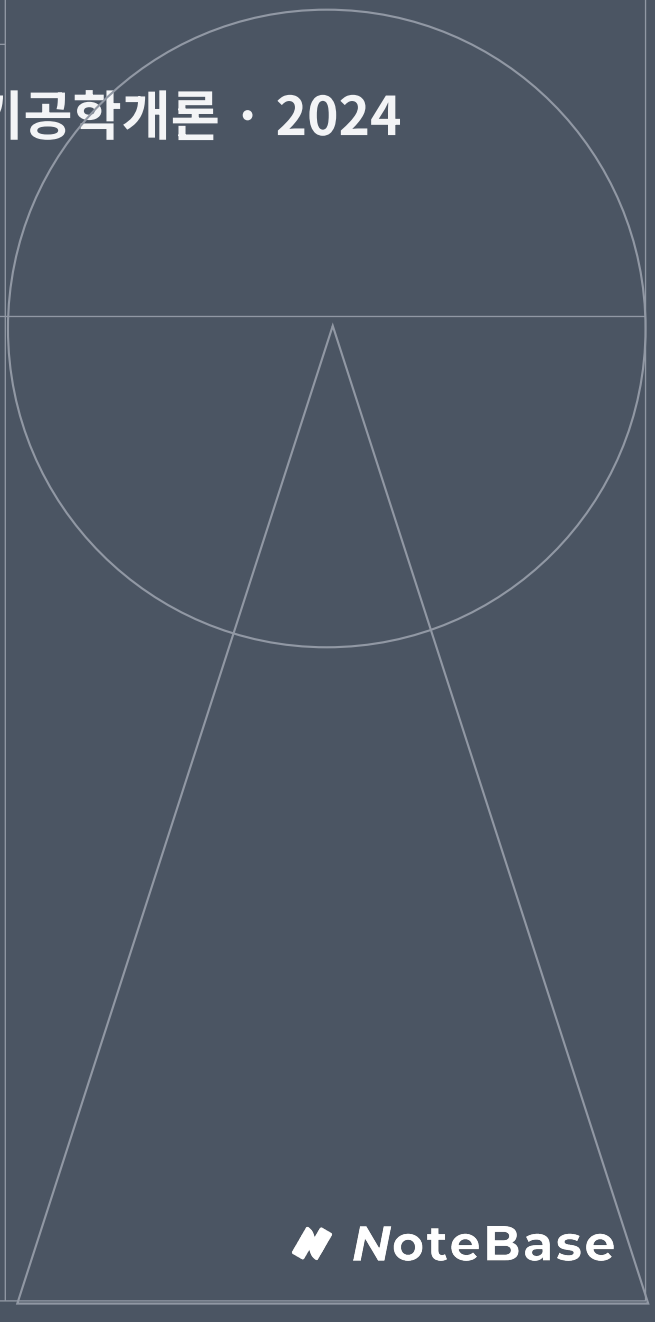
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2024

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2024

문 1. 동선 A와 동선 B의 저항값은 각각 $R_A[\Omega]$, $R_B[\Omega]$이다. B는 A에 비해 길이가 4배, 단면적은 8배일 때 $\frac{R_B[\Omega]}{R_A[\Omega]}$의 값은? (단, 길이와 단면적을 제외한 모든 조건은 동일하다.)

① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

⑤ 2.5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 도선의 저항 공식 $R = \rho\frac{L}{A}$를 이용해 저항비 R_B/R_A를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 도선 B의 길이는 도선 A의 4배이고, 도선 B의 단면적은 도선 A의 8배이다.
구해야 할 값: R_B/R_A이다.
주의할 조건: 길이와 단면적을 제외한 조건은 동일하므로 재질에 따른 비저항 ρ는 서로 같다고 본다.

사용할 공식

도선의 저항은 $R = \rho\frac{L}{A}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 도선 저항은 길이 L에 비례하고 단면적 A에 반비례하므로, 길이와 단면적이 함께 바뀐 두 도선의 저항비를 바로 비교할 수 있다.

계산 과정

1. 같은 재질이므로 $\rho_B/\rho_A = 1$이다.
2. 길이비는 $L_B/L_A = 4$이다.
3. 단면적비는 $A_B/A_A = 8$이므로 $A_A/A_B = 1/8$이다.
4. 따라서 $\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A}\cdot\frac{L_B}{L_A}\cdot\frac{A_A}{A_B} = 1\cdot 4\cdot\frac{1}{8} = \frac{1}{2} = 0.5$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① O
- 계산 결과 $R_B/R_A = 0.5$와 일치하므로 옳다.

② X
- 1.0은 저항이 변하지 않는다는 값이다. 틀린 표현은 "1.0"이고, 올바르게는 길이 4배 효과와 단면적 8배 효과를 함께 반영한 "0.5"이다.

③ X
- 1.5는 공식 $R = \rho L/A$에서 직접 나오는 비가 아니다. 틀린 표현은 "1.5"이고, 올바르게는 4/8 = 0.5이다.

④ X
- 2.0은 단면적이 8배가 아니라 2배인 것처럼 처리하거나 비례·반비례 관계를 잘못 적용할 때 나올 수 있다. 틀린 표현은 "2.0"이고, 올바르게는 $R_B/R_A = 0.5$이다.

⑤ X
- 2.5는 주어진 길이비 4와 단면적비 8을 저항 공식에 대입해 얻을 수 없는 값이다. 틀린 표현은 "2.5"이고, 올바르게는 "0.5"이다.

계산 결과 0.5이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 길이가 길어지면 저항이 커진다는 사실만 보고 단면적 증가 효과를 놓치는 것이다.
단면적은 저항을 줄이는 방향으로 작용하므로, 이 문제에서는 4를 8로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

도선 저항비 문제는 먼저 $R \propto L/A$를 세우고, 길이비는 그대로 곱하며 단면적비는 거꾸로 곱해 판단한다.

암기 포인트

도선 저항은 길이에 비례, 단면적에 반비례한다. 즉 R ↑는 긴 도선, 얇은 도선에서 나타난다.

NoteBase

문 2. 200[W]의 전열기 2개를 전압 100[V]에서 병렬로 접속한 전력이 P_병렬[W]이다. 같은 조건에서 전열기 2개를 직렬로 접속한 전력이 P_직렬[W]이라면 P_직렬[W]P_병렬[W]의 값은?

① 1.25
② 1.0
③ 0.75
④ 0.5
⑤ 0.25

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 전열기의 저항을 일정하게 보고 $P = V^2/R$ 공식을 이용해 병렬 접속 전력과 직렬 접속 전력의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전열기 1개의 정격 전력은 $200W$, 정격 전압은 $100V$이다.
구해야 할 값: 같은 $100V$ 전원에서 두 전열기를 병렬로 접속했을 때의 전력 P_병렬과 직렬로 접속했을 때의 전력 P_직렬의 비 P_직렬/P_병렬이다.
주의할 조건: 같은 전열기 2개이므로 각 전열기의 저항은 같고, 직렬 연결에서는 전원 전압 $100V$가 두 전열기에 $50V$씩 나뉜다.

사용할 공식

저항 부하의 전력 공식은 $P = V^2/R$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 전열기는 저항성 부하로 볼 수 있고, 같은 전열기의 저항 R은 연결 방법이 바뀌어도 그대로이므로 전력은 걸리는 전압의 제곱에 비례한다.

계산 과정

1. 전열기 1개의 저항은 $R = V^2/P = 100^2/200 = 50\Omega$이다.
2. 병렬 접속에서는 각 전열기에 $100V$가 그대로 걸리므로 한 개당 $200W$, 두 개의 총전력은 P_병렬=400 W이다.
3. 직렬 접속에서는 전체 저항이 $50 + 50 = 100\Omega$이므로 총전력은 P_직렬=100^2/100=100 W이다.
4. 따라서 P_직렬/P_병렬=100/400=0.25이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- 계산 결과는 0.25이므로 1.25는 틀리다. 틀린 표현 1.25 → 올바르게는 0.25이다. 직렬 연결에서는 전력이 병렬보다 커질 수 없는데, 1.25는 직렬 전력이 병렬 전력보다 크다는 뜻이 되어 조건과 맞지 않는다.

② X

- 계산 결과는 0.25이므로 1.0은 틀리다. 틀린 표현 1.0 → 올바르게는 0.25이다. 1.0은 직렬과 병렬의 총전력이 같다고 본 값이지만, 병렬에서는 각 전열기가 정격 전압을 받고 직렬에서는 각 전열기가 절반 전압만 받는다.

③ X

- 계산 결과는 0.25이므로 0.75는 틀리다. 틀린 표현 0.75 → 올바르게는 0.25이다. 전압이 절반이 되면 전력이 절반이 아니라 $(1/2)^2 = 1/4$로 줄어든다는 점을 놓친 값이다.

④ X

- 계산 결과는 0.25이므로 0.5는 틀리다. 틀린 표현 0.5 → 올바르게는 0.25이다. 직렬 연결에서 전압이 반으로 나뉜다는 사실만 보고 전력도 단순히 반으로 준다고 처리하면 0.5에 가까운 오답이 된다.

⑤ O

- P_직렬=100 W, P_병렬=400 W이므로 P_직렬/P_병렬=100/400=0.25이다. 따라서 0.25가 맞다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 직렬 연결에서 전압이 절반이 되면 전력도 절반이 된다고 생각하게 만드는 점이다. 저항이 일정한 전열기에서는 $P = V^2/R$이므로 전압이 절반이면 한 전열기의 전력은 1/4이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

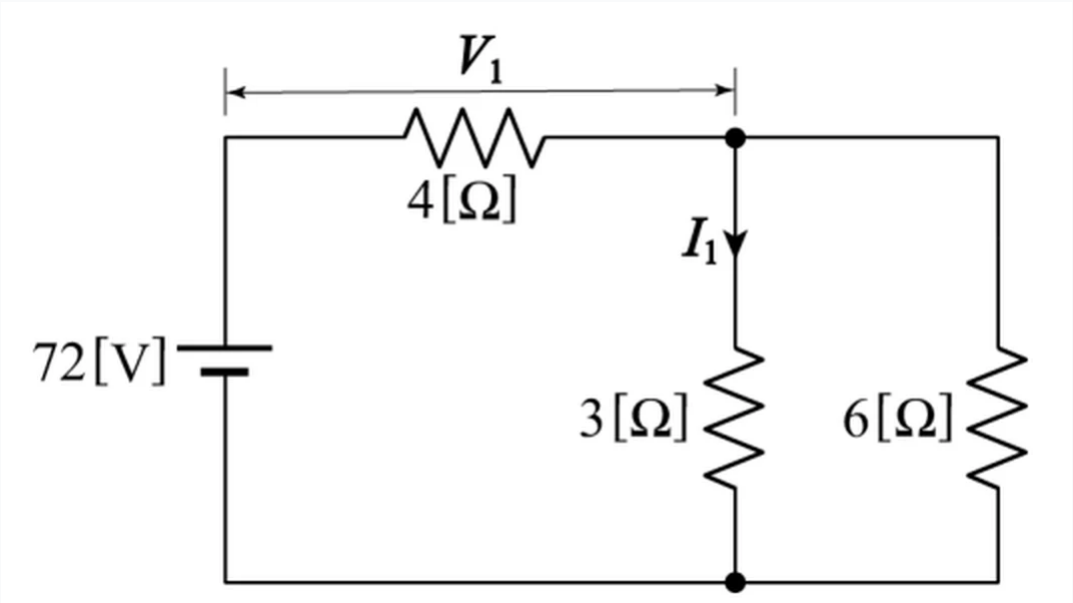
같은 저항 부하의 연결 비교 문제는 먼저 각 부하의 저항을 구하고, 병렬에서는 각 부하에 전원 전압이 그대로 걸리며, 직렬에서는 같은 저항끼리 전압이 균등 분배된다는 순서로 판단한다.

암기 포인트

저항이 같은 전열기 2개를 같은 전원에 연결하면 병렬 총전력은 정격의 2배, 직렬 총전력은 병렬 총전력의 1/4이다.

NoteBase

문 3. 다음은 저항의 직·병렬 회로를 나타낸 것이다. 전류 I_1[A]과 전압 V_1[V]은 각각 얼마인가?



