

D-30 단기합격 솔루션

전기산업기사

필기

핵심 이론 &
엄선된 필수 기출문제 458선

김상훈 편저

편저 **김상훈** (일렉김에듀 www.eleckim.co.kr)

건국대학교 전기공학과 졸업(공학박사)

前 김상훈 전기기술학원 원장

現 일렉김에듀 및 공패스 대표이사

現 EBS 전기(산업)기사/전기공사(산업)기사 교수

저서: 『2015 전기기사 필기 과년도 기출문제 & 동영상』 외 3종,

『2015 전기기사 실기 과년도 기출문제 & 동영상』 외 1종, 『2015 회로이론』 외 6종

D-30 단기합격 솔루션 전기산업기사 필기 핵심 이론 & 엄선된 필수 기출문제 458선

초판발행 2015년 6월 26일

편저자 김상훈 / 펴낸이 김태현

펴낸곳 한빛아카데미(주) / 주소 서울시 마포구 잔다리로7길 16 한빛아카데미(주)

전화 02-2128-8786 / 팩스 02-336-7199

등록 2013년 1월 14일 제2013-000013호 / ISBN 979-11-5664-194-0 13560

총괄 전태호 / 책임편집 권오상 / 기획 박서연

디자인 인투

영업 황상모, 이윤형, 김진철, 유제욱, 김태진, 주희 / 마케팅 김호철

이 책에 대한 의견이나 오타 및 잘못된 내용에 대한 수정 정보는 일렉김에듀 홈페이지나 합격발전소 카페의 게시판을 이용해 알려주십시오. 잘못된 책은 구입하신 서점에서 교환해 드립니다. 책값은 뒷표지에 표시되어 있습니다.

홈페이지 www.eleckim.co.kr 카페 <http://cafe.daum.net/eleckimedu>

Published by HANBIT Academy, Inc. Printed in Korea

Copyright © 2015 김상훈 & HANBIT Academy, Inc.

이 책의 저작권은 김상훈에 있습니다.

이 책의 기출문제는 기존에 출제되었던 문제 또는 유사한 문제이나 해설에 대한 내용은 편저자에게 있습니다.

이 책의 해설에 대한 내용은 편저자 및 한빛아카데미의 승인 없이 사진 복사 등 다른 수단을 통해 복사 및 재생하여 이용할 수 없습니다.

지금 하지 않으면 할 수 없는 일이 있습니다.

책으로 펴내고 싶은 아이디어나 원고를 메일(academy@hanbit.co.kr)로 보내주세요.

한빛아카데미(주)는 여러분의 소중한 경험과 지식을 기다리고 있습니다.

일렉김에듀는 한빛아카데미의 전기 수험서 브랜드입니다.

여러분은 어떤 수험서로 공부하시겠습니까?

시험 D-30 대비 핵심 이론 & 엄선된 필수 기출문제 정리
공부할 시간이 부족한 수험생을 위한 초단기 합격 솔루션
한 권으로 전기기사의 이론과 기출문제 완벽 대비

**[자격증, 그리고 합격에 대한 절실함에
한빛아카데미와 일렉김에듀가 답합니다.]**



일렉김에듀는 한빛아카데미의 전기 수험서 브랜드입니다.
www.eleckim.co.kr

- **국내 최다 공사 합격자를 배출한** 전기 분야 No.1 김상훈 박사가 최신 출제 경향 및 개정 판단기준에 맞춰 철저히 분석·정리하였습니다. 한 문제, 한 문제 수험생들의 눈높이에 맞춘 풀이를 제공합니다.
- **EBS가 인정한 전기 분야 최고 강사** 김상훈 박사가 14개년 과년도 기출문제 중 가장 많이 출제된 문제들만 엄선하였습니다.
- 공부하다 궁금한 점은 언제든지 일렉김에듀에 문의하세요. 김상훈의 합격발전소가 함께합니다.

아무진 시험 준비

시험 안내

시험 상세 정보 및 응시자격 자가진단은 Q-NET 홈페이지(www.q-net.or.kr)에서 꼭 확인하세요.



시행처

한국산업인력공단(<http://www.q-net.or.kr>)



시험 과목

- 필기 : 전기자기학, 전력공학, 전기기기, 회로이론
전기설비기술기준 및 판단기준
- 실기 : 전기설비설계 및 관리



응시자격

- 기능사(타 산업기사, 타 자격 포함) 이상 + 실무 1년 이상
- 동일(유사) 분야 자격 산업기사 이상
- 동일 종목 외 외국자격 취득자
- 기능경기대회 입상
- 2년제 또는 3년제 관련 학과 졸업자 · 예정자
- 4년제 관련 학과 졸업자 + 전 과정의 1/2 이상 수료자
- 동일(유사) 분야 실무 경력 2년 이상



검정 방법

- 필기 : 객관식 4지 택일형, 과목당 20문항(과목당 30분)
100점을 만점으로 하여 과목당 40점 이상, 전과목 평균 60점 이상
- 실기 : 필답형(2시간)
100점을 만점으로 하여 60점 이상



“자격증 준비부터 취업까지”



가산점

- 6급 이하 및 기술직공무원 채용시험 시
- 공업직렬의 항공우주, 전기 직류와 해양수산직렬의 수로, 해양교통시설 직류에서 채용 계급이 8·9급
- 기능직 기능8급 이하일 경우에는 5%, 6·7급, 기능직 기능7급 이상일 경우에는 3% 단, 가산 특전은 매 과목 4할 이상 득점자에게만, 필기시험 시행 전일까지 취득한 자격증에 한함
- 한국산업인력공단 일반직 5급 채용 시(필기시험 만점의 5%)
- 경찰공무원 채용 시험



취업 및 전망

- 한국전력공사



- 전기 관련 제조, 관리, 대행 업체

한국전력공사를 비롯한 전기기기 제조업체, 전기공사업체, 전기설계전문업체, 전기기기 설비업체, 전기안전관리 대행업체, 환경시설업체 등에 취업



- 연구실 및 개발실

전기부품 · 장비 · 장치의 디자인 및 제조, 실험과 관련된 연구를 담당하기 위해 생산업체의 연구실 및 개발실에 종사



야무진 시험 준비 II

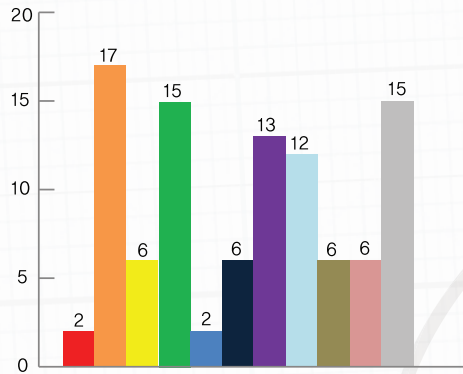
한눈에 보는 출제 분석표

당해 연도 출제 경향 분석에 따른 최신 정보는 일렉김에듀(www.eleckim.co.kr)에서 업데이트됩니다.

01 | 전기자기학

전기자기학은 새로운 문제가 가장 많이 출제됩니다. 따라서, 기본 과정에서 출제 기준에 맞추어 공부하는 것이 필요합니다.

