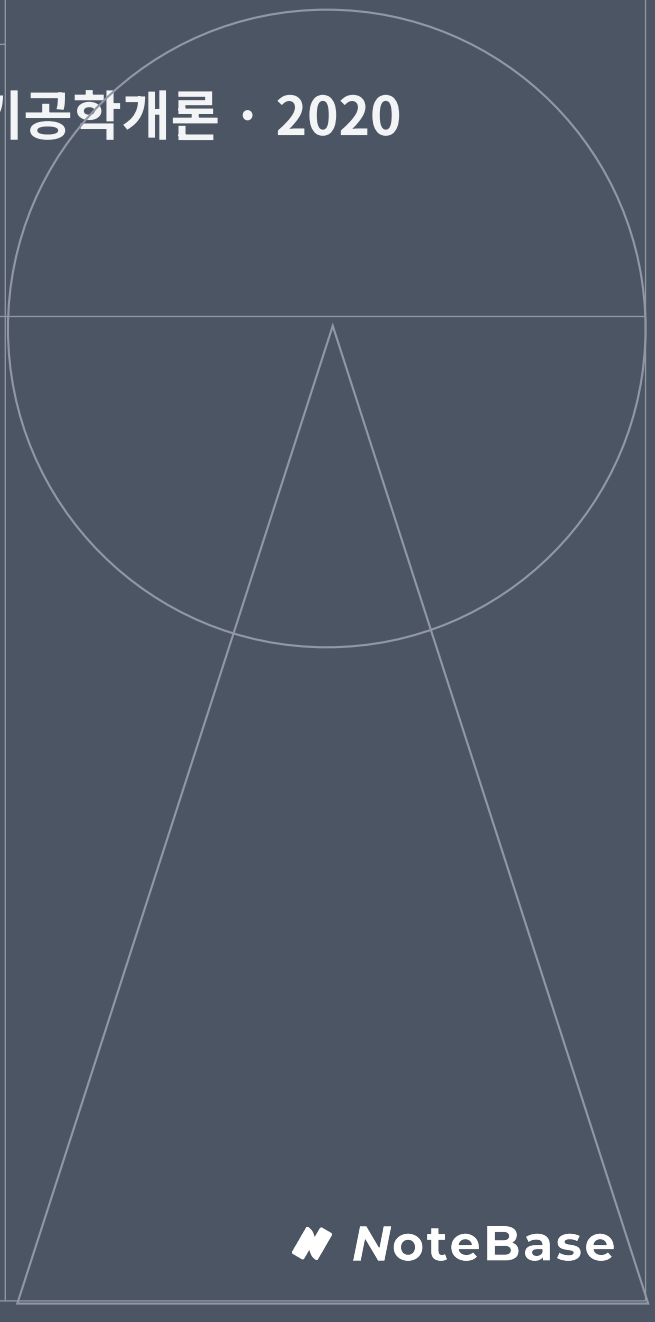
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2020

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2020

문 1. 도체의 전기저항에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 길이에 비례한다.

② 고유저항에 비례한다.

③ 단면적에 반비례한다.

④ 도체의 길이를 n배, 단면적을 $\frac{1}{n}$배로 할 경우, 전기저항은 $2n$배로 증가한다.

⑤ 도체의 체적을 고정시킨 채 지름이 절반이 될 때까지 길이를 늘릴 경우, 전기저항은 16배로 증가한다.

정답 4번

출제 포인트

도체의 전기저항이 길이, 단면적, 고유저항에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

균일한 도체의 전기저항은 $R = \rho\frac{l}{A}$로 나타낸다. R은 전기저항, ρ는 고유저항, l은 길이, A는 단면적이다. 길이와 고유저항에는 비례하고 단면적에는 반비례한다.

선지별 해설

① O. $R = \rho l/A$에서 다른 조건이 같으면 길이 l가 클수록 전기저항도 커진다.
② O. 같은 길이와 단면적에서는 고유저항 ρ가 큰 재료일수록 전기저항이 커진다.
③ O. 단면적 A가 커지면 전류가 흐를 수 있는 통로가 넓어져 전기저항은 작아진다.
④ X. 길이를 n배, 단면적을 $1/n$배로 하면 저항비는 $n \div (1/n) = n^2$이다. 틀린 표현은 '$2n$배'이며, 올바르게는 'n^2배 증가한다'이다.
⑤ O. 체적이 일정하면 Al이 일정하다. 지름을 절반으로 하면 단면적은 1/4배가 되고, 길이는 4배가 된다. 따라서 저항은 $4 \div (1/4) = 16$배가 된다.

오답 포인트

④는 길이 변화에 따른 n배와 단면적이 $1/n$배가 된 효과를 각각 반영해야 한다. 단면적의 역수는 n배가 되므로 두 효과를 곱해 n^2배가 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

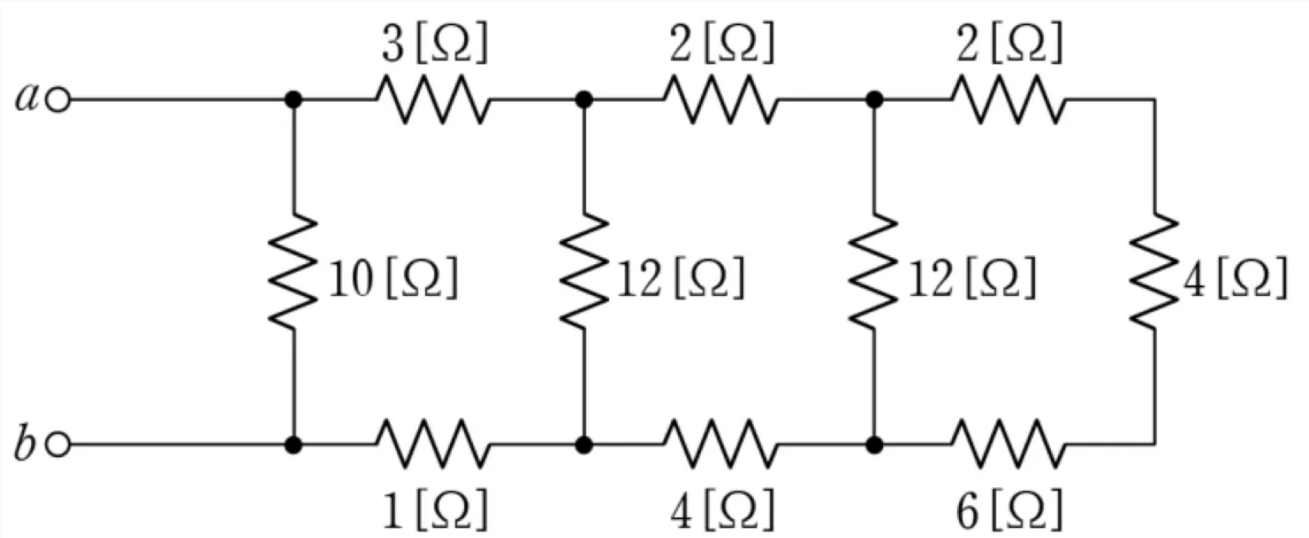
저항 변화는 먼저 $R \propto l/A$로 놓고, 길이의 변화율과 단면적의 역변화율을 곱하여 판단한다. 체적이 일정한 경우에는 Al이 일정하므로 한쪽의 변화율로 다른 쪽의 변화율을 구한다.

암기 포인트

저항은 길면 커지고, 굵으면 작아진다: $R = \rho l/A$.

NoteBase

문 2. 그림의 회로에서 단자 a와 b 사이에 $10[V]$를 인가할 때, $3[\Omega]$에서 소비되는 전력은 몇 $[W]$인가?



① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

정답 3번

출제 포인트

복잡한 사다리 회로를 우측부터 등가저항으로 정리한 뒤, 3Ω 저항을 지나는 전류로 소비전력 $P = I^2R$을 구하는 문제이다.

조건 정리

단자 a와 b 사이 전압은 $10V$이다. 3Ω 저항이 들어 있는 윗가지의 전류를 구한 뒤 그 저항에 $P = I^2R$을 적용한다.

사용할 공식

저항의 소비전력은 $P = I^2R$이다. 이 회로에서는 3Ω 저항의 양단 전압을 바로 알기보다, 그 저항이 포함된 가지의 전류를 등가저항으로 구하는 방법이 간단하다.

NoteBase

계산 과정

1. 가장 오른쪽 부분은 $2\Omega + 4\Omega + 6\Omega = 12\Omega$이고, 가운데의 세로 12Ω과 병렬이므로 $12\Omega \parallel 12\Omega = 6\Omega$이다.
2. 그 왼쪽 부분은 $2\Omega + 6\Omega + 4\Omega = 12\Omega$이며, 세로 12Ω과 병렬이므로 다시 6Ω이다.
3. 따라서 3Ω가 포함된 가지의 저항은 $3\Omega + 6\Omega + 1\Omega = 10\Omega$이다. 이 가지는 단자 a, b에 직접 연결되어 있으므로 가지 전류는 $I = 10\text{V}/10\Omega = 1\text{A}$이다.
4. 3Ω 저항의 전력은 $P = I^2R = (1\text{A})^2 \times 3\Omega = 3\text{W}$이다.

선지 판단

① X: 1W는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 1W → 올바르게는 3W이다.
② X: 2W는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 2W → 올바르게는 3W이다.
③ O: 3Ω 저항에는 1A가 흐르므로 $P = I^2R = 3\text{W}$이다.
④ X: 4W는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 4W → 올바르게는 3W이다.
⑤ X: 5W는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 5W → 올바르게는 3W이다.

오답 포인트

a와 b 사이의 전체 등가저항을 구해 전체 전류를 3Ω 저항의 전류로 잘못 쓰기 쉽다. 이 저항은 세로 10Ω 저항과 병렬인 다른 가지에 있으므로, 그 가지의 저항 10Ω을 기준으로 전류를 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

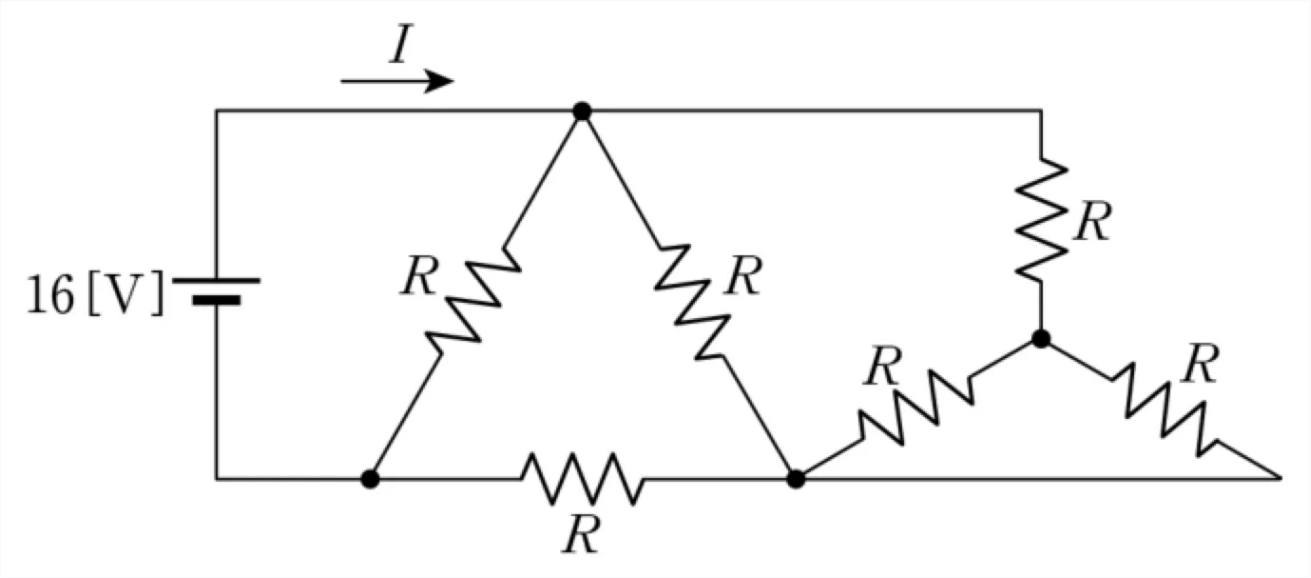
사다리 회로는 가장 오른쪽의 직렬·병렬 부분부터 등가저항으로 줄인다. 목표 저항이 포함된 가지의 전류를 먼저 구하고, 마지막에 $P = I^2R$을 적용한다.