① I_1[A]: 6, V_1[V]: 8

② I_1[A]: 6, V_1[V]: 12

③ I_1[A]: 8, V_1[V]: 12

④ I_1[A]: 8, V_1[V]: 48

⑤ I_1[A]: 12, V_1[V]: 48

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 병렬저항의 합성저항과 옴의 법칙을 이용해 3Ω 가지전류 I_1과 4Ω 직렬저항의 전압 V_1을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $72V$, 직렬저항은 4Ω, 병렬저항은 3Ω와 6Ω이다.
구해야 할 값: 3Ω 가지에 흐르는 전류 I_1, 4Ω 저항 양단 전압 V_1이다.
주의할 조건: 3Ω와 6Ω는 서로 병렬이고, 이 병렬회로 전체가 4Ω와 직렬로 연결되어 있다.

사용할 공식

병렬 합성저항은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 이고, 옴의 법칙은 $V = IR$ 이다.
두 저항이 같은 두 노드 사이에 연결되어 있으므로 먼저 병렬 합성저항을 구하고, 그 값이 4Ω와 직렬이므로 전체전류를 구한다. 이후 4Ω 전압강하와 병렬부 전압을 이용해 3Ω 가지전류를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 3Ω와 6Ω의 병렬 합성저항은 $R_p = \frac{3 \times 6}{3+6} = 2\Omega$ 이다.
2. 전체 합성저항은 $R_T = 4 + 2 = 6\Omega$ 이다.
3. 전원에서 나오는 전체전류는 $I_T = \frac{72}{6} = 12A$ 이다.
4. 4Ω 저항에 걸리는 전압은 $V_1 = I_T \times 4 = 12 \times 4 = 48V$ 이다.
5. 병렬부에 걸리는 전압은 $72 - 48 = 24V$ 이므로, 3Ω 가지전류는 $I_1 = \frac{24}{3} = 8A$ 이다.

선지 판단

① X: $I_1 = 6A$, $V_1 = 8V$가 아니다. 틀린 표현은 6과 8이고, 올바르게는 $I_1 = 8A$, $V_1 = 48V$이다.
② X: $I_1 = 6A$, $V_1 = 12V$가 아니다. 전체전류 $12A$를 V_1로 착각한 값에 가깝고, 올바르게는 $I_1 = 8A$, $V_1 = 48V$이다.
③ X: $I_1 = 8A$는 맞지만 $V_1 = 12V$가 아니다. 틀린 표현은 $V_1 = 12V$이고, 4Ω에 전체전류 $12A$가 흐르므로 올바르게는 $V_1 = 48V$이다.
④ O: 계산 결과 $I_1 = 8A$, $V_1 = 48V$이므로 옳다.
⑤ X: $V_1 = 48V$는 맞지만 $I_1 = 12A$가 아니다. $12A$는 직렬 구간을 흐르는 전체전류이고, 병렬부에서는 전류가 나뉘므로 3Ω 가지전류는 $I_1 = 8A$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전체전류 $12A$와 3Ω 가지전류 I_1을 구분하지 못하게 하는 것이다. 4Ω 저항은 직렬 구간이므로 전체전류 $12A$가 그대로 흐르지만, 3Ω와 6Ω 병렬부에서는 같은 전압 $24V$를 기준으로 각 가지전류를 따로 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

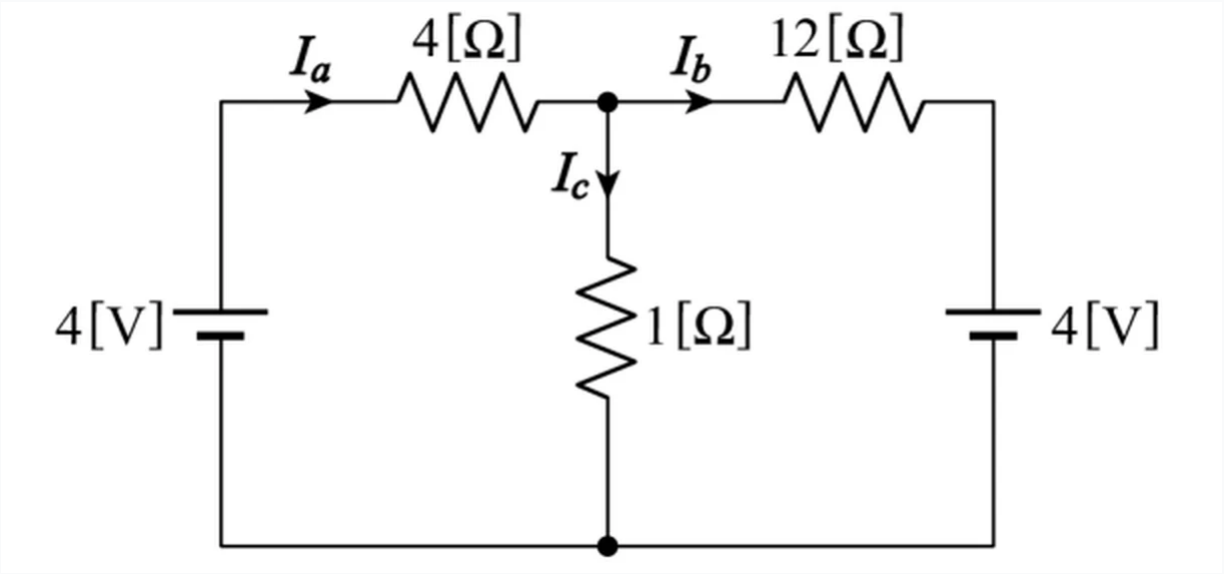
직·병렬 혼합회로는 병렬부 합성저항을 먼저 구한 뒤 전체저항과 전체전류를 계산한다. 직렬저항의 전압은 전체전류로 구하고, 병렬 가지전류는 병렬부 전압을 각 가지저항으로 나누어 판단한다.

암기 포인트

직렬은 전류가 같고, 병렬은 전압이 같다. 혼합회로에서는 합성저항 → 전체전류 → 각 구간 전압·가지전류 순서로 정리한다.

NoteBase

문 4. 다음의 회로에서 전류 I_a[A], I_b[A], I_c[A]는 각각 얼마인가?



① I_a[A]: 0.25, I_b[A]: -0.5, I_c[A]: 0.75

② I_a[A]: 0.25, I_b[A]: -0.75, I_c[A]: 1.0

③ I_a[A]: 0.5, I_b[A]: -0.5, I_c[A]: 1.0

④ I_a[A]: 0.75, I_b[A]: -0.25, I_c[A]: 1.0

⑤ I_a[A]: 1.0, I_b[A]: 0.25, I_c[A]: 0.75

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 노드전압법과 옴의 법칙을 이용해 기준 방향으로 정의된 전류 I_a, I_b, I_c를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 왼쪽 가지의 위쪽 노드 전압은 $+4V$, 오른쪽 가지의 위쪽 노드 전압도 $+4V$, 아래 공통선은 기준 노드 $0V$이다.
구해야 할 값: 4Ω 저항의 오른쪽 방향 전류 I_a, 12Ω 저항의 오른쪽 방향 전류 I_b, 1Ω 저항의 아래 방향 전류 I_c이다.
주의할 조건: 계산한 전류가 화살표 방향과 반대이면 음수로 표시한다.

NoteBase

사용할 공식

가운데 위 노드 전압을 V라고 두면 옴의 법칙과 KCL을 쓴다.

I=V_앞-V_뒤R

$I_a = I_b + I_c$

이 공식을 쓰는 이유: 가운데 노드에 연결된 세 전류의 방향이 표시되어 있으므로, 들어오는 전류와 나가는 전류를 KCL로 맞추고 각 저항 전류를 전압차로 표현할 수 있다.

계산 과정

1. 가운데 위 노드 전압을 V라고 둔다.
2. 각 전류를 화살표 방향 기준으로 나타내면 $I_a = \frac{4-V}{4}$, $I_b = \frac{V-4}{12}$, $I_c = \frac{V}{1} = V$이다.
3. 가운데 노드에서 I_a는 들어오고 I_b, I_c는 나가므로 $I_a = I_b + I_c$이다.

$\frac{4-V}{4} = \frac{V-4}{12} + V$

$12 - 3V = V - 4 + 12V$

$16 = 16V, \quad V = 1$

4. 따라서 $I_a = \frac{4-1}{4} = 0.75A$, $I_b = \frac{1-4}{12} = -0.25A$, $I_c = 1.0A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 제시값은 $I_a = 0.25A$, $I_b = -0.5A$, $I_c = 0.75A$이나, 계산 결과는 $I_a = 0.75A$, $I_b = -0.25A$, $I_c = 1.0A$이다. 틀린 표현 → 올바르게는 $I_a = 0.75A$, $I_b = -0.25A$, $I_c = 1.0A$이다.

② X
- $I_a = 0.25A$, $I_b = -0.75A$가 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 → 올바르게는 $I_a = 0.75A$, $I_b = -0.25A$, $I_c = 1.0A$이다.

③ X
- $I_c = 1.0A$는 맞지만 I_a는 $0.5A$가 아니라 $0.75A$이고, I_b는 $-0.5A$가 아니라 $-0.25A$이다. 틀린 표현 → 올바르게는 $I_a = 0.75A$, $I_b = -0.25A$이다.

④ O
- 노드전압법으로 구한 결과가 $I_a = 0.75A$, $I_b = -0.25A$, $I_c = 1.0A$와 일치한다.

⑤ X
- $I_a = 1.0A$, $I_b = 0.25A$, $I_c = 0.75A$는 가운데 노드 전압과 전류 방향을 잘못 잡은 값이다. 틀린 표현 → 올바르게는 $I_a = 0.75A$, $I_b = -0.25A$, $I_c = 1.0A$이다.

계산 결과가 $I_a = 0.75A$, $I_b = -0.25A$, $I_c = 1.0A$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 I_b의 부호이다. 가운데 노드 전압 $1V$가 오른쪽 위 노드 전압 $4V$보다 낮으므로 실제 전류는 오른쪽에서 가운데로 흐른다. 따라서 오른쪽 방향으로 정의된 I_b는 음수 $-0.25A$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

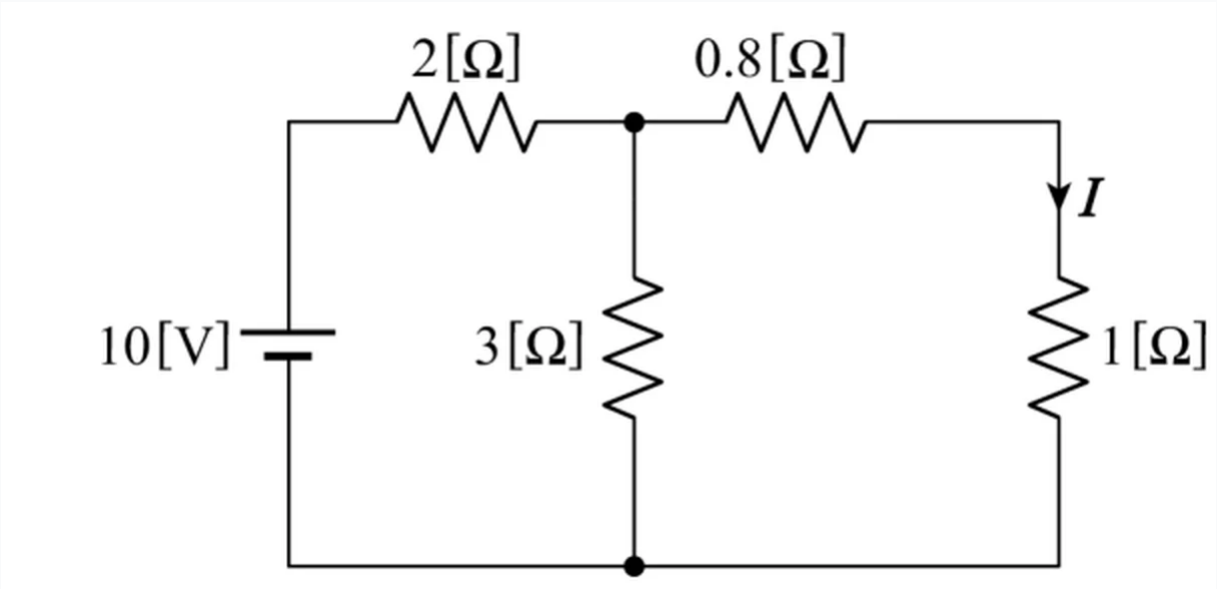
전원이 여러 개 연결된 회로 전류 문제는 기준 노드를 먼저 정하고, 미지 노드 전압을 둔 뒤, 화살표 방향 기준으로 저항 전류식을 세워 KCL을 적용한다. 마지막에 계산값의 부호가 화살표 방향과 일치하는지 확인한다.

