_a}{RT_2} + \ln A \\ \ln k_1 - \ln k_2 &= \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \end{aligned}$$

cf) Clausius-Clapeyron식

$$\ln P = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{RT} + \frac{\Delta S_{\text{vap}}}{R}$$

50. 르샤틀리에의 원리

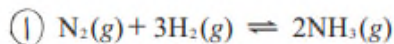
1. 농도의 변화



- N_2 첨가 → 정반응 진행 (N_2 큰 쪽이 반응 방향)
- H_2 첨가 → 정반응 진행
- NH_3 첨가 → 역반응 진행

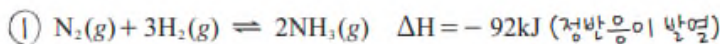
2. 압력의 변화

→ (g) 상태 임을 먼저 확인해야 한다!



- $P \uparrow$ → 몰수가 줄어드는 방향으로 진행 ⇒ 정반응으로 진행
- $P \downarrow$ → 몰수가 늘어나는 방향으로 진행 ⇒ 역반응으로 진행

3. 온도의 변화



- 온도 ↓ → 발열반응 쪽으로 진행 → 정반응으로 진행
- 온도 ↑ → 흡열반응 쪽으로 진행 → 역반응으로 진행

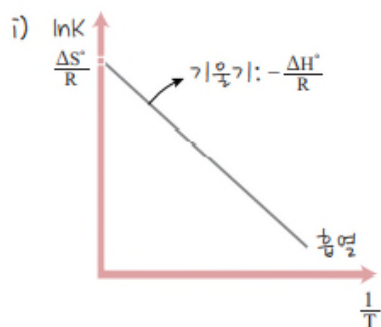
cf) NH_3 의 수득률을 높이려면? 압력을 높이고, 온도를 낮춘다.

51. 평형상수의 온도 의존성(Van't Hoff식)

② Van't Hoff (평형상수 K의 온도 의존성)

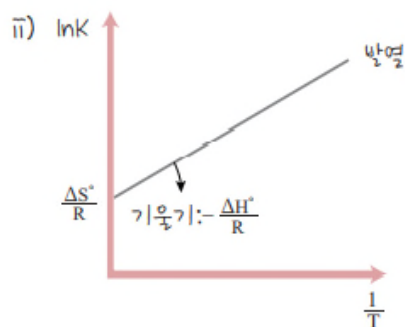
$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = -RT \ln K$$

$$\ln K = -\frac{\Delta H^\circ}{RT} + \frac{\Delta S^\circ}{R}$$



$\Delta H^\circ > 0$ (흡열): 음의 기울기

온도 ↑ ($= \frac{1}{T}$ ↓) = K 증가



$\Delta H^\circ < 0$ (발열): 양의 기울기

온도 ↑ ($= \frac{1}{T}$ ↓) = K 감소

④ $\Delta H^\circ, \Delta S^\circ$ 가 온도에 무관하다고 가정

$$\begin{aligned} \ln K_1 &= -\frac{\Delta H^\circ}{RT_1} + \frac{\Delta S^\circ}{R} \\ \ln K_2 &= -\frac{\Delta H^\circ}{RT_2} + \frac{\Delta S^\circ}{R} \\ \hline \ln K_1 - \ln K_2 &= \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \end{aligned}$$

52. 산의 이온화상수(K_a)와 이온화도(α)의 관계

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$$

처음농도	C		
나중농도	-C α	+C α	+C α
평형농도	C(1- α)	C α	C α

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(C\alpha)^2}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

① 강산의 경우 100% 해리되므로 이온화도(α) = 1이다. 따라서 $K_a = \infty$ 이다.

② 약산의 경우 이온화도(α)가 매우 작으므로 0으로 놓으면 $K_a = C\alpha^2$ 이다.

따라서 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ 이며 $[H_3O^+] = C\alpha = \sqrt{C \cdot K_a}$ 이다.

53. 염기의 이온화상수(K_b)와 이온화도(α)의 관계

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+(aq) + OH^-(aq)$$

처음농도	C		
나중농도	-C α	+C α	+C α
평형농도	C(1- α)	C α	C α

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \frac{(C\alpha)^2}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

① 강염기의 경우 100% 해리되므로 이온화도(α) = 1이다. 따라서 $K_b = \infty$ 이다.

② 약염기의 경우 이온화도(α)가 매우 작으므로 0으로 놓으면 $K_b = C\alpha^2$ 이다.

따라서 $\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}}$ 이며 $[OH^-] = C\alpha = \sqrt{C \cdot K_b}$ 이다.

54. 해리백분율

$$\bullet \text{ 해리 백분율} = \frac{\text{해리된 농도}}{\text{초기농도}} \times 100 = \frac{[H_3O^+]}{\text{초기농도}} \times 100 = \frac{[OH^-]}{\text{초기농도}} \times 100$$

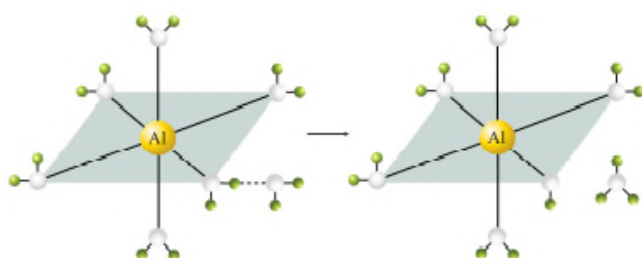
cf) 100을 곱하면 백분율이라고 하고 100을 곱하지 않으면 이온화도 α 이다. 이온화도는

$$\alpha = \frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]} = \frac{[H_3O^+]}{[HA] + [A^-]} \text{로 표시되기도 한다.}$$

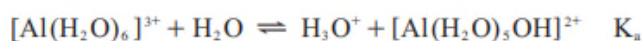
55. 짝산 짝염기 쌍에서는 $pK_a + pK_b = 14$ 이다.

- ① HF의 $K_a = 10^{-4}$ 이면 HF의 짝염기인 F⁻의 $K_b = 10^{-10}$ 이다.
- ② HCN의 $K_a = 10^{-10}$ 이면 HCN의 짝염기인 CN⁻의 $K_b = 10^{-4}$ 이다.

56. 중심금속의 전하가 큰 경우의 산성염



착이온 \rightarrow 중심금속의 전하가 커서 전자를 빼앗기 때문에 H⁺를 중 수 있어서 산성을 띰
; 중심원자의 전하가 커야 함 (2가 이상: Be²⁺, Zn²⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Al³⁺)



산의 역할

57. 산의 세기에 영향을 미치는 요인들

이성분산 : 같은 족에서는 결합의 세기가 작을수록 같은 주기에서는 전기음성도가 클수록 강산
산소산 : 전기음성도가 클수록 산화수가 클수록 강산

58. Henderson-Hasselbalch식

\rightarrow 섞었을 때 pH 구하는 방법

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$-\log K_a = -\log [H_3O^+] - \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pK_a = pH - \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\therefore pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

59. 완충용액 : 약산과 그의 짝염기가 섞여있는 용액

완충용액인지 아닌지의 여부는 초기에 존재하는 화학종과 농도만으로 판단해서는 안되며 최종적으로 반응이 완결된 후 생성된 화학종과 농도로 판단하여야 한다.

완충용량 : 완충효과라고도 하며 완충용량은 일정부피완충용량과 전체완충용량 2가지 개념이 있다.

- (1) 일정부피완충용량 : 용액의 몰농도에 의존한다. 0.1M HA와 0.1M A⁻ 1L가 섞여 있는 완충용액에서 물을 가하여 용액의 부피를 2배로 올려 2L로 만들어주면 각각의 몰농도가 0.05M로 감소되므로 일정부피완충용량은 감소한다.
- (2) 전체완충용량 : 용액에 존재하는 산과 그 짝염기의 몰수에 의존한다. 따라서 0.1M HA와 0.1M A⁻ 1L가 섞여 있는 완충용액에서 물을 가하여 용액의 부피를 2배로 올려 2L로 만들어주면 각각의 몰농도가 0.05M로 감소하나 산, 염기의 몰수는 일정하므로 전체완충용량은 변동없다.

만약 짝산의 몰수가 1몰이고 그 짝염기의 몰수가 0.5몰인 완충용액이 있다면 들어오는 염기를 받아줄 산의 양은 많으나 들어오는 산을 받아줄 염기의 양은 상대적으로 적다. 이런 용액은 산보다 염기에 대한 완충효과가 큰 용액이라고 한다.

최대(최적) 완충용량 지점 : 최대 완충용량 지점은 들어오는 산이나 염기를 pH의 뚜렷한 변화 없이 수용할 수 있는 지점으로서 기존의 산, 염기의 농도가 같은 pH = pK_a인 지점이다.

60. pH에 따른 우세한 화학종의 변화

H₃A는 삼양성자성 산으로 K_{a1} = 1.0 × 10⁻², K_{a2} = 1.0 × 10⁻⁶, K_{a3} = 1.0 × 10⁻¹⁰ 이다.

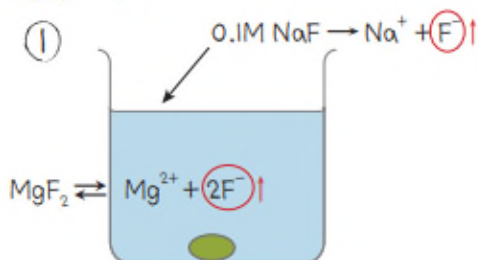
pK_{a1} = 2, pK_{a2} = 6, pK_{a3} = 10

- ① pH = pK_{a1} = 2 ⇒ [H₃A] = [H₂A⁻] : 제1완충
- ② pH = $\frac{pK_{a1} + pK_{a2}}{2} = 4 \Rightarrow$ 제1당량 ⇒ [H₂A⁻] 완전우세
- ③ pH = pK_{a2} = 6 ⇒ 제2완충 ⇒ [H₂A⁻] = [HA²⁻]
- ④ pH = $\frac{pK_{a2} + pK_{a3}}{2} = 8 \Rightarrow$ 제2당량 ⇒ [HA²⁻] 완전우세
- ⑤ pH = pK_{a3} = 10 ⇒ 제3완충 ⇒ [HA²⁻] = [A³⁻]

61. 물 1L에 10⁻⁵mol의 AgCl이 녹으면 물 2L에는 2 × 10⁻⁵mol의 AgCl이 녹으나 용해도는 10⁻⁵mol/L이므로 용해되는 AgCl의 양은 물의 양에 의존하지만 용해도는 물의 양에 의존하지 않는다. 즉 용해도는 세기성질이다. AgCl의 용해도 10⁻⁵mol/L는 1L 물속에서 AgCl이 10⁻⁵mol만큼 녹으면 포화용액이 된다는 의미이다. 즉 평형상태라고 말할 수 있으므로 AgCl ⇌ Ag⁺ + Cl⁻의 평형식을 사용한다.

62. 용해도에 영향을 미치는 요인

1. 공통이온효과



$$K_{sp} = [Mg^{2+}][F^{-}]^2 = 7.4 \times 10^{-11}$$

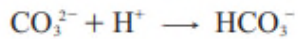
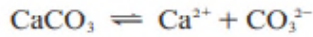
$$= 4s^3 = 7.4 \times 10^{-11}$$

$$s = 2.6 \times 10^{-4}$$

→ 순수한 물 속에서 MgF₂의 용해도

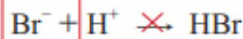
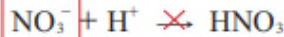
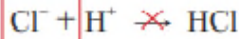
2. 용액의 pH

① 약산의 음이온이 포함되어 있을 때

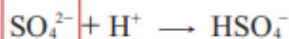
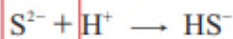
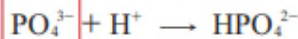
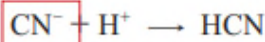


산을 가해 주면 CO_3^{2-} 이 감소하여 정반응으로 진행

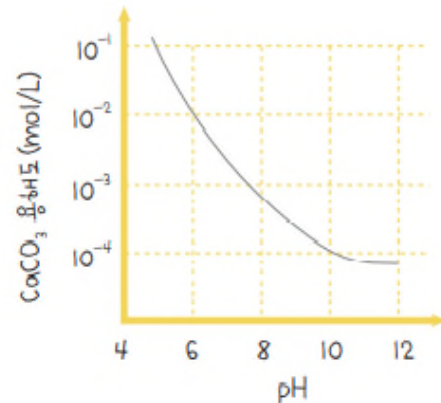
→ 용해도 증가



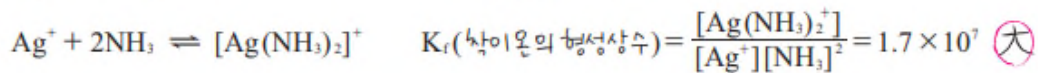
; 강산의 짝염기는 약염기이므로



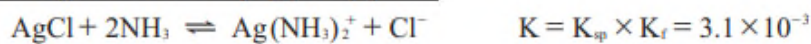
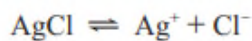
; pH를 낮추면 용해도 증가 (약산의 짝염기)



3. 착이온의 형성

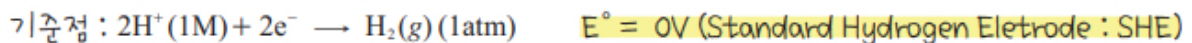


$[\text{Ag}^+]$ 감소 (착이온 형성) → 정반응 진행 → 용해도 증가



63. 표준환원전위

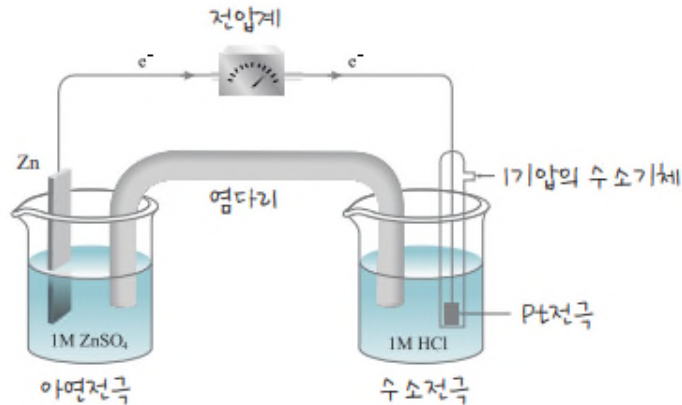
1. 정의



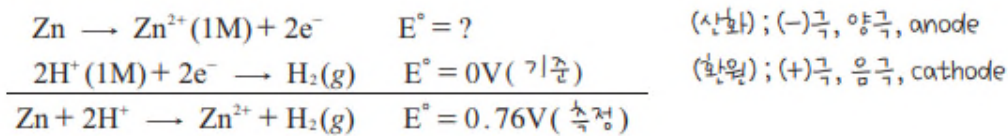
→ 여기서부터 얼마만큼 떨어져 있는가가 표준환원전위가 된다.

표준수소전극은 표준 상태 조건(1atm $\text{H}_2(\text{g})$, 1M $\text{H}^+(\text{aq})$, 25°C)에서 H_2 기체 및 H^+ 이온과 접촉되어있는 백금 전극으로 이루어져 있고, 이 반쪽 반응의 전위는 임의로 정확하게 0V라고 정한 것이다.

① SHE가 환원전극인 경우



• 이온화 경향: $Zn > H$



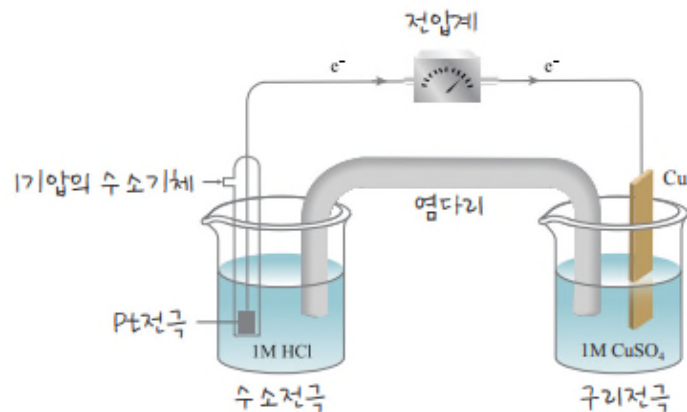
→ 산화전극, 환원전극이 있고, 전압계가 있으므로 전압 측정 가능

→ $E^\circ = 0.76V$ (측정값)

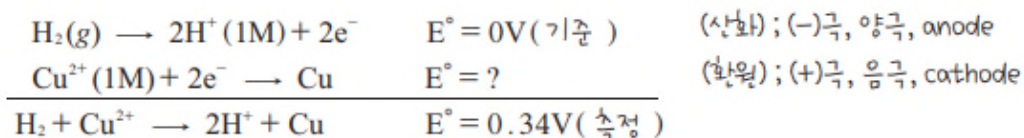
→ 수소전극의 $E^\circ = 0V$ 이므로 반쪽 반응의 표준 환원전위 값을 알 수 있다.

→ (Zn 이 산화될 때가 $0.76V$ 이므로) 환원은 $Zn^{2+}(1M) + 2e^- \rightarrow Zn$ $E^\circ = -0.76V$

② SHE가 산화전극인 경우



• 이온화 경향: $H > Cu$

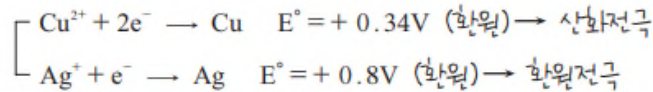


→ Cu^{2+} 의 $E^\circ = 0.34V$

64. 기전력

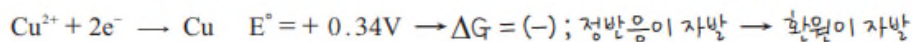
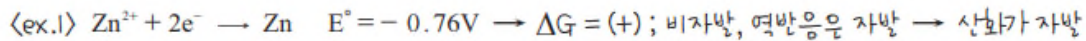
두 전극의 표준 환원 전위값을 알면 두 전극을 연결 지었을 때 기전력을 구할 수 있다. 표준 환원 전위값이 주어졌을 때 E° 가 작은 전극이 산화 전극으로 E° 가 큰 전극이 환원 전극으로 작용한다. 또한 기전력은 세기 성질이므로 전자의 몰수를 맞추기 위해 반응식에 2나 3을 곱하여 표시하였어도 기전력을 계산할 때에는 2나 3을 곱하여 계산하지 않는다.

※ 전극의 E° 쉽게 구하기!



$$E^\circ = (0.8 - 0.34)\text{V} = 0.46\text{V}$$

$$E^\circ = \text{환원전극의 환원전위} - \text{산화전극의 환원전위}$$



$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{기전력: } E^\circ = 0.34\text{V} - (-0.76\text{V}) = 1.1\text{V} \\ \text{전체 반응: } \text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu} \quad E^\circ = (+) ; \text{자발} \end{array} \right.$$

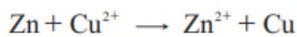
65. Nernst 식

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$-nFE = -nFE^\circ + RT \ln Q \quad (F = 96,500\text{C}, R = 8.314\text{J/K} \cdot \text{mol}, T = 298\text{K}, \ln Q = 2.303 \log Q)$$

양변을 $-nF$ 로 나눔

$$E = E^\circ - \frac{0.0592}{n} \log Q$$



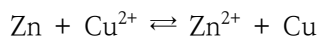
$$\text{반응지수 } Q = \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

if) 표준 상태라면 $Q = 1$

$$E = E^\circ - \frac{0.0592}{2} \log 1 = E^\circ$$

$$\therefore E = E^\circ \text{ (표준상태)}$$

$$E \neq E^\circ \text{ (비표준상태)}$$



$$\begin{array}{ccc} 1\text{M} & 1\text{M} & E = E^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 5\text{M} & 1\text{M} & \text{정반응 진행 (전지전압 증가)} \quad E > E^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1\text{M} & 5\text{M} & \text{역반응 진행 (전지전압 감소)} \quad E < E^\circ \end{array}$$

- 1) 산화 전극에 S^{2-} 을 넣으면 $\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{ZnS(s)}$ 로 침전이 되며 Zn^{2+} 의 농도가 감소되므로 정반응으로 반응이 진행하고 전지 전압은 증가한다. $E > E^\circ$
- 2) 환원 전극에 NH_3 를 넣으면 $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 으로 착이온이 형성되며 Cu^{2+} 의 농도가 감소되므로 역반응으로 반응이 진행하고 전지 전압은 감소된다. $E < E^\circ$

66. 농도차 전지

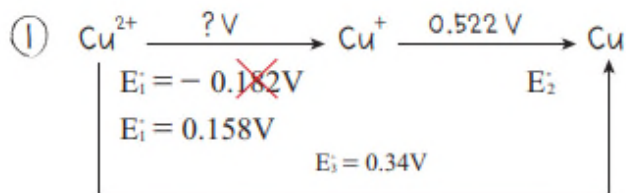
- ① 자발적 화학반응은 농도가 묽은 것과 진한 것을 섞으면 묽은 쪽은 진해지고 진한 쪽은 묽어지므로 농도차 전지에서도 농도가 묽은 쪽은 농도가 진해지므로 산화 전극이고 농도가 진한 쪽은 농도가 묽어지므로 환원 전극이 된다.
- ② 농도차 전지는 산화 전극의 농도는 진해지고 환원 전극의 농도는 묽어지며 양쪽의 농도가 같아질 때까지 진행된다. 이때 $Q = 1$ 이므로 $E = 0 - 0.0592 \log 1 = 0V$ 가 된다.
- ③ 농도차 전지는 $E^\circ = 0V$ 이므로 $\Delta G^\circ = 0$ 이고 $K = 1$ 이다.
- ④ 농도차 전지에서 용액의 부피가 증가 되어도 농도가 같다면 기전력은 동일하다. 농도차 전지는 농도의 문제이지 부피의 문제가 아니다.

67. ○ 평형상수 K값을 결정하는 세 가지 방법

1. 농도를 이용한 자료로부터 $K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$
2. 열역학적 자료로부터 $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ 또는 $\ln K = -\frac{\Delta G^\circ}{RT}$
3. 전기화학적 자료로부터 $E^\circ = \frac{RT}{nF} \ln K$ 또는 $\ln K = \frac{nFE^\circ}{RT}$

68. Latimer 도표

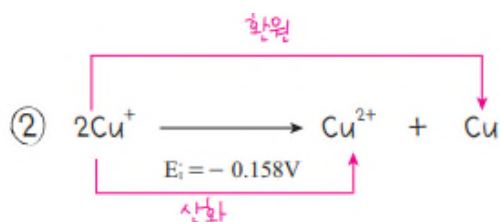
순차적으로 환원되는 반응식을 표시한 도표이며 이때의 표준 환원 전위값은 깁스 함수의 가산성을 이용하여 계산하여야 한다.



$$\Delta G_1^\circ = -1 \times F \times E_1^\circ$$

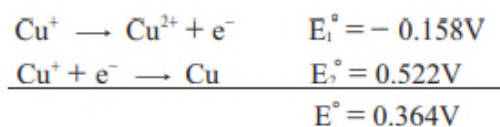
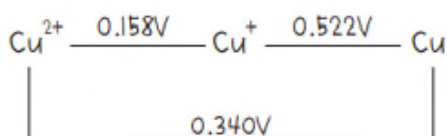
$$\Delta G_2^\circ = -1 \times F \times 0.522 \Rightarrow \text{깁스함수의 가산성 이용 (깁스함수는 상태함수이므로)}$$

$$\Delta G_3^\circ = -2 \times F \times 0.34$$



1몰은 산화, 1몰은 환원 \rightarrow “불균등화반응” (ex: Cannizzaro Reaction)

자발인지 비자발인지를 Latimer 도표를 보고 판단할 수 있어야 한다



$\rightarrow E_2 > E_1$ 이면 불균등화 반응은 자발

69. 갈바니 전지에서 생성되는 기전력보다 큰 전압을 가해주어 갈바니 전지에서의 반응을 역반응으로 역지로 진행시키는 것을 전해 전지라고 한다. 전해 전지는 산화 전극은 (+)극이고 양극이며 anode이고 환원 전극은 (-)극이고 음극이며 cathode라고 한다.

70. 표준 환원 전위와 전기분해시에 석출되는 물질

- 표준 환원 전위값이 큰 화학종이 전기분해 시에 먼저 환원이 일어난다.

$\text{Ag}^+ / \text{Ag}(E^\circ = 0.80\text{V})$, $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}(E^\circ = 0.34\text{V})$, $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}(E^\circ = -0.76\text{V})$ 에서 표준환원 전위값이 가장 큰 순서인 $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ 의 순서로 환원된다.

즉, 산화력이 크며 가장 낮은 전위에서 환원될 수 있다는 것을 의미한다.

- 산화시에 표준 산화 전위값이 음일 경우에는 절대값이 작은 화학종이 먼저 산화된다.



양극에서의 산화 반응은 위의 두 종류가 있으며 이 중에서 표준산화전위값이 조금 큰 즉, 절대값이 작은 물의 산화 반응이 우선적이어야 한다는 것을 알 수 있다.

⇒ E° 값이 큰 것이 산화-환원 반응이 먼저 일어난다.

; 산화될 때는 산화전위 값이 큰 것, 환원될 때는 환원전위 값이 큰 것이 반응 일어난다.

71. 패러데이의 법칙

(1) 패러데이의 1법칙

$Q = I \times t$, 즉 같은 전해질을 전기분해할 때 생성되는 물질의 양은 통해준 전기량에 비례한다는 것을 말한다. 1F : 전자 1몰의 전기량을 1F라고 하며, 96,500C이다.

$$1\text{F} = 1.6 \times 10^{-19}\text{C} \times 6.02 \times 10^{23} = 96,500\text{C}$$

전류와 전류가 흐른 시간을 알면, 특정 반응에서 전지를 통하여 몇 mol의 전자가 이동하였는지 알 수 있다.

$$\text{전하(C)} = \text{전류(A)} \times \text{시간(s)}$$

1mol의 전자가 지나는 전하는 96,500C이므로

$$\text{전자의 몰수} = \text{전하 (C)} \times \frac{1\text{mol 전자}}{96,500\text{C}}$$

(2) 패러데이의 2법칙

1F의 전기량을 통했을 때 얻어지는 물질의 양은 전자 1몰이 이동한 만큼의 물질이 석출된다. 예를 들면,

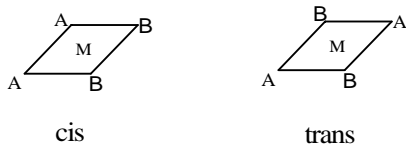
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ 의 반응에서는 1F를 가해주었을 때 은이 1몰이 생성된다.

$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 의 반응에서는 2F를 가해주었을 때 구리가 1몰이 생성된다.

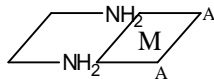
72. 구체적인 입체 이성질체

입체 이성질체는 거울에 비친 모습이 겹쳐지지 않는 거울상 이성질체(광학 이성질체)와 부분입체 이성질체(기하 이성질체)로 구분할 수 있다. 거울상 이성질체는 분자 내부에 대칭면이 없으며 광학활성을 가지고 있고 chiral이라고 한다.

