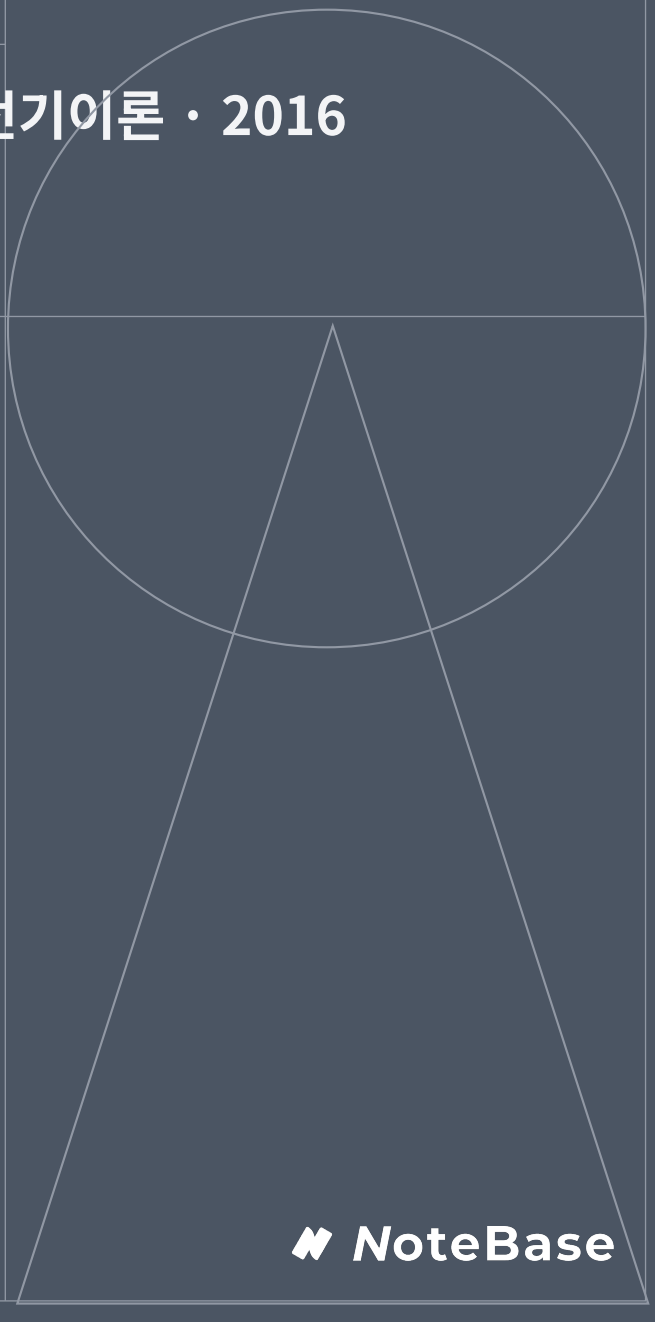
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2016

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2016

문 1. 저항기의 색깔에 의한 정격표시(KSC 0802)에서 첫째 띠의 색깔 표시와 숫자의 연결이 옳지 않은 것은?

색	숫자
① 검은색	0
② 갈색	1
③ 노랑색	5
④ 파랑색	6

정답 3번

출제 포인트

저항기의 색깔에 의한 정격표시에서 첫째 띠의 색이 나타내는 첫 번째 유효숫자를 정확히 연결하는 문제이다.

핵심 개념

저항기의 첫째 띠는 저항값의 첫 번째 유효숫자를 나타낸다. 색과 숫자의 대응은 검정 0, 갈색 1, 빨강 2, 주황 3, 노랑 4, 초록 5, 파랑 6, 보라 7, 회색 8, 흰색 9이다.

선지별 해설

① O — 검은색은 숫자 0에 대응하므로 연결이 옳다.
② O — 갈색은 숫자 1에 대응하므로 연결이 옳다.
③ X — 노랑색을 숫자 5로 연결한 부분이 틀렸다. 올바르게는 노랑색은 숫자 4에 대응한다.
④ O — 파랑색은 숫자 6에 대응하므로 연결이 옳다.

오답 포인트

③의 노랑색 5는 색 순서를 한 칸씩 밀려 외울 때 생기는 오류이다. 노랑색 다음의 초록색이 5이고, 노랑색은 4이다.

