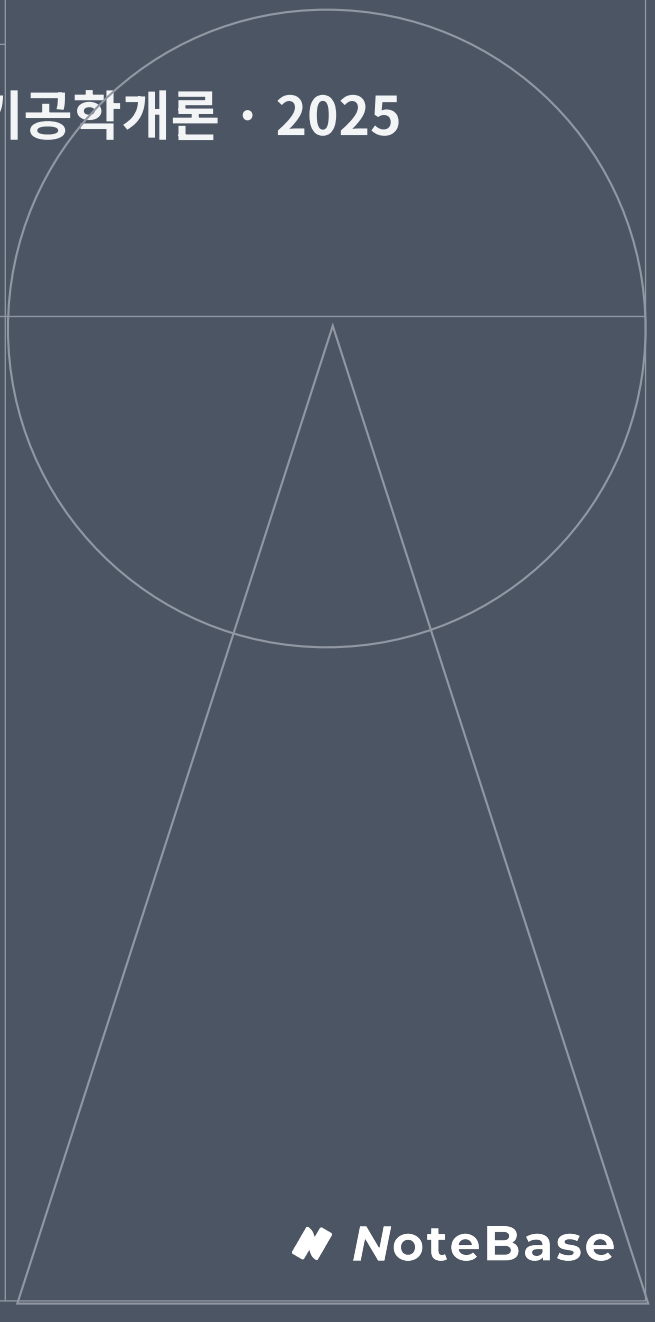
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2025



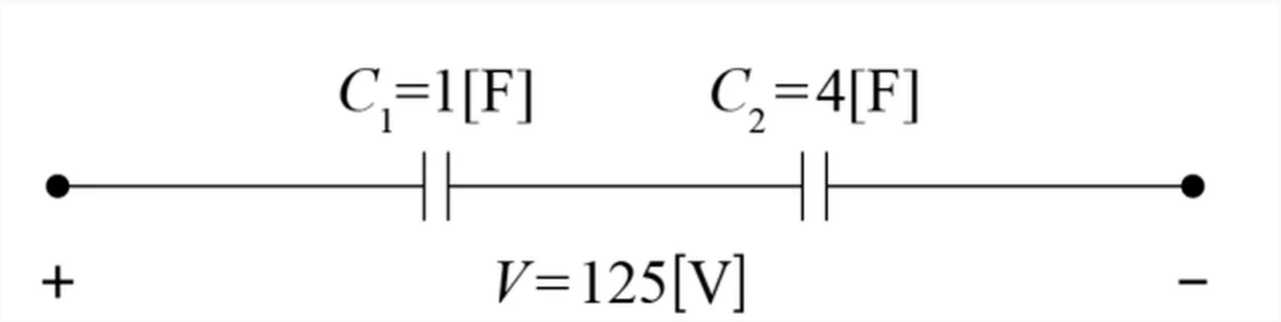
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2025

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2025

문 1. 다음 회로에서 커패시터 C_2의 전압[V]은?



① 15

② 25

③ 50

④ 75

⑤ 100

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬 연결된 커패시터의 전하가 같다는 원리와 전압분배식을 이용해 C_2 양단 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = 1F$, $C_2 = 4F$, 전체 전압 $V = 125V$이다.
구해야 할 값: 커패시터 C_2의 전압 V_2이다.
주의할 조건: 두 커패시터는 직렬 연결이므로 각 커패시터에 저장되는 전하 Q는 같다.

사용할 공식

직렬 커패시터의 전압분배식은
$V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 직렬 커패시터에서는 Q가 같고 $V = Q/C$이므로, 전압은 정전용량에 반비례하여 나뉜다.

NoteBase

계산 과정

등가 정전용량은
$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1 \times 4}{1 + 4} = 0.8F$
이다.
전체 전하는
$Q = C_{eq} V = 0.8 \times 125 = 100C$
이다.
따라서 C_2의 전압은
$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{100}{4} = 25V$
이다.

선지 판단

① X
계산 결과는 $25V$이므로 15는 틀리다. 틀린 표현 15 → 올바르게는 25이다.

② O
C_2의 전압은 $25V$이므로 맞다.

③ X
계산 결과는 $25V$이므로 50은 틀리다. 틀린 표현 50 → 올바르게는 25이다.

④ X
계산 결과는 $25V$이므로 75는 틀리다. 틀린 표현 75 → 올바르게는 25이다.

⑤ X
100은 C_1에 걸리는 전압 $V_1 = 100V$에 해당하고, C_2의 전압이 아니다. 틀린 표현 100 → 올바르게는 25이다.

계산 결과 $25V$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

직렬 커패시터에서는 전압이 정전용량에 비례하지 않고 반비례한다. $C_2 = 4F$가 더 크므로 전압은 더 작게 걸리며, ⑤의 100은 작은 커패시터 C_1의 전압을 C_2의 전압으로 착각한 값이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 커패시터 문제는 먼저 각 커패시터의 전하가 같다는 점을 확인하고, 전압은 정전용량에 반비례한다는 관계로 판단한다.

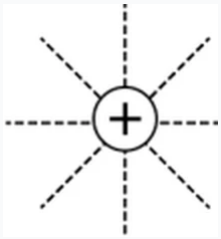
암기 포인트

직렬 커패시터: 전하는 같고, 전압은 정전용량에 반비례한다.

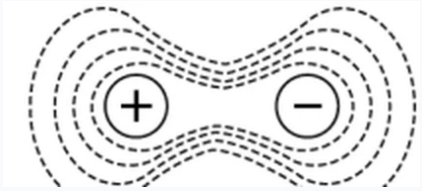
NoteBase

문 2. 전하에 의해 형성되는 등전위선으로 옳은 것은?

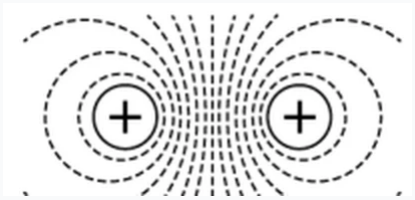
①



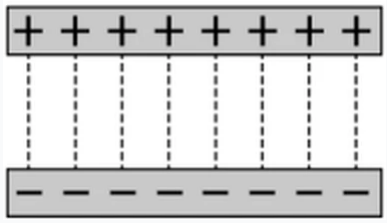
②



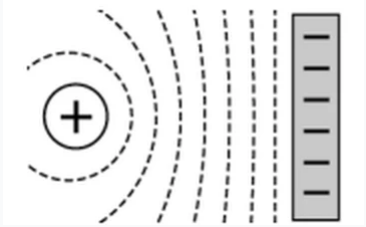
③



④



⑤



정답 5번

출제 포인트

이 문제는 전하와 도체판 주변에서 등전위선이 전기력선과 수직이고, 도체 표면과 나란한 방향으로 형성된다는 점을 그림에서 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 양전하에서 바깥쪽으로 방사형으로 뻗은 선은 등전위선이 아니라 전기력선의 모양이다. 틀린 표현은 방사형 선이고, 올바르게는 점전하 주변 등전위선이 전하를 중심으로 한 동심원 형태가 된다.

② X
- 양전하와 음전하를 둘러싼 폐곡선들이 서로 이어진 모양은 등전위선의 기본 형태로 보기 어렵다. 틀린 표현은 두 전하 사이를 감싸듯 이어지는 폐곡선이고, 올바르게는 등전위선이 전기력선과 수직을 이루며 전위가 같은 점들을 따로 연결해야 한다.

③ X
- 같은 부호의 두 양전하 사이에 촘촘한 세로선처럼 그려진 부분은 전기력선의 성격을 띤다. 틀린 표현은 두 전하 사이를 잇는 세로 방향 선이고, 올바르게는 등전위선이 전기장 방향과 수직이고 각 전하 주변에서는 닫힌 곡선 형태로 나타난다.

④ X
- 평행판 사이에서 위쪽이 양전하, 아래쪽이 음전하이면 판 사이 전기장은 위아래 방향이므로 그림의 세로 점선은 전기력선이다. 틀린 표현은 판에 수직인 세로선이고, 올바르게는 등전위선이 판과 나란한 가로선으로 그려진다.

⑤ O
- 양전하와 음전하를 띤 도체판 사이에서 등전위선은 양전하 근처에서는 휘어진 곡선이 되고, 도체판 가까이에서는 판과 나란한 세로선에 가까워진다. 전기력선과 수직이라는 조건에도 맞으므로 등전위선으로 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 등전위선과 전기력선을 혼동하는 것이다. ①과 ④는 대표적인 전기력선 그림이고, 등전위선은 전기장 방향을 따라가는 선이 아니라 전기장 방향과 수직인 선이다.

다시 나오면 이렇게 판단

등전위선 문제에서는 먼저 전기력선 방향을 떠올린 뒤, 그 방향과 수직인 선인지 확인한다. 점전하 주변 등전위선은 동심원이고, 평행판 사이 등전위선은 판과 나란한 선이다.

암기 포인트

전기력선은 전하에서 나가거나 들어가고, 등전위선은 전기력선과 항상 수직이다.

NoteBase

문 3. 무한직선 전류로부터 수직거리 r에서 자기장 세기가 H_0라면, $\frac{H_0}{4}$가 되는 수직거리는 r의 몇 배인가?

① $\sqrt{2}$

② 2

③ 4

④ 8

⑤ 16

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 무한직선 전류 주위의 자기장 세기 H가 전류 I에 비례하고 수직거리 r에 반비례한다는 공식을 이용해 거리의 배수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 거리 r에서 자기장 세기는 H_0이다.
구해야 할 값: 자기장 세기가 $H_0/4$가 되는 수직거리가 r의 몇 배인지이다.
주의할 조건: 전류는 같은 무한직선 전류이므로 I는 변하지 않고, 거리만 변한다.

사용할 공식

무한직선 전류로부터 수직거리 R인 점의 자기장 세기는
$H = \frac{I}{2\pi R}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 전류가 무한직선 전류이고, 그 전류로부터의 수직거리에 따른 자기장 세기를 묻고 있으므로 직선 전류의 자기장 공식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

거리 r에서
$H_0 = \frac{I}{2\pi r}$
이다.
새로운 수직거리를 R라고 하면
$\frac{H_0}{4} = \frac{I}{2\pi R}$
이다.
두 식을 나누면
$\frac{H_0/4}{H_0} = \frac{I/(2\pi R)}{I/(2\pi r)} = \frac{r}{R}$
이므로
$\frac{1}{4} = \frac{r}{R}$
이다. 따라서 $R = 4r$이고, 수직거리는 r의 4배이다.

선지 판단

① X
- $R = \sqrt{2}r$이면 자기장 세기는 $H_0/\sqrt{2}$가 된다. 틀린 표현 $\sqrt{2}$ → 올바르게는 4이다.

② X
- $R = 2r$이면 자기장 세기는 $H_0/2$가 된다. 틀린 표현 2 → 올바르게는 4이다.

③ O
- $R = 4r$이면 자기장 세기는 $H_0/4$가 되므로 조건과 일치한다.

④ X
- $R = 8r$이면 자기장 세기는 $H_0/8$이 되어 너무 작다. 틀린 표현 8 → 올바르게는 4이다.

⑤ X
- $R = 16r$이면 자기장 세기는 $H_0/16$이 되어 너무 작다. 틀린 표현 16 → 올바르게는 4이다.

계산 결과 수직거리는 $4r$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 거리와 자기장 세기의 관계를 제곱 반비례로 착각하는 것이다. 무한직선 전류의 자기장 세기 H는 $1/R$에 비례하므로 자기장 세기가 1/4배가 되려면 거리는 4배가 되어야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

무한직선 전류 문제가 나오면 먼저 $H = I/(2\pi R)$를 떠올리고, 전류가 같으면 H와 R은 서로 반비례한다고 판단한다.

암기 포인트

무한직선 전류: $H \propto 1/R$. 자기장 세기가 $1/n$배가 되면 거리는 n배이다.

문 4. 공기 중에 50회를 감은 원형코일에 전류 10[A]가 흐를 때 발생하는 자속은 0.2[Wb]이다. $\frac{1}{100}$초 동안 코일의 전류가 5[A]에서 10[A]로 선형 증가한다면, 코일에 유도되는 전압의 크기[V]는?

① 250

② 500

③ 750

④ 1,000

⑤ 1,250

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 패러데이 전자유도 법칙과 자기 선속의 전류 비례 관계를 이용해 코일에 유도되는 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 권수 $N = 50$, 전류 $10A$일 때 자속 $\Phi = 0.2Wb$, 시간 $\Delta t = \frac{1}{100}s = 0.01s$, 전류 변화 $\Delta I = 10 - 5 = 5A$이다.
구해야 할 값: 코일에 유도되는 전압의 크기이다.
주의할 조건: 자속이 전류에 비례하므로 Φ의 변화량도 전류 변화량에 비례한다.

사용할 공식

$|e| = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
이 공식을 쓰는 이유: 코일의 쇄교자속이 시간에 따라 변하면 코일에는 패러데이 법칙에 따라 유도기전력이 발생한다. 문제는 전압의 크기를 묻기 때문에 렌츠 법칙에 따른 부호는 크기 계산에서 제외한다.

계산 과정

1. 전류 $10A$에서 자속이 $0.2Wb$이므로 전류 $1A$당 자속은 $0.2/10 = 0.02Wb/A$이다.
2. 전류가 $5A$만큼 증가하므로 자속 변화량은 $\Delta\Phi = 0.02 \times 5 = 0.1Wb$이다.
3. 시간은 $\frac{1}{100}s = 0.01s$이므로 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0.1}{0.01} = 10Wb/s$이다.
4. 따라서 유도 전압의 크기는 $|e| = 50 \times 10 = 500V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $500V$이므로 250은 틀리다. 틀린 표현 250 → 올바르게는 500이다.

② O
- 자속 변화량 $0.1Wb$을 $0.01s$로 나누고 권수 50회를 곱하면 $500V$가 된다.

③ X
- 계산 결과는 $500V$이므로 750은 틀리다. 틀린 표현 750 → 올바르게는 500이다.

④ X
- 계산 결과는 $500V$이므로 1,000은 틀리다. 틀린 표현 1,000 → 올바르게는 500이다. 이는 전류 변화량을 $5A$가 아니라 $10A$ 전체로 착각하면 나올 수 있는 값이다.

⑤ X
- 계산 결과는 $500V$이므로 1,250은 틀리다. 틀린 표현 1,250 → 올바르게는 500이다.

계산 결과 $500V$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전류가 $5A$에서 $10A$로 증가한다는 말에서 전류 변화량을 $10A$로 잡는 것이다. 자속 변화량은 처음값이 아니라 변화량에 비례하므로 $0.2Wb$ 전체가 아니라 $0.1Wb$만 변한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자유도 계산형 문제는 전류 변화량을 먼저 구하고, 자속이 전류에 비례하는지 확인한 뒤, $|e| = N\Delta\Phi/\Delta t$에 대입해 단위를 검산한다.

