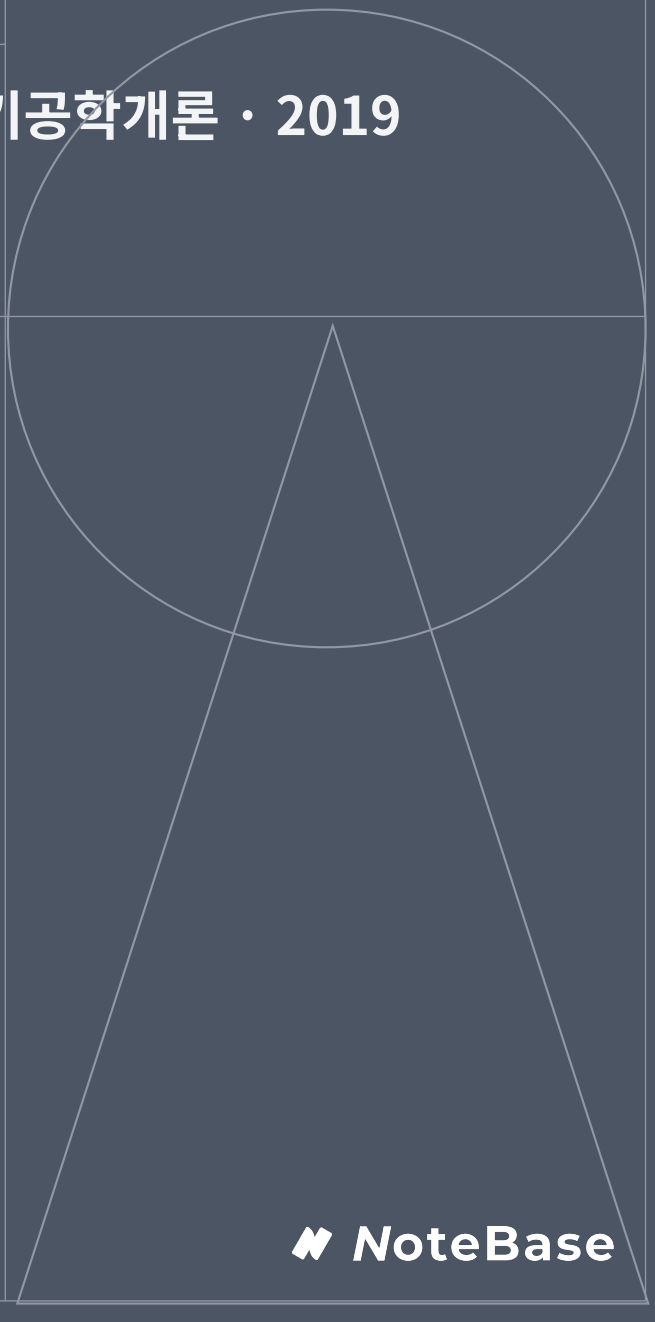
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2019

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2019

문 1. 옴미터(Ω · m)는 어느 것의 단위인가?

① 전하량

② 저항률

③ 자기저항

④ 전위

⑤ 보자력

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전기·자기 물리량의 단위를 구별하는 문제이며, $\Omega \cdot m$는 저항률의 단위이다.

핵심 개념

저항률은 물질 자체의 전류 흐름 방해 정도를 나타내는 고유한 물성값이며 단위는 $\Omega \cdot m$이다.
전하량은 전기의 양으로 단위가 C이고, 전위는 전하 1 C당 위치에너지로 단위가 V이다.
자기저항은 자기회로에서 자속의 흐름을 방해하는 정도로 단위가 A/Wb이며, 보자력은 자화를 없애는 데 필요한 역방향 자기장의 세기로 단위가 A/m이다.

선지별 해설

① X: 전하량의 단위는 C(쿨롱)이다. 틀린 표현은 "전하량"이며, $\Omega \cdot m$는 저항률의 단위이다.
② O: 저항률의 단위는 $\Omega \cdot m$이다. 도체의 저항 R은 $R = \rho l/A$로 나타나므로 저항률 ρ의 단위가 $\Omega \cdot m$가 된다.
③ X: 자기저항의 단위는 A/Wb 또는 $1/H$이다. 틀린 표현은 "자기저항"이며, $\Omega \cdot m$는 저항률의 단위이다.
④ X: 전위의 단위는 V(볼트)이다. 틀린 표현은 "전위"이며, $\Omega \cdot m$는 저항률의 단위이다.
⑤ X: 보자력의 단위는 A/m이다. 틀린 표현은 "보자력"이며, $\Omega \cdot m$는 저항률의 단위이다.

오답 포인트

저항 Ω과 저항률 $\Omega \cdot m$을 혼동하기 쉽다. 저항률에는 길이 차원 m이 포함되며, 물질 고유의 성질이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

단위에 $\Omega \cdot m$처럼 저항에 길이가 곱해진 형태가 보이면 도체의 형상과 무관한 물성값인 저항률을 판단한다.
전하량은 C, 전위는 V, 자기장 세기와 보자력은 A/m로 구별한다.

암기 포인트

저항은 Ω, 저항률은 $\Omega \cdot m$이다.

NoteBase

문 2. 콘덴서에 전압 200[V]가 가해져서 900[μC]의 전하가 축적되었을 때 축적되는 에너지는 몇 [J]인가?

① 0.009

② 0.018

③ 0.09

④ 0.18

⑤ 0.9

정답 3번

출제 포인트

콘덴서에 저장되는 에너지를 전하량과 전압으로 구하는 공식 $W = \frac{1}{2}QV$를 적용하는 문제이다.

조건 정리

전압은 $V = 200\text{V}$이다.
전하량은 $Q = 900\mu\text{C} = 900 \times 10^{-6}\text{C}$이다.
구할 값은 콘덴서에 저장된 에너지 W이다.

사용할 공식

$W = \frac{1}{2}QV$
콘덴서는 충전되는 동안 전압이 0에서 최종 전압까지 증가하므로, 저장 에너지는 최종 전압과 전하량의 곱 QV의 절반이다.

계산 과정

전하량을 쿨롱으로 바꾸면 $Q = 900 \times 10^{-6}\text{C}$이다.
$W = \frac{1}{2} \times 900 \times 10^{-6} \times 200 = 0.09\text{J}$
따라서 축적되는 에너지는 0.09J이다.

선지 판단

① X: 제시값 0.009J은 계산 결과보다 10배 작다. 틀린 값 0.009J → 올바르게는 0.09J이다.
② X: 제시값 0.018J은 $\frac{1}{2}QV$의 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 0.018J → 올바르게는 0.09J이다.
③ O: $W = \frac{1}{2}QV = 0.09\text{J}$이므로 옳다.
④ X: 제시값 0.18J은 QV에 해당하여 $\frac{1}{2}$를 빠뜨린 값이다. 틀린 값 0.18J → 올바르게는 0.09J이다.
⑤ X: 제시값 0.9J은 계산 결과보다 10배 크다. 틀린 값 0.9J → 올바르게는 0.09J이다.
계산 결과가 0.09J이므로 정답은 3번이다.

NoteBase

오답 포인트

④의 0.18J은 QV만 계산하고 $\frac{1}{2}$를 누락했을 때 나온다. 또한 μC를 10^{-6}C로 바꾸지 않거나 소수점 자리를 잘못 옮기면 ①·⑤와 같은 10배 차이의 값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

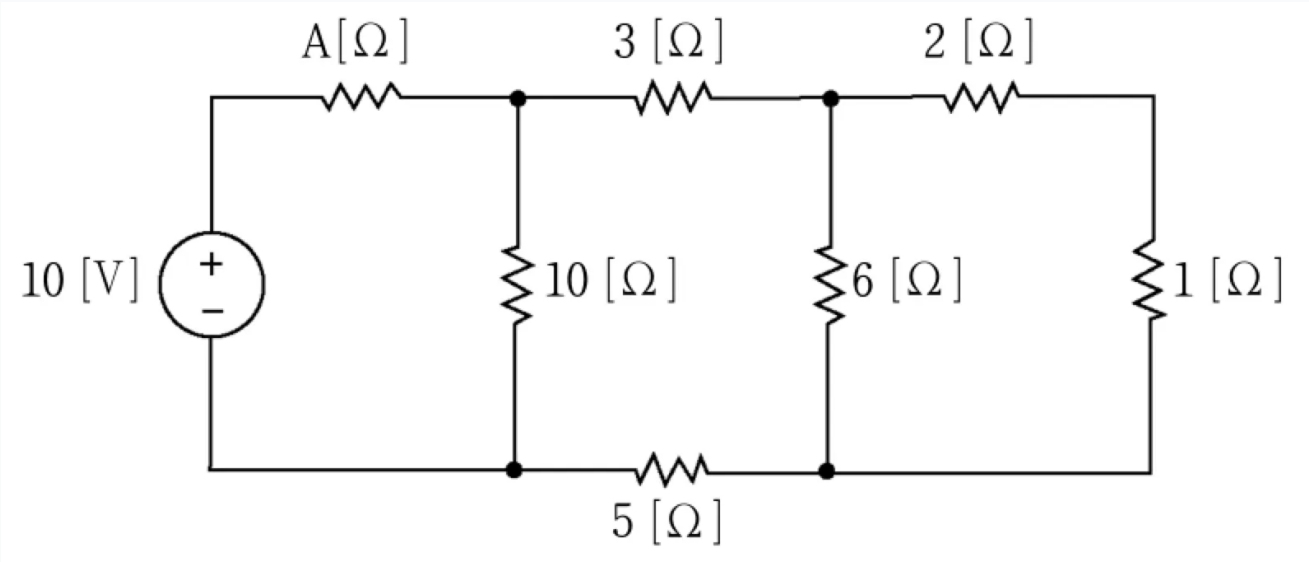
전하량 Q와 최종 전압 V가 주어지면 먼저 μC를 C로 환산한 뒤 $W = \frac{1}{2}QV$에 대입하여 단위를 J로 확인한다.

암기 포인트

콘덴서 에너지: $W = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{Q^2}{2C}$이다.

NoteBase

문 3. 전압원에서 본 등가저항이 10[Ω]이 되려면 A는 몇 [Ω]인가?



① 2

② 3

③ 4

④ 5

⑤ 6

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직렬·병렬 결합을 안쪽 회로부터 차례로 정리하여 전압원에서 본 등가저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

전압원 오른쪽의 A 저항은 나머지 회로 전체와 직렬이다. 오른쪽 끝의 2Ω와 1Ω는 중간 분기 없이 직렬이며, 그 합성저항은 3Ω이다.

사용할 공식

직렬 연결은 $R_s = R_1 + R_2$이고, 병렬 연결은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$이다. 같은 두 노드 사이에 놓인 저항은 병렬, 중간에 분기가 없는 연속 경로의 저항은 직렬로 결합한다.