다시 나오면 이렇게 판단

검정부터 흰색까지 색 순서를 0부터 9까지 차례로 대응한 뒤, 제시된 색의 위치와 숫자를 대조한다.

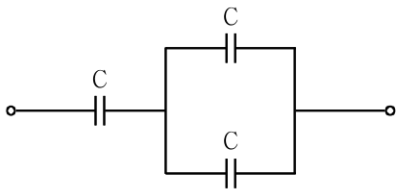
NoteBase

암기 포인트

검0-갈1-빨2-주3-노4-초5-파6-보7-회8-흰9로 연결한다.

NoteBase

문 2. 같은 용량의 3개의 콘덴서 C가 직렬로 접속되어 있는 경우의 합성 정전용량이 1[μF]일 때, 다음 회로와 같이 3개의 콘덴서 C를 직·병렬로 연결했을 때의 합성 정전용량[μF]은?



① 2
② 2.5
③ 3
④ 3.5

정답 1번

출제 포인트

같은 정전용량의 콘덴서 3개를 직렬로 연결한 조건에서 각 콘덴서의 정전용량을 구한 뒤, 직렬·병렬 혼합 회로의 합성 정전용량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 같은 정전용량 C인 콘덴서 3개의 직렬 합성 정전용량은 $1\mu F$이다.
구해야 할 값: 그림의 직렬·병렬 혼합 회로의 합성 정전용량이다.
주의할 조건: 그림의 오른쪽 위·아래 콘덴서 2개는 같은 두 노드에 연결되어 있으므로 병렬이고, 이 병렬 묶음은 왼쪽 콘덴서 1개와 직렬이다.

사용할 공식

같은 정전용량 C인 콘덴서 3개의 직렬 합성값은
$C_s = \frac{C}{3}$
이다. 병렬 연결에서는 정전용량을 더하고, 두 정전용량 C_1, C_2의 직렬 연결에서는
$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
를 사용한다. 그림의 병렬 묶음을 하나의 등가 콘덴서로 바꾼 뒤 왼쪽 콘덴서와 직렬 합성해야 하므로 이 공식들을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 처음의 직렬 조건에서 각 콘덴서의 정전용량을 구한다.

$\frac{C}{3} = 1\mu F \quad \Rightarrow \quad C = 3\mu F$

2. 그림의 오른쪽 콘덴서 2개는 병렬이므로 합성값은 다음과 같다.

$C_p = C + C = 2C = 6\mu F$

3. 왼쪽의 $3\mu F$ 콘덴서와 오른쪽의 $6\mu F$ 병렬 묶음을 직렬 합성한다.

$C_{eq} = \frac{3 \times 6}{3 + 6}\mu F = 2\mu F$

선지 판단

① O — 계산한 합성 정전용량이 $2\mu F$이므로 맞는 선지이다.

② X — $2.5\mu F$가 아니라 $2\mu F$이다. 오른쪽 두 콘덴서를 먼저 병렬 합성하여 $6\mu F$로 만든 뒤, 이를 왼쪽의 $3\mu F$와 직렬 합성해야 한다.

③ X — $3\mu F$는 각 콘덴서 하나의 정전용량이며 전체 회로의 합성값이 아니다. 전체 합성 정전용량은 $2\mu F$이다.

④ X — $3.5\mu F$가 아니라 $2\mu F$이다. 직렬 연결에서는 합성 정전용량이 가장 작은 개별 정전용량인 $3\mu F$보다 작아야 하므로 $3.5\mu F$가 될 수 없다.

계산 결과가 $2\mu F$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

처음 조건의 $1\mu F$를 각 콘덴서의 정전용량으로 오해하면 안 된다. 같은 콘덴서 3개의 직렬 합성값이 $1\mu F$이므로 각 콘덴서는 $3\mu F$이다. 또한 그림에서는 오른쪽 두 콘덴서가 병렬이고 그 묶음이 왼쪽 콘덴서와 직렬이라는 연결 구조를 먼저 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

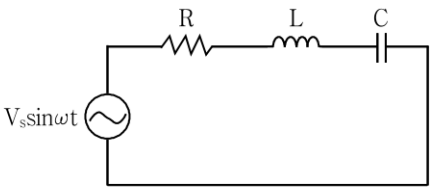
같은 콘덴서의 직렬 조건에서 먼저 개별 정전용량을 역산하고, 회로에서 같은 두 노드에 연결된 콘덴서를 병렬 합성한 뒤 남은 직렬 부분을 계산한다. 마지막에는 직렬 합성값이 직렬 구성 요소 중 가장 작은 정전용량보다 작은지 검산한다.