암기 포인트

유도전압의 크기는 권수 × 단위시간당 자속 변화량이다. 자속이 전류에 비례하면 전체 전류가 아니라 전류 변화량으로 자속 변화량을 구한다.

NoteBase

문 5. 다음 RL 직렬회로에 교류전압 $100\sqrt{2}[V]$를 걸 때 전류 $10[A]$가 흐른다면, 전압의 주파수를 $\sqrt{3}$배로 할 때 흐르는 전류$[A]$는?



① 2.5

② $2.5\sqrt{2}$

③ 5

④ $5\sqrt{2}$

⑤ 7.5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 RL 직렬회로의 임피던스 $Z=\sqrt{R^2+X_L^2}$와 유도 리액턴스 $X_L=2\pi fL$가 주파수에 비례한다는 점을 이용해 주파수 변화 후 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R=10\Omega$, 처음 전압 $V=100\sqrt{2}V$, 처음 전류 $I=10A$이다.
구해야 할 값: 전압의 주파수를 $\sqrt{3}$배로 했을 때의 전류이다.
주의할 조건: RL 직렬회로에서 전체 임피던스는 저항과 유도 리액턴스의 벡터합이므로 단순히 $R+X_L$로 더하지 않는다.

사용할 공식

RL 직렬회로의 임피던스와 전류는
$Z=\sqrt{R^2+X_L^2}, \qquad I=\frac{V}{Z}$
이다. 유도 리액턴스는 $X_L=2\pi fL$이므로 L이 일정하면 주파수 f에 비례한다. 따라서 주파수가 $\sqrt{3}$배가 되면 X_L도 $\sqrt{3}$배가 된다.

NoteBase

계산 과정

처음 임피던스는
$Z_1 = \frac{V}{I} = \frac{100\sqrt{2}}{10} = 10\sqrt{2}\,\Omega$
이다.

RL 직렬회로에서
$Z_1^2 = R^2 + X_{L1}^2$
이므로
$(10\sqrt{2})^2 = 10^2 + X_{L1}^2$
$200 = 100 + X_{L1}^2$
$X_{L1} = 10\Omega$
이다.

주파수를 $\sqrt{3}$배로 하면
$X_{L2} = \sqrt{3}X_{L1} = 10\sqrt{3}\,\Omega$
이다.

따라서 새 임피던스는
$Z_2 = \sqrt{10^2 + (10\sqrt{3})^2} = \sqrt{100 + 300} = 20\Omega$
이고, 새 전류는
$I_2 = \frac{100\sqrt{2}}{20} = 5\sqrt{2}A$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $5\sqrt{2}A$이므로 2.5는 틀리다. 틀린 표현 2.5 → 올바르게는 $5\sqrt{2}$이다.

② X
- 계산 결과는 $5\sqrt{2}A$이므로 $2.5\sqrt{2}$는 틀리다. 틀린 표현 $2.5\sqrt{2}$ → 올바르게는 $5\sqrt{2}$이다.

③ X
- 새 임피던스는 20Ω이지만 전압은 $100\sqrt{2}V$이므로 전류는 $100\sqrt{2}/20 = 5\sqrt{2}A$이다. 틀린 표현 5 → 올바르게는 $5\sqrt{2}$이다.

④ O
- X_L가 10Ω에서 $10\sqrt{3}\Omega$로 변하고, 새 임피던스가 20Ω가 되므로 전류는 $5\sqrt{2}A$이다.

⑤ X
- 계산 결과는 $5\sqrt{2}A$이므로 7.5는 틀리다. 틀린 표현 7.5 → 올바르게는 $5\sqrt{2}$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 주파수 변화가 저항 R이 아니라 유도 리액턴스 X_L에만 영향을 준다는 점이다. 또한 RL 직렬회로의 임피던스를 $R + X_L$처럼 산술합으로 처리하면 안 되고, $\sqrt{R^2 + X_L^2}$로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

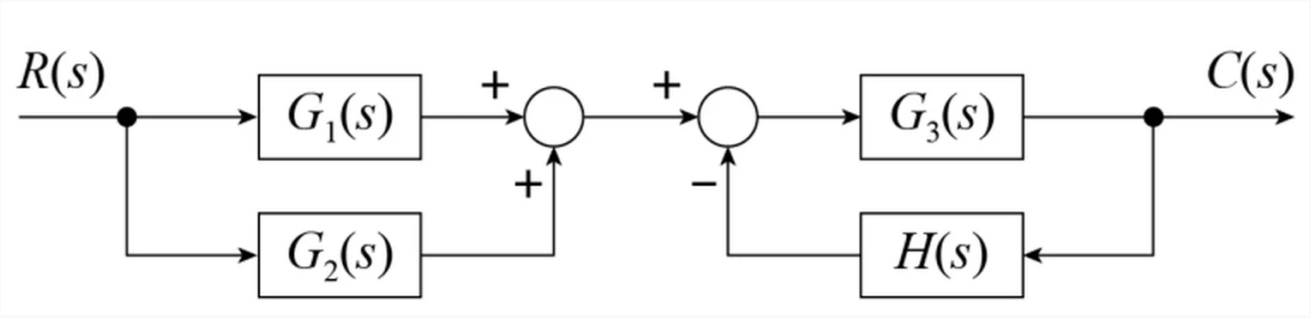
RL 직렬회로에서 주파수 변화 문제가 나오면 먼저 $Z = V/I$로 초기 임피던스를 구하고, $Z^2 = R^2 + X_L^2$로 초기 X_L을 찾은 뒤, $X_L \propto f$를 적용해 새 임피던스와 전류를 계산한다.

암기 포인트

RL 직렬회로는 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$, 유도 리액턴스는 $X_L \propto f$이다. 주파수가 바뀌어도 저항 R은 그대로이고 X_L만 같은 비율로 바뀐다.

NoteBase

문 6. 다음 블록 선도에 대한 전달함수($G(s) = C(s)/R(s)$)로 옳은 것은?



① $\frac{(G_1(s)+G_2(s))G_3(s)}{1+G_3(s)H(s)}$
② $\frac{(G_1(s)+G_2(s))G_3(s)}{1-G_3(s)H(s)}$
③ $\frac{(G_1(s)-G_2(s))G_3(s)}{1+G_3(s)H(s)}$
④ $\frac{G_1(s)G_2(s)G_3(s)}{1+G_3(s)H(s)}$
⑤ $\frac{G_1(s)G_2(s)G_3(s)}{1-G_3(s)H(s)}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 병렬 합산 블록과 음의 피드백 폐루프 공식을 이용해 전체 전달함수 $G(s) = C(s)/R(s)$를 구하는 문제이다.

조건 정리

입력 $R(s)$는 위쪽 $G_1(s)$와 아래쪽 $G_2(s)$로 나뉘어 들어간다.
첫 번째 합산점에서는 두 신호가 모두 +로 더해지므로 전향 입력은 $(G_1(s) + G_2(s))R(s)$이다.
두 번째 합산점에서는 위 입력은 +, 피드백 신호 $H(s)C(s)$는 −로 들어간다.
두 번째 합산점 뒤에는 전향 블록 $G_3(s)$가 있다.

사용할 공식

음의 피드백 폐루프 전달함수는 전향경로가 $G_f(s)$, 피드백경로가 $H(s)$일 때
$\frac{C(s)}{X(s)} = \frac{G_f(s)}{1+G_f(s)H(s)}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 두 번째 합산점에서 피드백 신호가 −로 감산되고, 그 뒤 전향경로가 $G_3(s)$ 하나로 구성되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

첫 번째 합산점 출력은

$X(s) = G_1(s)R(s) + G_2(s)R(s) = (G_1(s) + G_2(s))R(s)$

이다.

두 번째 합산점 출력은

$E(s) = X(s) - H(s)C(s)$

이다.

출력은 $G_3(s)$를 지난 값이므로

$C(s) = G_3(s)E(s) = G_3(s)\{(G_1(s) + G_2(s))R(s) - H(s)C(s)\}$

이다.

정리하면

$C(s) + G_3(s)H(s)C(s) = (G_1(s) + G_2(s))G_3(s)R(s)$

이므로

$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{(G_1(s) + G_2(s))G_3(s)}{1 + G_3(s)H(s)}$

이다.

NoteBase

선지 판단

① O
- $G_1(s)$와 $G_2(s)$가 병렬로 더해져 $G_1(s)+G_2(s)$가 되고, 두 번째 합산점은 음의 피드백이므로 분모가 $1+G_3(s)H(s)$가 된다. 계산 결과와 일치한다.

② X
- 틀린 표현은 분모의 $1-G_3(s)H(s)$이다. 피드백 입력이 두 번째 합산점에서 $-$로 들어가는 음의 피드백이므로 올바르게는 $1+G_3(s)H(s)$이다.

③ X
- 틀린 표현은 분자의 $G_1(s)-G_2(s)$이다. 첫 번째 합산점에서 $G_1(s)$ 경로와 $G_2(s)$ 경로가 모두 $+$로 더해지므로 올바르게는 $G_1(s)+G_2(s)$이다.

④ X
- 틀린 표현은 분자의 $G_1(s)G_2(s)G_3(s)$이다. $G_1(s)$와 $G_2(s)$는 직렬이 아니라 병렬 후 합산이므로 올바르게는 $(G_1(s)+G_2(s))G_3(s)$이다.

⑤ X
- 틀린 표현은 분자의 $G_1(s)G_2(s)G_3(s)$와 분모의 $1-G_3(s)H(s)$이다. 병렬합은 곱이 아니라 합이고, 음의 피드백은 분모가 $1+G_3(s)H(s)$가 된다. 올바르게는 $(G_1(s)+G_2(s))G_3(s)/(1+G_3(s)H(s))$이다.

계산 결과 $(G_1(s)+G_2(s))G_3(s)/(1+G_3(s)H(s))$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 병렬 연결과 직렬 연결을 혼동하게 하는 점, 그리고 합산점의 $-$ 표시를 보고 분모 부호를 반대로 쓰게 하는 점이다. $G_1(s)$와 $G_2(s)$는 같은 입력 $R(s)$를 받아 첫 번째 합산점에서 더해지므로 곱하지 않는다. 또한 두 번째 합산점에서 피드백을 빼면 폐루프 분모는 $1+G_3(s)H(s)$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

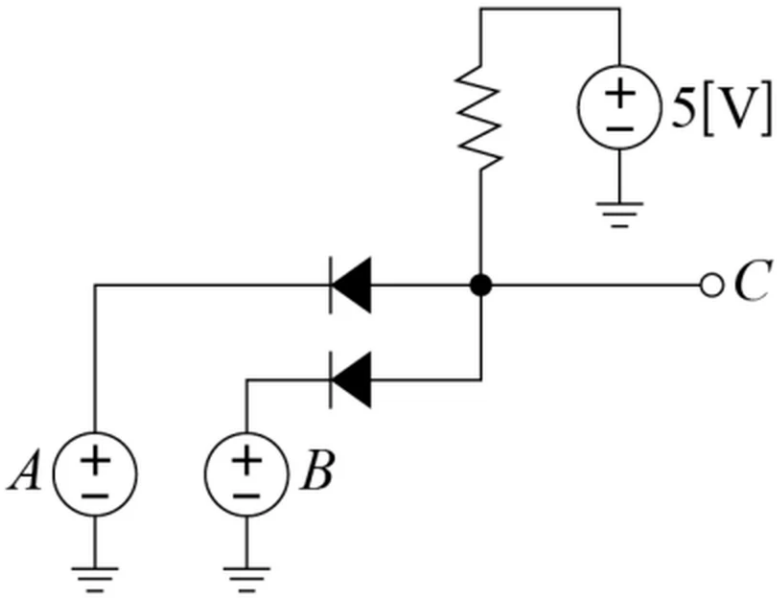
블록선도 전달함수 문제는 입력에서 출력까지 먼저 병렬합과 직렬곱을 정리하고, 마지막으로 피드백 합산점의 부호를 확인해 분모를 결정한다. 합산점에 피드백이 $-$로 들어가면 음의 피드백이므로 분모는 $1+GH$ 형태가 된다.

암기 포인트

병렬은 더하고, 직렬은 곱한다. 음의 피드백은 $1+GH$, 양의 피드백은 $1-GH$가 분모에 온다.

NoteBase

문 7. 다음 회로에서 입력전압 $A[V]$와 $B[V]$에 따른 출력 전압 $C[V]$의 관계가 <표>와 같다면, $C_1 + C_2 + C_3 + C_4$의 값$[V]$은? (단, 다이오드는 이상적이라고 가정한다)



<표> 입·출력전압의 관계

$A[V]$	$B[V]$	$C[V]$
0	0	C_1
0	5	C_2
5	0	C_3
5	5	C_4

① 0

② 5

③ 10

NoteBase

④ 15

⑤ 20

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 다이오드의 도통 조건을 이용해 풀업 저항이 있는 다이오드 논리회로의 출력전압 C를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입력 A, B는 각각 0V 또는 5V이고, 출력 노드 C는 저항을 통해 5V 전원에 연결되어 있다.
구해야 할 값: 표의 네 입력 조합에서 $C_1 + C_2 + C_3 + C_4$이다.
주의할 조건: 다이오드는 이상적이므로 도통 시 전압강하가 0V이고, 입력 중 하나라도 0V이면 출력 노드가 그 0V 입력 쪽으로 클램프된다.

사용할 공식

이 회로의 판단식은 $C = \min(A, B, 5V)$로 볼 수 있다.

이 공식을 쓰는 이유: 저항은 C를 5V로 올리지만, C가 어느 입력보다 높아지면 그 입력 쪽 다이오드가 도통하여 C를 더 낮은 입력전압으로 끌어내린다. 따라서 두 입력이 모두 5V일 때만 C가 5V가 되고, 하나라도 0V이면 C는 0V가 된다.

계산 과정

1. $A = 0V$, $B = 0V$: 두 입력이 모두 0V이므로 다이오드가 출력 노드를 0V로 클램프하여 $C_1 = 0V$이다.
2. $A = 0V$, $B = 5V$: A 쪽 입력이 0V이므로 C는 0V로 클램프되어 $C_2 = 0V$이다.
3. $A = 5V$, $B = 0V$: B 쪽 입력이 0V이므로 C는 0V로 클램프되어 $C_3 = 0V$이다.
4. $A = 5V$, $B = 5V$: 두 입력이 모두 5V라서 다이오드가 출력 노드를 낮은 전압으로 끌어내리지 못하고, 풀업 저항에 의해 $C_4 = 5V$이다.
5. 따라서 $C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 0 + 0 + 0 + 5 = 5V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
계산 결과는 5V이므로 0V는 틀리다. 틀린 표현 0V는 올바르게는 5V이다. 모든 입력 조합에서 출력이 0V라고 본 경우에 나오는 값이다.

② O
계산 결과 $C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 5V$이므로 맞다.

③ X
계산 결과는 5V이므로 10V는 틀리다. 틀린 표현 10V는 올바르게는 5V이다. 한 입력만 5V인 두 경우까지 출력이 5V라고 잘못 판단하면 0 + 5 + 5 + 0 또는 유사한 방식으로 나올 수 있는 값이다.

④ X
계산 결과는 5V이므로 15V는 틀리다. 틀린 표현 15V는 올바르게는 5V이다. 입력 중 하나만 0V인 경우에도 출력이 5V로 유지된다고 보면 세 경우가 5V가 되어 나오는 값이다.

⑤ X
계산 결과는 5V이므로 20V는 틀리다. 틀린 표현 20V는 올바르게는 5V이다. 네 입력 조합 모두에서 출력이 5V라고 잘못 본 경우에 해당한다.

계산 결과 5V이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 풀업 저항만 보고 C가 항상 5V라고 판단하거나, 입력 하나가 5V이면 출력도 5V라고 판단하는 것이다. 이 회로에서는 5V 전원이 출력을 올리더라도, 0V 입력이 하나라도 있으면 이상적인 다이오드가 도통하여 출력이 0V로 내려간다.