NoteBase

계산 과정

1. 오른쪽 경로는 $2\Omega + 1\Omega = 3\Omega$이다.
2. 이 3Ω와 세로의 6Ω는 같은 두 노드 사이이므로 병렬이다. 따라서 $6\Omega \parallel 3\Omega = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2\Omega$이다.
3. 가운데 경로는 $3\Omega + 2\Omega + 5\Omega = 10\Omega$이다.
4. 이 10Ω와 왼쪽 세로의 10Ω는 병렬이므로 $10\Omega \parallel 10\Omega = 5\Omega$이다.
5. 전압원에서 본 전체 저항은 $A\Omega$와 5Ω의 직렬이므로 $A + 5 = 10$이다. 따라서 $A = 5\Omega$이다.

선지 판단

① X: $A = 2\Omega$이면 전압원에서 본 등가저항은 $2 + 5 = 7\Omega$가 되어 조건의 10Ω와 다르다. 틀린 표현: $A = 2\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $A = 5\Omega$이다.
② X: $A = 3\Omega$이면 전체는 $3 + 5 = 8\Omega$이다. 틀린 표현: $A = 3\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $A = 5\Omega$이다.
③ X: $A = 4\Omega$이면 전체는 $4 + 5 = 9\Omega$이다. 틀린 표현: $A = 4\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $A = 5\Omega$이다.
④ O: $A = 5\Omega$이면 전체는 $5 + 5 = 10\Omega$가 되어 주어진 등가저항과 일치한다.
⑤ X: $A = 6\Omega$이면 전체는 $6 + 5 = 11\Omega$이다. 틀린 표현: $A = 6\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $A = 5\Omega$이다.

오답 포인트

오른쪽의 2Ω와 1Ω를 먼저 직렬로 묶지 않으면 6Ω와의 병렬 관계를 놓치기 쉽다. 또한 가운데에서 얻은 10Ω은 왼쪽 세로의 10Ω과 병렬이며, A 저항과는 직렬이라는 연결 위치를 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

복잡한 회로는 가장 안쪽의 명확한 직렬·병렬 부분부터 하나의 저항으로 바꾼 뒤, 새로 생긴 두 노드의 연결 관계를 다시 확인한다. 마지막에는 전압원 단자에서 본 두 갈래가 어떻게 합쳐지는지 점검한다.

암기 포인트

안쪽부터 직렬·병렬로 축약하면 $3 \rightarrow 2 \rightarrow 10 \rightarrow 5\Omega$가 되고, 마지막에 $A + 5 = 10$이다.

NoteBase

문 4. 어떤 도체의 길이를 3배로 하고 단면적을 $\frac{1}{2}$로 했을 때의 저항은 원래 저항의 몇 배인가?

① 2

② 4

③ 6

④ 8

⑤ 10

정답 3번

출제 포인트

도체의 재질이 같을 때 저항이 길이에 비례하고 단면적에 반비례하는 관계를 적용하는 문제이다.

조건 정리

재질이 같으므로 비저항 ρ는 변하지 않는다. 길이는 원래의 3배이고, 단면적은 원래의 1/2배이다. 구하는 값은 변화 뒤 저항과 원래 저항의 비이다.

사용할 공식

도체의 저항은 $R = \frac{\rho L}{A}$이다. 같은 재질의 도체에서는 ρ가 일정하므로 저항의 변화비는 $\frac{R'}{R} = \frac{L'}{L} \times \frac{A}{A'}$로 구한다. 길이와 단면적이 동시에 바뀌었으므로 두 변화 효과를 모두 반영한다.

계산 과정

길이 변화비는 $L'/L = 3$이다. 단면적 변화비는 $A'/A = 1/2$이므로 단면적에 대한 저항 변화비는 $A/A' = 2$이다. 따라서 $\frac{R'}{R} = 3 \times 2 = 6$이므로 변화 뒤 저항은 원래의 6배이다.

선지 판단

① X: 저항은 2배가 아니다. 길이를 3배로 한 효과와 단면적을 절반으로 한 효과를 함께 적용하면 6배가 된다. 틀린 표현 '2' → 올바르게는 '6'이다.
② X: 저항은 4배가 아니다. 단면적 감소에 따른 2배 효과만으로도 부족하고, 길이 3배 효과까지 곱해야 한다. 틀린 표현 '4' → 올바르게는 '6'이다.
③ O: $R'/R = 3 \times 2 = 6$이므로 저항은 원래의 6배이다.
④ X: 저항은 8배가 아니다. 주어진 변화비에서 나오는 값은 $3 \times 2 = 6$이다. 틀린 표현 '8' → 올바르게는 '6'이다.
⑤ X: 저항은 10배가 아니다. 길이와 단면적의 변화비를 공식에 대입하면 6배가 된다. 틀린 표현 '10' → 올바르게는 '6'이다.

NoteBase

오답 포인트

단면적이 1/2배가 되면 저항도 1/2배가 되는 것이 아니다. 저항은 단면적에 반비례하므로 단면적이 절반이면 저항은 2배가 된다. 여기에 길이 3배를 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

저항 변화 문제는 먼저 $R \propto L/A$를 확인한 뒤, 길이 변화비와 단면적의 역변화비를 곱해 판단한다.

암기 포인트

저항은 길이에는 정비례, 단면적에는 반비례한다. 길이 3배·단면적 1/2배이면 저항은 $3 \times 2 = 6$배이다.

NoteBase

문 5. 기전력이 $5[V]$이고 내부저항이 $0.1[\Omega]$인 전지를 10개 직렬로 접속하고 여기에 부하저항 $R[\Omega]$을 접속하였더니 부하저항에 $2[A]$의 전류가 흘렀다. 이때 부하저항은 몇 $[\Omega]$인가?

① 20

② 24

③ 28

④ 32

⑤ 36

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬로 연결된 전지의 전체 기전력과 전체 내부저항을 이용하여 부하저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

전지 1개의 기전력은 $5V$이고 내부저항은 0.1Ω이다. 전지 10개를 직렬 연결하므로 전체 기전력은 $10 \times 5 = 50V$, 전체 내부저항은 $10 \times 0.1 = 1\Omega$이다. 부하전류는 $2A$이다.

사용할 공식

전지의 기전력을 E, 전체 내부저항을 r, 부하저항을 R, 전류를 I라 하면 $E = I(R + r)$이다. 직렬 연결에서는 기전력과 내부저항이 각각 합해지고, 전류가 내부저항과 부하저항에 모두 동일하게 흐르므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전체 저항은 $R + r$이므로 $50 = 2(R + 1)$이다.
2. $R + 1 = 25$이므로 $R = 24\Omega$이다.
3. 또는 내부저항에서의 전압강하는 $2 \times 1 = 2V$이므로 부하 양단전압은 $50 - 2 = 48V$, 따라서 $R = 48/2 = 24\Omega$이다.

선지 판단

① X: 20Ω은 계산값과 다르다. 틀린 표현인 '20 Ω' → 올바르게는 '24 Ω'이다.
② O: 전체 내부저항 1Ω을 포함하여 계산하면 부하저항은 24Ω이다.
③ X: 28Ω은 계산값과 다르다. 틀린 표현인 '28 Ω' → 올바르게는 '24 Ω'이다.
④ X: 32Ω은 계산값과 다르다. 틀린 표현인 '32 Ω' → 올바르게는 '24 Ω'이다.
⑤ X: 36Ω은 계산값과 다르다. 틀린 표현인 '36 Ω' → 올바르게는 '24 Ω'이다.
계산 결과가 24Ω이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

직렬 전지 10개의 내부저항을 전지 1개만의 내부저항인 0.1Ω으로 두면 안 된다. 내부저항도 직렬이므로 1Ω으로 합산한 뒤 부하저항과 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

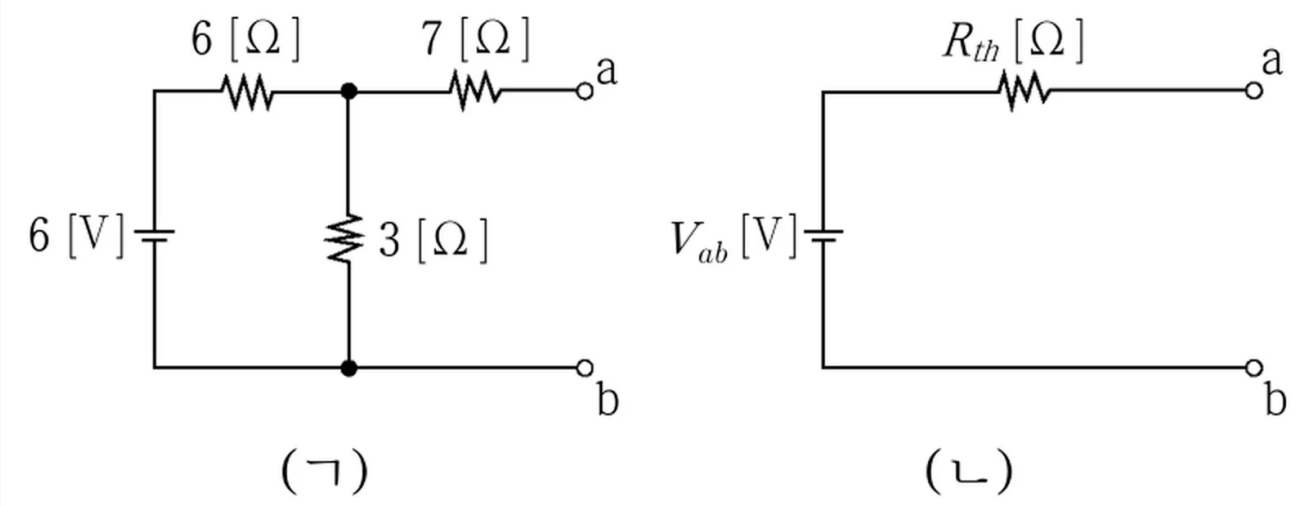
직렬 전지 문제는 전지 수만큼 기전력과 내부저항을 먼저 각각 합산하고, $E = I(R + r)$에 대입하여 부하저항을 구한다.

암기 포인트

직렬 전지: 기전력도 합산, 내부저항도 합산이다.

NoteBase

문 6. 그림 (ㄱ)의 회로를 그림 (ㄴ)과 같이 테브난 정리를 이용하여 등가회로로 만들려고 한다. 전압 $V_{ab}[V]$와 저항 $R_{th}[\Omega]$을 각각 구하면?