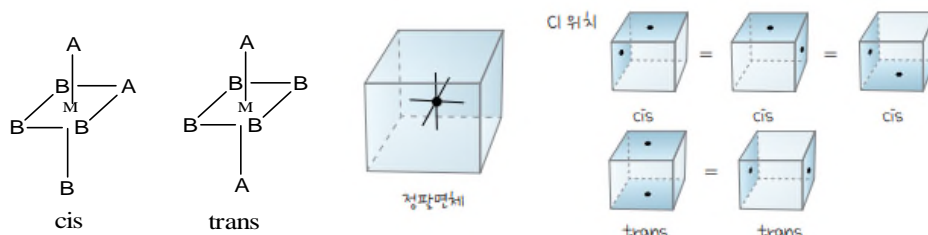
(1) MA_2B_2 : 평면사각형일 때 cis, trans 기하이성질체 2개, 정사면체는 기하이성질체 없음



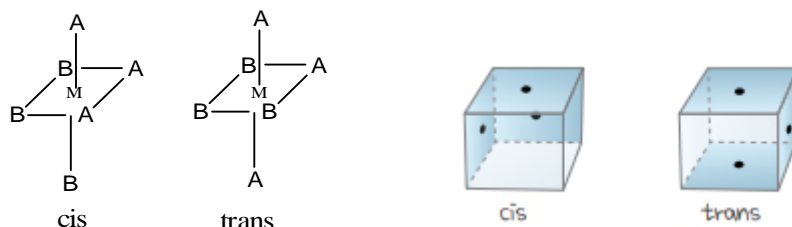
(2) $M(en)A_2$: 평면사각형일 때 cis, trans 기하이성질체 없음



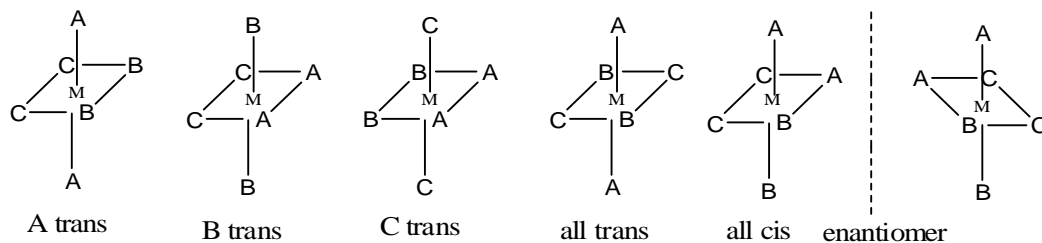
(3) MA_2B_4 : 정팔면체, cis, trans 기하이성질체 2개, 광학 이성질체 없음



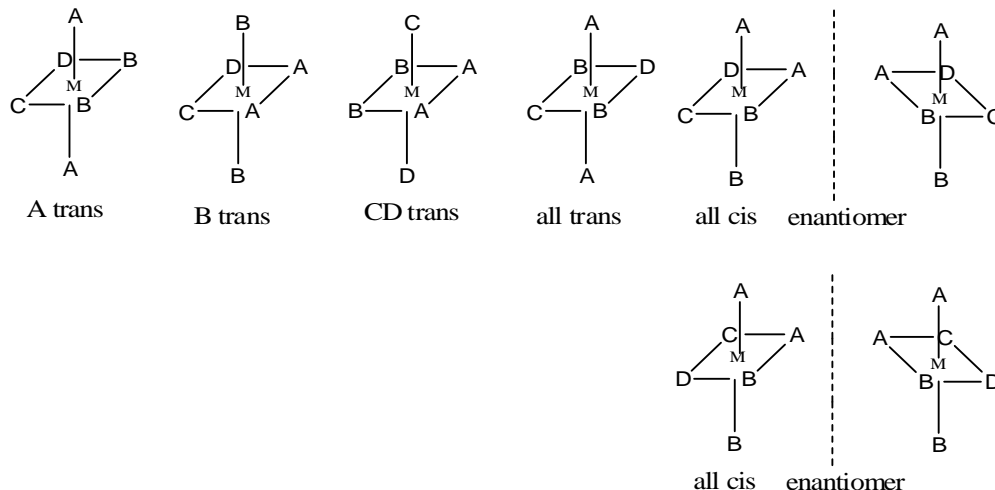
(4) MA_3B_3 : 정팔면체, cis, trans 기하이성질체 2개, 광학 이성질체 없음



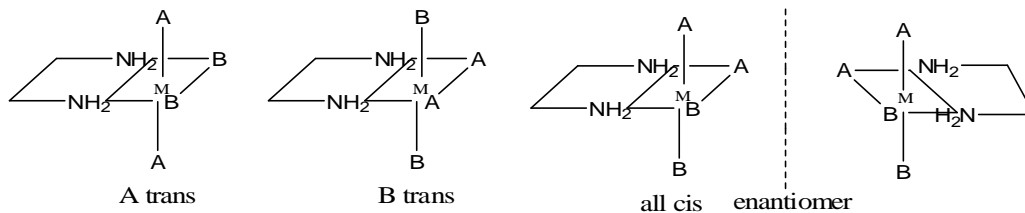
(5) $MA_2B_2C_2$: 정팔면체, A만 trans, B만 trans, C만 trans, all trans, all cis로 기하이성질체 5개, all cis는 광학 이성질체 있음 전체 6개의 입체 이성질체 있음



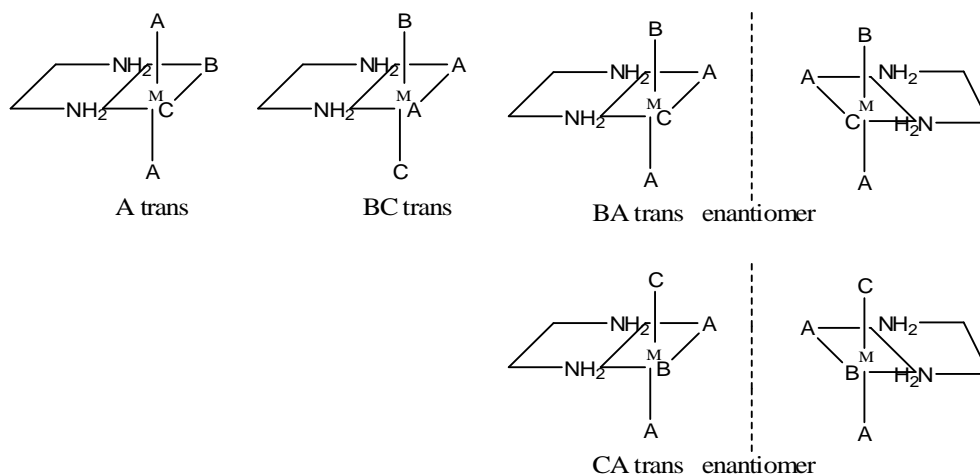
(6) MA_2B_2CD : 정팔면체, A만 trans, B만 trans, C,D trans, all trans, all cis(2개) 기하이성질체 6개, all cis(2개)는 광학 이성질체 있음 전체 8개의 입체 이성질체 있음



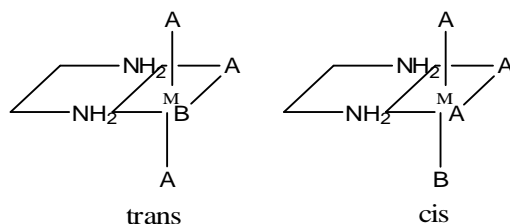
- (7) $M(en)_2B_2$: 정팔면체, A만 trans, B만 trans, all cis로 기하이성질체 3개, all cis는 광학 이성질체 있음 전체 4개의 입체 이성질체 있음



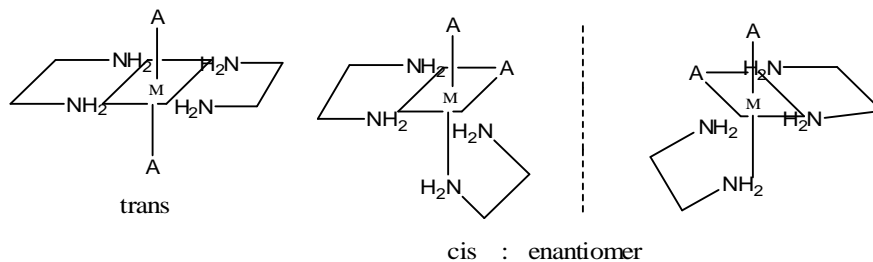
- (8) $M(en)_2BC$: 정팔면체, A만 trans, B,C trans, B,A trans, C,A trans 기하이성질체 4개, B,A trans, C,A trans는 광학 이성질체 있음 전체 6개의 입체 이성질체 있음



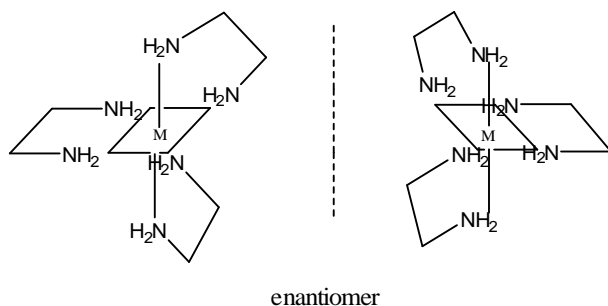
- (9) $M(en)_3B$: 정팔면체, cis, trans 기하이성질체 2개, 광학 이성질체는 없음



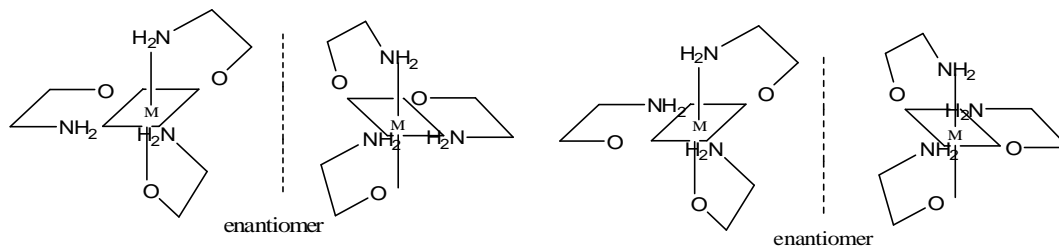
- (10) $M(en)_2A_2 = M(en)_2AB$: 정팔면체, cis, trans 기하이성질체 2개, cis는 광학 이성질체 있음 전체 3개의 입체 이성질체 있음



- (11) $[M(en)_3]^{3+}$: 기하이성질체는 없으며 광학 이성질체가 2개 있음



- (12) glycate ligand처럼 2자리 리간드에서 결합 원자가 다른 경우 : 정팔면체, 기하이성질체 2개, 각 광학 이성질체 있으므로 전체 4개의 입체 이성질체 있음



73. 색을 띄지 않는 착이온

d오비탈에 전자전이를 일으킬 수 없는 경우로서 d^0 , d^{10} , d^5 high spin이 있다.

• $Ti^{4+} : [Ar] 3d^0$

— — e_g

— — — t_{2g}

→ 들뜬 수 있는 전자가 없으므로 무색

• $Zn^{2+} : [Ar] 3d^{10}$, $Cu^+ : [Ar] 3d^{10}$

$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow e_g$

$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow t_{2g}$

→ 전자가 들뜬 공간이 없으므로 무색

• d^5 high spin은 pauli 배타원리 위배로 색이 없다.

74. 결정장 갈라짐 에너지에 영향을 주는 요인

i) 전하량 大 $\rightarrow \Delta_o$ 大

$Co^{3+} > Co^{2+}$

ii) 원자량 大 $\rightarrow \Delta_o$ 大

$Pt^{2+} > Ni^{2+}$

iii) 리간드의 종류 : 분광학적 계열

$X^- < H_2O < NH_3 < en < CN^-$

weak field ligand

strong field ligand

간격을 좁게 해줌

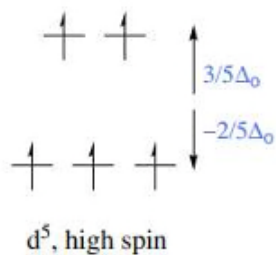
간격을 넓게 해줌

$I^- < Br^- < Cl^- < F^- < OH^- < H_2O < C_2O_4^{2-} < NH_3 < en < NO_2^- < CN^-$

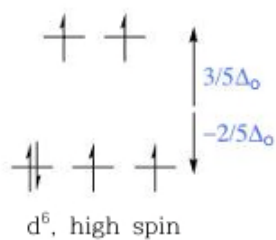
weak field ligand

strong field ligand

75. CFSE



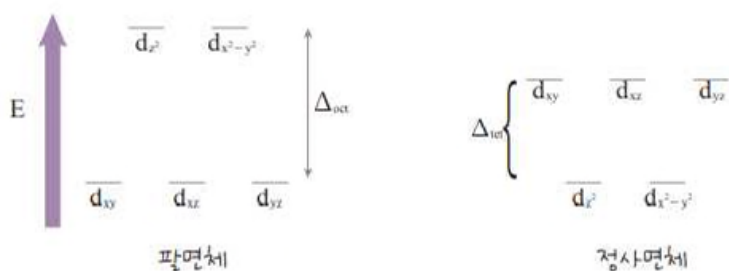
$$CFSE = 3\left(-\frac{2}{5}\Delta_0\right) + 2\left(\frac{3}{5}\Delta_0\right) = 0$$



$$CFSE = 4\left(-\frac{2}{5}\Delta_0\right) + 2\left(\frac{3}{5}\Delta_0\right) + P.E$$

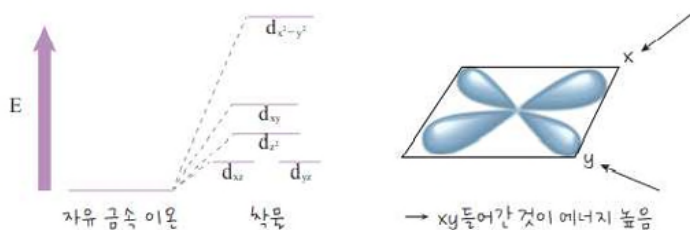
76. 정사면체 사각평면, 선형 착물의 결정장 에너지

i) 사면체

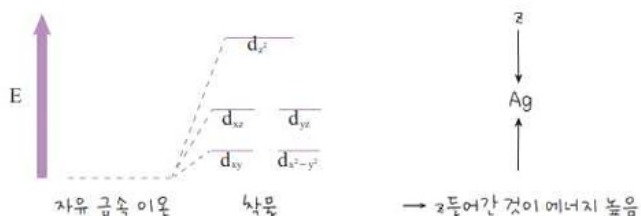


→ t_{2g} 와 e_g 가 바뀜 & 간격이 좁음 ; $\Delta_t = \frac{4}{9}\Delta_0$
→ high spin state 선호

ii) 평면사각형



iii) 선형





07 | 생물

박윤

2026 변리사 1차 생물 시험장자료

1. 생명의 특성

출제 예상 주제: 고세균과 그람양성균(진정세균)의 세포벽과 세포막 구조의 특성

1) 세포벽과 주요 구성 성분

그람양성 진정세균

세포벽의 주성분: 펩티도글리칸(peptidoglycan)

두꺼운 펩티도글리칸 층 + 테이코산(teichoic acid) 등 포함

고세균

펩티도글리칸 없음

대신 다음과 같은 성분으로 세포벽 형성

S-layer 단백질(표면 단백질층)

의사펩티도글리칸(pseudomurein) 또는 기타 다당/단백질 구조

2) 세포막 지질과 결합 유형

고세균 세포막

지질 구성: 글리세롤 + 가지친(isoprenoid) 탄화수소 사슬

에테르 결합으로 연결 → 화학적으로 안정

결과: 고온·고산성 환경에 대한 내성 ↑ (내열성, 내산성 우수)

진정세균 세포막

지질 구성: 글리세롤 + 지방산 사슬

에스테르 결합으로 연결

일반적인 온도·환경에 적합하지만, 고세균만큼 극한 내성은 아님

3) 세포막 유동성 조절

동물세포

세포막에 콜레스테롤 존재

역할 : 고온에서 막 유동성 과도한 증가를 억제

저온에서 막이 굳어지는 것 방지

→ 온도 변화에 따른 세포막 유동성 안정화

(참고로 대부분의 세균·고세균 막에는 콜레스테롤이 없고, 다른 방식으로 유동성 조절을 합니다.)

4) 핵양체(nucleoid)와 히스톤

진정세균

원형 DNA가 핵양체에 존재

전형적인 히스톤 단백질은 없음

대신 HU, IHF 등의 히스톤 유사 단백질이 DNA를 응축·조직

고세균

마찬가지로 막으로 둘러싸인 핵(핵막)은 없고 핵양체 형태

단, 여기서 중요한 포인트 : 많은 고세균은 진핵세포 히스톤과 유사한 단백질을 가진

DNA가 히스톤 유사 단백질에 감겨 있어 진핵과 유사한 크로마틴 구조를 보이기도 함

생물의 3 영역 비교

특성	영역		
	진정세균	고세균	진핵생물
핵막	없다	없다	있다
막으로 둘러싸인 소기관	없다	없다	있다
세포벽의 펩티도글리칸 성분	있다	없다	없다
막지질	결가지가 없는 탄화수소	일부 가지 달린 탄화수소	결가지가 없는 탄화수소
히스톤과 결합된 DNA	없다	일부 존재한다	있다
원형 염색체	있다	있다	없다
RNA 중합효소	한 종류	여러 종류 (책마다 상이)	여러 종류
단백질 합성에 사용되는 개시 아미노산	포밀메티오닌	메티오닌	메티오닌
인트론(유전자의 비암호화 부위)	매우 드물다	일부 유전자에 있다	있다
스트렙토마이신 및 클로람페니콜에 대한 반응	생장이 억제된다	생장이 억제되지 않는다	생장이 억제되지 않는다
100℃ 이상에서 자랄 수 있는 능력	없다	일부 존재한다	없다

2. 세포의 구조와 기능

출제 예상 주제 1: 그람 음성 박테리아의 구조와 기능

- 1) 원형 DNA가 핵양체에 존재하며, 히스톤 단백질은 존재하지 않음
- 2) 항생제 작용 비교
 - 펩티도글리칸 교차결합 저해: 페니실린 등
 - 리보솜 기능 저해: 스트렙토마이신, 테트라사이클린 등
- 3) 세포벽 구조
 - 얇은 펩티도글리칸층 + 외막으로 구성
 - 외막 바깥층에 LPS(lipopolysaccharide) 존재

출제 예상 주제 2: 원핵생물 세포벽 구조의 구분 (대장균 vs. 포도상구균)

- 1) 구분의 근거
 - 두꺼운 펩티도글리칸층: 그람양성 세균 → 예) 포도상구균
 - 얇은 펩티도글리칸층 + 외막: 그람음성 세균 → 예) 대장균
- 2) 그람음성 세균의 LPS 구조
 - 지질 A(지질 성분) + 다당류(중심 다당류 + O-다당류)로 구성
- 3) 내생포자 생성: 주로 그람양성균에서 관찰됨
- 4) 고세균 세포벽 특성: 펩티도글리칸 없음, 다른 성분(S-layer, 의사펩티도글리칸 등)으로 세포벽 형성

출제 예상 주제 3: 동물세포에서 핵과 조면소포체의 구조와 기능

- 1) 인의 구조와 기능
 - 구조: 핵 내부에서 진하게 염색되어 보이는 영역
 - 기능: rRNA의 합성 및 가공, 리보솜 소단위체의 조립이 일어나는 장소
 - 2) 핵공의 구조와 기능
 - 구조: 이중 핵막을 관통하는 구멍으로, 단백질 복합체인 핵공 복합체로 이루어짐
 - 기능: 핵질과 세포질 사이의 물질 수송 통로
- 핵 안/밖으로 단백질, RNA, 리보솜 단위체 등을 선택적으로 이동시킴
- 3) 조면소포체의 구조와 기능
 - 구조: 막 표면에 리보솜이 부착되어 있어, 전자현미경에서 점 모양의 돌기처럼 관찰됨
 - 기능: 분비 단백질(호르몬, 효소 등)의 합성
- 리소좀을 비롯한 여러 세포 소기관으로 운반될 단백질의 합성 담당

출제 예상 주제 4: 동물세포의 구조와 기능

- 1) 핵과 미토콘드리아의 공통점
 - DNA 존재, 복제 및 전사 일어남, 이중막 구조
- 2) 미토콘드리아와 세포질의 공통점
 - 리보솜과 tRNA 존재, 번역이 일어남
- 3) 글리옥시좀 (Glyoxysome)
 - 주로 식물 종자에 존재하는 퍼옥시좀의 한 형태, 지방을 당으로 전환

출제 예상 주제 5: 세포골격의 3종류 구조와 기능 비교

- 1) 미세섬유 (Microfilaments)
 - 구성: 주로 액틴(actin)으로 이루어진 가는 섬유
 - 기능: 세포 모양 유지, 세포분열 시 세포막 함입(수축환 형성) 등에 관여
- 2) 중간섬유 (Intermediate Filaments)
 - 구성: 케라틴, 라민(lamin) 등 다양한 단백질
 - 기능: 세포와 핵의 형태를 지지하고 기계적 강도 부여
- 3) 미세소관 (Microtubules)
 - 구성: 튜불린(tubulin) 이량체가 중합된 속이 빈 관 구조
 - 기능: 세포 소기관과 물질의 이동 경로 제공, 방추사 형성, 섬모와 편모의 골격 형성

출제 예상 주제 6: 진핵생물과 원핵생물의 편모 비교

- 1) 진핵생물의 편모
 - 구조: 튜불린 단백질로 이루어진 9+2 배열의 미세소관 구조
운동을 위해 ATP와 디네인(dynein) 단백질 필요
 - 기능: 전체가 세포막으로 덮여 있음
편모가 휘어지며 굽어지는 운동을 통해 세포가 이동
- 2) 원핵생물의 편모
 - 구조: 플라젤린(flagellin) 단백질로 구성된 실 모양 구조
 - 기능: H^+ 농도 기울기(프로톤 구동력)를 이용해 기저부 모터가 회전
프로펠러처럼 회전 운동으로 이동하며, 편모는 세포막으로 덮여 있지 않음

출제 예상 주제 7: 동물세포의 3종류 세포연접 비교

- 1) 밀착연접 (Tight Junction)
 - 인접한 세포막이 밀착연접 단백질로 봉인되어 있음
세포 사이를 통한 세포외액(기질)의 누출을 방지하여 장 상피 등에서 장벽 기능 수행
- 2) 데스모솜 (Desmosome)
 - 세포막 안쪽에 원반 모양의 부착판이 있고, 그 사이를 섬유성 단백질이 연결
인접한 세포를 기계적으로 단단히 고정하며, 특히 심장근 세포 등 강한 수축이 일어나는 조직에서 중요
- 3) 간극연접 (Gap Junction)
 - 두 세포막 사이에 채널 단백질(커넥신)이 모여 형성된 통로
이온·소분자 등이 직접 이동할 수 있어, 전기적 신호 전달에 필수적
심장근과 평활근에서 리듬 있는 수축 조절에 중요한 역할을 함

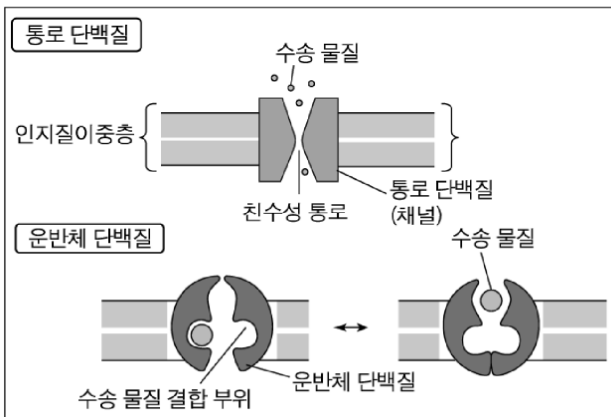
3. 세포막과 세포막 수송

출제 예상 주제: 세포막 수송의 유형

- 1) 촉진확산의 특성
 - 특징: 평형 상태에 도달하면 물질의 순이동이 일어나지 않음
 - 설명: 촉진확산은 농도 기울기에 따라 물질이 이동하는 수동적 수송으로, 채널 단백질이나 운반체 단백질을 통해 막을 통과한다. 농도 차이가 사라져 평형에 도달하면, 양쪽으로 드나드는 이동량이 같아져 순이동은 0이 된다.
- 2) 식물에서의 공동수송(2차 능동수송)의 특성
 - 특징: H^+ 농도기울기를 이용하여 특정 물질을 흡수
 - 예: 식물의 뿌리세포에서 H^+ 기울기를 이용해 $H_2PO_4^-$ (인산 이온)을 흡수
 - 설명: 공동수송은 주로 H^+ 기울기에 저장된 에너지를 이용하여 다른 이온이나 분자를 함께 이동시키는 방식이다. 뿌리세포에서는 H^+ 가 막을 따라 이동할 때, 그 에너지를 이용해 $H_2PO_4^-$ 이온이 동시에 세포 안으로 운반된다.
- 3) 분비소낭의 세포외배출 작용의 예
 - 예: 이자세포에서 리파아제의 분비
 - 설명: 세포외배출은 세포 내에서 합성된 물질을 막 소낭에 포장하여 세포 밖으로 방출하는 과정이다. 이자세포는 소화 효소인 리파아제를 소낭에 담아 세포막과 융합시킨 뒤, 세포 외부로 분비하여 소화 과정에 기여한다.

	단순확산	통로를 통한 확산	촉진확산	능동수송
에너지 요구	없음	없음	없음	있음
추진력	농도 기울기	농도 기울기	농도 기울기	ATP 가수분해 (농도기울기에 역행)
막단백질 필요성	없음	있음	있음	있음
특이성	없음	있음	있음	있음

통로 단백질과 운반체 단백질

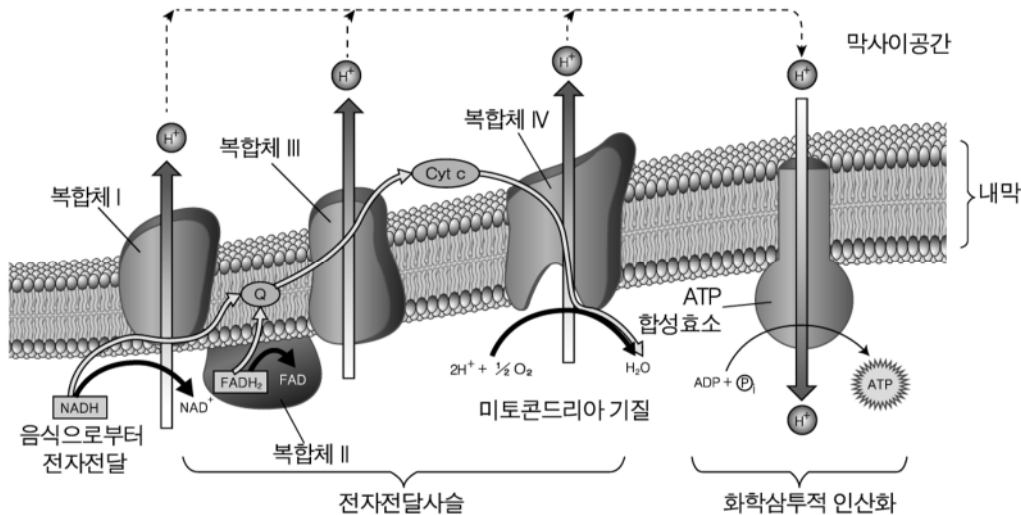


4. 세포호흡

출제 예상 주제: 미토콘드리아 내막 ATP 합성효소의 특징

- 1) 미토콘드리아 내막에서 ATP 합성효소의 배열 방향
 - 특징: ATP 합성효소의 머리부가 미토콘드리아 기질 방향으로 돌출되어 있음
 - 설명: ATP 합성효소는 미토콘드리아 내막에 박혀 있으며, 머리부(F_1 부분)가 기질을 향해 돌출되어 있고, 이 머리부에서 ATP가 실제로 합성된다.
- 2) ATP 합성효소의 작동 방식
 - 특징: H^+ 이온의 이동에 의해 ATP 합성효소의 구조가 변형되어 회전 운동이 일어나고, 머리부에서 ATP가 합성됨
 - 설명: 막 사이공간에서 기질 쪽으로 H^+ 가 흘러들어올 때 그 에너지를 이용해 ATP 합성효소가 회전하고, 이에 따라 ADP와 무기 인산(P_i)이 결합하여 ATP가 생성된다.
- 3) 시트르산 회로 반응이 일어나는 구획
 - 구획: 미토콘드리아 기질
 - 설명: 시트르산 회로는 미토콘드리아 기질에서 진행되며, 이 과정에서 생성된 NADH와 $FADH_2$ 가 전자를 전자 전달계로 전달하여 산화적 인산화에 사용된다.
- 4) 짝풀림물질의 효과
 - 효과: 산소와 NADH 소비는 증가하고 ATP 합성 속도는 감소함
 - 설명: 짝풀림물질은 H^+ 기울기를 감소시켜 전자전달계에서의 산소 소비를 촉진하지만, ATP 합성에는 기여하지 않으므로 ATP 생산이 감소합니다.
- 5) 미토콘드리아의 최종 전자수용체
 - 전자수용체: 산소(O_2)
 - 설명: 전자전달계의 마지막 단계에서 산소가 최종 전자 수용체 역할을 하며 물(H_2O)을 형성합니다.
- 6) 기타 출제 예상 개념
 - 알콜발효 생물: 효모는 산소가 부족할 때 알콜발효를 통해 ATP를 생성합니다.
 - 전자전달계에서 최종 전자 수용체 비교
 - * 미토콘드리아: O_2 (산소)
 - * 엽록체: $NADP^+$
 - 산소 부재 시 미토콘드리아의 반응
 - * 산소가 없을 때, 시트르산 회로와 전자전달계가 중단되며, 산화적 인산화도 멈춥니다.

전자전달계



5. 광합성

출제 예상 주제 1: 광합성과 세포호흡 비교

- 1) 루비스코의 특성 - 효소 루비스코는 CO_2 뿐 아니라 O_2 도 기질로 사용할 수 있어, CO_2 와 결합하면 탄소고정, O_2 와 결합하면 광호흡이 일어남.
- 2) 전자전달계에서 최종 전자 수용체 비교:
 - 미토콘드리아: 최종 전자 수용체는 $\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 생성
 - 엽록체: 최종 전자 수용체는 $\text{NADP}^+ \rightarrow \text{NADPH}$ 생성
- 3) O_2 가 없으면 전자전달계가 정지하고 산화적 인산화가 중단됨
시트르산 회로도 NAD^+ 재생이 안 되어 중단되며, 결과적으로 기질수준 인산화(해당)에 의한 ATP 생성만 부분적으로 가능해짐

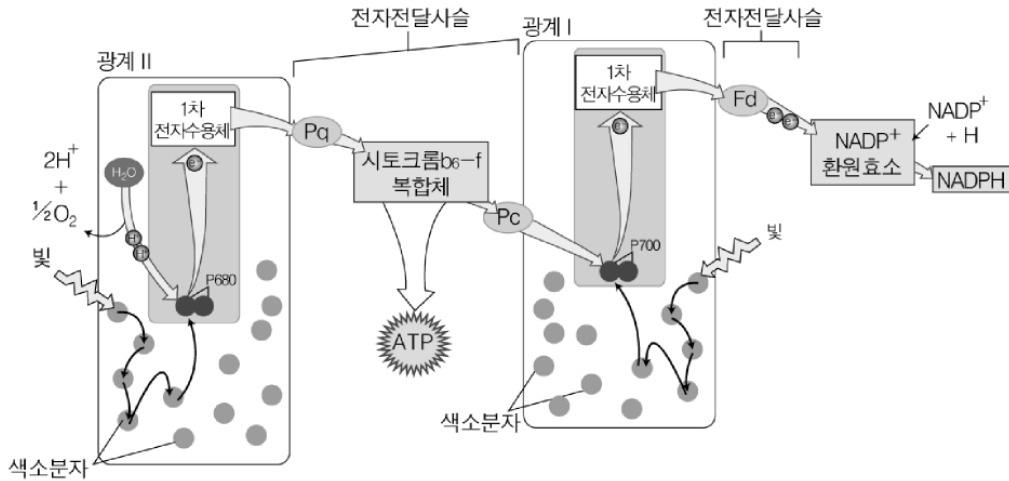
출제 예상 주제 2: C_3 , C_4 식물의 광합성 차이

- 1) C_3 식물과 C_4 식물 잎 단면구조의 구분 근거
 C_4 식물: 엽육세포가 유관속초세포를 고리처럼 둘러싸는 구조(크란츠 구조)
 C_3 식물: 이런 뚜렷한 유관속초-엽육세포 이중 구조가 뚜렷하지 않음
- 2) 캘빈회로 반응
 C_3 식물과 C_4 식물 모두 캘빈회로는 존재
공통점: 최종적으로 캘빈회로는 둘 다 엽록체에서 일어남
- 3) 고온 건조한 환경에서 광호흡량 비교
 C_3 식물: 기공을 닫으면 CO_2 공급 감소 \rightarrow 광호흡 증가
 C_4 식물: CO_2 를 농축하여 루비스코에 전달 \rightarrow 광호흡량이 훨씬 적음
- 4) 고온 건조한 환경에서 CO_2 고정 시 손실되는 물의 양 비교
 C_3 식물: 같은 양의 CO_2 를 고정할 때 더 많은 물을 잃음
 C_4 식물: 증산비가 더 작아, 고온·건조 환경에서 물 손실이 적고 효율적으로 CO_2 를 고정함

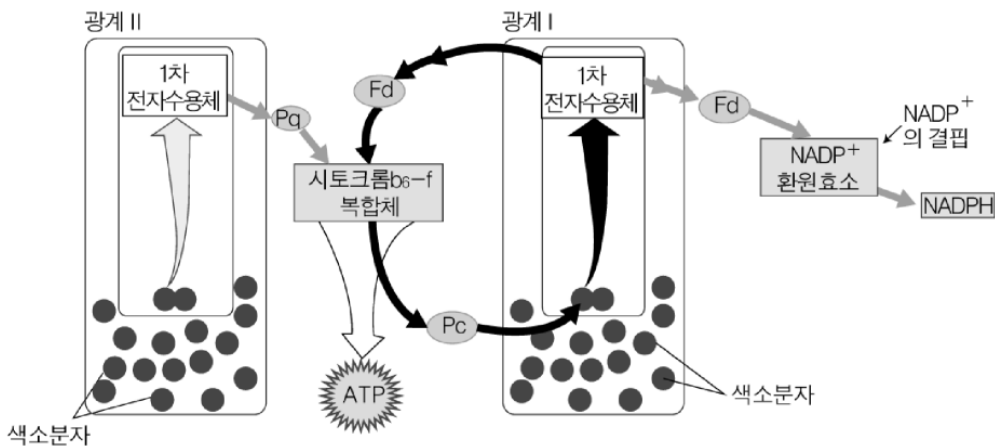
출제 예상 주제 3: C_3 , C_4 , CAM 식물의 광합성에서 탄소고정 방법 구분