다시 나오면 이렇게 판단

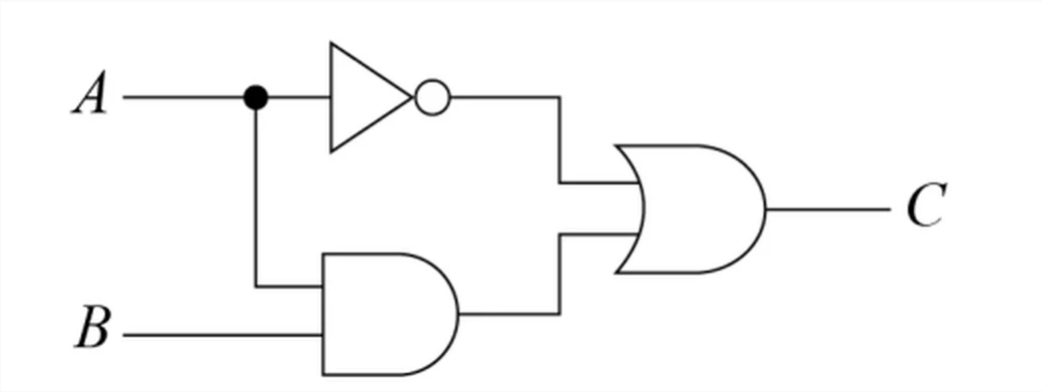
다이오드와 풀업 저항이 있는 회로는 먼저 출력 노드가 기본적으로 어느 전압으로 올라가는지 확인하고, 그다음 각 입력 조건에서 다이오드가 도통해 출력 노드를 클램프하는지 판단한다. 이 회로처럼 낮은 입력이 있으면 출력도 낮아지는 구조는 두 입력이 모두 5V일 때만 출력이 5V가 된다.

암기 포인트

풀업 저항 + 입력 쪽 클램프 다이오드 회로는 입력 중 하나라도 0V이면 출력 0V, 모두 5V이면 출력 5V이다.

NoteBase

문 8. 다음 논리 회로의 출력식에 대한 간소화로 옳은 것은?



① $C = A \cdot B$

② $C = \overline{A} \cdot B$

③ $C = A \cdot \overline{B}$

④ $C = A + \overline{B}$

⑤ $C = \overline{A} + B$

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 논리회로의 게이트별 출력을 부울대수식으로 옮긴 뒤 흡수 법칙으로 간소화하는 문제이다.

조건 정리

위쪽 가지에서는 A가 NOT 게이트를 지나므로 출력은 $\overline{A}$이다.
아래쪽 가지에서는 A와 B가 AND 게이트에 들어가므로 출력은 $A \cdot B$이다.
두 출력은 마지막 OR 게이트에 들어가므로 전체 출력 C는 두 항의 합으로 표현된다.

사용할 공식

전체 출력식은 $C = \overline{A} + A \cdot B$이다.
간소화에는 흡수 법칙의 변형인 $X + YZ = (X + Y)(X + Z)$를 사용한다. 여기서 $X = \overline{A}, Y = A, Z = B$로 보면 $\overline{A} + A \cdot B = (\overline{A} + A)(\overline{A} + B) = 1 \cdot (\overline{A} + B) = \overline{A} + B$가 된다.

NoteBase

계산 과정

1. NOT 게이트 출력: $\overline{A}$
2. AND 게이트 출력: $A \cdot B$
3. OR 게이트 출력: $C = \overline{A} + A \cdot B$
4. 부울대수 간소화: $\overline{A} + A \cdot B = (\overline{A} + A)(\overline{A} + B) = \overline{A} + B$

따라서 간소화된 출력식은 $C = \overline{A} + B$이다.

선지 판단

① X

- $C = A \cdot B$는 아래쪽 AND 게이트 출력만 적은 식이다. 위쪽 NOT 게이트에서 나온 $\overline{A}$가 마지막 OR 게이트에 함께 들어가므로 틀린 표현이다. 올바르게는 $C = \overline{A} + A \cdot B = \overline{A} + B$이다.

② X

- $C = \overline{A} \cdot B$는 $\overline{A}$와 B가 AND로 결합된 것처럼 본 식이다. 실제 회로의 아래쪽 AND 입력은 A와 B이고, 마지막 게이트는 OR이다. 올바르게는 $C = \overline{A} + B$이다.

③ X

- $C = A \cdot \overline{B}$는 B가 반전된 것처럼 처리한 식이다. 회로에서 반전되는 입력은 A뿐이고 B에는 NOT 게이트가 없다. 올바르게는 $C = \overline{A} + B$이다.

④ X

- $C = A + \overline{B}$는 반전 대상이 서로 바뀐 식이다. 위쪽 NOT 게이트는 A를 반전하고, B는 그대로 OR 결과에 남는다. 올바르게는 $C = \overline{A} + B$이다.

⑤ O

- 회로식 $C = \overline{A} + A \cdot B$를 간소화하면 $C = \overline{A} + B$가 된다. ⑤가 간소화된 출력식과 일치한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 아래쪽 AND 게이트의 $A \cdot B$만 보고 ①을 고르거나, NOT 게이트가 붙은 입력을 착각해 ③·④처럼 반전 위치를 바꾸는 것이다. 마지막 OR 게이트까지 포함해 전체식을 먼저 세운 뒤 간소화해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

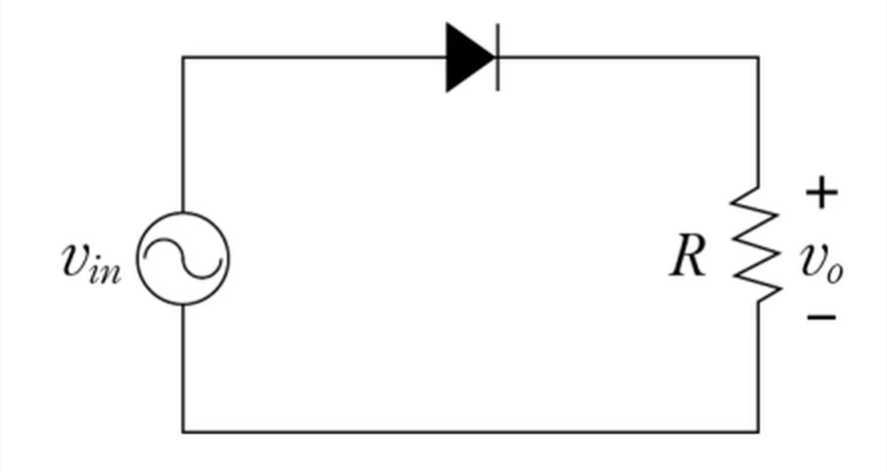
논리회로 간소화 문제는 입력에서 출력 방향으로 각 게이트의 중간식을 먼저 적고, 마지막 출력식을 만든 뒤 부울대수 법칙으로 줄이는 순서로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

$\overline{A} + A \cdot B$ 형태는 $\overline{A} + B$로 간소화된다. 반전 기호가 어느 입력에 붙었는지를 먼저 확인하는 것이 핵심이다.

문 9. 다음 반파정류회로에서 60[Hz]의 교류 전압 ($v_{in} = V_m \sin \omega t$)이 입력될 때, 출력파형($v_o$)의 주기와 다이오드의 최대 역전압은? (단, 다이오드는 이상적이라고 가정한다)



① 주기[s]: $\frac{1}{60}$, 최대 역전압: V_m

② 주기[s]: $\frac{1}{60}$, 최대 역전압: $\sqrt{2}V_m$

③ 주기[s]: $\frac{1}{60}$, 최대 역전압: $2V_m$

④ 주기[s]: $\frac{1}{120}$, 최대 역전압: V_m

⑤ 주기[s]: $\frac{1}{120}$, 최대 역전압: $\sqrt{2}V_m$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상적 다이오드 반파정류회로에서 출력파형의 주기와 다이오드의 최대 역전압을 판단하는 문제이다.

조건 정리

입력 전압은 $v_{in} = V_m \sin \omega t$이고 주파수는 $60Hz$이다.
구해야 할 값은 출력파형 v_o의 주기와 다이오드의 최대 역전압이다.
다이오드는 이상적이므로 순방향일 때 전압강하가 없고, 역방향일 때 전류가 흐르지 않는다.

사용할 공식

입력 교류의 주기는 $T = 1/f$이다.
반파정류 출력은 한 주기 중 한 반주기만 나타나지만, 같은 모양이 입력 한 주기마다 반복되므로 출력 주기는 입력 주기와 같다.
최대 역전압은 다이오드가 꺼져 있을 때 다이오드 양단에 걸리는 역방향 전압의 최대값이다.

NoteBase

계산 과정

1. 입력 주파수가 $60Hz$이므로 입력 주기는 $T = 1/60s$이다.
2. 반파정류회로는 양의 반주기만 부하에 출력하고 음의 반주기는 차단한다. 그래도 양의 반파가 다시 나타나는 간격은 입력의 한 주기이므로 출력파형의 주기는 $1/60s$이다.
3. 음의 피크에서 다이오드는 역바이어스된다. 이때 부하에는 전류가 흐르지 않아 저항 전압은 0이고, 다이오드에는 입력의 피크 크기만큼 역전압이 걸리므로 최대 역전압은 V_m이다.

선지 판단

① O: 출력파형의 주기는 $1/60s$, 최대 역전압은 V_m이므로 맞는 선지이다.
② X: 주기 $1/60s$는 맞지만 최대 역전압 $\sqrt{2}V_m$이 틀리다. 올바르게는 V_m이다. 문제에서 V_m은 이미 정현파의 최대값이므로 다시 $\sqrt{2}$를 곱하지 않는다.
③ X: 주기 $1/60s$는 맞지만 최대 역전압 $2V_m$이 틀리다. 올바르게는 V_m이다. 이 단순 반파정류회로에서는 역방향 차단 시 다이오드에 입력 피크 크기만 걸린다.
④ X: 최대 역전압 V_m은 맞지만 주기 $1/120s$가 틀리다. 올바르게는 $1/60s$이다. $1/120s$는 전파정류처럼 매 반주기마다 같은 극성 출력이 반복될 때의 주기이다.
⑤ X: 주기 $1/120s$와 최대 역전압 $\sqrt{2}V_m$이 모두 틀리다. 올바르게는 주기 $1/60s$, 최대 역전압 V_m이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 반파정류와 전파정류를 혼동하는 것이다. 반파정류는 출력 펄스가 한 입력 주기마다 한 번 나오므로 주파수가 $60Hz$ 그대로이고, 주기는 $1/60s$이다. 또한 $v_{in} = V_m \sin \omega t$에서 V_m은 실효값이 아니라 최대값이므로 $\sqrt{2}$를 추가로 곱하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

정류회로 문제는 먼저 반파인지 전파인지 확인한다. 반파정류는 출력 주기가 입력 주기와 같고, 전파정류는 출력 주기가 입력 주기의 절반이다. 그다음 다이오드가 꺼진 순간의 회로를 보아 다이오드 양단에 걸리는 최대 역방향 전압을 계산한다.

암기 포인트

단순 반파정류회로에서 입력이 $V_m \sin \omega t$이면 출력 주기는 $1/f$, 다이오드 최대 역전압은 V_m이다.

NoteBase

문 10. 반도체에 대한 설명이다. ( ) 안에 들어갈 내용으로 옳은 것은?

진성 반도체에 극미량의 5가 원자(불순물)를 첨가하면 (가) 반도체가 된다. 첨가된 5가 원자는 전자를 공급하기 때문에 (나)라고 하며, 캐리어(전하 운반자)는 (다)이다.

① (가): P형, (나): 억셉터(acceptor), (다): 정공

② (가): P형, (나): 억셉터(acceptor), (다): 자유전자

③ (가): N형, (나): 도너(donor), (다): 자유전자

④ (가): N형, (나): 도너(donor), (다): 정공

⑤ (가): N형, (나): 억셉터(acceptor), (다): 자유전자

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 진성 반도체에 5가 불순물을 첨가할 때 만들어지는 반도체의 종류, 불순물의 명칭, 다수 캐리어를 연결하는 문제이다.

핵심 개념

진성 반도체: 불순물을 넣지 않은 순수 반도체이다.
N형 반도체: 5가 불순물을 첨가해 여분의 전자가 생기는 반도체이며, 다수 캐리어는 자유전자이다.
P형 반도체: 3가 불순물을 첨가해 정공이 생기는 반도체이며, 다수 캐리어는 정공이다.
도너: 전자를 공급하는 불순물이고, 억셉터는 전자를 받아 정공을 만드는 불순물이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 표현은 'P형', '억셉터(acceptor)', '정공'이다.
- 5가 원자는 여분의 전자를 공급하므로 올바르게는 'N형, 도너(donor), 자유전자'이다.

② X
- 틀린 표현은 'P형'과 '억셉터(acceptor)'이다.
- 자유전자는 맞지만, 5가 불순물을 넣으면 P형이 아니라 N형 반도체가 되고, 전자를 공급하므로 억셉터가 아니라 도너이다.

③ O
- 5가 원자는 공유 결합 후 전자 1개가 남아 전자를 공급한다.
- 따라서 반도체는 N형이 되고, 불순물은 도너(donor)이며, 전하 운반자는 자유전자이다.

④ X
- 틀린 표현은 '정공'이다.
- N형 반도체에서 다수 캐리어는 정공이 아니라 자유전자이다.

⑤ X
- 틀린 표현은 '억셉터(acceptor)'이다.
- 5가 불순물은 전자를 공급하므로 올바르게는 도너(donor)이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 5가 불순물과 3가 불순물을 혼동하게 하는 것이다. 5가 불순물은 전자를 남기므로 N형·도너·자유전자이고, 3가 불순물은 정공을 만들므로 P형·억셉터·정공이다.

다시 나오면 이렇게 판단

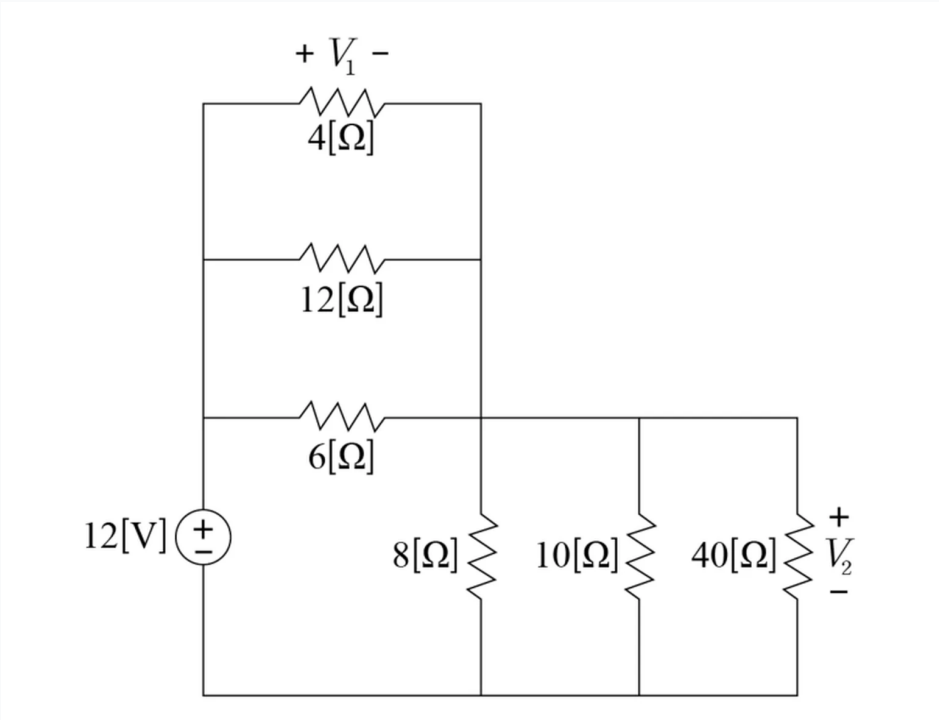
불순물의 원자가가 5가이면 전자를 공급한다고 판단한다. 전자를 공급하면 도너, 전자가 다수 캐리어이면 N형 반도체이다.