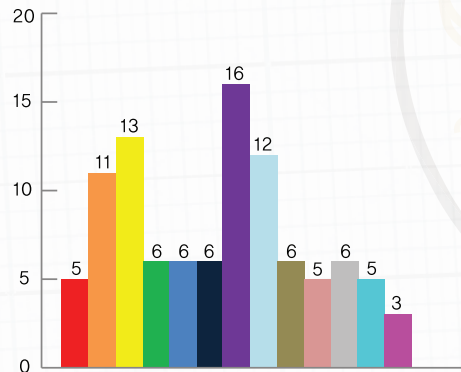
- 벡터해석 ■ 진공중 정전계 ■ 도체계와 정전용량
- 유전체 ■ 전기영상법 ■ 전류 ■ 진공중 정자기
- 자성체와 자기회로 ■ 전자유도 ■ 인덕턴스 ■ 전자계



02 | 전력공학

전력공학은 2차 실기시험에도 영향을 미치는 중요한 과목입니다. 그러나 발전공학은 많이 출제되어도 2~3문제이므로 시간이 부족한 경우에는 이 부분에 많은 학습 비중을 두지 않는 것도 한 방법입니다.

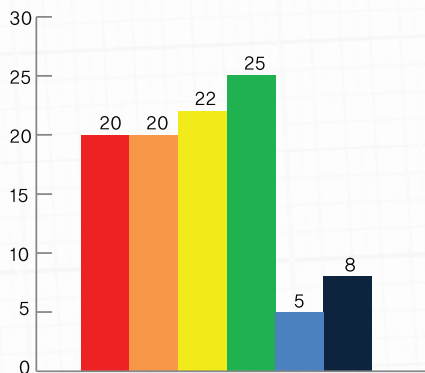
- 전선로 ■ 선로정수 및 코로나 ■ 송전선로 특성값 계산
- 고장계산 ■ 중성점 접지방식 ■ 유도장해
- 이상전압 및 전력용 개폐장치 ■ 배전선로 구성과 공급방식
- 배전선로의 전기적 특성 ■ 배전선로의 운용과 보호
- 수력발전 ■ 화력발전 ■ 원자력발전



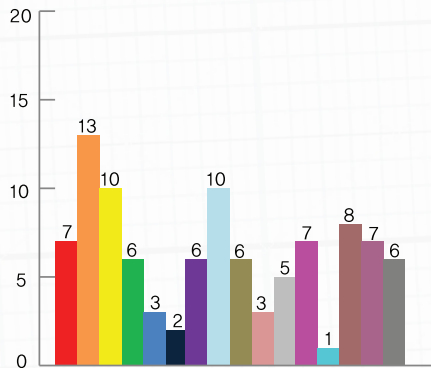
03 | 전기기기

전기기기를 어려워하는 수험생들이 많습니다. 그러나 실제 시험은 비교적 간단히 출제되므로, 과년도 기출문제를 꾸준히 풀어보는 것이 좋습니다.

- 직류기 ■ 동기기 ■ 변압기 ■ 유도기
- 교류정류자기 ■ 정류기



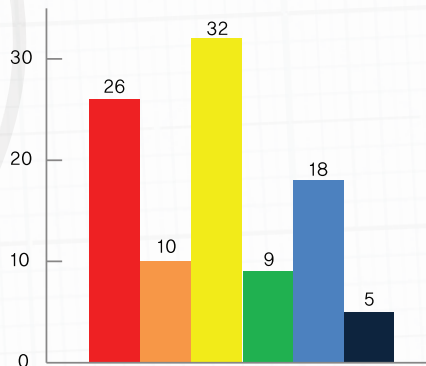
“분석표로 요령 있게 공부”



04 | 회로이론

회로이론의 앞부분보다는 뒷부분의 항목들을 심도 있게 공부해야 높은 점수를 기대할 수 있습니다.

- 직류회로 ■ 정현파교류 ■ 기본교류회로 ■ 교류전력
- 상호유도결합회로 ■ 벡터계적 ■ 선형회로망
- 대칭 n상 교류 ■ 대칭좌표법 ■ 비정현파 교류
- 2단자망 ■ 4단자망 ■ 분포정수회로 ■ 과도현상
- 라플라스 변환 ■ 전달함수



05 | 전기설비기술기준 및 판단기준

어려운 법규정을 전부 외우려고 하지 말고 먼저 요약된 내용들을 익히고, 많은 문제를 풀어봅니다. 핵심 요약 이론만 암기하면 적은 시간을 투자해도 문제없습니다.

- 총칙 ■ 전기발전 및 운용장소 전기시설 ■ 전선로
- 전력보안통신설비 ■ 전기사용장소의 시설 ■ 전기철도

아무진 시험 준비 III

이 책의 학습 방법

2001년 ~ 2014년간 출제 빈도수가 가장 높은 핵심 이론과 기출문제를 엄선하여 엮은 단기합격 대비 도서입니다.
공부할 시간이 부족한 수험생을 위해 초단기 집중력을 높여 학습할 수 있도록 구성하였습니다.



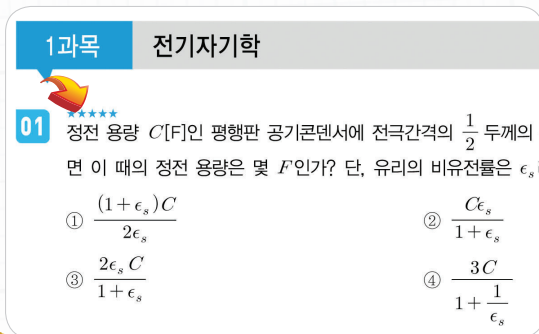
① 일렉김에듀에 가입하세요!

김상훈 저자님이 운영하는 전기 분야 최고의 e-learning 전문업체 '일렉김에듀(www.eleckim.co.kr)'에 가입하세요. 수시로 진행되는 특강 '저자와의 만남'부터 1:1 질문 답변 게시판, 시험 가이드와 학습방법 무료 강좌까지 다양한 혜택이 제공됩니다.



② 마지막 점검은 핵심 이론으로!

14개년 기출문제를 토대로 가장 비중 있게 출제되는 핵심 이론만 모았습니다. 시험 과목에 대한 전반적인 암기가 다 이루어지지 않은 수험생도 본 도서를 충실하게 이해하고 수록된 문제들만 다 풀 수 있다면 무리 없이 합격할 수 있습니다.



③ 458선 문제만 갖고 가세요!

출제빈도수에 따라 14년간 세 번 이상 출제된 문제는 별 3개, 네 번 이상 출제된 문제는 별 4개, 다섯 번 이상 출제된 문제는 별 5개로 나타냈습니다. 시험에 가장 많이 등장한 문제만 한 권에 모두 담았으니 본 도서에 수록된 기출문제만 다 풀어볼 수 있다면 컷라인 거뜬히 넘을 수 있습니다.



“합격을 위한 독자사랑 서비스”

④ 문제는 같아도 해설은 남달라요!

이해하기 쉽게 원리를 짚어주고 동일한 해설의 반복
으로 기본기를 다져주는 해설입니다. 특히 중요한 내
용은 **별색**으로 한 번 더 강조하였습니다. 같은 문제일
지라도 비교해보면 남다른니다.

⑤ 정오표는 모바일에서 먼저 확인하세요!

어마어마한 양의 학습량, 정오표까
지 매번 PC에서 확인해야 했던 번
거로움을 덜어드렸습니다. 도서 뒤표
지 하단에 있는 QR코드를 통해 빠
르고 간편하게 정오표를 확인하세요.