① $V_{ab}[V]$: 2, $R_{th}[\Omega]$: 9

② $V_{ab}[V]$: 2, $R_{th}[\Omega]$: 10

③ $V_{ab}[V]$: 8, $R_{th}[\Omega]$: 12

④ $V_{ab}[V]$: 12, $R_{th}[\Omega]$: 9

⑤ $V_{ab}[V]$: 12, $R_{th}[\Omega]$: 10

정답 1번

출제 포인트

테브난 등가회로의 개방단자전압 V_{ab}와 독립 전압원을 제거한 뒤 단자에서 본 등가저항 R_{th}를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원은 $6V$, 저항은 6Ω, 3Ω, 7Ω이다.
구해야 할 값: 단자 $a-b$의 V_{ab}와 R_{th}이다.
주의할 조건: V_{ab}를 구할 때 단자 a가 개방되어 있으므로 7Ω에는 전류가 흐르지 않는다.

사용할 공식

개방단자전압은 전압분배로 $V_{ab} = 6 \times \frac{3}{6+3}$이다.
등가저항은 독립 전압원을 0으로 만든 뒤 구하므로, 이상 전압원은 단락한다. 이때 6Ω와 3Ω는 병렬이고 그 값에 7Ω가 직렬로 연결된다.

NoteBase

계산 과정

1. a 단자가 개방되어 7Ω의 전류는 0이므로, a의 전위는 6Ω와 3Ω 사이 접점의 전위와 같다.
2. 따라서 $V_{ab} = 6 \times \frac{3}{6+3} = 2V$이다.
3. 전압원을 단락하면 $R_{th} = 7 + (6 \parallel 3) = 7 + \frac{6 \times 3}{6+3} = 9\Omega$이다.

선지 판단

① O: $V_{ab} = 2V$, $R_{th} = 9\Omega$로 계산값과 일치한다.
② X: $V_{ab} = 2V$는 맞지만 $R_{th} = 10\Omega$가 틀리다. 틀린 표현 $R_{th} = 10\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $6\Omega \parallel 3\Omega = 2\Omega$이므로 $R_{th} = 7 + 2 = 9\Omega$이다.
③ X: $V_{ab} = 8V$, $R_{th} = 12\Omega$가 모두 틀리다. 틀린 표현 $V_{ab} = 8V \rightarrow$ 올바르게는 전압분배로 $2V$이다. 틀린 표현 $R_{th} = 12\Omega \rightarrow$ 올바르게는 6Ω와 3Ω가 병렬이므로 9Ω이다.
④ X: $V_{ab} = 12V$가 틀리다. 틀린 표현 $V_{ab} = 12V \rightarrow$ 올바르게는 공급전압 $6V$보다 클 수 없고 $2V$이다. $R_{th} = 9\Omega$는 맞다.
⑤ X: $V_{ab} = 12V$, $R_{th} = 10\Omega$가 모두 틀리다. 틀린 표현 $V_{ab} = 12V \rightarrow$ 올바르게는 $2V$이다. 틀린 표현 $R_{th} = 10\Omega \rightarrow$ 올바르게는 9Ω이다.
계산 결과 $V_{ab} = 2V$, $R_{th} = 9\Omega$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

개방된 a 단자 때문에 7Ω에 전류가 흐르지 않는다는 점과, R_{th} 계산에서는 전압원을 단락한다는 점이 핵심이다. 6Ω와 3Ω를 직렬로 더하면 12Ω 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

테브난 전압은 단자를 개방한 상태에서 구하고, 테브난 저항은 독립 전원을 제거한 뒤 단자에서 보이는 직렬·병렬 연결로 구한다.

암기 포인트

테브난 저항: 전압원은 단락, 전류원은 개방이다.

NoteBase

문 7. 전압 $v = 200\sqrt{2}\sin\omega t[V]$를 $R = 3[\Omega]$, $\omega L = 4[\Omega]$의 직렬회로에 인가할 때, 저항에서의 소비전력은 몇 $[W]$인가?

① 1200

② 2400

③ 3600

④ 4800

⑤ 6000

정답 4번

출제 포인트

직렬 R-L 회로의 임피던스로 전류의 실효값을 구한 뒤, 저항에서만 소모되는 유효전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v = 200\sqrt{2}\sin\omega t$이므로 전압의 실효값은 $V = 200V$이다.
저항은 $R = 3\Omega$, 유도 리액턴스는 $X_L = \omega L = 4\Omega$이다.
구해야 할 값은 코일이 아니라 저항에서 열로 소모되는 전력이다.

사용할 공식

직렬 R-L 회로의 임피던스 크기는 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$이고, 전류의 실효값은 $I = V/Z$이다. 저항의 소비전력은 $P_R = I^2R$이다.
인덕터는 이상적이라면 평균 유효전력을 소모하지 않고, 유효전력은 저항 성분에서만 발생하므로 $P_R = I^2R$을 사용한다.

계산 과정

1. $Z = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$이다.
2. $I = 200/5 = 40A$이다.
3. $P_R = I^2R = 40^2 \times 3 = 4,800W$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 저항의 소비전력은 1,200 W가 아니라 4, 800W이다. $I = 40A$이므로 I^2R를 적용해야 한다.
② X: 저항의 소비전력은 2,400 W가 아니라 4, 800W이다. 전류의 실효값을 구한 뒤 저항 3Ω을 곱해야 한다.
③ X: 저항의 소비전력은 3,600 W가 아니라 4, 800W이다. $R = 3\Omega$, $I = 40A$를 모두 반영하면 $40^2 \times 3$이 된다.
④ O: $P_R = 40^2 \times 3 = 4,800W$이므로 옳다.
⑤ X: 저항의 소비전력은 6,000 W가 아니라 4, 800W이다. 전체 임피던스 5Ω는 전류 계산에 쓰고, 소비전력 계산에는 저항 성분 3Ω만 쓴다.

오답 포인트

$\omega L = 4\Omega$까지 포함한 $Z = 5\Omega$는 전류를 구할 때 사용한다. 그러나 인덕터의 리액턴스는 평균 유효전력을 소모하지 않으므로, 저항의 전력 계산에서 Z를 R처럼 곱하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

교류 직렬 회로에서는 먼저 전압의 실효값과 Z로 I를 구한다. 그다음 저항에서의 소비전력은 I^2R, 회로 전체 유효전력은 $VI\cos\phi$로 계산하며 두 값이 일치하는지 검산한다.

암기 포인트

직렬 R–L 회로: 전류는 Z로 구하고, 유효전력은 R에서만 소모된다.

NoteBase

문 8. RL 직렬회로에서 $R = 4[\Omega]$, $X_L = 3[\Omega]$일 때, 임피던스 $Z[\Omega]$과 역률 $\cos\theta$는?

① $Z[\Omega]$: 5, $\cos\theta$: 0.6

② $Z[\Omega]$: 5, $\cos\theta$: 0.8

③ $Z[\Omega]$: 5, $\cos\theta$: 1.0

④ $Z[\Omega]$: 10, $\cos\theta$: 0.6

⑤ $Z[\Omega]$: 10, $\cos\theta$: 0.8

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 RL 직렬회로의 임피던스와 역률을 각각 구하는 계산 문제이다.

조건 정리

저항은 $R = 4\Omega$이고 유도 리액턴스는 $X_L = 3\Omega$이다. 구할 값은 임피던스의 크기 Z와 역률 $\cos\theta$이다. RL 직렬회로에서는 저항 성분과 리액턴스 성분이 직각을 이루므로 피타고라스 정리를 적용한다.

사용할 공식

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}, \qquad \cos\theta = \frac{R}{Z}$

임피던스는 저항 R과 유도 리액턴스 X_L의 벡터합이며, 역률은 임피던스에 대한 저항 성분의 비이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $Z = \sqrt{4^2 + 3^2} = \sqrt{25} = 5\Omega$이다.
2. $\cos\theta = \frac{4}{5} = 0.8$이다.
3. 따라서 $Z = 5\Omega$, $\cos\theta = 0.8$인 조합을 고른다.

NoteBase

선지 판단

① X: $Z = 5\Omega$는 맞지만 역률이 틀리다. 틀린 표현 $\cos\theta = 0.6$ → 올바르게는 $\cos\theta = 0.8$이다. 0.6은 $X_L/Z = 3/5$로, 역률이 아니라 리액턴스 성분의 비이다.
② O: $Z = 5\Omega$, $\cos\theta = 0.8$로 계산 결과와 모두 일치한다.
③ X: $Z = 5\Omega$는 맞지만 역률이 틀리다. 틀린 표현 $\cos\theta = 1.0$ → 올바르게는 $\cos\theta = 0.8$이다. 역률 1.0은 리액턴스가 없는 순저항 회로에서만 성립한다.
④ X: 임피던스와 역률이 모두 틀리다. 틀린 표현 $Z = 10\Omega$, $\cos\theta = 0.6$ → 올바르게는 $Z = 5\Omega$, $\cos\theta = 0.8$이다. 직렬회로의 임피던스를 저항과 리액턴스의 단순합으로 보아도 7이므로 10이 될 수 없다.
⑤ X: 임피던스가 틀리다. 틀린 표현 $Z = 10\Omega$ → 올바르게는 $Z = 5\Omega$이다. $\cos\theta = 0.8$만 맞으며, 역률 계산의 분모는 임피던스 $Z = 5\Omega$이다.

오답 포인트

①의 0.6은 3/5이므로 그럴듯하지만 X_L/Z이다. 역률은 R/Z를 사용하므로 ②의 0.8이 된다. 또한 ④와 ⑤처럼 R과 X_L를 단순히 더하거나 임의의 값으로 계산하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

RL 직렬회로에서는 먼저 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$로 임피던스를 구한 뒤, $\cos\theta = R/Z$로 역률을 구한다. 저항은 역률의 분자, 리액턴스는 임피던스 계산의 제곱항이라는 점을 구분한다.

암기 포인트

RL 직렬회로는 3-4-5 관계이면 $Z = 5\Omega$, 역률은 $4/5 = 0.8$이다.

NoteBase

문 9. Y 결선된 3상 전원의 한 상의 전압이 $V_a = 220\angle 60^\circ [V]$일 때, 선간전압 V_{ab}는 몇 [V]인가? (단, 상순은 abc이다.)

① $220\sqrt{3}\angle -30^\circ$
② $220\sqrt{3}\angle 30^\circ$
③ $220\sqrt{3}\angle -60^\circ$
④ $220\sqrt{3}\angle 60^\circ$
⑤ $220\sqrt{3}\angle 90^\circ$

정답 5번

출제 포인트

평형 Y결선 3상 전원에서 상순이 abc일 때 상전압으로 선간전압 V_{ab}를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 상전압은 $V_a = 220\angle 60^\circ$ V이다. 상순 abc이므로 b상의 위상은 a상보다 120° 늦어 $V_b = 220\angle(-60^\circ)$V이다. 구할 값은 a선에서 b선으로의 선간전압 $V_{ab} = V_a - V_b$이다.