- 1) 구분 근거: C_4 식물은 광합성에 두 종류 세포 이용 vs CAM 식물은 밤과 낮에 걸쳐 광합성 수행
- 2) C_4 , CAM 식물의 최초 탄소 고정 효소 - PEP 카르복실화 효소
- 2) 고온 건조한 환경에서 C_3 식물과 C_4 식물의 광호흡량 비교 - C_4 식물의 광호흡량 더 적음
- 3) C_3 식물에 광호흡 산물 - C_2 화합물(phosphoglycolate)

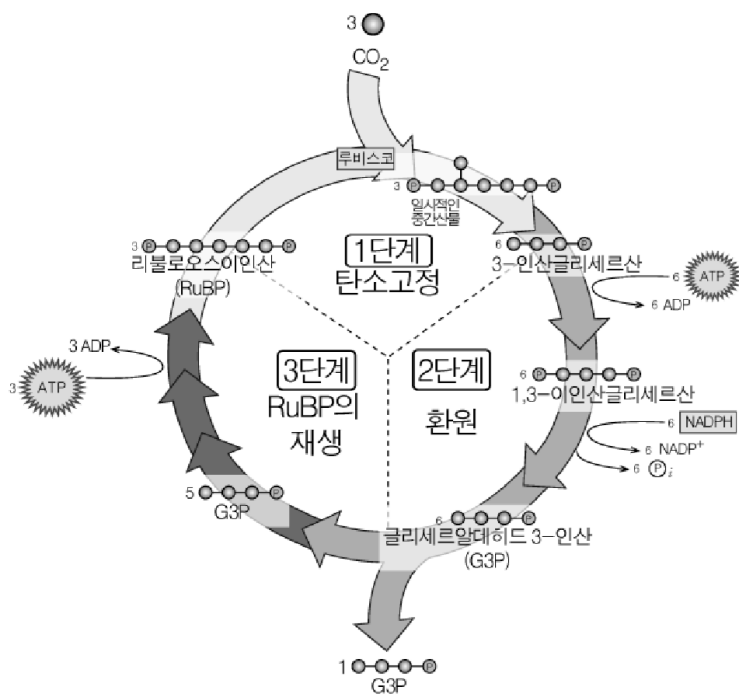
선형 전자 흐름에 의한 ATP, NADPH 생성



순환적 전자흐름



캘빈회로



C₃, C₄, CAM 식물 비교

	C ₃ 식물	C ₄ 식물	CAM 식물
캘빈회로의 사용	사용	사용	사용
첫 번째 CO ₂ 수용체	RuBP	PEP	PEP
CO ₂ 고정효소	루비스코	PEP카복실화효소	PEP카복실화효소
CO ₂ 고정의 첫 번째 산물	3PG(3탄소)	옥살로아세트산(4탄소)	옥살로아세트산(4탄소)
카복실산효소의 CO ₂ 에 대한 친화력	적당함	높음	높음
잎의 광합성 세포	엽육세포	엽육세포와 유관속초세포	커다란 액포를 가진 엽육세포
광호흡	강함	최소	최소

6. 세포분열

출제 예상 주제: 형광유세포분석기를 이용한 세포주기 분석

1) 세포당 DNA 양에 따른 세포주기 구분

- G₁기 세포: 세포당 DNA 양이 1인 부위
- S기 세포: 세포당 DNA 양이 1~2 사이인 부위 (DNA 복제가 진행 중인 단계)
- G₂기와 M기 세포: 세포당 DNA 양이 2인 부위
- 사멸 중인 세포: 세포당 DNA 양이 1보다 작은 부위로 나타남 (세포 예정사로 인해 DNA가 감소한 상태)

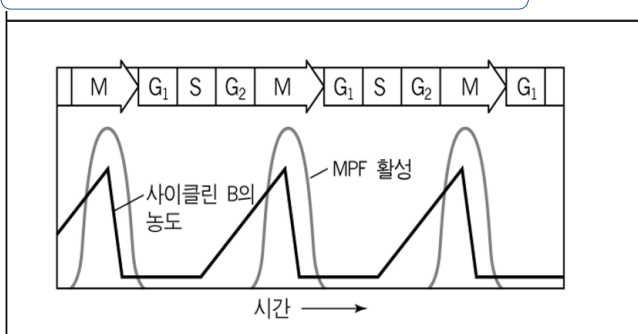
2) 세포예정사와 염색체 절편화

- 특징: 세포예정사(apoptosis)가 일어나면 핵 내 DNA가 규칙적으로 절단되어 절편화됨
- 설명: DNA가 일정 간격으로 잘리면 전기영동 시 사다리 모양(ladder) 밴드 패턴을 보이며, 형광유세포분석에 서는 sub-G₁ 영역의 증가로 세포예정사를 간접적으로 확인할 수 있음

3) 기타 출제 예상 개념

- DNA 복제 시기: 세포주기 중 S기에서 DNA 복제가 일어남
- 키아즈마 관찰 세포: 제1 감수분열 전기(I) 단계의 세포(예: 제1 난모세포)에서 상동염색체 간 교차가 일어나며, 이때 키아즈마(chiasma)가 관찰됨

G1 검문지점에서 세포주기의 분자적 조절



7. 유전법칙

출제 예상 주제 1: 교차율과 유전자 거리 계산

1) 유전자 거리 계산

$$\text{교차율} = \frac{\text{교차에 의해 생성된 개체수}}{\text{전체 배우자수}} \times 100$$

2) 유전자 간의 거리: 1% 교차율을 보이는 유전자 간의 거리 → 1 cM

출제 예상 주제 2: 두 형질이 유전되는 멘델 집단에서 하디-바인베르크 법칙 이용하여 빈도 계산

- 1) 멘델 집단: 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단
- 2) 가계도 분석을 통해 특정 질환이 우성인지 열성인지 판단: 우성 - 질병인 부모에서 정상 자손 태어남, 열성 - 정상인 부모에서 질병 자손 태어남

8. DNA 구조와 복제

출제 예상 주제 1: DNA 복제에 관련된 3가지 가설과 반보존적적 복제 증명 실험

- 1) DNA 복제에 관련된 3가지 가설: 보존적, 반보존적, 분산적
- 2) 반보존적적 복제 증명 실험: 질소 동위원소를 이용한 평형밀도기울기 원심분리 실험
- 3) ^{15}N 배지에서 배양하던 대장균을 ^{14}N 배지로 옮겨 배양하면서 20분(1세대)과 40분(2세대) 경과하였을 때 보존적 복제, 반보존적 복제, 분산적 복제의 예상 결과 고르기

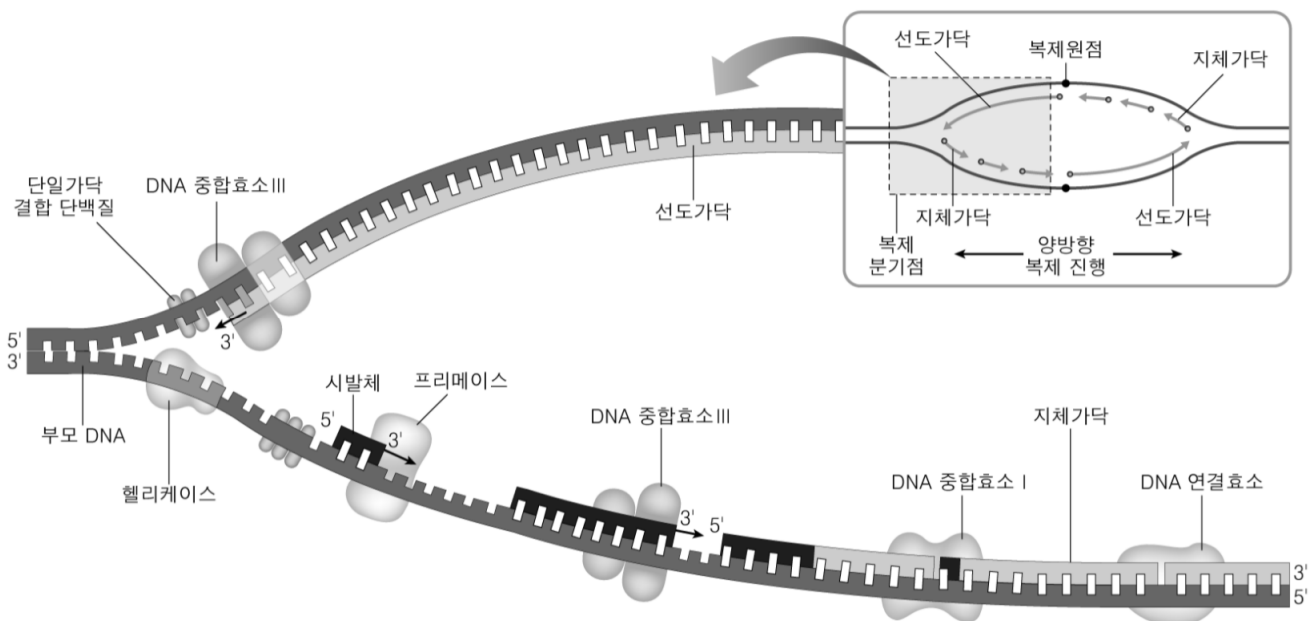
출제 예상 주제 2: 진핵세포의 DNA 복제와 전사의 비교

- 1) 복제기포와 전사기포의 구분: 복제기포 - 두 가닥이 모두 주형으로 이용됨, 전사기포 - 한 가닥만 주형으로 이용됨
- 2) 세포주기 중 DNA 복제가 일어나는 시기: S기
- 3) 복제원점에 더 가까이 위치하는 오카자키 절편이 더 먼저 합성된 절편임
- 4) 전사 시에는 프라이머가 필요치 않음
- 5) 전사 시 딸사를 합성 방향: $5' \rightarrow 3'$ 방향

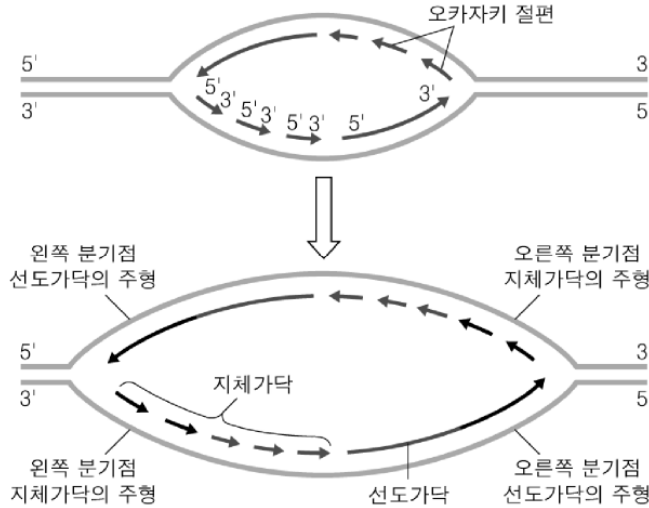
출제 주제 3: 암세포에서 텔로머레이스의 역할

- 1) 염색체 말단 구조: 대부분 T고리를 형성하여 단일가닥 부분을 보호함, 몇몇 세포(암세포, 생식 세포 등)에는 텔로머레이스가 결합되어 있음
- 2) 텔로머레이스 특성: 단백질과 RNA로 구성되어 있는 역전사효소, 텔로미어의 3' 말단을 신장함으로써 세포분열로 인해 짧아진 텔로미어를 길어지게 함, 세포 분열 능력을 증가시킴.

세균 DNA 복제의 요약



선도가닥과 지체가닥



9. 유전자 발현

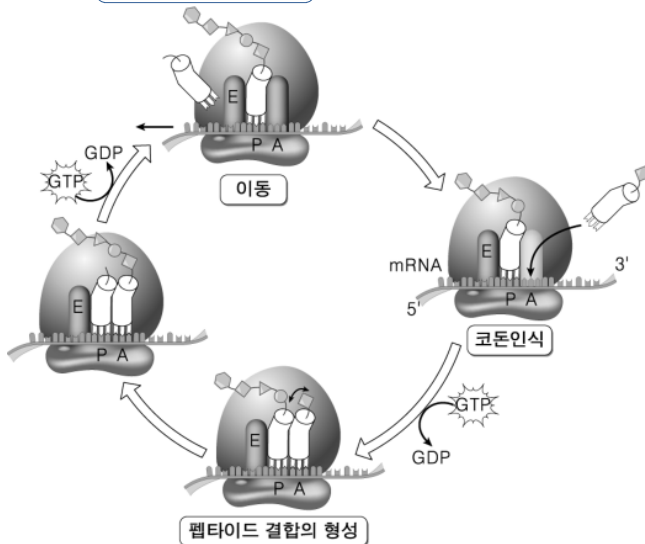
출제 예상 주제 1: tRNA의 구조와 특성

- 1) tRNA의 아미노산 부착 자리에는 아미노산이 에스테르 결합 형태로 부착됨.
- 2) tRNA에 아미노산을 부착시키는 효소는 아미노아실-tRNA 합성효소임.
- 3) tRNA의 안티코돈은 하나 이상의 코돈과 상보적 결합을 이룰 수 있으며, 이를 동요가설(wobble hypothesis)이라 함.
- 4) 개시 아미노아실-tRNA는 리보솜의 P 자리에 먼저 결합함.
- 5) 펩티드기 전달효소(펩티딜 트랜스퍼레이스)는 펩티드결합을 형성하는 효소로, 리보솜 대·소단위체에 존재하는 rRNA(리보자임)가 그 역할을 수행함

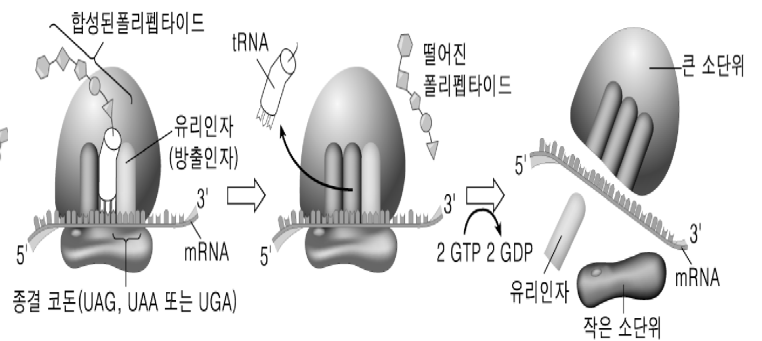
출제 예상 주제 2: 세균의 전사와 번역의 연결

- 1) 전사와 번역의 동시 진행(연결)은 원핵세포에서만 가능하며, 진핵세포에서는 일어날 수 없음.
- 2) 전사기포에서 돌출된 RNA 가닥의 말단은 5' 말단에 해당함.
- 3) 세균에서 개시 아미노아실-tRNA가 리보솜에 처음 결합하는 위치는 P 자리임.
- 4) 대장균(원핵세포)의 리보솜 작은 소단위체(30S)를 구성하는 rRNA는 16S rRNA임.
- 5) 번역의 신장 방향은 새로운 아미노산이 항상 자라고 있는 펩티드 사슬의 C-말단 쪽에 첨가되므로, 전체 신장 방향은 N-말단 → C-말단 방향임.

번역의 신장주기



신호번역의 종결



10. 바이러스와 세균의 유전학

출제 예상 주제1: 코로나 바이러스 생활사 및 HIV

- 1) 코로나 바이러스 :
 - SARS, MERS의 원인 바이러스
 - 단일가닥 양성 ssRNA 바이러스로, Baltimore 분류 IV형
- 2) 전사체 합성에 사용되는 중합효소
 - 바이러스 유전체의 복제와 mRNA 합성에 RNA 의존적 RNA 중합효소(RNA 복제효소) 사용
- 3) 캡시드 단백질
 - 캡시드 단백질은 바이러스 핵산(유전체)에 의해 암호화되며
 - 바이러스 유전체를 둘러싸 보호 및 포장 기능을 수행
- 4) 비리온의 정의: 바이러스가 숙주 세포 밖에 존재할 때 보이는 완전한 개별 바이러스 입자
- 5) HIV 레트로바이러스(유형 VI) 특성: 역전사효소로 RNA를 DNA로 역전사, 이 바이러스 DNA를 숙주 염색체에 삽입하여 잠복기(latency)를 보냄
- 6) 비로이드의 특성: 단백질 껍질 없이 존재하는 감염성 RNA

출제 예상 주제 2: 단순헤르페스바이러스와 독감바이러스의 특성

- 1) 단순헤르페스바이러스: 이중가닥 DNA 바이러스 생활사(유형 I), 외피바이러스, 신경세포에 잠복, 입술물집, 공기를 통해 전염, 치료제 - 아시클로버(DNA 합성 저해)
- 2) 독감바이러스: mRNA 합성의 주형으로 작용하는 ssRNA 바이러스(유형 V), 외피바이러스 핵산이 8개의 RNA 분자, 치료제 - 타미플루(or 리렌자)(숙주세포로부터의 방출을 억제), RNA 복제효소, 호흡기 분비물의 비말과 접촉에 의해 전염

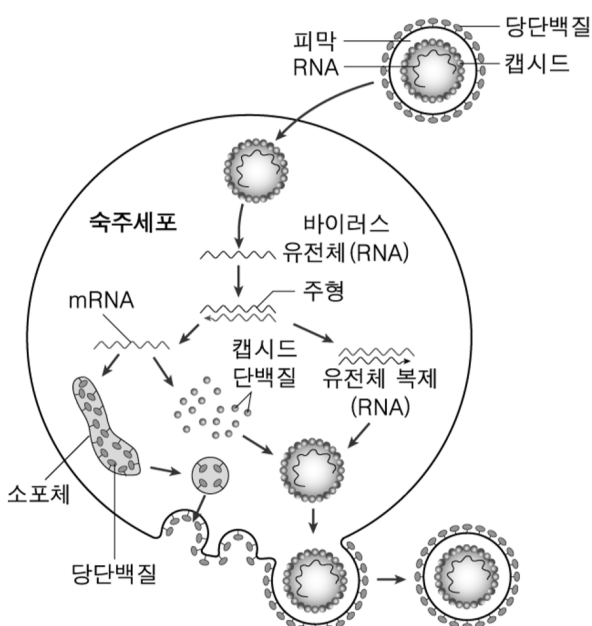
출제 예상 주제 3: HIV의 구조 및 특성

- 1) HIV의 유전체의 특성: DNA 합성의 주형으로 작용하는 ssRNA 바이러스(유형 VI)
- 2) 캡시드의 합성 및 조립 장소: 세포질에서 자유리보솜에 의해 합성된 후 세포질에서 조립됨
- 3) 외피 인지질의 합성 효소 - 숙주세포 핵이 암호화(HIV 유전체는 암호화하지 않음), SER에서 합성

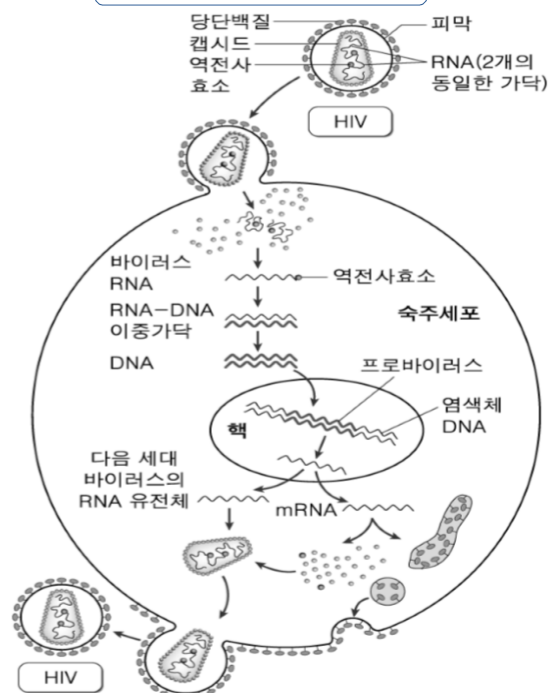
출제 예상 주제 4: 대장균의 젓당 오페론의 조절

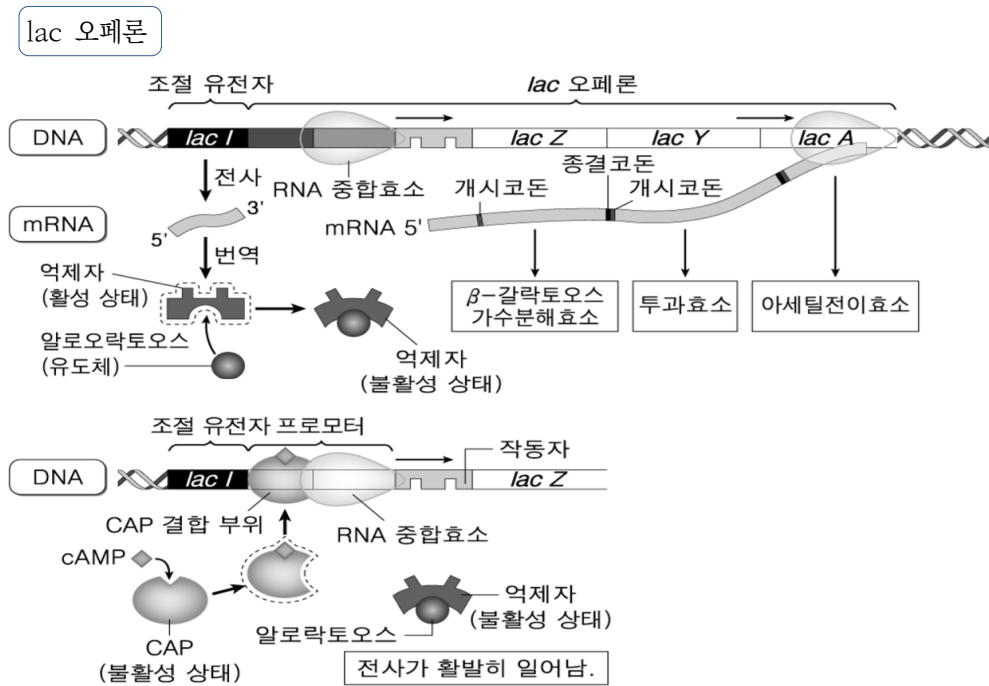
- 1) 음성조절자와 유도: lac 억제자가 작동부위에 결합하여 전사를 방해(음성조절), 유도자(젓당)는 lac 억제자를 불활성화시켜 전사가 일어날 수 있게 함(유도)
- 2) 양성조절: cAMP-CAP 복합체가 프로모터 인근에 결합하여 RNA 중합효소가 프로모터에 잘 결합할 수 있도록 도움(양성조절)

RNA 바이러스(분류군 V) 생활사



레트로바이러스(HIV) 생활사





11. 진핵생물의 유전체와 유전자 발현조절

출제 주제 1: X 염색체 불활성화를 통한 유전량 보정

- 1) 포유류 암컷(XX)은 수컷(XY)과 유전량을 맞추기 위해, 두 X 염색체 중 하나를 응축시켜 불활성화함(X 염색체 불활성화).
- 2) 바소체
 - 유전량 보정을 위해 불활성화된 X 염색체를 바소체라 함.
 - 여성(XX): 보통 세포당 1개의 바소체를 가짐.
 - 남성(XY): 바소체 없음.
 - 클라인펠터 증후군 남성(XXY): 세포에 1개의 바소체를 가짐.
 - 난자와 정자(생식세포)에는 바소체가 존재하지 않음.
- 3) 성연관 유전자에서 이형접합성인 여성은 유전량 보정으로 인해 genetic mosaic가 나타남. → 세포마다 2개의 대립유전자 중 어느 하나만 발현함(두 가지 대립효소 중 하나만 발현함).
- 4) XIST 유전자의 전사 산물인 XIST RNA가 자신이 전사된 그 X 염색체에 결합하여 그 염색체의 응축과 불활성화를 유도함.

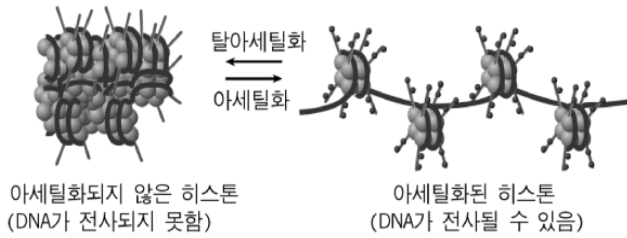
출제 예상 주제 2: 조절요소의 특성 확인

- 1) 재조합 플라스미드(재조합 벡터): 외래유전자가 삽입된 플라스미드(벡터)
 - ☞ 발현 벡터: 재조합된 유전자의 산물(단백질)을 얻을 수 있도록 제작된 벡터
- 2) 증폭자(enhancer): 활성자(전사인자)가 결합하고 프로모터로부터 수천 염기쌍 떨어져 있는 원거리 조절요소
- 3) 핵심 프로모터: 유전자의 바로 위쪽에 존재하고 보편전사인자가 결합하는 부위, TATA 상자 등이 포함됨
 - ☞ 프로모터 = 핵심프로모터(TATA 상자) + 조절프로모터(근거리 조절요소, 원거리 조절요소)

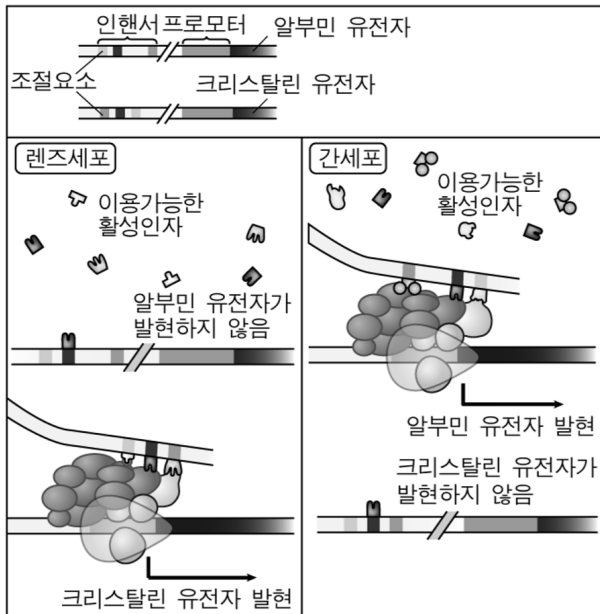
출제 예상 주제 3: 노던 블롯팅과 웨스턴 블롯팅

- 1) 노던 블롯팅: 전기영동을 통해 분리된 RNA들 중에서 특정 RNA만을 탐침을 이용해 찾아내는 기술
- 2) 웨스턴 블롯팅: 전기영동을 통해 분리된 단백질을 중에서 특정 단백질을 항체를 이용해 찾아내는 기술
- 3) 유전자 발현의 해석: 노던 블롯팅 결과 밴드가 나타나면 전사가 일어난 것으로 간주하고 웨스턴 블롯팅 결과 밴드가 나타나면 전사 및 번역이 일어난 것으로 간주함

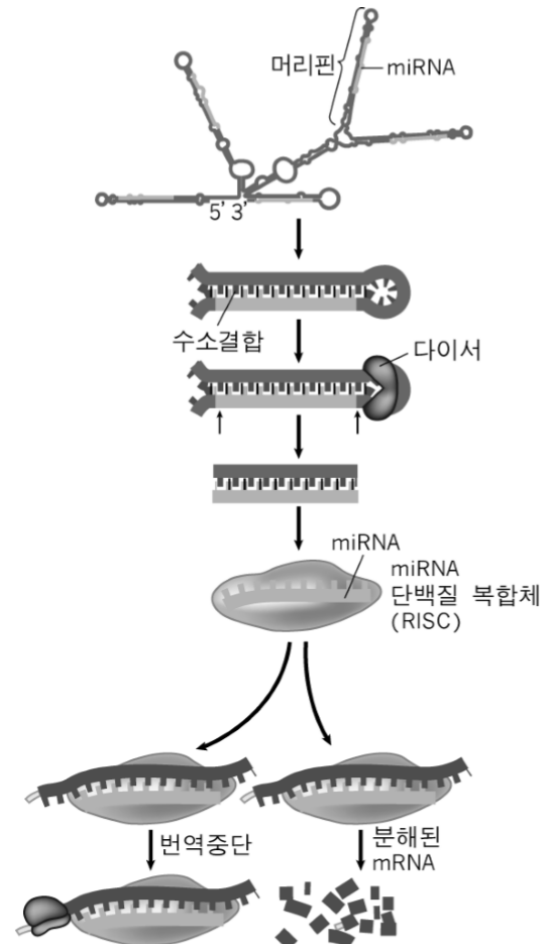
히스톤 아세틸화와 탈아세틸화



세포 유형 특이적 전사의 조절



miRNA에 의한 유전자 발현 조절



12. 분자생물학 연구기법과 생명공학

출제 예상 주제 1: 재조합 플라스미드 제작

- 1) 제한효소: DNA 상의 특정한 서열(절단자리)을 인식하여 절단하는 핵산내부가수분해효소
- 2) 재조합 플라스미드 제작에 사용 가능한 제한효소: 절단자리가 외래유전자와 벡터에 모두 존재하는 제한효소, 혹은 제한절편 말단이 서로 상보적인 서로 다른 제한효소들

출제 예상 주제 2: DNA 분리와 PCR

- 1) DNA 추출 실험: 세포 파쇄액 얻기 → 단백질과 RNA 분해 → 페놀 추출 → 에탄올 침전
- 2) 페놀 추출법: 페놀을 이용하여 단백질을 변성시킴으로써 침전시킴, 페놀은 물보다 비중이 높으므로 원심분리 결과 페놀층은 물층보다 더 아래층에 존재함
- 3) PCR의 3단계: 변성(94℃) → 프라이머 결합(37℃~65℃) → 프라이머 신장(72℃)
- 4) PCR의 특성: 시료의 양이 적어도 괜찮음, 일부 서열만 알고 있어도 증폭 가능함, 단일가닥 DNA를 주형으로도 증폭 가능함,
- 5) 아가로스 겔 전기영동: DNA들을 전기장 하에서 아가로스 겔을 이용하여 만든 겔을 통과하여 이동하게 함으로써 크기별로 분리하는 기술