⑥ 어려운 내용은 동영상으로 답변해드려요!

문제 풀이 중 막히는 부분, 아무리 봐도 이해되지 않는 이론이 있다면 김상훈 저자님의 공식 다음 카페인 '합격발전소(<http://cafe.daum.net/electrickimedu>)' [학습문의] 게시판에 질문하세요. 동영상 답변이 필요한 질문은 적성껏 답변해드립니다.

06

★★★★★

선로, 기기 등의 저감절연 및 전력용 변압기의 단절인

- ① 직접 접지 방식 ②
③ 고저항 접지 방식 ④

Explanation



직접 접지 방식의 장점

- 1선 지락 시 전진상의 대지 전압 상승이 낮다(절연레벨 경감)
- 중성점을 0전위로 유지 가능(단절연 가능)
- 보호계전기 동작이 확실하다.
- 정격이 낮은 피뢰기 사용 가능

www.eleckim.co.kr / www.gongpass.com

일렉키메듀 김상훈 전기 교육 공식 카페
"합격발전소"에 오신것을 환영합니다.

한국전력, 한국수력원자력 등 공사/공단 취업을 준비하는 취업준비생들과
전기기사, 전기공사기사 자격증 취득을 위한 카페입니다.

학점/학수	학점	이수가능 학수	이수제한 학수	
 일렉트릭메추 * 학점 (점수) 학수번호 : 일렉트릭메추 001 학수명 : 1,2,3 학수종 : 01 커리큘럼 : 21 * 학과 정보	학점총계 : 0.54 학수개수 : 1	전체학점 : 0.54 학수개수 : 1 학과 : 21		
	필수학점 : 0.54 학수개수 : 1	필수학점 : 0.54 학수개수 : 1 학과 : 21		
	선택학점 : 0.00 학수개수 : 0	선택학점 : 0.00 학수개수 : 0 학과 : 21		
	이수가능 학수 : 0.00 학수개수 : 0	이수가능 학수 : 0.00 학수개수 : 0 학과 : 21		
이수가능 학수	학수번호	학수명	학점	이수가능 학수
001	001	1.2.3	0.54	0
002	002	1.2.3	0.54	0
003	003	1.2.3	0.54	0
004	004	1.2.3	0.54	0
005	005	1.2.3	0.54	0
006	006	1.2.3	0.54	0
007	007	1.2.3	0.54	0
008	008	1.2.3	0.54	0
009	009	1.2.3	0.54	0
010	010	1.2.3	0.54	0
011	011	1.2.3	0.54	0
012	012	1.2.3	0.54	0
013	013	1.2.3	0.54	0
014	014	1.2.3	0.54	0
015	015	1.2.3	0.54	0
016	016	1.2.3	0.54	0
017	017	1.2.3	0.54	0
018	018	1.2.3	0.54	0
019	019	1.2.3	0.54	0
020	020	1.2.3	0.54	0
021	021	1.2.3	0.54	0
022	022	1.2.3	0.54	0
023	023	1.2.3	0.54	0
024	024	1.2.3	0.54	0
025	025	1.2.3	0.54	0
026	026	1.2.3	0.54	0
027	027	1.2.3	0.54	0
028	028	1.2.3	0.54	0
029	029	1.2.3	0.54	0
030	030	1.2.3	0.54	0
031	031	1.2.3	0.54	0
032	032	1.2.3	0.54	0
033	033	1.2.3	0.54	0
034	034	1.2.3	0.54	0
035	035	1.2.3	0.54	0
036	036	1.2.3	0.54	0
037	037	1.2.3	0.54	0
038	038	1.2.3	0.54	0
039	039	1.2.3	0.54	0
040	040	1.2.3	0.54	0
041	041	1.2.3	0.54	0
042	042	1.2.3	0.54	0
043	043	1.2.3	0.54	0
044	044	1.2.3	0.54	0
045	045	1.2.3	0.54	0
046	046	1.2.3	0.54	0
047	047	1.2.3	0.54	0
048	048	1.2.3	0.54	0
049	049	1.2.3	0.54	0
050	050	1.2.3	0.54	0
051	051	1.2.3	0.54	0
052	052	1.2.3	0.54	0
053	053	1.2.3	0.54	0
054	054	1.2.3	0.54	0
055	055	1.2.3	0.54	0
056	056	1.2.3	0.54	0
057	057	1.2.3	0.54	0
058	058	1.2.3	0.54	0
059	059	1.2.3	0.54	0
060	060	1.2.3	0.54	0
061	061	1.2.3	0.54	0
062	062	1.2.3	0.54	0
063	063	1.2.3	0.54	0
064	064	1.2.3	0.54	0
065	065	1.2.3	0.54	0
066	066	1.2.3	0.54	0
067	067	1.2.3	0.54	0
068	068	1.2.3	0.54	0
069	069	1.2.3	0.54	0
070	070	1.2.3	0.54	0
071	071	1.2.3	0.54	0
072	072	1.2.3	0.54	0
073	073	1.2.3	0.54	0
074	074	1.2.3	0.54	0
075	075	1.2.3	0.54	0
076	076	1.2.3	0.54	0

아무진 시험 준비 IV

한빛아카데미 전기 수험서의 다양한 구성 및 동영상 강좌 안내

한빛아카데미 & 일렉김에듀에서는 전기 분야 동영상 강좌를 국내 최초 6개월 무료로 제공하는 수험서부터 핵심 이론만 담은 이론 특강과 패키지 강좌, 출제 빈도가 높은 문제만 엄선한 프리미엄 강좌까지 다양하게 마련하였습니다.

도서1 기본서 / 필기 기출문제 / 실기 기출문제 시리즈

1. 기본서 시리즈(7종)

- 이론 + 핵심 기출문제 + 실전 기출문제 + 과년도 7개년 기출문제로 구성된 알찬 기본서 시리즈
- 도서 구입 시 책 뒷표지 안에 있는 쿠폰 번호를 입력하면 '과년도 7개년 기출문제' 6개월 무료 수강

2. 필기 기출문제 시리즈(4종)

- 2001년 ~ 2014년 필기 기출문제 전 강좌 6개월 무료 수강권 제공 ★(책 뒷표지 안에 쿠폰)
- 필기 기출문제 학습 중 이론이 필요할 때, [이론 특강] 동영상 강좌 일렉김에듀 홈페이지에서 별도 신청

3. 실기 기출문제 시리즈(4종)

- 2001년 ~ 2014년 실기 기출문제 전 강좌 6개월 무료 수강권 제공 ★(책 뒷표지 안에 쿠폰)
- 실기 기출문제 구매 시 실기 핵심요약 이론 PDF 파일 일렉김에듀(www.eleckim.co.kr) 다운로드

도서2 이론 특강 도서 & 기본서 패키지

1. 이론 특강

- 전기기사, 전기산업기사, 전기공사기사, 전기공사산업기사 각 자격증의 필기 핵심 이론 정리

2. 기본서(5~6권) 패키지 강좌

- 전기기사, 전기공사기사 과목(6권) 기본서 패키지 동영상 강좌 구입 시 해당 도서 증정
- 전기산업기사, 전기공사산업기사 과목(5권) 기본서 패키지 동영상 강좌 구입 시 해당 도서 증정

도서3 단기합격 솔루션

자격증별 필기 기출문제 중 출제빈도 높은 별 5개 ~ 별 3개 BEST 문제만 구성

- 단과(별 5개 / 별 4개 / 별 3개) 또는 패키지(별 5개 + 별 4개 + 별 3개) 선택 가능

■ 모든 동영상 강좌는 일렉김에듀(www.eleckim.co.kr)에서 수강하실 수 있습니다.