암기 포인트

우측부터 줄인 등가저항은 $12\Omega \parallel 12\Omega = 6\Omega$이며, 목표 가지 전류는 1A, 전력은 3W이다.

NoteBase

문 3. 그림의 회로에서 전류 I가 2[A]가 되는 저항 R은 몇 [Ω]인가?



① 9

② 11

③ 13

④ 15

⑤ 17

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직렬·병렬 합성으로 회로 전체의 등가저항을 구한 뒤, $I = V/R_{eq}$를 적용하여 각 저항의 저항값 R을 구하는 문제이다.

조건 정리

전원 전압은 $16V$, 전체 전류는 $2A$이다.
왼쪽 삼각형의 세 저항은 모두 R이고, 오른쪽 아래의 두 저항 R은 같은 두 접점 사이에 연결되어 병렬이다.
따라서 먼저 전체 등가저항을 전압과 전류로 구한 뒤, 회로의 저항 조합과 같게 둔다.

사용할 공식

옴의 법칙으로 전체 등가저항은 $R_{eq} = V/I$이다. 직렬 연결은 저항을 더하고, 병렬 연결은
$R_1 \parallel R_2 = R_1R_2/(R_1 + R_2)$를 사용한다.
전원이 회로 전체에 $16V$를 걸고 $2A$가 흐르므로, 이 식으로 회로 전체가 보이는 저항을 먼저 정할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 전원에서 본 전체 등가저항은 $R_{eq} = 16V/2A = 8\Omega$이다.
2. 오른쪽 아래의 두 R은 병렬이므로 $R \parallel R = R/2$이다. 여기에 위쪽의 R이 직렬이므로, 위쪽 접점과 가운데 아래 접점 사이의 오른쪽 경로는 $R + R/2 = 3R/2$이다.
3. 이 $3R/2$ 경로는 왼쪽 삼각형의 가운데 사선 저항 R과 병렬이므로, 위쪽 접점과 가운데 아래 접점 사이의 합성저항은 $R \parallel 3R/2 = 3R/5$이다.
4. 가운데 아래 접점에서 전원 음극까지의 R이 직렬이므로, 이 경로는 $3R/5 + R = 8R/5$이다. 이는 전원 양극과 음극을 직접 잇는 왼쪽 R과 병렬이다.
5. 따라서 전체 등가저항은 $R \parallel 8R/5 = 8R/13$이고, $8R/13 = 8\Omega$에서 $R = 13\Omega$이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 $R = 13\Omega$이므로 9Ω은 맞지 않는다. 틀린 표현 $R = 9\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $R = 13\Omega$이다.
② X: 계산 결과는 $R = 13\Omega$이므로 11Ω은 맞지 않는다. 틀린 표현 $R = 11\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $R = 13\Omega$이다.
③ O: 전체 등가저항 8Ω과 회로 합성값 $8R/13$을 같게 두면 $R = 13\Omega$이므로 옳다.
④ X: 계산 결과는 $R = 13\Omega$이므로 15Ω은 맞지 않는다. 틀린 표현 $R = 15\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $R = 13\Omega$이다.
⑤ X: 계산 결과는 $R = 13\Omega$이므로 17Ω은 맞지 않는다. 틀린 표현 $R = 17\Omega \rightarrow$ 올바르게는 $R = 13\Omega$이다.

오답 포인트

오른쪽 아래의 두 R은 그림의 모양이 다르게 보이지만 같은 두 접점에 연결되어 있으므로 직렬이 아니라 병렬이다. 또 $3R/2$와 가운데 사선의 R도 같은 두 접점 사이의 두 경로이므로 병렬로 처리한다.

다시 나오면 이렇게 판단

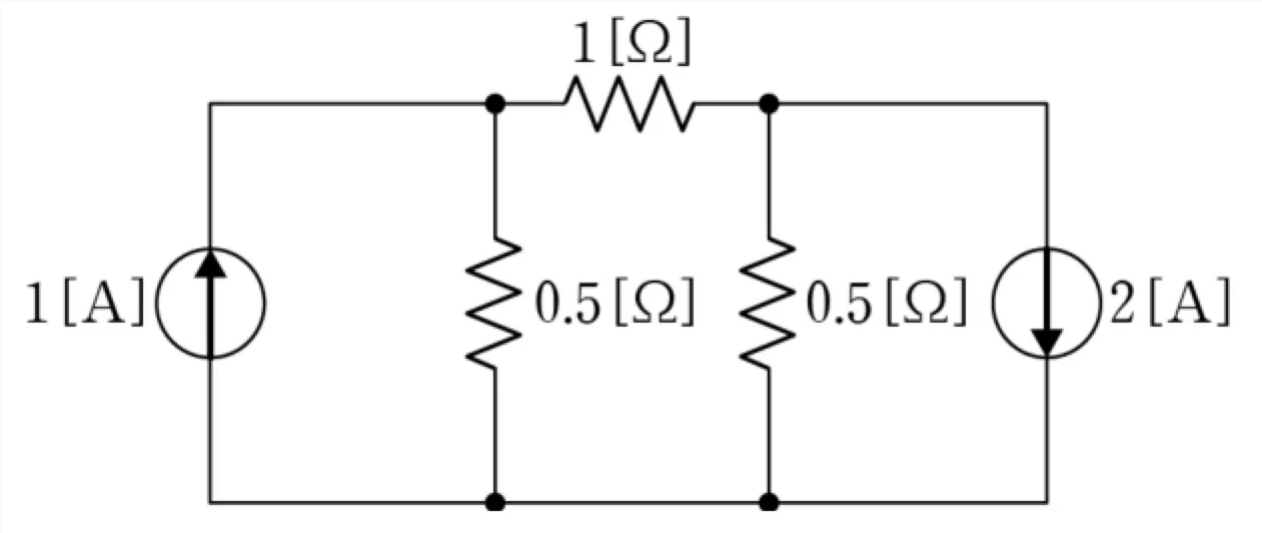
회로의 선 모양이 아니라 접점을 기준으로 본다. 같은 두 접점에 물리면 병렬, 중간 접점에 다른 분기가 없으면 직렬로 묶은 뒤, 전원에서 본 전체 등가저항 V/I와 합성저항을 같게 둔다.

암기 포인트

직렬은 더하고, 병렬은 작아진다. 이 회로는 $R \parallel (R + [R \parallel (R + (R \parallel R))])$ 구조로 정리되어 전체가 $8R/13$이다.

NoteBase

문 4. 그림의 회로에서 $1[\Omega]$에 걸리는 전압의 크기는 몇 $[V]$인가?



① $\frac{1}{4}$
② $\frac{3}{4}$
③ $\frac{5}{4}$
④ $\frac{7}{4}$
⑤ $\frac{9}{4}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 기준 노드에 대한 두 상단 노드의 전압을 KCL로 구한 뒤, 1Ω 저항 양단의 전압차 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래 공통 도선을 기준 전위 $0V$로 둔다. 왼쪽 상단 노드 전압을 V_L, 오른쪽 상단 노드 전압을 V_R로 둔다. 왼쪽 전류원은 $1A$를 V_L 노드로 공급하고, 오른쪽 전류원은 $2A$를 V_R 노드에서 아래로 빼낸다. 구할 값은 1Ω 저항의 전압 크기 $|V_L - V_R|$이다.

사용할 공식

각 노드에서 저항으로 흘러나가는 전류의 합과 전류원의 주입 전류를 같게 놓는 KCL을 사용한다. 저항 전류는 $I = (V_a - V_b)/R$이므로, 두 상단 노드의 전류 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{V_L}{0.5} + \frac{V_L - V_R}{1} = 1, \qquad \frac{V_R}{0.5} + \frac{V_R - V_L}{1} = -2$$

오른쪽 전류원은 노드에서 전류가 나가므로 주입 전류를 $-2A$로 둔다.

NoteBase

계산 과정

첫째 식과 둘째 식을 정리하면 $3V_L - V_R = 1$, $-V_L + 3V_R = -2$이다. 이를 풀면 V_L=18 V, V_R=-58 V이다. 따라서 1Ω 저항 양단의 전압 크기는 ≤ft|V_L-V_R|=≤ft|18-≤ft(-58)|=34 V 이다.

선지 판단

① X: 14 V는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 14 V → 올바르게는 34 V이다.
② O: 1Ω 저항의 양단 전압 크기는 34 V이므로 옳다.
③ X: 54 V는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 54 V → 올바르게는 34 V이다.
④ X: 74 V는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 74 V → 올바르게는 34 V이다.
⑤ X: 94 V는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 94 V → 올바르게는 34 V이다.

오답 포인트

오른쪽 $2A$ 전류원의 화살표는 위쪽 노드에서 아래쪽 기준 노드로 전류가 빠져나감을 뜻한다. 이를 $+2A$ 주입으로 처리하거나, 구하려는 값에 절댓값을 적용하지 않으면 전압차의 부호와 크기를 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

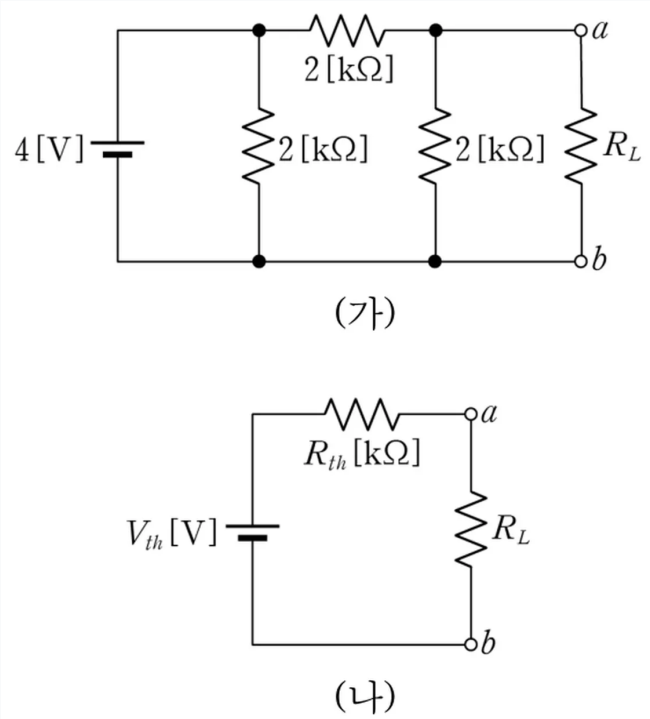
전류원이 있는 두 노드 회로에서는 공통 도선을 기준 노드로 정하고 각 노드에 KCL을 세운다. 화살표가 노드로 향하면 주입 전류를 양수, 노드에서 멀어지면 음수로 두고, 두 노드 사이 저항의 전압은 $|V_L - V_R|$로 구한다.

암기 포인트

노드전압법에서는 전류원 화살표의 방향이 부호를 정하고, 저항 양단 전압의 크기는 두 노드전압의 차의 절댓값이다.

NoteBase

문 5. 그림 (가) 회로에 대하여 단자 a, b측에서 바라본 테브난 등가는 (나) 회로이다. 테브난 등가전압 V_{th}[V]와 등가저항 R_{th}[kΩ]은 각각 얼마인가?



① V_{th}[V]: 2, R_{th}[kΩ]: 1

② V_{th}[V]: 2, R_{th}[kΩ]: 2

③ V_{th}[V]: 2, R_{th}[kΩ]: 6

④ V_{th}[V]: 4, R_{th}[kΩ]: 1

⑤ V_{th}[V]: 4, R_{th}[kΩ]: 2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 부하 R_L를 분리한 개방전압으로 테브난 등가전압 V_{th}를 구하고, 독립전압원을 제거한 뒤 단자 a, b에서 본 합성저항으로 R_{th}를 구하는 문제이다.