암기 포인트

같은 콘덴서 n개의 직렬 합성은 C/n, 병렬 합성은 nC이다.

NoteBase

문 3. 다음 R−L−C 직렬 회로의 직렬 공진 조건으로 옳은 것은?



① $\omega^2LC=1$

② $\omega LC=1$

③ $\omega^2RC=L$

④ $\omega RC=L$

정답 1번

출제 포인트

직렬 R-L-C 회로에서 역률이 1이 되는 직렬공진 조건을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 저항 R, 인덕턴스 L, 커패시턴스 C가 직렬로 연결되어 있다.
구해야 할 조건: 전압과 전류의 위상차가 0이 되어 역률이 1이 되는 조건이다.
주의할 조건: 저항 R의 크기가 아니라 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스의 상쇄 여부가 역률을 결정한다.

사용할 공식

직렬 R-L-C 회로의 임피던스는
$Z=R+j\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)$
이다. 역률이 1이 되려면 임피던스의 허수부가 0이어야 하므로 $X_L=X_C$, 즉 $\omega L=1/(\omega C)$를 사용한다.

계산 과정

1. 역률이 1이 되는 조건을 세우면 $\omega L=\frac{1}{\omega C}$이다.
2. 양변에 ωC를 곱하면 $\omega^2LC=1$이다.
3. 따라서 직렬공진 조건과 일치하는 선지는 ①이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $\omega^2 LC = 1$은 $\omega L = 1/(\omega C)$에서 바로 얻는 직렬공진 조건이므로 역률이 1이 된다.

② X — $\omega LC = 1$은 각주파수 ω가 한 번만 곱해져 있어 공진 조건이 아니다. 올바르게는 $\omega^2 LC = 1$이다.

③ X — $\omega^2 RC = L$은 저항 R을 포함하므로 리액턴스 상쇄 조건이 아니다. 올바르게는 R과 무관한 $\omega^2 LC = 1$이다.

④ X — $\omega RC = L$도 저항 R을 포함하며 유도성·용량성 리액턴스가 같다는 식이 아니다. 올바르게는 $\omega^2 LC = 1$이다.

오답 포인트

②처럼 ω의 제곱을 빠뜨리거나, ③·④처럼 역률 조건에 저항 R을 끼워 넣기 쉽다. 직렬회로의 역률이 1이 되는지는 임피던스 허수부 $\omega L - 1/(\omega C)$가 0인지로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 R-L-C 회로의 역률 1 조건은 먼저 $X_L = X_C$를 세운 뒤 $\omega L = 1/(\omega C)$, $\omega^2 LC = 1$의 순서로 정리한다.

암기 포인트

직렬공진에서는 $X_L = X_C$, $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$, 역률은 1이다.

NoteBase

문 4. 다음 중 정전기현상을 활용한 제품은?

① 전기밥솥

② 전기다리미

③ 전자레인지

④ 복사기

정답 4번

출제 포인트

정전기력으로 대전된 물체 사이에 작용하는 인력·척력을 이용한 제품을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

정전기 현상은 전하가 한곳에 머물러 대전된 물체 사이에 전기력이 작용하는 현상이다. 복사기는 감광체에 만든 정전기적 잠상에 토너를 끌어당겨 화상을 형성한다.

선지별 해설

① X — 전기밥솥은 정전기 현상이 아니라 전열선의 저항에서 발생하는 줄열로 밥을 가열한다. 올바르게는 전기밥솥은 전류의 열작용을 이용한 제품이다.
② X — 전기다리미는 정전기 현상이 아니라 전열선에서 생기는 줄열로 바닥판을 가열한다. 올바르게는 전기다리미는 전류의 열작용을 이용한 제품이다.
③ X — 전자레인지는 정전기 현상이 아니라 마이크로파에 의한 유전 가열로 음식물을 데운다. 올바르게는 전자레인지는 고주파 전자기파를 이용한 제품이다.
④ O — 복사기는 감광체를 대전한 뒤 정전기력으로 토너를 필요한 부분에 부착하여 화상을 만든다. 따라서 정전기 현상을 활용한 제품이다.