본 도서의 기출문제(별 5개 ~ 별 3개 문제)를 동영상 강좌로 한 번 더 학습하고자 한다면, 다음과 같은 방법으로 수강합니다. (단, 본 도서의 동영상 강좌는 유료입니다.)

❶ 주소 표시줄에 『<http://www.eleckim.co.kr/>』을 입력하여 일렉김에듀 홈페이지에 접속합니다.

※ 일렉김에듀는 한빛아카데미의 전기 수험서 브랜드입니다.

The screenshot shows the Ellectim website interface. At the top, there's a navigation bar with links like '회사소개', '쿠폰등록', '동영상강좌', '수험교재', '게시판', and '자료실'. Below this, there's a section for '회원로그인' (Member Login) with fields for '아이디' (ID) and '비밀번호' (Password). To the right of the login section, there's a large banner for '2015 전기기사 전기산업기사 실기 출간' (2015 Electrical Technician Practical Exam Book). Further right, there's a section for '합격의門' (Gate to Success) with information about the 2015 exam. At the bottom, there's a table with '공지사항' (Notice) and '자유게시판' (Free Board) sections. The page is annotated with red circles and numbers 1, 2, and 3, indicating the steps for purchasing a video course.

❷ [❶ 회원가입]을 클릭 후 일렉김에듀 회원으로 가입합니다.

❸ [❷ 동영상강좌] 메뉴에서 준비하는 자격증의 [프리미엄 강좌]를 선택합니다.

❹ 수강하고자 하는 강좌(단과 또는 패키지)를 선택합니다.

❺ [❸ MY 동영상 강의실]에서 등록된 동영상 강좌를 수강합니다.

※ 동영상 강의 시청을 위한 동영상 재생 프로그램은 자동으로 설치됩니다.

설치 프로그램이 나타나면 반드시 실행하시기 바랍니다.

동영상 재생이 원활하지 않을 때는 동영상 FAQ 또는 고객센터센터로 연락주시기 바랍니다.

아무진 시험 준비 V

시험 준비 기간에 맞는 학습방법

누구나 동일한 계획을 갖고 시험 준비, 취업 준비를 하지 않습니다. 스스로 공부 스타일, 실력을 자가진단을 해보고 기간별 학습방법을 참고합니다.



단기합격 솔루션

- 준비 기간 2~3개월
- 본 도서 & 기본서(취약 과목)

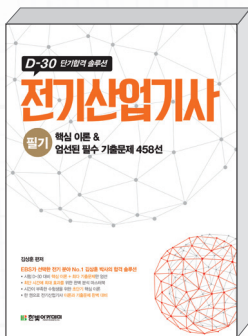
① 본 도서로 이론과 기출문제를 두 번 학습

(★ 기간 1개월 ~ 1개월 반)

② 취약 과목의 기본서를 선택

- 기본서의 이론과 각 챕터별 다양한 유형의 기출문제 풀이
- PART 02의 7개년 과년도 기출문제는 무료 동영상 강좌를 통해 마지막 점검
(★ 기간 1개월)

①



②



“기간별 맞춤 로드맵”

중장기 합격 솔루션



• 준비 기간 4~6개월

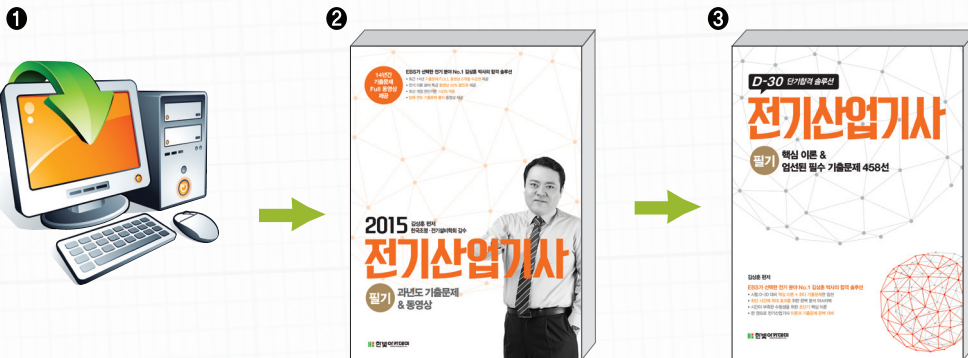
선택 1 기본서 & 온라인 강의(필기 과년도 기출문제) & 본 도서

- ① 해당 자격증의 과목별 이론(기본서)으로 기본 다지기
- 이론을 두 번 이상 본 후에 실전에 임한다는 생각으로 기본서의 PART 02 (7개년 과년도 기출문제) 풀기
※ 7개년 과년도 기출문제는 무료 동영상 강좌 6개월 제공
(★ 기간 2개월 반 ~ 3개월)
- ② 2008년 이전의 기출문제를 풀어보고 싶다면 일렉김에듀 홈페이지 (www.eleckim.co.kr)에서 필요한 연도의 기출문제를 선택(별도 구매)
(★ 기간 1개월)
- ③ 마지막 점검은 본 도서로 최종 검토
※ 본 도서는 핵심 요약과 출제빈도수 높은 문제로 구성되었으므로 시험 D-30 또는 D-15부터 빠르게 정리할 수 있습니다.
(★ 기간 1개월 ~ 2개월)



선택 2 이론 특강 & 필기 과년도 기출문제 & 본 도서

- ① 준비하는 자격증의 이론 특강 동영상 강좌 구매
 - ※ 동영상 강좌 구매 시 『이론 특강』 도서 제공
 - 동영상 강좌를 통해 이론 2회 학습
(★ 기간 1개월 반 ~ 2개월)
- ② 이론의 기본기를 쌓았으면 14개년 과년도 문제가 담긴 필기 과년도 기출문제 도서 선택
 - ※ 필기 과년도 기출문제 시리즈는 도서 전 강좌 6개월 무료 제공
 - 최근 기출문제(2014년 3회)부터 거꾸로 풀어보며 최신 경향부터 익히기
 - 동영상 강좌를 통해 문제풀이 방식 이해
(★ 기간 2개월 반 ~ 3개월 반)
- ③ 전 과목 이론을 마무리하는 개념으로 '핵심이론'을 검토
 - 별 5개~3개의 약 466선 문제 3회 풀기
(★ 기간 1개월 ~ 2개월)



이 책의 목차

회차별 학습 체크 리스트

문제 풀이와 동영상 학습 횟수를 체크하여 스케줄 관리도 하고, 학습 속도도 조절할 수 있습니다.