암기 포인트

5가 불순물은 N형·도너·자유전자, 3가 불순물은 P형·억셉터·정공이다.

NoteBase

문 11. 다음 회로에서 전압 V_1[V]과 V_2[V]는 각각 얼마인가?



① V_1[V]: 2, V_2[V]: 10

② V_1[V]: 4, V_2[V]: 8

③ V_1[V]: 6, V_2[V]: 6

④ V_1[V]: 9, V_2[V]: 3

⑤ V_1[V]: 10, V_2[V]: 2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 병렬저항을 각각 등가저항으로 바꾼 뒤, 두 등가저항이 직렬 연결된 회로에서 전압분배를 이용해 V_1과 V_2를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 $12V$이고, 왼쪽과 오른쪽 노드 사이에는 4Ω, 12Ω, 6Ω이 병렬로 연결되어 있다. 오른쪽 노드와 아래 기준 노드 사이에는 8Ω, 10Ω, 40Ω이 병렬로 연결되어 있다.
구해야 할 값: 4Ω 저항 양단 전압과 같은 V_1, 40Ω 저항 양단 전압과 같은 V_2이다.
주의할 조건: 병렬로 연결된 저항들은 같은 두 노드에 물려 있으므로 각 병렬군 내부의 전압은 모두 같다.

NoteBase

사용할 공식

병렬저항의 등가저항은 $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots$이다.
직렬 회로의 전압분배는 $V_R = V_s \frac{R}{R_{total}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 회로는 왼쪽 병렬군과 오른쪽 병렬군이 서로 직렬로 연결된 형태이므로, 먼저 각 병렬군을 하나의 등가저항으로 바꾼 뒤 전원전압 $12V$를 두 등가저항에 나누어 걸리는 전압으로 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 왼쪽 병렬군의 등가저항을 구한다.
$\frac{1}{R_L} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{3+1+2}{12} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$
따라서 $R_L = 2\Omega$이다.

2. 오른쪽 병렬군의 등가저항을 구한다.
$\frac{1}{R_R} = \frac{1}{8} + \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{5+4+1}{40} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4}$
따라서 $R_R = 4\Omega$이다.

3. 전체 등가저항과 전류를 구한다.
$R_{total} = 2 + 4 = 6\Omega$
$I = \frac{12}{6} = 2A$

4. 각 병렬군에 걸리는 전압을 구한다.
$V_1 = IR_L = 2 \times 2 = 4V$
$V_2 = IR_R = 2 \times 4 = 8V$
따라서 $V_1 = 4V$, $V_2 = 8V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- $V_1 = 2V$, $V_2 = 10V$가 아니라 $V_1 = 4V$, $V_2 = 8V$이다. 왼쪽 병렬군의 등가저항은 2Ω, 오른쪽 병렬군의 등가저항은 4Ω이므로 전압은 $2 : 4 = 1 : 2$의 비로 나뉜다.

② O
- 계산 결과 $V_1 = 4V$, $V_2 = 8V$와 일치한다.

③ X
- $V_1 = 6V$, $V_2 = 6V$가 아니라 $V_1 = 4V$, $V_2 = 8V$이다. 두 병렬군의 등가저항이 같지 않으므로 전압이 반씩 나뉘지 않는다.

④ X
- $V_1 = 9V$, $V_2 = 3V$가 아니라 $V_1 = 4V$, $V_2 = 8V$이다. 전압분배에서 더 큰 등가저항인 오른쪽 병렬군 4Ω에 더 큰 전압이 걸린다.

⑤ X
- $V_1 = 10V$, $V_2 = 2V$가 아니라 $V_1 = 4V$, $V_2 = 8V$이다. 병렬군을 하나의 등가저항으로 먼저 바꾸지 않고 개별 저항 크기만 보고 판단하면 전압분배가 반대로 계산될 수 있다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 병렬저항들을 따로 보아 전압을 나누거나, 두 영역을 같은 저항처럼 보아 $6V$씩 나누는 데 있다. 이 회로에서는 4Ω, 12Ω, 6Ω 병렬군 전체가 V_1의 전압을 공유하고, 8Ω, 10Ω, 40Ω 병렬군 전체가 V_2의 전압을 공유한다.

다시 나오면 이렇게 판단

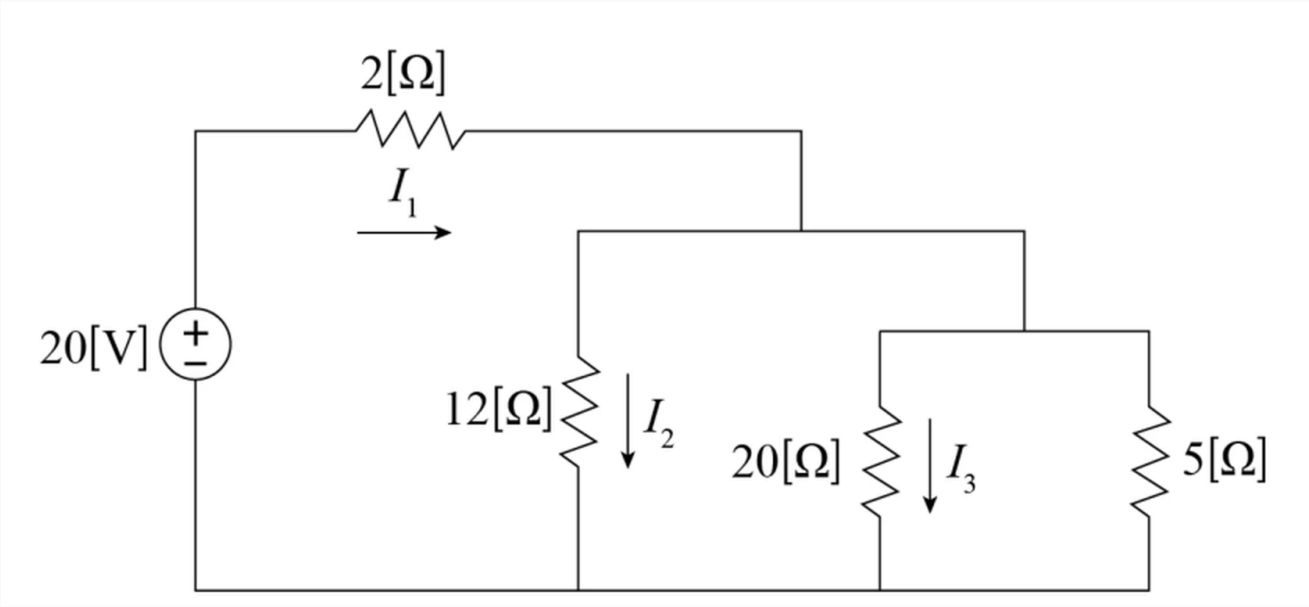
병렬군이 직렬로 이어진 회로는 각 병렬군을 먼저 등가저항으로 바꾸고, 그 등가저항들 사이에서 전압분배를 적용한다. 병렬 내부의 개별 저항 전압은 같은 두 노드 사이에 연결되어 있으면 모두 같다.

암기 포인트

병렬은 먼저 R_{eq}로 묶고, 직렬 전압분배는 저항비대로 나뉜다. 이 문항은 $2\Omega : 4\Omega = 4V : 8V$이다.

NoteBase

문 12. 다음 회로에서 전류 $I_1[A]$, $I_2[A]$, $I_3[A]$는 각각 얼마인가?



① $I_1[A]$: 2, $I_2[A]$: 0.6, $I_3[A]$: 0.4

② $I_1[A]$: 2, $I_2[A]$: 0.8, $I_3[A]$: 0.4

③ $I_1[A]$: 4, $I_2[A]$: 0.8, $I_3[A]$: 0.6

④ $I_1[A]$: 4, $I_2[A]$: 1.0, $I_3[A]$: 0.6

⑤ $I_1[A]$: 4, $I_2[A]$: 1.0, $I_3[A]$: 0.8

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직렬·병렬 저항의 합성, 옴의 법칙, 병렬회로의 같은 전압 조건을 이용해 I_1, I_2, I_3를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $20V$, 직렬 저항은 2Ω이다.
병렬부에는 12Ω, 20Ω, 5Ω이 연결되어 있다.
구해야 할 값: 직렬부 전류 I_1, 12Ω 가지 전류 I_2, 20Ω 가지 전류 I_3이다.
주의할 조건: 12Ω, 20Ω, 5Ω은 서로 병렬이므로 세 저항에 걸리는 전압은 모두 같다.

NoteBase

사용할 공식

병렬 합성저항은 $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$이다.
옴의 법칙은 $I = \frac{V}{R}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 먼저 병렬부 전체를 하나의 저항으로 합성하면 전체 전류 I_1을 구할 수 있고, 병렬부 전압을 구한 뒤 각 가지 저항으로 나누면 I_2, I_3를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 병렬부 합성저항을 구한다.
$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{12} + \frac{1}{20} + \frac{1}{5} = \frac{5+3+12}{60} = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}$
따라서 $R_p = 3\Omega$이다.
2. 전체 저항은 직렬 저항 2Ω과 병렬 합성저항 3Ω의 합이다.
$R_{total} = 2 + 3 = 5\Omega$
3. 전체 전류이자 직렬부 전류는 다음과 같다.
$I_1 = \frac{20}{5} = 4A$
4. 병렬부에 걸리는 전압은 전체 전류가 2Ω 저항에서 잃는 전압을 뺀 값이다.
$V_p = 20 - (4 \times 2) = 12V$
5. 각 가지 전류를 구한다.
$I_2 = \frac{12}{12} = 1.0A$
$I_3 = \frac{12}{20} = 0.6A$
따라서 $I_1 = 4A$, $I_2 = 1.0A$, $I_3 = 0.6A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 제시값은 $I_1 = 2A, I_2 = 0.6A, I_3 = 0.4A$이다. 실제 계산값은 $I_1 = 4A, I_2 = 1.0A, I_3 = 0.6A$이므로 모두 맞지 않는다. 틀린 표현 2, 0.6, 0.4 → 올바르게는 4, 1.0, 0.6이다.

② X
- 제시값은 $I_1 = 2A, I_2 = 0.8A, I_3 = 0.4A$이다. 전체 전류는 $20V$를 전체 저항 5Ω으로 나눈 $4A$이고, 병렬부 전압은 $12V$이므로 가지 전류도 맞지 않는다. 틀린 표현 2, 0.8, 0.4 → 올바르게는 4, 1.0, 0.6이다.

③ X
- $I_1 = 4A$와 $I_3 = 0.6A$는 맞지만 I_2가 $0.8A$로 되어 있다. 12Ω 가지에는 $12V$가 걸리므로 $I_2 = 12/12 = 1.0A$이다. 틀린 표현 $I_2 = 0.8A$ → 올바르게는 $I_2 = 1.0A$이다.

④ O
- 제시값 $I_1 = 4A, I_2 = 1.0A, I_3 = 0.6A$가 계산 결과와 모두 일치한다.

⑤ X
- $I_1 = 4A$와 $I_2 = 1.0A$는 맞지만 I_3가 $0.8A$로 되어 있다. 20Ω 가지에는 $12V$가 걸리므로 $I_3 = 12/20 = 0.6A$이다. 틀린 표현 $I_3 = 0.8A$ → 올바르게는 $I_3 = 0.6A$이다.

계산 결과 $I_1 = 4A, I_2 = 1.0A, I_3 = 0.6A$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 오른쪽의 20Ω과 5Ω만 병렬로 보거나, 병렬부 전체 전압을 전원 전압 $20V$ 그대로 사용하게 만드는 데 있다. 2Ω 직렬 저항에서 전압 강하가 생기므로 병렬부 전압은 $20V$가 아니라 $12V$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

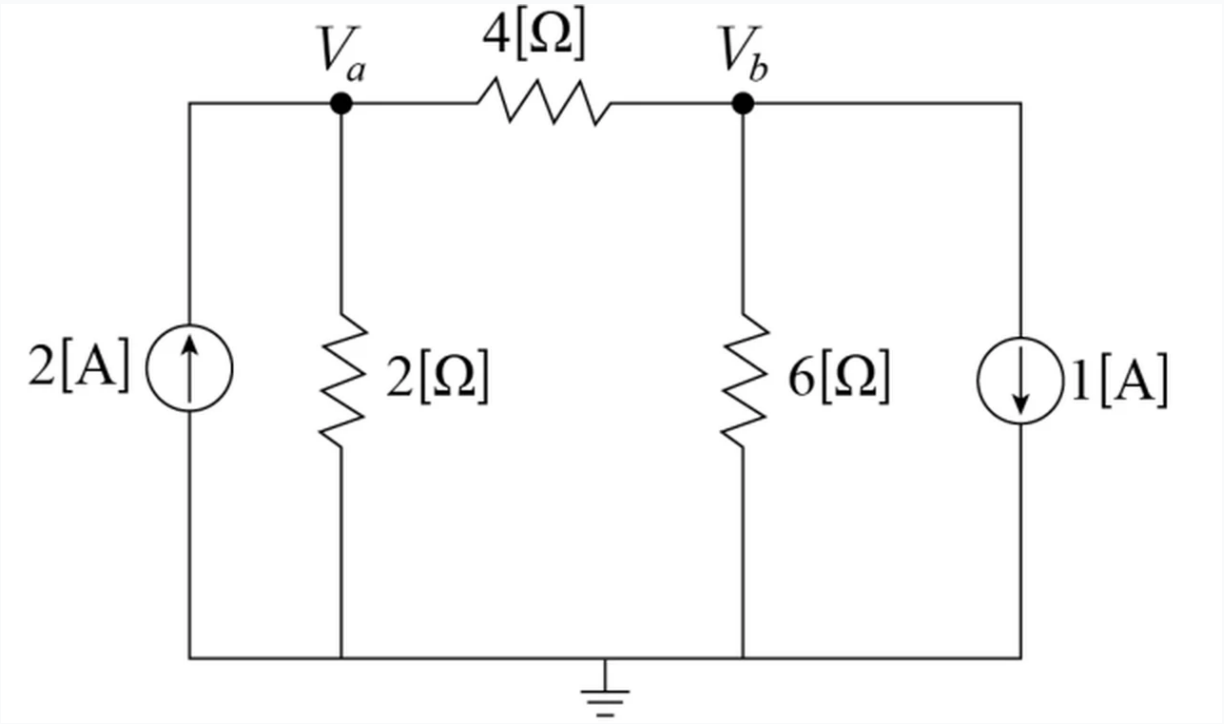
직렬·병렬 혼합 회로는 병렬 묶음의 합성저항을 먼저 구하고, 전체 저항과 전체 전류를 구한 다음, 병렬부 전압을 기준으로 각 가지 전류를 계산한다.

암기 포인트

병렬 가지 전류는 전원 전압이 아니라 그 병렬 묶음에 실제로 걸린 전압을 각 저항으로 나누어 구한다.

NoteBase

문 13. 다음 회로에서 접점전압 $V_a[V]$와 $V_b[V]$는 각각 얼마인가?



① $V_a[V]$: $\frac{1}{3}$, $V_b[V]$: 2

② $V_a[V]$: $\frac{2}{3}$, $V_b[V]$: 1

③ $V_a[V]$: $\frac{4}{3}$, $V_b[V]$: 1

④ $V_a[V]$: $\frac{5}{3}$, $V_b[V]$: -1

⑤ $V_a[V]$: $\frac{7}{3}$, $V_b[V]$: -1

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 접점해석법의 KCL을 이용해 두 접점전압 V_a, V_b를 구하는 문제이다. 전류원이 접점으로 들어오는지, 접점에서 나가는지에 따라 부호가 달라진다.

조건 정리

주어진 값: V_a 접점에는 2Ω 저항과 4Ω 저항, 2A 전류원이 연결되어 있다. V_b 접점에는 6Ω 저항과 4Ω 저항, 1A 전류원이 연결되어 있다.
구해야 할 값: 접지 기준 접점전압 V_a, V_b이다.
주의할 조건: 왼쪽 2A 전류원은 접지에서 V_a로 유입되고, 오른쪽 1A 전류원은 V_b에서 접지로 유출된다.