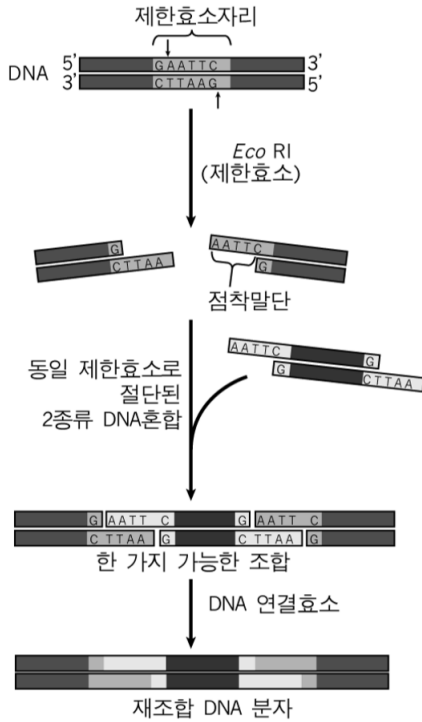
출제 예상 주제 3: RFLP(제한효소절편길이 다형성)

- 1) 제한효소절편 분석법: DNA를 제한효소로 절단 → 전기영동 → 니트로셀룰로오스 막으로 옮기기 → 혼성화
- 2) RFLP를 이용한 정상 대립유전자와 돌연변이 대립유전자 구분 → 구분 원리: 혼성화 탐침이 결합할 수 있는 제한절편만 밴드로 검출됨

출제 예상 주제 4: 사슬종결법

- 1) 사슬종결법: 염기서열을 밝히고자 하는 DNA를 주형으로 사슬종결자가 존재하는 상태에서 상보적 가닥을 합성하여 얻은 다양한 합성 산물(밴드)을 전기영동으로 분석함으로써 염기서열을 추정하는 실험법
- 2) ddNTP와 dNTP의 차이: dNTP - 5탄당의 3번 탄소에 수산기가 존재함,
ddNTP - 사슬종결자로 이용되는 ddNTP는 5탄당의 3번 탄소에 수산기가 존재하지 않음.
- 3) 사슬종결법 결과를 이용하여 염기서열 읽는법: 가장 아래쪽 밴드에 있는 염기가 5' 말단 염기임, 읽혀진 서열은 주형가닥의 상보적 가닥의 서열임

재조합 DNA 제작

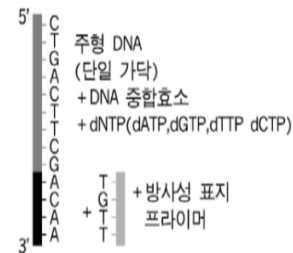


유전자 불활성화에 대한 재조합 DNA 표지

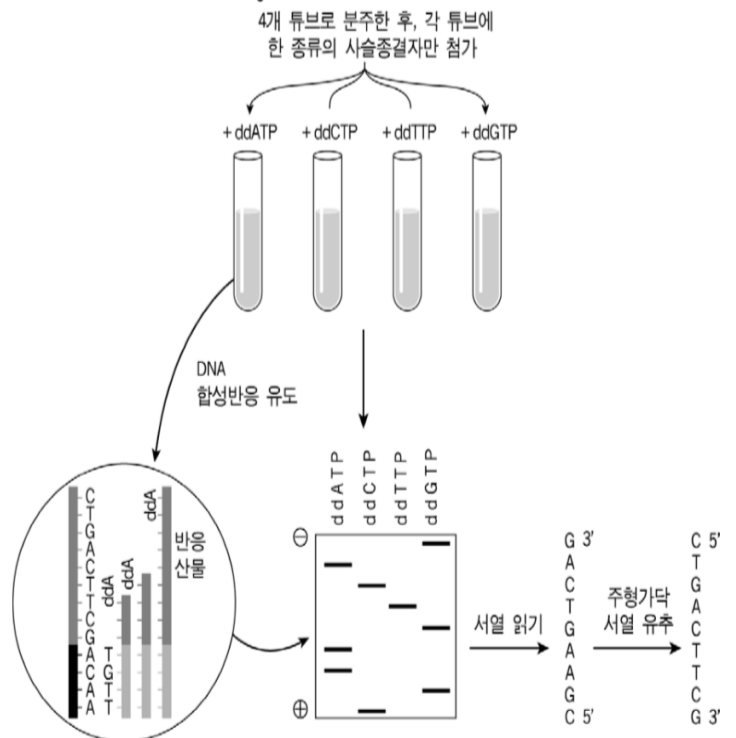
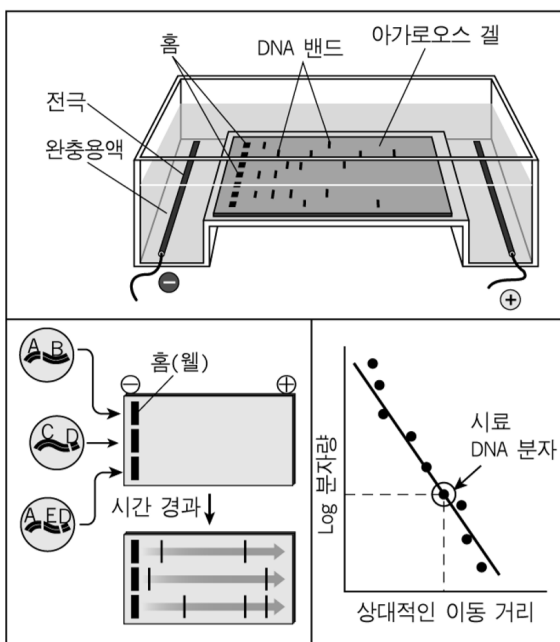
<i>amp^r</i> 와 <i>tet^s</i> 인 <i>E. coli</i> 에 의해 흡수된 DNA	암피실린 표현형	테트라사이클린 표현형
없음	S	S
오직 외래 DNA	S	S
pBR322 플라스미드	R	R
재조합된 pBR322 플라스미드	R	S

(R:저항성, S:감수성)

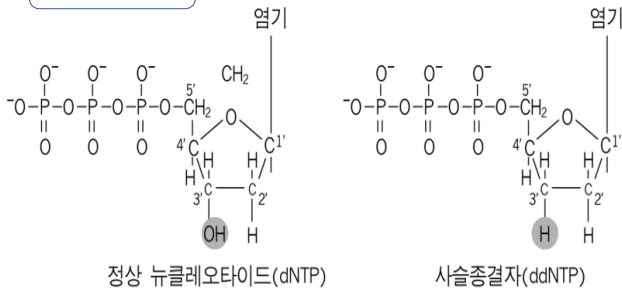
DNA 염기 서열화 - 사슬종결법



아가로스 젤 전기영동



사슬 종결자



13. 소화와 영양

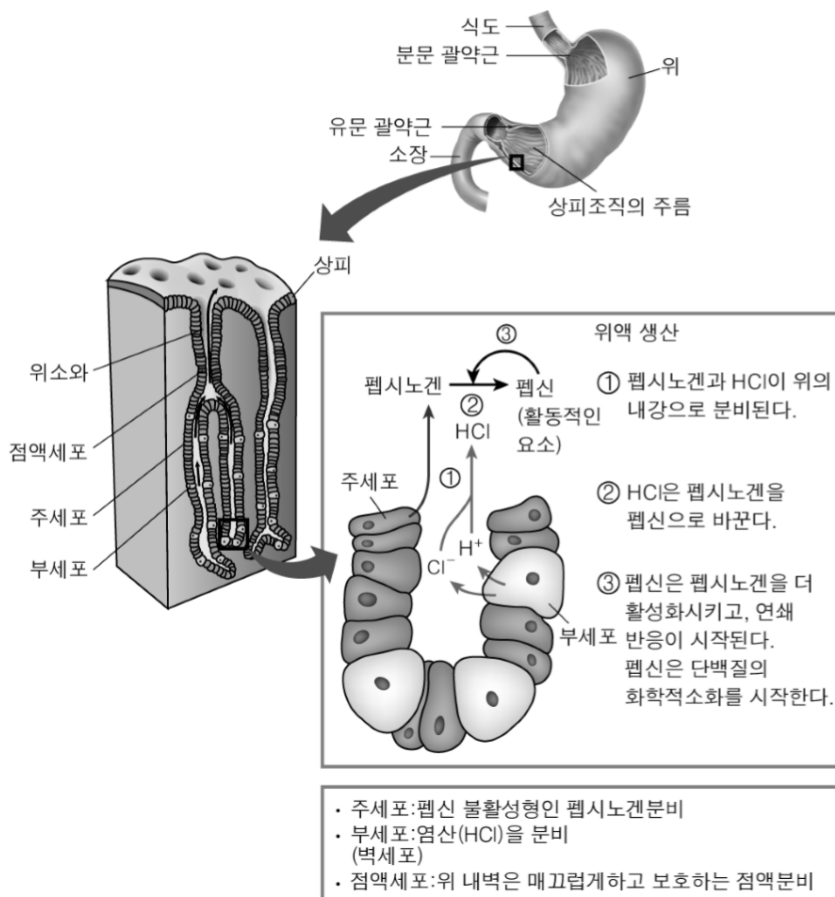
출제 예상 주제 1: 지방의 소화와 흡수 과정

- 1) 지방의 유화: 지방덩어리가 작은 지방입자로 분해되는 것, 쓸개즙이 관여함
- 2) CCK: 담낭 수축을 자극해 쓸개즙 분비(방출)를 촉진
- 3) 리파아제: 트리글리세리드를 분해함, 효소 활성화는 세크레틴에 의해 증가함
- 4) 소장상피세포로 흡수된 모노글리세리드와 지방산은 SER에서 트리글리세리드로 재합성됨

출제 예상 주제 2: 소장 상피세포에 포도당의 흡수

- 1) 소장 상피세포에 존재하는 포도당 수송단백질: GLUT2, Na^+ -포도당 공동수송체
- 2) 포도당의 정단부 세포막 통과: Na^+ -포도당 공동수송체(2차 능동수송) 이용함
- 3) 포도당의 기저막쪽 세포막 통과: GLUT2(포도당 투과효소, 촉진확산) 이용함
- 4) 기저막쪽 세포막의 Na^+ - K^+ ATPase: Na^+ -포도당 공동수송을 위한 Na^+ 농도기울기 생성

위의 구조와 위액 분비



14. 호흡계

출제 예상 주제 1: 헤모글로빈의 산소해리곡선

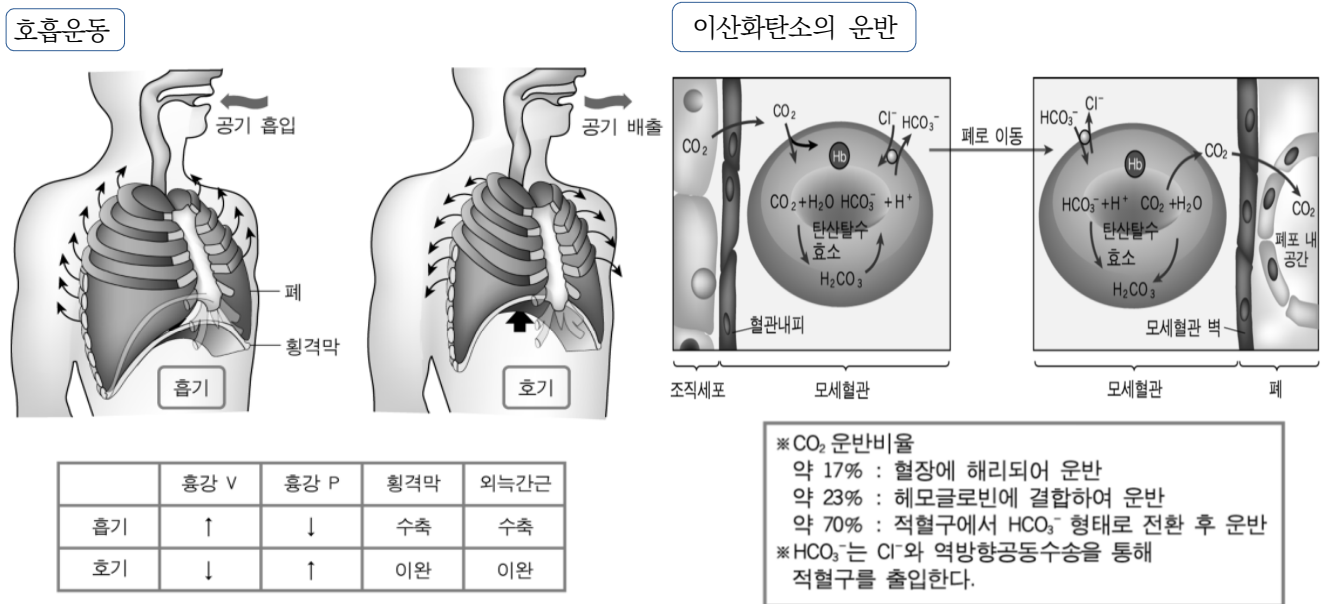
- 1) 헤모글로빈의 산소 친화도에 영향을 주는 요인
 - 이산화탄소 분압: 높을수록 친화도 감소함(보어효과)
 - 2,3-BPG: 높을수록 친화도 감소함
- 2) 산소는 헤모글로빈의 헴(heme)에 결합하여 운반됨, 이산화탄소는 헤모글로빈의 아미노산 잔기에 결합하여 운반됨
- 3) 세포호흡 증가 → 이산화탄소 분압 증가 → 헤모글로빈 산소 결합력 감소

출제 예상 주제 2: 미오글로빈과 헤모글로빈의 산소해리곡선

- 1) 미오글로빈과 헤모글로빈의 산소해리곡선 비교
 - 미오글로빈: 포화곡선, 알로스테릭 단백질 아님
 - 헤모글로빈: S자형 그래프(양성협동성 보임), 알로스테릭 단백질임
- 2) 보어효과: 이산화탄소 분압이 높을수록, pH가 낮을수록 헤모글로빈의 산소친화도 감소함

출제 예상 주제 3: 혈액을 통한 CO₂ 수송

- 1) 혈액을 통한 CO₂ 수송: 혈장 용해(7%), Hb에 결합(23%), 중탄산이온 형태(70%)
- 2) 적혈구 세포질에는 탄산탈수효소가 있어 CO₂가 빠르게 HCO₃⁻로 전환될 수 있음
- 3) 적혈구 세포질과 혈장 사이의 HCO₃⁻의 교환: 음이온교환체(HCO₃⁻-Cl⁻ 운반체)이용
- 4) 호흡가스(O₂, CO₂)의 수송: 확산(단순확산)



15. 순환계

출제 예상 주제 1: 척추동물의 순환계

- 1) 어류(붕어): 1심방 1심실, 단일순환
- 2) 양서류(개구리): 2심방 1심실
- 3) 파충류(도마뱀): 2심방 불완전한 2심실, 심실이 좌우를 부분적으로 나누는 불완전한 격벽 가진
- 4) 포유류(침팬지): 2심방 2심실, 체순환과 폐순환이 완전히 분리됨, 좌심장에는 동맥혈이 흐르고 우심장에는 정맥혈이 흐름
- 5) 포유류 혈류속도: 동맥 > 정맥 > 모세혈관

출제 예상 주제 2: 심전도 및 심장주기

- 1) P파: 심방근육의 탈분극, 심방수축 시 나타남
- 2) PR 간격: 심방근육 탈분극 지속
- 3) QRS 복합체: 히스근색 탈분극, 푸르킨네 섬유 탈분극, 심실근육 탈분극
- 4) ST 분절: 심실 탈분극의 지속, 심박출이 일어남
- 5) T파: 심실의 재분극과 이완

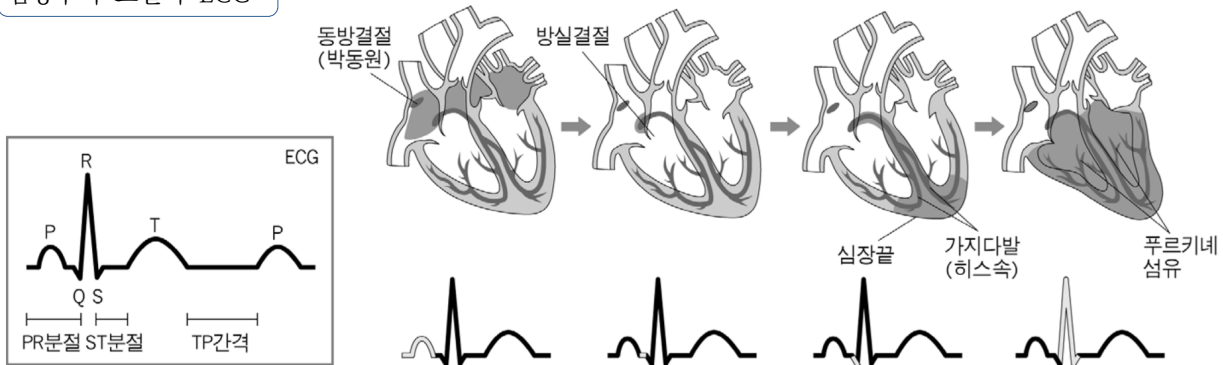
출제 예상 주제 3: 혈액의 구성과 적혈구용적률 변화

- 1) 원심분리를 통한 헤파린-처리 혈액 분리: 혈장층(55%), 연막(1% 미만), 적혈구용적(45%)
- 2) 적혈구용적률(헤마토크릿): $(\text{적혈구 기둥의 높이} \times 100) / \text{전체 혈액 기둥의 높이}$
- 3) 적혈구용적률 감소(빈혈): 골수 내 줄기세포 감소
 - 빈혈 환자는 전신 조직으로 산소를 적게 공급함
- 4) 적혈구용적률 증가: 고산지대 순응, 골수 종양, 심한 설사로 인한 탈수 등
- 5) 혈액 점성: 적혈구용적률이 증가하면 혈액 점성 증가함

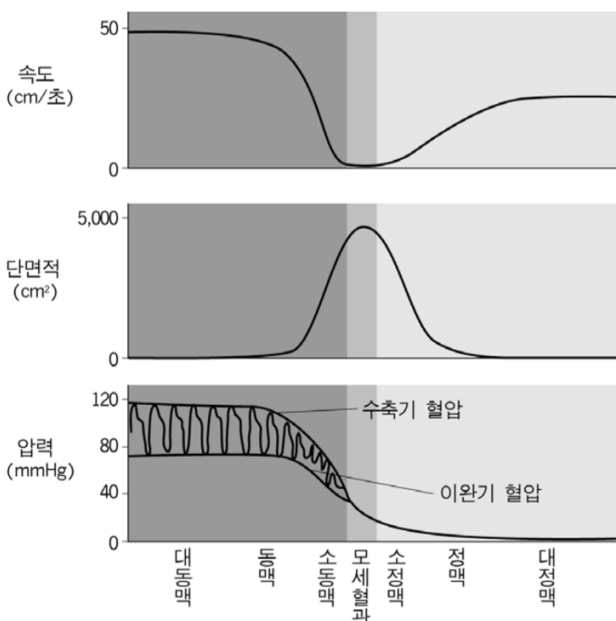
출제 예상 주제 4: 자율신경계에 의한 심장 박동의 조절

- 1) 심장박동의 조절을 위한 표적세포: 박동원세포, 교감신경은 박동원세포의 활동전위 발생 빈도를 증가시킴, 부교감신경은 감소시킴
- 2) 심장 수축력 조절을 위한 표적세포: 심실세포, 교감신경은 심장 수축력을 증가시킴

심장주기 조절과 ECG



혈류속도와 혈관단면적, 혈압의 상관관계



16. 면역계

출제 예상 주제 1: TLR의 신호전달경로의 연계단백질 확인 실험

- 1) TLR: 양상인식수용체, 관련된 병원체에 공유되는 구조를 인식함
→ TLR4: LPS 인식, TLR5: 플라젤린 인식, TLR9: 메틸화되지 않은 C(사이토신) 인식
- 2) TLR 리간드: 대식세포 상의 특정 TLR에 결합하여 대식세포 활성화
→ 시토카인(TNF- α 등) 분비

출제 예상 주제 2: 림프절 내 면역세포의 특성

- 1) 림프절에 면역세포: CD4⁺ T세포(TCR 발현, CD4 발현), CD8⁺ T세포(TCR 발현, CD8 발현), B세포(TCR과 CD4 모두 비발현), 대식세포(TCR 비발현, CD4 발현)
- 2) 특이적 방어 메카니즘: 척추동물만 가짐(곤충은 가지지 않음)
- 3) APC는 2형 주조직적합성복합체 분자(MHC II)를 통해 CD4⁺ T세포에 항원을 제공

출제 예상 주제 3: 활성화된 대식세포에 의한 CD4⁺ T세포의 증식 촉진

- 1) 항체는 오프소닌으로 작용하여 낮은 항원 농도에서도 대식세포를 활성화시킴
→ 항체 수용체(Fc 수용체)가 관여
- 2) 활성화된 대식세포는 APC로 작용하여 CD4⁺ T세포의 증식을 촉진함
- 3) 항원 농도가 높으면 오프소닌 도움 없이도 대식세포는 APC로 활성화 될 수 있음
- 4) APC는 2형 주조직적합성복합체 분자(MHC II)를 통해 CD4⁺ T세포에 항원을 제공

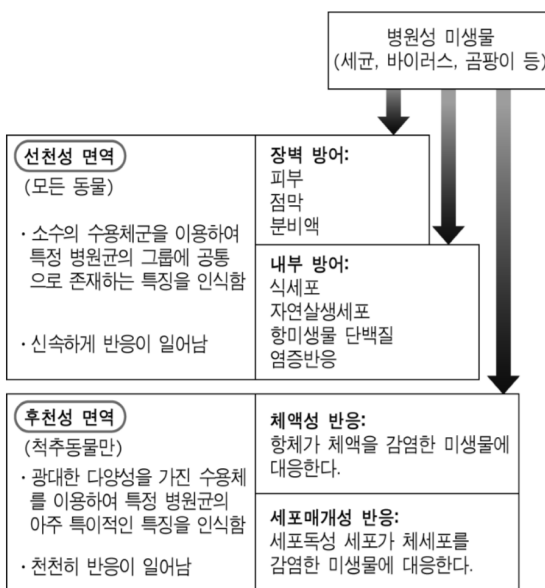
출제 예상 주제 4: 체액성 면역의 1차 면역반응(T-의존성 항원)

- 1) 체액성 면역의 1차 면역반응: B세포가 항원을 섭취하여 APC가 됨 → 수지상세포에 의한 CD4⁺ T세포의 도움 T세포로 분화 → T-B 상호작용 → B세포의 형질세포로의 분화
- 2) 2형 주조직적합성복합체 분자(MHC II) 발현세포: 수지상세포, 대식세포, B세포
- 3) 클론 증폭: 클론선택 과정 시 일어남
- 4) 1차 면역 반응에서 최초로 분비되는 항체: IgM(오량체)

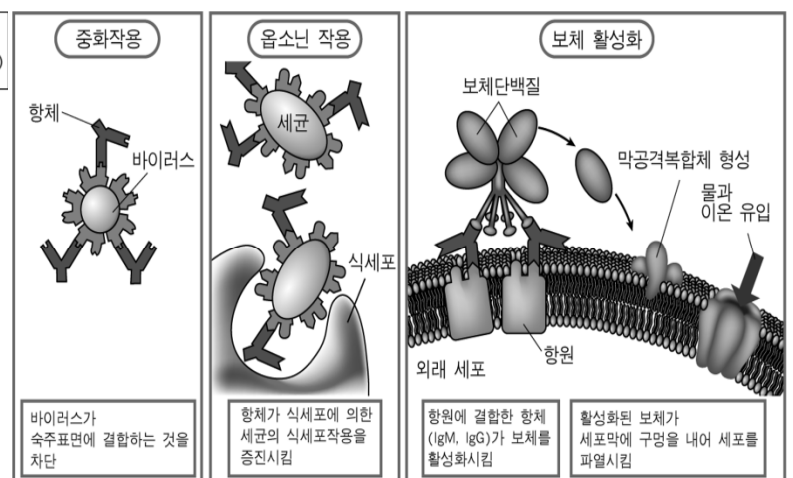
출제 예상 주제 5: 분비성 항체의 종류 및 특성

- 1) 분비성 항체(IgG, IgA, IgE): 혈청에 존재
- 2) 1차 면역반응에서 처음 분비되는 항체: IgM(5량체)






동물면역계 개요



항체매개성 항원제거 기작



항체의 종류

항체의 종류				
종류	구조		위치	기능
IgG	단량체		혈장에 녹아 있음, 순환하는 항체의 80%	1차 및 2차 면역반응에서 가장 풍부한 항체, 태반을 통과하여 태아에게 수동면역을 제공
IgM	오량체		B 세포의 표면, 혈장	B 세포막의 항원수용체, 1차 면역반응 동안 B 세포에서 방출되는 첫 번째 종류의 항체
IgD	단량체		B 세포의 표면	성숙한 B 세포의 세포표면 수용체, B 세포의 활성화에 중요
IgA	이량체		침, 눈물, 모유 등의 분비물	점막 표면을 보호, 병원체가 붙는 것을 차단
IgE	단량체		피부와 소화관 및 호흡기 조직	비만세포와 호염구와의 결합은 그 다음의 항원 결합을 민감하게 함, 이는 염증과 일부 다른 알레르기 반응에 기여하는 히스타민의 분비를 촉진

17. 배설계

출제 예상 주제 1: 헨레고리 상행지에서 물질의 재흡수

- 헨레고리 상행지: 물의 재흡수 없음
- 헨레고리 상행지 상피세포 기저막쪽 세포막: $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase(1차 능동수송 펌프)

출제 예상 주제 2: 근위세뇨관에서 포도당 재흡수, 포도당의 신장 위치

- 근위세뇨관에서 포도당 재흡수
 - 포도당의 정단부 세포막 통과: Na^+ -포도당 공동수송체(2차 능동수송) 이용함
 - 포도당의 기저막쪽 세포막 통과: GLUT2(포도당 운반체, 촉진확산) 이용함
→ 포도당 농도: 세포 내액 > 세포간질액
 - 기저막쪽 세포막에 존재하는 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase는 Na^+ -포도당 공동수송을 위한 Na^+ 농도 기울기 생성

출제 예상 주제 3: 여과되고 분비되는 물질의 여과, 분비, 배설의 관계

- 여과의 특성: 작은 구멍을 통해 빠져나가는 물리적 현상, 여과율은 포화되지 않음
- 분비의 특성: 막 수송체에 의해 일어나는 능동수송, 분비율은 포화됨
- 여과되고 분비되는 물질은 '배설률 = 여과율 + 분비율'을 만족함
→ 이 식을 만족하는 물질은 재흡수 일어나지 않음
- 여과율에 영향을 주는 요인: 사구체 정수압, 보우만주머니 정수압, 사구체 교질삼투압 등
→ 수입세동맥 저항 증가 → 사구체혈류량 감소 → 사구체정수압 감소 → 여과율 감소

출제 예상 주제 4: 레닌-안지오텐신-알도스테론계(RAAS)

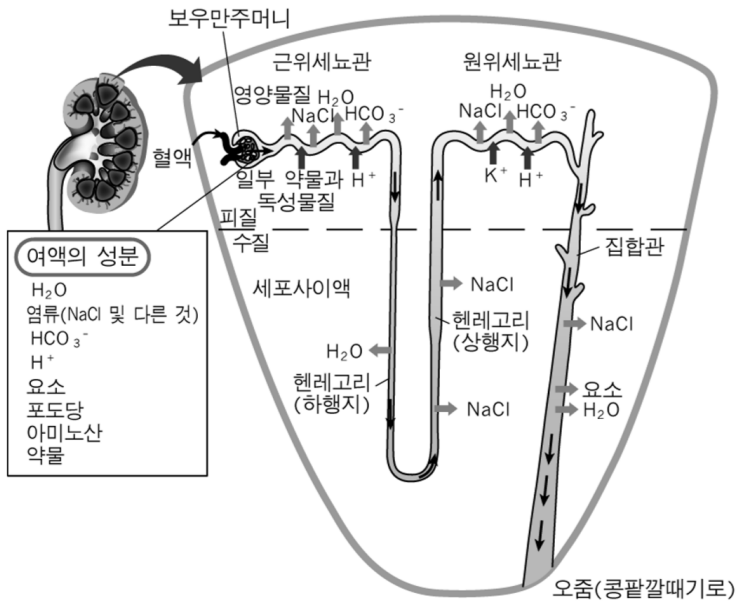
- RAAS: 저혈압 상황에서 수입소동맥 평활근세포가 레닌 분비
→ 레닌에 의해 안지오텐시노젠이 안지오텐신 I 으로 활성화
→ 폐에서 ACE에 의해 안지오텐신 I 이 안지오텐신 II로 활성화
→ 안지오텐신 II가 혈압을 증가시키기 위해 여러 작용을 함
- 안지오텐신 II의 작용: 세동맥 수축, 알도스테론 분비 촉진, ADH 분비 촉진
- ACE(안지오텐신 변환효소) 억제제: 이노제
- 안지오텐시노젠 분비 장소: 간

출제 예상 주제 5: 헨레고리에서 집합관까지 여과액의 삼투농도 변화, ADH의 효과

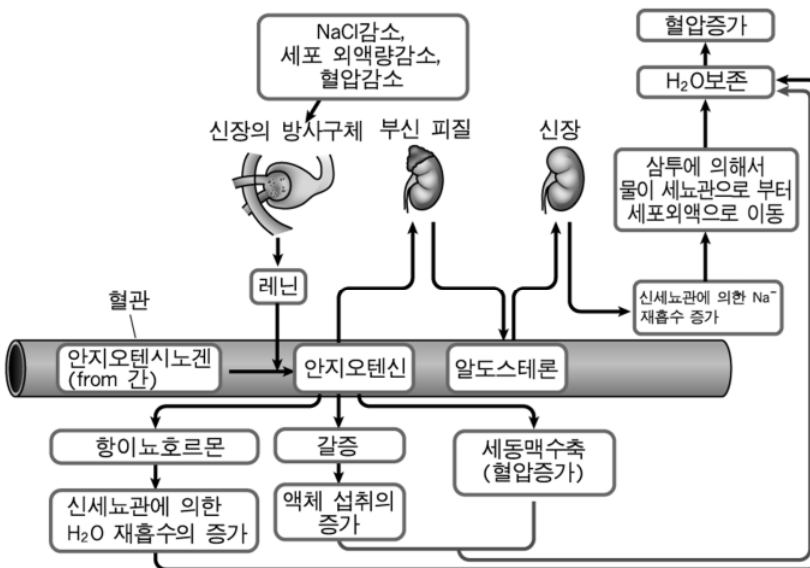
- 헨레고리 하행지에서 물이 재흡수되므로 여과액의 삼투 농도는 높아지고, 상행지에서 NaCl 이 재흡수되므로 여과액의 삼투 농도는 다시 낮아짐.