오답 포인트

네 제품이 모두 전기를 사용한다는 점 때문에 혼동하기 쉽다. 그러나 전기를 사용한다는 사실과 정전기 현상을 이용한다는 사실은 다르며, 전기밥솥·전기다리미는 열작용, 전자레인지는 마이크로파, 복사기는 정전기력을 이용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

제품이 전하를 띠게 한 뒤 먼지·토너 같은 입자를 끌어당기거나 밀어내는지를 확인한다. 대전과 전기력이 작동 원리의 핵심이면 정전기 응용 제품으로 판단한다.

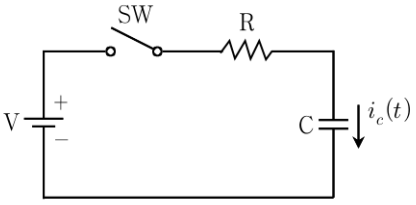
NoteBase

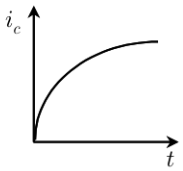
암기 포인트

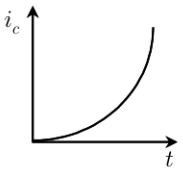
밥솥·다리미는 줄열, 전자레인지는 마이크로파, 복사기는 정전기이다.

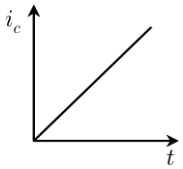
NoteBase

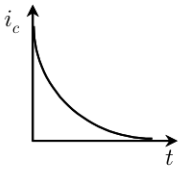
문 5. 다음 R-C 직렬 회로에서 $t = 0$의 시점에 스위치 SW를 닫은 후, 회로에 흐르는 전류 $i_c(t)$[A]의 파형은? (단, 콘덴서 C의 초기 충전 전하량은 0이다)



① 

② 

③ 

④ 

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RC 회로에 직류전압을 인가했을 때 콘덴서 충전전류의 초기값과 시간에 따른 지수감쇠 파형을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 스위치는 $t = 0$에 닫히고, 콘덴서의 초기 충전 전하량은 0이므로 $v_C(0^-) = 0$이다.
구해야 할 값: 스위치를 닫은 뒤 흐르는 전류 $i_c(t)$의 파형이다.
주의할 조건: 콘덴서 전압은 순간적으로 변하지 않으므로 $v_C(0^+) = 0$이지만, 회로전류는 투입 직후 V/R로 시작할 수 있다.

사용할 공식

직렬 RC 회로의 충전전류는

$$i_c(t) = \frac{V}{R} e^{-t/(RC)} \quad (t \geq 0)$$

이다. 이 공식은 초기전압이 0인 콘덴서에 저항을 거쳐 직류전압 V를 인가하는 충전 과정이기 때문에 사용한다. 시정수는 $\tau = RC$이다.

NoteBase

계산 과정

1. 투입 직후에는 $v_C(0^+) = 0$이므로 저항에 전원전압 전체가 걸린다. 따라서 $i_c(0^+) = V/R$이다.
2. 시간이 지나면서 콘덴서 전압이 증가하므로 저항에 걸리는 전압과 전류가 감소한다.
3. $t \to \infty$이면 콘덴서가 완전히 충전되어 $i_c(t) \to 0$이 된다. 따라서 전류는 V/R에서 시작하여 0으로 지수적으로 감소한다.

선지 판단

① X — 0에서 시작하여 점차 증가하고 포화되는 파형은 충전 중인 콘덴서 전압 $v_C(t) = V(1 - e^{-t/(RC)})$의 형태이지 전류의 형태가 아니다. 올바르게는 전류가 V/R에서 시작하여 0으로 감소해야 한다.
② X — 전류가 0에서 시작해 갈수록 빠르게 증가하는 것으로 나타내어 틀리다. 올바르게는 투입 직후 전류가 최대값 V/R이고 이후 지수적으로 감소한다.
③ X — 전류가 0에서 선형적으로 증가하는 것으로 나타내어 틀리다. 올바르게는 RC 회로의 충전전류가 직선이 아니라 $e^{-t/(RC)}$에 따라 지수적으로 감소한다.
④ O — 전류가 투입 직후 최대값 V/R에서 시작하고 시간이 지날수록 0에 가까워지는 지수감쇠 파형이므로 옳다.