아무진 시험 준비

시험 안내.....	4
한눈에 보는 출제 분석표.....	6
이 책의 학습 방법.....	8
한빛아카데미 전기 수험서의 다양한 구성 및 동영상	
강좌 안내.....	10
시험 준비 기간에 맞는 학습방법	12
회차별 학습 체크 리스트.....	15
편저자의 말	16

PART 01

핵심 이론

01_전기자기학.....	18	☐	☐	☐
02_전력공학.....	30	☐	☐	☐
03_발전공학.....	49	☐	☐	☐
04_전기기기.....	58	☐	☐	☐
05_회로이론.....	83	☐	☐	☐
06_제어공학.....	99	☐	☐	☐
07_전기설비기술기준 및 판단기준.....	106	☐	☐	☐

PART 02

엄선된 필수 기출문제 458선

		학습
01_엄선된 필수 기출문제 114선(5회 이상).....	128	☐ ☐ ☐
02_엄선된 필수 기출문제 123선(4회 이상).....	168	☐ ☐ ☐
03_엄선된 필수 기출문제 221선(3회 이상).....	212	☐ ☐ ☐

편저자의 말

현재 전기 분야는 모든 산업에 있어서 없어서는 안 될 주요 분야 중의 하나이며 중요성이 날로 증대되는 학문의 하나로 자리 잡고 있습니다. 이러한 전기 분야에서 고도의 기술자를 양성하기 위하여 한국산업인력공단에서는 해마다 전기기사를 비롯한 전기 분야의 여러 종목의 시험을 치르고 있으며 현재도 이러한 국가자격시험을 통하여 산업현장에 적합한 양질의 전기기술자를 발굴하고 있습니다. 1970년대 중반부터 시행된 전기 분야 국가기술자격시험은 일부 개정을 거쳐 현재에 이르고 있으며 전기 분야 국가기술자격시험을 합격하기 위해서는 많은 전략과 노력이 필요하다고 할 수 있습니다.

필자는 10여 년 전부터 현재까지 오프라인 학원, 수많은 온라인 교육 및 EBS 강의를 진행하면서 많은 수험생들을 접하며 그들이 가지고 있는 고충과 애로사항을 청취한 결과 국가기술자격시험 합격을 위한 보다 쉽고 확실한 해법을 주기 위하여 이 교재를 집필하게 되었습니다.

본 수험서의 특징은 그간 어렵게 생각했던 문제를 쉽게 해설하여 수험생들이 혼자 공부할 수 있도록 집필하였으며, 문제마다 별 표시를 통해 중요 부분을 확인할 수 있게 하여 시험 대비 시 공부의 효율을 높이도록 집필 되었습니다.

마지막으로 본 수험서로 공부하는 모든 분들의 합격을 기원하며 본 수험서가 출간되기까지 많은 애정과 관심을 갖고 기다려주신 독자들에게 감사 말씀을 전합니다. 또한, 일렉김에듀와 한빛아카데미 출판사 임직원 여러분께도 감사 말씀을 전합니다.

편저 김상훈



PART 01

핵심 이론

1. 전기자기학
2. 전력공학
3. 발전공학
4. 전기기기
5. 회로이론
6. 제어공학
7. 전기설비기술기준 및 판단기준

최근 14개년 과년도 기출문제를 토대로
가장 비중 있는 내용만을 정리한 핵심 이론입니다.

01 전기자기학

이 책의
공부질서/과

벡터 해석 · 진공중의 정전계 · 진공중의 도체계 · 유전체 · 전기영상법 · 전류 · 정자계 · 자성체와 자기회로 · 전자유도 · 인덕턴스 · 전자계

벡터 해석

- ① 내적(스칼라적) : $A \cdot B = AB \cos \theta$, $\text{div} A = \nabla \cdot A$, 발산
외적(벡터적) : $A \times B = AB \sin \theta$, $\text{rot} A = \text{curl} A = \nabla \times A$, 회전
- ② $A \cdot B = AB \cos \theta$, ($i \cdot i = j \cdot j = k \cdot k = 1$, $i \cdot j = j \cdot k = k \cdot i = 0$)
 $A \times B = AB \sin \theta$, ($i \times i = j \times j = k \times k = 0$, $i \times j = k$, $j \times k = i$, $k \times i = j$)
- ③ 미분연산자 : $\nabla = \frac{\partial}{\partial x} i + \frac{\partial}{\partial y} j + \frac{\partial}{\partial z} k$
- ④ 스칼라 함수의 기울기(gradient) : $\text{grad} = \frac{\partial}{\partial x} i + \frac{\partial}{\partial y} j + \frac{\partial}{\partial z} k$
- ⑤ $l(\text{선}) \rightarrow \text{STOKES} \rightarrow s(\text{면적}) \rightarrow \text{발산의 정리} \rightarrow v(\text{체적})$
스토크스의 정리 : $\int_l E \cdot dl = \int_s \text{rot} E \cdot ds$
(가우스)발산의 정리 : $\int_s E \cdot ds = \int_v \text{div} E \cdot dv$

진공중의 정전계

① 쿨롱의 법칙

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{Q_1 Q_2}{r^2} [\text{N}]$$

$$\epsilon_0 (\text{진공의 유전율}) = 8.855 \times 10^{-12} [\text{F/m}]$$

- ① 두 전하 사이의 힘은 거리의 제곱에 반비례
- ② 두 전하 사이의 힘은 주위 매질에 관계
- ③ 두 전하 사이의 힘은 두 전하의 곱에 비례

② 전계의 세기(전장의 세기)

단위 정전하(+1[C])와 전하 사이에 미치는 쿨롱의 힘(흡인력, 반발력)

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{Q}{r^2} [\text{V/m}] \quad E = \frac{F}{Q} [\text{N/C}]$$

③ 전기력선

① 전기력선 수

$$N = \int E ds = \frac{Q}{\epsilon_0} : \text{가우스의 법칙}$$

② 전기력선의 성질

- 전기력선의 (접선)방향 = 전계의 방향
- 전계의 세기 = 전기력선의 밀도(가우스의 법칙)
- 불연속(자신만으로 폐곡선을 이루지 않는다.)
- (+)에서 (-)
- 전위가 높은 곳에서 낮은 곳으로
- 등전위면과 수직 교차
- 전하가 없는 곳에서 발생이나 소멸이 없다.

③ 전기력선 방정식 : $\frac{dx}{Ex} = \frac{dy}{Ey} = \frac{dz}{Ez}$

④ 전계의 세기 구하는 방법

가우스의 법칙 이용

$$\int E ds = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

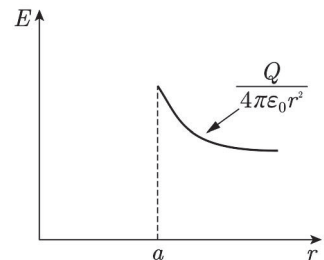
$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

① 구도체(점전하)

- 일반조건

$$\text{표면}(r > a) : E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

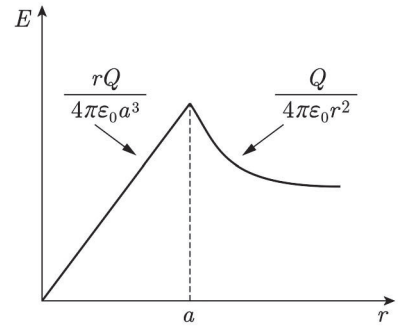
$$\text{내부}(r < a) : E = 0$$



- 강제조항(내부에 전하가 균일 분포)

$$\text{표면}(r > a) : E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$\text{내부}(r < a) : E = \frac{rQ}{4\pi\epsilon_0 a^3}$$