- 2) ADH가 작용 시 헨레고리와 집합관에서 여과액의 삼투농도가 더 높아짐
→ ADH가 작용 시 여과액의 삼투 농도는 높아지고 오줌의 양은 감소함
- 3) ADH는 시상하부에서 합성한 후 뇌하수체 후엽을 통해 분비함

신장에서 물질의 여과, 재흡수 및 분비



RAAS



18. 세포의 신호전달

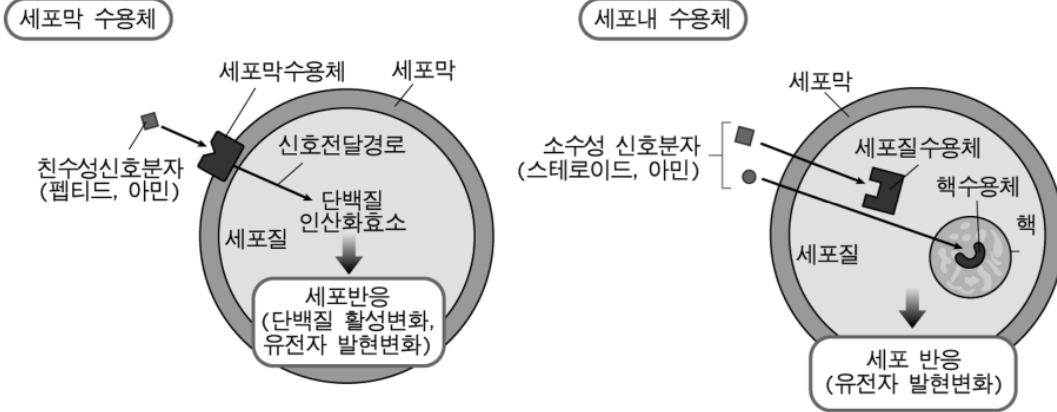
출제 예상 주제 1: 사람세포에 존재하는 수용체 단백질의 유형과 특성

- 1) 효소-연결 수용체(티로신 인산화 효소): 세포막 수용체, 리간드 결합으로 이량체 형성, 티로신 잔기의 자기 인산화로 완전히 활성화됨
- 2) G 단백질-연결 수용체: 7번 막을 관통, 수용체 중 종류가 가장 많음, 활성화된 수용체가 G 단백질을 활성화시킴
- 3) 스테로이드 호르몬 수용체: 세포내 수용체, 지용성 신호물질 수용체, 전사인자로 작용

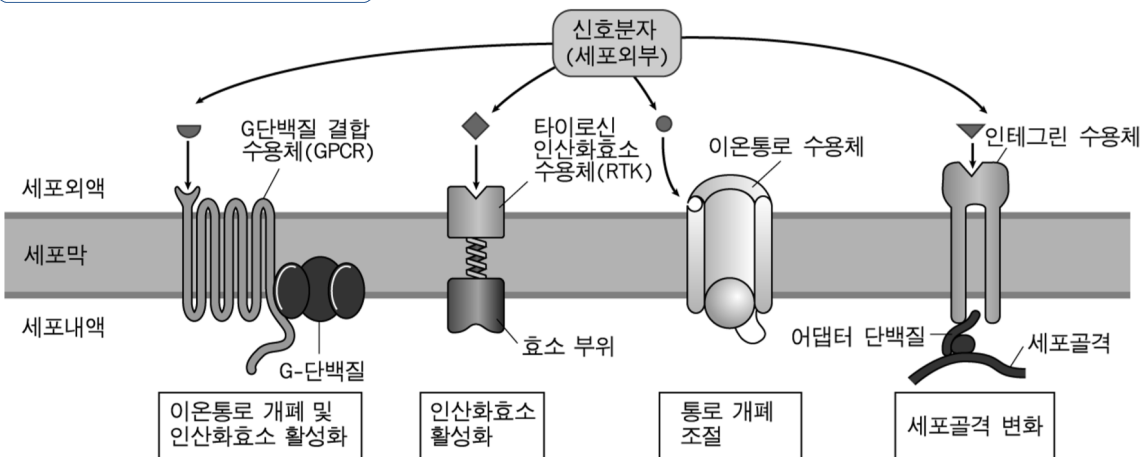
출제 예상 주제 2: G 단백질-연결 수용체 구조와 기능

- 1) G 단백질-연결 수용체의 구성: 결합영역, 막관통영역, 촉매영역
- 2) 리간드-수용체의 해리상수(Kd): 리간드에 대한 수용체의 친화력 척도, 값이 작을수록 친화도 큼
- 3) G 단백질-연결 수용체의 기능: G 단백질 활성화 → 아데닐산 고리화효소 활성화 → [cAMP] 증가

세포막 수용체와 세포내 수용체



다양한 유형의 세포막 수용체



19. 내분비계

출제 예상 주제 1: 갑상샘 호르몬의 합성과 분비, 갑상샘 질환의 진단

- 1) 갑상샘 호르몬의 합성과 분비: 여포세포가 혈장의 I-를 흡수 → 여포세포가 I-와 갑상샘글로불린을 여포로 방출 → 여포 내강에서 T₃와 T₄ 합성
- 2) 갑상샘은 T₃보다 T₄를 4배 더 많이 분비함
- 3) 갑상샘기능항진증: ¹²³I 혈액투여 시 갑상샘의 ¹²³I 흡수율이 정상인보다 높음
- 4) 갑상샘기능저하증: ¹²³I 혈액투여 시 갑상샘의 ¹²³I 흡수율이 정상인보다 낮음
- 5) 여포세포에서 I-의 흡수가 차단되면 음성되먹임 억제가 일어나지 못해 TSH 분비가 증가하여 갑상선종 발생함

출제 예상 주제 2: 혈중 Ca²⁺ 농도 조절하는 호르몬

- 1) 부갑상샘호르몬(PTH): 뼈의 파골세포 자극, 신장에서 Ca²⁺의 재흡수 촉진, 신장에서 비타민D 활성화 촉진
- 2) 활성 비타민D의 기능: 소장에서 Ca²⁺의 흡수 촉진, 뼈의 파골세포 자극, 신장에서 Ca²⁺의 재흡수 촉진
- 3) 칼시토닌: 뼈의 파골세포 억제, 신장에서 Ca²⁺의 재흡수 억제
- 4) 부갑상샘호르몬은 펩티드 호르몬임
- 5) 비타민 D는 피부에서 콜레스테롤 전구체로부터 합성됨

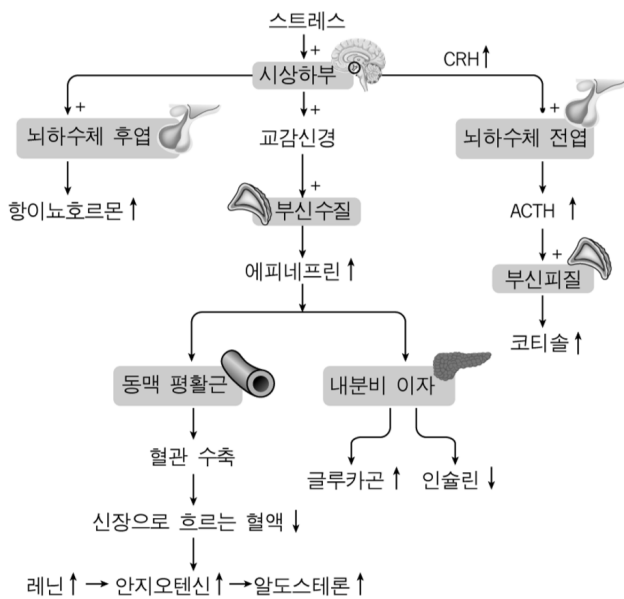
출제 예상 주제 3: 인슐린 특성과 관련 질환

- 1) 인슐린의 특성: 췌장의 β -세포에서 분비, 단백질 호르몬, 혈당량 감소시킴
- 2) 인슐린의 작용: 근육세포(지방세포)에서 포도당 운반체(GLUT4)가 세포막에 많아지게 함으로써(분비소낭의 세포 외방출작용 촉진) 포도당 흡수(촉진확산)를 촉진함
- 3) 당뇨병의 유형: 제1형 당뇨병(인슐린 분비 이상), 제2형 당뇨병(인슐린 수용체 이상)

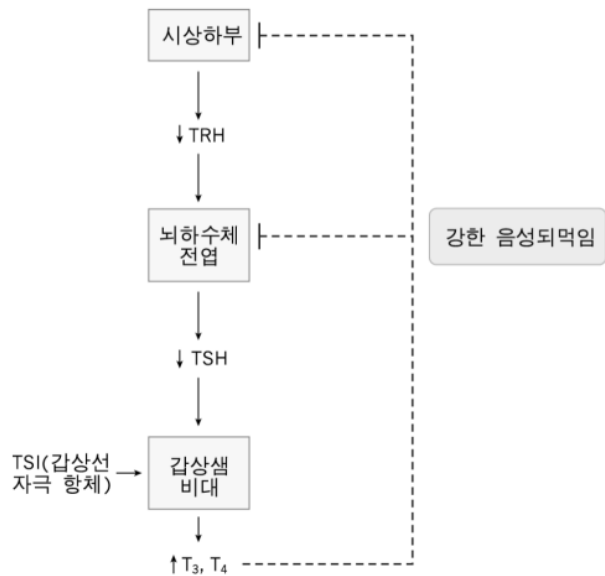
출제 예상 주제 4: 인슐린의 기능

- 1) 인슐린의 기능
 - ㄱ. 혈장 포도당 농도 감소시킴: 간/지방세포/근육세포에서 포도당 흡수 증가시킴
 - ㄴ. 혈장 유리지방산 농도 감소시킴: 지방세포에서 지방분해 억제
 - ㄷ. 혈장 아미노산 농도 감소시킴: 단백질 분해 억제/단백질 합성 촉진
- 2) 이자의 베타세포 파괴하면 인슐린 분비 부족으로 제1형 당뇨병 발생함
 - 혈장에서 인슐린 농도 감소, 포도당 농도 증가, 유리지방산 농도 증가, 케톤체 증가

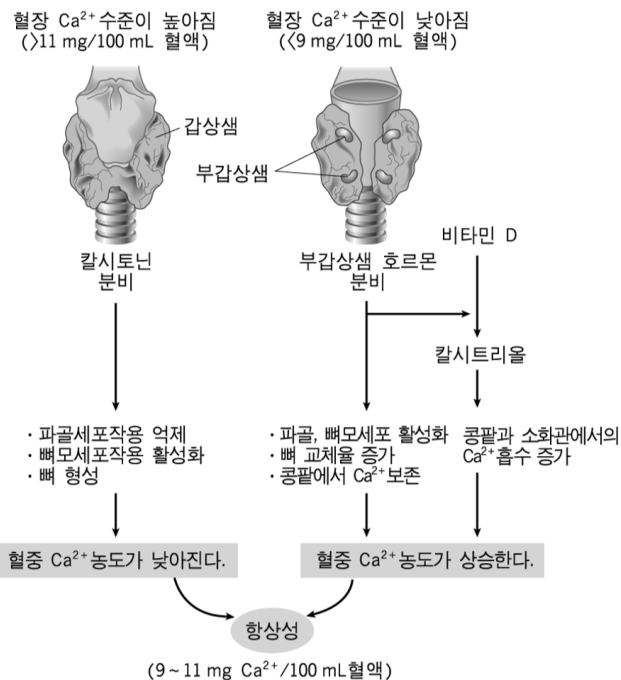
시상하부와 스트레스 반응조절



그레이브스병



호르몬의 칼슘조절

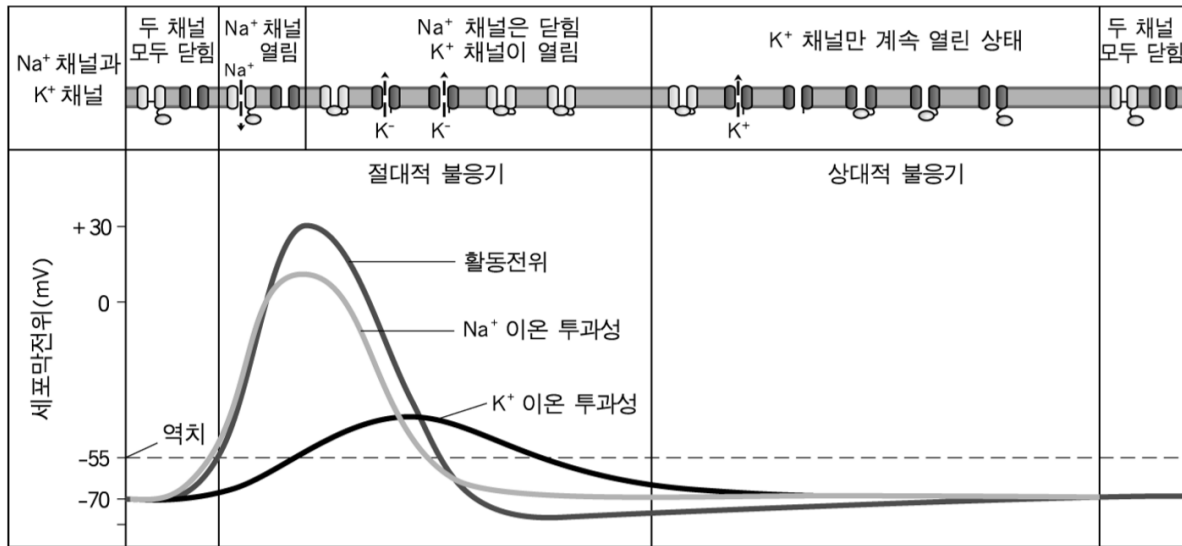


20. 신경신호

출제 예상 주제: 신경세포 활동전위의 특성

- 1) 활동전위 발생 시 막전위 변화 그래프: 상승기 → 하강기
- 2) 활동전위 발생 시 전압개폐성 이온통로의 이온전도도 변화 그래프: Na^+ 전도도 증가 → K^+ 전도도 증가
- 3) 전도속도를 증가시키는 요인: 축삭의 직경 증가, 수초 형성

활동전위



21. 신경계

출제 예상 주제 1: 대뇌 좌반구 피질의 언어령

- 1) 대뇌 좌반구 피질의 언어령
 - ㄱ. 베르니케 영역: 측두엽에 존재, 음성적인 단어의 뜻을 해석
→ 단어를 들을 때 청각령과 베르니케 영역이 동시에 활성화됨
 - ㄴ. 각회: 두정엽과 후두엽, 측두엽의 접합부에 존재, 시각적인 부호를 단어로 번역
→ 단어를 볼 때 시각령과 각회가 동시에 활성화됨
 - ㄷ. 브로카 영역: 전두엽에 존재, 단어를 말하는데 필요한 근육의 수축을 조절
→ 단어를 말할 때 브로카 영역과 운동피질이 동시에 활성화됨
- 2) 운동피질: 전두엽의 1차 운동피질

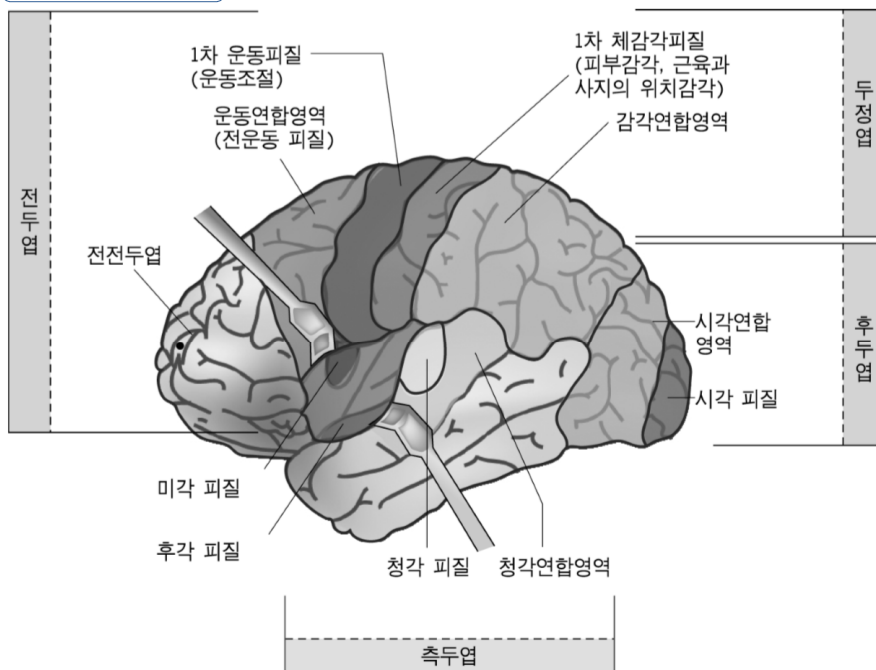
출제 예상 주제 2: 척수반사(굴근반사)

- 1) 개구리 뒷다리 반사(아세트산에 의해 뒷다리 구부리기): 굴근반사(척수반사)
- 2) 개구리는 피부호흡을 함 → 실험 중 링거액으로 적셔 피부호흡을 유지시킴
- 3) 척추동물(어류, 양서류, 파충류, 포유류 등)에서 척수반사가 나타남

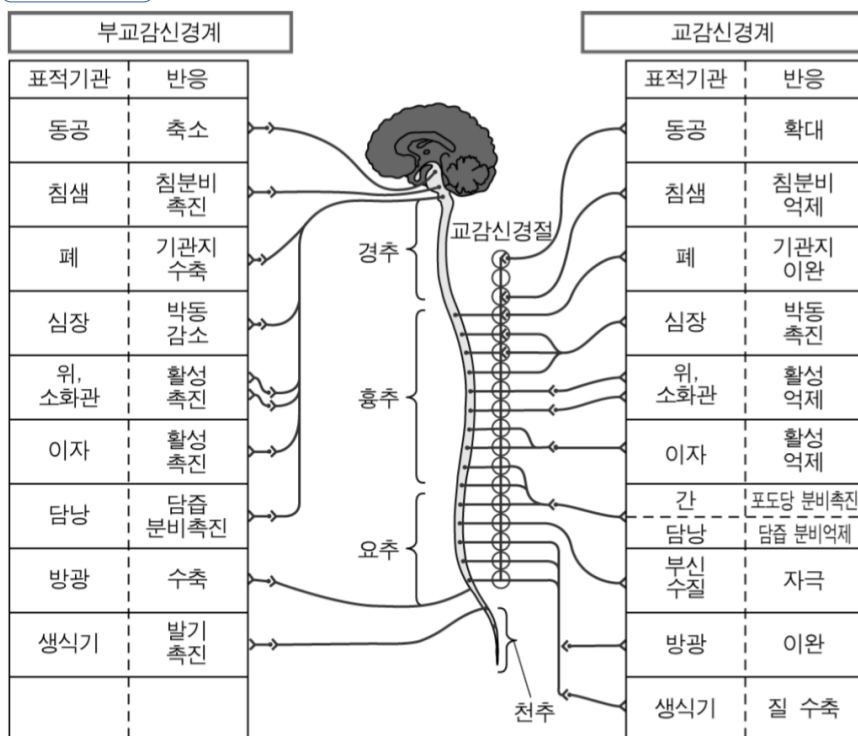
출제 예상 주제 3: 자율신경과 체성운동신경

- 1) 교감신경(NE)과 부교감신경(Ach), 체성운동신경(Ach) 말단에서 분비되는 신경전달물질
- 2) 교감신경은 정맥 수축을 자극함
- 3) 부교감신경은 심박동수를 감소시킴
- 4) 체성운동신경은 골격근을 수축시킴
- 5) 아세틸콜린 분해효소를 저해하는 물질의 효과: 부교감신경과 체성운동신경의 작용 촉진함

뇌의 부위별 기능



자율신경계



22. 운동계

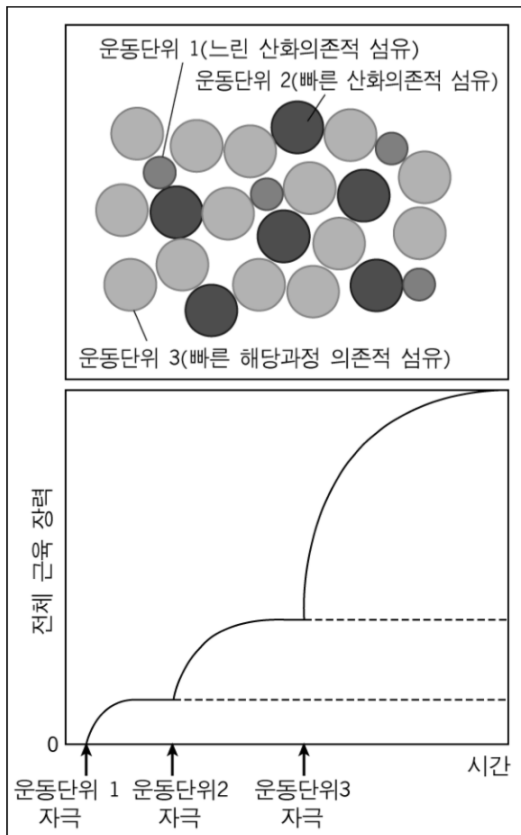
출제 예상 주제: 운동단위, 근섬유의 유형

- 운동단위: 하나의 운동신경세포와 그 운동신경세포가 조절하는 근섬유들
- 수축 속도에 따른 근섬유의 유형

- 빠른 연축섬유(속근섬유): 빠르게 수축함, 수축력 큼, 미오신 ATPase 활성 큼, 해당과정 의존적 섬유임
→ 해당과정 의존적 섬유: 근섬유 직경 큼, 해당효소 많음, 미토콘드리아 함량 적음, 피로 내성 작음, 미오글로빈 함량 낮음

- ㄴ. 느린 연축섬유(지근섬유): 느리게 수축함, 수축력 작음, 미오신 ATPase 활성 작음, 산화의존적 섬유임
 → 산화 의존적 섬유: 근섬유 직경 작음, 해당효소 적음, 미토콘드리아 함량 많음, 피로 내성 큼, 미오글로빈 함량 높음

골격근 근섬유 유형



23. 진화메커니즘과 소진화

출제 예상 주제 1: 성간선택과 방향성 선택을 확인한 실험

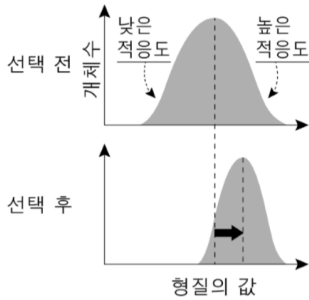
- 자연선택의 유형
 - ㄱ. 안정화 선택: 양 극단의 표현형을 제거하는 쪽으로 작용하고 중간형을 선호하는 선택
 - ㄴ. 방향성 선택: 표현형의 분포 범위 안에서 한 쪽 극단에 있는 표현형을 선호하는 선택
 - ㄷ. 분단성 선택: 형질의 평균값을 가지는 개체들보다 양극단에 있는 개체들이 더 선호되는 선택
- 성간선택: 한 성이 다른 성의 특정 형질에 근거하여 배우자를 선택하는 것
 - 성간선택으로 인한 방향성 선택이 일어나 성적이형이 나타나게 됨
- 아프리카 긴꼬리천인조 수컷의 긴 꼬리 깃털은 생존보다는 번식의 이점 때문에 진화함

출제 예상 주제 2: 자연선택과 유전적 부동에 의한 소진화

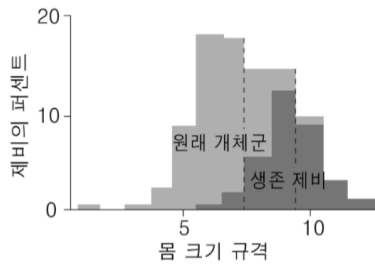
- 소진화: 개체군 내의 대립유전자 빈도의 변화
 - 자연선택이나 유전적 부동에 의해 일어남
 - 소진화가 일어나면 유전적 다양성은 감소함
- 자연선택: 어떤 특정 유전적 특성을 가진 생물체가 다른 특성을 가진 생물체에 비해 보다 잘 번식하는 과정
- 유전적 부동: 우연적으로 일어난 개체군 내에서 대립유전자 빈도의 변화
 - 유전적 부동에 의한 소진화는 개체군 크기가 작을 때 일어남

방향성 선택

(a) 방향성 선택의 양상

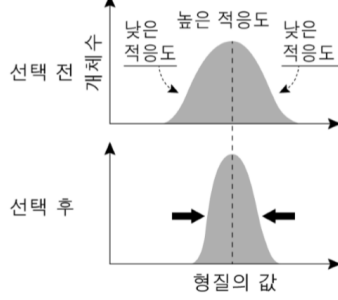


(b) 방향성 선택의 예 (흰털발제비의 몸 크기)

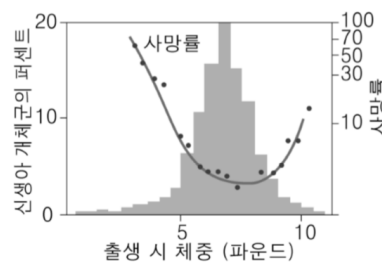


안정화 선택

(a) 안정화선택의 양상

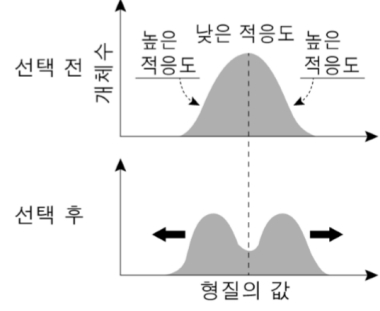


(b) 안정화 선택의 예 (신생아 체중)

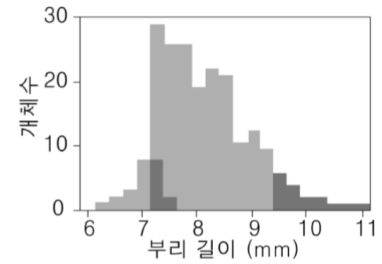


분단성 선택

(a) 분단성선택의 양상



(b) 분단성 선택의 예 (검은배띠밀납부리의 부리 길이)



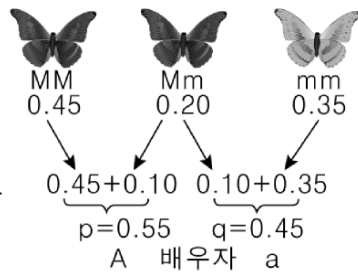
하디-바인베르크 법칙

세대 I (창시자 집단)

유전자형

집단의 유전자형 빈도

집단의 대립유전자 빈도



세대 II (하디-바인베르크 평형으로 복귀)

		정자	
		M	m
알	M	 $MM(p^2)$ $=0.55 \times 0.55$ $=0.3025$	 $Mm(pq)$ $=0.55 \times 0.45$ $=0.2475$
	m	 $Mm(pq)$ $=0.55 \times 0.45$ $=0.2475$	 $mm(q^2)$ $=0.45 \times 0.45$ $=0.2025$

24. 분류의 방법

출제 예상 주제 1: 계통수와 종의 명명법

1) 계통수 분석: 내부군(내집단), 외부군(외군, 외집단), 자매 분류군, 단계통군

ㄱ. 단계통군: 하나의 공통 조상과 그의 모든 후손

ㄴ. 내부군: 단계통군으로 예상되는 실제 분석의 대상이 되는 분류군

ㄷ. 외부군: 내집단의 일원이 아닌 종

ㄹ. 자매 분류군: 직전의 공통 조상을 공유하는 생물군들

2) 좀 더 진화적인 유연관계가 큰 분류군들일수록 좀 더 최근의 공통 조상을 가지며 유전적 거리가 더 가까움

3) 종의 명명법

ㄱ. 학명은 린네가 제정한 이명법(속명+종소명)을 사용함

ㄴ. 학명은 라틴어를 사용하며, 속명(첫 글자 대문자) 다음에 종소명(첫 글자 소문자)을 씀

ㄷ. 속명과 종소명은 이탤릭체로 씀

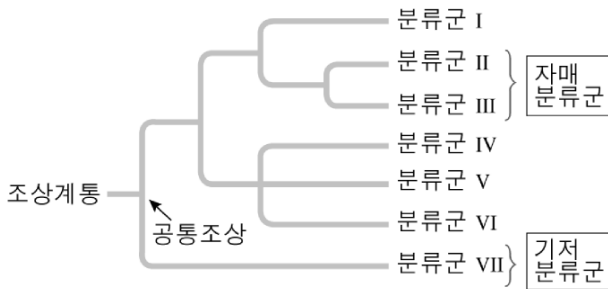
ㄹ. 동일한 생물에 학명이 2개 이상일 경우는 최초의 것을 학명으로 함

출제 예상 주제 2: 계통수와 척삭동물의 진화 계통

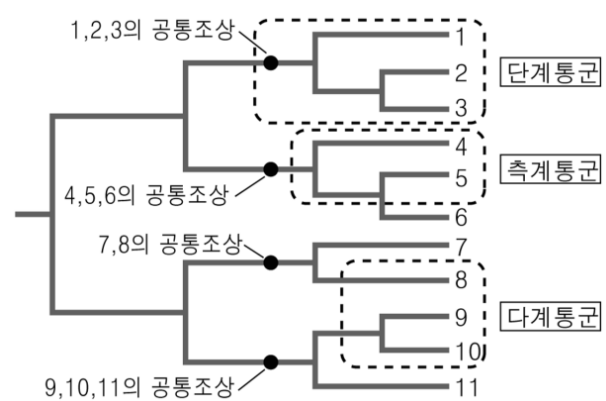
1) 최대 단순성의 원리: 계통수를 작성할 때 관찰에 대해 여러 가지 해석이 가능할 때 사실과 부합되는 가장 간단한 해석을 채택해야 한다는 원리

- 2) 계통수 분석: 내부군(내집단), 외부군(외군, 외집단), 자매 분류군, 단계통군
 - ㄱ. 단계통군: 하나의 공통 조상과 그의 모든 후손
 - ㄴ. 내부군: 단계통군의 예상되는 실제 분석의 대상이 되는 분류군
→ 내부군에 속하는 분류군들은 공유파생형질을 공유함
 - ㄷ. 외부군: 내부군과 관계는 있지만, 내집단의 일원은 아닌 종
 - ㄹ. 자매 분류군: 직전의 공통 조상을 공유하는 생물군들
- 3) 척삭동물의 진화 계통
 - ㄱ. 깃털은 조류에서만 나타나므로 조류의 고유파생형질임
 - ㄴ. 척수 → 턱 → 허파 → 발톱, 양막 → 유선 순으로 지구상에 출현함

계통수 해석하는 법



단계통/다계통/측계통



25. 생물의 다양성

출제 예상 주제 1: 원핵생물과 진핵생물의 특성

- 1) 막성 세포소기관(미토콘드리아) 존재 유무
- 2) 키틴 - 곰팡이 세포벽 구성 성분
- 3) 알콜발효 생물 - 효모
- 4) 항생제 페니실린 생산 생물 - 푸른곰팡이
- 5) 탄저병 원인균 - 탄저균(코흐가 증명)