암기 포인트

노드전압법에서는 전류 방향을 먼저 정해도 된다. 계산 결과가 음수이면 실제 전류 방향이 화살표와 반대라는 뜻이다.

NoteBase

문 5. 다음과 같은 회로에서 테브난 정리에 의해 1[Ω]에 흐르는 전류 $I[A]$는?



① 1
② 2
③ 3
④ 4
⑤ 5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 1Ω 부하저항에서 본 테브난 등가전압 V_{th}와 테브난 등가저항 R_{th}을 이용해 전류 I를 구하는 계산 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $10V$, 왼쪽 직렬저항은 2Ω, 가운데 저항은 3Ω, 부하 앞 직렬저항은 0.8Ω, 부하저항은 1Ω이다.
구해야 할 값: 오른쪽 1Ω 저항에 아래 방향으로 흐르는 전류 I이다.
주의할 조건: 테브난 등가회로는 1Ω 부하를 떼어 낸 단자에서 구한다.

NoteBase

사용할 공식

부하를 뗀 개방단자 전압은 V_{th}이다.
독립 전압원을 단락시킨 뒤 부하단자에서 본 저항은 R_{th}이다.
부하전류는 $I = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L}$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유: 테브난 정리는 부하를 제외한 나머지 회로를 하나의 전압원 V_{th}과 직렬저항 R_{th}으로 바꾸어 부하전류를 계산하는 방법이기 때문이다.

계산 과정

1. 1Ω 부하를 떼어 내면 0.8Ω에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서 개방단자 전압은 2Ω와 3Ω의 전압분배로 정해진다.
$V_{th} = 10 \times \frac{3}{2+3} = 6V$
이다.
2. 테브난 저항을 구할 때 독립 전압원 $10V$는 단락한다. 그러면 2Ω와 3Ω는 병렬이고, 그 앞에 0.8Ω가 직렬로 붙는다.
$R_{th} = 0.8 + \frac{2 \times 3}{2+3} = 0.8 + 1.2 = 2\Omega$
이다.
3. 부하저항 $R_L = 1\Omega$을 다시 연결하면 부하전류는
$I = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{6}{2+1} = 2A$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X
테브난 등가회로에서 부하전류는 $I = 6/(2 + 1) = 2A$이므로 $1A$는 맞지 않다. 틀린 표현 1 → 올바르게는 2이다.

② O
$V_{th} = 6V$, $R_{th} = 2\Omega$, $R_L = 1\Omega$이므로 $I = 6/(2 + 1) = 2A$이다.

③ X
계산 결과는 $2A$이므로 $3A$는 맞지 않다. 틀린 표현 3 → 올바르게는 2이다.

④ X
계산 결과는 $2A$이므로 $4A$는 맞지 않다. 틀린 표현 4 → 올바르게는 2이다.

⑤ X
계산 결과는 $2A$이므로 $5A$는 맞지 않다. 틀린 표현 5 → 올바르게는 2이다.

계산 결과 $I = 2A$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 부하를 떼었을 때 0.8Ω에 전류가 흐르지 않는다는 점과, 전압원을 제거할 때 독립 전압원을 단락해야 한다는 점이다. R_{th}를 구할 때 0.8Ω를 빠뜨리거나 전압원을 개방하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

테브난 정리 문제는 부하를 떼어 V_{th}를 구하고, 독립 전압원을 제거해 R_{th}를 구한 다음, $I = V_{th}/(R_{th} + R_L)$로 부하전류를 판단한다.

암기 포인트

테브난 등가회로는 V_{th}와 R_{th}가 부하저항 R_L과 직렬로 연결된 형태이다. 따라서 부하전류는 $V_{th}/(R_{th} + R_L)$이다.

NoteBase

문 6. 전기력선에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전계의 방향이나 위치에 대한 전계분포를 그려놓은 가상의 선이다.

② 전기력선은 정전하에서 출발하여 부전하에서 멈추거나 무한원까지 퍼진다.

③ 전기력선의 밀도는 전계의 세기와 같다.

④ 전기력선상 임의의 한 점의 접선방향은 그 점에서 전계의 방향을 나타낸다.

⑤ 전기력선은 서로 교차하지 않으며, 전하가 없는 곳에서는 발생과 소멸이 없고 비연속적이다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 전기력선의 방향, 밀도, 접선방향, 연속성 성질을 구분하여 옳지 않은 설명을 찾는 문제이다.

핵심 개념

전기력선은 전계의 방향과 세기를 눈에 보이게 나타내기 위해 가정한 선이다.
전기력선의 방향은 정전하에서 나와 부전하로 들어가는 방향이며, 선의 밀도는 전계의 세기를 나타낸다.
전기력선은 서로 교차하지 않고, 전하가 없는 공간에서는 새로 생기거나 없어지지 않으므로 연속적으로 이어진다.

NoteBase

선지별 해설

① O
전계의 방향이나 위치에 대한 분포를 그려 놓은 선은 실제 물체가 아니라 전계를 표현하기 위해 도입한 가상의 선이다.

② O
전기력선은 정전하에서 출발하여 부전하에서 끝난다. 주변에 끝날 부전하가 없으면 무한원까지 이어진다고 본다.

③ O
전기력선이 촘촘할수록 전계가 강하고, 성길수록 전계가 약하다. 따라서 전기력선의 밀도는 전계의 세기와 대응한다.

④ O
전기력선 위의 한 점에서 그은 접선방향은 그 점에서의 전계 방향을 나타낸다.

⑤ X
틀린 부분은 "전하가 없는 곳에서는 … 비연속적이다"이다. 실제로 전하가 없는 곳에서는 전기력선이 발생하거나 소멸하지 않고 연속적으로 이어진다. 따라서 올바르게는 "전기력선은 서로 교차하지 않으며, 전하가 없는 곳에서는 발생과 소멸이 없고 연속적이다"이다.

오답 포인트

⑤는 앞부분의 "서로 교차하지 않는다"와 "전하가 없는 곳에서는 발생과 소멸이 없다"는 맞는 말에, 마지막에 "비연속적"이라는 틀린 표현을 섞어 놓은 선지이다. 전기력선은 전하가 있는 곳에서 시작하거나 끝나고, 전하가 없는 공간에서는 끊어지지 않는다는 점을 구별해야 한다.

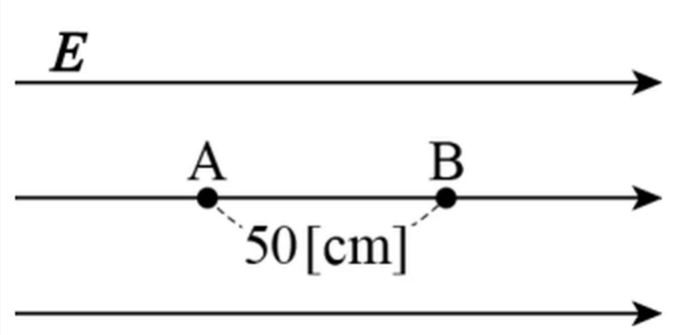
다시 나오면 이렇게 판단

전기력선 문제에서는 시작점은 정전하, 끝점은 부전하 또는 무한원, 밀도는 전계의 세기, 접선방향은 전계의 방향, 교차는 불가능, 전하가 없는 곳에서는 연속이라는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

전기력선은 정전하에서 나와 부전하로 들어가며, 전하 없는 곳에서는 끊기지 않는다.

문 7. 다음은 50[V/m]인 평등전계 E에서 100[V]가 되는 A점의 위치를 나타낸 것이다. 1[C]의 전하를 전계 방향으로 50[cm] 이동한 B점의 전위[V]는?



① 25
② 50
③ 75
④ 100
⑤ 125

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 균일한 전기장에서 전기장 방향으로 이동할 때 전위가 얼마나 감소하는지를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전기장 $E = 50[V/m]$, A점 전위 $V_A = 100[V]$, 이동 거리 $d = 50[cm] = 0.5[m]$이다.
구해야 할 값: B점의 전위 V_B이다.
주의할 조건: B는 A에서 전기장 방향으로 이동한 점이므로 전위는 증가하지 않고 감소한다.

사용할 공식

균일 전기장에서 전기장 방향 거리 d만큼 이동할 때 전위차는 $V_A - V_B = Ed$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 전기장 $\vec{E}$는 전위가 낮아지는 방향을 가리키므로, 전기장 방향으로 이동하면 전위가 Ed만큼 작아진다.

NoteBase

계산 과정

1. 거리 단위를 바꾼다.
$50[cm] = 0.5[m]$
2. A에서 B로 갈 때 감소하는 전위를 구한다.
$Ed = 50[V/m] \times 0.5[m] = 25[V]$
3. B점 전위를 구한다.
$V_B = V_A - Ed = 100[V] - 25[V] = 75[V]$

선지 판단

① X
- 25는 전위 감소량 Ed이다. 틀린 표현은 "B점의 전위가 25"이고, 올바르게는 "A점에서 B점으로 갈 때 전위가 $25[V]$ 감소한다"이다.

② X
- 50은 전기장의 크기 $50[V/m]$를 전위로 잘못 본 값이다. 틀린 표현은 "B점의 전위가 50"이고, 올바르게는 "전기장 $50[V/m]$에 거리 $0.5[m]$를 곱해 전위 감소량 $25[V]$를 구한다"이다.

③ O
- 계산 결과 $V_B = 100[V] - 25[V] = 75[V]$이므로 B점의 전위는 $75[V]$이다.

④ X
- 100은 A점의 전위이다. 틀린 표현은 "B점의 전위가 100"이고, 올바르게는 "B점은 A점보다 전기장 방향으로 이동했으므로 전위가 $75[V]$로 낮아진다"이다.

⑤ X
- 125는 전위 감소량 $25[V]$를 A점 전위에 더한 값이다. 틀린 표현은 "B점의 전위가 125"이고, 올바르게는 "전기장 방향 이동에서는 $100 + 25$가 아니라 $100 - 25$를 계산한다"이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $50[cm]$를 $0.5[m]$로 바꾸지 않거나, 전기장 방향으로 이동하면 전위가 증가한다고 보아 100에 25를 더하는 것이다. 전기장 방향은 전위가 낮아지는 방향이다.

다시 나오면 이렇게 판단

균일 전기장 문제는 이동 방향을 먼저 확인한 뒤, 전기장 방향이면 V_나중=V_처음-Ed, 전기장 반대 방향이면 V_나중=V_처음+Ed로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

전기장 방향은 전위 하강 방향이다. 따라서 전기장 방향으로 d만큼 이동하면 전위는 Ed만큼 감소한다.

NoteBase

문 8. 평행판 콘덴서에서 정전용량을 6배로 늘리고자 한다. 같은 조건에서 판 면적을 처음의 3배로 넓힌다면 판 거리는 처음의 몇 배인가?

① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

⑤ 2.5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 평행판 콘덴서의 정전용량 공식에서 면적과 판 간격이 정전용량에 미치는 비례 관계를 이용해 판 거리의 배율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정전용량은 처음의 6배, 판 면적은 처음의 3배이다.
구해야 할 값: 판 거리가 처음의 몇 배인지이다.
주의할 조건: 같은 조건이므로 유전율은 변하지 않고, 정전용량은 면적에 비례하고 판 간격에 반비례한다.

사용할 공식

평행판 콘덴서의 정전용량은
C= A d
이다. 여기서 C는 정전용량, A는 판 면적, d는 판 간격이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 판 면적과 판 거리의 변화에 따른 정전용량의 변화 배율을 묻고 있기 때문이다.

계산 과정

처음 값을 C, A, d라고 하고, 바뀐 판 거리를 kd라고 둔다.
바뀐 면적은 $3A$, 바뀐 정전용량은 $6C$이다.
C' C=A'/A d'/d=3 k
정전용량을 6배로 해야 하므로
6=3 k
k=3 6=0.5
따라서 판 거리는 처음의 0.5배이다.