NoteBase

사용할 공식

접점해석의 기본식은 KCL이다.

Σ I_유출=Σ I_유입

저항 전류는 두 접점 사이 전압차를 저항으로 나누어 $I = (V_1 - V_2)/R$로 둔다. 이 회로는 접지 기준의 두 노드 전압을 묻고 있으므로, 각 접점에서 저항 전류와 전류원 전류를 KCL로 정리한다.

계산 과정

1. V_a 접점에서 저항으로 나가는 전류의 합은 전류원으로 들어오는 $2A$와 같다.

$\frac{V_a}{2} + \frac{V_a - V_b}{4} = 2$

정리하면 $3V_a - V_b = 8$이다.

2. V_b 접점에서는 $1A$ 전류원이 접지 방향으로 나가므로, 유출 전류로 포함한다.

$\frac{V_b - V_a}{4} + \frac{V_b}{6} + 1 = 0$

정리하면 $-3V_a + 5V_b = -12$이다.

3. 두 식을 연립한다.

$V_b = 3V_a - 8$

$-3V_a + 5(3V_a - 8) = -12$

$12V_a = 28, \quad V_a = \frac{7}{3}$

$V_b = 3 \cdot \frac{7}{3} - 8 = -1$

따라서 $V_a = \frac{7}{3}V, V_b = -1V$이다.

선지 판단

① X
- $V_a = \frac{1}{3}V$, $V_b = 2V$가 아니라 $V_a = \frac{7}{3}V$, $V_b = -1V$이다. 틀린 표현 $V_a = \frac{1}{3}$, $V_b = 2 \rightarrow$ 올바르게는 $V_a = \frac{7}{3}$, $V_b = -1$이다.

② X
- $V_a = \frac{2}{3}V$, $V_b = 1V$는 연립방정식 $3V_a - V_b = 8$, $-3V_a + 5V_b = -12$를 만족하지 않는다. 틀린 표현 $V_a = \frac{2}{3}$, $V_b = 1 \rightarrow$ 올바르게는 $V_a = \frac{7}{3}$, $V_b = -1$이다.

③ X
- $V_a = \frac{4}{3}V$, $V_b = 1V$도 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 $V_a = \frac{4}{3}$, $V_b = 1 \rightarrow$ 올바르게는 $V_a = \frac{7}{3}$, $V_b = -1$이다.

④ X
- $V_b = -1V$는 맞지만 $V_a = \frac{5}{3}V$가 아니다. 틀린 표현 $V_a = \frac{5}{3} \rightarrow$ 올바르게는 $V_a = \frac{7}{3}$이다.

⑤ O
- 접점방정식을 풀면 $V_a = \frac{7}{3}V$, $V_b = -1V$가 되므로 ⑤가 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전류원 방향의 부호이다. 왼쪽 $2A$는 V_a 접점으로 들어오는 전류이지만, 오른쪽 $1A$는 V_b 접점에서 빠져나가는 전류이다. 두 전류원을 같은 부호로 처리하면 V_b의 부호가 바뀌거나 V_a가 보기 ①~④처럼 작게 계산된다.

다시 나오면 이렇게 판단

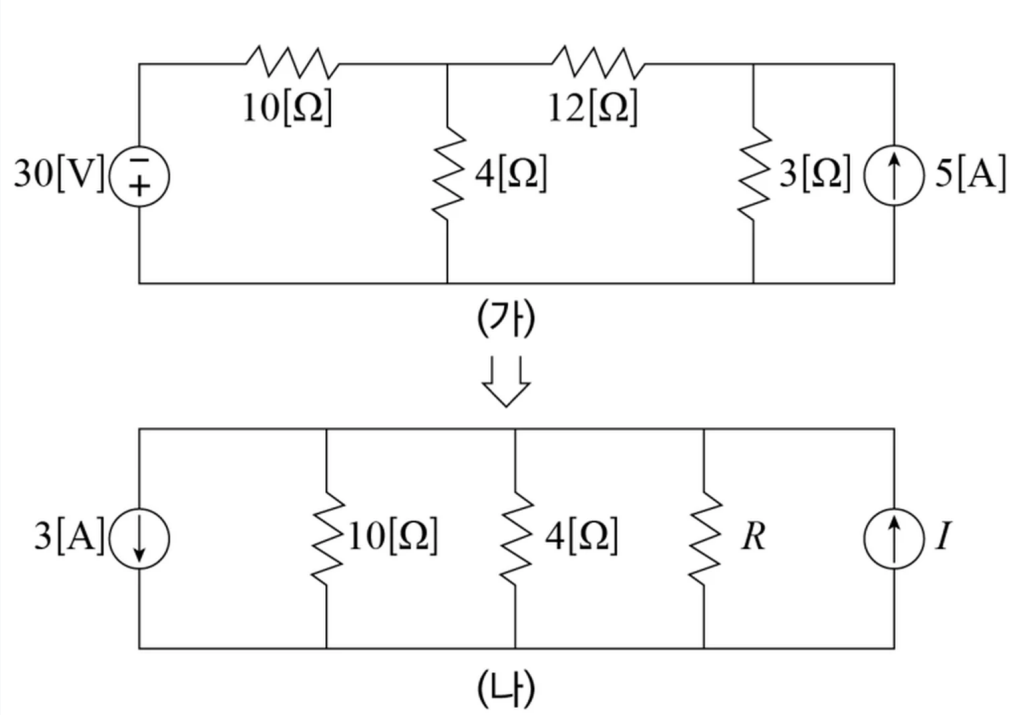
접점전압 문제는 먼저 접지를 기준으로 노드 전압을 잡고, 저항 전류를 (V_해당 노드-V_상대 노드)/R로 쓴 뒤, 전류원이 노드로 들어오면 유입 전류, 노드에서 나가면 유출 전류로 부호를 정한다.

암기 포인트

접점해석에서는 전류원 방향이 부호를 결정한다. 노드로 들어오는 전류는 전압을 올리는 쪽, 노드에서 나가는 전류는 전압을 낮추는 쪽으로 작용한다.

NoteBase

문 14. 전원변환이론을 이용하여 그림 (가)의 회로를 그림 (나)와 같이 변환하고자 한다. 이때, 저항 R[Ω]과 전류 I[A]는 각각 얼마인가?



① R[Ω]: 15, I[A]: 1

② R[Ω]: 15, I[A]: 2

③ R[Ω]: 13, I[A]: 3

④ R[Ω]: 13, I[A]: 4

⑤ R[Ω]: 12, I[A]: 5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전원변환이론으로 전압원-직렬저항을 전류원-병렬저항으로 바꾸고, 오른쪽 회로의 포트 등가저항과 노턴 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 왼쪽은 30V 전압원과 10Ω 직렬저항, 중앙은 4Ω, 오른쪽은 12Ω, 3Ω, 위쪽 방향 5A 전류원이다.
구해야 할 값: 변환 후 오른쪽 가지의 저항 R과 전류원 I이다.
주의할 조건: 왼쪽 전압원은 위쪽 단자가 음극, 아래쪽 단자가 양극이므로 변환된 3A 전류원은 아래쪽 방향이다.

NoteBase

사용할 공식

전압원 V_s와 직렬저항 R_s은 전류원 $I_N = V_s/R_s$와 병렬저항 R_s으로 변환된다.
오른쪽 부분은 포트 전압을 V, 포트에서 회로로 들어가는 전류를 i로 두어 $i = V/R - I$ 꼴로 정리한다. 이 꼴에서 V의 계수는 등가 컨덕턴스이고, 상수항은 병렬 전류원의 방향과 크기를 결정한다.

계산 과정

1. 왼쪽 전원 변환: $I_N = 30/10 = 3A$이고, 전압원 위쪽 단자가 음극이므로 변환된 전류원은 위에서 아래로 흐른다. 따라서 그림 (나)의 왼쪽 $3A$ 전류원과 10Ω 병렬저항이 된다.
2. 오른쪽 회로에서 포트 전압을 V, 12Ω 오른쪽 노드 전압을 V_b라 둔다. 노드 V_b에서 KCL을 쓰면
$(V_b - V)/12 + V_b/3 - 5 = 0$
이고, 정리하면 $5V_b = V + 60$, 즉 $V_b = V/5 + 12$이다.
3. 포트에서 오른쪽 회로로 들어가는 전류는
$i = (V - V_b)/12 = (V - (V/5 + 12))/12 = V/15 - 1$
이다.
4. $i = V/R - I$와 비교하면 $1/R = 1/15$, $I = 1A$이다. 따라서 $R = 15\Omega$, $I = 1A$이다.

선지 판단

① O - 계산 결과가 $R = 15\Omega$, $I = 1A$와 일치하므로 옳다.
② X - $R = 15\Omega$는 맞지만 $I = 2A$가 아니다. 틀린 표현 $I = 2A$ → 올바르게는 $I = 1A$이다.
③ X - $I = 3A$도 아니고 $R = 13\Omega$도 아니다. 틀린 표현 $R = 13\Omega$, $I = 3A$ → 올바르게는 $R = 15\Omega$, $I = 1A$이다.
④ X - $R = 13\Omega$, $I = 4A$가 아니다. 틀린 표현 $R = 13\Omega$, $I = 4A$ → 올바르게는 $R = 15\Omega$, $I = 1A$이다.
⑤ X - $R = 12\Omega$, $I = 5A$는 오른쪽의 원래 12Ω와 $5A$를 그대로 읽은 값이다. 틀린 표현 $R = 12\Omega$, $I = 5A$ → 올바르게는 오른쪽 전체 등가값인 $R = 15\Omega$, $I = 1A$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 오른쪽의 12Ω, 3Ω, $5A$ 전류원을 각각 따로 보지 않고 하나의 포트 등가회로로 바꾸어야 한다는 점이다. 특히 ⑤처럼 원래 보이는 12Ω와 $5A$를 그대로 답으로 쓰면 전원변환 후의 등가값을 구하지 않은 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

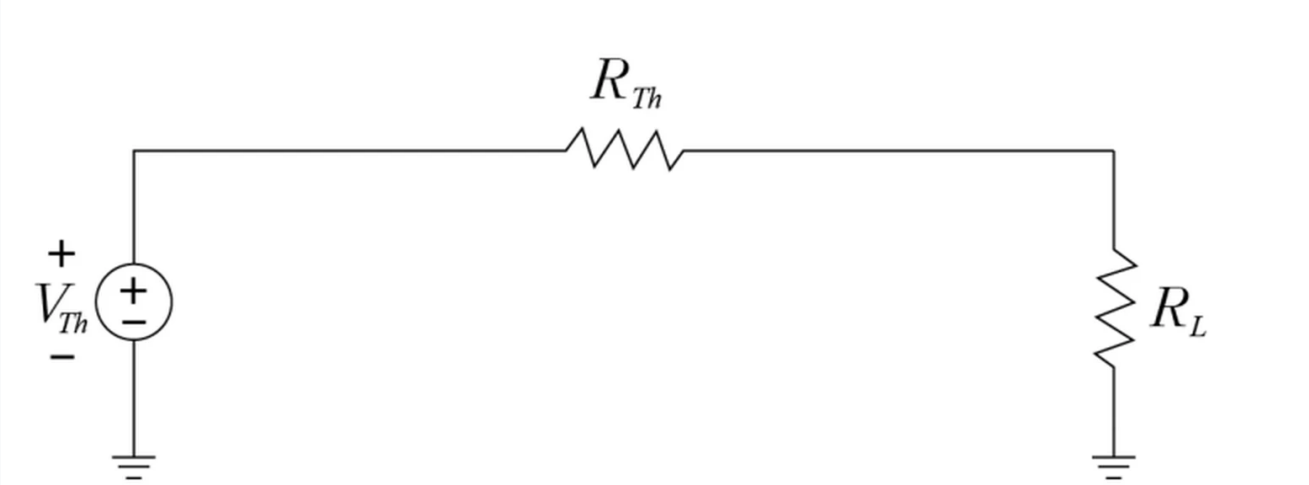
전원변환 문제는 전압원-직렬저항을 먼저 전류원-병렬저항으로 바꾸고, 남은 부분은 포트 전압 V와 포트 전류 i의 관계를 $i = V/R - I$ 꼴로 정리하여 R과 I를 읽는다.

암기 포인트

노턴 등가에서 포트 전류식은 $i = V/R - I$이다. V의 계수는 $1/R$, 상수항의 부호와 크기는 병렬 전류원의 방향과 크기를 알려 준다.

NoteBase

문 15. 다음 테브난 등가회로에서 $V_{Th} = 16[V]$, $R_{Th} = 10[\Omega]$일 때, 부하 $R_L[\Omega]$에 최대전력 $P_L[W]$이 전달되는 경우 $R_L[\Omega]$과 $P_L[W]$은 각각 얼마인가?



① $R_L[\Omega]$: 5, $P_L[W]$: 1.6

② $R_L[\Omega]$: 5, $P_L[W]$: 3.2

③ $R_L[\Omega]$: 10, $P_L[W]$: 6.4

④ $R_L[\Omega]$: 10, $P_L[W]$: 1.6

⑤ $R_L[\Omega]$: 15, $P_L[W]$: 3.2

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 테브난 등가회로에서 부하에 최대전력이 전달되는 조건과 최대전력 공식을 이용해 R_L과 P_L을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V_{Th} = 16V$, $R_{Th} = 10\Omega$이다.
구해야 할 값: 최대전력이 전달될 때의 부하저항 R_L과 부하전력 P_L이다.
주의할 조건: 최대전력전달은 부하저항이 테브난 저항과 같을 때 성립한다.

사용할 공식

최대전력전달 조건은 $R_L = R_{Th}$이다.
최대 부하전력은 $P_{L,\max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 전압원 V_{Th}와 직렬저항 R_{Th}로 표현된 테브난 등가회로에 부하 R_L이 연결되어 있고, 문제에서 부하에 전달되는 최대전력을 묻기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 최대전력전달 조건에서 $R_L = R_{Th} = 10\Omega$이다.
2. 최대전력 공식에 값을 대입하면 $P_{L,\max} = \frac{16^2}{4 \times 10} = \frac{256}{40} = 6.4W$이다.
3. 따라서 최대전력이 전달될 때 $R_L = 10\Omega$, $P_L = 6.4W$이다.

선지 판단

① X
- $R_L = 5\Omega$는 최대전력전달 조건 $R_L = R_{Th}$에 맞지 않는다. 틀린 표현 $R_L = 5\Omega$, $P_L = 1.6W$ → 올바르게는 $R_L = 10\Omega$, $P_L = 6.4W$이다.

② X
- $R_L = 5\Omega$는 $R_{Th} = 10\Omega$와 같지 않으므로 최대전력 조건이 아니다. 틀린 표현 $R_L = 5\Omega$, $P_L = 3.2W$ → 올바르게는 $R_L = 10\Omega$, $P_L = 6.4W$이다.

③ O
- $R_L = 10\Omega$가 $R_{Th} = 10\Omega$와 같고, $P_L = 16^2/(4 \times 10) = 6.4W$이므로 최대전력 조건과 전력값이 모두 맞다.

④ X
- $R_L = 10\Omega$는 맞지만, 최대전력은 $1.6W$가 아니라 $6.4W$이다. 틀린 표현 $P_L = 1.6W$ → 올바르게는 $P_L = 6.4W$이다.

⑤ X
- $R_L = 15\Omega$는 $R_{Th} = 10\Omega$와 같지 않아 최대전력 조건이 아니다. 틀린 표현 $R_L = 15\Omega$, $P_L = 3.2W$ → 올바르게는 $R_L = 10\Omega$, $P_L = 6.4W$이다.

계산 결과 $R_L = 10\Omega$, $P_L = 6.4W$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 부하전력 공식을 임의의 R_L 값에 대입하거나, 최대전력전달의 핵심 조건인 $R_L = R_{Th}$를 놓치게 하는 데 있다. 특히 ④는 R_L은 맞지만 P_L 값이 틀리므로 두 열을 모두 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

테브난 등가회로에서 최대전력전달을 물으면 먼저 $R_L = R_{Th}$를 적용하고, 그다음 $P_{L,\max} = V_{Th}^2/(4R_{Th})$로 전력을 계산한다.