조건 정리

모든 저항은 $2k\Omega$이고 전압원은 $4V$이다. V_{th}를 구할 때는 R_L를 개방한다. R_{th}를 구할 때는 이상 전압원을 단락한다. 전압원과 병렬인 왼쪽 세로 $2k\Omega$ 저항은 V_{th} 계산에서는 전압원에 의해 양단 전압이 정해지고, R_{th} 계산에서는 단락선에 의해 우회된다.

NoteBase

사용할 공식

개방회로 전압은 $V_{th} = V_{ab}$이다. 저항 계산에서는 독립전압원을 단락한 뒤 단자에서 본 저항을 구한다.
전압분배식은 $V_{ab} = 4V \times \frac{2k\Omega}{2k\Omega + 2k\Omega}$이다. 이 식을 쓰는 이유는 R_L가 개방되면 전압원에서 a까지의 가로 $2k\Omega$와 a에서 b까지의 세로 $2k\Omega$가 직렬 전압분배 회로가 되기 때문이다.

계산 과정

1. R_L를 제거하면 a의 전압은 두 $2k\Omega$ 저항의 중점 전압이다.
2. $V_{th} = 4V \times \frac{2}{2+2} = 2V$이다.
3. R_{th}를 위해 $4V$ 전압원을 단락하면, a에서 b로 가는 가로 $2k\Omega$와 세로 $2k\Omega$가 병렬이다. 따라서 $R_{th} = 2k\Omega \parallel 2k\Omega = 1k\Omega$이다.

선지 판단

① O: $V_{th} = 2V$, $R_{th} = 1k\Omega$이므로 옳다.
② X: R_{th}가 틀렸다. $R_{th} = 2k\Omega$가 아니라 두 $2k\Omega$의 병렬인 $1k\Omega$이다.
③ X: R_{th}가 틀렸다. $6k\Omega$가 아니라 $1k\Omega$이다. 전압원을 단락한 뒤 저항을 직렬로 더한 값으로 볼 수 없다.
④ X: V_{th}가 틀렸다. $4V$가 아니라 두 같은 저항의 전압분배 결과인 $2V$이다.
⑤ X: V_{th}와 R_{th}가 모두 틀렸다. 올바르게는 $V_{th} = 2V$, $R_{th} = 1k\Omega$이다.

오답 포인트

④와 ⑤처럼 $4V$를 그대로 V_{th}로 쓰는 실수가 흔하다. a에는 가로 저항과 세로 저항의 전압분배가 적용된다. 또 R_{th} 계산에서 전압원을 제거한다는 것은 전압원을 개방하는 것이 아니라 단락하는 것이므로, 두 $2k\Omega$ 저항은 병렬이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

테브난 등가를 구할 때는 먼저 부하를 떼어 V_{ab}를 구하고, 다음으로 독립전압원을 단락한 상태에서 a, b 단자에 보이는 병렬·직렬 저항을 계산한다.

암기 포인트

테브난 전압은 부하 개방전압, 테브난 저항은 전압원 단락 후 단자에서 본 저항이다.

NoteBase

문 6. 전압 200[V]에서 전열기 2대를 병렬로 접속한 경우의 소비전력[W]은 직렬로 접속한 경우의 소비전력[W]의 몇 배인가? (단, 전열기는 정격용량 400[W], 정격전압 200[V]이다.)

① 1배

② 2배

③ 3배

④ 4배

⑤ 5배

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 정격전압이 같은 동일 전열기 2대의 병렬·직렬 접속에서 소비전력을 비교하는 문제이다.

조건 정리

전열기 1대의 정격전압은 $200V$, 정격용량은 $400W$이다. 병렬 접속에서는 각 전열기에 $200V$가 그대로 걸리고, 직렬 접속에서는 두 전열기에 전압이 나누어 걸린다.

사용할 공식

전열기의 저항은 $R = V^2/P$, 회로 전체의 소비전력은 $P = V^2/R$이다. 정격전압과 정격용량으로 각 전열기의 저항을 구한 뒤, 접속 방법별 합성저항에 적용한다.

계산 과정

전열기 1대의 저항은 $R = 200^2/400 = 100\Omega$이다.
병렬 접속의 합성저항은 50Ω이므로 소비전력은 P_병렬=200^2/50=800 W이다.
직렬 접속의 합성저항은 200Ω이므로 소비전력은 P_직렬=200^2/200=200 W이다.
따라서 P_병렬/P_직렬=800/200=4이므로 병렬 접속 소비전력은 직렬 접속 소비전력의 4배이다.

선지 판단

① X. '1배'는 두 접속의 소비전력이 같다는 뜻이지만, 실제 비는 4이다. 틀린 표현 '1배' → 올바르게는 '4배'이다.
② X. '2배'는 병렬일 때 각 전열기가 정격전력 400 W를 소비한다는 사실만 일부 반영한 값이다. 총 소비전력은 800 W이고 직렬은 200 W이다. 틀린 표현 '2배' → 올바르게는 '4배'이다.
③ X. '3배'는 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 표현 '3배' → 올바르게는 '4배'이다.
④ O. 병렬 접속은 800 W, 직렬 접속은 200 W이므로 소비전력의 비는 4배이다.
⑤ X. '5배'는 계산 결과보다 크다. 틀린 표현 '5배' → 올바르게는 '4배'이다.

NoteBase

오답 포인트

병렬에서는 전열기 2대가 각각 정격전력 400 W를 소비하므로 전체가 800 W가 된다. 반면 직렬에서는 전체 저항이 2배가 되어 전류가 줄고, 전체 소비전력이 200 W가 되는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

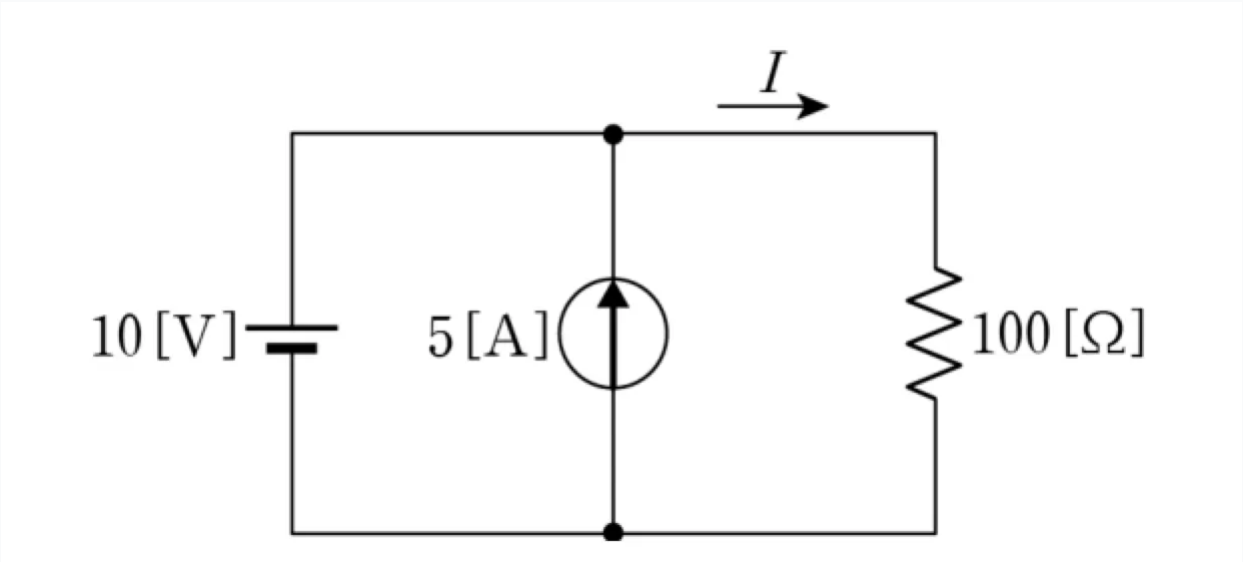
동일 저항 2개가 같은 전압원에 연결되면 병렬의 합성저항은 절반, 직렬의 합성저항은 2배가 된다. $P = V^2/R$로 비교하면 병렬 대 직렬의 소비전력비는 4가 된다.

암기 포인트

동일 전열기 2대: 병렬 $800W$, 직렬 $200W$, 소비전력비는 4배이다.

NoteBase

문 7. 그림의 회로에서 전류 *I*는 몇 [A]인가?



① 0.1
② 5
③ 5.1
④ 10
⑤ 10.1

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 병렬회로에서 이상 전압원이 정한 저항 양단전압과 옴의 법칙으로 저항 가지 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

전압원과 전류원, 100Ω 저항은 같은 위쪽·아래쪽 두 노드에 병렬로 연결되어 있다. 전압원의 긴 선이 위쪽이므로 저항의 위쪽 전위가 아래쪽보다 10V 높다.
구하는 *I*는 위쪽 도선에서 저항 쪽으로 흐르는 전류이므로 저항 가지 전류이다.
5A 전류원은 전류원의 가지 전류를 정할 뿐, 이상 전압원이 고정한 저항 양단전압을 바꾸지 못한다.

사용할 공식

옴의 법칙은 $I = V/R$이다. 저항이 이상 전압원과 병렬이므로 저항 양단전압이 10V로 주어져 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

저항 양단전압은 $V_R = 10\text{V}$이다.
$I = \frac{V_R}{R} = \frac{10\text{V}}{100\Omega} = 0.1\text{A}$
따라서 화살표 방향의 저항 전류는 0.1A이다.

선지 판단

① O: 계산 결과 $I = 0.1\text{A}$이므로 옳다.
② X: 5A는 전류원 가지의 전류이다. 틀린 표현 $I = 5\text{A}$ → 올바르게는 $I = 0.1\text{A}$이다.
③ X: 전류원 전류 5A와 저항 전류 0.1A를 단순히 더한 값이다. 틀린 표현 $I = 5.1\text{A}$ → 올바르게는 $I = 0.1\text{A}$이다. 전류원 전류의 나머지는 전압원 가지로 흐른다.
④ X: 10V는 전압의 크기이지 전류가 아니다. 틀린 표현 $I = 10\text{A}$ → 올바르게는 $I = 0.1\text{A}$이다.
⑤ X: 전압 10V와 전류 0.1A는 단위가 달라 더할 수 없다. 틀린 표현 $I = 10.1\text{A}$ → 올바르게는 $I = 0.1\text{A}$이다.

오답 포인트

⑤처럼 전압의 수치 10과 전류의 수치 0.1을 더하거나, ③처럼 전류원 전류 5A를 저항 전류에 무조건 더하는 것이 함정이다. 병렬회로에서는 각 가지의 전압이 같고, 전압원과 병렬인 저항의 전류는 V/R로 먼저 정해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상 전압원이 어떤 소자와 병렬이면 먼저 그 소자의 양단전압을 전압원 값으로 정한다. 이어서 저항 가지라면 $I = V/R$를 적용하고, 전류원 값은 구하려는 가지가 전류원 가지인지 확인한 뒤 사용한다.

암기 포인트

병렬에서는 전압이 같고, 저항 전류는 $I = V/R$이다.

NoteBase

문 8. 전압 $V=\frac{100}{\sqrt{2}}(\cos\frac{\pi}{3}+j\sin\frac{\pi}{3})$[V]의 순싯값[V]으로 옳은 것은?

① $100\sin(\omega t+\frac{\pi}{3})$

② $100\sin(\omega t+\frac{\pi}{6})$

③ $100\sqrt{2}\sin(\omega t+\frac{\pi}{3})$

④ $100\sqrt{2}\sin(\omega t+\frac{\pi}{6})$

⑤ $50\sqrt{2}\sin(\omega t+\frac{\pi}{6})$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 실효값으로 표시된 페이저 전압을 순간값 정현파식으로 바꾸는 문제이다.

조건 정리

주어진 페이저는 $V=\frac{100}{\sqrt{2}}(\cos\frac{\pi}{3}+j\sin\frac{\pi}{3})[V]$이다. 따라서 실효값은 $V_{\text{rms}}=100/\sqrt{2}[V]$이고 위상각은 $\pi/3$이다. 구할 순간값의 최대값은 실효값의 $\sqrt{2}$배이다.