NoteBase

선지 판단

① O - 계산 결과 판 거리는 처음의 0.5배이므로 맞는 선지이다.
② X - 1.0배는 판 거리를 그대로 두는 경우이다. 이때 면적만 3배가 되어 정전용량은 3배에 그치므로, 올바르게는 0.5배이다.
③ X - 1.5배는 판 거리를 오히려 늘리는 경우이다. 그러면 3 1.5=2가 되어 정전용량은 2배가 되므로, 올바르게는 0.5배이다.
④ X - 2.0배는 판 거리를 더 크게 늘리는 경우이다. 그러면 3 2=1.5가 되어 정전용량은 1.5배가 되므로, 올바르게는 0.5배이다.
⑤ X - 2.5배는 판 거리를 크게 늘려 정전용량 증가 효과를 더 줄이는 값이다. 그러면 3 2.5=1.2가 되어 정전용량은 1.2배가 되므로, 올바르게는 0.5배이다.
계산 결과 0.5배이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 면적을 3배로 했으므로 판 거리도 함께 크게 해야 한다고 생각하는 것이다. 정전용량 C는 A에 비례하지만 d에는 반비례하므로, 3배 면적으로 6배 정전용량을 만들려면 판 거리는 커지는 것이 아니라 절반으로 줄어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

평행판 콘덴서 배율 문제는 C A d를 먼저 세우고, 바뀐 정전용량 배율을 면적 배율과 거리 배율로 나누어 판단한다.

암기 포인트

평행판 콘덴서는 면적이 커지면 C가 커지고, 판 간격이 커지면 C가 작아진다. 즉 C는 A에 비례, d에 반비례이다.

NoteBase

문 9. 액체 유전체를 넣은 콘덴서의 용량이 1[μF]이다. 여기에 5[kV]의 전압을 인가했을 때 액체 유전체에 저장되는 에너지[J]는?

① 5

② 7.5

③ 10

④ 12.5

⑤ 15

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 콘덴서에 저장되는 정전 에너지 공식 $W = \frac{1}{2}CV^2$를 이용해 저장 에너지[J]를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정전용량 $C = 1\mu F = 1 \times 10^{-6}F$, 전압 $V = 5kV = 5 \times 10^3 V$
구해야 할 값: 액체 유전체에 저장되는 에너지 W[J]
주의할 조건: μF와 kV를 각각 F, V로 바꾸고, 전압은 제곱해서 계산한다.

사용할 공식

$W = \frac{1}{2}CV^2$
콘덴서에 전압을 인가하여 전하가 축적되면 전기장에 에너지가 저장되므로, 정전용량과 인가 전압이 주어진 이 문항에는 콘덴서 저장 에너지 공식을 사용한다.

계산 과정

$W = \frac{1}{2} \times (1 \times 10^{-6}) \times (5 \times 10^3)^2$
$(5 \times 10^3)^2 = 25 \times 10^6$
$W = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{-6} \times 25 \times 10^6 = 12.5J$
따라서 액체 유전체에 저장되는 에너지는 $12.5J$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $12.5J$이므로 5는 틀리다. 틀린 표현 5 → 올바르게는 $12.5J$이다.

② X
- 계산 결과는 $12.5J$이므로 7.5는 틀리다. 틀린 표현 7.5 → 올바르게는 $12.5J$이다.

③ X
- 계산 결과는 $12.5J$이므로 10은 틀리다. 틀린 표현 10 → 올바르게는 $12.5J$이다.

④ O
- $C = 1 \times 10^{-6}F$, $V = 5 \times 10^{3}V$를 $W = \frac{1}{2}CV^2$에 대입하면 $12.5J$가 되므로 맞다.

⑤ X
- 계산 결과는 $12.5J$이므로 15는 틀리다. 틀린 표현 15 → 올바르게는 $12.5J$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 단위 변환과 전압 제곱이다. $1\mu F$는 $1 \times 10^{-6}F$, $5kV$는 $5 \times 10^{3}V$이고, 에너지는 전압에 비례하는 것이 아니라 V^2에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

콘덴서의 저장 에너지를 묻는 계산형 문제는 정전용량을 F, 전압을 V로 환산한 뒤 $W = \frac{1}{2}CV^2$에 대입하고 단위가 J로 정리되는지 확인한다.

암기 포인트

콘덴서 에너지는 $W = \frac{1}{2}CV^2$이다. 전압은 반드시 제곱되고, μF와 kV의 단위 환산이 핵심이다.

NoteBase

문 10. 자기력선에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 자석 외부에서는 N극에서 S극으로 향한다.

② 중간에 교차되거나 단절되지 않는다.

③ 그 자신만으로 폐곡선을 이루지 못한다.

④ 한 점에서 자기장의 방향은 그 점에서의 접선 방향이다.

⑤ 자기력선의 밀도가 높으면 자기장의 세기가 강하고, 밀도가 낮으면 세기는 약하다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 자기력선의 방향, 연속성, 폐곡선 성질, 밀도와 자기장 세기의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

자기력선은 자기장의 방향과 세기를 시각적으로 나타낸 선이다. 한 점에서의 접선 방향은 자기장의 방향이고, 선이 촘촘할수록 자기장이 강하다. 자기력선은 시작점이나 끝점이 따로 있는 선이 아니라 닫힌 곡선을 이루며, 자석 외부에서는 N극에서 S극으로 향하고 자석 내부에서는 S극에서 N극으로 이어진다.

선지별 해설

① O - 자석 외부의 자기력선은 N극에서 나와 S극으로 들어가는 방향으로 나타낸다.
② O - 한 점에서 자기장의 방향은 하나로 정해지므로 자기력선끼리는 교차하지 않는다. 또한 자기력선은 중간에서 갑자기 끊어지는 선이 아니라 연속적으로 이어진다.
③ X - 틀린 표현은 '폐곡선을 이루지 못한다'이다. 실제로 자기력선은 자석 외부와 내부를 이어 전체적으로 폐곡선을 이룬다.
④ O - 자기력선 위의 한 점에서 자기장의 방향은 그 점에서 자기력선에 그은 접선 방향과 같다.
⑤ O - 자기력선의 밀도는 자기장 세기를 나타낸다. 밀도가 높으면 자기장이 강하고, 밀도가 낮으면 자기장이 약하다.

오답 포인트

③은 자석 외부에서만 보면 자기력선이 N극에서 시작해 S극에서 끝나는 것처럼 보인다는 점을 이용한 함정이다. 그러나 자기력선은 자석 내부까지 포함하면 S극에서 N극으로 이어져 닫힌 곡선을 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기력선 문항에서는 '외부 방향은 N극에서 S극', '접선 방향은 자기장 방향', '밀도는 자기장 세기', '교차·단절 없음', '전체적으로 폐곡선'을 차례로 확인한다. 이 중 폐곡선을 부정하는 선지는 틀린 설명이다.

NoteBase

암기 포인트

자기력선은 밖에서는 N에서 S로 가지만, 전체로는 끊어지지 않는 폐곡선이다.

NoteBase

문 11. 자속이 같은 방향이 되도록 직렬 접속한 두 코일의 상호 인덕턴스가 4[mH]이고 각각의 자기 인덕턴스가 5[mH], 20[mH]일 때 결합계수의 값은?

① 0.2
② 0.3
③ 0.4
④ 0.5
⑤ 0.6

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 두 코일의 상호 인덕턴스 M과 자기 인덕턴스 L_1, L_2로 결합계수 k를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $M = 4mH, L_1 = 5mH, L_2 = 20mH$
구해야 할 값: 결합계수 k
주의할 조건: 결합계수는 M과 두 자기 인덕턴스의 기하평균의 비이므로, 직렬 접속에서 자속 방향이 같다는 조건은 등가 인덕턴스 계산에는 중요하지만 k 계산식 자체를 바꾸지는 않는다.

사용할 공식

$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$
이 공식을 쓰는 이유: 결합계수는 한 코일의 자속이 다른 코일과 얼마나 결합되는지를 나타내는 무차원 비율이며, 상호 인덕턴스는 $M = k\sqrt{L_1 L_2}$로 정의된다.

계산 과정

1. 두 자기 인덕턴스의 곱을 구한다.
$L_1 L_2 = 5 \times 20 = 100(mH)^2$
2. 기하평균을 구한다.
$\sqrt{L_1 L_2} = \sqrt{100} = 10mH$
3. 상호 인덕턴스를 나누어 결합계수를 구한다.
$k = \frac{4}{10} = 0.4$
따라서 결합계수는 0.4이다.

선지 판단

① X
- 0.2는 계산 결과 0.4와 다르다. 틀린 표현 0.2 → 올바르게는 0.4이다.

② X
- 0.3은 4/10의 값이 아니므로 틀리다. 틀린 표현 0.3 → 올바르게는 0.4이다.

③ O
- $k = 4/\sqrt{5 \times 20} = 4/10 = 0.4$이므로 ③은 맞다.

④ X
- 0.5는 상호 인덕턴스 $4mH$를 두 자기 인덕턴스의 기하평균 $10mH$으로 나눈 값이 아니다. 틀린 표현 0.5 → 올바르게는 0.4이다.

⑤ X
- 0.6은 계산 결과보다 크다. 결합계수는 M을 $\sqrt{L_1 L_2}$로 나누어야 하므로 틀린 표현 0.6 → 올바르게는 0.4이다.

계산 결과 0.4이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 '자속이 같은 방향이 되도록 직렬 접속'이라는 조건을 보고 등가 인덕턴스 $L = L_1 + L_2 + 2M$을 먼저 떠올리게 하는 데 있다. 결합계수를 묻는 문제에서는 직렬 합성 인덕턴스가 아니라 $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$를 바로 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

상호 인덕턴스 M과 두 자기 인덕턴스 L_1, L_2가 주어지고 결합계수를 물으면 $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$를 사용한다. 직렬 접속 방향 조건은 등가 인덕턴스를 묻는 경우에만 $+2M$ 또는 $-2M$ 판단에 사용된다.

암기 포인트

결합계수는 $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$이고 단위가 없는 값이다. 같은 방향 직렬은 등가 인덕턴스, 결합계수는 상호 인덕턴스와 기하평균의 비로 구분한다.

NoteBase

문 12. 점전하 Q[C]를 중심으로 하는 반지름 R[m]인 구체의 구면상을 통과하여 나오는 전기력선의 총수[개]는? (단, ε_0는 진공에서의 유전율이다.)

① $\frac{Q}{\varepsilon_0}$
② $\frac{\varepsilon_0}{Q}$
③ $Q^2\varepsilon_0$
④ $Q\varepsilon_0$
⑤ $\frac{\varepsilon_0}{Q^2}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 가우스 법칙을 이용해 점전하를 둘러싼 닫힌 구면을 통과하는 전기력선의 총수, 즉 전기선속을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 중심의 점전하 $Q[C]$, 구면 반지름 $R[m]$, 진공 유전율 ε_0
구해야 할 값: 구면 전체를 통과하여 나오는 전기력선의 총수
주의할 조건: 구면이 점전하 Q를 완전히 둘러싸므로 총 전기선속은 반지름 R에 무관하다.

사용할 공식

가우스 법칙은 다음과 같다.
$\Phi_E = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{in}}}{\varepsilon_0}$
이 공식을 쓰는 이유: 닫힌 구면 안에 포함된 전하가 Q 하나이므로, 구면을 통과하는 전체 전기력선 수는 포함 전하량을 진공 유전율로 나눈 값으로 정해진다.

계산 과정

1. 구면 내부에 포함된 전하는 $Q_{\text{in}} = Q$이다.
2. 가우스 법칙에 대입하면 $\Phi_E = Q/\varepsilon_0$이다.
3. 따라서 구면의 반지름 R이 얼마이든 구면을 통과해 나오는 전기력선의 총수는 Q/ε_0이다.

NoteBase

선지 판단

① O - 가우스 법칙에 따라 닫힌 구면을 지나는 총 전기선속은 Q/ε_0이므로 맞다.
② X - ε_0/Q는 Q/ε_0의 분자와 분모를 뒤집은 값이다. 틀린 표현 ε_0/Q → 올바르게는 Q/ε_0이다.
③ X - $Q^2\varepsilon_0$처럼 전하를 제곱하거나 유전율을 곱하지 않는다. 틀린 표현 $Q^2\varepsilon_0$ → 올바르게는 Q/ε_0이다.
④ X - $Q\varepsilon_0$는 유전율을 곱한 값이지만, 가우스 법칙에서는 유전율로 나눈다. 틀린 표현 $Q\varepsilon_0$ → 올바르게는 Q/ε_0이다.
⑤ X - ε_0/Q^2는 전하를 제곱하고 분모·분자도 반대로 둔 값이다. 틀린 표현 ε_0/Q^2 → 올바르게는 Q/ε_0이다.
계산 결과 Q/ε_0이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 구의 반지름 R에 끌려 전기장의 세기 공식 $E = Q/(4\pi\varepsilon_0 R^2)$만 떠올리는 것이다. 전기장은 R에 따라 달라지지만, 구면 전체에 대한 전기선속은 $E \cdot 4\pi R^2$가 되어 R^2가 소거된다.