출제 예상 주제 2: 고세균과 그람양성균(진정세균)의 세포벽과 세포막 구조의 특성

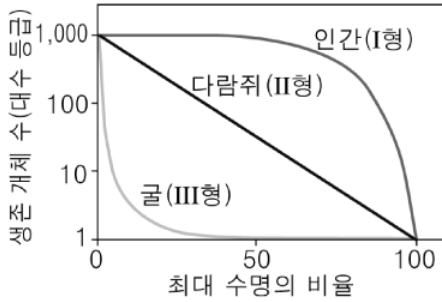
- 1) 펩티도글리칸 - 진정세균의 세포벽의 주요 구성 성분
- 2) 막지질에 존재하는 결합 유형의 비교: 에테르결합(고세균) vs. 에스테르결합(진정세균)
- 3) 콜레스테롤에 의한 세포막 유동성 조절 - 동물세포

26. 개체군생태학

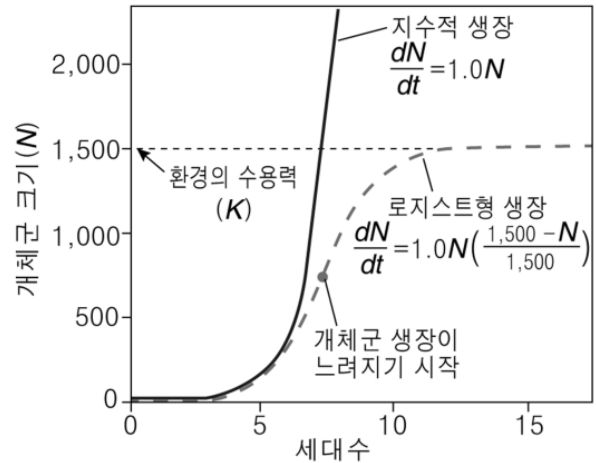
출제 예상 주제: 개체군 생존곡선과 생식전략

- 1) 생존곡선의 유형
 - ㄱ. I형 생존곡선: 초기 사망률이 낮고 대부분 개체가 자기의 수명을 다하고 죽는 형
→ K-전략종(사람, 고래, 코끼리 등)
 - ㄴ. II형 생존곡선: 각 연령대에서 사망률이 거의 일정함
 - ㄷ. III형 생존곡선: 초기 사망률이 높고 소수만 살아남아서 수명이 다할 때까지 생존하는 형
→ r-전략종(굴, 물고기 등)
- 2) 생식전략의 선택
 - ㄱ. r-전략종: 환경변화가 다양하고 예측할 수 없는 곳에 적합
 - ㄴ. K-전략종: 환경이 균일하고 예측가능한 곳에 적합

생존곡선



로지스틱형 성장



생활사 전략

특성	<i>r</i> -선택 종	<i>K</i> -선택 종
수명	짧다	길다
성숙 시간	짧다	길다
사망률	보통 높다	보통 낮다
생식 횟수	보통 한 번	보통 여러 번
첫 생식 시기	이르다	늦다
한 배의 새끼 수	보통 많다	보통 적다
산후 부모양육	적거나 없다	종종 아주 많다
자손의 몸집크기	작다	크다
개체군 크기	변동	상대적으로 안정
환경변화에 대한 내성	일반적으로 적음	일반적으로 많음

27. 군집생태학

출제 예상 주제 1: 종간 상호작용 - 경쟁

- 생태적 지위: 자연환경에서 생물학적, 생리학적 상호작용의 모든 면을 포괄하는 생물들의 역할
 - ㄱ. 기본지위: 경쟁과 같은 요인을 통해 억압되지 않을 때 이용하는 자원(서식지 등)의 범위
 - ㄴ. 실현지위: 자연 상태에서 실제로 이용하는 자원(서식지, 먹이 등)의 범위
 - 실현지위는 기본지위보다 작거나 같음
- 종간 경쟁의 결과
 - ㄱ. 경쟁배제: 두 종이 공존하지 못하고 두 종 중 한 종이 그 지역에서 사라지게 되는 현상
 - ㄴ. 자원분할: 경쟁하는 한 종 또는 두 종이 생태적 지위를 변화시켜 두 종이 모두 공존하는 현상
- 군집에서 종의 분포를 제한하는 요인: 환경 구배, 경쟁
 - 어떤 딱개비 유생은 건조 스트레스 때문에 조건대 상부에 정착하지 못하고, 다른 딱개비 유생은 조건대 하부에는 정착하지 못함

출제 예상 주제 2: 종간 상호작용

- 도마뱀을 단독 사육할 때와 함께 사육할 때 몸길기와 성장률 비교
 - 경쟁: 함께 사육 시 두 종 모두 성장률과 몸길기가 감소함
 - 중립: 함께 사육 하더라도 두 종 모두 성장률과 몸길기가 단독 사육할 때와 차이가 없음

출제 예상 주제 3: 생태적 천이

- 1) 육상군집의 1차 천이 과정: 나지 → 개척자 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림
- 2) 교목림에서 기저부 직경이 작은 나무(키가 작은 나무)는 주로 음지에서 서식하므로 음지식물임
 - 음지에서도 잘 자라는 음수림이 극상림을 이루게 됨
 - 양지식물의 유식물은 강한 광선이 내리쬐는 나지에서도 성장할 수 있지만 음지식물의 유식물은 그렇지 못하므로 양지식물이 먼저 숲을 이루게 됨

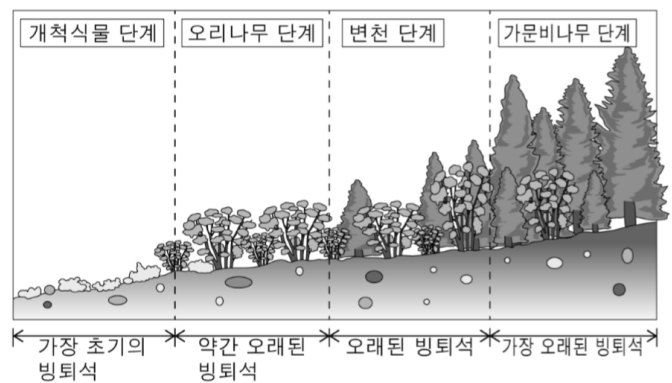
출제 예상 주제 4: 생태적 천이

- 1) 1차 천이와 2차 천이
 - ㄱ. 1차 천이: 이전에 군집이 존재하지 않던 곳에서 군집이 정착되는 과정
 - ㄴ. 2차 천이: 이전 군집이 파괴된 곳에서 군집이 새로이 형성되는 과정
 - 산불이 일어난 삼림 지역에서는 2차 천이가 일어남
- 2) 육상군집의 1차 천이 과정: 나지 → 개척자 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림
 - 천이 과정 동안 우점도는 계속 바뀜
 - 우점도: 중요치(상대 밀도+상대 빈도+상대 피도) 값
- 3) 천이 과정 동안 군집 특성의 변화
 - ㄱ. 초기 단계에는 r-전략종을 주로 볼 수 있고, 후기 단계에는 K-전략종을 주로 볼 수 있음
 - ㄴ. 총생물량은 점차 증가함

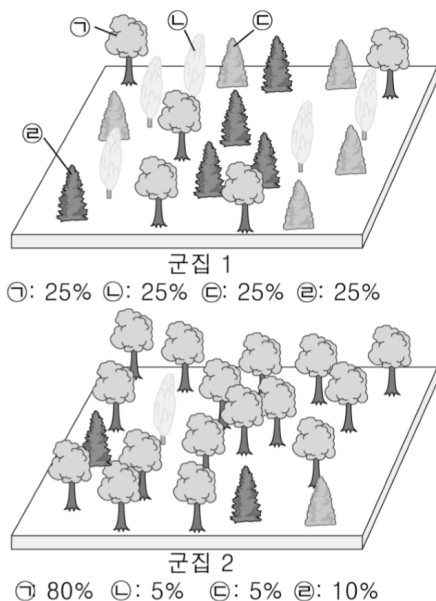
종간 상호작용의 유형

종 상호작용의 주된 종류			
상호작용의 종류		종의 영향 1	종의 영향 2
적대적 상호작용	포식(포식자-피식자)	+	-
	초식(식물-초식동물)	-	+
	기생(기생자/병원체-숙주)	+	-
상리공생		+	+
경쟁		-	-
편리공생(편리공생자-숙주)		+	0
편해공생		0	-

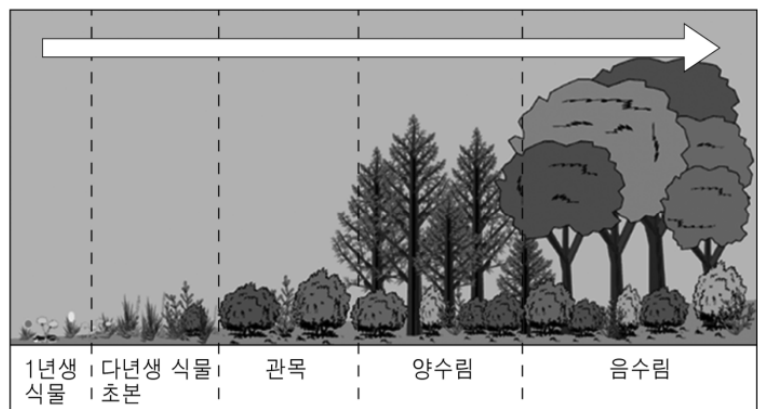
빙퇴석에서의 1차 천이



종다양성



2차 천이



28. 생태계

출제 예상 주제 1: 총1차생산량과 순1차생산량

1) 총1차생산량과 순1차생산량

- ㄱ. 총1차생산량: 어떤 특정 지역에서 일정한 시간 동안 식물에 의해 포획된 에너지 총량
- ㄴ. 순1차생산량: 총1차생산량 중 식물이 소비한 에너지를 제외한 에너지

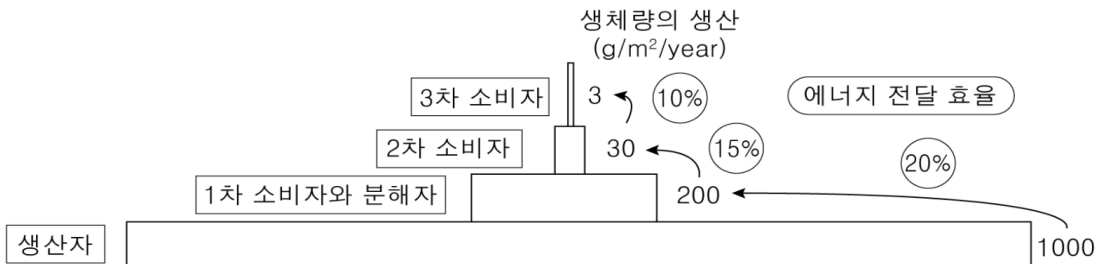
출제 예상 주제 2: 생태 피라미드

- 1) 생태 피라미드: 생산자를 밑에 놓고 영양단계 순으로 소비자를 쌓아 올려 영양 구조를 그림으로 나타낸 것
 - ㄱ. 유형: 개체수 피라미드, 생물량 피라미드, 에너지 피라미드
 - ㄴ. 특성: 에너지 피라미드는 거꾸로 될 수 없음
- 2) 수생 생태계의 경우 생물량 피라미드가 거꾸로 될 수 있음

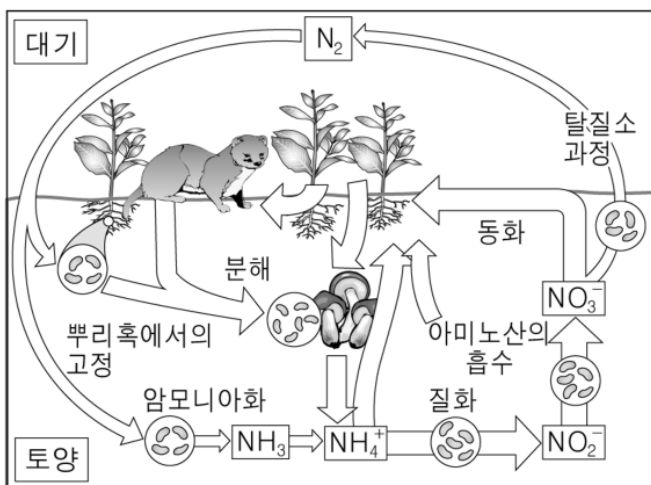
출제 예상 주제 3: 질소순환

- 1) 질소고정: 질소고정세균에 의해서 대기 중의 N_2 를 NH_4^+ 로 전환시키는 과정
 - 육상생태계: 콩과 식물 뿌리혹 박테리아(리조비움 세균)
 - 수생생태계: 남세균
 - 연간 고정되는 질소의 양은 육상생태계가 수생생태계보다 높음
 - 대기 중 가장 높은 농도로 존재하는 기체 분자는 N_2 임
- 2) 암모니아화: 분해자에 의해서 유기질소를 NH_4^+ 로 전환시키는 과정
- 3) 질산화: 질산화세균에 의해서 NH_4^+ 를 질산염(NO_3^-)으로 전환시키는 과정
- 4) 탈질화: 탈질화세균에 의해서 NO_3^- 를 N_2 으로 전환시키는 과정

순생산량 피라미드



질소순환



29. 생물지리학

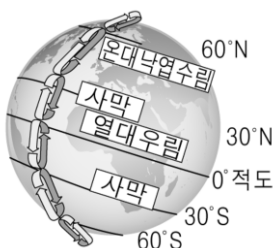
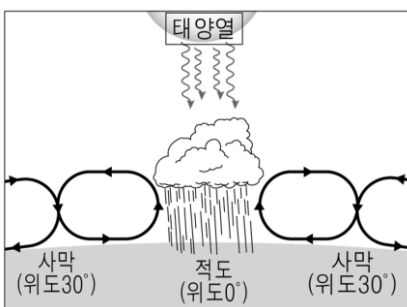
출제 예상 주제 1: 육상생물군계

- 1) 육상 생물군계: 연평균 강수량과 연평균 기온과 같은 기후 요인에 의해 달라짐
→ 저위도에서 고위도로 열대우림 → 열대사막 → 초원 → 온대림 → 북방 침엽수림 → 툰드라 → 빙하 순으로 분포해 있음
- 2) 육상 생물군계의 유형
 - ㄱ. 열대림: 연평균기온이 높고 연평균강수량이 많음, 종다양성이 가장 크고 생산력이 가장 높음
 - ㄴ. 온대림: 더운 여름과 추운 겨울이 뚜렷이 구별됨, 낙엽활엽수가 우점종임
 - ㄷ. 북방침엽수림: 겨울이 길고 추우며 여름은 짧음, 상록침엽수가 많음, 종다양성 낮음

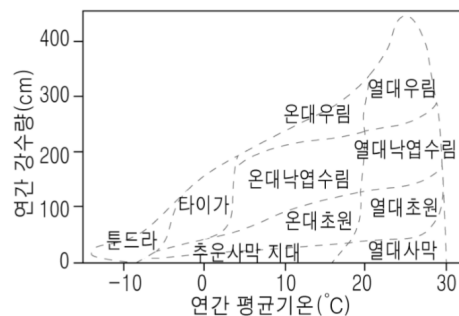
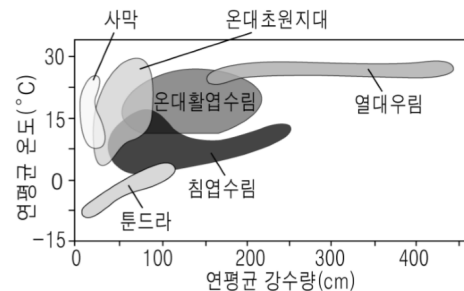
출제 예상 주제 2: 저위도 지역의 대기 순환, 육상생물군계

- 1) 저위도 지역의 대기 순환
 - ㄱ. 적도 부근은 많은 태양에너지로 인한 해수의 증발로 습도가 높고 공기가 따뜻해져 상승함
→ 따뜻하고 습한 공기가 상승하면서 차가워져 많은 비를 내림
→ 열대우림 형성함
 - ㄴ. 적도 지역에서 상승한 공기는 북위도나 남위도 30°지역에서 하강함
→ 차갑고 건조한 공기가 하강하면서 따뜻해지고 습기를 흡수함
→ 열대사막 형성함
- 2) 육상 생물군계: 연평균 강수량과 연평균 기온과 같은 기후 요인에 의해 달라짐
→ 저위도에서 고위도로 열대우림 → 열대사막 → 초원 → 온대림 → 북방 침엽수림 → 툰드라
→ 빙하 순으로 분포해 있음
- 3) 육상 생물군계의 유형
 - ㄱ. 열대림: 연평균기온이 높고 연평균강수량이 많음, 종다양성이 가장 크고 생산력이 가장 높음
 - ㄴ. 온대림: 더운 여름과 추운 겨울이 뚜렷이 구별됨, 낙엽활엽수가 우점종임
 - ㄷ. 북방침엽수림: 겨울이 길고 추우며 여름은 짧음, 상록침엽수가 많음, 종다양성 낮음
 - ㄹ. 사막(열대사막): 북위도와 남위도 30°지역에 나타남, 연평균 강수량은 매우 적지만 연평균 기온은 높음
 - ㅁ. 툰드라: 북극 고위도에 존재함, 이끼류, 초본, 난쟁이 관목이 우점함
- 4) 분해를 제한하는 요인: 온도
 - 열대우림은 연평균 기온이 높으므로 유기물이 빨리 분해되어 낙엽층이 얇음
 - 북방침엽수림은 연평균 기온이 낮으므로 유기물이 느리게 분해되어 낙엽층이 두꺼움
→ 지표면에 퇴적되어 있는 낙엽층의 두께는 북방 침엽수림이 열대우림보다 두꺼움

대기순환과 기후



북반구의 육상생물군계





08 | 지구과학

장병선

Chapter 1. 우리의 지구

제1절 지구의 구조와 구성 물질

I. 지구의 모양과 크기, 질량, 밀도

1. 지구의 모양

(1) 지구타원체: 적도 반지름이 극반지름보다 약간 큰 타원형

① 증거: 위도 1° 간 거리가 고위도로 갈수록 길어진다. 진자의 주기가 고위도로 갈수록 짧아진다.

② 이용: 거리를 측정하는 삼각측량에 이용, 반지름, 부피, 표면적, 편평도 계산에 이용

(2) 지오이드: 평균 해수면을 육지까지 연장한 면(가상의 지구 모양)

① 성질: 중력 방향에 수직, 지하 물질의 밀도 분포에 따라 굴곡이 있다. 위치 에너지의 기준면, 지구타원체보다 육지에 서 높고, 바다에서 낮다.

② 이용: 해발고도를 측정하는 수준 측량의 기준이며, 수심을 측정하는 기준이 된다.

2. 지구의 크기 측정- 에라토스테네스의 방법

(1) 가정: 지구는 완전한 구이며, 햇빛은 지구에 평행하게 입사한다.

(2) 조건: 동일 경도상 위도가 다른 두 지점에서 측정

(3) 방식: $360^\circ : 2\pi R = \theta : l$

(4) 특징: 고위도로 갈수록 지구 반지름(R)이 길게 계산됨

3. 지구의 질량 - 만유인력 법칙 이용

$$\text{만유인력} \approx \text{중력} \rightarrow F = mg = G \frac{M \cdot m}{R^2}, \therefore M = \frac{R^2 g}{G} \quad (G: \text{만유인력 상수}, g: \text{중력가속도})$$

4. 지구의 평균 밀도

$$(1) \text{평균 밀도} = \frac{\text{질량}}{\text{부피}} \approx 5.52 \text{g/cm}^3$$

(2) 의미: 지구 내부에는 밀도가 큰 물질이 있다.

II. 지구의 층상구조- 대기권, 수권, 지권

1. 대기권 - 높이에 따른 기온의 연직 분포에 따라

(1) 대류권: 지표~약 12km, 높이에 따라 기온 하강, 불안정한 층, 대류 발생, 기상현상.

(2) 성층권: 약 12~50km, 높이에 따라 기온 상승, 안정한 층, 오존층에서 자외선 흡수

(3) 중간권: 약 50~80km, 높이에 따라 기온 하강, 불안정한 층, 대류 발생, 수증기가 없어서 기상현상은 없음, 유성이 나타나는 층, 중간권계면에서 최저기온(약 -100°C) 나타남.

(4) 열권: 80 ~1000km, 높이에 따라 기온 상승, 공기희박, 전리층이 존재, 오로라.

2. 수권 - 수온의 연직 분포에 따라

(1) 혼합층: 태양복사로 가열되고 바람에 의해 섞이는 층, 수온이 일정하며 중위도 해역에서 두껍게 발달한다.

(2) 수온약층: 깊이에 따라 수온이 급격히 감소하는 층, 매우 안정한 층

(3) 심해층: 수온이 매우 낮은 냉수층, 연중 수온 변화가 거의 없다.

3. 지권 - 지진파의 속도 분포에 따라

$$(1) \text{진원거리}(d) = \frac{v_p \times v_s}{v_p - v_s} \times ps \text{시}$$

(v_p : p파의 속도, v_s : s파의 속도, ps 시: p파 도착후 s파가 도달할때 까지의 시간)

(2) 지각

① 대륙지각: 30~50km, 밀도 2.7g/cm^3 , 화강암질 암석

② 해양지각: 5~8km, 밀도 3.0g/cm^3 , 현무암질 암석

- ③ 모호면: 지각과 맨틀의 경계면, 지진파의 불연속면
- ④ 지각 평형설: 가벼운 지각이 무거운 맨틀 위에 떠 있으면서 평형을 유지한다, 에어리설과 플레트설이 있다.
- (2) 맨틀 (모호면~2,900km 구텐베르크면 까지)
 - ① 지진파의 주시곡선 상의 꺾임을 통해 알게 됨.
 - ② 고체 상태, 지권 전체 부피의 약 80%, 질량 최대.
- (3) 외핵 (2,900~5,100km 레만면 까지)
 - ① 지진파의 암영대(진원으로부터 각거리 $103^{\circ} \sim 142^{\circ}$ 지진파가 도달하지 않는 영역) 발견으로 확인
 - ② 액체 상태
- (4) 내핵 (5,100km~지구 중심)
 - ① 암영대 구간의 약한 P파가 발견됨.
 - ② 고체 상태

III. 지구의 구성 물질

1. 대기권

- (1) 균질권: 지표~약 100km, $N_2 > O_2 > Ar > CO_2 \dots$
- (2) 비균질권: 100km 이상. 비율이 고르지 않다.

2. 수권

- (1) 육수: $Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+}, HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$
- (2) 해수: $Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+}, Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^-$

3. 지각

- (1) 지각 구성의 8대 원소: $O > Si > Al > Fe > Ca > Na > K > Mg$
- (2) 주요 구성 광물: 규산염 광물, 탄산염 광물.

4. 맨틀: 감람암질 암석, $O > Si > Mg > Fe \dots$

5. 핵: 철과 니켈이 주성분이다.

- 핵의 밀도가 매우 크기 때문에, 지구 전체에서의 원소 비는 $Fe > O > Si > Mg$ 순서이다.

제2절 지구의 역장 - 중력장과 자기장

1. 중력장

- (1) 중력=만유인력+원심력
- (2) 중력의 측정: 단진자의 주기 이용
- (3) 중력 보정: 고도 보정, 부우게 보정, 지형 보정
- (4) 중력 이상: 실측 중력-표준 중력. 지하 물질의 밀도 분포에 따라 실측 중력은 다르게 측정됨.
 - 중력 이상 값이 (+)이면 지하에 밀도가 큰 물질(철, 해양지각)
 - 중력 이상 값이 (-)이면 지하에 밀도가 작은 물질(암염, 석유, 대륙지각)

2. 자기장

- (1) 지구 자기의 3요소: 편각, 복각, 수평자기력

구분	복각	수평자기력	연직 자기력	특징
자기 적도	0°	최대	0	전자기력=수평 자기력
자북극	$+90^{\circ}$	0	최대	전자기력=연직 자기력
자남극	-90°	0	최대	전자기력=연직 자기력

〈정자극기 기준〉

- (2) 지구 자기의 변화
 - 태양활동에 의한 변화: 일변화, 자기 폭풍 등
 - 지구 내부에 의한 변화: 영년 변화

- (3) 지구 자기 생성 원인: 외핵의 대류 운동(다이나모 이론)

제3절 지구의 운동 - 자전과 공전

1. 천구의 좌표계

- (1) 지평 좌표계: 방위각과 고도 이용. 시간과 장소에 따라 달라짐.
 (2) 적도 좌표계: 적경과 적위 이용. 시간과 장소에 관계없이 일정함.
 (3) 지평 좌표계의 방위각은 보통 북점 기준, 적도 좌표계의 적경 기준은 춘분점으로 설정.

2. 지구의 자전

- (1) 지구 자전에 의한 현상: 별의 일주운동, 낮과 밤의 변화
 ① 별의 일주운동: 남쪽 하늘 관찰 시 시계 방향(동에서 서), 북쪽 하늘 관찰 시 시계 반대 방향으로 관측된다. 별의 일주권은 천구 적도와 나란하다.
 ② 주극성의 범위: 적위 $90^\circ \sim (90^\circ - \text{위도})$
 출몰성의 범위: 적위 $90^\circ - \text{위도} \sim -(90^\circ - \text{위도})$
 전몰성의 범위: 적위 $-(90^\circ - \text{위도}) \sim -90^\circ$
 (2) 지구 자전의 증거
 ① 푸코 진자의 진동면 회전: 시계 방향(북반구)

$$\text{주기} = \frac{24h}{\sin \phi} (\phi: \text{위도})$$

 ② 전향력(코리올리의 힘): 물체의 운동 방향에 대해 오른쪽 직각 방향이다(북반구 기준).

$$C = 2mv\omega \sin \phi$$
 (m : 물체 질량, v : 물체 속도, ω : 지구의 각속도)
 ③ 인공위성 궤도의 서편 현상

3. 지구의 공전

- (1) 지구 공전에 따른 현상: 태양의 시운동, 계절에 따른 별자리 변화, 계절의 변화
 ① 태양의 시운동: 황도를 따라 매일 약 1° 씩 시계 반대 방향으로 운동
 ② 황도 12궁: 황도상에 있는 12개의 별자리
 ③ 계절의 변화: 자전축이 공전 궤도면에 대해 66.5° 경사진 상태로 공전 \rightarrow 1년 동안 태양의 남중 고도와 일사량이 변해 계절의 변화가 나타남.

$$\text{\S. 태양의 남중 고도: } h = 90^\circ - \phi \pm \delta$$
 (ϕ : 위도, δ : 태양의 적위)
 (2) 지구 공전의 증거
 ① 연주 시차(p'') 이용: 별까지의 거리 $r(pc) = \frac{1}{\text{연주시차}''}$
 ② 광행차(θ) 이용: 지구의 공전 속도(v)를 구함. $\tan \theta = \frac{v}{c}$ (c : 광속)
 ③ 별빛 스펙트럼의 도플러 효과 이용: 지구의 공전 속도(v)를 구함. ($\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$)

4. 시간

- (1) 항성일과 태양일
 ① 항성일: 별을 기준으로 한 지구의 자전 주기
 ② 태양일: 태양을 기준으로 한 지구의 자전 주기. 항성일보다 4분 정도 김.
 (2) 항성시와 태양시
 ① 항성시: 춘분점의 시간각 = 남중한 별의 적경 = 어떤 별의 적경 + 그 별의 시간각
 ② 태양시: 태양의 시간각 + 12h(시태양시, 평균 태양시)
 ③ 균시차 = 시태양시 - 평균 태양시 (지구 공전궤도가 타원이고 황도와 적도가 23.5° 경사가 있어 생기는 현상)

5. 세차 운동

지구 자전축이 황도면의 연직방향인 황도 축에 대해 23.5° 의 각을 유지하면서 시계 방향으로 도는 원추 운동으로 주기는 약 26,000년.

제4절 지구의 에너지

1. 태양복사 에너지

- (1) 태양 상수(I): 지구 대기권 밖에서 태양 광선에 수직인 면 1m²에 1분 동안 입사한 태양복사 에너지양

$$I = 2 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$$

- (2) 지구 전체가 1분 동안에 받는 총 에너지양

$$E = I \times \pi R^2 = 2\pi R^2 (\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min})$$

- (3) 지표면 1cm²가 1분 동안에 받는 평균 태양 복사 에너지양

$$\frac{\pi R^2 \cdot I}{4\pi R^2} = \frac{I}{4} = 0.5 (\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min})$$

- (4) 태양이 1분간 방출하는 총 에너지양

$$4\pi r^2 \times I (r: \text{지구와 태양 사이의 거리})$$

2. 흑체 복사

- (1) 플랑크 곡선: 흑체가 표면 온도와 파장에 따라 방출하는 복사에너지를 나타낸 곡선

- (2) 슈테판-볼츠만 법칙: $E = \sigma T^4$

(σ : 슈테판-볼츠만 상수, T : 표면온도, E : 흑체가 단위시간당 단위면적에서 방출하는 에너지)

- (3) 빈의 변위 법칙

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{a}{T} (a: \text{빈 상수}, T: \text{표면 온도}, \lambda_{\text{max}}: \text{최대 에너지 파장})$$

3. 태양복사와 지구복사

구분	표면 온도	λ_{max}	주요 복사 영역
태양	5,800 K	0.5 μm	가시광선 영역(단파 복사)
지구	288 K	10 μm	적외선 영역(장파 복사)

4. 지구복사 에너지

- (1) 대기의 창: 지구복사 에너지 중 8~13 μm 의 에너지 영역 → 대기에 거의 흡수되지 않고 방출됨. 인공위성의 적외 영상 촬영에 이용됨.

- (2) 대기의 선택적 흡수

① 태양복사 에너지의 흡수: 성층권의 O_3 → 자외선 흡수, 대기 중의 H_2O , CO_2 → 적외선 흡수, 대기권 중 열권의 전리층 → 전파 흡수, 반사

② 지구복사 에너지의 흡수: H_2O , CO_2 → 적외선 흡수로 온실 효과 발생, CO_2 의 과잉 증가로 지구온난화 현상

- (3) 지구의 복사 평형: 반사율 30%, 흡수한 태양복사 에너지(70%)만큼 지구복사 에너지로 방출.

Chapter 2. 대기와 해양

제1절 대기 중의 물

1. 대기 중의 수증기

- (1) 포화수증기압: 대기 중의 수증기가 포화 되었을 때의 수증기 압력. 기온이 높아질수록 포화수증기압은 증가한다.