사용할 공식

페이저가 실효값으로 주어졌을 때 $\dot{V}=V_{\text{rms}}(\cos\theta+j\sin\theta)$이면 순간값은 $v(t)=\sqrt{2}V_{\text{rms}}\sin(\omega t+\theta)$이다. 페이저의 크기는 실효값이고, 정현파식 앞의 계수는 최대값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 최대값은 $V_m=\sqrt{2}\times\frac{100}{\sqrt{2}}=100[V]$이다.
2. 위상각은 페이저에서 그대로 $\theta=\pi/3$이다.
3. 따라서 $v(t)=100\sin(\omega t+\frac{\pi}{3})[V]$이다.

선지 판단

① O. 계산 결과 $100\sin(\omega t+\pi/3)$과 최대값과 위상각이 모두 일치한다.
② X. 최대값 100은 맞지만 위상각이 틀리다. $\pi/6$이 아니라 $\pi/3$이므로, 틀린 표현 $\omega t+\pi/6$ → 올바르게는 $\omega t+\pi/3$이다.
③ X. 위상각은 맞지만 최대값이 틀리다. $100\sqrt{2}$는 실효값을 다시 $\sqrt{2}$배 한 값이므로, 틀린 표현 $100\sqrt{2}$ → 올바르게는 100이다.
④ X. 최대값과 위상각이 모두 틀리다. $100\sqrt{2}\rightarrow 100$, $\pi/6\rightarrow\pi/3$으로 고쳐야 한다.
⑤ X. 최대값과 위상각이 모두 틀리다. $50\sqrt{2}\rightarrow 100$, $\pi/6\rightarrow\pi/3$으로 고쳐야 한다.
계산 결과가 $100\sin(\omega t+\pi/3)$이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

페이저의 크기 $100/\sqrt{2}$를 최대값으로 오인하면 ③·④처럼 $100\sqrt{2}$를 선택하게 된다. 또한 페이저의 위상각 $\pi/3$을 $\pi/6$으로 잘못 읽으면 ②·④·⑤처럼 위상각이 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

페이저의 크기가 실효값인지 먼저 확인한 뒤 $V_m = \sqrt{2}V_{\text{rms}}$로 최대값을 구하고, 페이저의 위상각은 그대로 정현파식의 괄호 안에 넣어 판단한다.

암기 포인트

페이저는 실효값, 순간값 앞 계수는 최대값이다: $v(t) = \sqrt{2}V_{\text{rms}}\sin(\omega t + \theta)$.

NoteBase

문 9. 다음의 전압 v와 전류 i의 위상관계로 옳은 것은?

$v = V_m\cos(\omega t - 60^\circ)$[V]
$i = I_m\sin(\omega t + 30^\circ)$[A]

① 전류는 전압보다 $\frac{\pi}{6}$[rad]만큼 늦다.
② 전류는 전압보다 $\frac{\pi}{6}$[rad]만큼 빠르다.
③ 전류는 전압보다 $\frac{\pi}{3}$[rad]만큼 늦다.
④ 전류는 전압보다 $\frac{\pi}{3}$[rad]만큼 빠르다.
⑤ 전압과 전류는 동상이다.

정답 5번

출제 포인트

사인파와 코사인파를 같은 삼각함수 기준으로 바꾸어 전압과 전류의 위상차를 판단하는 문제이다.

조건 정리

전압은 $v = V_m\cos(\omega t - 60^\circ)$이다. 전류는 $i = I_m\sin(\omega t + 30^\circ)$이다. 두 파형의 위상을 비교하려면 둘을 모두 코사인파 또는 모두 사인파로 통일한다.

사용할 공식

$\sin\theta = \cos(\theta - 90^\circ)$를 사용한다. 사인파를 코사인파로 고치면 위상각을 직접 비교할 수 있다.

계산 과정

1. 전류식을 코사인파로 바꾼다.
$i = I_m\sin(\omega t + 30^\circ) = I_m\cos\{(\omega t + 30^\circ) - 90^\circ\} = I_m\cos(\omega t - 60^\circ)$
2. 전압은 $v = V_m\cos(\omega t - 60^\circ)$이다.
3. 전압과 전류의 위상각이 모두 -60°이므로 위상차는 0°이다. 따라서 전압과 전류는 동상이다.

NoteBase

선지 판단

① X. 전류가 전압보다 $\pi/6[rad]$만큼 늦지 않는다. 틀린 표현 '$\pi/6[rad]$만큼 늦다' → 올바르게는 '전압과 전류는 동상이다'이다.
② X. 전류가 전압보다 $\pi/6[rad]$만큼 빠르지 않는다. 틀린 표현 '$\pi/6[rad]$만큼 빠르다' → 올바르게는 '전압과 전류는 동상이다'이다.
③ X. 전류가 전압보다 $\pi/3[rad]$만큼 늦지 않는다. 틀린 표현 '$\pi/3[rad]$만큼 늦다' → 올바르게는 '전압과 전류는 동상이다'이다.
④ X. 전류가 전압보다 $\pi/3[rad]$만큼 빠르지 않는다. 틀린 표현 '$\pi/3[rad]$만큼 빠르다' → 올바르게는 '전압과 전류는 동상이다'이다.
⑤ O. 전류를 코사인파로 변환하면 전압과 같은 $\omega t - 60\,^\circ$의 위상각이 된다. 따라서 전압과 전류는 동상이다.

오답 포인트

전류식의 $+30\,^\circ$만 보고 전압의 $-60\,^\circ$와 비교하면 안 된다. 사인파를 코사인파로 바꿀 때 $90\,^\circ$를 빼야 하므로 전류의 위상각도 $-60\,^\circ$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

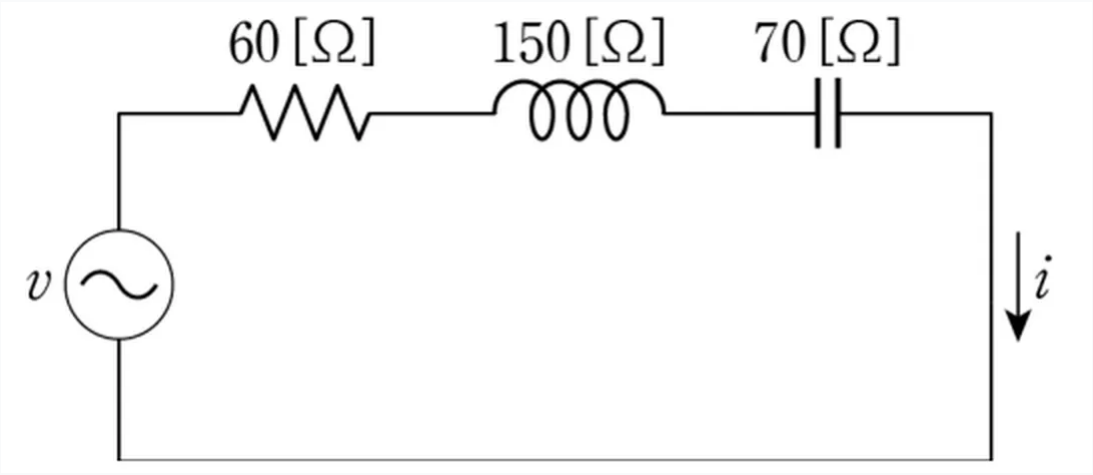
위상 비교에서는 먼저 모든 파형을 같은 삼각함수 기준으로 통일한 뒤 위상각의 차를 구한다. 위상차가 양수이면 앞서고, 음수이면 늦으며, 0이면 동상이다.

암기 포인트

$\sin\theta = \cos(\theta - 90\,^\circ)$이다. 사인파를 코사인파로 바꾸면 위상에서 $90\,^\circ$를 뺀다.

NoteBase

문 10. RLC 직렬회로에 전압 $v = 200\sin(\omega t + 30^\circ)[\mathrm{V}]$를 인가할 때 전류 i의 최댓값은 몇 [A]인가?



① 1.4

② 2.0

③ 2.8

④ 3.6

⑤ 4.0

정답 2번

출제 포인트

RLC 직렬회로의 임피던스 크기를 구한 뒤, 전압의 최대값으로부터 전류의 최대값을 구하는 문제이다.

조건 정리

저항은 $R = 60\Omega$이다. 유도리액턴스는 $X_L = 150\Omega$, 용량리액턴스는 $X_C = 70\Omega$이다. 인가전압 $v = 200\sin(\omega t + 30^\circ)[V]$에서 전압의 최대값은 $V_m = 200V$이다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 합성리액턴스는 $X = X_L - X_C$, 임피던스의 크기는 $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$이다. 전류 최대값은 $I_m = V_m/Z$이다. 직렬회로에서는 모든 소자에 같은 전류가 흐르고, 저항과 합성리액턴스를 직교 성분으로 하여 임피던스를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 합성리액턴스는 $X = 150 - 70 = 80\Omega$이다.
2. 임피던스는 $Z = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100\Omega$이다.
3. 따라서 전류의 최대값은 $I_m = 200/100 = 2.0A$이다. 전압식의 30 °는 위상각이므로 최대값의 크기에는 영향을 주지 않는다.

선지 판단

① X: $1.4A$는 계산 결과와 다르다. 제시값 $1.4A$ → 올바르게는 최대전류가 $2.0A$이다.
② O: $I_m = 2.0A$이므로 옳다.
③ X: $2.8A$는 계산 결과보다 크다. 제시값 $2.8A$ → 올바르게는 최대전류가 $2.0A$이다.
④ X: $3.6A$는 계산 결과보다 크다. 제시값 $3.6A$ → 올바르게는 최대전류가 $2.0A$이다.
⑤ X: $4.0A$는 계산 결과의 두 배이다. 제시값 $4.0A$ → 올바르게는 최대전류가 $2.0A$이다.

오답 포인트

전압식의 계수 200은 실효값이 아니라 최대값이므로, 최대전류를 구할 때 $\sqrt{2}$로 나누지 않는다. 또한 리액턴스는 $150 + 70$이 아니라 부호를 고려해 $150 - 70$으로 합성한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 회로에서는 먼저 $X_L - X_C$로 합성리액턴스를 구하고, $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$를 계산한 뒤, 문제에서 묻는 값이 최대값인지 실효값인지에 맞추어 V/Z를 적용한다.

암기 포인트

직렬 RLC: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, 최대전류: $I_m = V_m/Z$이다.

NoteBase

문 11. RLC 직렬회로에서 R, L, C 값이 각각 3배가 되면 공진주파수는 몇 배가 되는가?

① 변화 없다.

② $\frac{1}{3}$배

③ $\frac{1}{2}$배

④ $\sqrt{3}$배

⑤ 3배

정답 2번

출제 포인트

RLC 직렬회로의 공진주파수와 L, C의 관계를 이용해 변화 비율을 구하는 문제이다.

조건 정리

변경 전 인덕턴스와 정전용량을 각각 L, C라 둔다. 변경 후에는 $L' = 3L$, $C' = 3C$이다. 저항 R은 공진주파수 식에 포함되지 않는다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 공진주파수는 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$이다. 공진은 유도 리액턴스와 용량 리액턴스가 같아지는 조건에서 일어나므로, 공진주파수는 L과 C의 곱의 제곱근에 반비례한다.

계산 과정

변경 후 $L'C' = (3L)(3C) = 9LC$이다. 따라서 $\sqrt{L'C'} = \sqrt{9LC} = 3\sqrt{LC}$이다.

그러므로 $f'_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C'}} = \frac{1}{2\pi \cdot 3\sqrt{LC}} = \frac{1}{3}f_0$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 공진주파수는 변화한다. L과 C가 모두 3배가 되면 $\sqrt{LC}$가 3배가 된다. 틀린 표현 '변화 없다' → 올바르게는 '공진주파수는 $\frac{1}{3}$배가 된다'이다.

② O: $L'C' = 9LC$이므로 분모의 제곱근이 3배가 되어 공진주파수는 $\frac{1}{3}$배가 된다.