다시 나오면 이렇게 판단

닫힌 면이 전하를 완전히 감싸는 문제는 먼저 내부 전하 Q_{in}을 확인하고, 전체 전기력선 수는 $Q_{\text{in}}/\varepsilon_0$로 판단한다. 면의 모양이나 반지름은 전체 전기선속을 바꾸지 않는다.

암기 포인트

점전하를 감싼 닫힌 면의 전기력선 총수는 항상 Q/ε_0이다.

NoteBase

문 13. 자기장의 세기가 500[AT/m]인 곳에 어떤 자극을 놓았다. 이때 2×10^3[N]의 힘이 작용했다면 이 점자극의 세기[Wb]는?

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 자기장 속 점자극에 작용하는 힘의 관계식 $F = mH$를 이용해 점자극의 세기 m을 구하는 계산 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자기장의 세기 $H = 500AT/m$, 힘 $F = 2 \times 10^3 N = 2000N$이다.
구해야 할 값: 점자극의 세기 $m[Wb]$이다.
주의할 조건: 2×10^3을 2000으로 바꾸어 계산하고, 힘을 자기장의 세기로 나누어야 한다.

사용할 공식

$F = mH$
따라서
$m = \frac{F}{H}$
점자극이 자기장 안에 놓이면 점자극의 세기와 자기장의 세기의 곱만큼 힘을 받으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$m = \frac{F}{H} = \frac{2 \times 10^3}{500}$
$m = \frac{2000}{500} = 4Wb$
계산 결과 점자극의 세기는 $4Wb$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
계산 결과는 $4Wb$이므로 1은 맞지 않는다. 틀린 표현 1 → 올바르게는 4이다.

② X
$2000 \div 500 = 4$이므로 2는 맞지 않는다. 틀린 표현 2 → 올바르게는 4이다.

③ X
힘 $2 \times 10^3 N$을 자기장의 세기 $500AT/m$로 나누면 3이 아니라 4가 된다. 틀린 표현 3 → 올바르게는 4이다.

④ O
$m = F/H = 2000/500 = 4Wb$이므로 맞는 값이다.

⑤ X
5는 계산값보다 크다. 틀린 표현 5 → 올바르게는 4이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 2×10^3을 2000으로 바꾸는 과정과 $F = mH$에서 m을 구할 때 나눗셈 방향을 혼동하는 것이다. 이 문제에서는 힘을 자기장의 세기로 나누어야 하므로 $2000 \div 500$을 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

점자극의 세기를 묻는 계산형 문제는 먼저 힘 F와 자기장의 세기 H를 확인한 뒤, $m = F/H$에 대입해 단위를 함께 검산한다.

암기 포인트

자기장 속 점자극의 힘은 $F = mH$, 점자극의 세기는 $m = F/H$이다.

NoteBase

문 14. 회로에서 코일에 5[A]를 인가했을 때 저장되는 에너지가 1.25[J]이다. 이때 코일의 인덕턴스[mH]는?

① 80

② 90

③ 100

④ 110

⑤ 120

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 코일에 저장되는 에너지 공식 $W = \frac{1}{2}LI^2$를 이용해 인덕턴스 L을 구하고, H를 mH로 변환하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류 $I = 5A$, 저장 에너지 $W = 1.25J$

구해야 할 값: 코일의 인덕턴스 L $[mH]$

주의할 조건: 공식에서 구한 L의 기본 단위는 H이므로 마지막에 $1H = 1000mH$로 변환해야 한다.

사용할 공식

코일에 저장되는 자기 에너지는 다음과 같다.

$W = \frac{1}{2}LI^2$

코일의 저장 에너지와 전류가 주어져 있으므로, 이 식을 L에 대해 정리해 인덕턴스를 구한다.

$L = \frac{2W}{I^2}$

계산 과정

$L = \frac{2W}{I^2} = \frac{2 \times 1.25}{5^2}$

$L = \frac{2.5}{25} = 0.1H$

H를 mH로 바꾸면 다음과 같다.

$0.1H = 0.1 \times 1000mH = 100mH$

따라서 코일의 인덕턴스는 $100mH$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- $80mH = 0.08H$이면 저장 에너지는 $\frac{1}{2} \times 0.08 \times 5^2 = 1.0J$가 되어 문제의 $1.25J$와 맞지 않는다. 틀린 표현 $80mH \rightarrow$ 올바르게는 $100mH$이다.

② X
- $90mH = 0.09H$이면 저장 에너지는 $\frac{1}{2} \times 0.09 \times 5^2 = 1.125J$가 되어 문제의 $1.25J$보다 작다. 틀린 표현 $90mH \rightarrow$ 올바르게는 $100mH$이다.

③ O
- 계산 결과 $L = 0.1H = 100mH$이므로 문제의 조건과 일치한다.

④ X
- $110mH = 0.11H$이면 저장 에너지는 $\frac{1}{2} \times 0.11 \times 5^2 = 1.375J$가 되어 문제의 $1.25J$보다 크다. 틀린 표현 $110mH \rightarrow$ 올바르게는 $100mH$이다.

⑤ X
- $120mH = 0.12H$이면 저장 에너지는 $\frac{1}{2} \times 0.12 \times 5^2 = 1.5J$가 되어 문제의 $1.25J$와 맞지 않는다. 틀린 표현 $120mH \rightarrow$ 올바르게는 $100mH$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $W = \frac{1}{2}LI^2$에서 $\frac{1}{2}$를 빠뜨리거나, I^2 대신 I로 나누는 실수이다. 또한 계산 결과 $0.1H$를 그대로 보고 0.1로 판단하면 안 되고, 문제의 단위가 mH이므로 $100mH$로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

코일의 저장 에너지가 주어지면 먼저 $W = \frac{1}{2}LI^2$를 떠올리고, 구하는 값이 인덕턴스이면 $L = \frac{2W}{I^2}$로 정리한다. 마지막에는 답의 요구 단위가 H인지 mH인지 확인한다.

암기 포인트

코일 에너지 공식은 $W = \frac{1}{2}LI^2$, 커패시터 에너지 공식은 $W = \frac{1}{2}CV^2$이다. 코일은 전류 I, 커패시터는 전압 V와 연결해 기억한다.

NoteBase

문 15. 회로에서 피상전력이 10[kVA]인 부하의 역률이 0.8이라면 무효전력[Var]은?

① 600
② 800
③ 6,000
④ 8,000
⑤ 13,200

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 피상전력 S, 유효전력 P, 무효전력 Q, 역률 $\cos\theta$의 관계를 이용해 무효전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 피상전력 $S = 10kVA = 10,000VA$, 역률 $\cos\theta = 0.8$이다.
구해야 할 값: 무효전력 Q이다.
주의할 조건: 보기의 단위가 Var이므로 kVA를 VA 기준으로 환산해 계산한다.

사용할 공식

전력 삼각형에서 $S^2 = P^2 + Q^2$이고, 역률은 $\cos\theta = P/S$이다.
따라서 $Q = S\sin\theta$, $\sin\theta = \sqrt{1-\cos^2\theta}$를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유는 피상전력과 역률이 주어졌을 때 무효전력은 전력 삼각형의 수직 성분으로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 역률에서 사인 값을 구한다.
$\sin\theta = \sqrt{1-0.8^2} = \sqrt{0.36} = 0.6$
2. 피상전력을 VA로 바꾼다.
$10kVA = 10,000VA$
3. 무효전력을 계산한다.
$Q = S\sin\theta = 10,000 \times 0.6 = 6,000Var$
계산 결과 무효전력은 $6,000Var$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 600Var는 계산 결과 6, 000Var와 다르다. 틀린 표현은 "600"이고, 올바르게는 "6,000"이다. 10kVA를 10, 000VA로 환산하는 과정에서 한 자리 작게 계산하면 나올 수 있는 값이다.

② X
- 800Var는 10, 000 × 0.8을 1,000 단위처럼 잘못 다루거나 역률 자체를 무효전력으로 착각한 값이다. 틀린 표현은 "800"이고, 올바르게는 "6,000"이다.

③ O
- $Q = 10, 000 \times 0.6 = 6, 000Var$이므로 맞는 값이다.

④ X
- 8,000은 $P = S\cos\theta = 10, 000 \times 0.8 = 8, 000W$로 구한 유효전력 값이다. 틀린 표현은 "8,000"이고, 올바르게는 무효전력 "6,000"이다.

⑤ X
- 13,200은 전력 삼각형 공식으로 구한 무효전력 값이 아니다. 틀린 표현은 "13,200"이고, 올바르게는 "6,000"이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 역률 0.8을 그대로 무효전력에 곱하거나, $S\cos\theta$로 유효전력 8, 000W을 구해 놓고 무효전력으로 착각하게 하는 것이다. 무효전력은 $\cos\theta$가 아니라 $\sin\theta$ 성분으로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

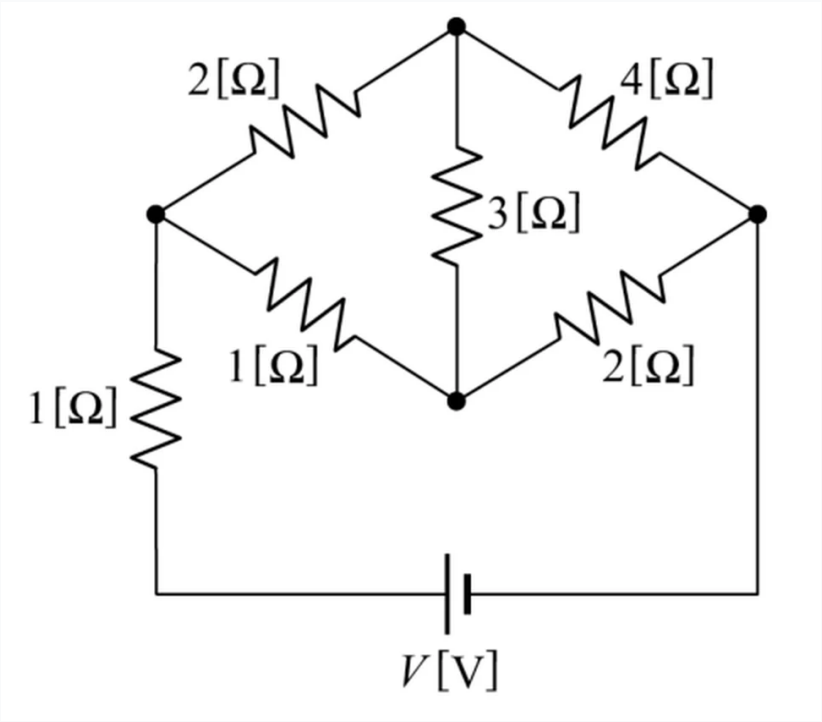
피상전력과 역률이 주어지고 무효전력을 묻는 문제는 $\cos\theta$로 유효전력을 먼저 떠올린 뒤, $\sin\theta = \sqrt{1 - \cos^2\theta}$를 구해 $Q = S\sin\theta$로 판단한다. 마지막에는 kVA를 VA로 환산했는지 확인한다.

암기 포인트

역률 0.8이면 $\sin\theta = 0.6$이다. 전력 삼각형에서 $P = S\cos\theta$, $Q = S\sin\theta$로 구분한다.

NoteBase

문 16. 다음과 같은 회로에서 소모되는 전체 전력이 27[W]일 때, 직류전원의 전압 V[V]는?



① 2
② 4
③ 8
④ 9
⑤ 12

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 회로의 등가저항을 구한 뒤 전체 소비전력 공식 $P = V^2/R$을 이용해 직류전원의 전압 V를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전체 소비전력 $P = 27W$
구해야 할 값: 직류전원 전압 V
주의할 조건: 왼쪽 아래의 1Ω 저항은 내부 브리지망과 직렬로 연결되어 있으므로, 먼저 브리지망의 등가저항을 구한 뒤 더해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

전체 회로에서 저항성 부하의 소비전력은 $P = V^2/R_{eq}$이다.
따라서 $V = \sqrt{PR_{eq}}$를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 전체 소비전력 P가 주어지고 전원에서 본 전체 등가저항 R_{eq}를 회로로부터 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 내부 브리지망에서 위쪽 가지는 $2\Omega + 4\Omega = 6\Omega$, 아래쪽 가지는 $1\Omega + 2\Omega = 3\Omega$이다.
2. 전압분배 비가 위쪽은 $2 : 4 = 1 : 2$, 아래쪽은 $1 : 2 = 1 : 2$로 같으므로 중앙의 3Ω 양단 전위가 같다. 따라서 중앙 3Ω에는 전류가 흐르지 않는다.
3. 내부 브리지망의 등가저항은 6Ω와 3Ω의 병렬이다.
$R_{bridge} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega$
4. 왼쪽 아래의 1Ω 저항이 직렬로 더해지므로 전체 등가저항은 $R_{eq} = 1\Omega + 2\Omega = 3\Omega$이다.
5. $P = 27W$이므로
$V = \sqrt{PR_{eq}} = \sqrt{27 \times 3} = \sqrt{81} = 9V$
계산 결과 전압은 $9V$이다.