사용할 공식

평형 Y결선의 정상분 상순에서 선간전압은 해당 상전압보다 크기가 $\sqrt{3}$배이고 위상이 30° 앞선다. 따라서 $V_{ab} = \sqrt{3}V_a\angle 30^\circ$로 쓴다. 이는 V_{ab}가 두 상전압의 벡터차이기 때문이다.

계산 과정

1. 상순 abc에서 $V_b = 220\angle(60^\circ - 120^\circ) = 220\angle(-60^\circ)$V이다.
2. $V_{ab} = V_a - V_b$이므로 평형 3상 벡터관계에 따라 크기는 $220\sqrt{3}$V이다.
3. V_{ab}의 위상은 V_a보다 30° 앞서므로 $60^\circ + 30^\circ = 90^\circ$이다.

따라서 $V_{ab} = 220\sqrt{3}\angle 90^\circ$ V이다.

NoteBase

선지 판단

① X. 크기는 맞지만 위상 -30°가 틀리다. $-30^\circ \rightarrow$ 올바르게는 90°이다. 이는 V_{ab}가 V_a보다 30° 앞선다는 관계를 반대로 적용한 경우이다.
② X. 크기는 맞지만 위상 30°가 틀리다. $30^\circ \rightarrow$ 올바르게는 90°이다. V_a의 위상 60°를 계산에 반영하지 않은 값이다.
③ X. 크기는 맞지만 위상 -60°가 틀리다. $-60^\circ \rightarrow$ 올바르게는 90°이다. 이는 V_b의 상전압 위상을 선간전압 위상으로 잘못 사용한 경우이다.
④ X. 크기는 맞지만 위상 60°가 틀리다. $60^\circ \rightarrow$ 올바르게는 90°이다. V_a의 위상을 그대로 썼으며 선간전압의 30° 선행을 빠뜨렸다.
⑤ O. $V_{ab} = 220\sqrt{3}\angle 90^\circ$ V로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

선간전압의 크기 $\sqrt{3}$배만 기억하고 위상 변화를 빼먹기 쉽다. 상순 abc에서 V_{ab}는 V_a보다 30° 앞선다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 아래첨자의 순서대로 $V_{ab} = V_a - V_b$를 확인한다. 그다음 상순 abc이면 $V_{ab} = \sqrt{3}V_a\angle 30^\circ$를 적용하여 크기는 $\sqrt{3}$배, 위상은 a상보다 30° 선행으로 판단한다.

암기 포인트

abc 상순의 Y결선에서는 $V_{ab} = \sqrt{3}V_a\angle 30^\circ$이다. 선간전압은 상전압보다 $\sqrt{3}$배 크고 30° 앞선다.

NoteBase

문 10. 어떤 회로망에서 4단자 정수가 $A=4, B=j2, D=2+j3$일 때 C의 값은?

① $3+j3.5$

② $4-j3.5$

③ $5+j3.5$

④ $6-j3.5$

⑤ $7-j3.5$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 호혜 4단자 회로망의 정수 관계 $AD-BC=1$을 이용하여 C를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $A=4, B=j2, D=2+j3$이다. 구할 값은 C이다. $j^2=-1$이므로 j로 나눌 때 부호가 바뀔 수 있음에 주의한다.

사용할 공식

$AD-BC=1$
따라서 $C=\frac{AD-1}{B}$ 이다. 4단자 회로망의 호혜 조건이 A, B, C, D 사이의 관계를 직접 주므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $AD=4(2+j3)=8+j12$이다.
2. $AD-1=7+j12$이다.
3. $C=\frac{7+j12}{j2}=6-j3.5$ 이다.

선지 판단

① X: $C=3+j3.5$는 계산 결과 $6-j3.5$와 일치하지 않는다. 틀린 표현 $C=3+j3.5 \rightarrow$ 올바르게는 $C=6-j3.5$이다.
② X: $C=4-j3.5$는 실수부가 2만큼 작다. 틀린 표현 $C=4-j3.5 \rightarrow$ 올바르게는 $C=6-j3.5$이다.
③ X: $C=5+j3.5$는 실수부와 허수부의 부호가 모두 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 $C=5+j3.5 \rightarrow$ 올바르게는 $C=6-j3.5$이다.
④ O: $C=6-j3.5$는 $C=(7+j12)/(j2)$를 계산한 값과 일치한다.
⑤ X: $C=7-j3.5$는 실수부가 1만큼 크다. 틀린 표현 $C=7-j3.5 \rightarrow$ 올바르게는 $C=6-j3.5$이다.
계산 결과가 $C=6-j3.5$이므로 정답은 4번이다.

NoteBase

오답 포인트

$(7+j12)/(j2)$에서 $j12/(j2)=6$이고 $7/(j2)=-j3.5$이다. 특히 $1/j=-j$를 놓치면 허수부를 $+j3.5$로 잘못 처리하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

4단자 정수에서 미지수가 하나이면 먼저 $AD-BC=1$에 대입하여 미지수를 분리하고, 마지막에 $j^2=-1$로 허수부의 부호를 검산한다.

암기 포인트

호혜 4단자 회로망은 $AD-BC=1$, 그리고 $1/j=-j$이다.

NoteBase

문 11. 전기력선에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전기력선은 등전위면과 직교한다.

② 전기력선은 서로 교차하지 않는다.

③ 전기력선은 접선방향이 그 점에서 전장의 방향이다.

④ 전기력선은 양전하 표면에서 나와 음전하 표면에서 끝난다.

⑤ 전기력선은 도체 표면에 수직으로 출입하며 도체 내부에서는 전기력선이 더 강해진다.

정답 5번

출제 포인트

정전기 평형 상태의 도체와 전기력선의 기본 성질을 묻는 문제이다.

핵심 개념

전기력선은 전기장의 방향을 나타내는 가상선이다. 전기력선은 등전위면과 수직이고 서로 교차하지 않으며, 양전하에서 나와 음전하에서 끝난다. 정전기 평형 상태의 도체 내부 전기장은 0이므로 도체 내부에는 전기력선이 존재하지 않는다.

선지별 해설

① O: 전기장 방향은 전위가 가장 급격히 감소하는 방향이므로 전기력선은 등전위면과 직교한다.
② O: 한 점에서의 전기장 방향은 하나로 정해지므로 전기력선이 서로 교차할 수 없다.
③ O: 전기력선의 접선 방향은 그 점에서의 전기장 방향이다.
④ O: 전기력선은 양전하에서 시작하여 음전하에서 끝난다.
⑤ X: 틀린 표현은 '도체 내부에서는 전기력선이 더 강해진다'이다. 정전기 평형 상태에서는 도체 내부의 전기장이 0이므로 전기력선이 존재하지 않는다.

오답 포인트

⑤는 도체 표면에서 전기력선이 수직이라는 앞부분은 맞지만, 도체 내부 전기장이 강해진다고 이어 붙인 것이 함정이다. 도체 내부에서는 전기장이 차폐되어 0이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기력선의 방향·교차 여부·시작과 끝을 먼저 확인하고, 도체가 정전기 평형 상태이면 내부 전기장은 0이라는 기준으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

전기력선은 '양에서 나와 음으로, 등전위면에는 수직으로, 도체 내부에는 없음'으로 정리한다.

NoteBase

문 12. 자기인덕턴스가 100[mH]인 코일에 0.01[s] 동안 전류가 10[A]에서 8[A]로 감소하였다. 이 코일에 유도된 기전력은 몇 [V]인가?

① 2

② 10

③ 20

④ 100

⑤ 200

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 코일의 자기유도 기전력의 크기를 $e = L\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|$로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $L = 100mH = 0.1H$, 전류 변화는 $10A \rightarrow 8A$, 변화 시간은 $\Delta t = 0.01s$이다. 구할 값은 유도된 기전력의 크기이다. 전류가 감소하므로 $\Delta i = -2A$이지만, 문제에서 묻는 기전력의 크기를 구할 때에는 절댓값을 사용한다.

사용할 공식

자기유도 기전력의 크기는 $e = L\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|$이다. 코일에 흐르는 전류가 시간에 따라 변할 때 그 변화율에 비례하여 자기유도 기전력이 발생하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 인덕턴스를 $100mH = 0.1H$로 변환한다.
2. 전류 변화량의 크기는 $|\Delta i| = |8 - 10| = 2A$이다.
3. $e = 0.1 \times \frac{2}{0.01} = 20V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: ‘2 V’는 계산 결과 $20V$와 다르다. 틀린 표현 ‘2 V’ → 올바르게는 ‘20 V’이다. $100mH$를 $0.01H$로 잘못 변환하면 이런 값이 나온다.
② X: ‘10 V’는 계산 결과 $20V$와 다르다. 틀린 표현 ‘10 V’ → 올바르게는 ‘20 V’이다. 전류 변화량 $2A$를 $1A$로 잘못 잡으면 이런 값이 나온다.
③ O: $e = 20V$이므로 ‘20 V’가 옳다.
④ X: ‘100 V’는 계산 결과 $20V$와 다르다. 틀린 표현 ‘100 V’ → 올바르게는 ‘20 V’이다. 처음 전류 $10A$를 변화량으로 잘못 쓰면 $100V$가 나온다.
⑤ X: ‘200 V’는 계산 결과 $20V$와 다르다. 틀린 표현 ‘200 V’ → 올바르게는 ‘20 V’이다. $100mH$를 $1H$로 잘못 변환하면 $200V$가 나온다.
계산 결과가 $20V$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

‘전류가 10 A에서 8 A로 감소’했다는 말에서 필요한 값은 처음 전류 $10A$가 아니라 변화량의 크기 $2A$이다. 또한 $100mH = 0.1H$ 변환을 빠뜨리면 ⑤의 $200V$처럼 10배 큰 값을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 문제는 인덕턴스를 H 단위로 먼저 바꾸고, $|\Delta i|$와 Δt를 구한 뒤 $e = L|\Delta i/\Delta t|$에 대입하여 단위를 V로 검산한다.

암기 포인트

자기유도 기전력의 크기: $e = L|\Delta i/\Delta t|$. 전류 변화가 빠를수록, 인덕턴스가 클수록 기전력의 크기도 커진다.

NoteBase

문 13. 자속밀도 $2[\mathrm{Wb/m^2}]$의 평등 자장 내에 있는 도선에 전류가 흐른다. 이때 도선에 작용하는 힘이 최대가 되는 자장의 방향과 도선이 이루는 각도[◦]는?

① 0
② 30
③ 45
④ 60
⑤ 90

정답 5번

출제 포인트

균일한 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 자기력의 크기와 도선·자기장 사이 각도의 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

자속밀도는 $B = 2\mathrm{Wb/m^2}$이다. 도선에 전류가 흐르며, 구할 것은 자기력이 최대가 되는 도선과 자기장 사이의 각도 θ이다. 최대 조건에서는 자속밀도나 전류의 수치보다 $\sin\theta$의 값이 중요하다.