③ X: $\frac{1}{2}$배는 LC의 곱이 4배가 될 때의 변화이다. 틀린 표현 '$\frac{1}{2}$배' → 올바르게는 '$\frac{1}{3}$배'이다.

④ X: $\sqrt{3}$배는 주파수가 증가하는 값이지만, L과 C가 커지면 공진주파수는 감소한다. 틀린 표현 '$\sqrt{3}$배' → 올바르게는 '$\frac{1}{3}$배'이다.

⑤ X: 3배는 $\sqrt{LC}$의 증가 비율을 주파수 변화에 그대로 적용한 결과이다. 주파수는 $\sqrt{LC}$에 반비례한다. 틀린 표현 '3배' → 올바르게는 '$\frac{1}{3}$배'이다.

오답 포인트

L과 C가 각각 3배라는 사실을 보고 공진주파수도 3배라고 판단하기 쉽다. 그러나 먼저 곱 LC가 9배가 되고, 그 제곱근이 3배가 된 뒤, 주파수는 그 값에 반비례한다. 또한 R이 함께 3배가 되어도 이상적인 공진주파수 식에는 영향을 주지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

공진주파수 비율은 $f'_0/f_0 = \sqrt{LC}/\sqrt{L'C'}$로 판단한다. L과 C가 각각 k배이면 LC는 k^2배, 제곱근은 k배이므로 공진주파수는 $\frac{1}{k}$배가 된다.

암기 포인트

공진주파수는 $f_0 \propto \frac{1}{\sqrt{LC}}$이며, $L \cdot C$를 각각 k배 하면 f_0는 $\frac{1}{k}$배이다.

NoteBase

문 12. RL 직렬회로에 전압 $v = 120\sqrt{2}\sin\omega t + 100\sqrt{2}\sin 3\omega t + 30\sqrt{2}\sin 5\omega t[V]$를 인가할 때 회로에 흐르는 제3고조파 전류의 실효값은 몇 $[A]$인가? (단, $R = 40[\Omega]$, $\omega L = 10[\Omega]$이다.)

① 1

② 2

③ $2\sqrt{2}$

④ 3

⑤ $5\sqrt{2}$

정답 2번

출제 포인트

RL 직렬회로에서 제3고조파에 대한 임피던스를 구하여 전류의 실효값을 계산하는 문제이다.

조건 정리

전압식의 각 계수는 실효값이므로 제3고조파 전압은 $100V$이다. 저항은 $R = 40\Omega$이고, 기본파에서 $\omega L = 10\Omega$이므로 제3고조파 유도 리액턴스는 $3\omega L = 30\Omega$이다.

사용할 공식

RL 직렬회로의 임피던스 크기는 $|Z_n| = \sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}$이고, 해당 고조파 전류의 실효값은 $I_n = V_n/|Z_n|$이다. 고조파의 주파수가 기본파의 n배이면 코일의 리액턴스도 n배가 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

제3고조파에서는 $|Z_3| = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50\Omega$이다. 따라서 $I_3 = \frac{100V}{50\Omega} = 2A$이다.

선지 판단

① X: 제3고조파 전류의 실효값은 $1A$가 아니라 $2A$이다.

② O: 계산 결과가 $2A$이므로 옳다.

③ X: 제3고조파 전류의 실효값은 $2\sqrt{2}A$가 아니라 $2A$이다. 전압식에 이미 $\sqrt{2}$가 곱해져 있으나 계수 100은 실효값이므로 다시 $\sqrt{2}$를 곱하지 않는다.

④ X: 제3고조파 전류의 실효값은 $3A$가 아니라 $2A$이다. $3\omega L$을 30Ω으로 반영해야 한다.

⑤ X: 제3고조파 전류의 실효값은 $5\sqrt{2}A$가 아니라 $2A$이다. 기본파 임피던스나 최대값을 제3고조파에 그대로 적용한 값이 아니다.

NoteBase

오답 포인트

전압식의 $100\sqrt{2}$를 전압의 실효값으로 잘못 읽어 $\sqrt{2}$를 한 번 더 곱하는 함정과, 고조파에서 유도 리액턴스가 주파수에 비례해 증가하는 점을 빼먹는 함정이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 고조파를 독립된 정현파로 보고, 먼저 전압식의 계수에서 해당 고조파의 실효값을 읽는다. 이어서 $X_{L,n} = n\omega L$로 리액턴스를 바꾼 뒤 $I_n = V_n/|Z_n|$를 적용한다.

암기 포인트

RL 회로에서는 고조파 차수 n배 → 코일 리액턴스 n배 → 임피던스 증가 → 전류 감소이다.

NoteBase

문 13. 다음 함수의 역라플라스 변환 함수 $f(t)$는? (단, $u(t)$는 단위계단함수이다.)

$F(s) = \frac{s+3}{s^2+6s+25}$

① $e^{-2t}\cos 4t \cdot u(t)$

② $e^{-3t}\cos 4t \cdot u(t)$

③ $e^{-2t}\sin 4t \cdot u(t)$

④ $e^{-3t}\sin 4t \cdot u(t)$

⑤ $e^{3t}\sin 4t \cdot u(t)$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 $\frac{s+a}{(s+a)^2+b^2}$의 역라플라스 변환이 $e^{-at}\cos bt \cdot u(t)$가 되는 공식을 이용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 함수는 $F(s) = \frac{s+3}{s^2+6s+25}$이다. 분모를 $(s+3)^2 + 4^2$로 고치면 분자의 $s+3$과 바로 대응한다.

사용할 공식

$\mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{s+a}{(s+a)^2+b^2}\right\} = e^{-at}\cos(bt) \cdot u(t)$

분자가 $s+3$이고 분모가 $(s+3)^2 + 4^2$이므로 $a=3, b=4$인 코사인형 공식이 적용된다.

계산 과정

1. $s^2+6s+25 = (s+3)^2 + 16 = (s+3)^2 + 4^2$로 완전제곱식을 만든다.
2. 따라서 $F(s) = \frac{s+3}{(s+3)^2+4^2}$이다.
3. 공식에 $a=3, b=4$를 대입하면 $f(t) = e^{-3t}\cos 4t \cdot u(t)$이다.

NoteBase

선지 판단

① X. $e^{-2t}\cos 4t \cdot u(t)$는 s의 이동량을 2로 본 결과이다. 틀린 표현 e^{-2t} → 올바르게는 e^{-3t}이다.
② O. $e^{-3t}\cos 4t \cdot u(t)$는 $s+3$의 이동과 4의 코사인 항에 정확히 대응한다.
③ X. $e^{-2t}\sin 4t \cdot u(t)$는 이동량도 다르고 사인형을 사용하였다. 틀린 표현 $e^{-2t}\sin 4t$ → 올바르게는 $e^{-3t}\cos 4t$이다.
④ X. $e^{-3t}\sin 4t \cdot u(t)$는 분자에 4가 있을 때의 사인형과 관련된다. 이 문제의 분자는 $s+3$이므로 틀린 표현 $\sin 4t$ → 올바르게는 $\cos 4t$이다.
⑤ X. $e^{3t}\sin 4t \cdot u(t)$는 지수의 부호와 삼각함수 종류가 모두 다르다. 틀린 표현 $e^{3t}\sin 4t$ → 올바르게는 $e^{-3t}\cos 4t$이다.
계산 결과 $e^{-3t}\cos 4t \cdot u(t)$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

분모의 $s^2+6s+25$에서 $(s+3)^2$를 만들 때 상수항 9를 더하고 빼는 과정을 놓치면 지수의 계수를 2로 잘못 읽기 쉽다. 또한 분자가 $s+3$이면 코사인형, 분자가 상수 4이면 사인형이라는 구분이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

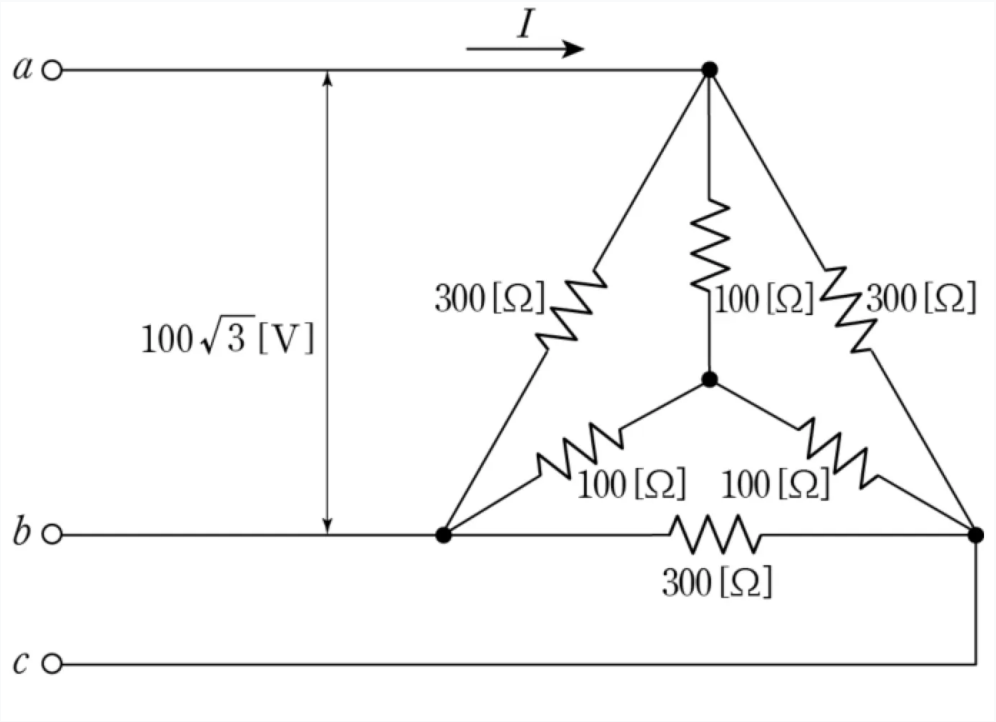
이차 분모는 먼저 완전제곱식으로 정리한다. 이어서 분자가 $s+a$인지 상수 b인지 확인하여 각각 코사인형과 사인형을 고르고, $s+a$의 부호에 따라 e^{-at}를 쓴다.

암기 포인트

$s+a$는 코사인, b는 사인, $s+a$의 이동은 e^{-at}이다.

NoteBase

문 14. 그림의 선간전압이 $100\sqrt{3}[V]$인 평형 3상회로에 흐르는 선전류 I는 몇 $[A]$인가?



① 1
② 2
③ 3
④ 4
⑤ 5

정답 2번

출제 포인트

평형 3상 회로에서 Δ결선을 Y결선으로 변환한 뒤, 상전류와 선전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

선간전압은 $100\sqrt{3}$V이다. 외부 회로는 각 변이 300Ω인 Δ결선이고, 내부 회로는 각 상이 100Ω인 Y결선이다. 평형 회로이므로 Δ결선을 등가 Y결선으로 바꾸어 각 상을 계산할 수 있다.

NoteBase

사용할 공식

평형 Δ결선의 한 변 임피던스가 Z_Δ이면 등가 Y결선의 한 상 임피던스는 $Z_Y = Z_\Delta/3$이다. 또한 Y결선에서는 $V_{ph} = V_L/\sqrt{3}$이고 $I_L = I_{ph}$이다. Δ와 내부 Y가 모두 평형이고 저항성 부하이므로, 등가 Y의 각 상 저항끼리 병렬로 합성한다.

계산 과정

1. 외부 Δ결선을 Y결선으로 변환하면 각 상 저항은 300/3 = 100Ω이다.
2. 이 저항은 내부 Y결선의 각 상 100Ω과 같은 선-중성점 사이에 놓이므로, 각 상 등가저항은 $100 \parallel 100 = 50\Omega$이다.
3. 상전압은 $V_{ph} = (100\sqrt{3})/\sqrt{3} = 100\text{V}$이다.
4. 각 상전류는 $I_{ph} = 100/50 = 2\text{A}$이고, 등가 Y결선에서는 선전류가 상전류와 같으므로 $I = 2\text{A}$이다.