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $9V$이므로 $2V$는 맞지 않는다. 틀린 표현 2 → 올바르게는 9이다.

② X
- 전체 등가저항 3Ω와 $P = 27W$를 적용하면 $V = 9V$이다. 틀린 표현 4 → 올바르게는 9이다.

③ X
- $8V$라면 소비전력은 $P = 8^2/3 = 64/3W$가 되어 $27W$가 아니다. 틀린 표현 8 → 올바르게는 9이다.

④ O
- 내부 브리지망은 2Ω이고, 직렬 1Ω을 더하면 전체 등가저항은 3Ω이다. 따라서 $V = \sqrt{27 \times 3} = 9V$이므로 ④가 옳다.

⑤ X
- $12V$라면 소비전력은 $P = 12^2/3 = 48W$가 되어 주어진 $27W$와 다르다. 틀린 표현 12 → 올바르게는 9이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 중앙의 3Ω 저항을 무조건 합성에 포함시키는 것이다. 위쪽과 아래쪽 전압분배 비가 모두 1 : 2로 같으므로 중앙 저항 양단 전위차가 0이고, 이 저항에는 전류가 흐르지 않는다. 또한 왼쪽 아래의 1Ω 저항을 내부 브리지망과 병렬로 착각하면 전체 등가저항을 잘못 구하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

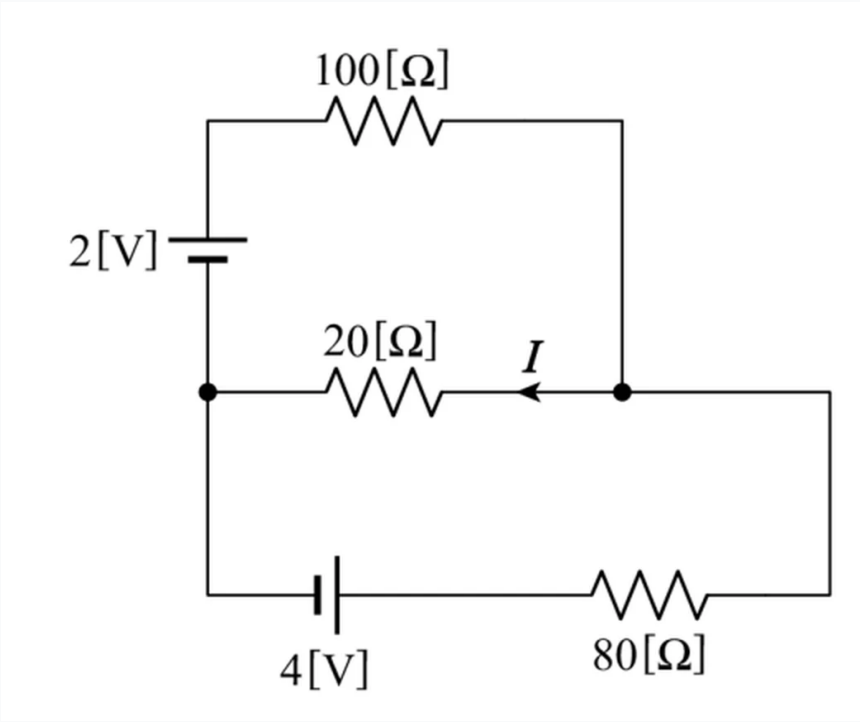
브리지 회로에서는 먼저 양쪽 전압분배 비를 비교한다. 비가 같으면 가운데 연결 저항에는 전류가 흐르지 않는 것으로 보고 제거한 뒤, 남은 직렬·병렬 합성을 한다. 마지막에는 반드시 전체 등가저항에 대해 $P = V^2/R$을 적용한다.

암기 포인트

균형 브리지에서는 가운데 저항 전류가 0이다. 전력과 등가저항이 주어지면 $V = \sqrt{PR}$이다.

NoteBase

문 17. 다음과 같은 회로에서 저항 20[Ω]에 흐르는 전류 I[A]는?



① $\frac{3}{145}$
② $\frac{7}{145}$
③ $\frac{11}{145}$
④ $\frac{9}{290}$
⑤ $\frac{13}{290}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전압원이 포함된 병렬 회로에서 노드전압법과 옴의 법칙을 이용해 20Ω 저항의 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

왼쪽 가운데 노드를 기준 전위 $0V$, 오른쪽 노드 전압을 V로 둔다.
$2V$ 전원은 위쪽 긴 선이 +이므로 위쪽 100Ω 가지의 왼쪽 노드는 $2V$이다.
$4V$ 전원은 오른쪽 긴 선이 +이므로 아래쪽 80Ω 가지의 전원 오른쪽 노드는 $4V$이다.
구해야 할 전류 I는 그림의 화살표 방향, 즉 오른쪽 노드에서 왼쪽 기준 노드로 흐르는 20Ω 저항 전류이다.

NoteBase

사용할 공식

오른쪽 노드에서 키르히호프 전류법칙을 적용한다.

$\frac{V-2}{100}+\frac{V-0}{20}+\frac{V-4}{80}=0$

각 항은 오른쪽 노드에서 세 가지 가지로 나가는 전류이다. 전압원이 포함되어 있으므로 전원 극성을 먼저 반영한 뒤 저항 양단 전압을 저항값으로 나누어야 한다.

계산 과정

$\frac{V-2}{100}+\frac{V}{20}+\frac{V-4}{80}=0$

분모의 최소공배수 400을 곱하면

$4(V-2)+20V+5(V-4)=0$

$29V-28=0,\quad V=\frac{28}{29}V$

따라서 20Ω 저항에 화살표 방향으로 흐르는 전류는

$I=\frac{V}{20}=\frac{1}{20}\cdot\frac{28}{29}=\frac{7}{145}A$

이다.

선지 판단

① X: $\frac{3}{145}A$는 계산 결과 $\frac{7}{145}A$와 다르다. 틀린 표현 $\frac{3}{145}$ → 올바르게는 $\frac{7}{145}$이다. 이는 $2V$ 전원의 극성을 반대로 두면 나오기 쉬운 값이다.

② O: 노드전압법으로 오른쪽 노드 전압이 $\frac{28}{29}V$이고, $I=\frac{V}{20}=\frac{7}{145}A$이므로 맞다.

③ X: $\frac{11}{145}A$는 실제 전류보다 크다. 틀린 표현 $\frac{11}{145}$ → 올바르게는 $\frac{7}{145}$이다. 전원 전압을 모두 전류를 증가시키는 방향으로 더하면 생길 수 있는 과대값이다.

④ X: $\frac{9}{290}A$는 계산 결과 $\frac{7}{145}A=\frac{14}{290}A$와 다르다. 틀린 표현 $\frac{9}{290}$ → 올바르게는 $\frac{14}{290}$이다.

⑤ X: $\frac{13}{290}A$는 계산 결과 $\frac{14}{290}A$와 다르다. 틀린 표현 $\frac{13}{290}$ → 올바르게는 $\frac{14}{290}$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전압원 극성이다. 왼쪽 $2V$ 전원은 위쪽이 +, 아래 $4V$ 전원은 오른쪽이 +인데, 이를 반대로 읽거나 가운데 20Ω 저항의 전류 방향을 왼쪽에서 오른쪽으로 잡으면 보기 ①, ④, ⑤ 같은 값으로 흔들릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압원이 들어 있는 여러 가지 회로는 기준 노드를 먼저 잡고, 전원의 긴 선이 +인 방향으로 각 가지의 고정 전위를 정한 뒤, 미지 노드에 KCL을 적용한다. 마지막에는 문제의 화살표 방향과 계산한 전류 방향이 같은지 확인한다.

암기 포인트

전압원 포함 노드전압 문제는 '극성 확정 → KCL → 화살표 방향 확인' 순서로 정리한다.

문 18. 저항이 연결된 회로에 관한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 직렬회로에서 단위시간당 전원을 통해 흐르는 전자의 수와 직렬회로의 다른 부분을 통해 흐르는 전자의 수는 동일하다.

② 일정한 값의 전압원을 갖는 회로에서 저항값이 변하지 않는 한 직렬회로의 전류는 일정한 값을 갖는다.

③ 직렬회로에서 회로의 저항에 걸리는 전압과 전체 전압과의 관계는 그 저항과 전체 저항과의 관계와 같다.

④ 동일한 값을 가지는 2개의 저항을 병렬로 연결할 경우 회로에 흐르는 전체 전류는 저항이 1개일 때의 2배가 된다.

⑤ 병렬로 연결된 전체 등가저항은 회로 내 개별 저항의 저항값보다 크다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 저항의 직렬 연결과 병렬 연결에서 전류, 전압, 등가저항의 기본 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

직렬회로: 저항들이 한 줄로 이어져 전류가 갈라지지 않는 회로이다. 전류는 각 부분에서 같고, 전압은 저항값에 비례하여 나뉜다.
병렬회로: 저항들이 같은 두 단자 사이에 나란히 연결된 회로이다. 각 가지의 전압은 같고, 등가저항은 개별 저항보다 작아진다.
등가저항: 여러 저항을 하나의 저항으로 바꾸어도 전원에서 본 전류 효과가 같게 만드는 저항값이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
직렬회로에서는 전류가 흐를 경로가 하나뿐이므로 단위시간당 어느 단면을 지나는 전자의 수가 모두 같다. 따라서 전원을 통과하는 전자의 수와 회로의 다른 부분을 통과하는 전자의 수는 동일하다.

② O
전압원이 일정하고 저항값도 변하지 않으면 옴의 법칙 $I = V/R$에 따라 직렬회로의 전류도 일정하다. 전압 또는 전체 저항이 바뀌지 않는 한 전류가 달라지지 않는다.

③ O
직렬회로에서는 같은 전류가 각 저항을 흐르므로 각 저항에 걸리는 전압은 저항값에 비례한다. 따라서 $V_i/V_T = R_i/R_T$의 관계가 성립한다.

④ O
동일한 저항 2개를 병렬로 연결하면 등가저항은 한 개 저항의 절반이 된다. 같은 전압을 걸면 $I = V/R$에 따라 전체 전류는 저항 1개일 때의 2배가 된다.

⑤ X
틀린 부분은 "전체 등가저항은 회로 내 개별 저항의 저항값보다 크다"이다. 병렬회로의 등가저항은 전류가 흐르는 경로가 늘어나므로 개별 저항보다 작아진다. 올바르게는 "병렬로 연결된 전체 등가저항은 회로 내 개별 저항의 저항값보다 작다"이다.

오답 포인트

⑤는 병렬 연결의 전류 증가 효과를 반대로 말한 선지이다. 병렬 연결은 가지가 늘어 전류가 더 쉽게 흐르므로 전체 저항이 커지는 것이 아니라 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬은 전류가 같고 전압이 저항비로 나뉜다. 병렬은 전압이 같고 가지가 늘수록 등가저항이 작아진다. 저항 2개가 같은 값이면 직렬 등가저항은 2배, 병렬 등가저항은 절반으로 판단한다.

암기 포인트

직렬은 전류 동일, 병렬은 전압 동일이다. 병렬 등가저항은 항상 가장 작은 개별 저항보다도 작다.

NoteBase

문 19. 2개의 자기 인덕턴스를 직렬로 접속하여 합성 인덕턴스를 측정하였더니 95[mH]이었다. 한 쪽 인덕턴스를 반대로 접속하여 측정하였더니 합성 인덕턴스가 15[mH]이었다. 이때 두 코일의 상호 인덕턴스 [mH]는?

① 20
② 35
③ 50
④ 60
⑤ 120

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 두 자기 인덕턴스의 직렬 가동 접속과 직렬 차동 접속 합성 인덕턴스 식을 이용해 상호 인덕턴스 M을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 직렬로 같은 방향 접속한 합성 인덕턴스는 $95mH$이다.
주어진 값: 한쪽 인덕턴스를 반대로 접속한 합성 인덕턴스는 $15mH$이다.
구해야 할 값: 두 코일의 상호 인덕턴스 M이다.
주의할 조건: 반대로 접속하면 상호 인덕턴스 항의 부호가 바뀐다.