사용할 공식

전류가 흐르는 길이 l인 직선 도선이 받는 자기력의 크기는 $F = BIl\sin\theta$이다. 여기서 θ는 도선의 전류 방향과 자기장 방향이 이루는 각도이다. 자기력은 두 방향이 서로 수직일 때 가장 크므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $F = BIl\sin\theta$에서 B, I, l은 정해진 양이므로 F는 $\sin\theta$에 비례한다.
2. $\sin\theta$의 최댓값은 1이다.
3. $\sin\theta = 1$이 되는 각도는 $\theta = 90^\circ$이다. 따라서 도선은 자기장에 수직일 때 최대의 힘을 받는다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0°에서는 도선과 자기장이 평행하여 $\sin 0^\circ = 0$이므로 자기력은 0이다. 틀린 표현은 '0°에서 최대'이며, 올바르게는 '0°에서 자기력은 0'이다.
② X — 30°에서는 $\sin 30^\circ = 1/2$이므로 최대값의 절반만 된다. 틀린 표현은 '30°에서 최대'이며, 올바르게는 '90°에서 최대'이다.
③ X — 45°에서는 $\sin 45^\circ = \sqrt{2}/2$로 1보다 작다. 틀린 표현은 '45°에서 최대'이며, 올바르게는 '90°에서 최대'이다.
④ X — 60°에서는 $\sin 60^\circ = \sqrt{3}/2$로 1보다 작다. 틀린 표현은 '60°에서 최대'이며, 올바르게는 '90°에서 최대'이다.
⑤ O — 90°에서는 $\sin 90^\circ = 1$이므로 $F = BIl$가 되어 자기력이 최대이다.

오답 포인트

자속밀도 2Wb/m^2가 제시되어도 최대가 되는 각도는 그 수치로 결정되지 않는다. $\sin\theta$가 최대가 되는 조건을 찾지 않고 30°, 45°, 60°의 삼각함수값만 보고 고르면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전류 도선의 자기력 문제에서는 먼저 $F = BIl\sin\theta$를 확인하고, B, I, l이 일정하면 $\sin\theta$가 최대인지를 판단한다. $\sin\theta = 1$이면 도선과 자기장은 수직이다.

암기 포인트

전류 도선의 자기력: 평행이면 0, 수직이면 최대이다.

NoteBase

문 14. 진공 중에서 크기가 각각 1[μC]인 두 개의 같은 점전하가 서로 10[cm] 떨어져 있을 때, 두 점전하 사이에 작용하는 힘은 몇 [N]인가?

① 0.03

② 0.3

③ 0.9

④ 3

⑤ 9

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 쿨롱 법칙으로 두 점전하 사이에 작용하는 전기력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

두 전하의 크기는 각각 $1\mu C = 1 \times 10^{-6} C$이다. 전하 사이 거리는 $10cm = 0.10m$이다. 구하는 값은 두 전하 사이의 전기력의 크기이다.

사용할 공식

쿨롱 법칙은 $F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$이다. 두 점전하의 크기와 전하 사이 거리가 주어졌으므로 이 공식을 사용한다. 여기서 $k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$이다.

계산 과정

1. 전하와 거리를 SI 단위로 쓴다: $q_1 = q_2 = 1 \times 10^{-6} C$, $r = 0.10m$이다.
2. 공식에 대입한다: $F = 9 \times 10^9 \frac{(1 \times 10^{-6})(1 \times 10^{-6})}{(0.10)^2}$이다.
3. $F = 9 \times 10^9 \times 10^{-12}/10^{-2} = 0.9N$이다.

선지 판단

① X: 계산값은 $0.9N$이므로 $0.03N$은 일치하지 않는다. 틀린 값 $0.03N$ → 올바르게는 $0.9N$이다.
② X: 계산값은 $0.9N$이므로 $0.3N$은 일치하지 않는다. 틀린 값 $0.3N$ → 올바르게는 $0.9N$이다.
③ O: 쿨롱 법칙에 전하량과 거리의 제곱을 대입하면 전기력의 크기는 $0.9N$이다.
④ X: 계산값은 $0.9N$이므로 $3N$은 일치하지 않는다. 틀린 값 $3N$ → 올바르게는 $0.9N$이다.
⑤ X: 계산값은 $0.9N$이므로 $9N$은 일치하지 않는다. 틀린 값 $9N$ → 올바르게는 $0.9N$이다.

NoteBase

오답 포인트

거리를 $10cm$ 그대로 대입하거나, 거리 r를 제곱하지 않으면 오답이 된다. 이 문항에서는 $10cm$를 $0.10m$로 바꾼 뒤 $(0.10)^2$를 분모에 넣어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

점전하 사이의 힘 문제는 전하량을 C, 거리를 m로 통일한 뒤 $F = k|q_1 q_2|/r^2$에 대입하여 거리의 제곱을 먼저 검산한다.

암기 포인트

전기력은 전하량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다: $F \propto q_1 q_2 / r^2$이다.

NoteBase

문 15. 공기 중에 무한히 긴 두 도선이 평행하게 r의 간격을 두고 있다. 이 두 도선에 전류 I_1, I_2가 같은 방향으로 흐르고, $r = 0.4[\mathrm{m}]$, $I_1 = 100[\mathrm{A}]$, $I_2 = 100[\mathrm{A}]$일 때 두 도선에 작용하는 힘[N]과 방향은?

① 힘[N]: $F = 2 \times 10^{-7}$, 방향: 흡인력

② 힘[N]: $F = 2 \times 10^{-3}$, 방향: 반발력

③ 힘[N]: $F = 5 \times 10^{-3}$, 방향: 흡인력

④ 힘[N]: $F = 5 \times 10^{-7}$, 방향: 반발력

⑤ 힘[N]: $F = 8 \times 10^{-3}$, 방향: 흡인력

정답 3번

출제 포인트

평행한 두 긴 도선 사이의 단위 길이당 자기력과 전류 방향에 따른 인력·반발력을 묻는 문제이다.

조건 정리

도선 사이 거리: $r = 0.4m$

전류: $I_1 = I_2 = 100A$

두 전류의 방향: 같음

두 도선은 무한히 길므로, 계산값은 단위 길이 $1m$당 힘으로 해석한다.

사용할 공식

평행한 두 긴 도선 사이의 단위 길이당 힘은 $\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$이다. 여기서 공기 중에서는 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$이다. 두 도선이 평행하고 거리가 r로 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$$\frac{F}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 100}{2\pi \times 0.4}$$

$$= \frac{2 \times 10^{-7} \times 10^4}{0.4} = 5 \times 10^{-3} N/m$$

따라서 단위 길이 $1m$에 작용하는 힘의 크기는 $5 \times 10^{-3} N$이다. 같은 방향의 평행 전류는 서로 끌어당기므로 방향은 흡인력이다.

NoteBase

선지 판단

① X. $2 \times 10^{-7} N$은 전류와 거리를 대입하기 전 계수에 가까운 값이다. 올바르게는 $5 \times 10^{-3} N$의 흡인력이다.
② X. 힘의 크기도 $2 \times 10^{-3} N$가 아니고, 같은 방향 전류 사이에는 반발력이 아니다. 올바르게는 $5 \times 10^{-3} N$의 흡인력이다.
③ O. 계산값은 $5 \times 10^{-3} N$이고, 같은 방향으로 흐르는 평행 전류는 서로 끌어당긴다.
④ X. $5 \times 10^{-7} N$은 전류의 곱 100×100을 반영하지 못한 값이다. 또한 방향도 반발력이 아니라 흡인력이다. 올바르게는 $5 \times 10^{-3} N$의 흡인력이다.
⑤ X. $8 \times 10^{-3} N$은 거리 $0.4 m$로 나누는 계산을 잘못한 값이다. 올바르게는 $5 \times 10^{-3} N$의 흡인력이다.

오답 포인트

③의 크기만 맞추고 방향을 놓치기 쉽다. 평행 도선에서는 전류 방향이 같으면 흡인력, 반대이면 반발력이다. 또한 무한히 긴 도선의 공식은 F/l이므로 단위 길이당 힘임을 함께 확인한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $F/l = \mu_0 I_1 I_2/(2\pi r)$에 전류의 곱과 거리의 단위를 대입해 크기를 구한다. 다음으로 전류 방향이 같으면 흡인력, 반대이면 반발력으로 판단한다.

암기 포인트

평행 전류: 같은 방향은 흡인, 반대 방향은 반발이다. 힘의 크기는 $I_1 I_2$에 비례하고 r에 반비례한다.

NoteBase

문 16. 다음은 플레밍의 오른손 법칙을 설명한 것이다. 괄호 안에 들어갈 말을 바르게 나열한 것은?

자장 내에 놓여 있는 전선이 운동을 하면 유도 전압이 발생하는데, 이때 오른손의 엄지, 검지, 중지를 서로 직각이 되도록 벌려서 엄지를 (ㄱ) 방향에, 검지를 (ㄴ) 방향에 일치시키면 중지는 (ㄷ) 방향을 가리키게 된다.

① ㄱ: 전선의 운동, ㄴ: 유도전압, ㄷ: 자장

② ㄱ: 유도전압, ㄴ: 자장, ㄷ: 전선의 운동

③ ㄱ: 전선의 운동, ㄴ: 자장, ㄷ: 유도전압

④ ㄱ: 자장, ㄴ: 유도전압, ㄷ: 전선의 운동

⑤ ㄱ: 자장, ㄴ: 전선의 운동, ㄷ: 유도전압

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 플레밍의 오른손 법칙에서 엄지·검지·중지에 대응하는 물리량을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

플레밍의 오른손 법칙은 자계 속에서 전선이 움직여 유도전압이 생길 때 그 방향을 정하는 발전기 법칙이다. 엄지는 전선의 운동 방향, 검지는 자장의 방향, 중지는 유도전압(유도기전력)의 방향을 나타낸다.

선지별 해설

① X: ㄴ에 유도전압을 놓은 표현이 틀리다. 검지는 자장의 방향이며, 유도전압은 중지가 나타낸다.
② X: ㄱ에 유도전압, ㄷ에 전선의 운동을 놓은 표현이 틀리다. 엄지는 전선의 운동 방향, 중지는 유도전압의 방향이다.
③ O: 엄지는 전선의 운동 방향, 검지는 자장의 방향, 중지는 유도전압의 방향이므로 옳다.
④ X: ㄱ에 자장, ㄴ에 유도전압, ㄷ에 전선의 운동을 놓은 표현이 틀리다. 자장은 검지, 유도전압은 중지, 전선의 운동은 엄지에 대응한다.
⑤ X: ㄱ에 자장, ㄴ에 전선의 운동을 놓은 표현이 틀리다. 엄지는 전선의 운동 방향이고 검지는 자장의 방향이다. 중지의 유도전압만 맞다.