선지 판단

① X: 1A는 내부 Y결선만 계산했을 때의 선전류이다. 틀린 표현인 '1A' → 외부 Δ결선이 등가 Y로 변환되어 병렬로 더해지므로 전체 선전류는 2A이다.
② O: 각 상 등가저항이 50Ω이므로 선전류는 2A이다.
③ X: 3A가 되려면 각 상 등가저항이 100/3Ω이어야 하나, 실제 병렬 합성값은 50Ω이다. 틀린 표현인 '3A' → 2A이다.
④ X: 4A는 상전압을 선간전압 $100\sqrt{3}\text{V}$로 잘못 사용하거나 등가저항을 잘못 합성한 값이다. 틀린 표현인 '4A' → 상전압 100V를 사용하여 2A이다.
⑤ X: 5A는 어느 평형 등가회로 계산에서도 나오지 않는다. 틀린 표현인 '5A' → 각 상 50Ω에서의 선전류는 2A이다.

오답 포인트

외부 Δ결선의 각 저항 300Ω을 내부 Y결선의 100Ω과 단순히 직렬 또는 병렬로 바로 합치면 안 된다. 먼저 Δ결선을 각 상 100Ω인 Y결선으로 변환해야 두 회로의 대응 상이 병렬임을 확인할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 3상 혼합결선에서는 Δ 부분을 먼저 등가 Y로 바꾸고, 각 상의 임피던스를 합성한다. 그 뒤 $V_{ph} = V_L/\sqrt{3}$와 Y결선의 $I_L = I_{ph}$를 적용한다.

암기 포인트

평형 Δ 저항 R은 등가 Y의 각 상 $R/3$이다. Y결선에서는 선전류와 상전류가 같다.

NoteBase

문 15. 선간전압이 100[V]인 평형 3상회로에서 각 상의 임피던스가 $1+j2[\Omega]$인 △부하에서 소비되는 3상 유효전력은 몇 [W]인가?

① 1,200
② 3,600
③ 4,800
④ 6,000
⑤ 7,200

정답 4번

출제 포인트

평형 3상 Δ부하에서 상전압과 선간전압의 관계를 적용하여 3상 유효전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

선간전압은 $100V$이고, Δ결선에서는 상전압과 선간전압이 같으므로 $V_{ph}=100V$이다. 각 상 임피던스는 $Z=1+j2\Omega$이므로 저항 성분은 $R=1\Omega$, 임피던스 제곱은 $|Z|^2=1^2+2^2=5\Omega^2$이다.

사용할 공식

한 상의 유효전력은 $P_{ph}=V_{ph}^2R/|Z|^2$이고, 평형 3상이므로 $P=3P_{ph}$이다. 임피던스의 저항 성분 R에서만 유효전력이 소비되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

Δ결선이므로 $V_{ph}=100V$이다.
$P=3\times\frac{(100V)^2\times1\Omega}{5\Omega^2}=6,000W$
따라서 3상 유효전력은 6,000 W이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 1,200 W는 유효전력이 아니다. 올바르게는 6,000 W이다. 이는 한 상 전력에 3을 곱하지 않았거나 임피던스 크기 처리를 잘못한 값이다.
② X: 3,600 W는 유효전력이 아니다. 올바르게는 6,000 W이다. $1 + j2\Omega$의 저항 성분과 임피던스 크기를 잘못 적용한 값이다.
③ X: 4,800 W는 유효전력이 아니다. 올바르게는 6,000 W이다. Δ결선의 상전압을 선간전압과 다르게 처리하면 안 된다.
④ O: Δ결선에서 $V_{ph} = 100V$를 적용하면 3상 유효전력은 6,000 W이다.
⑤ X: 7,200 W는 유효전력이 아니다. 올바르게는 6,000 W이다. 저항 성분에 의한 전력만 계산해야 하며, 리액턴스 성분은 유효전력을 소비하지 않는다.

오답 포인트

Δ결선에서 상전압은 선간전압과 같다는 점이 핵심이다. $100V$를 $100/\sqrt{3}V$로 바꾸는 것은 Y결선일 때의 관계를 잘못 적용한 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

3상 부하는 먼저 결선별 상전압을 정하고, $P = 3V_{ph}^2 R/|Z|^2$에 대입하여 유효전력을 계산한다. Δ결선은 $V_{ph} = V_L$, Y결선은 $V_{ph} = V_L/\sqrt{3}$이다.

암기 포인트

Δ결선은 상전압=선간전압, 유효전력은 저항 R만 담당한다.

NoteBase

문 16. z축 선상으로 무한 선전하가 존재할 때 y축상의 r[m]인 점에서의 전계의 세기 E는 몇 [V/m]인가? (단, 선전하 밀도는 6×10^{-5}[C/m]이고 ε_0는 진공의 유전율이다.)

① $\frac{6\times10^{-5}}{2\varepsilon_0}$
② $\frac{6\times10^{-5}}{4\pi\varepsilon_0 r}$
③ $\frac{6\times10^{-5}}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$
④ $\frac{6\times10^{-5}}{2\pi\varepsilon_0 r}$
⑤ $\frac{6\times10^{-5}}{2\pi\varepsilon_0 r^2}$

정답 4번

출제 포인트

무한히 긴 선전하가 만드는 전계의 세기를 가우스 법칙으로 구하는 문제이다.

조건 정리

선전하 밀도는 $\lambda = 6\times10^{-5}$C/m이다.
전계는 선전하로부터 수직 거리 r[m]인 점에서 구한다.
무한 선전하는 원통 대칭이므로 전계의 크기는 거리 r에서만 일정하다.

사용할 공식

가우스 면을 반지름 r, 길이 L인 원통으로 잡으면 $E(2\pi rL) = \lambda L/\varepsilon_0$이다. 따라서
$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$
원통 옆면에서만 전기선속이 생기고, 양 끝면에서는 전계가 면에 평행하므로 선속이 0이기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} = \frac{6\times10^{-5}}{2\pi\varepsilon_0 r}$[V/m]

선지 판단

① X: r과 π가 빠져 있다. 무한 선전하의 전계는 거리 r에 반비례하므로 $\frac{6\times10^{-5}}{2\pi\varepsilon_0 r}$이어야 한다.
② X: $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 r}$의 계수는 점전하 전계식의 일부와 혼동한 것이다. 선전하에는 $\frac{1}{2\pi\varepsilon_0 r}$를 사용한다.
③ X: 분모의 r^2은 점전하 전계의 거리 의존성이다. 선전하의 전계는 r에 반비례한다.
④ O: $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$에 $\lambda = 6\times10^{-5}$C/m을 대입한 식과 일치한다.
⑤ X: 선전하의 전계는 r^2이 아니라 r에 반비례한다. 틀린 표현 r^2 → 올바르게는 r이다.

NoteBase

오답 포인트

②와 ③은 점전하의 식 $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$을 선전하에 적용한 경우이다. 전하 분포의 대칭성이 달라지면 거리 의존성도 점전하의 $1/r^2$에서 선전하의 $1/r$로 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

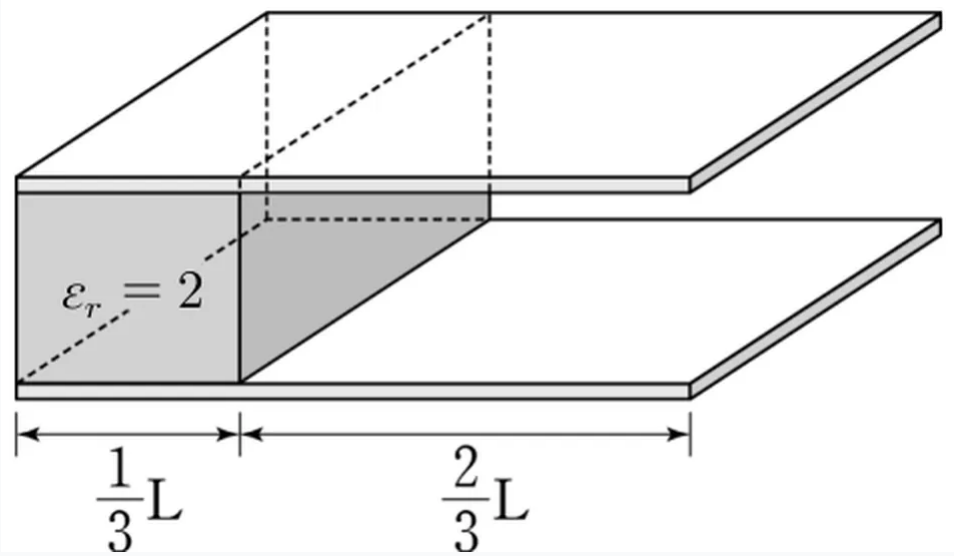
전하 분포를 먼저 구분한다. 점전하는 구면 가우스 면을 써서 $1/r^2$, 무한 선전하는 원통 가우스 면을 써서 $1/r$ 비례식을 적용한다.

암기 포인트

점전하 $1/r^2$, 무한 선전하 $1/r$, 무한 평면전하 r와 무관하다.

NoteBase

문 17. 같은 크기의 두 직사각형 도체판 사이가 진공인 정전용량이 6[μF]인 축전지에 대하여 도체판 사이 공간의 $\frac{1}{3}$을 비유전율(ε_r)이 2인 유전체로 채웠다. 이 축전지의 합성 정전용량은 몇 [μF]인가?



① 2

② 3

③ 6

④ 8

⑤ 9

정답 4번

출제 포인트

평행판 축전기의 면적 일부를 유전체로 채웠을 때, 유전체 부분과 공기 부분을 병렬 축전기로 나누어 합성 정전용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

처음 전체 정전용량은 $C_0 = 6\mu$F이다.
유전체가 채워진 면적은 전체의 1/3이고, 비유전율은 $\varepsilon_r = 2$이다.
나머지 2/3 면적은 공기이므로 비유전율이 1이다.
두 부분은 두 도체판 사이에 나란히 놓여 전위차가 같으므로 병렬로 합성한다.

사용할 공식

평행판 축전기의 정전용량은 $C = \varepsilon A/d$이다.
면적이 분할된 각 부분은 C가 면적에 비례하고 같은 전압이 걸리므로 C_eq=C_유전체+C_공기를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

유전체 부분의 정전용량은 C_유전체=2×(1/3)×6=4 μF이다.
공기 부분의 정전용량은 C_공기=1×(2/3)×6=4 μF이다.
따라서 합성 정전용량은 $C_{eq} = 4 + 4 = 8\mu$F이다.

선지 판단

① X: 합성 정전용량이 2μF라는 값은 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 '2μF'이며, 올바르게는 8μF이다.
② X: 합성 정전용량이 3μF라는 값은 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 '3μF'이며, 올바르게는 8μF이다.
③ X: 합성 정전용량이 6μF라는 값은 유전체를 넣은 뒤의 증가분을 반영하지 못한다. 틀린 표현은 '6μF'이며, 올바르게는 8μF이다.
④ O: 유전체 부분 4μF와 공기 부분 4μF가 병렬 합성되어 8μF가 된다.
⑤ X: 합성 정전용량이 9μF라는 값은 계산 결과보다 크다. 틀린 표현은 '9μF'이며, 올바르게는 8μF이다.
계산 결과가 8μF이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

유전체가 들어간 1/3 부분만 따로 계산하고 공기 부분을 빼먹기 쉽다. 또한 면적이 나뉜 경우를 직렬 연결로 보면 안 되며, 두 부분은 같은 두 도체판에 연결되어 있으므로 병렬 연결이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유전체가 판 사이의 면적을 나누어 채우면 각 면적 부분을 병렬로 분할한다. 각 부분의 정전용량을 '원래 정전용량 × 면적비 × 비유전율'로 구한 뒤 더한다.

암기 포인트

면적 분할은 병렬, 간격 분할은 직렬이다.

NoteBase

문 18. 공간에서 전위 분포가 $V = xy + z + 1[V]$일 때 점 $(x = 1,\ y = -2,\ z = 1)$에서의 전계의 세기 E는 몇 $[V/m]$인가?