사용할 공식

직렬 가동 접속의 합성 인덕턴스는 $L_a = L_1 + L_2 + 2M$이다.
직렬 차동 접속의 합성 인덕턴스는 $L_o = L_1 + L_2 - 2M$이다.
같은 두 코일을 방향만 바꾸어 측정했으므로 두 측정값의 차이는 자기 인덕턴스 합 $L_1 + L_2$가 아니라 상호 인덕턴스 항 $4M$만 남긴다.

계산 과정

$95 = (L_1 + L_2) + 2M$
$15 = (L_1 + L_2) - 2M$
두 식을 빼면 $L_1 + L_2$가 소거된다.
$95 - 15 = 4M$
$80 = 4M$
$M = 20mH$
따라서 상호 인덕턴스는 $20mH$이다.

NoteBase

선지 판단

① O: 계산 결과 상호 인덕턴스가 $20mH$이므로 옳다.
② X: $35mH$가 아니라 $20mH$이다. 틀린 표현은 35이고, 올바르게는 20이다.
③ X: $50mH$가 아니라 $20mH$이다. 두 합성 인덕턴스의 합이나 평균으로 판단하면 안 된다. 틀린 표현은 50이고, 올바르게는 20이다.
④ X: $60mH$가 아니라 $20mH$이다. 접속 방향 변화로 생기는 차이는 $2M$이 아니라 $4M$이다. 틀린 표현은 60이고, 올바르게는 20이다.
⑤ X: $120mH$가 아니라 $20mH$이다. 두 측정값을 단순히 더하거나 상호 인덕턴스 항의 부호 변화를 무시한 값이 아니다. 틀린 표현은 120이고, 올바르게는 20이다.
계산 결과 $20mH$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 반대 접속에서 상호 인덕턴스 항의 부호가 바뀐다는 점이다. 가동 접속과 차동 접속의 차이는 $(L_1 + L_2 + 2M) - (L_1 + L_2 - 2M) = 4M$이므로, 차이 $80mH$를 2가 아니라 4로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

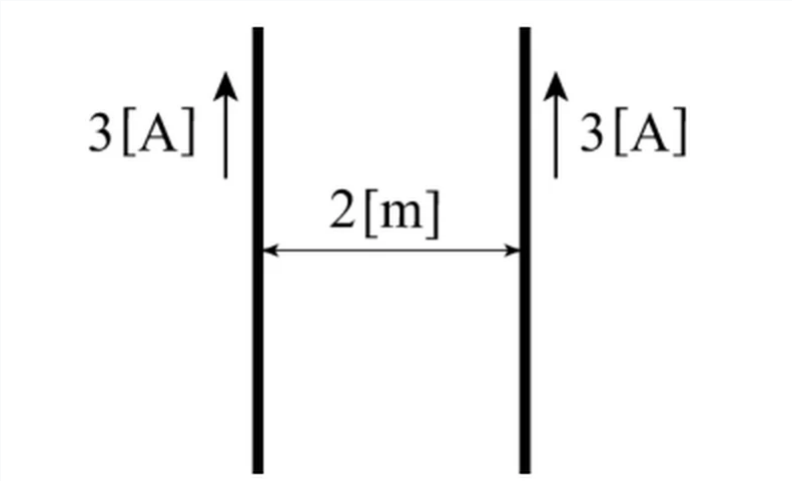
두 코일의 직렬 합성 인덕턴스를 방향만 바꾸어 준 경우에는 큰 값과 작은 값의 차이를 먼저 구하고, 그 차이를 4로 나누어 상호 인덕턴스 M을 판단한다.

암기 포인트

직렬 가동은 $+2M$, 직렬 차동은 $-2M$, 두 측정값의 차이는 $4M$이다.

NoteBase

문 20. 다음과 같이 2[m]의 거리를 두고 평행하게 놓인 두 도선에 각각 3[A]의 전류가 같은 방향으로 흐른다. 이때 평행도선에 의한 단위 길이당 작용하는 힘의 크기[N/m]와 종류는? (단, 진공의 투자율 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$[H/m]이다.)



① 힘의 크기[N/m]: 4.5×10^{-7}, 힘의 종류: 흡인력

② 힘의 크기[N/m]: 4.5×10^{-7}, 힘의 종류: 반발력

③ 힘의 크기[N/m]: 9×10^{-7}, 힘의 종류: 흡인력

④ 힘의 크기[N/m]: 9×10^{-7}, 힘의 종류: 반발력

⑤ 힘의 크기[N/m]: 0, 힘의 종류: 힘이 작용하지 않는다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평행한 두 직선 도선 사이의 단위 길이당 자기력을 구하고, 전류 방향에 따른 힘의 종류를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 도선 사이의 거리 $d = 2m$, 각 도선의 전류 $I_1 = I_2 = 3A$, 진공의 투자율 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$ 이다.
구해야 할 값: 평행도선에 의한 단위 길이당 힘의 크기 F/L와 힘의 종류이다.
주의할 조건: 두 도선의 전류가 같은 방향이므로 두 도선 사이에는 흡인력이 작용한다.

NoteBase

사용할 공식

평행한 두 긴 직선 도선 사이의 단위 길이당 힘은
$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$
이다.

이 공식을 쓰는 이유: 두 도선이 서로 평행하고, 각 도선에 전류가 흐르며, 도선 사이의 거리와 전류가 주어져 있으므로 평행 전류 사이의 자기력 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 공식에 값을 대입하면
$\frac{F}{L} = \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \times 3 \times 3}{2\pi \times 2}$
이다.

2. 분자와 분모를 정리하면
$\frac{F}{L} = \frac{36\pi \times 10^{-7}}{4\pi}$
이다.

3. 따라서
$\frac{F}{L} = 9 \times 10^{-7} N/m$
이다.

4. 전류 방향이 같으므로 힘의 종류는 흡인력이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 크기 $4.5 \times 10^{-7} N/m$가 틀렸고, 계산 결과는 $9 \times 10^{-7} N/m$이다. 힘의 종류 흡인력은 맞지만 크기가 절반으로 잘못 제시되었다. 틀린 표현: $4.5 \times 10^{-7} N/m$ → 올바르게는 $9 \times 10^{-7} N/m$이다.

② X
- 크기 $4.5 \times 10^{-7} N/m$도 틀리고, 같은 방향 전류인데 반발력이라고 한 점도 틀렸다. 틀린 표현: $4.5 \times 10^{-7} N/m$, 반발력 → 올바르게는 $9 \times 10^{-7} N/m$, 흡인력이다.

③ O
- 계산 결과가 $9 \times 10^{-7} N/m$이고, 두 도선의 전류 방향이 같으므로 서로 끌어당기는 흡인력이 작용한다. 크기와 힘의 종류가 모두 맞다.

④ X
- 크기 $9 \times 10^{-7} N/m$는 맞지만, 같은 방향 전류 사이의 힘을 반발력이라고 한 점이 틀렸다. 틀린 표현: 반발력 → 올바르게는 흡인력이다.

⑤ X
- 평행 도선에 전류가 흐르면 자기장이 생기고 서로 자기력을 받으므로 힘이 0이 아니다. 틀린 표현: 힘이 작용하지 않는다 → 올바르게는 $9 \times 10^{-7} N/m$의 흡인력이 작용한다.

계산 결과와 힘의 방향을 함께 만족하는 선지는 ③이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 크기 계산과 힘의 종류를 따로 틀리게 섞은 것이다. $2\pi d$의 $d = 2m$를 빠뜨리거나 분모를 잘못 처리하면 $4.5 \times 10^{-7} N/m$ 같은 오답을 고를 수 있고, 같은 방향 전류는 반발력이 아니라 흡인력이라는 점을 놓치면 ④를 고를 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

평행 도선 문제는 먼저 $F/L = \mu_0 I_1 I_2/(2\pi d)$로 단위 길이당 힘의 크기를 계산하고, 마지막에 전류 방향을 확인한다. 같은 방향 전류는 흡인력, 반대 방향 전류는 반발력으로 판단한다.

암기 포인트

평행 전류는 같은 방향이면 끌어당기고, 반대 방향이면 밀어낸다. 단위 길이당 힘의 공식은 $F/L = \mu_0 I_1 I_2/(2\pi d)$이다.

NoteBase

문 21. 연산증폭기 회로에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 이상적인 연산증폭기는 입력저항이 무한대이고 출력저항은 0이다.

② 이상적인 연산증폭기에서 2개의 입력단자에 각각 흐르는 전류는 0이다.

③ 연산증폭기 회로에서 출력단자와 반전단자를 연결하면 전압추종기(voltage follower)로 동작한다.

④ 연산증폭기 회로에서 저항을 사용하여 출력단자를 비반전단자에 연결하는 것을 부궤환(negative feedback)이라 한다.

⑤ 이상적인 연산증폭기는 무한대의 대역폭을 갖는다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 연산증폭기의 기본 가정과 부궤환, 전압추종기 연결을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

이상적인 연산증폭기: 입력저항은 무한대, 출력저항은 0, 입력단자 전류는 0, 개방루프 전압이득은 무한대라고 보는 모델이다.
부궤환: 출력 신호의 일부를 반전단자에 되돌려 증폭기의 동작을 안정시키는 되먹임이다.
전압추종기: 출력단자와 반전단자를 직접 연결하여 출력전압이 입력전압을 따라가게 하는 회로이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 이상적인 연산증폭기는 입력단자가 회로에서 전류를 거의 끌어가지 않는다고 보므로 입력저항을 무한대로 둔다. 또한 출력단자 전압이 부하에 의해 변하지 않는다고 보므로 출력저항은 0으로 둔다.

② O
- 입력저항이 무한대라는 이상 조건 때문에 두 입력단자에 흐르는 전류는 각각 0으로 본다.

③ O
- 출력단자를 반전단자에 직접 연결하면 출력전압이 입력전압을 따라가는 전압추종기 전압 follower로 동작한다. 이는 부궤환의 대표적인 연결이다.

④ X
- 틀린 표현은 "비반전단자에 연결"이다. 부궤환은 출력 신호를 반전단자에 되돌리는 연결이고, 출력 신호를 비반전단자 쪽으로 되돌리면 일반적으로 정궤환이 된다. 올바르게는 "저항 등을 사용하여 출력단자를 반전단자에 연결하는 것을 부궤환이라 한다"이다.

⑤ O
- 이상적인 연산증폭기는 개방루프 상태의 대역폭은 실제 소자와 달리 이상화하여 무한대로 보는 조건을 사용한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 ④의 "비반전단자"이다. 부궤환은 이름만 보고 되먹임이 있다는 점만 판단하면 안 되고, 출력이 어느 입력단자로 돌아가는지까지 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연산증폭기 기본 문항에서는 먼저 이상 조건을 확인한다. 입력저항 무한대, 입력전류 0, 출력저항 0, 개방루프 이득 무한대는 맞는 설명이다. 되먹임 문항에서는 출력이 반전단자로 돌아가면 부궤환, 비반전단자로 돌아가면 정궤환으로 판단한다.

암기 포인트

이상 OP AMP는 입력은 안 먹고, 출력은 강하게 밀며, 부궤환은 반전단자로 돌아간다.

NoteBase

문 22. 두 극판 사이에 폴리스타이렌(polystyrene, 비유전율 $\varepsilon_r = 2.5$)이 채워져 있는 평행평판 커패시터에 10[kV/m]의 전기장을 인가했다. 이때의 전속밀도[nC/m^2]는? (단, 진공에서의 유전율 $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$[F/m]이다.)

① 182.25

② 201.25

③ 221.25

④ 242.25

⑤ 250.25

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평행판 커패시터의 유전체 내부에서 전속밀도 D가 $D = \varepsilon E = \varepsilon_0 \varepsilon_r E$로 정해진다는 점을 이용해 전속밀도 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 폴리스타이렌의 비유전율 $\varepsilon_r = 2.5$, 전기장 $E = 10kV/m$, 진공 유전율 $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} F/m$이다.
구해야 할 값: 전속밀도 D를 nC/m^2 단위로 구한다.
주의할 조건: $10kV/m = 10,000V/m = 10^4 V/m$이고, $1nC = 10^{-9} C$이다.

사용할 공식

$D = \varepsilon E = \varepsilon_0 \varepsilon_r E$
이 공식을 쓰는 이유: 유전체가 채워진 평행판 커패시터에서 전속밀도는 매질의 유전율 ε과 전기장 E의 곱으로 계산되며, 매질의 유전율은 $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$이다.