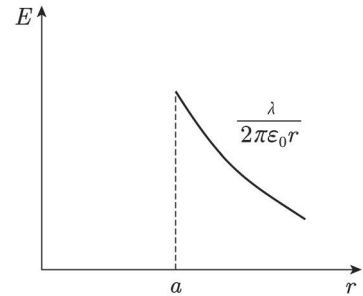


② 축 대칭(선전하밀도 : λ [C/m], 원통도체)

- 일반조건

$$\text{표면}(r > a) : E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

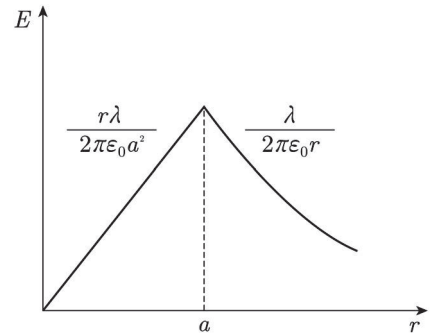
$$\text{내부}(r < a) : E = 0$$



- 강제조항(내부에 균일 분포)

$$\text{표면}(r > a) : E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

$$\text{내부}(r < a) : E = \frac{r\lambda}{2\pi\epsilon_0 a^2}$$



③ 무한평면 : $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, 내부 $E = 0$

여기서, 면전하밀도 : σ [C/m²]

④ 표면에 전하분포(표면전하밀도) $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, 내부 $E = 0$

⑤ 프와송의 방정식

- $\text{div } E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ (가우스의 미분형)

- $\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$ (프와송의 방정식)

여기서, ρ : 체적전하밀도 [C/m³]

- $\nabla^2 V = 0$ (라플라스 방정식)

⑤ 전기쌍극자(미소전하 $\pm Q[C]$, 미소거리 δ 떨어져서 배치)

쌍극자의 모멘트 $M = Q\delta[C \cdot m]$

① 전기쌍극자의 전위 : $V = \frac{M}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cos \theta$ ($\theta = 0^\circ$ (최대), 90° (최소))

② 전기쌍극자의 전기장의 세기 : $E = \frac{M}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2 \theta}$ ($\theta = 0^\circ$ (최대), 90° (최소))

⑥ 정전응력(면적당 힘)

$$f = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 = \frac{D^2}{2\epsilon_0} [J/m^3], [N/m^2]$$

⑦ 전기이중층

① 이중층의 세기 : $M = \sigma\delta[C \cdot m]$

② 이중층의 전위 : $V_P = \frac{M}{4\pi\epsilon_0} \omega$

여기서, $\omega = 2\pi(1 - \cos \theta)$

진공중의 도체계

① 전위계수와 용량계수

① 전위계수 : $P_{rr}, P_{ss} > 0, P_{rs}, P_{sr} \geq 0, P_{rr} \geq P_{rs}$

② 용량계수 : $q_{11}, q_{22} > 0$, 유도계수 : $q_{12} = q_{21} \leq 0$

③ 전위계수가 주어질 때 정전용량 : $C = \frac{1}{P_{11} - 2P_{12} + P_{22}}$

② 정전용량 계산

① 구도체 : $C = 4\pi\epsilon_0 a [F]$

② 동심구 : $C = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{b-a} [F]$

③ 동축케이블(원통) : $C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{b}{a}} [F/m]$

④ 평행왕복도선 : $C = \frac{\pi\epsilon_0}{\ln \frac{d}{r}} [F/m]$

⑤ 평행판콘덴서 : $C = \frac{\epsilon_0 S}{d} [F]$

③ 도체계의 에너지

$$W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 (\text{충전 중}) : \text{전위 일정}$$

$$= \frac{Q^2}{2C} (\text{충전 후}) : \text{전하 일정}$$

④ 콘덴서 연결

① 직렬 연결 : $C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

• 콘덴서의 파괴 : 전하량이 적은 콘덴서부터 파괴

② 병렬 연결 : $C_0 = C_1 + C_2$

• 일반적인 콘덴서의 연결은 병렬로 연결

• 공통전위 : $V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$

유전체

① 전속밀도 : $D = \epsilon_0 \epsilon_s E$

② 분극의 세기

$$P = \epsilon_0 (\epsilon_s - 1) E = (1 - \frac{1}{\epsilon_s}) D : \text{체적당 모멘트}$$

③ 비유전율(ϵ_s)과의 관계

① 힘 : $F = \frac{1}{\epsilon_s} F_0$

② 전계 : $E = \frac{1}{\epsilon_s} E_0$ (전하량 일정 : 전계 감소, 전속밀도 불변)

③ 전위 : $V = \frac{1}{\epsilon_s} V_0$

④ 전기력선수 : $N = \frac{1}{\epsilon_s} N_0$

⑤ 전속밀도 : $D = \epsilon_s D_0$ (전위 일정)

• 전하량 일정 : 전속밀도 증가, 전계 불변

⑥ 정전용량 : $C = \epsilon_s C_0$

④ 경계조건

① 전계의 접선성분이 연속 : $E_1 \sin \theta_1 = E_2 \sin \theta_2$

$$\textcircled{2} \ t[^\circ\text{C}] \rightarrow T[^\circ\text{C}] : R_T = R_t[1 + \alpha_t(T - t)]$$

4 열전현상

- ① 제어백 효과 : 두 종류의 금속이 접합하여 폐회로를 만들고 두 접합점 사이에 온도차를 주면 열기전력이 생겨서 전류가 흐르는 현상
- ② 펠티에 효과 : 두 종류의 금속이 접합하여 폐회로를 만들고 두 접합점 사이에 전류를 흘리면 접합점에서 열의 흡수 또는 발생되는 현상
 - 제어백의 역효과
 - 전자냉동의 원리
- ③ 톰슨 효과 : 동일 금속이 접합하여 폐회로를 만들고 두 접합점 사이에 전류를 흘리면 접합점에서 열의 흡수 또는 발생되는 현상
 - 동일 금속의 펠티에 효과

정자기

1 전계와 자계의 비교(자성체에 의한 자계)

정전계	전자계
전하 $Q[\text{C}]$	자극 $m[\text{Wb}]$
유전율 ϵ	투자율 μ
전계 E $F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2} [\text{N}]$	자계 H $F = \frac{m_1 m_2}{4\pi\mu_0 r^2} = 6.33 \times 10^4 \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} [\text{N}]$
전위 V $V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$	자위 U $U = \frac{m}{4\pi\mu_0 r}$
전속밀도 D $D = \epsilon_0 \epsilon_s E$	자속밀도 B $B = \mu_0 \mu_s H$
전기력선수 N $N = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_s}$	자기력선수 S $S = \frac{m}{\mu_0 \mu_s}$
분극의 세기 P $P = \epsilon_0 (\epsilon_s - 1) E = (1 - \frac{1}{\epsilon_s}) D$	자화의 세기 J $P = \mu_0 (\mu_s - 1) H = (1 - \frac{1}{\mu_s}) B$
전기쌍극자 $V = \frac{M}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cos\theta, E = \frac{M}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2\theta}$ ($\theta = 0^\circ$ (최대), 90° (최소))	자기쌍극자(소자석) $U = \frac{M}{4\pi\mu_0 r^2} \cos\theta, H = \frac{M}{4\pi\mu_0 r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2\theta}$ ($\theta = 0^\circ$ (최대), 90° (최소))
쌍극자 모멘트 : $M = Q\delta[\text{C} \cdot \text{m}]$	쌍극자 모멘트 : $M = m\delta[\text{Wb} \cdot \text{m}]$
경계조건 ① 전계의 접선성분 $E_1 \sin\theta_1 = E_2 \sin\theta_2$ ② 전속밀도의 법선성분 $D_1 \cos\theta_1 = D_2 \cos\theta_2$ ③ 경계조건 : $\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$	경계조건 ① 자계의 접선성분 $H_1 \sin\theta_1 = H_2 \sin\theta_2$ ② 자속밀도의 법선성분 $B_1 \cos\theta_1 = B_2 \cos\theta_2$ ③ 경계조건 : $\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2}$