① $\sqrt{2}$
② $\sqrt{5}$
③ $\sqrt{6}$
④ 3
⑤ 4

정답 3번

출제 포인트

전위 V로부터 전계 $\mathbf{E} = -\nabla V$를 구한 뒤, 그 크기 $|\mathbf{E}|$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전위는 $V = xy + z + 1[V]$이고, 위치는 $(x, y, z) = (1,\ -2,\ 1)$이다. 구해야 할 값은 이 점에서 전계 벡터의 크기 $[V/m]$이다. 상수항 1은 미분하면 0이 된다.

사용할 공식

$\mathbf{E} = -\nabla V = -\left(\frac{\partial V}{\partial x}\mathbf{a}_x + \frac{\partial V}{\partial y}\mathbf{a}_y + \frac{\partial V}{\partial z}\mathbf{a}_z\right)$
전계는 전위의 음의 기울기이므로 이 공식을 사용한다. 전계의 세기는 벡터 크기 $|\mathbf{E}| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$로 구한다.

계산 과정

1. $\nabla V = \left(\frac{\partial V}{\partial x}, \frac{\partial V}{\partial y}, \frac{\partial V}{\partial z}\right) = (y, x, 1)$이다.
2. $(1,\ -2, 1)$을 대입하면 $\nabla V = (-2, 1, 1)$이므로 $\mathbf{E} = (2,\ -1,\ -1)[V/m]$이다.
3. 따라서 $|\mathbf{E}| = \sqrt{2^2 + (-1)^2 + (-1)^2} = \sqrt{6}[V/m]$이다.

선지 판단

① X. 전계의 세기는 $\sqrt{6}[V/m]$이므로 $\sqrt{2}[V/m]$가 아니다. 틀린 표현 $\sqrt{2}$ → 올바르게는 $\sqrt{6}$이다.
② X. 전계의 세기는 $\sqrt{6}[V/m]$이므로 $\sqrt{5}[V/m]$가 아니다. 틀린 표현 $\sqrt{5}$ → 올바르게는 $\sqrt{6}$이다.
③ O. $\mathbf{E} = (2,\ -1,\ -1)[V/m]$의 크기는 $\sqrt{6}[V/m]$이므로 옳다.
④ X. 전계의 세기는 $\sqrt{6}[V/m]$이므로 $3[V/m]$가 아니다. 틀린 표현 3 → 올바르게는 $\sqrt{6}$이다.
⑤ X. 전계의 세기는 $\sqrt{6}[V/m]$이므로 $4[V/m]$가 아니다. 틀린 표현 4 → 올바르게는 $\sqrt{6}$이다.

NoteBase

오답 포인트

전계 벡터의 각 성분을 구한 뒤 성분을 단순히 더하거나, 음의 기울기 부호를 빠뜨리는 실수가 생길 수 있다. 이 문항에서는 부호가 바뀌어도 크기는 같지만, 크기는 반드시 세 성분의 제곱합의 제곱근으로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전위가 주어지면 먼저 각 좌표에 대해 편미분하여 ∇V를 구하고, 음수를 붙여 $\mathbf{E}$를 만든다. 마지막으로 $\sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$를 계산해 세기를 판단한다.

암기 포인트

전계는 전위의 음의 기울기, 즉 $\mathbf{E} = -\nabla V$이다.

NoteBase

문 19. 평균 반지름 20[cm], 권선수 1,000회, 원형 공심의 단면적 100[cm^2]인 환상 솔레노이드에 2[A]의 전류가 흐를 때 환상 솔레노이드 공심 중심에서의 자계 세기 H는 몇 [AT/m]인가?

① 2,500

② $2{,}500\pi$

③ $5{,}000\pi$

④ $\frac{2{,}500}{\pi}$

⑤ $\frac{5{,}000}{\pi}$

정답 5번

출제 포인트

환상 솔레노이드의 평균 자로 길이를 사용하여 공심 중심에서의 자계 세기 H를 구하는 문제이다.

조건 정리

권선수는 1,000회이고 전류는 $2A$이다. 평균 반지름은 $20cm = 0.20m$이다. 단면적 $100cm^2$는 자계 세기 H 계산에는 사용하지 않으며, 자속밀도나 자속을 구할 때 필요한 값이다.

사용할 공식

환상 솔레노이드에서는 암페어 주회 법칙에 따라 $H\ell = NI$이고, 평균 자로 길이 $\ell = 2\pi r$이므로 $H = \frac{NI}{2\pi r}$이다. 자계가 평균 반지름의 원형 경로를 따라 형성되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$r = 0.20m$, $N = 1000$, $I = 2A$를 대입한다.
$H = \frac{NI}{2\pi r} = \frac{1000 \times 2}{2\pi \times 0.20} = \frac{2000}{0.4\pi} = \frac{5000}{\pi} AT/m$

선지 판단

① X: $2,500AT/m$는 계산값 $\frac{5000}{\pi}AT/m$와 다르다. 틀린 표현인 '2,500'은 올바르게는 $\frac{5000}{\pi}$이다.
② X: $2,500\pi AT/m$는 계산값과 다르다. 틀린 표현인 '2,500\pi'는 올바르게는 $\frac{5000}{\pi}$이다.
③ X: $5,000\pi AT/m$는 π가 분모에 있어야 하는 공식을 분자에 둔 값이다. 틀린 표현인 '5,000\pi'는 올바르게는 $\frac{5000}{\pi}$이다.
④ X: $\frac{2500}{\pi}AT/m$는 계산값의 절반이다. 틀린 표현인 '\frac{2500}{\pi}'는 올바르게는 $\frac{5000}{\pi}$이다.
⑤ O: $H = \frac{5000}{\pi}AT/m$로 계산되므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

평균 반지름 $20cm$를 $0.20m$로 바꾸지 않거나, 원형 자로 길이 $2\pi r$의 π를 분자에 두면 ②·③과 같은 오답이 나온다. 또한 단면적은 이 문제의 H 계산에 불필요한 정보이다.

다시 나오면 이렇게 판단

환상 솔레노이드의 자계 세기는 먼저 반지름을 m 단위로 환산하고, $H = \frac{NI}{2\pi r}$에 대입하여 구한다. 단면적은 문제에서 자속밀도 B나 자속 Φ를 물을 때 사용한다.

암기 포인트

환상 솔레노이드: $H = \frac{NI}{2\pi r}$. 자로 길이는 원둘레 $2\pi r$이다.

NoteBase

문 20. 전류 80[mA]가 흐르는 코일에 저장된 자기 에너지가 64[μJ]이라고 할 때 이 코일의 인덕턴스는 몇 [mH]인가?

① 20

② 40

③ 200

④ 400

⑤ 800

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 코일에 저장된 자기 에너지와 인덕턴스의 관계식으로 인덕턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전류는 $I = 80\text{mA} = 0.08\text{A}$이고, 저장된 자기 에너지는 $W = 64\mu\text{J} = 64 \times 10^{-6}\text{J}$이다. 구할 값은 인덕턴스 L이다.

사용할 공식

코일의 저장 자기 에너지는 $W = \frac{1}{2}LI^2$로 나타낸다. 문제에서 코일의 전류와 저장 에너지를 주었으므로, 이 식을 $L = \frac{2W}{I^2}$로 정리해 사용한다.

계산 과정

전류를 암페어 단위로 바꾸면 $I = 0.08\text{A}$이다.
$L = \frac{2 \times 64 \times 10^{-6}}{(0.08)^2} = 0.02\text{H}$
따라서 $0.02\text{H} = 20\text{mH}$이다.

NoteBase

선지 판단

① O: 계산 결과가 20mH이므로 옳다.
② X: ‘40 mH’는 계산값의 2배이다. 틀린 표현 ‘40 mH’ → 올바르게는 ‘20 mH’이다. 에너지 공식의 $\frac{1}{2}$를 잘못 처리하면 나올 수 있다.
③ X: ‘200 mH’는 계산값의 10배이다. 틀린 표현 ‘200 mH’ → 올바르게는 ‘20 mH’이다. mA를 A로 환산하지 않거나 단위를 잘못 다루면 생길 수 있다.
④ X: ‘400 mH’는 계산값의 20배이다. 틀린 표현 ‘400 mH’ → 올바르게는 ‘20 mH’이다. 전류가 제곱된다는 점을 놓치면 값이 크게 어긋난다.
⑤ X: ‘800 mH’는 계산값의 40배이다. 틀린 표현 ‘800 mH’ → 올바르게는 ‘20 mH’이다. 에너지의 μJ 단위와 전류의 mA 단위를 함께 점검해야 한다.

오답 포인트

전류는 식에서 I^2로 들어가므로 80mA를 반드시 0.08A로 변환한 뒤 제곱해야 한다. μJ는 10^{-6}J이고, 최종 단위 0.02H를 20mH로 바꾸는 과정도 확인한다.

다시 나오면 이렇게 판단

코일의 저장 에너지 문제는 주어진 전류를 A로, 에너지를 J로 먼저 통일한 다음 $W = \frac{1}{2}LI^2$에 대입하여 L을 구한다.

암기 포인트

코일 자기 에너지: $W = \frac{1}{2}LI^2$. 전류는 제곱으로 작용한다.

NoteBase

문 21. 이상적인 단상 변압기의 2차측에 부하를 연결하여 4.4[kW]를 공급할 때의 2차측 전압이 220[V], 1차측 전류가 100[A]라면 이 변압기의 권선비 $N_1 : N_2$는? (단, N_1은 1차측 권선수이고, N_2는 2차측 권선수이다.)

① 1 : 5

② 1 : 10

③ 5 : 1

④ 5 : 2

⑤ 10 : 1

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 단상 변압기에서 입·출력 전력이 같다는 원리와 전압비=권선비 관계를 이용하여 1차측과 2차측 권선비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 출력 $P_2 = 4.4\text{kW}$, 2차측 전압 $V_2 = 220\text{V}$, 1차측 전류 $I_1 = 100\text{A}$이다. 이상적인 변압기이므로 손실이 없어 $P_1 = P_2$이다. 구할 값은 $N_1 : N_2$이다.

사용할 공식

이상적인 변압기에서는 $P_1 = V_1 I_1 = P_2$, $\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$가 성립한다. 1차 전류와 전력으로 1차 전압을 구한 뒤, 전압비를 권선비에 그대로 적용한다.

계산 과정

1. 이상적이므로 $P_1 = P_2 = 4.4\text{kW} = 4{,}400\text{W}$이다.
2. $V_1 = \frac{P_1}{I_1} = \frac{4{,}400\text{W}}{100\text{A}} = 44\text{V}$이다.
3. 따라서 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{44}{220} = \frac{1}{5}$이므로 $N_1 : N_2 = 1 : 5$이다.

선지 판단

① O. 계산한 권선비가 $N_1 : N_2 = 1 : 5$이므로 옳다.
② X. 1 : 10이면 $V_1 = 22\text{V}$가 되어, $I_1 = 100\text{A}$일 때 입력 전력은 2.2kW에 불과하다. 틀린 표현 1 : 10 → 올바르게는 1 : 5이다.
③ X. 5 : 1이면 $V_1 = 1{,}100\text{V}$가 되어 계산된 44V와 맞지 않는다. 틀린 표현 5 : 1 → 올바르게는 1 : 5이다.
④ X. 5 : 2이면 $V_1 = 550\text{V}$가 되어 계산된 44V와 맞지 않는다. 틀린 표현 5 : 2 → 올바르게는 1 : 5이다.
⑤ X. 10 : 1이면 $V_1 = 2{,}200\text{V}$가 되어 계산된 44V와 맞지 않는다. 틀린 표현 10 : 1 → 올바르게는 1 : 5이다.

NoteBase

오답 포인트

①과 반대로 $N_1 : N_2$를 $V_2 : V_1$로 뒤집는 실수가 핵심 함정이다. 이 문항에서는 1차측 전압이 44V, 2차측 전압이 220V이므로 1차 권선수도 2차 권선수의 5분의 1이어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상적 변압기 문제는 먼저 $P_1 = P_2$로 미지의 전압 또는 전류를 구하고, 이어서 $N_1/N_2 = V_1/V_2$에서 첨자의 같은 쪽끼리 대응시켜 비를 만든다.