오답 포인트

①의 증가·포화 파형을 충전전류로 착각하기 쉽다. 충전 과정에서 콘덴서 전압은 증가하지만, 회로전류는 그와 반대로 감소한다. 또한 스위치를 닫기 전 전류가 0이었다는 사실과 닫은 직후 전류가 V/R로 뛰는 사실을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

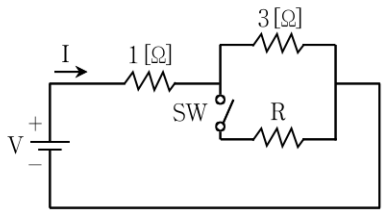
RC 충전 파형은 먼저 $t = 0^+$와 $t \to \infty$의 값을 구한 뒤 두 값을 잇는 지수함수의 증가·감소 방향을 판단한다. 초기전압이 0이면 충전전류는 V/R에서 0으로 감소하고, 콘덴서 전압은 0에서 V로 증가한다.

암기 포인트

RC 충전에서 전압은 올라가고 전류는 내려간다: $v_C : 0 \to V$, $i_c : V/R \to 0$, $\tau = RC$이다.

NoteBase

문 6. 다음 회로에서 전압 V가 일정하고, 스위치 SW를 닫은 후 전류 I가 닫기 전 전류의 2배가 되는 저항값 R [Ω]은?



① 1
② 1.5
③ 2
④ 2.5

정답 2번

출제 포인트

전압이 일정할 때 전류와 합성저항의 관계 및 병렬저항의 합성 공식을 이용해 미지 저항 R을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 직렬저항은 1Ω, 위쪽 병렬 가지의 저항은 3Ω이다.
구해야 할 값: 스위치를 닫은 뒤 전체 전류가 닫기 전의 2배가 되게 하는 R이다.
주의할 조건: 스위치를 닫기 전에는 R 가지가 끊어져 있고, 닫은 후에는 3Ω과 R이 병렬로 연결된다.

사용할 공식

옴의 법칙은 $I = V/R_{eq}$이고, 두 저항의 병렬합성은 $R_p = R_1R_2/(R_1 + R_2)$이다. 전압 V가 일정하므로 전류가 2배가 되려면 회로의 전체 합성저항은 절반이 되어야 한다.

계산 과정

1. 스위치를 닫기 전의 합성저항은 $R_{before} = 1 + 3 = 4\Omega$이므로 $I_{before} = V/4$이다.
2. 닫은 후의 전류가 2배이면 $I_{after} = V/2$이므로 전체 합성저항은 $R_{after} = 2\Omega$이어야 한다.
3. 따라서 병렬 부분의 합성저항은 $2 - 1 = 1\Omega$이다.
4. 3Ω과 R의 병렬합성을 적용하면 $3R/(3 + R) = 1$이다. 이를 풀면 $3R = 3 + R$, $2R = 3$, $R = 1.5\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $R = 1\Omega$이면 병렬합성은 3/4Ω, 전체 합성저항은 7/4Ω이므로 닫은 후 전류가 $V/2$가 되지 않는다. 틀린 값 1Ω은 1.5Ω으로 고쳐야 한다.
② O — $R = 1.5\Omega$이면 $3\Omega \parallel 1.5\Omega = 1\Omega$이고 전체 합성저항이 2Ω가 되어 전류가 정확히 2배가 된다.
③ X — $R = 2\Omega$이면 병렬합성은 6/5Ω, 전체 합성저항은 11/5Ω이므로 조건을 만족하지 않는다. 틀린 값 2Ω은 1.5Ω으로 고쳐야 한다.
④ X — $R = 2.5\Omega$이면 병렬합성은 15/11Ω, 전체 합성저항은 26/11Ω이므로 조건을 만족하지 않는다. 틀린 값 2.5Ω은 1.5Ω으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

전류가 2배라는 조건을 병렬 부분의 저항만 절반으로 만드는 것으로 해석하면 안 된다. 전압이 일정하므로 회로 전체 합성저항 4Ω이 2Ω으로 줄어야 하며, 직렬로 연결된 1Ω을 제외한 병렬 부분이 1Ω이어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압이 일정한 회로에서 전류가 k배가 되면 전체 합성저항은 $1/k$배가 된다. 먼저 변화 전후의 전체 합성저항을 구한 뒤 직렬 부분을 분리하고, 마지막에 병렬합성 공식을 적용한다.

암기 포인트

일정 전압에서는 전류와 합성저항이 반비례한다. 전류 2배는 전체 합성저항 절반이다.

NoteBase

문 7. 다음 전자기 현상에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은?