오답 포인트

오른손 법칙의 중지가 유도전류 방향을 나타낸다는 설명과 이 문항의 유도전압 표현을 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 중지를 유도전압의 방향으로 보며, 회로가 연결되면 그 방향은 유도전류의 방향 판단에도 사용된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

발전기 작용이나 유도전압의 방향을 묻는다면 오른손을 사용하고, 엄지부터 전선의 운동·자장·유도전압 순으로 대응시킨다.

암기 포인트

오른손: 엄지 운동, 검지 자장, 중지 유도전압이다.

NoteBase

문 17. 직류발전기의 구성 요소에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 계자 : 자속을 만들어주는 부분

② 전기자 : 교류를 직류로 변환하는 부분

③ 정류자 : 자속으로부터 기전력을 유도하는 부분

④ 브러시 : 계자철심의 자극편과 전기자 철심 표면 사이 부분

⑤ 공극 : 정류자면에 접촉하여 전기자 권선과 외부 회로를 연결하는 부분

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류발전기의 계자·전기자·정류자·브러시의 기능을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

계자는 자속을 만드는 고정자 측 자기장 장치이다. 전기자는 자속 속에서 회전하여 기전력이 유도되는 권선 부분이다. 정류자는 전기자에서 생긴 교류 성분을 외부에 직류로 꺼내도록 정류하는 부분이며, 브러시는 정류자면에 접촉하여 전기자 권선과 외부 회로를 연결하는 부분이다. 계자철심의 자극편과 전기자 철심 사이의 틈은 공극이다.

선지별 해설

① O — 계자는 계자권선과 자극 등을 통해 발전기에 필요한 자속을 만드는 부분이다.
② X — 틀린 표현은 '전기자: 교류를 직류로 변환하는 부분'이다. 교류 성분을 직류로 정류하는 부분은 정류자이며, 전기자는 자속 속에서 회전하여 기전력이 유도되는 부분이다.
③ X — 틀린 표현은 '정류자: 자속으로부터 기전력을 유도하는 부분'이다. 자속으로부터 기전력이 유도되는 부분은 전기자이며, 정류자는 전기자에서 발생한 교류 성분을 직류로 정류한다.
④ X — 틀린 표현은 '브러시: 계자철심의 자극편과 전기자 철심 표면 사이의 부분'이다. 그 사이의 부분은 공극이며, 브러시는 정류자면에 접촉하는 부분이다.
⑤ X — 틀린 표현은 '공극: 정류자면에 접촉하여 전기자 권선과 외부 회로를 연결하는 부분'이다. 이 기능을 하는 부분은 브러시이며, 공극은 자극편과 전기자 사이의 공간이다.

오답 포인트

②·③은 전기자와 정류자의 기능을 서로 바꾸었고, ④·⑤는 브러시와 공극의 위치·기능을 서로 바꾸었다. 특히 '정류자면에 접촉'이라는 표현은 브러시를 가리키는 핵심 단서이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

자속을 만들면 계자, 기전력이 유도되면 전기자, 직류로 정류하면 정류자, 정류자에 접촉해 외부 회로로 연결하면 브러시, 자극편과 전기자 사이의 틈이면 공극으로 판단한다.

암기 포인트

계자=자속, 전기자=유도기전력, 정류자=직류 정류, 브러시=접촉·외부회로, 공극=사이의 틈이다.

NoteBase

문 18. 직류기에서 전기자 철심의 재료로 규소강판을 많이 사용하는 이유로 가장 옳은 것은?

① 히스테리시스손을 줄이기 위해

② 표유부하손을 적게 하기 위해

③ 동손을 없애기 위해

④ 풍손을 줄이기 위해

⑤ 기계손을 줄이기 위해

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류기의 전기자 철심 재료로 규소강판을 쓰는 이유, 즉 철손 가운데 어느 손실이 재료 선택으로 줄어드는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

철심에서 생기는 철손은 크게 히스테리시스손과 와전류손으로 나뉘고, 둘은 줄이는 방법이 서로 다르다.

히스테리시스손은 자화 방향이 반복해서 바뀔 때 히스테리시스 곡선이 감싸는 면적만큼 소비되는 손실로 $P_h = \eta f B_m^{1.6}$로 표현되며, 여기서 η는 재료의 히스테리시스 계수이다. 순철에 규소를 약 3~4 % 넣으면 자구가 움직이기 쉬워져 보자력이 작아지고 히스테리시스 곡선의 면적이 줄어들어 계수 η 자체가 작아진다. 즉 히스테리시스손은 철심을 어떻게 조립하느냐가 아니라 어떤 재료를 쓰느냐로 줄인다.

와전류손은 변화하는 자속이 철심 내부에 순환 전류를 만들어 생기는 손실로 $P_e = k f^2 B_m^2 t^2$와 같이 판 두께 t의 제곱에 비례한다. 그래서 와전류손은 철심을 얇은 판으로 성층하고 판 사이를 절연하는 구조로 줄인다.

정리하면 규소강판이라는 재료 선택은 히스테리시스손 감소가 목적이고, 얇게 성층한다는 구조는 와전류손 감소가 목적이다. 실제 전기기기는 이 두 가지를 함께 쓰므로 얇은 규소강판을 성층하지만, 문제가 재료를 물었다면 히스테리시스손이 답이 된다.

NoteBase

선지별 해설

① O. 규소강판은 규소를 함유시켜 보자력을 낮추고 투자율을 높인 자성 재료이므로 히스테리시스 곡선의 면적, 곧 $P_h = \eta f B_m^{1.6}$의 계수 η가 작아진다. 따라서 철심 재료로 규소강판을 많이 쓰는 이유는 히스테리시스손을 줄이기 위해서이다.

② X. 표유부하손은 누설 자속이 도체나 구조물에 걸리면서 부하에 따라 추가로 생기는 손실로, 재료의 자화 특성과 직접 관계가 적다. 틀린 표현은 '표유부하손을 적게 하기 위해'이며, 올바르게는 '규소강판은 히스테리시스손을 적게 하기 위해 쓴다'이다.

③ X. 동손은 전기자·계자 권선의 저항 때문에 발생하는 손실이므로 철심 재료와 무관하고, 전류가 흐르는 한 없앨 수도 없다. 틀린 표현은 '동손을 없애기 위해'이며, 올바르게는 '권선 저항을 줄이거나 전류를 낮추어 동손을 줄인다'이다.

④ X. 풍손은 회전 부분이 공기와 마찰하면서 생기는 기계적 손실이므로 철심 재료로는 줄일 수 없다. 틀린 표현은 '풍손을 줄이기 위해'이며, 올바르게는 '회전자의 형상이나 냉각풍 조건을 개선하여 풍손을 줄인다'이다.

⑤ X. 기계손은 베어링 마찰, 브러시 마찰, 공기 마찰 등에서 생기는 손실로 역시 철심 재료와 관계가 없다. 틀린 표현은 '기계손을 줄이기 위해'이며, 올바르게는 '마찰을 줄이는 구조와 정비로 기계손을 줄인다'이다.

오답 포인트

철심에서 생기는 손실이라는 공통점 때문에 히스테리시스손과 와전류손을 뒤섞기 쉽다. 얇은 강판을 성층하고 절연한다는 설명이 익숙해서 규소강판을 보면 곧바로 와전류손을 떠올리는 것이 대표적인 함정이다. 그러나 성층은 판 두께 t를 줄여 와전류손을 낮추는 구조상의 방법이고, 규소를 넣는 것은 재료의 히스테리시스 계수를 낮추는 방법이므로 서로 다른 손실에 대응한다.

다시 나오면 이렇게 판단

발문이 '재료'를 묻는지 '구조'를 묻는지 먼저 확인한다. 규소강판, 규소 함유량, 자성 재료라는 표현이 나오면 히스테리시스손 감소로 판단하고, 얇은 강판, 성층, 적층, 층간 절연이라는 표현이 나오면 와전류손 감소로 판단한다. 권선 저항이면 동손, 공기·마찰이면 풍손·기계손으로 구분한다.

암기 포인트

규소강판 재료는 히스테리시스손 감소, 얇은 판 성층·절연은 와전류손 감소, 권선 저항은 동손, 마찰·바람은 기계손·풍손이다.

NoteBase

문 19. 동기발전기의 병렬운전 조건으로 옳은 것만을 있는 대로 고르면?

ㄱ. 전압의 크기가 같을 것
ㄴ. 원동기의 힘이 같을 것
ㄷ. 전압의 주파수가 같을 것
ㄹ. 전압의 파형이 같을 것
ㅁ. 전압의 위상이 같을 것

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄴ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ
⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ, ㅁ

정답 5번

출제 포인트

동기발전기를 병렬로 투입하기 전 맞추어야 하는 전압 조건을 묻는 문제이다. 병렬운전에서는 두 발전기의 단자전압 크기·주파수·파형·위상순서·위상이 일치해야 한다.

핵심 개념

병렬운전 조건은 두 발전기를 연결하는 순간 순환전류나 충격전류가 생기지 않도록 교류 전압의 성질을 일치시키는 조건이다. 전압의 크기, 주파수, 파형, 위상순서, 위상을 확인하며, 원동기의 힘이 같아야 하는 것은 동기투입의 조건이 아니다.

선지별 해설

① X — ㄴ이 틀렸다. 전압의 크기(ㄱ)는 같아야 하지만 원동기의 힘은 같을 필요가 없다. 틀린 표현 '원동기의 힘이 같을 것' → 올바르게는 '각 발전기의 전압 조건을 일치시킬 것'이다.
② X — ㄴ이 틀렸다. 전압의 주파수(ㄷ)는 같아야 하지만 원동기의 힘이 같을 필요는 없다. 틀린 표현 '원동기의 힘이 같을 것' → 올바르게는 '원동기의 출력은 부하분담에 맞게 조정할 수 있음'이다.
③ X — ㄴ이 틀렸다. 전압의 크기·파형은 같아야 하지만 원동기의 힘이 같을 필요는 없다. 틀린 표현 '원동기의 힘이 같을 것' → 올바르게는 '전압의 주파수와 위상도 일치시킬 것'이다.
④ X — ㄴ이 틀렸다. 주파수·파형·위상은 같아야 하지만 원동기의 힘이 같을 필요는 없다. 틀린 표현 '원동기의 힘이 같을 것' → 올바르게는 '전압의 크기도 일치시킬 것'이다.
⑤ O — 전압의 크기(ㄱ), 주파수(ㄷ), 파형(ㄹ), 위상(ㅁ)은 모두 병렬운전 조건이다. 따라서 이 네 항목만 고른 ⑤가 옳다.