암기 포인트

이상적 변압기: 전력은 같고, 전압비는 권선비와 같다. 전압이 큰 쪽의 권선수가 더 많다.

NoteBase

문 22. 단상 변압기의 2차 전압이 무부하 시 240[V]이고 정격부하 시 220[V]일 때, 전압변동률은 몇 [%]인가?

① 5.00

② 6.67

③ 8.33

④ 9.09

⑤ 10.01

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단상 변압기의 전압변동률을 무부하 2차 전압과 정격부하 2차 전압으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

무부하 2차 전압은 $240V$이고, 정격부하 시 2차 전압은 $220V$이다. 전압 강하는 $240 - 220 = 20V$이다.

사용할 공식

전압변동률은 전압변동률=(V_0-V_FL)/(V_FL)×100로 구한다. 여기서 V_0는 무부하 2차 전압, V_{FL}은 정격부하 시 2차 전압이다. 정격부하 전압을 기준 전압으로 하므로 분모에는 $220V$를 쓴다.

계산 과정

$\frac{240-220}{220} \times 100 = \frac{20}{220} \times 100 = 9.0909\ldots\%$ 따라서 전압변동률은 약 9.09%이다.

선지 판단

① X: 5.00%는 전압변동률이 아니다. 틀린 표현인 '5.00%' → 올바르게는 9.09%이다.
② X: 6.67%는 전압변동률이 아니다. 틀린 표현인 '6.67%' → 올바르게는 9.09%이다.
③ X: 8.33%는 전압변동률이 아니다. 틀린 표현인 '8.33%' → 올바르게는 9.09%이다.
④ O: 20/220 × 100 = 9.09%이므로 옳다.
⑤ X: 10.01%는 전압변동률이 아니다. 틀린 표현인 '10.01%' → 올바르게는 9.09%이다.

오답 포인트

전압변동률의 분모를 무부하 전압 $240V$로 잘못 두는 실수가 흔하다. 이 문제의 정의에서는 정격부하 시 전압 $220V$가 기준이므로 20/240 × 100 = 8.33%은 ③의 오답값이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 전압변동률은 먼저 무부하 전압과 정격부하 전압의 차를 구하고, 그 차를 정격부하 전압으로 나눈 뒤 백분율로 바꾸어 판단한다.

암기 포인트

전압변동률은 '무부하−부하'를 '부하 전압'으로 나눈 값이다.

NoteBase

문 23. 60[Hz], **6극,** 200[V], 7.5[kW]**의 3상 유도전동기의 회전자 속도가** 960[rpm]**일 때 회전자 전류의 주파수는 몇** [Hz]**인가?**

① 10

② 12

③ 14

④ 16

⑤ 20

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 슬립과 회전자 전류 주파수의 관계 $f_2 = sf_1$를 이용해 회전자 전류의 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 주파수는 $f_1 = 60Hz$, 극수는 $P = 6$, 회전자 속도는 $N = 960rpm$이다.
구해야 할 값: 회전자 전류 주파수 f_2이다.
주의할 조건: 회전자 전류 주파수는 전원 주파수 자체가 아니라 슬립을 곱한 값이다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = 120f_1/P$, 슬립은 $s = (N_s - N)/N_s$, 회전자 전류 주파수는 $f_2 = sf_1$이다.
회전자가 동기속도보다 느리게 회전하므로 생기는 상대속도를 슬립으로 나타내며, 그 비율만큼 회전자 전류의 주파수도 낮아진다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = 120 \times 60/6 = 1200rpm$이다.
2. 슬립은 $s = (1200 - 960)/1200 = 0.2$이다.
3. 회전자 전류 주파수는 $f_2 = 0.2 \times 60 = 12Hz$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 $12Hz$이므로 $10Hz$라는 값이 틀리다. 올바르게는 $12Hz$이다.
② O: $f_2 = sf_1 = 0.2 \times 60 = 12Hz$이므로 옳다.
③ X: 계산 결과는 $12Hz$이므로 $14Hz$라는 값이 틀리다. 올바르게는 $12Hz$이다.
④ X: 계산 결과는 $12Hz$이므로 $16Hz$라는 값이 틀리다. 올바르게는 $12Hz$이다.
⑤ X: 계산 결과는 $12Hz$이므로 $20Hz$라는 값이 틀리다. 올바르게는 $12Hz$이다.
계산 결과가 $12Hz$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

동기속도 $1200rpm$를 구하지 않고 회전자 속도 $960rpm$를 전원 주파수와 직접 비교하면 슬립을 잘못 계산한다. 또한 6극이라는 조건을 빼먹으면 동기속도가 달라져 오답값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전자 전류 주파수를 묻는 유도전동기 문제는 $N_s = 120f_1/P$로 동기속도를 구하고, $s = (N_s - N)/N_s$를 계산한 뒤 $f_2 = sf_1$에 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

유도전동기의 회전자 주파수는 전원 주파수에 슬립을 곱한 $f_2 = sf_1$이다.

NoteBase

문 24. 유도전동기 속도제어 방식으로 옳지 않은 것은?

① 극수변환 방식

② 계자제어 방식

③ 1차 전압제어 방식

④ 1차 주파수제어 방식

⑤ 2차 여자제어 방식

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 속도를 제어하는 대표 방식과 직류전동기 등에 쓰이는 계자제어를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유도전동기의 동기속도는 $N_s = 120f/P$이므로, 전원 주파수 f 또는 극수 P를 바꾸면 속도를 제어할 수 있다. 또한 고정자 전압을 조절하거나, 권선형 유도전동기의 2차 회로를 제어하여 슬립을 바꾸는 방법도 사용된다. 계자제어는 자속을 독립적으로 조절하는 전동기에서 주로 쓰는 방식이며, 유도전동기의 일반적인 속도제어 방식으로 분류하지 않는다.

선지별 해설

① O. 극수변환 방식은 극수 P를 바꾸어 동기속도 N_s를 변화시키는 유도전동기 속도제어 방식이다.
② X. 틀린 표현은 '계자제어'이다. 유도전동기는 계자를 독립적으로 조절하는 방식이 아니라, 주파수·극수·1차 전압 또는 2차 회로를 제어하여 속도를 조절한다. 올바르게는 유도전동기의 속도제어 방식으로 2차 여자제어 방식 등을 든다.
③ O. 1차 전압제어 방식은 고정자에 가하는 전압을 조절하여 토크와 슬립을 변화시키는 방식이다.
④ O. 1차 주파수제어 방식은 전원 주파수 f를 바꾸어 동기속도를 직접 제어하는 방식이다.
⑤ O. 2차 여자제어 방식은 권선형 유도전동기의 2차 회로에 전압을 가해 슬립과 속도를 제어하는 방식이다.

오답 포인트

②는 '계자'라는 말 때문에 자속과 속도 제어를 연결하면 헷갈리기 쉽다. 그러나 유도전동기의 속도제어는 동기속도를 정하는 주파수·극수 또는 슬립을 바꾸는 1차 전압·2차 회로 제어로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기에서 주파수 또는 극수를 바꾸는 선지는 동기속도 제어로 판단하고, 1차 전압이나 2차 회로를 바꾸는 선지는 슬립 제어로 판단한다. 독립 계자 권선을 전제로 하는 계자제어는 유도전동기 방식인지 먼저 구별한다.

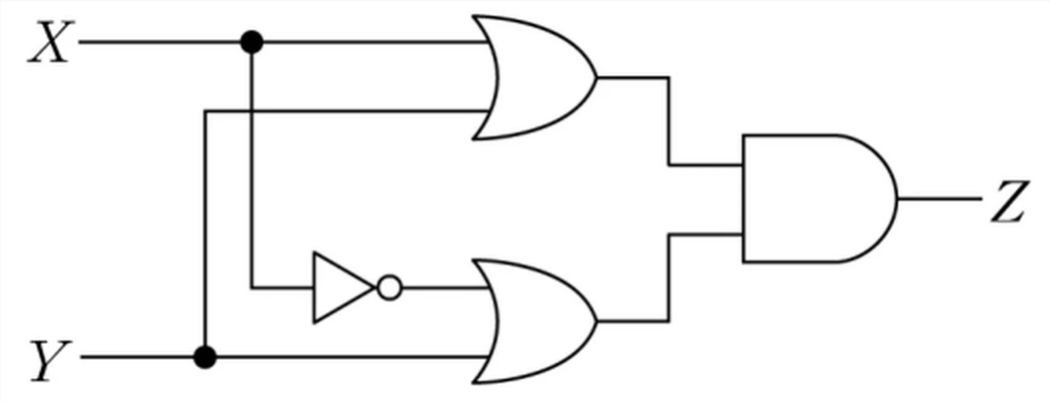
NoteBase

암기 포인트

유도전동기 속도는 '주파수·극수로 동기속도, 전압·2차 회로로 슬립'으로 정리한다. 계자제어는 유도전동기의 대표 방식이 아니다.

NoteBase

문 25. 그림의 회로에서 출력 Z의 간소화된 논리식으로 옳은 것은?



① $Z = X$

② $Z = Y$

③ $Z = \overline{X}$

④ $Z = \overline{Y}$

⑤ $Z = XY$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 OR 게이트와 NOT 게이트, AND 게이트의 연결을 논리식으로 바꾼 뒤 불 대수의 흡수 형태를 이용해 출력 Z를 간소화하는 문제이다.

조건 정리

위쪽 OR 게이트의 입력은 X와 Y이므로 출력은 $X + Y$이다.
아래쪽 OR 게이트의 입력은 $\overline{X}$와 Y이므로 출력은 $\overline{X} + Y$이다.
마지막 게이트는 AND 게이트이므로 두 OR 게이트의 출력을 곱한다.

사용할 공식

$(X + Y)(\overline{X} + Y) = Y$
이 공식을 쓰는 이유는 두 괄호에 공통으로 Y가 있고, 나머지 항 X와 $\overline{X}$는 동시에 1이 될 수 없어 $X\overline{X} = 0$이 되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

회로의 출력은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$Z = (X + Y)(\overline{X} + Y)$

전개하면 다음과 같다.

$Z = X\overline{X} + XY + Y\overline{X} + Y$

여기서 $X\overline{X} = 0$이고, $Y + XY = Y$, $Y + Y\overline{X} = Y$이므로 최종적으로 다음과 같다.

$Z = Y$

선지 판단

① X: X

- 간소화 결과는 X가 아니라 Y이다. 틀린 표현 $Z = X$ → 올바르게는 $Z = Y$이다.

② O

- 회로식 $(X + Y)(\overline{X} + Y)$를 간소화하면 Y가 된다. 따라서 $Z = Y$가 옳다.

③ X

- 아래쪽 OR 게이트에 $\overline{X}$가 들어가지만, 전체 출력은 아래쪽 OR 게이트 하나의 출력이 아니라 위쪽 OR 출력과 AND 된 결과이다. 틀린 표현 $Z = \overline{X}$ → 올바르게는 $Z = Y$이다.

④ X

- 회로에는 Y를 반전시키는 NOT 게이트가 없다. 틀린 표현 $Z = \overline{Y}$ → 올바르게는 $Z = Y$이다.

⑤ X

- XY는 X와 Y가 모두 1일 때만 1이지만, 이 회로의 출력은 $Y = 1$이면 X와 관계없이 1이다. 틀린 표현 $Z = XY$ → 올바르게는 $Z = Y$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 중간에 보이는 $\overline{X}$만 보고 출력이 $\overline{X}$라고 판단하거나, 마지막 AND 게이트만 보고 단순히 XY라고 착각하는 것이다. 게이트별 출력을 먼저 식으로 쓰고 마지막에 불 대수로 간소화해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

논리회로 간소화 문제는 입력 분기 확인 → 각 게이트 출력식 작성 → 마지막 게이트까지 전체식 작성 → 불 대수 간소화 순서로 판단한다.

암기 포인트

$(A + B)(\overline{A} + B) = B$이다. 서로 보수인 항은 곱하면 0이 되고, 공통 항 B만 남는다.

NoteBase