ㄱ. 코일속의 자속을 변화시키면 코일 양단에 기전력이 발생하는데 이를 전자유도라고 한다.
ㄴ. 직선도체에 전류가 흐르면 그 도선의 주위에는 동심원 모양의 자기장이 발생한다.
ㄷ. 두 자석 사이에서 발생하는 힘은 두 자석 세기의 곱에 비례하고 두 자석 사이의 거리에 반비례하는데 이를 자기에 관한 쿨롱의 법칙(Coulomb's law)이라고 한다.
ㄹ. 자기력이 미치는 공간을 자기장이라고 한다.
ㅁ. 렌츠의 법칙(Lenz's law)은 전자유도 작용에 의해 발생되는 유도기전력의 크기만을 알 수 있는 법칙이다.

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

정답 2번

출제 포인트

전자유도, 전류가 만드는 자기장, 자기극 사이의 힘, 자기장, 렌츠의 법칙의 정의를 정확히 구별하는 문제이다. ㄱ, ㄴ, ㄹ만 옳다.

핵심 개념

전자유도: 코일을 지나는 자속이 변할 때 코일에 유도기전력이 생기는 현상이다.
직선도선의 자기장: 전류가 흐르는 직선도선 주위에는 도선을 중심으로 하는 동심원 모양의 자기장이 생긴다.
자기에 관한 쿨롱의 법칙: 두 자기극 사이의 힘은 두 자기극 세기의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다.
자기장: 자기력이 작용하는 공간이다.
렌츠의 법칙: 유도전류가 자속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다는 법칙으로, 유도기전력의 방향을 정한다.
유도기전력의 크기는 패러데이의 전자유도 법칙으로 정한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄹ도 옳으므로 불완전한 조합이다. 틀린 부분은 옳은 ㄹ을 제외한 것이며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄹ이다.

② O
ㄱ은 자속 변화에 따른 전자유도를, ㄴ은 직선도선 주위의 동심원형 자기장을, ㄹ은 자기장의 정의를 각각 정확히 설명한다. 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄹ의 조합이 옳다.

③ X
ㄱ은 옳지만 ㄷ과 ㅁ은 틀리고, 옳은 ㄴ과 ㄹ이 빠져 있다. ㄷ의 '두 자석 사이'는 '두 자기극 사이'로, '거리에 반비례'는 '거리의 제곱에 반비례'로 고쳐야 하며, ㅁ의 '유도기전력의 크기'는 '유도기전력의 방향'으로 고쳐야 한다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄹ이다.

④ X
ㄴ과 ㄹ은 옳지만 ㄷ과 ㅁ은 틀리고, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. ㄷ은 두 자기극 사이의 힘이 자기극 세기의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례하는 법칙으로, ㅁ은 유도기전력의 방향에 관한 법칙으로 고쳐야 한다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄹ이다.

오답 포인트

ㄷ은 '자석'과 '자기극'을 바꾸어 쓴 함정이다. 자기에 관한 쿨롱의 법칙은 두 자석 전체가 아니라 두 자기극 사이의 힘을 나타낸다. ㅁ은 패러데이의 법칙과 렌츠의 법칙의 역할을 뒤바꾼 함정이다. 크기는 패러데이의 법칙, 방향은 렌츠의 법칙으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

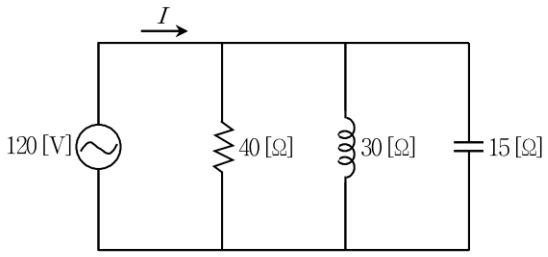
각 진술의 결정어를 확인한다. '자속 변화→유도기전력', '직선도선→동심원형 자기장', '쿨롱의 법칙→두 자기극 사이의 힘', '자기장→자기력이 작용하는 공간', '렌츠의 법칙→유도기전력의 방향'으로 대응시키면 된다.

암기 포인트

패러데이는 유도기전력의 크기, 렌츠는 방향이며, 자기 쿨롱 법칙의 대상은 자석 전체가 아니라 자기극이다.

NoteBase

문 8. 다음 R−L−C 병렬 회로에서 전류 I[A]는?