NoteBase

오답 포인트

ㄴ의 '원동기의 힘'과 발전기의 전기적 동기투입 조건을 혼동하기 쉽다. 원동기 출력은 병렬운전 후 유효전력 부하분담에 영향을 주지만, 투입 순간 전압을 맞추는 필수 조건은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬운전 조건은 전압 자체의 성질인지 먼저 본다. 전압의 크기·주파수·파형·위상순서·위상은 일치 대상이고, 원동기 출력이나 발전기 용량은 동기투입 조건으로 보지 않는다.

암기 포인트

병렬운전은 전압 5요소 일치: 크기·주파수·파형·위상순서·위상이다.

NoteBase

문 20. 동기발전기의 동기속도에 직접적으로 관계된 것만을 있는 대로 고르면?

ㄱ. 자속밀도
ㄴ. 극수
ㄷ. 주파수
ㄹ. 전압
ㅁ. 전류

① ㄱ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄹ, ㅁ
④ ㄷ, ㄹ, ㅁ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ

정답 2번

출제 포인트

동기발전기의 동기속도를 결정하는 전원 주파수와 극수의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기속도는 회전자계의 회전속도이며, $n_s = 120f/P$로 나타낸다. 여기서 f는 주파수, P는 극수이다. 주파수는 커질수록 동기속도가 커지고, 극수는 많아질수록 동기속도가 작아진다.

선지별 해설

① X: ㄱ 자속밀도는 동기속도 결정 인자가 아니다. 틀린 표현은 '자속밀도'이며, 동기속도는 주파수와 극수로 결정된다.
② O: ㄴ 극수와 ㄷ 주파수는 $n_s = 120f/P$에 직접 포함되므로 동기속도와 관계된다.
③ X: ㄹ 전압과 ㅁ 전류는 동기속도를 직접 결정하지 않는다. 틀린 표현은 '전압, 전류'이며, 동기속도의 결정 인자는 주파수와 극수이다.
④ X: ㄷ 주파수는 관계되지만 ㄹ 전압과 ㅁ 전류는 관계되지 않는다. 틀린 표현은 '전압, 전류'이며, 극수가 함께 포함되어야 한다.
⑤ X: ㄴ 극수는 관계되지만 ㄱ 자속밀도, ㄹ 전압, ㅁ 전류는 직접적인 결정 인자가 아니다. 틀린 표현은 '자속밀도, 전압, 전류'이며, 올바른 조합은 극수와 주파수이다.

NoteBase

오답 포인트

‘직접적으로 관계’는 반드시 정비례한다는 뜻이 아니라 동기속도 식의 변수라는 뜻이다. 극수는 동기속도와 반비례하지만 동기속도를 결정하는 변수이므로 ㄴ도 포함된다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기속도 문제에서는 먼저 $n_s = 120f/P$를 세운다. 식에 있는 주파수와 극수만 결정 인자로 고르고, 자속밀도·전압·전류는 제외한다.

암기 포인트

동기속도는 ‘주파수에 비례, 극수에 반비례’한다.

NoteBase

문 21. 변압기의 자속에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 유기기전력과 주파수에 비례한다.

② 유기기전력과 권수비에 비례한다.

③ 유기기전력과 주파수에 반비례한다.

④ 유기기전력에 반비례하고 주파수와 권수비에 비례한다.

⑤ 유기기전력에 비례하고 주파수와 권수비에 반비례한다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 변압기 철심의 최대 자속이 유기기전력, 주파수, 권수와 어떤 관계에 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

변압기에서 유기기전력은 자속 변화로 생기는 전압이며, 정현파일 때 관계식은 $E = 4.44fN\Phi_m$이다. 따라서 최대 자속은 $\Phi_m = E/(4.44fN)$이므로 유기기전력에는 비례하고 주파수와 권수에는 반비례한다.

선지별 해설

① X: 자속은 유기기전력에는 비례하지만 주파수에는 비례하지 않는다. 틀린 표현은 '주파수에 비례'이며, 올바르게는 '주파수에 반비례'한다.

② X: 자속은 권수에 비례하지 않고 반비례한다. $\Phi_m = E/(4.44fN)$에서 권수 N은 분모에 있으므로 권수가 커질수록 자속은 오히려 작아진다. 이 문항의 ②·④·⑤는 모두 '권수비'라고 적고 있는데, 여기서 '권수비'는 두 권선의 비 $a = N_1/N_2$를 엄밀히 가리키는 것이 아니라 해당 권선의 권수 N을 뜻하는 출제 표현으로 읽는다. 어느 쪽으로 읽더라도 ②는 '비례'라는 방향 자체가 틀리므로 옳지 않다.

③ X: 자속은 주파수에 반비례하는 것은 맞지만 유기기전력에는 반비례하지 않는다. 올바르게는 '유기기전력에는 비례하고 주파수에는 반비례'한다.

④ X: 자속은 유기기전력에 반비례하지 않고 비례한다. 또한 주파수와 권수에도 비례하지 않고 각각 반비례한다. 틀린 표현 '유기기전력에 반비례하고 주파수와 권수비에 비례'는 '유기기전력에 비례하고 주파수와 권수에 반비례'로 고쳐야 한다.

⑤ O: $\Phi_m = E/(4.44fN)$이므로 자속은 유기기전력에 비례하고 주파수와 권수에 반비례한다. 선지 원문은 ②·④와 똑같이 '권수비'라고 표기하고 있으나, 이 문항에서는 그 표기를 해당 권선의 권수 N을 가리키는 뜻으로 일관되게 읽으므로, 세 관계의 방향이 모두 맞는 유일한 선지는 ⑤이다.

NoteBase

오답 포인트

①과 ③은 유기기전력과 주파수의 관계를 한쪽만 맞게 섞은 선지이다. ②·④·⑤에 공통으로 등장하는 '권수비'는 모두 해당 권선의 권수 N을 가리키는 표현으로 읽으며, 따라서 정오는 '권수비'라는 용어 자체가 아니라 비례·반비례 방향에서 갈린다. 자속 식의 분자에는 유기기전력, 분모에는 주파수와 권수가 놓인다는 점을 확인한다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 자속 문제에서는 먼저 $\Phi_m = E/(4.44fN)$의 분자와 분모를 확인한다. 분자에 있는 유기기전력은 정비례, 분모에 있는 주파수와 권수는 반비례로 판단한다.

암기 포인트

자속은 전압에는 비례, 주파수·권수에는 반비례한다.

NoteBase

문 22. 3상 변압기의 병렬운전이 불가능한 결선은 무엇인가?

① △ - Y와 △ - Y

② Y - △와 Y - △

③ △ - △와 △ - △

④ Y - Y와 Y - Y

⑤ △ - △와 △ - Y

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 3상 변압기 병렬운전에서 결선에 따른 위상변위가 서로 일치하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

병렬운전하는 변압기는 권수비와 극성뿐 아니라 2차 측의 상순서와 위상변위도 같아야 한다. Δ-Δ 결선과 Y-Y 결선은 1차와 2차 사이의 위상변위가 없고, Δ-Y 결선과 Y-Δ 결선은 30°의 위상변위가 생긴다. 따라서 위상변위가 다른 두 변압기를 병렬로 연결하면 순환전류가 발생할 수 있다.

선지별 해설

① O: 두 변압기가 모두 Δ-Y 결선이면 위상변위가 같게 되므로, 권수비·극성·상순서 등의 병렬운전 조건도 같다는 전제에서 병렬운전할 수 있다.
② O: 두 변압기가 모두 Y-Δ 결선이면 위상변위가 같으므로 병렬운전할 수 있다.
③ O: 두 변압기가 모두 Δ-Δ 결선이면 위상변위가 없고 결선 특성이 같으므로 병렬운전할 수 있다.
④ O: 두 변압기가 모두 Y-Y 결선이면 위상변위가 없고 결선 특성이 같으므로 병렬운전할 수 있다.
⑤ X: ‘Δ-Δ와 Δ-Y’의 위상변위가 서로 다르다. Δ-Δ는 위상변위가 없지만 Δ-Y는 30°의 위상변위가 있으므로 병렬운전할 수 없다. 틀린 표현 ‘병렬운전이 가능’ → 올바르게는 ‘병렬운전이 불가능’이다.

오답 포인트

⑤처럼 두 결선에 Δ가 공통으로 들어가더라도 병렬운전 가능 여부는 기호 하나의 공통 여부가 아니라 1차와 2차 사이의 위상변위가 같은지로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 변압기의 결선이 만드는 위상변위를 먼저 비교한다. 두 변압기의 위상변위가 같으면 다른 병렬운전 조건을 추가로 확인하고, 0°와 30°처럼 위상변위가 다르면 병렬운전은 불가능하다.

NoteBase

암기 포인트

Δ-Δ·Y-Y는 0°, Δ-Y·Y-Δ는 30°이다. 병렬운전은 위상변위가 같아야 한다.

NoteBase

문 23. 전부하, 60 [Hz], 4극인 3상 유도전동기의 회전수가 1620 [rpm]이라면 슬립은 몇 [%]인가?

① 5

② 10

③ 15

④ 20

⑤ 25

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 4극 유도전동기의 동기속도를 구한 뒤 실제 회전수와 비교하여 슬립을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 전원 주파수 $f = 60Hz$, 극수 $P = 4$, 회전수 $N = 1620rpm$이다. 구할 값은 슬립 s이다. 슬립의 기준 회전수는 실제 회전수 N이 아니라 동기속도 N_s이다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$, 슬립은 $s = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100$으로 구한다. 전원 주파수와 극수가 주어졌으므로 먼저 회전자계의 동기속도 N_s를 정할 수 있고, 유도전동기의 실제 회전수는 이보다 낮으므로 두 속도의 차이를 동기속도에 대해 비율로 나타낸다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800rpm$이다.
2. 동기속도와 실제 회전수의 차는 $1800 - 1620 = 180rpm$이다.
3. 따라서 슬립은 $s = \frac{1800 - 1620}{1800} \times 100 = 10\%$이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 10%이므로 5%는 틀리다. 틀린 값 5% → 올바른 값은 10%이다.
② O: $s = \frac{180}{1800} \times 100 = 10\%$이므로 옳다.
③ X: 계산 결과는 10%이므로 15%는 틀리다. 틀린 값 15% → 올바른 값은 10%이다.
④ X: 계산 결과는 10%이므로 20%는 틀리다. 틀린 값 20% → 올바른 값은 10%이다.
⑤ X: 계산 결과는 10%이므로 25%는 틀리다. 틀린 값 25% → 올바른 값은 10%이다.
계산 결과가 10%이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

슬립은 속도 차 $N_s - N$만을 백분율로 바꾸는 값이 아니다. 그 차이를 반드시 동기속도 N_s로 나누어야 하며, 실제 회전수 $N = 1620rpm$를 분모로 쓰면 다른 값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 문제에서는 극수와 주파수로 $N_s = 120f/P$를 먼저 구하고, $s = (N_s - N)/N_s \times 100$에 대입하여 분모가 동기속도인지 확인한다.