- (2) 상대습도(%) = $\frac{\text{현재 수증기압}}{\text{현재 온도의 포화수증기압}} \times 100$

- (3) 절대 습도(g/m^3): 공기 1kg 속에 들어있는 수증기의 질량

- (4) 이슬점(°C): 불포화 상태의 공기가 냉각되면서 포화에 도달해 응결이 시작될 때의 온도

2. 단열 변화

- (1) 저기압 중심: 공기 상승 → 주변 기압 감소 → 단열 팽창 → 기온 하강 → 수증기 응결
고기압 중심: 공기 하강 → 주변 기압 증가 → 단열 압축 → 기온 상승 → 구름 소멸

(2) 단열 감률

- ① 건조 단열 감률 : $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
- ② 습윤 단열 감률 : $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
- ③ 이슬점 감률: $0.2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

3. 대기의 안정도

(1) 대기의 안정도

- ① 안정 : 기온 감률 < 단열 감률 → 층운형 구름, 대기 확산이 없어 오염 심함.
- ② 불안정 : 기온 감률 > 단열 감률 → 적운형 구름, 대기 확산이 잘 됨.
- (2) 역전층: 대류권 내에서 위로 올라갈수록 기온이 상승하는 공기층 → 절대 안정, 바람이 없는 맑은 날 새벽에 잘 생기며 복사안개, 이슬, 서리, 스모그 등이 잘 발생한다.
- (3) 스모그: LA형 스모그, 런던형 스모그

4. 구름과 안개

(1) 구름

- ① 생성: 공기 상승 → 단열 팽창 → 온도 하강 → 포화 수증기압 감소 → 응결
- ② 상승 응결 고도 $H = 125(T - T_d)$ (T : 기온, T_d : 이슬점 온도)
- ③ 핀 현상 : 불포화된 공기가 산맥을 넘어오면서 고온 건조해 지는 현상

(2) 안개: 응결된 수증기가 지표면에 가까이 있는 것

- ① 공기의 냉각에 의한 안개 : 복사 안개, 이류 안개, 활승 안개
- ② 수증기량 증가에 의한 안개: 증발 안개, 전선 안개

5. 강수

- (1) 빙정설 : 온대나 한대 지방에서 내리는 차가운 비
과냉각 물방울과 빙정의 포화 수증기압의 차이로 빙정이 계속 성장하다가 무거워서 떨어지면 눈, 떨어지다 녹으면 비
- (2) 병합설 : 열대 지방의 따뜻한 비
구름 내부에 있던, 크기가 서로 다른 물방울들이 합쳐져 무거워지면 내리는 비

제2절 대기의 순환과 일기 변화

1. 바람

- (1) 대기에 작용하는 힘 : 기압 경도력(유체의 운동을 일으키는 근본적인 힘), 전향력, 원심력, 마찰력 등이 복합적으로 작용
- (2) 바람의 종류
지균풍(지상 1km 이상, 등압선이 직선으로 나타날 때), 경도풍(지상 1km 이상, 등압선이 원형일 때).
지상풍(지상 1km 이하 지표면 근처)
- (3) 열적 순환
 - 해륙풍 : 바다와 육지의 비열 차에 의해 발생, 낮에는 해풍, 밤에는 육풍
 - 산곡풍 : 산 정상과 골짜기의 열용량의 차이에 의해 발생, 낮에는 곡풍, 밤에는 산풍
 - 계절풍 : 해양과 대륙의 비열과 열용량의 차이에 의해 발생, 여름에는 남동풍, 겨울에는 북서풍
- (4) 대기 대순환
 - ① 원인 : 위도에 따른 태양복사 에너지의 차이와 지구 자전에 의한 전향력으로 발생
 - ② 구성
 - 해들리 순환 : 직접 순환, 지상에 무역풍
 - 페렐 순환 : 간접 순환, 지상에 편서풍
 - 극 순환 : 직접 순환, 지상에 극동풍

③ 역할 : 저위도의 남는 열과 수증기를 고위도로 전달해 준다.

2. 일기 변화

(1) 우리나라에 영향을 미치는 기단

- ① 시베리아 기단 : 한랭 건조, 북서계절풍, 겨울
- ② 북태평양 기단 : 고온 다습, 남동계절풍, 여름
- ③ 양쯔강 기단 : 온난 건조, 봄·가을, 이동성 고기압
- ④ 오호츠크해 기단 : 한랭 다습, 초여름에 북태평양 기단과 만나 장마전선 형성, 늦새바람

(2) 전선

① 한랭 전선과 온난 전선

구분	경사	이동속도	구름형태	강수형태	강수구역	기온	기압	풍향변화
한랭 전선	급함	빠름	적운형	소나기성	전선 뒤	하강	상승	남서→북서
온난 전선	완만	느림	층운형	지속적인	전선 앞	상승	하강	남동→남서

- ② 폐색 전선 : 속도가 빠른 한랭 전선이 온난 전선을 따라잡아 생성
- ③ 정체 전선 : 온난한 기단(북태평양 기단)과 한랭한 기단(오호츠크해 기단)의 세력이 비슷해 한곳에 오래 머무르는 전선(장마전선).

(3) 고기압, 저기압

① 성질

구분	기류	단열·부피변화	기온변화	상대습도	구름	날씨
저기압 중심	상승	단열 팽창	하강	높아짐	생성	흐리거나 비
고기압 중심	하강	단열 압축	상승	낮아짐	소멸	맑음

② 저기압의 종류

구분	온대저기압	열대저기압(태풍)
발생 지역	온대 지방(한대 전선대에서 시작)	열대 해상
전선동반여부	전선 동반	전선 없음
등압선	타원형	원형
등압선 간격	일반적	좁음
에너지원	기층의 위치 에너지 감소	수증기의 잠열

③ 열대저기압(태풍)의 주요 특징

- 포물선 궤도로 이동
- 진행 방향의 오른쪽이 위험반원, 풍향 변화 시계 방향
- 진행 방향의 왼쪽이 안전반원, 풍향 변화 시계 반대 방향
- 태풍의 중심(눈)은 기압 최저, 풍속은 약함. 풍속 최대는 눈 주변.

④ 고기압의 종류

구분	온난 고기압(키 큰)	한랭 고기압(키 작은)
발생 원인	공기 축적	지표 냉각
중심 온도	높다	낮다
발생 장소	중위도 지방	한대 내륙 지방
예	북태평양 고기압	시베리아 고기압

(4) 일기와 기후

우리나라의 기후: 대륙성 기후, 동해안형 기후

제3절 해양과 해수의 순환

1. 해수의 성분과 성질

(1) 해수의 염분

- ① 염분 : 해수 1kg에 녹아있는 염류의 총 g, g/kg, 전 세계 평균 약 35psu
- ② 염분비 일정의 법칙 : 때와 장소에 따라 해수의 염분이 달라도 염류 간 성분 비율은 전 세계 어디나 항상 일정하다.
- ③ 염분 변화의 요인 : 증발량, 강수량, 육수 유입량, 해빙, 결빙 등. 이 중 (증발량-강수량)값이 표층 해수의 염분에 가장 큰 영향을 미친다. 표층 염분이 가장 높은 곳은 중위도 고압대, 위도 30° 부근에서 나타난다.

(2) 해수 온도의 연직 분포

- ① 혼합층 : 바람에 의한 혼합 작용으로 수심에 따라 수온이 일정하게 나타남
- ② 수온약층 : 수심이 깊어질수록 수온이 급격히 감소 → 안정층
- ③ 심해층 : 연중 수온 변화가 거의 없는 냉수층

(3) 해수의 밀도 : 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록, 수압이 높을수록 커진다.

2. 우리나라 주변 바다의 특징

(1) 염분 : 남해 > 동해 > 황해

(2) 수온

- 여름 : 황해 > 동해, 겨울 : 동해 > 황해
- 남해는 쿠로시오 해류의 영향으로 연중 수온이 높고 연교차가 작다.
- 남북 간 수온 차는 겨울이 여름보다 크다.

3. 해류

(1) 생성 원인에 따른 분류

- ① 취송류 : 바람에 의한 마찰력으로 생긴 해류. 가장 흔하다.
- ② 지형류 : 수압경도력과 전향력이 평형을 이루며 흐르는 해류.
- ③ 경사류 : 해수면 경사가 생길 때 평형을 유지하기 위해 흐르는 해류.
- ④ 밀도류 : 해수의 수온과 염분의 변화로 밀도차가 생길 때 발생하는 해류 → 연직 순환
- ⑤ 보류 : 해수가 다른 곳으로 이동하게 되면 그 빈 곳을 채우기 위해 흐르는 해류
- ⑥ 에크만 수송 : 마찰층 내에서 평균적인 해수의 이동, 북반구에서는 바람의 오른쪽 90° 방향

(2) 수온에 따른 분류

- ① 난류 : 저위도→ 고위도, 수온과 염분이 높고, 용존 산소량이 적다.
- ② 한류 : 고위도→ 저위도, 수온과 염분이 낮고, 용존 산소량이 많다.

4. 해수의 순환

(1) 표층 순환

- ① 특징 : 가장 큰 규모의 순환인 아열대순환은 적도를 경계로 북반구는 시계 방향, 남반구는 시계 반대 방향으로 나타난다.
- ② 원인 : 태양에너지 입사량의 차이로 발생하는 바람
- ③ 서안 강화 현상 : 지구 자전에 따른 전향력의 크기가 고위도로 갈수록 커지므로 발생

구분	서안 경계류	동안 경계류
해역	대양의 서쪽	대양의 동쪽
특징	좁고, 깊고, 빠르고, 유량 많다	넓고, 얇고, 느리고, 유량 적다.
성질	난류, 고염분	한류, 저염분, 연안용승 유발, 좋은 어장
예	쿠로시오 해류, 멕시코 만류	캘리포니아 해류, 카나리아 해류

(2) 심층 순환(연직 순환) : 밀도차에 의한 열염 순환

- 남극 중층수, 북대서양 심층수, 남극 중층수 등이 있다.
- 남극 주변에서 형성된 차가운 해수가 가라앉아서, 그린란드 주변에서 형성된 찬 해수가 가라앉아서 생성되며 해저면을 따라 매우 느리게 이동한다.

5. 해파와 조석

- (1) 모양에 따른 분류 : 풍랑, 너울, 연안 쇄파
- (2) 파장과 수심에 따른 분류(h : 수심, L : 파장, v : 속력)

구분	심해파	천해파
분류 기준	$h > \frac{1}{2}L$	$h < \frac{1}{2}L$
물 입자의 운동	원 운동	타원 운동
파의 속력	$v = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}}$	$v = \sqrt{gh}$

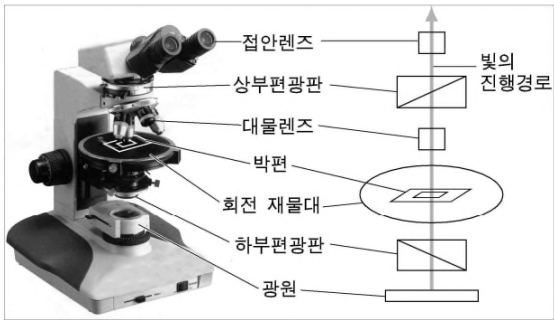
- (3) 조석
 - ① 기조력 : 조석 현상을 일으키는 힘. 달과 태양의 인력
 $F \propto \frac{M}{r^3}$ (M : 천체의 질량, r : 천체까지의 거리)
 - ② 사리(대조) : 조차가 최대일 때 → 삭, 망일 때
 - ③ 소금(소조) : 조차가 최소일 때 → 상현, 하현일 때

Chapter 3. 지각과 물질의 변화

제1절 지각의 구성 물질

1. 광물

- (1) 조암광물: 암석을 구성하는 기본이 되는 광물
 - 규산염 광물이 대부분이며, 탄산염 광물, 황화광물, 원소광물 등
 - 규산염 광물: 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 사장석, 정장석, 석영
 - 탄산염 광물: 방해석, 마그네사이트, 아라고나이트
- (2) 물리적 성질: 색, 조흔색, 굳기, 밀도, 쪼개짐, 깨짐 등
- (3) 화학적 성질
 - ① 동질이상: 화학적 성분은 같으나, 생성 당시의 온도나 압력의 차이로 인해 물리적 성질이 다름.
ex) 방해석($CaCO_3$)과 아라고나이트($CaCO_3$), 다이아몬드(C)와 흑연(C)
 - ② 유질동상: 화학 성분이 유사해 결정형이 같고 물리적 성질이 비슷
ex) 방해석 $CaCO_3$ - 능철석 $FeCO_3$ - 마그네사이트 $MgCO_3$
 - ③ 고용체 : 화학 조성이 일정 범위 내에서 연속적으로 변하는 광물. 구성 원소의 일부가 성질이 비슷한 다른 원소로 치환되어 생김
ex) 감람석($(Mg, Fe)_2SiO_4$)
- (4) 광학적 성질
 - ① 광학적 등방체 : 비결정질(유리)과 등축정계(금강석, 압연, 형성) 광물, 단굴절이 나타남
 - ② 광학적 이방체 : 대부분의 투명 광물, 복굴절
 - ③ 편광 현미경에서의 관찰

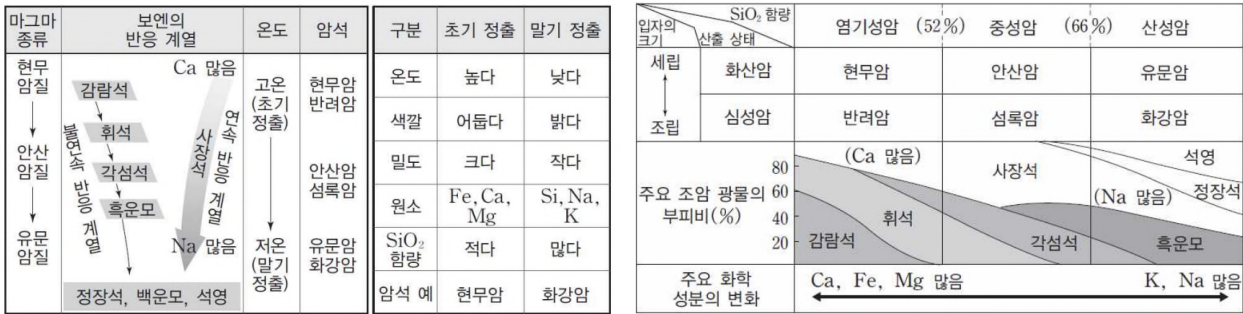


구분	광학적 등방체	광학적 이방체
개방니콜(하부 편광판만 사용)	다색성	다색성
직교니콜(상하부 편광판 모두 사용)	완전 소광	간섭색, 소광 현상

2. 암석

(1) 화성암: 마그마나 용암이 식어서 굳은 암석

- ① 마그마의 생성
 - 현무암질 마그마 : 주로 상부 맨틀에서 압력 감소에 의해(해령이나 열점), 또는 수렴대(해구 부근)에서 물의 유입으로 용융점이 감소하여 생성
 - 화강암질 마그마 : 지각 하부에서 물을 포함한 화강암이 부분 용융됨.
- ② 마그마의 분화 과정
 - 마그마가 냉각됨에 따라 용융점이 높은 광물부터 차례로 정출되는 과정
 - 현무암질 → 안산암질 → 유문암질
 - 보엔의 반응계열과 화성암의 분류



- ③ 화산 분출물 : 화산가스(대부분 수증기), 화산 쇄설물, 용암
- ④ 용암의 종류

구분	SiO ₂ 함량	온도	점성	유동성	가스성분	분출형태	화산체 모양
현무암질	적다	고온	작다	크다	적다	조용한 분출	용암대지, 순상화산
유문암질	많다	저온	크다	작다	많다	격렬한 폭발	층상화산

(2) 퇴적암

- ① 퇴적암화 작용(숙성작용) : 다짐 작용 → 교결 작용
- ② 퇴적 구조 : 퇴적 환경과 지층의 역전 여부 판단에 이용
 - 사층리 : 바람이 불거나 물이 흘러서 생긴 경사진 모양의 층리. 사막이나 삼각주 환경에서 생길 수 있으며, 셰일이나 사암층에서 나타남.
 - 점이 층리 : 심해저에서 저탁류에 의해 대륙대에 저탁암이 생성될 때 입자 크기 순서대로 쌓인 구조.
 - 연흔 : 얇은 물 밑에서 물결의 영향을 받아 생긴 물결무늬. 셰일이나 사암층에서 나타남.
 - 건열 : 퇴적면이 수면 위로 노출되어 건조해져 갈라진 틈이 생긴 구조(건조 기후). 셰일층
- ③ 퇴적암의 분류
 - 쇄설성 퇴적암 : 역암, 사암, 셰일, 응회암 등
 - 화학적 퇴적암 : 석회암, 처트, 암염, 석고 등
 - 유기적 퇴적암 : 석회암, 처트, 규조토, 석탄 등

(3) 변성암 : 높은 열과 압력에 의해 광물의 조직이나 성분이 변한 암석

- ① 변성 작용
 - 접촉 변성 작용 : 열에 의한 변성. 혼펠스 조직, 입상 변정질 조직
 - 광역 변성 작용 : 열과 압력에 의한 변성. 엽리 구조(편리, 편마구조).

② 변성암의 분류

변성 작용	원인	변성 범위	원암	변성암	조직
접촉 변성	마그마 관입 (주로 열)	좁다	세일	훈펠스	훈펠스
			사암	규암	입상 변정질
			석회암	대리암	
광역 변성	조산 운동 (열과 압력)	넓다	세일	점판암 → 천매암 → 편암 → 편마암	편리 → 편마 구조
			현무암	녹색 편암 → 각섬석 편암 → 편마암	
			화강암	화강 편암 → 화강 편마암	

제2절 지표의 변화

1. 풍화 작용

(1) 기계적 풍화 작용

- ① 요인 : 물의 동결 작용, 온도 변화, 압력 감소, 식물 뿌리의 작용 등
- ② 우세 지역 : 한랭 건조한 고산 지역, 사막 지역 등 일교차가 큰 곳

(2) 화학적 풍화 작용

- ① 요인 : 물, 공기 등과 반응하여 성분이 변하거나 물속에 용해된 성분과 암석이 반응하여 생성
- ② 우세 지역 : 고온 다습한 평야 지역, 해안가 지역
- ③ 화학적 풍화의 예
 - $CaCO_3$ (석회암) + H_2O + $CO_2 \leftrightarrow Ca(HCO_3)_2$ (탄산수소칼슘)
 - $2KAlSi_3O_8$ (정장석) + $2H_2O$ + $CO_2 \rightarrow Al_2Si_2O_5(OH)_4$ (고령토) + K_2CO_3 + $4SiO_2$
 - $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ (고령토) + $H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3$ (보크사이트) + $2SiO_2$

2. 토양

- (1) 생성 순서 : 기반암 → 모질물 → 표토 → 심토 (주의: 단면도에서는 표토가 가장 위쪽)
- (2) 공극률 ∝ 입자의 고르기, 투수율 ∝ 입자의 크기

3. 지표의 평탄화 작용

- ① 근원 에너지 : 태양복사 에너지

구분	침식 작용	퇴적 작용
유수	V자곡, 하안단구	선상지, 범람원, 삼각주
지하수	석회동굴, 카르스트 지형, 돌리네	종유석, 석순, 석주
해수	해안단구, 해식절벽, 해식대지	사주, 해변, 육계도
빙하	U자곡, 피요르, 혼	빙퇴석, 호상점토층
바람	오아시스, 버섯바위, 삼릉석	사구, 황토지대, 바르한

제3절 지각 변동

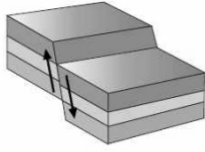
1. 지구 내부의 에너지

- (1) 지구 내부의 에너지원 : 방사성 원소의 붕괴열이 주를 이루며 초기 지구의 중력 수축 에너지
- (2) 지각 열류량 : 평균 1.5 HFU
- (3) 지각 열류량의 크기 비교
해령 > 호상 열도 > 대양저 > 해구 > 순상지

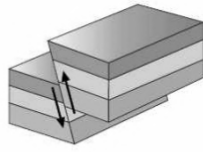
2. 지질 구조 : 습곡, 단층, 부정합, 절리

- (1) 습곡 : 횡압력에 의해 지층이 휘어진 구조
- (2) 단층 : 지반이 끊어져 상대적으로 어긋나 상하 이동이 생긴 구조
 - ① 정단층 : 장력의 작용으로 상반이 내려간 구조

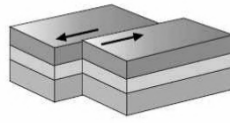
- ② 역단층 : 횡압력의 작용으로 상반이 올라간 구조
- ③ 주향이동단층 : 지반이 수평방향으로 어긋난 구조
- ④ 오버스러스트 : 역단층이 수평에 가깝게 생긴 구조



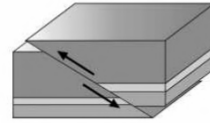
▲ 정단층



▲ 역단층



▲ 주향 이동 단층



▲ 오버스러스트

(3) 부정합 : 상하 두 지층 사이에 긴 시간적 간격이 있는 지층의 관계

- ① 생성 과정 : 퇴적 → (습곡) → 융기 → 침식 → 침강 → 퇴적
- ② 종류 : 평행 부정합, 경사 부정합, 난정합

(4) 절리 : 암석에 틈이 생긴 것

- ① 원인 : 지각 변동에 의한 압력 변화나 화성암 고결 시 냉각 수축에 의해 생김
- ② 종류 : 주상 절리, 판상 절리, 방상 절리 등

3. 조륙 운동과 조산 운동

(1) 조륙 운동 : 넓은 지역에 걸쳐 일어나는 지반의 상하 운동 → 융기, 침강

- ① 원인 : 지각 평형설로 설명 가능.
- ② 융기의 증거 : 스칸디나비아 반도의 융기, 해안, 하안단구, 세라피스 사원의 기둥에 남은 천공조개 구멍 등
- ③ 침강의 증거 : 리아스식 해안, 다도래, 피요르, 평정해산 등

(2) 조산 운동 : 지형상의 두꺼운 퇴적층이 횡압력을 받아 거대한 습곡 산맥을 형성하는 과정. 주로 맨틀 대류에 의한 판의 이동이 원인

4. 판구조론 : 대륙이동설, 맨틀 대류설, 해저 확장설과 플룸 구조론

(1) 대륙이동설

- ① 대륙이동설의 주장 : 베게너는 지구상에 하나의 초대륙이 있었으나 고생대 말, 중생대 초부터 이동하여 분열되고 현재와 같은 대륙 분포를 이루게 되었다고 주장
- ② 증거 : 대서양 양쪽 대륙의 해안선 일치, 지질 구조의 연속성, 고생물 분포의 유사성, 빙하의 흔적 일치
- ③ 대륙이동설의 부활 : 대륙 이동의 원동력을 설명하지 못해 사장될 수 있었지만, 해령의 발견, 고지자기 연구 등으로 판게아의 모습을 추정할 수 있게 되면서 다시 등장하게 됨

(2) 맨틀 대류설 : 지구 내부의 방사성 원소의 붕괴열과 지구 중심에서 맨틀로 올라오는 열에 의해 맨틀 상하부의 온도 차가 생겨 대류가 일어난다는 이론

(3) 해저 확장설 : 맨틀 대류에 의해 해령에서 지각 물질이 생성되어 양쪽으로 확장하고, 해구에서 침강 소멸한다는 이론
- 증거 : 해령 기준 고지자기 줄무늬 대칭, 해양 지각의 나이 분포, 열곡과 변환단층의 존재 등

(4) 판구조론

- ① 의미 : 지표는 크고 작은 여러 개의 판으로 구성되었으며, 이 판들의 상호작용으로 여러 지각 변동이 일어난다는 이론
- ② 판의 구조
- 암석권(판) : 지각과 맨틀 상부 일부를 포함하는 단단한 부분, 약 100km 두께
연약권(지속도층) : 약 100~400km 깊이, 맨틀 대류가 일어나는 부분

③ 판의 경계 : 해령, 해구, 변환단층, 습곡산맥

판의 경계	발산 경계		수렴 경계			보존 경계
	대륙판-대륙판	해양판-해양판	대륙판-대륙판	대륙판-해양판	해양판-해양판	
작용하는 힘	장력		횡압력			-
지질 구조	정단층		역단층, 습곡			단층
지형	열곡대	해령, 열곡	습곡 산맥	호상 열도, 해구, 습곡 산맥	해구, 호상 열도	변환 단층
지진	천발 지진		주로 천발, 중발 지진	천발, 중발, 심발 지진		천발 지진
화산 활동	활발		거의 없음	습곡 산맥이나 호상 열도에서 활발		없음
지역	동아프리카 열곡대	대서양 중앙 해령, 동태평양 해령	히말라야 산맥, 알프스 산맥	일본 해구, 페루-칠레 해구	마리아나 해구	산안드레아스 단층

※ 열점 : 판의 경계는 아니지만, 마그마를 분출하는 지각 하부의 고정된 지점. 하와이 열도가 대표적이며 현무암질 마그마가 분출된다. 하와이 주변의 화산이나 해산을 분석하여 태평양 판의 이동방향과 속도를 알아낼 수 있다.

④ 판 운동의 원동력 : 맨틀의 대류

(5) 플룸 구조론 : 맨틀의 유동은 온도 차이로 인한 밀도 분포에 따라 나타나는데, 표층의 차가운 맨틀 물질은 가라앉고 내부 깊숙한 곳의 뜨거운 맨틀 물질은 상승하여, 맨틀 전체에 걸친 하강과 상승이 지구 내부 구조의 운동을 지배한다는 이론. 차가운 플룸의 일차적인 원인은 해양판의 섭입에 있으며, 판의 섭입이 시작되고 차가운 플룸이 생성되면 그 영향으로 뜨거운 플룸이 생성됨.

① 등장 배경

- 중앙 해령이 대륙판 밑으로 섭입해 내려가는 곳이 있음
- 열점에 의해 화산섬이 생성됨
- 해령의 상승류는 너무 약해서 이 힘만으로 해구 및 맨틀까지 판이 이동한다고 하기에 역부족

② 가치

판구조론이 지구 표면 가까이에서 일어나는 판 구조 운동을 설명한다면, 플룸 구조론은 맨틀 전체의 운동을 설명하는 이론이며 판의 경계가 아닌 곳에서 일어나는 지각 변동도 설명할 수 있다.

Chapter 04 지구의 역사

제1절 지질시대

1. 지층과 화석

(1) 지사 연구의 법칙

- ① 동일 과정설 : 현재 지구에서 일어나고 있는 지질 현상은 과거 지질시대에도 일어났다. “현재는 과거를 아는 열쇠이다.”
- ② 지층 누층의 법칙 : 지층의 역전이 없다면 아래 지층이 위 지층보다 먼저 생긴 것이다.
- ③ 관입의 법칙 : 관입한 화성암은 관입 당한 기존 암석보다 나중에 생긴 것이다.
- ④ 부정합의 법칙 : 부정합면을 경계로 상하 두 지층 사에는 큰 시간 간격이 있다.
- ⑤ 동물군 천이의 법칙 : 동일한 시대의 지층에서는 동종의 화석이 나타나고, 새로운 시대의 지층일수록 진화된 생물의 화석이 나타난다.

(2) 화석

- ① 생성 조건 : 생물체에 단단한 부분이 있고, 빨리 매몰되고, 개체수가 많으며, 화석화 작용을 받아야 화석이 생성될 수 있다.
- ② 종류 : 표준 화석, 시상 화석
 - 표준 화석 : 지층의 생성 시대를 알려주는 생물의 화석. 생존 기간이 짧고, 분포 면적이 넓으며, 개체수가 많아야 한다. (삼엽충, 갑주어, 공룡, 암모나이트, 화폐석, 매머드 등)
 - 시상 화석 : 고생물이 살았던 당시의 환경을 알려주는 화석. 생존 기간이 길고, 환경 변화에 민감한 생물이어야 한다. (산호, 고사리 등)

2. 지질 연대 및 지질시대 구분

(1) 지질 연대 측정

- ① 상대 연령 측정 : 지사 연구의 법칙과 표준 화석, 지층 대비 방법 이용
- ② 절대 연령 측정 : 방사성 동위원소의 반감기를 이용. 방사성 동위 원소는 주위의 온도, 압력 변화에 관계없이 일정 속도로 반감된다. U, Th, K 등의 반감기가 긴 원소는 지사학 연구나 암석의 연대를 측정하는데 이용되고, C 등의 반감기가 짧은 원소의 경우 고고학, 인류학 등에 이용된다.

(2) 지질시대 구분

- ① 지질시대 : 46억 년 전 ~ 현재(경우에 따라 1만 년 전까지로 보기도 함)
- ② 지질시대 구분 기준 : 대규모 지각 변동(부정합), 생물계의 급변(표준 화석)
- ③ 시간 단위 : 누대(이언) - 대 - 기 - 세
지층 단위 : 이언층 - 대층 - 계 - 통

제2절 과거의 환경과 생물

1. 지구 대기 조성의 변화

- (1) 원시 대기 성분 : H_2 , CH_4 , NH_3 , H_2O , CO_2 등(N_2 , O_2 는 존재 하지 않았다.)
- (2) 대기 조성의 변화 : 선캄브리아 시대 후기에 현재와 비슷한 성분으로 변화되었다.
 - N_2 : NH_3 가 분해되어 생성
 - O_2 : H_2O 의 광분해, CO_2 의 분해로 생성
 - O_3 : 자외선에 의해 O_2 가 분해되어 생성
 - CO_2 양의 급격한 감소 : 바닷물에 녹아 침전되거나 광합성 생명체에 흡수되면서 감소

2. 지질시대의 생물

- (1) 선캄브리아대: 사이아노박테리아, 에디아카라 생물군
- (2) 고생대: 삼엽충, 필석, 갑주어, 푸줄리나(방추충)
- (3) 중생대: 공룡, 암모나이트, 시조새
- (4) 신생대: 매머드, 화폐석, 인류의 조상 등장

제3절 우리나라의 지질

1. 지질도

(1) 주향과 경사

- ① 주향 : 진북 방향에 대해 지층면과 수평면이 만나는 교선의 방향
- ② 경사 : 지층면이 수평면에 대해 기울어진 각도와 방향

(2) 지질도 해석

- ① 주향 해석 : 지층 경계선과 등고선이 만나는 두점을 연결한 직선
- ② 경사 해석 : 높은 고도의 주향선에서 낮은 고도의 주향선 방향으로 그은 직선의 방향

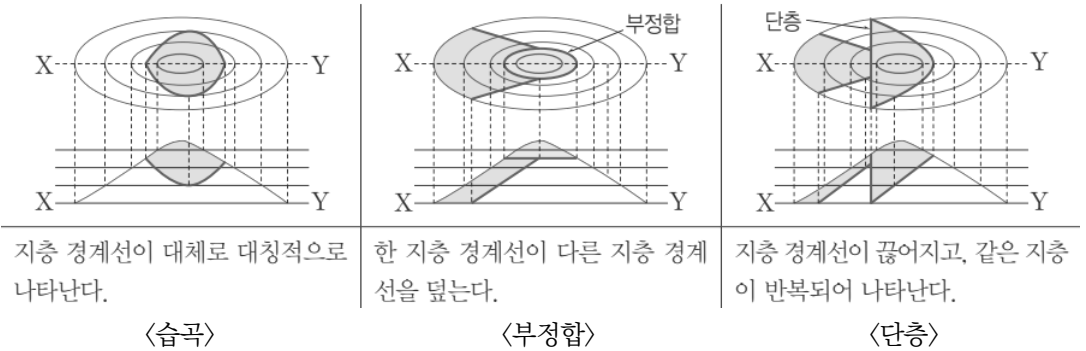
$$\text{경사각} \Rightarrow \tan \theta = \frac{H}{S} \quad (H: \text{두 주향선의 고도차}, S: \text{두 주향선 간의 거리})$$

③ 등고선과 지층 경계선과의 관계

- 수평층 : 지층 경계선이 등고선과 나란
- 수직층 : 지층 경계선이 직선
- 경사층 : 지층 경계선과 등고선 흰 방향이 반대일 경우는 지층의 경사가 지형의 경사와 같음, 지층 경계선과 등고선 흰 방향이 같을 경우 지층의 경사는 지형의 경사와 반대.