② 자계의 세기(전류에 의한 자계)

- ① 원형코일의 중심 (원형코일에 전류가 흐를 때)

$$H = \frac{I}{2a}$$

- ② 무한장 직선(원통도체)

- 직선도체에 전류가 흐를 때 중심에서 r 만큼 떨어진 지점

- 표면($r > a$) : $H = \frac{I}{2\pi r}$

- 내부($r < a$) : $H = 0$

- 강제조항(내부 균일하게 전류가 흐를 때) : 직류인가 시

- 표면($r > a$) : $H = \frac{I}{2\pi r}$

- 내부($r < a$) : $H = \frac{rI}{2\pi a^2}$

- ③ 유한장 직선도체

$$H = \frac{I}{4\pi a}(\sin\theta_1 + \sin\theta_2)$$

- ④ 환상솔레노이드

- $H = \frac{NI}{2\pi r}$ (N : 권수)

- 내부자장 : 평등자장

- ⑤ 무한장 솔레노이드

- $H = n_0 I$

여기서, n_0 : [m]당 권수

- 내부자장 : 평등자장

③ 자장 내의 전류가 흐르고 있는 도체가 받는 힘(전동기)

$$F = (I \times B)\ell = IB\ell \sin\theta [\text{N}]$$

④ 자장 내의 회전하는 도체가 만드는 유기기전력(발전기)

$$e = (v \times B)l = vB\ell \sin\theta [\text{V}]$$

⑤ 회전력(토크)

- ① 자성체에 의한 토크

$$T = M \times H = MH \sin\theta = mlH \sin\theta$$

여기서, M : 자기모멘트

- ② 도체의 회전에 의한 토크

$$T = NIBS \cos\theta = NIB\ell_1 \ell_2 \cos\theta$$

[6] 평행도선(무한장 평행도선) 사이의 힘

$$F = \frac{2I_1 I_2}{r} \times 10^{-7} [\text{N/m}]$$

- ① 같은 방향 : 흡인력 발생
- ② 반대 방향 : 반발력 발생

[7] 일

$$W = I\Phi = IBS = MH(1 - \cos\theta) [\text{J}]$$

[8] 로렌츠의 힘 : 하전입자가 받는 힘

$$F = F_e + F_m = eE + e(v \times B) = e[E + (v \times B)]$$

[9] 판자석

자위 : $U_P = \frac{M}{4\pi\mu_0} \omega$ 여기서, M : 판자석의 세기 $M = \sigma\delta [\text{Wb/m}]$

자성체와 자기회로

[1] 전기회로와 자기회로와의 관계

전기회로	자기회로
전류 I	자속 ϕ
전기저항 R	자기저항 R_m
기전력 E	기자력 F_m
도전율 k	투자율 μ
$E = IR$	$F_m = R_m \Phi$
$R = \frac{\ell}{kS}$	$R = \frac{\ell}{\mu S}$

[2] 자화의 세기

$$J = \mu_0(\mu_s - 1)H = \chi H = B(1 - \frac{1}{\mu_s}) = \frac{M}{v} [\text{Wb/m}^2]$$

여기서, 자기 모멘트 $M = m\delta [\text{Wb} \cdot \text{m}]$

[3] 경계조건

- ① 자계의 접선성분이 연속 $H_1 \sin\theta_1 = H_2 \sin\theta_2$
- ② 자속밀도의 법선성분이 연속 $B_1 \cos\theta_1 = B_2 \cos\theta_2$

③ 경계조건 $\frac{\tan\theta_2}{\tan\theta_1} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$

④ $\mu_1 > \mu_2$ 일 때 $\theta_1 > \theta_2$, $B_1 > B_2$, $H_1 < H_2$

④ 자기저항

$$R_m = \frac{\ell}{\mu S} = \frac{NI}{\phi} = \frac{F_m}{\phi} [\text{AT/Wb}]$$

① 기자력 : $F_m = NI = R_m \phi$

② 공극(air gap)이 있는 경우 : 자기저항 증가

$$\frac{R_m'}{R_m} = 1 + \frac{l_g}{l} \mu_s \quad l_g : \text{공극의 길이}$$

⑤ 자속

$$\phi = \frac{F_m}{R_m} = \frac{\mu S NI}{\ell} [\text{Wb}] : \text{자기회로에서의 옴의 법칙}$$

⑥ 자계의 에너지 밀도(단위면적당 작용하는 힘)

$$W = \frac{1}{2} \mu H^2 = \frac{B^2}{2\mu} = \frac{1}{2} HB [\text{J/m}^3] [\text{N/m}^2]$$

전자유도

① 패러데이 전자유도 법칙

$$e = -N \frac{d\phi}{dt} \quad \phi = \phi_m \sin \omega t$$

$$e = \omega N \phi_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) : \text{기전력의 위상이 자속의 위상에 } 90^\circ \text{ 비해 늦다.}$$

② 표피효과 : 도선의 중심부로 갈수록 전류밀도가 적어지는 현상

$$\text{침투깊이} : \delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu k}} = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu k}}$$

※ 침투깊이가 작을수록 즉 f , μ , k 가 클수록 표피효과가 커진다.

인덕턴스

① 자기 인덕턴스와 상호 인덕턴스

① 자기 인덕턴스 : $L_1 = \frac{N_1^2}{R_m} \quad L_2 = \frac{N_2^2}{R_m}$

② 상호인덕턴스 : $M = \frac{N_1 N_2}{R_m}$

② 유기기전력 : $e = -L \frac{di}{dt} [V]$ 단자전압 : $v_L = L \frac{di}{dt} [V]$

③ 상호 인덕턴스

$$M = k \sqrt{L_1 L_2}$$

④ 인덕턴스 계산

① 원주도체의 내부 자기 인덕턴스 : $L = \frac{\mu}{8\pi} [H/m] = \frac{\mu \ell}{8\pi} [H]$

$$\text{자기 에너지 : } W = \frac{\mu \ell I^2}{16} \pi [J]$$

② 환상솔레노이드 : $L = \frac{\mu S N^2}{\ell} [H]$

③ 무한장 솔레노이드 : $L = \mu \pi a^2 N^2 = \mu S N^2 [H/m]$

④ 동축케이블 : $L = \frac{\mu}{2\pi} \ln \frac{b}{a} + \frac{\mu}{8\pi} [H/m]$

⑤ 평행왕복도선 : $L = \frac{\mu}{\pi} \ln \frac{d}{a} + \frac{\mu}{4\pi} [H/m]$

⑤ 인덕턴스의 합성 : 상호 인덕턴스가 없는 경우

① 직렬접속 : $L = L_1 + L_2$

② 병렬접속 : $L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$

⑥ 인덕턴스의 합성 : 상호 인덕턴스가 있는 경우

① 직렬접속 : $L = L_1 + L_2 + 2M$: 가동결합

$$L = L_1 + L_2 - 2M : \text{차동결합}$$

② 병렬접속 : $L = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 + 2M}$: 차동결합

$$L = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 - 2M} : \text{가동결합}$$

⑦ 자기에너지

$$W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} N I \phi [J]$$

[1] 변위전류밀도

유전체에서 발생

$$i_d = \frac{I}{S} = \frac{\partial D}{\partial t} \quad (D = \epsilon E = \epsilon \frac{V}{d})$$