① 3
② 4
③ 5
④ 6

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 R-L-C 병렬회로에서 각 가지 전류의 위상 관계를 반영하여 전체 전류의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V = 120V$, $R = 40\Omega$, $X_L = 30\Omega$, $X_C = 15\Omega$이다.
구해야 할 값: 전원에서 흐르는 전체 전류 I의 크기이다.
주의할 조건: 저항 전류는 전압과 동상이고, 유도성 전류는 전압보다 90° 늦으며, 용량성 전류는 전압보다 90° 빠르다. 따라서 세 가지 전류의 크기를 단순히 더하지 않는다.

사용할 공식

각 가지 전류의 크기는
$I_R = \frac{V}{R}, \qquad |I_L| = \frac{V}{X_L}, \qquad |I_C| = \frac{V}{X_C}$
이고, 전체 전류의 위상벡터는
$\dot{I} = I_R + j(|I_C| - |I_L|)$
로 구한다. 병렬회로에서는 모든 가지에 같은 전압이 걸리고, 저항 전류와 순무효전류가 서로 직교하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 저항 가지 전류는 $I_R = 120/40 = 3A$이다.
2. 코일 가지 전류의 크기는 $I_L = 120/30 = 4A$, 콘덴서 가지 전류의 크기는 $I_C = 120/15 = 8A$이다.
3. 용량성 전류와 유도성 전류는 반대 위상이므로 순무효전류는 $I_C - I_L = 8 - 4 = 4A$이다.
4. 따라서 전체 전류의 위상벡터는 $I = 3 + j4A$이고, 그 크기는

$|I| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5A$
이다.

선지 판단

① X — $3A$는 저항 가지 전류만 계산한 값으로 전체 전류가 아니다. 틀린 값 3을 올바르게 고치면 전체 전류는 $5A$이다.
② X — $4A$는 용량성 전류와 유도성 전류를 상쇄한 순무효전류의 크기일 뿐 전체 전류가 아니다. 틀린 값 4를 올바르게 고치면 전체 전류는 $5A$이다.
③ O — 저항 전류 $3A$와 순무효전류 $4A$를 직교 벡터로 합성하면 $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5A$가 된다.
④ X — $6A$는 저항 전류와 순무효전류를 위상벡터로 합성한 결과가 아니다. 틀린 값 6을 올바르게 고치면 전체 전류는 $5A$이다.

오답 포인트

저항 전류 $3A$ 또는 순무효전류 $4A$ 중 하나만 전체 전류로 고르는 것이 함정이다. 또한 코일 전류와 콘덴서 전류는 서로 반대 위상이므로 먼저 상쇄하고, 그 결과를 저항 전류와 직교 합성해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

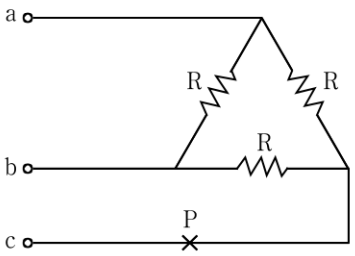
R-L-C 병렬회로에서는 각 가지 전류를 구한 뒤, 유도성 전류와 용량성 전류의 차로 순무효전류를 구하고, 마지막에 저항 전류와 피타고라스 합성하여 전체 전류의 크기를 판단한다.

암기 포인트

병렬 R-L-C의 전체 전류 크기는 $|I| = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$ 이다.

NoteBase

문 9. 다음 평형 3상 △결선 부하 회로에 대칭 3상 전원을 공급할 때에 3상의 소비전력이 15[kW]이다. c상의 선이 P점에서 끊어졌을 때, 3상의 소비전력[kW]은?



① 5
② 7.5
③ 10
④ 12.5

정답 2번

출제 포인트

평형 Δ결선의 한 선이 끊어졌을 때 남은 저항의 접속 상태를 다시 그려 소비전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정상 상태의 3상 소비전력은 $15kW$이고, 각 상의 저항은 R이다.
구해야 할 값: c상 선이 P점에서 단선된 뒤의 전체 소비전력이다.
주의할 조건: c상 전원선만 끊어지며 부하의 세 저항은 서로 연결된 채 남는다. 따라서 a-b 사이에는 직접 연결된 R 경로와 나머지 두 저항이 직렬로 연결된 $2R$ 경로가 병렬로 존재한다.