- 대표적인 지질 구조



2. 우리나라의 지질

- (1) 암석의 분포 : 변성암류(40%) > 화성암류(35%) > 퇴적암류(25%)
- (2) 대보 조산 운동 : 중생대 쥐라기 말 일어난 대규모의 조산 운동, 대보 화강암이 관입하였다. 남한의 지질 구조가 중국 방향으로 형성됨.
- (3) 우리나라 지질의 특성(다음 쪽 표)

3. 광상 : 경제적으로 유용한 광물이 농집되어 있는 곳

- (1) 화성 광상 : 고온의 마그마가 식어가면서 〈정마그마 광상 → 페그마타이트 광상 → 기성광상, 접촉교대광상 → 열수 광상〉의 단계를 거친다.
- (2) 퇴적 광상
 - ① 풍화 잔류 광상 : 고령토, 보크사이트
 - ② 표사 광상 : 사금, 사철
 - ③ 침전 광상
 - 화학적 침전 광상 : 암염, 석고, 망가니즈 등
 - 유기적 침전 광상 : 석탄, 석유, 석회암 등
- (3) 변성 광상 : 암석이 열과 압력을 받는 과정에서 새로운 광물이 형성되어 특정한 곳에 집중 분포하거나 기존 광물의 조성이 변하여 형성
 - ① 교대 광상: 석회암과 같은 암석에 마그마가 관입할 때 광물이 녹고 새로운 광물이 침전되어 기존 광물을 교대하여 형성되는 광상
 - ② 광역 변성 광상: 광역 변성 작용으로 형성되는 광상으로, 변성 작용이 일어나면서 물과 휘발 성분이 빠져나와 생긴 열수에 의해 광상이 형성.
 - ③ 우라늄, 흑연, 활석, 남정석, 홍주석, 석류석 등이 산출
 - ④ 대표적인 광상: 흑연 광상, 석면 광상, 활석 광상

지질 시대	지층명	지각 변동 및 특징
신생대	제4기	제4기층
	네오기	연일층군
	팔레오기	부정합
중생대	백악기	경상 누층군
	쥐라기	대동 누층군
	트라이아스기	대동 조산 운동
	페름기	평안 누층군
고생대	석탄기	대결층
	대본기	대결층
	실루리아기	대결층
	오르도비스기	대결층
	캄브리아기	조선 누층군
선캄브리아 시대 (시생 누대, 원생 누대)	옥천 누층군	부정합
	상원 누층군	부정합
	남령 육괴, 경기 육괴, 영남 육괴	변성암 복합체

선캄브리아 시대

남령 육괴, 경기 육괴, 영남 육괴에 편마암, 편암 등의 변성암이 기저를 이루었다. 그 후 상원 누층군과 옥천 누층군이 형성되었다.

고생대

남령 육괴와 영남 육괴 주변에서 고생대 전기에 조선 누층군이 형성되었고, 고생대 후기에 평안 누층군이 형성되었다.

중생대

한반도의 소규모 분지 지역에서 대동 누층군이 형성된 후, 경상 누층군이 형성되었다.

신생대

동해안과 서해안에 소규모로 퇴적층이 분포하며, 포항 분지 일대에 연일층군이 형성되었다.

〈우리나라 지질의 특성〉

(4) 석유의 생성 요건

- 대량의 유공충이 존재하며 사암과 같은 다공성 저류암이 분포하고 셰일과 같은 불투수성 암석이 덮개암으로 존재하는 습곡의 배사 구조 같은 곳에서 잘 생성된다.

Chapter 5. 태양계와 우주

제1절 태양계

1. 태양계

- (1) 태양계의 구성 : 태양, 행성, 소행성, 위성, 혜성, 유성, 운석 등
- (2) 태양계 천체의 운동
 - ① 행성의 공전궤도 : 원에 가까운 타원궤도, 공전 궤도면은 대부분 황도면 근처에 분포
 - ② 행성의 자전과 공전 : 공전 방향은 모두 서→동(시계 반대 방향), 자전 방향도 거의 같은 방향이지만 금성과 천왕성만 역자전.

2. 지구형 행성과 목성형 행성

구분	크기	질량	밀도	자전주기	편평도	위성 수	주성분	대기성분	고리
지구형	작다	작다	크다	길다	작다	적다	O, Si, Fe	N_2, O_2, CO_2	없다
목성형	크다	크다	작다	짧다	크다	많다	H, He	H_2, He	있다

- 행성에 대기가 존재하기 위한 조건 : 중력이 클수록, 표면 온도가 낮을수록 두꺼운 대기가 생성될 수 있다.

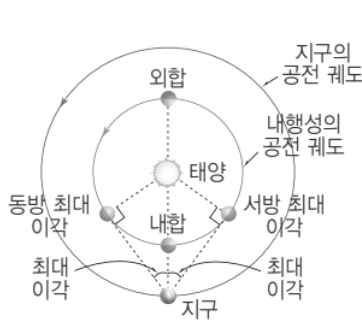
(1) 행성의 특징

- ① 수성 : 대기 없음, 많은 운석 구덩이, 일교차 매우 큼
- ② 금성 : 두꺼운 CO_2 대기, 온실효과 매우 큼, 표면 온도 최대, 반사율이 커서 가장 밝게 보임
- ③ 화성 : 산화철로 붉은 표면, 극관, 계절 변화, 물이 흐른 흔적
- ④ 목성 : 크기와 질량 최대, 80개 이상의 많은 위성, 빠른 자전으로 표면에 가로 줄무늬, 대적점
- ⑤ 토성 : 밀도가 가장 작고, 편평도는 최대, 80개 이상의 많은 위성, 선명한 고리
- ⑥ 천왕성 : 자전축이 공전 궤도면에 거의 나란
- ⑦ 해왕성 : 대흑점

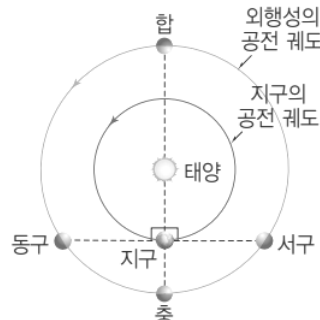
- (2) 왜소행성, 소행성 : 세레스, 에리스, 구 명왕성 등
- (3) 혜성 : 먼지와 가스 등의 덩어리, 태양 근처에 오면 태양 반대편으로 꼬리 생성
- (4) 유성과 운석
 - ① 유성 : 우주에 떠돌던 철질 또는 석질의 작은 천체나 물질들이 지구 대기에 유입된 후 대기와의 마찰로 타는 것
 - ② 운석 : 타지 못한 유성체가 지표까지 도달하는 것
 - 분화된 운석 : 철운석, 석철 운석, 에이콘드라이트
 - 미분화된 운석 : 콘드라이트(가장 원시적인 운석)

3. 행성의 운동

- (1) 행성의 위치 관계
 - ① 내행성 : 지구보다 안쪽에서 빠른 속도로 공전하기 때문에 내합 → 서방최대이각 → 외합 → 동방최대이각 순으로 시운동 한다.
 - ② 외행성 : 지구보다 바깥쪽에서 느린 속도로 공전하기 때문에 충 → 동구 → 합 → 서구 순으로 시운동 한다.



〈내행성의 위치 관계〉



〈외행성의 위치 관계〉

- (2) 행성의 시운동
 - ① 역행 : 천구상에서 행성이 시계 방향(동→서)으로 이동하는 것으로 보이는 경우, 내행성은 내합 부근에서 외행성은 충을 전후에서 나타난다.
 - ② 관측이 잘 되는 시기
 - 내행성 : 서방최대이각일 때 해뜨기 전 동쪽 하늘에서 하현달 모양의 위상으로, 동방최대이각일 때 해진 후 서쪽 하늘에서 상현달 모양의 위상으로 관측된다.
 - 외행성 : 충에 위치할 때 보름달 모양의 위상으로 밤새 관측된다.
 - ③ 관측이 안되는 시기 : 내행성의 경우 내합, 외합일 때와 외행성의 경우 합일 때 태양과 같은 방향에 나란히 위치하여 관측이 불가능하다.
- (3) 회합 주기(S) : 합에서 합, 충에서 충까지 걸리는 시간

$$\frac{1}{S} = \left| \frac{1}{E} - \frac{1}{P} \right| \quad (S: \text{회합주기}, E: \text{지구의 공전주기}, P: \text{행성의 공전주기})$$

- (4) 케플러 법칙
 - ① 제 1 법칙 : 타원궤도의 법칙
 - ② 제 2 법칙 : 면적 속도 일정의 법칙
 - ③ 제 3 법칙 : 조화 법칙 행성의 공전주기 $(T)^2 \propto$ 행성의 공전궤도 장반경 $(a)^3$

제2절 태양과 별

1. 태양

- (1) 태양의 광도(L)
 - ① 태양 상수를 이용해 계산

$$L = 4\pi r^2 \cdot I \quad (r: \text{지구와 태양사이 거리}, I: \text{태양 상수})$$
 - ② 슈테판-볼츠만 공식을 이용해 계산

$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4 \quad (R: \text{태양의 반지름}, \sigma: \text{슈테판-볼츠만 상수}, T: \text{태양의 표면 온도})$$

(2) 태양의 온도(T) $\approx 5,800K$

2. 태양의 구조

(1) 태양의 내부 구조 : 핵(수소 핵융합 반응), 복사층, 대류층

(2) 태양의 표면

① 광구 : 우리 눈에 보이는 태양의 표면.

- 태양 표면의 대류현상으로 생기는 쌀알무늬
- 강한 자기장이 대류를 방해하여 어둡게 보이는 흑점이 관측된다.
- 흑점 수는 약 11년을 주기로 증감하며 흑점 관측으로 태양의 자전과 위도에 따른 자전 속도를 알 수 있다.
- 흑점 수 극대기에 지구에서는 자기 폭풍, 텔린저 현상, 오로라 등이 나타날 수 있다.

(3) 태양의 대기 : 채층이라고 부르며 플레어, 홍염, 코로나 등이 관측된다.

3. 별

(1) 별까지의 거리

① 연주시차 : 100pc 이내의 가까운 별의 거리를 직접 측정할 수 있다.

$$r(pc) = \frac{1}{P''} \quad (r: \text{별까지의 거리}, P'': \text{연주시차}), \quad \text{포그슨 방정식} : m_1 - m_2 = -2.5 \log \frac{l_1}{l_2}$$

② 포그슨 방정식을 응용한 별까지 거리(r) 구하는 식

$$m - M = 5 \log r - 5 \quad (m: \text{별의 겉보기 등급}, M: \text{별의 절대 등급})$$

(2) 별의 등급

① 5등급 차는 100배의 밝기 차, 1등급 차는 2.5배의 밝기 차. 등급이 작을수록 밝은 별

② 겉보기 등급(m) : 지구에서 관측했을 때의 별의 밝기 등급

③ 절대 등급(M) : 모든 별을 지구로부터 10pc(32.6LY) 거리에 있다고 가정하고 따진 별의 실제 밝기 등급

(3) 별의 표면 온도

① 스펙트럼 형(분광형) : 태양은 G형, 황색의 별

스펙트럼형(분광형)	O	B	A	F	G	K	M
표면온도	고온 ←						→ 저온
색	청색	청백색	백색	황백색	황색	주황색	적색
색지수	-0.5	-0.3	0	0.2	0.5	1.0	2.0

② 색지수 : 겉보기 등급은 사진등급(m_p)에서 안시등급(m_v)으로 관찰한 후 그 등급 차이를 나타낸 값. 고온의 별 일수록 (-)값이 나온다.

(4) 별의 공간 운동

① 고유운동($\mu''/\text{년}$) : 별이 1년 동안 천구 상을 이동한 각거리

② 공간 속도(V) : 별이 공간을 움직여 가는 속도, 시선속도(V_R)와 접선속도(V_T)로부터 구한다.

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_T^2}$$

- 시선속도(V_R) : 도플러 효과를 이용해서 구함

- 접선속도(V_T) : 시선속도에 직각 방향인 속도 성분. 고유운동($\mu''/\text{년}$)과 별의 거리로부터 구함.

4. 천체 망원경

(1) 망원경의 성능

집광력	<ul style="list-style-type: none"> - 빛을 모아주는 능력 - 집광력 $\propto D^2$ (D : 망원경의 구경)
분해능	<ul style="list-style-type: none"> - 인접한 두 물체를 구분해 볼 수 있는 능력. 값이 작을수록 세밀하게 관측된다. - 분해능 $\propto \frac{\lambda}{D}$ (λ : 천체에서 방출되는 빛의 파장)

배율(확대능)	- 상을 확대해 볼 수 있는 능력, 배율이 높으면 시야가 좁아지고 상은 어두워진다. - 배율 $\propto \frac{F}{f}$ (F : 대물렌즈의 초점거리, f : 접안 렌즈의 초점거리)
F수	- 상의 밝기를 나타내는 수치. F수가 작을수록 밝은 렌즈 - $F수 = \frac{F}{D}$ (F : 대물렌즈의 초점거리, D : 대물렌즈의 지름, 구경)

(2) 망원경의 종류 - 광학 망원경, 전파 망원경

① 광학 망원경의 종류 : 빛을 모으는 방법에 따라

구분	굴절 망원경	반사 망원경
종류	- 갈릴레이식 - 케플러식	- 뉴턴식 - 카세그레인식
장점	- 경통 내부가 밀폐되어 있어 상이 안정적 - 해상도가 좋은 편	- 색수차가 없으며, 가격이 저렴 - 대형 망원경 제작에 용이
단점	- 색수차가 생기며, 가격이 비쌈 - 렌즈가 무거워 대형 제작이 힘들	- 경통 안의 공기의 흐름으로 상이 불안정 - 해상도가 떨어지는 편
이용	- 소형 망원경 제작에 적합 - 행성이나 달 표면 관측	- 대형 망원경 제작에 적합 - 성단, 성운, 은하 관측

② 전파 망원경

파장이 긴 전파 영역의 전자기파를 모으는 망원경

(3) 가대의 종류

가대는 망원경의 경통과 삼각대를 연결하며, 망원경의 방향을 조정해 주는 장치이다.

- ① 경위대식 : 경통을 상하좌우로 움직이면서 천체를 찾는 방식. 구조가 간단하여 사용이 간편하지만 별의 움직임을 계속 추적하기 어렵다.
- ② 적도의식 : 지구의 자전축에 평행한 축(극축)과 이와 직각인 축을 따라가며 천체를 찾는 방식이다. 극축을 중심으로 망원경을 돌리면 별을 추적하면서 관측할 수 있다.

(4) 망원경 조작법 순서 : 균형 맞추기 → 광축 맞추기 → 극축 맞추기

5. 별의 H-R도

별의 분광형(또는 색지수, 표면 온도 등)을 가로축에, 절대 등급(또는 광도, 실제 밝기)을 세로축으로 하여 별들을 분류한 도표

- ① 주계열성 : 대부분의 별이 머무는 그룹. 질량-광도 관계, 질량-반지름 관계 성립
- ② 거성, 초거성 : H-R도의 오른쪽 위, 온도는 낮고 반지름이 크고 밀도는 작다.
- ③ 백색왜성 : H-R도의 왼쪽 아래, 온도는 높고 반지름이 작으며 밀도는 매우 크다.

6. 별의 진화

(1) 별의 에너지 : 중력 수축 에너지, 핵융합 에너지

(2) 태양 정도 질량에 해당하는 별의 진화

성운 → 원시별 → 주계열성 → 적색거성 → 행성상 성운 → 백색왜성

- 별의 질량에 따라 달라지는 것 : 영년 주계열성일 때 H-R도 상의 위치, 별의 진화 과정과 속도, 별의 내부구조, 별의 수명이 다르게 나타난다.
- 질량이 큰 주계열성일수록 H-R상에 왼쪽 위에 위치하며, 진화가 빠르고, 내부가 더 복잡한 구조로 진화하며 수명이 짧다.

(3) 별의 진화

- ① 작은 질량의 별 : 주계열성 → 적색거성 → 행성상 성운 → 백색왜성
- ② 질량이 큰 별 : 주계열성 → 초거성 → 초신성 → 중성자별 또는 블랙홀

(4) 핵반응 과정 : $H \rightarrow He \rightarrow C + O \rightarrow O + Ne + Mg \rightarrow Si \rightarrow Fe$

(주계열성) (거성)

- 폭발 후에 우주로 퍼져나간 성간 물질은 다시 새로운 별의 재료로 쓰인다.

- 대부분의 백색왜성과 중성자별, 블랙홀은 다시 별로 태어날 수 없다.
- 백색왜성이 밀도가 크지만, 중성자별이나 블랙홀의 밀도는 백색왜성과 비교도 할 수 없을 만큼 더 크다.

제3절 은하와 우주

1. 우리은하

(1) 우리은하의 구성 : 성간 물질, 성운, 성단 등

- ① 성운 : 암흑 성운, 발광(방출) 성운, 반사 성운
- ② 성단 : 별들의 집단

구분	수	나이	온도	색깔	성간물질 양	구성	위치
산개성단	적다	젊은 별	높다	파란	많다	종족 I	나선팔
구상성단	많다	늙은 별	낮다	붉은	적다	종족 II	핵, 헤일로

(2) 우리은하의 구조

- ① 모양 : 정상 나선 은하
- ② 크기 : 반지름 5만 광년(약 14kpc) → 태양계의 위치 : 중심에서 3만 광년 거리 나선팔

(3) 우리은하의 회전

태양계 근처 별들의 시선속도 변화를 조사하여 알아냄

2. 외부 은하

(1) 외부 은하까지의 거리

- ① 가까운 은하 : 세페이드 변광성의 변광 주기-광도 사이 관계를 이용
- ② 먼 은하 : 허블 법칙을 이용

(2) 허블 법칙 : 은하의 후퇴속도는 별까지의 거리에 비례한다. 이를 통해 알아본 결과 대부분의 은하에서 적색편이가 나타나며 멀어지고 있다. 우주는 팽창하고 있으며 팽창의 중심은 없다.

$$V = H \cdot r \quad (V: \text{후퇴속도}, H: \text{허블상수}, r: \text{은하까지 거리})$$

3. 우주의 진화

(1) 대폭발(빅뱅) 우주론

- ① 의미 : 약 138억 년 전, 초고온·초고밀도의 한 점에서 물질이 폭발한 후 팽창하여 현재의 우주가 만들어졌다. 우주의 질량은 일정하고, 밀도는 감소하였다.
- ② 증거 : 2.7K의 우주 배경 복사, 우주의 수소와 헬륨의 질량비, 퀘이사의 발견
- ③ 우주의 나이 $(t) = \frac{1}{H}$ (H : 허블상수)
- ④ 우주의 크기 $(r) = \frac{c}{H}$ (c : 광속, H : 허블상수)

(2) 정상 우주론(연속 창조론) : 팽창하는 우주 공간에서 물질이 계속 생겨나므로 우주의 밀도는 일정, 우주의 질량은 증가. 빅뱅 우주론 이전의 지배적인 이론이었다.

4. 우주의 미래

(1) 임계 밀도

우주의 팽창이 멈출 만큼 필요한 인력을 만들려면 우주의 평균 밀도가 최소한 $10^{-29} g/cm^3$ 는 되어야 하는데, 이 밀도를 임계 밀도라고 한다.

(2) 여러 형태와 우주의 미래

우주의 평균 밀도가 임계 밀도보다 작으면 열린 우주, 임계 밀도와 같으면 평탄 우주, 임계 밀도보다 크면 닫힌 우주가 된다.

- ① 열린 우주 : 현재 우주는 팽창하고 있으며, 앞으로도 계속 팽창할 것이라는 우주 모델
- ② 평탄 우주 : 우주의 팽창이 어느 한계에 도달하면, 팽창 속도가 0에 근접할 것이라는 우주 모델
- ③ 닫힌 우주 : 우주의 팽창이 어느 한계에 도달했다가 다시 수축하여 한 점에 모이는 우주 모델

(3) 우주의 미래 : 열린 우주 → 가속 팽창 우주

관측된 은하들의 질량으로 추정한 우주의 밀도는 약 $10^{-30} g/cm^3$ 이므로 우리의 우주는 열린 우주로 보인다. 하지만 우주 내에는 아직도 찾아내지 못한 물질들이 많이 있을 수 있고, 허블 상수의 측정에도 오차가 있으며, 최근의 관측 자료에 의하면 암흑에너지의 영향이 커져, 팽창 속도가 점점 증가하는 가속 팽창 우주 모델을 표준 우주 모형으로 제시하고 있다.

종합반이 많아도, 기준은 하나입니다.

2026년 변리사스쿨 Care+ 관리형 1차 종합반

CARE+ 관리형 종합반은 단순 수강이 아니라 '합격을 완성하는 시스템'입니다.

콘텐츠·관리·환경·모의고사까지 올인원 구성

변리사 종합반의 기준, 올해도 변리사스쿨입니다.

01 THE PREMIUM

전과목 완강 가능한 콘텐츠 제공, 오직 Care+에서만

📖 1차 전과목 전강좌 수강

👛 변리사 시험에 최적화된 콘텐츠 구성

🎓 기초부터 실전까지 모든 커리큘럼 완비

02 THE NEW

합격의 흐름을 아는 1타 강사진과 함께

👤 변리사 1차 전문 교수진 라인업

📅 시험일까지 넉넉한 수강 기간

💡 수험생 맞춤 일정 설계로 반복학습 최적화

03 THE PERFECT

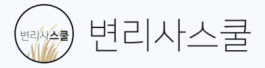
관리, 환경, 혜택까지 완성된 '합격 시스템'

🏠 24시 프리미엄 독서실 + 암기자료 제공

🎁 2차 대비 특허법 선행 강의 제공

📝 전 회차 모의고사 무료 + 장학금 기회

- ✓ 생동차 합격자 다수 배출
- ✓ 전년도 종합반 조기마감 (150명)
- ✓ 실제 합격자 기반 커리큘럼 설계



변리사스쿨 **현장**종합반 vs **온라인**종합반 등록금

변리사스쿨 Care+ 현장종합반	변리사스쿨 Care+ 온라인종합반
<ul style="list-style-type: none"> - 변리사 1차시험일까지 - THE PREMIUM 실전모의고사 전 회차 무료응시 🎓 동차 합격까지 대비 가능한 2차 특허법 선행강의 제공 👤 현직 변리사 밀착관리 & 매일 암기자료 제공 🏆 장학제도 & 모의고사 성적우수자 혜택 운영 	
🕒 24시 프리미엄 독서실 제공	인마이제이 독서실 20%할인 제공
430만원	350만원

"합격을 설계하다" - Care+ 3단계 학습 프로그램

합격은 운이 아닌, 흐름입니다.

CARE+는 '어떻게 공부할 것인가'를 시험일까지 단계별로 설계합니다.

단순한 강의 나열이 아니라, 실제 합격자들이 거쳐간 학습 시나리오를 제공합니다.

STEP 1. 전과목 기반 완성 – 기본 이론 집중 (3월 ~ 6월)

“빠르고 정확하게, 기본을 끝내야 실전이 시작됩니다.”

- 민법·특허법·상표법·디자인보호법
- 물리·화학·생물·지구과학 전과목 기초완성
- 2차 특허법 선행강의 가능 (★ 수강 전 멘토변리사와 필수 상담)


📌 기초이론 단기 정복 → 여름부터 문제풀이 전환 유도

	3	4	5	6	7
민법	기본강의			중급강의	
특허법	기본강의		판례강의	조문특강	
상표법	기본강의		판례강의		
디자인보호법					기본강의 (or 8월)
물리	기본강의				
화학	기본강의				
생물	기본강의				
지구과학			기본강의		

STEP 2. 문제풀이 집중 – 실전 감각 내재화 (7월 ~ 11월)

“모든 문제는 결국 익숙함에서 풀립니다. 실전형 사고를 만드는 구간입니다.”

- 과목별 객관식·기출문제·OX 문제풀이 진행
- THE PREMIUM 실전모의고사 전 회차 응시 (6월 ~ 1월)
- 실제 시험 출제경향 기반 실전 분석 반복
- 2차시험이후, 2차과정 학습에 대한 상담필요시 멘토변리사에게 요청

 정답률 향상을 위한 반복훈련 + 문제해석능력 강화

	7	8	9	10	11
민법		객관식강의			
특허법	기출문제풀이			객관식강의	
	OX문제풀이				
상표법		기출문제풀이			
디자인보호법				기출문제풀이	
물리	기출문제풀이		예상문제풀이		
화학	기출문제풀이	객관식강의			
생물	기출문제풀이		객관식강의		
지구과학				심화 및 문제풀이	

STEP 3. 마무리 정리 - 회독 + 암기 집중 (10월 ~ 2월)

“외우는 양이 아니라, 남는 내용이 합격을 만듭니다.”

- 최신판례 정리 / 진도별 마무리 / 기출 OX 복습
- 자연과학 핵심요약 및 실전모의고사
- 전과목 셀프 정리 + 암기자료 집중 제공

📌 기억을 완성하고, 시험 직전 실전 리듬에 최적화

	10	11	12	1	2
민법		실전조문강의	최신판례강의	진도별 모의고사	최종 셀프마무리
				변호사시험 기출강의	
특허법			심사기준강의		
상표법			산업재산권법 최종정리		
디자인보호법					
물리			최종정리		
화학	최종정리	유기화학, 고분 자, 분광학 특강			
생물		실전모고 및 핵심 정리			
지구과학			기출 및 실전모고풀이		

CARE+ 관리형 종합반만의 프리미엄 혜택

“공부는 혼자 할 수 있어도, 합격은 함께 만들어야 가능합니다.”

Care+는 관리, 환경, 전략, 동기까지 모두 포함한
합격 중심의 올인원 학습 시스템입니다.

01.

현직 변리사 밀착관리 시스템

조별 스터디 관리 + 개별 학습 진단
상황별(초시/반수/N시생) 맞춤 학습 전략 설계
1:1 맞춤 피드백 + 실시간 질의응답 지원

나에게 맞는 공부법,
이제는 전문가가 함께 설계해줍니다.”

02.

24시간 프리미엄 독서실 제공 (현장반 한정)

본관 독서실 1년 전액 무료 제공
인마이제이 제휴 독서실 20% 할인
실제 합격생들이 사용한 동일 학습 공간 제공

“합격자들의 하루가 시작되는 공간,
지금 그대로 드립니다.”

04.

전 회차 프리미엄 모의고사 무료 응시 + 장학제도 운영

모의고사 (6월~1월) 매월 정기 시행
실전 수준 문제지 + 자동 성적분석 제공
고득점자 장학금 제공 (동차 종합반 등록 시)

“모의고사는 평가가 아니라,
합격까지의 시뮬레이션입니다.”

05.

매일 제공되는 암기자료 & 학습 리마인더

조문/판례/과학 과목 핵심 암기자료 매일 배포
중요 개념 반복 학습을 위한 압축 툴 제공
스터디와 같은 집중 관리

“매일의 암기가,
결국 남들과의 차이를 만듭니다.”

CARE+는 강의만 제공하지 않습니다.

합격의 흐름을 지켜주는 '**관리형 시스템**' 그 자체입니다.

24시 프리미엄 독서실 (본관)

63회 시험일까지 1년간 제공

전통 고전미를
모티브로 설계된
최고급 학습 공간

→ 정서적 안정감 + 집중력 향상

24시간
완전 개방
운영 시스템

→ 수험생 생체리듬에 맞는 학습 가능

전 좌석
백색소음기 설치로
집중력 극대화

→ 소음 차단 + 몰입 강화

고급
편의시설
완비

→ 커피머신, 휴게공간(실내·실외)

호텔급 위생관리
& 여성 전용
독립 공간 운영

비데 설치, 청소전문업체 상시관리
여성전용 화장실 완비

좌석
재배정
시스템 운영

연간 3회 실시
조기 등록자(2월 이전)
우선 선택권 부여

출입
통제형
독서실

지문인식 기반 외부인 출입 제한 시스템
→ "오직 종합반 수강생만을 위한 프라이빗
학습 공간"

변리사스쿨 Care+ 특별관리 프로그램

"강의만 듣는 것으로는 부족합니다.

Care+는 '합격을 위한 하루의 흐름'까지 설계합니다."

스마트타임 시스템

- 정해진 자습 시간표 자동 제공 (앱 연동)
- 9:00 ~ 21:50까지 자습 + 휴식 루틴 자동 알림
- 점심·저녁 시간 고정, 핸드폰 회수 등 자율관리 보조

합격 액션 미션제

월~금, 일일 학습자료 제공
미션 수행 시만 귀가 가능 (자율+의무형)
→ 매일의 루틴이 학습 에너지로 전환

개별 밀착 관리

개인별 진도 체크
실시간 1:1 질의응답 (현직 변리사/강사진 직접 응답)
출석률 체크 + 성실도 기반 포상 운영

인(人)적 네트워크 제공

1차 종합반 전체 단톡방 운영
현직 변리사·강사와의 1:1 소통 채널 구축
→ "단순 수강생이 아닌, 학습 커뮤니티의 일원으로"

모의고사 기반 중간 점검

2026년 6월 ~ 2027년 1월까지 매월 실전 모의고사 진행
강사와 피드백 상담을 통한 약점 보완 코칭
모의고사 응시 인원 기준: 압도적 1위 유지

💡 "수강만 하는 수험생과, 점검받는 수험생의 결과는 다릅니다."

조기등록 혜택

합격은 빠르게 시작한 사람이 앞서갑니다.

정규 개강 전 등록자에게만 제공되는 선행 혜택입니다.

✓ 혜택 내용

2025년 전년도 1차 전강좌 온라인 강의 제공

- 개강 전 선행 복습, 과목 체감도 향상
- 초시생 & N시생 & 반수생에게 최적의 선행전략

"합격은 준비된 자의 특권입니다. 지금 등록하면, 가장 빠른 준비를 시작할 수 있습니다."

신청 방법

- 홈페이지 온라인 접수, 학원 방문 접수 가능

- 1. 현장종합반 과정(프리미엄 독서실 포함) : 430만원**
(3회분납 가능 - 143.3만원/143.3만원/143.4만원)
- 2. 온라인종합반 과정(프리미엄 독서실 불포함) : 350만원**
(3회분납 가능 - 116.6만원/116.6만원/116.8만원)