[2] 고유(파동, 특성)임피던스

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \sqrt{\frac{\mu_s}{\epsilon_s}} = 377 \sqrt{\frac{\mu_s}{\epsilon_s}}$$

[3] 전파(위상)속도 : $v = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{\epsilon_s \mu_s}}$ [4] 파장 : $\lambda = \frac{C}{f} = \frac{1}{f \sqrt{\mu\epsilon}}$

Maxwell의 방정식

$$\textcircled{1} \operatorname{rot} E = -\frac{\partial B}{\partial t} = -\mu \frac{\partial H}{\partial t} \text{ (패러데이-렌츠의 법칙)}$$

$$\textcircled{2} \operatorname{rot} H = \nabla \times H \Rightarrow i = i_D + i_C = \epsilon \frac{\partial E}{\partial t} + kE \text{ (암페어 주회적분)}$$

$$\textcircled{3} \operatorname{div} D = \rho \text{ (불연속)}$$

$$\textcircled{4} \operatorname{div} B = 0 \text{ (연속)}$$

Maxwell의 파동방정식

$$\nabla^2 E = \epsilon\mu \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \text{ (전파)}$$

$$\nabla^2 H = \epsilon\mu \frac{\partial^2 H}{\partial t^2} \text{ (자파)}$$

[5] 포인팅벡터 : 면적당 방사에너지 $P[\text{W/m}^2]$

$$P = E \times H = EH \sin \theta = EH$$

$$= 377 H^2$$

$$= \frac{1}{377} E^2 = 2.65 \times 10^{-3} E^2$$

02 전력공학

이 책의
공부 포인트

전선로 · 선로정수와 코로나 · 송전선로 특성값 계산 · 안정도 · 고장계산 · 중성점 접지 방식 · 이상 전압 · 유도장해 · 배전공학 · 배전 계산 · 배전 운용

전선로

① 직 · 교류 송전

직류 송전의 특징	교류 송전의 특징
① 차단 및 전압의 변성이 어렵다. ② 리액턴스 손실이 없다. ③ 안정도가 좋다. ④ 회전 자계를 만들 수 없다. ⑤ 절연 레벨이 낮다. ⑥ 비동기연계가 가능하다.	① 회전 자계가 쉽게 얻어진다. ② 전압의 변성이 쉽다. ③ 전 계통을 일관되게 유지할 수 있다.

② 전선

- ① 전선의 구비조건
 - 도전율이 클 것
 - 비중이 적을 것
 - 기계적 강도가 클 것
 - 부식성이 적을 것
 - 가선공사가 용이할 것
 - 유연성이 있을 것
- ② 경제적인 전선의 굵기 선정 : 켈빈의 법칙
허용전류, 전압강하, 기계적 강도
- ③ 연선[N/d] : (소선 수/소선 지름)
 - 소선의 총수 $N = 3n(n+1)+1$ (n : 층 수)
 - 연선의 바깥지름 $D = (2n+1)d$ (d : 소선 1개의 지름)
 - 연선의 단면적 $A = \frac{1}{4}\pi d^2 \times N$ (N : 소선의 총 수)
- ④ 중공 연선 : 표피효과 이용

표피효과

- ① 전선의 중심부로 갈수록 전류밀도가 적어지는 현상
- ② 전압이 높을수록 도선이 굵을수록 주파수가 높을수록 커진다.

- ⑤ ACSR(강심알루미늄 연선) : 비중이 적고, 바깥지름이 크다.
- ⑥ 전선의 진동과 도약
 - 진동 방지(풍압) : 댐퍼, 아마로드
 - 도약 방지(빙설) : off-set(상하선 혼촉 방지)

③ 애자(insulator)

- ① 목적 : 전선을 지지하고 전선과 지지물 간의 절연 간격을 유지
- ② 애자의 구비조건
 - 절연 내력이 클 것
 - 절연 저항이 클 것(누설 전류가 적을 것)
 - 기계적 강도가 클 것
 - 정전 용량이 적을 것
 - 경제적인 것
- ③ 전압분담
 - 최대 : 전선에 가장 가까운 애자
 - 최소 : 철탑에서 1/3 또는 전선에서 2/3 되는 지점의 애자
- ④ 애자의 연능률

$$\eta = \frac{V_n}{n V_1} \times 100[\%]$$

여기서, n : 애자의 개수

V_1 : 애자 1개의 섬락전압

V_n : 애자련의 섬락전압

- ⑤ 전압별 애자 수

전압[kV]	22,9	66	154	346	765
애자 수	2~3	4~6	9~11	19~23	38~43

- ⑥ 애자의 절연내력 시험(250[mm] 현수애자 1개 기준)
 - 주수섬락시험 : 50[kV]
 - 건조섬락시험 : 80[kV](일반적인 경우)
 - 충격파괴시험 : 125[kV]
 - 유중파괴시험 : 140[kV] 이상
- ⑦ 애자 보호 대책 : 소호환(아킹링), 소호각(아킹혼)
 - 섬락 시 애자련 보호

- 애자련의 전압 분포 개선

④ 지지물 : 목주, 철주, 철근 콘크리트주(배전용), 철탑(송전용)

① 철탑의 종류

- 보강형
- 직선형 : 수평각도 3° 이하 (A형)
- 각도형 : 수평각도 3° 이상 30° 이하(B, C형)
- 인류형 : 발·변전소 등의 인류개소 (D형)
- 내장형 : 장경간개소(E형), 직선철탑 10기마다 1기 추가

② 전선로의 합성하중

$$W = \sqrt{(W_c + W_i)^2 + W_w^2} \text{ [kg/m]}$$

여기서, W_c : 전선의 하중

W_i : 빙설 하중

W_w : 풍압하중(철탑설계 시 가장 중요하며 가장 크다/)

③ 이도 및 전선의 길이

• 이도 : $D = \frac{WS^2}{8T}$ [m], 지지물의 대소 결정

• 전선의 실제 길이 $L = S + \frac{8D^2}{3S}$ [m] : 경간의 0.1~0.2[%] 정도 증가

④ 온도 변화 시 이도 계산($D_1 \rightarrow D_2$)

$$D_2 = \sqrt{D_1^2 \pm \frac{3}{8} \alpha t S^2}$$

여기서, α : 선팽창 계수, t : 온도차

선로정수와 코로나

① 선로정수

① 작용 인덕턴스

$$L = 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{D}{r} \text{ [mH/km]}$$

② 정전 용량

- 정전 용량

$$C = \frac{0.02413}{\log_{10} \frac{D}{r}} \text{ [\mu F/km]}$$

- 작용 정전 용량(1선당)

$$- \text{단상 2선식 : } C = C_s + 2C_m$$