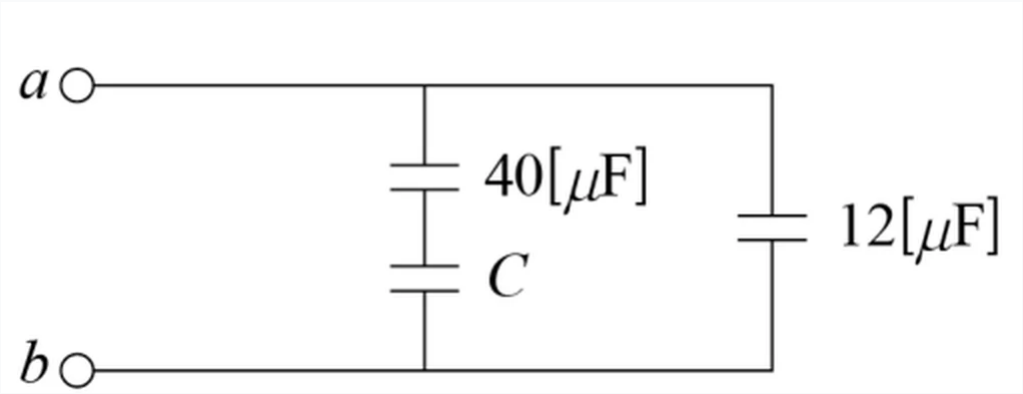
NoteBase

암기 포인트

테브난 최대전력전달은 $R_L = R_{Th}$, 최대전력은 $V_{Th}^2/(4R_{Th})$이다.

NoteBase

문 16. 다음 회로의 단자 $a-b$에서 구한 등가 커패시턴스가 $20[\mu F]$이다. 이때, 커패시터 C의 값$[\mu F]$은?



① 10

② 20

③ 30

④ 40

⑤ 50

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 병렬 커패시터의 합성 공식과 직렬 커패시터의 합성 공식을 함께 이용해 미지의 커패시턴스 C를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 등가 커패시턴스: 단자 $a-b$에서 $20\mu F$

오른쪽 병렬 가지: $12\mu F$

가운데 병렬 가지: $40\mu F$와 C가 직렬 연결

구해야 할 값: C

사용할 공식

병렬 연결: $C_{eq} = C_1 + C_2 + \cdots$

직렬 연결: $C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

이 회로는 단자 $a-b$ 사이에 두 가지 병렬 가지가 있고, 그중 한 가지가 $40\mu F$와 C의 직렬 연결이므로 두 공식을 순서대로 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 등가 커패시턴스는 오른쪽 $12\mu F$ 가지와 가운데 직렬 가지의 병렬 합이다.
$20 = 12 + C_s$
2. 따라서 가운데 직렬 가지의 등가 커패시턴스는 다음과 같다.
$C_s = 8\mu F$
3. 가운데 가지에서 $40\mu F$와 C는 직렬이므로 다음 식이 성립한다.
$\frac{40C}{40+C} = 8$
4. 식을 풀면 다음과 같다.
$40C = 8(40 + C) = 320 + 8C$
$32C = 320$
$C = 10\mu F$

선지 판단

① O
- 계산 결과 $C = 10\mu F$이므로 맞는 값이다.

② X
- $20\mu F$는 전체 등가 커패시턴스이지 C의 값이 아니다. 틀린 표현은 "20"이고, 올바르게는 $10\mu F$이다.

③ X
- $30\mu F$를 넣으면 가운데 직렬 가지는 $\frac{40 \times 30}{40+30} = \frac{1200}{70} \approx 17.14\mu F$가 되어 전체가 약 $29.14\mu F$가 된다. 틀린 표현은 "30"이고, 올바르게는 $10\mu F$이다.

④ X
- $40\mu F$는 이미 주어진 직렬 커패시터의 값이며, 미지의 C가 아니다. 틀린 표현은 "40"이고, 올바르게는 $10\mu F$이다.

⑤ X
- $50\mu F$를 넣으면 가운데 직렬 가지는 $\frac{40 \times 50}{40+50} = \frac{2000}{90} \approx 22.22\mu F$가 되어 전체가 약 $34.22\mu F$가 된다. 틀린 표현은 "50"이고, 올바르게는 $10\mu F$이다.

계산 결과 $C = 10\mu F$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

전체 $20\mu F$를 바로 $40\mu F$와 C의 직렬합으로 보면 안 된다. 오른쪽 $12\mu F$가 같은 두 단자 $a - b$ 사이에 병렬로 연결되어 있으므로, 먼저 $20 - 12 = 8\mu F$를 구한 뒤 이 값이 $40\mu F$와 C의 직렬 등가값이라는 점이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

회로에서 같은 두 노드를 공유하면 병렬로 먼저 묶고, 한 줄로 이어져 중간 노드에 다른 가지가 없으면 직렬로 묶는다. 전체 등가값이 주어졌을 때는 병렬로 더해진 가지를 먼저 분리한 뒤 직렬 공식에 대입한다.

암기 포인트

커패시터는 병렬이면 그대로 더하고, 직렬이면 저항의 병렬 계산처럼 $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$를 쓴다.

NoteBase

문 17. 교류회로의 리액턴스, 임피던스, 전류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 저항의 전류는 전압과 동상이다.

② 인덕터는 유도성리액턴스를 갖는다.

③ 저항은 주파수와 상관없이 임피던스의 크기가 일정하다.

④ 커패시터는 주파수를 높이면 리액턴스의 크기가 증가한다.

⑤ 인덕터의 전류는 전압에 비해 위상이 90° 지연된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 교류회로에서 저항, 인덕터, 커패시터의 임피던스와 전류 위상, 그리고 주파수에 따른 리액턴스 변화를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

저항: 임피던스가 R이고 주파수와 무관하며 전압과 전류가 동상이다.
인덕터: 유도성 리액턴스는 $X_L = 2\pi fL$이므로 주파수가 커질수록 증가하고, 전류는 전압보다 위상이 90° 지연된다.
커패시터: 용량성 리액턴스는 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$이므로 주파수가 커질수록 감소하고, 전류는 전압보다 위상이 90° 앞선다.

NoteBase

선지별 해설

① O
저항만 있는 회로에서는 전압과 전류의 위상차가 없다. 따라서 저항의 전류는 전압과 동상이라는 설명은 옳다.

② O
인덕터의 교류 저항 성분은 유도성 리액턴스 X_L이다. $X_L = 2\pi fL$로 표현되므로 인덕터는 유도성 리액턴스를 갖는다는 설명은 옳다.

③ O
저항의 임피던스 크기는 R로 일정하다. 주파수 f가 바뀌어도 저항 자체의 임피던스 크기는 변하지 않으므로 옳다.

④ X
틀린 표현은 "주파수를 높이면 리액턴스의 크기가 증가한다"이다. 커패시터의 리액턴스는 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$이므로 주파수를 높이면 리액턴스의 크기는 증가가 아니라 감소한다.

⑤ O
인덕터에서는 전압이 전류보다 90° 앞서므로, 같은 말로 전류는 전압에 비해 위상이 90° 지연된다. 따라서 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 ④에서 인덕터와 커패시터의 주파수 특성을 뒤섞는 것이다. 인덕터의 X_L은 주파수에 비례하지만, 커패시터의 X_C는 주파수에 반비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주파수 변화 문제가 나오면 먼저 $X_L = 2\pi fL$, $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$를 대입해 비례인지 반비례인지 판단한다. 위상 문제는 저항은 동상, 인덕터는 전류 지연, 커패시터는 전류 진상으로 구별한다.

암기 포인트

저항은 동상·일정, 인덕터는 f 증가 시 리액턴스 증가·전류 지연, 커패시터는 f 증가 시 리액턴스 감소·전류 진상이다.

NoteBase

문 18. 변압기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전압의 크기를 변환하는데 사용한다.

② 주파수를 변환하는데 사용할 수 없다.

③ 1차와 2차측 권선은 자기적으로 분리되어 있다.

④ 철심은 주로 성층된 규소강판을 사용한다.

⑤ 1차측 권선을 전원에, 2차측 권선을 부하에 연결한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 변압기가 전압을 바꾸는 원리와 1차·2차 권선의 결합 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

변압기: 교류 전원을 1차 권선에 가하면 철심의 교번 자속이 2차 권선에 전압을 유도하는 정지기기이다.
전압 변환: 권수비에 따라 전압의 크기는 바뀔 수 있지만 주파수는 전원 주파수와 같다.
권선 관계: 1차 권선과 2차 권선은 전기적으로는 절연되어 있지만 같은 철심의 자속을 공유하므로 자기적으로는 결합되어 있다.

선지별 해설

① O
변압기는 권수비를 이용하여 교류 전압의 크기를 승압하거나 강압하는 데 사용한다.

② O
변압기는 주파수 변환 장치가 아니다. 2차측 전압의 주파수는 1차측 전원 주파수와 같으므로 주파수를 변환하는 데 사용할 수 없다.

③ X
틀린 부분은 "자기적으로 분리되어 있다"이다. 실제로는 1차와 2차 권선이 전기적으로는 절연되어 있으나, 같은 철심을 통한 자속으로 자기적으로 결합되어 있다.

④ O
변압기 철심은 와전류손과 히스테리시스손을 줄이기 위해 주로 얇게 성층한 규소강판을 사용한다.

⑤ O
일반적으로 1차측 권선은 전원에 연결하고, 2차측 권선은 부하에 연결한다.

NoteBase

오답 포인트

③은 "전기적으로 절연"과 "자기적으로 결합"을 바꾸어 낸 함정이다. 권선끼리 도선으로 직접 연결되지 않는다는 말은 맞지만, 자속까지 분리된다는 뜻은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 문제에서는 전압은 권수비로 바뀌고, 주파수는 바뀌지 않으며, 1차·2차 권선은 전기적으로 절연되고 자기적으로 결합된다고 판단한다.

암기 포인트

변압기는 전압 변환, 주파수 불변, 전기적 절연, 자기적 결합이다.

NoteBase

문 19. 다음 중 유도전동기의 전류가 가장 큰 운전 상태는?

① 기동 운전

② 무부하 운전

③ 최대출력 운전

④ 최대토크 운전

⑤ 정격부하 운전

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기에서 운전 상태에 따라 슬립과 유기전압이 달라지고, 그 결과 입력 전류가 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

기동 운전은 회전자가 아직 정지한 상태에서 전원을 투입하는 상태로, 슬립이 $s = 1$이라 회전자 유기전압과 기동전류가 매우 크다.
무부하 운전은 부하가 거의 없어 토크 전류 성분이 작고, 주로 여자전류만 흐르는 상태이다.
정격부하 운전은 정격 출력 조건에서 정격전류가 흐르는 상태이고, 최대토크 운전이나 최대출력 운전은 큰 부하 영역이지만 일반적인 기동전류보다 크다고 보지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① O - 기동 운전에서는 회전자가 정지해 있어 슬립이 최대이고 회전자에 유기되는 전압도 최대가 된다. 그래서 유도전동기는 기동 순간에 정격전류의 여러 배에 이르는 큰 전류가 흐르므로 전류가 가장 큰 운전 상태에 해당한다.

② X - 틀린 표현은 '무부하 운전'이다. 무부하 운전에서는 기계적 부하가 거의 없으므로 전류가 작고, 올바르게는 전류가 가장 큰 상태가 아니라 전류가 작은 운전 상태이다.

③ X - 틀린 표현은 '최대출력 운전'이다. 최대출력 운전은 큰 부하가 걸린 상태라 전류가 증가할 수 있지만, 기동 순간처럼 슬립이 최대인 상태는 아니다. 올바르게는 전류가 가장 큰 상태는 최대출력 운전이 아니라 기동 운전이다.

④ X - 틀린 표현은 '최대토크 운전'이다. 최대토크 운전은 토크가 최대로 되는 부하 조건을 말하며, 일반적으로 전류가 가장 큰 운전 상태를 묻는 문제의 정답은 아니다. 올바르게는 기동 운전에서 기동전류가 가장 크게 나타난다.

⑤ X - 틀린 표현은 '정격부하 운전'이다. 정격부하 운전은 전동기가 정해진 정격전류 범위에서 정상적으로 운전되는 상태이다. 올바르게는 정격부하 전류보다 기동전류가 훨씬 크다.

오답 포인트

③ 최대출력, ④ 최대토크는 이름 때문에 전류도 최대일 것처럼 보인다. 그러나 이 문제의 기준은 출력이나 토크가 아니라 전동기에 흐르는 전류이며, 전류는 회전자가 정지해 슬립이 최대인 기동 순간에 가장 크게 흐른다.

다시 나오면 이렇게 판단

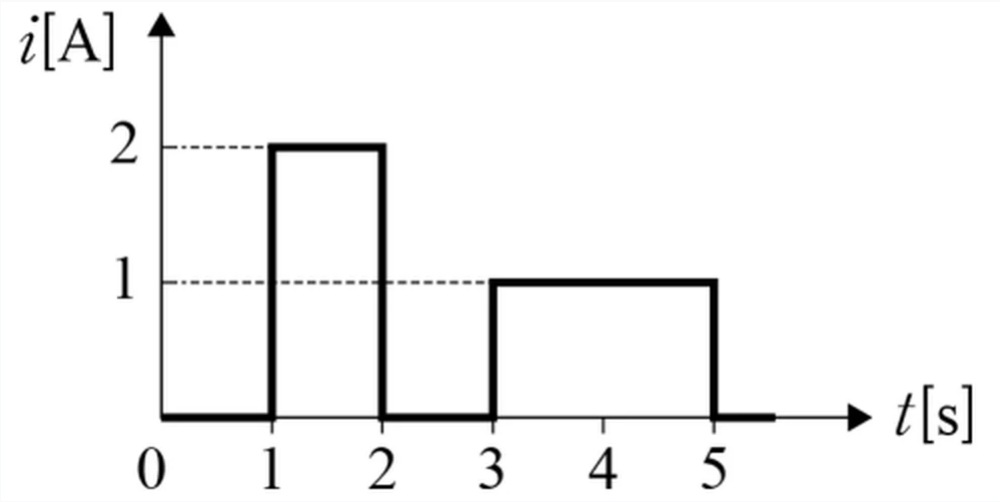
유도전동기의 전류 크기를 묻는 문제에서는 먼저 슬립을 본다. 정지 상태에서 전원 투입 직후인 기동 운전은 슬립이 최대이고, 따라서 기동전류가 정격 운전 전류보다 훨씬 크다고 판단한다.

암기 포인트

유도전동기 전류 최대는 기동 순간이다. 무부하는 작고, 정격부하는 정상 범위이며, 최대토크와 최대출력은 전류 최대와 같은 말이 아니다.

NoteBase

문 20. 다음과 같은 전류 i[A]가 도선에 흘렀을 때, 5초 동안 통과한 전하량[C]은?



① 1
② 2
③ 4
④ 5
⑤ 10

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전류-시간 그래프에서 전하량을 전류의 시간적분, 즉 그래프 아래 면적으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1s부터 2s까지 전류 2A, 3s부터 5s까지 전류 1A이다.
구해야 할 값: 0s부터 5s까지 도선에 흐른 전하량 Q이다.
주의할 조건: 전류가 0인 구간인 0 ~ 1s, 2 ~ 3s는 전하량에 더하지 않는다.

사용할 공식

$Q = \int i dt$
전류는 단위 시간당 흐르는 전하량이므로, 시간에 따른 전류 그래프에서 전하량은 그래프 아래 면적과 같다.
직사각형 펄스 전류에서는 각 구간의 전류×시간을 더하면 된다.