암기 포인트

유도전동기 슬립은 '동기속도와의 차이 ÷ 동기속도'이므로 $s = (N_s - N)/N_s$이다.

NoteBase

문 24. 다음의 주어진 라플라스 함수에서 초기값과 최종값은? (단, s는 라플라스 연산자이다.)

$I(s) = \frac{6}{s(s+3)(s+4)}$

① 초기값: 0, 최종값: $\frac{1}{2}$

② 초기값: $\frac{1}{2}$, 최종값: 0

③ 초기값: $\frac{1}{2}$, 최종값: $\frac{3}{2}$

④ 초기값: 0, 최종값: 2

⑤ 초기값: 2, 최종값: 0

정답 1번

출제 포인트

라플라스 변환된 함수에서 초기값 정리와 최종값 정리를 적용하여 시간함수의 초기값과 최종값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 함수는 $I(s) = \frac{6}{s(s+3)(s+4)}$이다.
구할 값은 $i(0^+)$와 $i(\infty)$이다.
$sI(s)$의 나머지 극점은 $s = -3,\ -4$로 모두 좌반평면에 있으므로 최종값 정리를 적용할 수 있다.

사용할 공식

초기값 정리는 $i(0^+) = \lim_{s\to\infty} sI(s)$이고, 최종값 정리는 $i(\infty) = \lim_{s\to 0} sI(s)$이다.
라플라스 영역의 함수 $I(s)$가 주어졌고 초기·최종값을 묻고 있으므로 각각 $sI(s)$의 고주파 극한과 영점 근방의 극한을 계산한다.

계산 과정

1. 초기값은 $i(0^+) = \lim_{s\to\infty} \frac{6}{(s+3)(s+4)} = 0$이다.
2. 최종값은 $i(\infty) = \lim_{s\to 0} \frac{6}{(s+3)(s+4)} = \frac{6}{3\cdot 4} = \frac{1}{2}$이다.
3. 따라서 초기값은 0, 최종값은 $\frac{1}{2}$이다.

NoteBase

선지 판단

① O: 초기값은 0이고 최종값은 $\frac{1}{2}$이므로 일치한다.
② X: "초기값 $\frac{1}{2}$, 최종값 0"이 틀렸다. 올바르게는 초기값 0, 최종값 $\frac{1}{2}$이다. 두 정리에서의 극한 방향을 서로 바꾼 경우이다.
③ X: "초기값 $\frac{1}{2}$, 최종값 $\frac{3}{2}$"이 틀렸다. 올바르게는 초기값 0, 최종값 $\frac{1}{2}$이다. $sI(s)$에 $s=0$을 대입할 때 분모 $3\cdot 4$를 잘못 계산한 값이다.
④ X: "최종값 2"가 틀렸다. 올바른 최종값은 $\frac{6}{3\cdot 4}=\frac{1}{2}$이다. 분모와 분자를 뒤바꾼 값이다.
⑤ X: "초기값 2, 최종값 0"이 틀렸다. 올바르게는 초기값 0, 최종값 $\frac{1}{2}$이다. 초기값 정리와 최종값 정리의 극한 및 계산 결과를 모두 잘못 적용한 경우이다.
계산 결과 초기값은 0, 최종값은 $\frac{1}{2}$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

①의 두 값을 단순히 바꾸어 쓴 ②가 대표적인 함정이다. 초기값은 $s\to\infty$, 최종값은 $s\to 0$의 극한이라는 방향을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

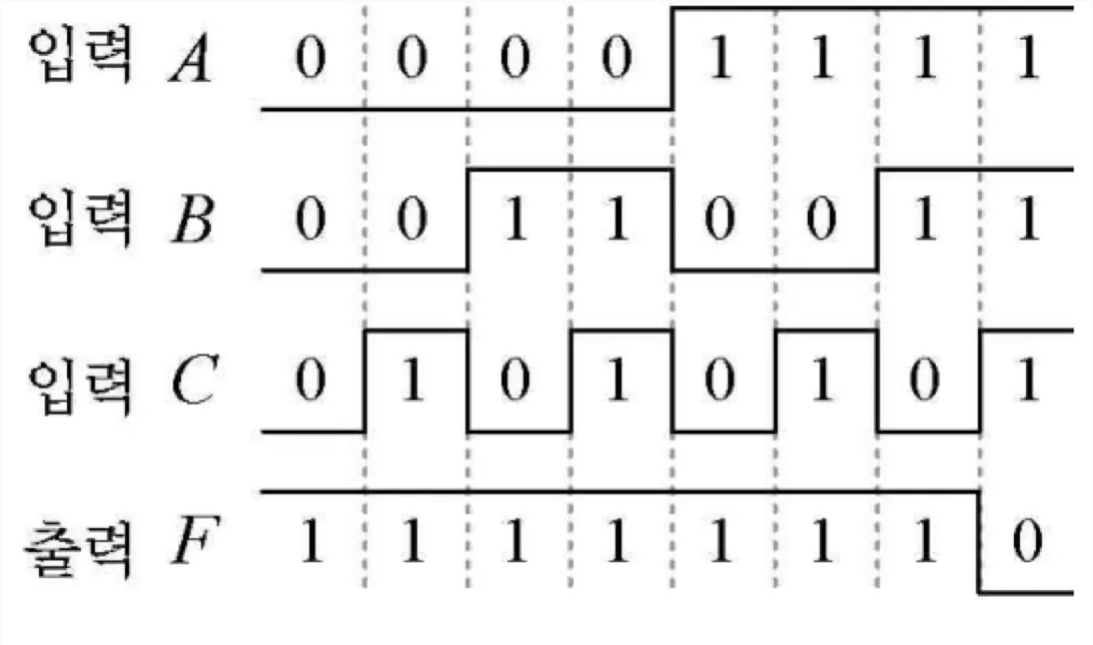
초기값·최종값 문제에서는 먼저 $sI(s)$를 만든 뒤, 초기값에는 $s\to\infty$, 최종값에는 $s\to 0$을 각각 대입한다. 이어 $sI(s)$의 나머지 극점이 좌반평면에 있는지 확인하여 최종값 정리 적용 가능 여부를 판단한다.

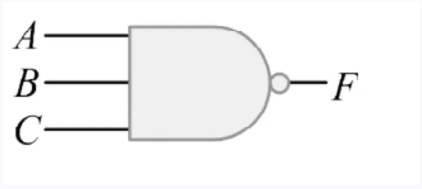
암기 포인트

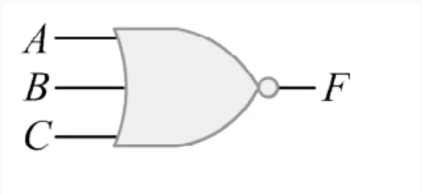
초기는 무한대, 최종은 영: $i(0^+)=\lim_{s\to\infty} sI(s)$, $i(\infty)=\lim_{s\to 0} sI(s)$이다.

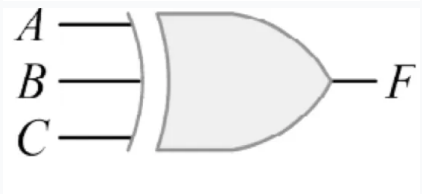
NoteBase

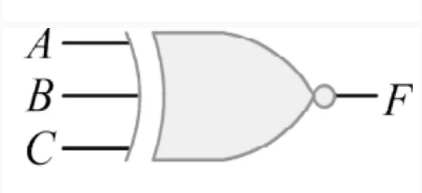
문 25. 게이트의 입출력 파형이 다음과 같을 때, 논리 기호로 옳은 것은?

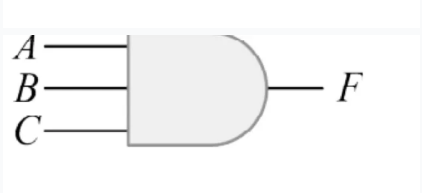


① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

NoteBase

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 입력 A, B, C가 모두 1일 때만 출력 F가 0이고, 나머지 모든 경우에는 1인 파형을 논리게이트와 대응시키는 문제이다. 이는 3입력 NAND 게이트의 동작이다.

선지별 해설

① O: AND 모양의 출력단에 반전 버블이 있으므로 3입력 NAND 게이트이다. NAND는 A, B, C가 모두 1인 경우에만 0을 출력하므로 주어진 F 파형과 일치한다.

② X: OR 모양의 출력단에 반전 버블이 있는 NOR 게이트이다. NOR는 A, B, C가 모두 0일 때만 1을 출력하고, 예를 들어 입력이 0, 0, 1이면 0을 출력한다. 주어진 파형은 이때 1이므로 일치하지 않는다. 틀린 표현인 'OR 출력의 반전'은 NAND가 아니며, 올바르게는 'AND 출력의 반전인 NAND'이다.

③ X: 입력 쪽의 추가 곡선과 출력단에 버블이 없는 기호는 XOR 게이트이다. XOR는 0, 0, 0일 때 0을 출력하지만 주어진 F는 1이다. 틀린 표현인 'XOR' 대신, 올바르게는 모든 입력이 1일 때만 0인 NAND이다.

④ X: XOR 기호의 출력단에 반전 버블이 있는 XNOR 게이트이다. XNOR는 1의 개수가 짝수일 때 1을 출력하므로 입력이 0, 0, 1이면 0을 출력한다. 주어진 F는 1이므로 다르다. 틀린 표현인 'XNOR' 대신, 올바르게는 모든 입력이 1일 때만 0인 NAND이다.

⑤ X: 출력단에 반전 버블이 없는 AND 게이트이다. AND는 A, B, C가 모두 1일 때 1을 출력하지만, 주어진 F는 그때 0이다. 틀린 표현인 'AND'는 출력에 반전 버블을 붙인 'NAND'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

①과 ⑤는 본체 모양이 모두 AND이므로 출력단의 작은 원을 놓치기 쉽다. 이 반전 버블 하나 때문에 ⑤의 AND 출력은 ①의 NAND 출력으로 바뀐다. ②와 ④도 버블이 있으나, 각각 OR과 XOR 계열이므로 입력 조합 0, 0, 1에서 출력이 0이 되어 파형과 구별된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 파형에서 출력이 0이 되는 입력 조합을 찾는다. 세 입력이 모두 1일 때만 0이면 NAND이고, 모두 0일 때만 1이면 NOR이다. 이어서 기호의 본체 모양과 출력단 반전 버블 유무를 함께 확인한다.

암기 포인트

AND 뒤에 버블이면 NAND: '전부 1일 때만 0'이다.