계산 과정

1. 매질의 유전율을 구한다.
$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r = (8.85 \times 10^{-12}) \times 2.5 = 22.125 \times 10^{-12} F/m$
2. 전기장 단위를 변환한다.
$10kV/m = 10^4 V/m$
3. 전속밀도를 계산한다.
$D = (22.125 \times 10^{-12}) \times 10^4 = 22.125 \times 10^{-8} C/m^2$
4. nC/m^2로 바꾼다.
$22.125 \times 10^{-8} C/m^2 = 2.2125 \times 10^{-7} C/m^2 = 221.25 nC/m^2$

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $221.25nC/m^2$이므로 182.25는 맞지 않는다. 틀린 표현 182.25 → 올바르게는 221.25이다.

② X
- 전속밀도는 $\varepsilon_0\varepsilon_r E$로 계산해야 하므로 201.25가 아니라 $221.25nC/m^2$이다. 틀린 표현 201.25 → 올바르게는 221.25이다.

③ O
- $(8.85 \times 10^{-12}) \times 2.5 \times 10^4 = 2.2125 \times 10^{-7} C/m^2 = 221.25nC/m^2$이므로 맞다.

④ X
- 계산 결과 $221.25nC/m^2$와 비교하면 242.25는 과대값이다. 틀린 표현 242.25 → 올바르게는 221.25이다.

⑤ X
- 전기장과 유전율을 곱한 뒤 nC 단위로 변환하면 250.25가 아니라 $221.25nC/m^2$이다. 틀린 표현 250.25 → 올바르게는 221.25이다.

계산 결과 $221.25nC/m^2$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 kV/m를 V/m로 바꾸는 단위 변환과 C/m^2를 nC/m^2로 바꾸는 단위 변환이다. 또한 유전체가 채워져 있으므로 ε_0만 쓰지 않고 반드시 $\varepsilon_0\varepsilon_r$를 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

평행판 커패시터의 유전체 내부 전속밀도 문제는 주어진 E를 V/m로 바꾸고, $D = \varepsilon_0\varepsilon_r E$를 적용한 뒤 마지막에 C/m^2를 nC/m^2로 변환하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

유전체 전속밀도는 $D = \varepsilon E = \varepsilon_0\varepsilon_r E$이고, $1C = 10^9 nC$이다.

NoteBase

문 23. PN접합 다이오드에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 순방향 바이어스 상태에서 정격 전압 및 전류를 구할 수 있다.

② P형 쪽의 단자를 캐소드, N형 쪽의 단자를 애노드라고 한다.

③ 순방향 바이어스는 P형에 (-), N형에 (+) 전압을 인가한 것을 말한다.

④ 순방향 바이어스의 전압을 높이면 전자눈사태(Avalanche) 현상이 일어난다.

⑤ 역방향 바이어스 상태에서 다이오드 양단에 걸리는 역방향 전압은 전원전압과 같다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 PN 접합 다이오드의 단자 명칭과 순방향·역방향 바이어스의 전압 극성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

PN 접합 다이오드는 P형 쪽이 애노드, N형 쪽이 캐소드이다.
순방향 바이어스는 P형에 (+), N형에 (-)를 걸어 전류가 잘 흐르는 상태이다.
역방향 바이어스는 P형에 (-), N형에 (+)를 걸어 정상 상태에서는 전류가 거의 흐르지 않는 상태이다.
애벌랜치 현상은 큰 역방향 전압에서 항복이 일어날 때 나타나는 현상이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 "정격 전압 및 전류"이다. 순방향 바이어스 상태에서는 다이오드의 순방향 전압강하와 순방향 전류의 관계 또는 동작점을 다룰 수 있지만, 정격 전압과 정격 전류는 제조자가 정한 허용 한계값이므로 단순히 순방향 바이어스 상태에서 구하는 값이라고 할 수 없다.

② X
틀린 표현은 "P형 쪽의 단자를 캐소드, N형 쪽의 단자를 애노드"이다. 실제로는 P형 쪽 단자가 애노드이고, N형 쪽 단자가 캐소드이다.

③ X
틀린 표현은 "P형에 (-), N형에 (+) 전압"이다. 이는 역방향 바이어스이다. 순방향 바이어스는 P형에 (+), N형에 (-) 전압을 인가한 상태이다.

④ X
틀린 표현은 "순방향 바이어스의 전압을 높이면 애벌랜치 현상"이다. 애벌랜치 현상은 큰 역방향 전압이 걸려 항복이 발생할 때 나타난다. 순방향 전압을 높이면 주로 순방향 전류가 급격히 증가한다.

⑤ O
역방향 바이어스에서는 다이오드에 흐르는 전류가 매우 작으므로 외부 직렬저항 등에 생기는 전압강하도 매우 작다. 따라서 다이오드 양단에 걸리는 역방향 전압은 거의 전원전압과 같다고 볼 수 있다.

오답 포인트

③은 순방향과 역방향의 극성을 서로 바꾼 선지이고, ④는 애벌랜치 현상이 순방향에서 생긴다고 바꾼 선지이다. ②처럼 애노드와 캐소드의 위치를 바꾸는 표현도 자주 출제된다.

다시 나오면 이렇게 판단

PN 접합 다이오드는 P-Anode, N-Cathode로 먼저 고정한다. P에 (+)가 걸리면 순방향, P에 (-)가 걸리면 역방향이며, 항복과 애벌랜치는 역방향 고전압에서 판단한다.

암기 포인트

P는 애노드, N은 캐소드이다. 순방향은 P(+), N(-)이고, 역방향 항복에서 애벌랜치가 발생한다.

문 24. 3변수 논리식 $F = (A + B)BC + A$의 간소화로 옳은 것은?

① $F = A + BC$

② $F = B + AC$

③ $F = A(B + C)$

④ $F = (A + B)C$

⑤ $F = AB + C$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 불 대수의 분배법칙, 멱등법칙, 흡수법칙을 이용해 3변수 논리식 $F = (A + B)BC + A$를 간소화하는 문제이다.

조건 정리

주어진 식: $F = (A + B)BC + A$
구해야 할 값: 위 식과 동치인 가장 간소한 논리식
주의할 조건: 불 대수에서는 $BB = B$, $X + XY = X$, $X + X = X$가 성립한다.

사용할 공식

분배법칙: $(A + B)BC = ABC + BBC$
멱등법칙: $BB = B$
흡수법칙: $A + ABC = A$, $BC + ABC = BC$
이 공식을 쓰는 이유: 곱으로 묶인 $(A + B)BC$를 먼저 전개한 뒤, 중복되거나 더 강한 조건을 포함한 항을 흡수해 간소화해야 하기 때문이다.

계산 과정

$F = (A + B)BC + A$
$= ABC + BBC + A$
$= ABC + BC + A$
$= A + BC$
여기서 ABC는 A에 흡수되므로 $A + ABC = A$이고, 남는 항은 BC이다. 따라서 간소화 결과는 $F = A + BC$이다.

NoteBase

선지 판단

① O - 계산 결과가 $F = A + BC$이므로 맞는 식이다.
② X - $B + AC$는 $F = A + BC$와 다르다. 틀린 표현 $B + AC$ → 올바르게는 $A + BC$이다. 예를 들어 $A = 1, B = 0, C = 0$이면 원식은 1이지만 $B + AC$는 0이다.
③ X - $A(B + C)$는 전개하면 $AB + AC$이므로 $A + BC$와 다르다. 틀린 표현 $A(B + C)$ → 올바르게는 $A + BC$이다. A가 1이면 원식은 B, C와 관계없이 1이어야 하는데, $A(B + C)$는 $B = C = 0$일 때 0이 된다.
④ X - $(A + B)C$는 전개하면 $AC + BC$이므로 $A + BC$와 다르다. 틀린 표현 $(A + B)C$ → 올바르게는 $A + BC$이다. 이 선지는 마지막의 $+A$가 전체 식에 더해진다는 점을 반영하지 못한다.
⑤ X - $AB + C$는 $F = A + BC$와 다르다. 틀린 표현 $AB + C$ → 올바르게는 $A + BC$이다. 예를 들어 $A = 0, B = 0, C = 1$이면 원식은 0이지만 $AB + C$는 1이다.
계산 결과 $F = A + BC$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $(A + B)BC$를 전개할 때 $BBC = BC$로 정리하지 않거나, 마지막의 $+A$를 괄호 안에 포함된 것처럼 처리하는 것이다. 특히 ④는 $(A + B)C$처럼 보이지만, 원식은 그 항에 다시 $+A$가 붙어 있으므로 A가 독립적으로 살아남는다.

다시 나오면 이렇게 판단

불 대수 간소화 문제는 괄호 전개 → 멱등법칙으로 중복 변수 제거 → 흡수법칙으로 포함 항 제거 순서로 판단한다. 어떤 선지가 의심되면 A, B, C에 0과 1을 대입해 원식과 같은지 빠르게 반례를 확인할 수 있다.

암기 포인트

$X + XY = X$가 흡수법칙이다. 이 문제에서는 $A + ABC = A$가 되어 ABC가 사라지고, 최종식은 $A + BC$로 남는다.

NoteBase

문 25. 다음은 단상 유도전동기의 회전자계를 발생시키기 위한 기동방식이다. 이 중 기동 토크가 가장 큰 것은?

① 분상 기동형

② 반발 기동형

③ 콘덴서 기동형

④ 세이딩 코일형

⑤ 영구 콘덴서형

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단상 유도전동기가 자체적으로 회전자계를 만들지 못하므로 별도 기동방식으로 회전자계를 만들 때, 각 방식의 기동 토크 크기를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

분상 기동형은 주권선과 보조권선의 저항·리액턴스 차이로 위상차를 만들어 기동하는 방식이다.
반발 기동형은 정류자와 브러시를 이용한 반발 작용으로 큰 기동 토크를 얻고, 운전 중에는 유도전동기처럼 동작하는 방식이다.
콘덴서 기동형은 보조권선에 콘덴서를 직렬로 넣어 큰 위상차를 만들므로 분상형보다 기동 토크가 크다.
세이딩 코일형은 자극 일부에 단락 코일을 감아 약한 회전자계를 만드는 방식으로 기동 토크가 작다.
영구 콘덴서형은 콘덴서를 계속 접속해 운전 특성을 좋게 하는 방식이지만, 기동 전용 대용량 콘덴서 방식보다 기동 토크가 작다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 분상 기동형은 구조가 간단하지만 보조권선의 위상차가 크지 않아 기동 토크가 중간 정도이다.
- 틀린 표현은 "가장 큰 것"이다. 올바르게는 반발 기동형보다 기동 토크가 작다.

② O
- 반발 기동형은 정류자와 브러시의 반발 작용을 이용해 기동하므로 단상 유도전동기 기동방식 중 기동 토크가 매우 큰 편이다.
- 따라서 제시된 보기 중 기동 토크가 가장 큰 방식이다.

③ X
- 콘덴서 기동형은 보조권선 전류의 위상차를 크게 만들어 분상 기동형보다 큰 기동 토크를 낸다.
- 틀린 표현은 "가장 큰 것"이다. 올바르게는 큰 기동 토크를 내지만, 이 보기들 중에서는 반발 기동형이 더 크다.

④ X
- 세이딩 코일형은 구조가 간단한 소형 전동기에 쓰이며 회전자계가 약하게 형성되어 기동 토크가 작다.
- 틀린 표현은 "가장 큰 것"이다. 올바르게는 제시된 방식 중 기동 토크가 작은 편이다.

⑤ X
- 영구 콘덴서형은 콘덴서를 운전 중에도 계속 사용해 운전 특성을 개선하지만, 기동 전용으로 큰 토크를 내는 방식은 아니다.
- 틀린 표현은 "가장 큰 것"이다. 올바르게는 반발 기동형보다 기동 토크가 작다.

오답 포인트

③ 콘덴서 기동형은 분상 기동형보다 기동 토크가 커서 정답처럼 보이기 쉽다. 그러나 보기 안에 반발 기동형이 있으면 정류자·브러시의 반발 작용으로 더 큰 기동 토크를 내는 ②가 우선이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 유도전동기 기동 토크 비교에서는 세이딩 코일형은 작고, 분상형은 보통이며, 콘덴서 기동형은 크고, 반발 기동형은 매우 크다고 판단한다.

암기 포인트

기동 토크는 대체로 반발 기동형 > 콘덴서 기동형 > 분상 기동형 > 세이딩 코일형의 순서로 정리한다.

NoteBase