NoteBase

계산 과정

첫 번째 전류 구간의 전하량은 $2A \times 1s = 2C$이다.
두 번째 전류 구간의 전하량은 $1A \times 2s = 2C$이다.
따라서 전체 전하량은
$Q = 2C + 2C = 4C$
이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 $4C$이므로 1은 틀리다. 틀린 표현 1 → 올바르게는 4이다.
② X: $1 \sim 2s$ 구간의 $2C$만 계산하고 $3 \sim 5s$ 구간의 $2C$를 빠뜨리면 2가 된다. 틀린 표현 2 → 올바르게는 4이다.
③ O: $1 \sim 2s$에서 $2C$, $3 \sim 5s$에서 $2C$가 흐르므로 합은 $4C$이다.
④ X: 전류가 흐르는 전체 시간 3초에 높이를 잘못 적용하거나 구간을 혼동하면 5처럼 계산할 수 있지만, 실제 면적 합은 $4C$이다. 틀린 표현 5 → 올바르게는 4이다.
⑤ X: 전류값과 시간 눈금을 단순히 모두 곱하거나 더하는 식으로 그래프 면적을 잘못 해석하면 10을 고를 수 있다. 틀린 표현 10 → 올바르게는 4이다.
계산 결과 $4C$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전류가 흐르지 않는 빈 구간까지 포함하거나, 순간 전류값을 전하량처럼 보는 것이다.
전하량은 높이만 읽는 값이 아니라 전류-시간 그래프의 면적이다.

다시 나오면 이렇게 판단

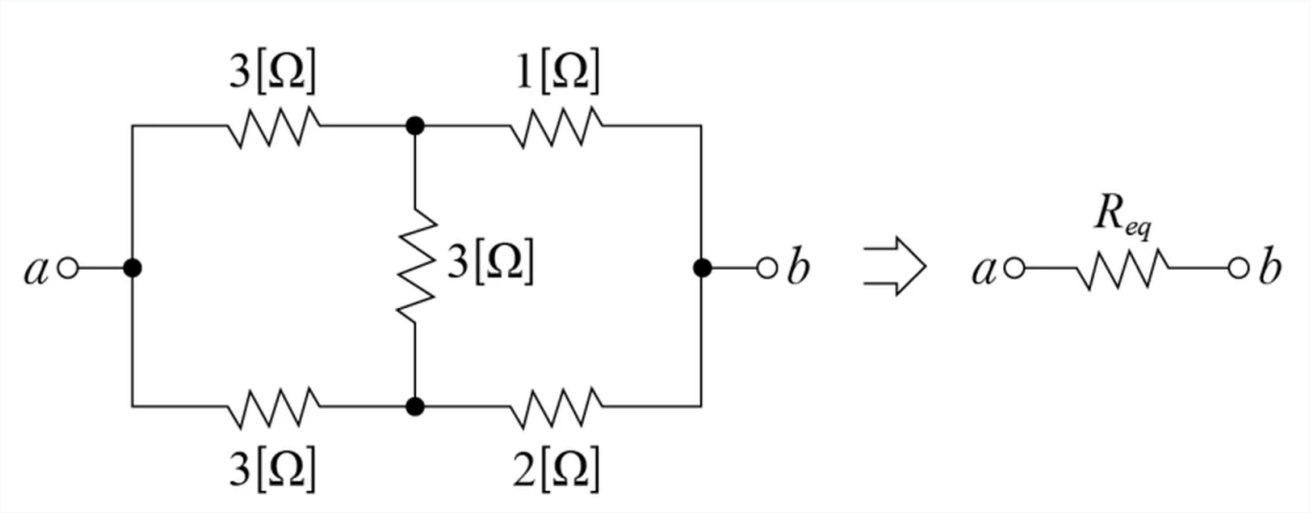
전류 i와 시간 t 그래프가 주어지면 먼저 전류가 실제로 흐르는 구간만 나누고, 각 직사각형의 전류×시간을 모두 더해 전하량을 판단한다.

암기 포인트

전하량 Q는 전류-시간 그래프의 면적이다. $A \cdot s = C$로 연결된다.

NoteBase

문 21. 다음 회로의 등가저항 $R_{eq}[\Omega]$는?



① 1.0

② 1.5

③ 1.8

④ 2.0

⑤ 2.2

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 브리지 저항망에서 단자 a-b 사이에 시험전압을 걸고 입력전류를 구해 등가저항 R_{eq}를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 위쪽 왼쪽 저항 3Ω, 위쪽 오른쪽 저항 1Ω, 아래쪽 왼쪽 저항 3Ω, 아래쪽 오른쪽 저항 2Ω, 가운데 연결 저항 3Ω이다.
구해야 할 값: 단자 a-b에서 본 등가저항 R_{eq}이다.
주의할 조건: 가운데 3Ω 저항 때문에 위쪽 가지와 아래쪽 가지를 단순한 직렬·병렬 조합으로 바로 묶을 수 없다.

사용할 공식

시험전압법을 사용한다.
$R_{eq} = \frac{V_{ab}}{I_{ab}}$
이 공식을 쓰는 이유: 회로가 단자 a-b 사이의 수동 저항망이므로, a-b에 임의의 전압을 걸었을 때 흘러 들어가는 전체 전류를 구하면 등가저항을 바로 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

단자 전압을 $V_a = 1V$, $V_b = 0V$로 둔다. 위쪽 가운데 노드 전압을 V_t, 아래쪽 가운데 노드 전압을 V_c라 한다.

위쪽 가운데 노드의 KCL은
$\frac{V_t - 1}{3} + \frac{V_t - 0}{1} + \frac{V_t - V_c}{3} = 0$
이므로
$5V_t - V_c = 1$
이다.

아래쪽 가운데 노드의 KCL은
$\frac{V_c - 1}{3} + \frac{V_c - 0}{2} + \frac{V_c - V_t}{3} = 0$
이므로
$7V_c - 2V_t = 2$
이다.

두 식을 풀면
$V_t = \frac{3}{11}, \quad V_c = \frac{4}{11}$
이다.

단자 a에서 회로로 들어가는 전류는 왼쪽 위 3Ω와 왼쪽 아래 3Ω로 나뉘어 흐른다.
$I_{ab} = \frac{1 - V_t}{3} + \frac{1 - V_c}{3} = \frac{1 - \frac{3}{11}}{3} + \frac{1 - \frac{4}{11}}{3} = \frac{5}{11}A$
따라서
$R_{eq} = \frac{1}{\frac{5}{11}} = \frac{11}{5} = 2.2\Omega$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 2.2Ω이므로 1.0은 틀리다. 틀린 표현 1.0 → 올바르게는 2.2이다.

② X
- 계산 결과는 2.2Ω이므로 1.5는 틀리다. 틀린 표현 1.5 → 올바르게는 2.2이다.

③ X
- 계산 결과는 2.2Ω이므로 1.8은 틀리다. 틀린 표현 1.8 → 올바르게는 2.2이다.

④ X
- 계산 결과는 2.2Ω이므로 2.0은 틀리다. 틀린 표현 2.0 → 올바르게는 2.2이다.

⑤ O
- 시험전압법으로 구한 등가저항이 $R_{eq} = 2.2\Omega$이므로 2.2가 맞다.

오답 포인트

가운데 3Ω 저항을 무시하고 위쪽 3Ω + 1Ω, 아래쪽 3Ω + 2Ω만 병렬로 처리하면 실제 회로와 다른 값이 나온다. 이 회로는 좌우가 대칭이 아니므로 가운데 저항에 전류가 흐르며, 단순 직렬·병렬 변환이 바로 적용되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

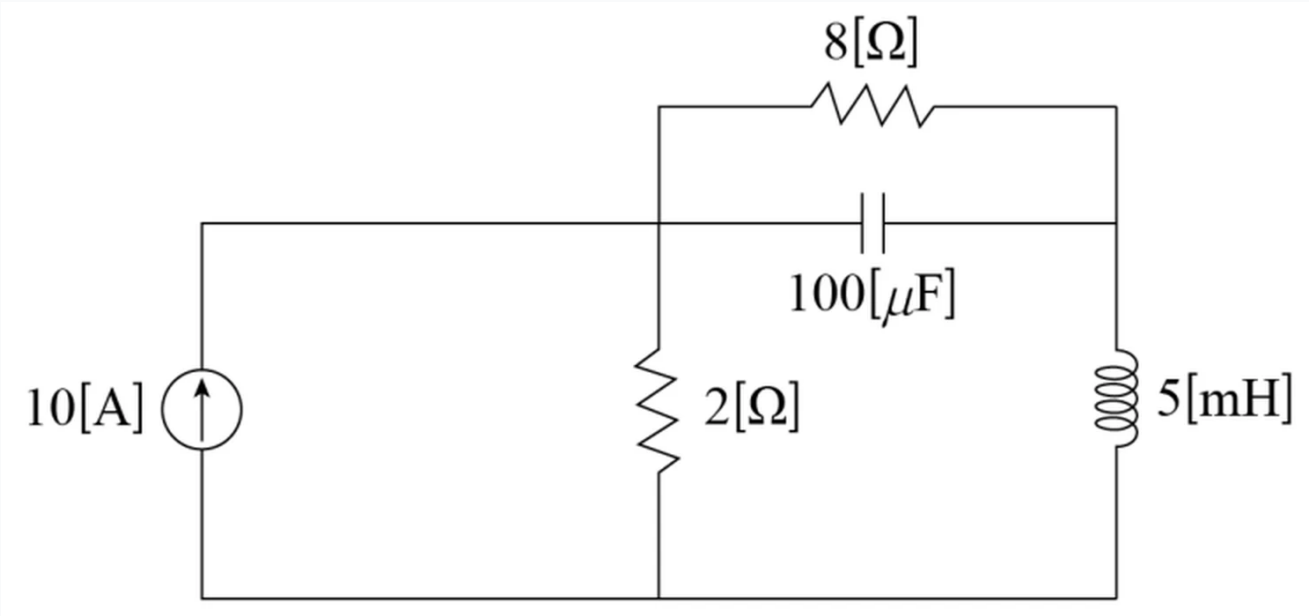
브리지 회로에서 가운데 연결 저항이 있고 양쪽 저항비가 같지 않으면 단순 병렬로 묶지 않는다. 단자에 $1V$ 시험전압을 걸고 내부 노드전압을 KCL로 구한 뒤 $R_{eq} = V/I$로 판단한다.

암기 포인트

브리지 평형은 양쪽 저항비가 같을 때만 가운데 가지 전류가 0이 된다. 비가 다르면 시험전압법 또는 노드해석으로 R_{eq}를 구한다.

NoteBase

문 22. 다음 직류전류원 회로에서 인덕터에 저장되는 에너지[mJ]는? (단, 회로는 정상상태에 도달해 있다)



① 10
② 15
③ 20
④ 25
⑤ 30

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류 정상상태에서 커패시터와 인덕터의 등가 상태를 판단한 뒤, 인덕터 저장 에너지 $W_L = \frac{1}{2}LI^2$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류원 10 A, 저항 2Ω, 저항 8Ω, 커패시터 $100\mu F$, 인덕터 $5mH$이다.
구해야 할 값: 직류 정상상태에서 인덕터에 저장되는 에너지 $[mJ]$이다.
주의할 조건: 직류 정상상태에서 커패시터는 개방회로, 인덕터는 단락회로로 본다.

사용할 공식

인덕터 저장 에너지는 $W_L = \frac{1}{2}LI^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 인덕터의 에너지가 인덕턴스 L와 인덕터 전류 I의 제곱에 비례하기 때문이다. 따라서 먼저 정상상태 회로에서 인덕터 전류를 구해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 직류 정상상태에서 커패시터는 개방되고, 인덕터는 단락된다. 따라서 오른쪽 위 노드는 아래 기준 노드와 같은 전위가 된다.
2. 왼쪽 위 노드에서 아래 기준 노드로 2Ω 저항과 8Ω 저항이 병렬로 연결된다.
$R_{eq} = \frac{2 \times 8}{2+8} = 1.6\Omega$
3. 전류원 10 A가 병렬저항으로 들어가므로 왼쪽 위 노드 전압은 $V = 10 \times 1.6 = 16V$이다.
4. 8Ω 저항 전류가 인덕터 전류가 되므로 $I_L = \frac{16}{8} = 2A$이다.
5. $5mH = 5 \times 10^{-3}H$이므로 $W_L = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times 2^2 = 0.01J = 10mJ$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과 인덕터 저장 에너지가 $10mJ$이므로 맞는 선지이다.
② X: $15mJ$가 아니라 $10mJ$이다. 정상상태 등가회로에서 인덕터 전류는 $2A$로 정해진다.
③ X: $20mJ$가 아니라 $10mJ$이다. $W_L = LI^2$처럼 $\frac{1}{2}$를 빠뜨리면 $20mJ$가 나올 수 있다.
④ X: $25mJ$가 아니라 $10mJ$이다. 인덕터에 10 A 전체가 흐르는 것이 아니라, 병렬 분류 후 8Ω 가지 전류 $2A$가 흐른다.
⑤ X: $30mJ$가 아니라 $10mJ$이다. 커패시터를 정상상태에서 전류가 흐르는 가지로 보면 회로 전류 분배가 잘못된다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전류원 10 A를 그대로 인덕터 전류로 넣는 것이다. 직류 정상상태에서는 커패시터가 개방되고 인덕터가 단락되므로, 먼저 저항 2Ω와 8Ω의 병렬 분류를 통해 $I_L = 2A$를 구해야 한다. 또 에너지 공식의 $\frac{1}{2}$를 빠뜨리면 ③의 $20mJ$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

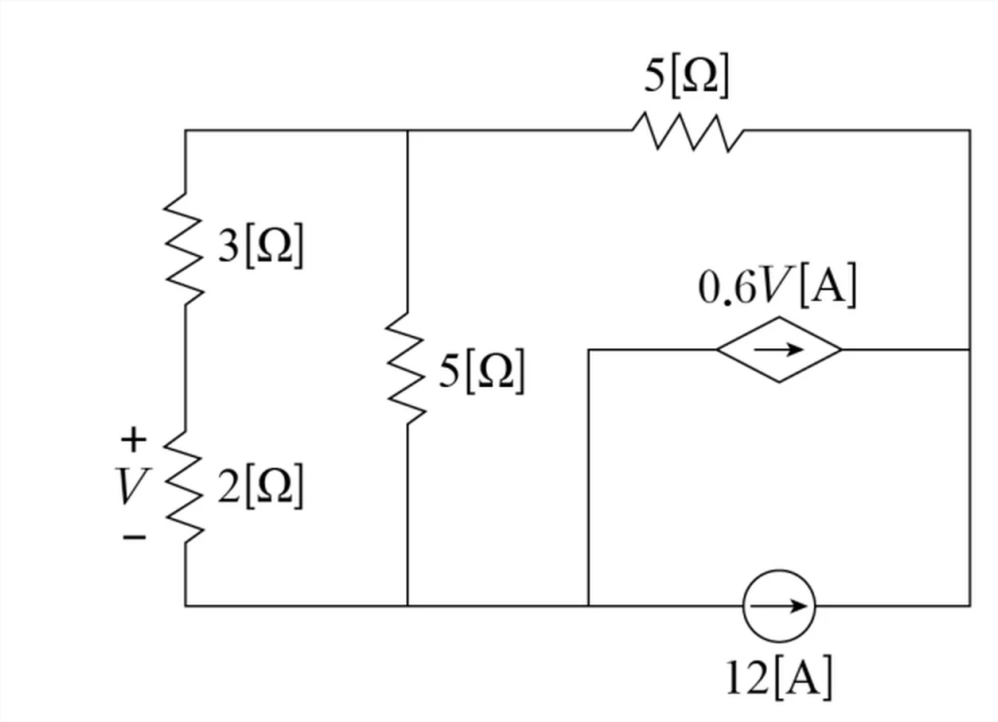
직류 정상상태 RLC 회로는 먼저 커패시터 개방, 인덕터 단락으로 등가회로를 만든 뒤, 실제 인덕터 전류를 구하고 $W_L = \frac{1}{2}LI^2$에 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

정상상태 직류에서 C는 개방, L은 단락이고, 인덕터 에너지는 반드시 $\frac{1}{2}LI^2$이다.

NoteBase

문 23. 다음 회로에서 전압 $V[V]$는?



① 10
② 20
③ 30
④ 40
⑤ 50

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 노드전압법과 종속 전류원의 제어변수 관계를 이용해 2Ω 저항 양단 전압 V를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 공통선을 기준 노드로 둔다. 왼쪽 위 노드 전압을 v_1, 오른쪽 노드 전압을 v_2라 한다.
왼쪽 가지의 3Ω과 2Ω은 직렬이므로 전체 저항은 5Ω이다.
구하는 전압 V는 직렬 가지 중 2Ω 저항에 걸리는 전압이므로 전압분배에 의해 $V = \frac{2}{5}v_1$이다.
종속 전류원은 아래쪽 기준 노드에서 오른쪽 노드로 $0.6V[A]$를 공급하고, 독립 전류원도 같은 방향으로 $12[A]$를 공급한다.

NoteBase

사용할 공식

노드전압법의 기본식은 한 노드에서 나가는 전류의 합과 들어오는 전류의 합을 같게 두는 것이다.
저항 전류는 I=(전압차)/(R)로 쓴다.
이 공식을 쓰는 이유는 전류원이 포함된 회로에서 각 노드 전압을 미지수로 두면 저항 전류와 전류원 전류를 직접 KCL로 연결할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 왼쪽 위 노드 v_1에서 KCL을 쓰면, 아래쪽 기준 노드로 가는 두 개의 5Ω 가지와 오른쪽 노드로 가는 5Ω 가지가 있다.
$\frac{v_1}{5} + \frac{v_1}{5} + \frac{v_1 - v_2}{5} = 0$
따라서 $3v_1 - v_2 = 0$, 즉 $v_2 = 3v_1$이다.

2. 오른쪽 노드 v_2에서는 두 전류원 $12 + 0.6V$가 오른쪽 노드로 들어오고, 그 전류가 위쪽 5Ω 저항을 통해 왼쪽 노드로 나간다.
$\frac{v_2 - v_1}{5} = 12 + 0.6V$

3. 제어전압은 왼쪽 직렬 가지의 2Ω 저항 전압이므로
$V = \frac{2}{5}v_1 = 0.4v_1$
이다.

4. $v_2 = 3v_1$와 $V = 0.4v_1$를 대입하면
$\frac{3v_1 - v_1}{5} = 12 + 0.6(0.4v_1)$
$0.4v_1 = 12 + 0.24v_1$
$0.16v_1 = 12$
$v_1 = 75$
이다.

5. 따라서
$V = 0.4v_1 = 0.4 \times 75 = 30[V]$
이므로 전압 V는 30이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 30[V]이므로 10은 틀리다. 틀린 표현은 10이고, 올바르게는 30이다.

② X
- 계산 결과는 30[V]이므로 20은 틀리다. 틀린 표현은 20이고, 올바르게는 30이다.

③ O
- 노드전압법으로 $v_1 = 75$를 구하고, 2Ω 저항의 전압분배 $V = \frac{2}{5}v_1$를 적용하면 $V = 30[V]$가 된다.

④ X
- 계산 결과는 30[V]이므로 40은 틀리다. 틀린 표현은 40이고, 올바르게는 30이다.

⑤ X
- 계산 결과는 30[V]이므로 50은 틀리다. 틀린 표현은 50이고, 올바르게는 30이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 왼쪽 가지의 전체 전압 v_1과 2Ω 저항에 걸리는 전압 V를 혼동하는 것이다. 종속 전류원의 제어변수는 전체 왼쪽 노드전압이 아니라 2Ω 저항 양단 전압 V이므로, 반드시 $V = \frac{2}{5}v_1$를 먼저 연결해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

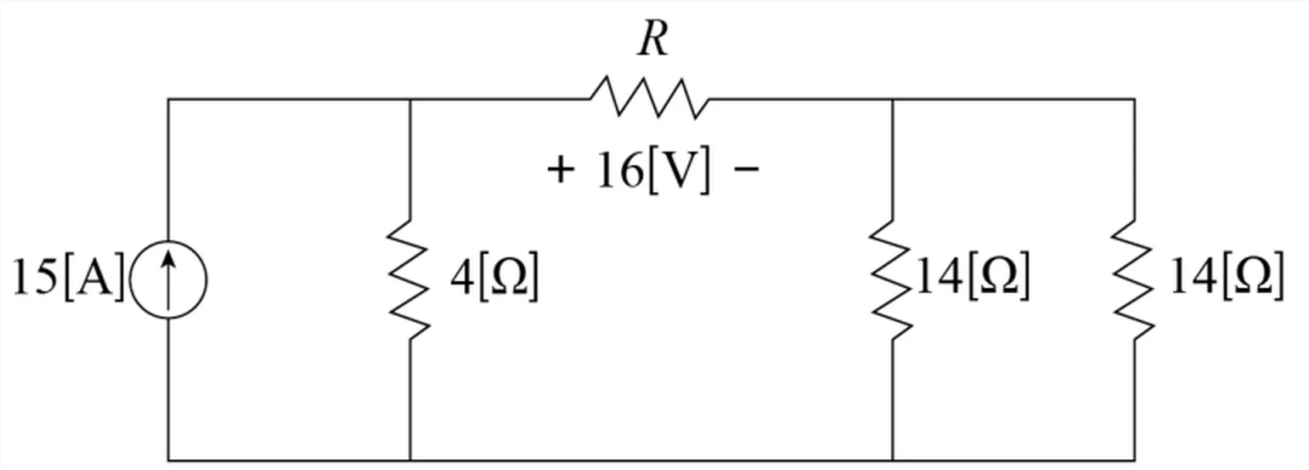
전류원이 있는 회로는 기준 노드를 잡고 노드전압법으로 KCL을 세운다. 종속원이 있으면 제어변수를 별도로 두지 말고 회로 안의 실제 전압 또는 전류와 먼저 식으로 연결한 뒤 대입한다.

암기 포인트

직렬 저항 일부의 전압은 전압분배로 잡는다. 이 회로에서는 $V = \frac{2}{5}v_1$, 오른쪽 노드는 $\frac{v_2 - v_1}{5} = 12 + 0.6V$가 핵심이다.

NoteBase

문 24. 다음 회로에서 저항 $R[\Omega]$은?



① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 병렬저항 등가화, 노드전압 관계, KCL을 이용해 저항 R을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류원 $15A$, 왼쪽 세로 저항 4Ω, 오른쪽 세로 저항 14Ω 두 개, 저항 R 양단 전압 $16V$이다.
구해야 할 값: $R[\Omega]$이다.
주의할 조건: 오른쪽의 14Ω 두 개는 같은 위아래 노드에 연결되어 병렬이므로 등가저항은 7Ω이다. 또한 R 양단 표기가 왼쪽 +, 오른쪽 −이므로 왼쪽 노드전압이 오른쪽 노드전압보다 $16V$ 높다.

NoteBase

사용할 공식

오른쪽 병렬저항:
$14 \parallel 14 = \frac{14 \times 14}{14 + 14} = 7\Omega$
저항 R 전류:
$I_R = \frac{16}{R}$
노드 관계:
$V_L - V_R = 16$
KCL:
$15 = \frac{V_L}{4} + I_R$
이 공식을 쓰는 이유: 전류원이 왼쪽 노드에 $15A$를 공급하고, 그 전류는 4Ω 가지와 R 가지로 나뉜다. 오른쪽 노드에서는 R을 통해 들어온 전류가 등가저항 7Ω로 모두 빠져나간다.

계산 과정

1. 오른쪽 두 저항을 합치면 $14\Omega \parallel 14\Omega = 7\Omega$이다.
2. R을 흐르는 전류를 I_R라 하면 R 양단 전압이 $16V$이므로 $I_R = 16/R$이다.
3. 오른쪽 노드에서 $I_R = V_R/7$이므로 $V_R = 7I_R$이다.
4. 왼쪽 노드는 오른쪽 노드보다 $16V$ 높으므로 $V_L = V_R + 16 = 7I_R + 16$이다.
5. 왼쪽 노드에 KCL을 적용하면 $15 = V_L/4 + I_R$이다.
$15 = \frac{7I_R + 16}{4} + I_R$
$15 = \frac{7I_R}{4} + 4 + I_R$
$11 = \frac{11I_R}{4}$
$I_R = 4A$
6. 따라서 $R = 16/I_R = 16/4 = 4\Omega$이다.

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $R = 4\Omega$이므로 1Ω는 틀리다. 틀린 표현 $1\Omega \rightarrow$ 올바르게는 4Ω이다.

② X
- 계산 결과는 $R = 4\Omega$이므로 2Ω는 틀리다. 틀린 표현 $2\Omega \rightarrow$ 올바르게는 4Ω이다.

③ X
- 계산 결과는 $R = 4\Omega$이므로 3Ω는 틀리다. 틀린 표현 $3\Omega \rightarrow$ 올바르게는 4Ω이다.

④ O
- KCL과 R 양단 전압 $16V$를 함께 적용하면 $I_R = 4A$, 따라서 $R = 16/4 = 4\Omega$가 된다.

⑤ X
- 계산 결과는 $R = 4\Omega$이므로 5Ω는 틀리다. 틀린 표현 $5\Omega \rightarrow$ 올바르게는 4Ω이다.

계산 결과 4Ω이므로 정답은 4번이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 오른쪽의 14Ω 두 개를 직렬로 보거나, R 양단의 16V만 보고 전체 전류원 15A가 곧바로 R에 흐른다고 착각하는 것이다. 오른쪽 두 14Ω는 병렬이어서 7Ω이고, 전류원 전류 15A는 4Ω 가지와 R 가지로 나뉜다.

다시 나오면 이렇게 판단

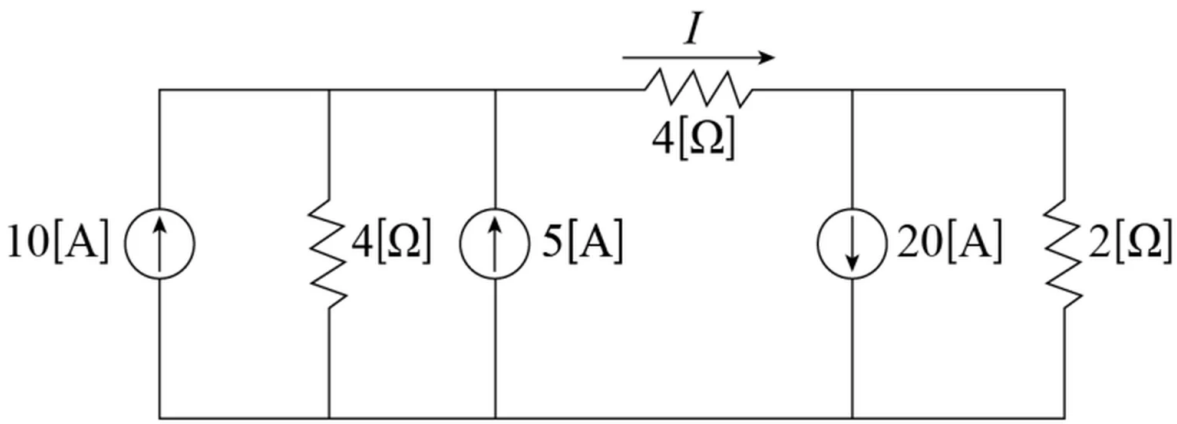
회로 계산형 문제는 먼저 같은 두 노드에 물린 저항을 병렬 등가로 줄이고, 전압이 주어진 소자에는 $I = V/R$를 둔 뒤, 전류원이 연결된 노드에 KCL을 적용해 미지수를 구한다.

암기 포인트

같은 값의 저항 두 개가 병렬이면 등가저항은 절반이다. 이 문항에서는 $14\Omega \parallel 14\Omega = 7\Omega$이고, 최종적으로 $R = 4\Omega$이다.

NoteBase

문 25. 다음 회로에서 전류 I[A]는?



① 10

② 15

③ 20

④ 25

⑤ 30

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 병렬 전류원과 저항이 연결된 회로에서 노드 전압법, 즉 KCL을 이용해 위쪽 4Ω 저항에 흐르는 전류 I를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래 공통선을 기준 전위로 둔다.
왼쪽 상단 노드를 V_A, 오른쪽 상단 노드를 V_B라고 둔다.
왼쪽 노드에는 위쪽 방향 전류원 10A, 5A가 전류를 공급하고, 4Ω 접지 저항과 위쪽 4Ω 연결 저항이 붙어 있다.
오른쪽 노드에는 아래쪽 방향 전류원 20A, 2Ω 접지 저항, 위쪽 4Ω 연결 저항이 붙어 있다.
구해야 할 전류는 왼쪽에서 오른쪽으로 흐르는 $I = (V_A - V_B)/4$이다.

NoteBase

사용할 공식

노드 전압법의 기본식은 각 노드에서 전류의 대수합이 0이 되도록 두는 KCL이다.
저항 전류는 $I_R = V/R$, 두 노드 사이 저항 전류는 $(V_A - V_B)/R$로 둔다.
이 회로는 전류원이 여러 개 있고 기준 노드에 연결된 저항이 있으므로, 전압분배보다 KCL로 각 노드 전압을 먼저 구하는 방식이 가장 직접적이다.

계산 과정

왼쪽 노드 A에서 저항을 통해 나가는 전류는 전류원이 공급하는 전류 $10 + 5 = 15$와 같으므로
$\frac{V_A}{4} + \frac{V_A - V_B}{4} = 15$
따라서
$2V_A - V_B = 60$
이다.
오른쪽 노드 B에서는 아래쪽 전류원 $20A$가 노드에서 빠져나가는 방향이다. 노드 B에서 나가는 전류의 대수합을 쓰면
$\frac{V_B}{2} + 20 + \frac{V_B - V_A}{4} = 0$
따라서
$V_A - 3V_B = 80$
이다.
두 식을 연립하면
$2V_A - V_B = 60, \quad V_A - 3V_B = 80$
이고, $V_B = -20V$, $V_A = 20V$가 된다.
따라서 위쪽 4Ω 저항의 전류는
$I = \frac{V_A - V_B}{4} = \frac{20 - (-20)}{4} = 10A$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O
계산 결과 $I = 10A$이므로 ①이 맞다.

② X
$15A$는 왼쪽 노드에 공급되는 전류원 $10A + 5A$를 그대로 답으로 본 값이다. 틀린 표현은 $I = 15A$이고, 올바르게는 위쪽 4Ω 저항 전류 $I = 10A$이다.

③ X
$20A$는 오른쪽 가지의 전류원 값을 그대로 답으로 본 값이다. 틀린 표현은 $I = 20A$이고, 올바르게는 노드 전압차 $40V$를 위쪽 4Ω로 나눈 $I = 10A$이다.

④ X
$25A$는 전류원들을 단순 합산하거나 방향을 구분하지 않은 값에 가깝다. 틀린 표현은 $I = 25A$이고, 올바르게는 각 노드에서 KCL을 세워 구한 $I = 10A$이다.

⑤ X
$30A$는 세 전류원 크기 $10A$, $5A$, $20A$를 방향과 저항 분배 없이 더한 값이다. 틀린 표현은 $I = 30A$이고, 올바르게는 위쪽 저항 양단 전압차를 이용한 $I = 10A$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전류원 값을 바로 합산하는 것이다. 위쪽 저항의 전류는 특정 전류원 하나의 값이나 전류원 총합이 아니라, 두 상단 노드의 전위차를 4Ω로 나눈 값이다. 특히 오른쪽 $20A$ 전류원은 아래쪽 방향이므로 KCL에서 부호가 왼쪽 전류원들과 다르게 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

전류원이 여러 개 붙은 저항 회로에서는 먼저 기준 노드를 정하고, 각 상단 노드에 대해 KCL을 세운 뒤, 구하려는 저항 전류를 (두 노드 전압차)/(저항)으로 계산한다. 전류원 화살표가 노드로 들어오면 공급 전류, 노드에서 나가면 유출 전류로 부호를 구분한다.

암기 포인트

노드 전압법에서는 저항 전류가 전압차를 저항으로 나눈 값이다. 전류원 총합이 아니라 $I = (V_A - V_B)/R$이 최종 판단 기준이다.

NoteBase