NoteBase

사용할 공식

정상 상태에서는 각 Δ상에 선간전압 V_L이 걸리므로

$$P_{3\phi} = 3\frac{V_L^2}{R}$$

단선 뒤의 등가저항과 소비전력은

$$R_{eq} = R \parallel 2R = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = \frac{2R}{3}$$

$$P' = \frac{V_L^2}{R_{eq}}$$

이다. c상 단선 뒤에도 a-b 선간전압은 남아 있고, 이 전압이 병렬로 구성된 두 경로에 걸리므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 정상 상태의 전력에서 한 저항에 해당하는 전력을 구한다.

$$3\frac{V_L^2}{R} = 15kW$$

$$\frac{V_L^2}{R} = 5kW$$

2. 단선 뒤 직접 연결된 R 경로의 전력은 $5kW$이다.
3. 나머지 두 저항은 $2R$로 직렬 연결되므로 그 경로의 전력은 다음과 같다.

$$\frac{V_L^2}{2R} = 2.5kW$$

4. 두 경로의 전력을 합하면

$$P' = 5 + 2.5 = 7.5kW$$

이다. 즉 단선 뒤 전력은 정상 상태 전력의 절반이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 5kW는 a-b 사이에 직접 연결된 저항 R 하나의 전력만 계산한 값이다. 나머지 두 저항의 직렬 경로가 소비하는 2.5kW도 더해야 하므로 '5kW'가 아니라 '7.5kW'가 옳다.
② O — 직접 연결된 R 경로의 5kW와 2R 직렬 경로의 2.5kW를 합하면 7.5kW이다.
③ X — 10kW는 두 저항이 각각 선간전압을 그대로 받는다고 잘못 본 값이다. 실제로 나머지 두 저항은 직렬로 연결되므로 두 저항을 합친 경로의 전력은 2.5kW이며, 전체는 '10kW'가 아니라 '7.5kW'이다.
④ X — 12.5kW는 단선 뒤의 등가회로로 계산한 값과 일치하지 않는다. 단선 뒤 등가저항은 2R/3이고 정상 상태 대비 전력비는 1/2이므로 '12.5kW'가 아니라 '7.5kW'이다.

오답 포인트

c상 선이 끊어졌다고 해서 c상 꼭짓점에 이어진 저항 두 개가 회로에서 모두 사라지는 것은 아니다. 그 두 저항은 a-b 사이의 직렬 경로를 이루며 계속 전력을 소비한다. 또한 이를 각각 선간전압이 걸리는 두 개의 독립 병렬 저항으로 보면 10kW라는 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

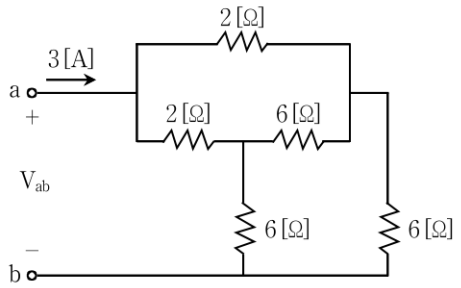
Δ결선에서 한 선이 단선되면 남은 두 전원 단자 사이의 회로를 다시 그린다. 두 단자 사이에는 저항 하나와 나머지 두 저항의 직렬회로가 병렬로 연결되므로 $R_{eq} = R \parallel 2R = 2R/3$을 적용한다.

암기 포인트

평형 저항 Δ부하의 한 선 단선 시 소비전력은 정상 3상 소비전력의 1/2이다.

NoteBase

문 10. 다음 회로에 3[A]의 전류가 흐를 때, 단자 a−b 사이의 전압 V_{ab}[V]는?



① 6
② 12
③ 18
④ 24

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 대칭 회로의 등전위 지점을 찾아 불필요한 가지를 제거한 뒤, 직렬·병렬 합성으로 단자 a-b 사이의 등가저항과 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단자 a로 들어가는 전체 전류는 $3A$이다.
구해야 할 값: 단자 a-b 사이의 전압 V_{ab}이다.
주의할 조건: 회로의 위쪽 경로와 아래쪽 경로는 각각 2Ω와 6Ω의 같은 구조이므로, 두 경로의 중간 노드는 등전위이다. 따라서 두 중간 노드를 잇는 가운데 6Ω에는 전류가 흐르지 않는다.

사용할 공식

직렬 합성은 $R_s = R_1 + R_2$, 같은 저항 두 개의 병렬 합성은 $R_p = R/2$, 옴의 법칙은 $V = IR$이다.

가운데 6Ω에 전류가 흐르지 않으므로 회로는 $(2 + 6)\Omega$인 두 직렬 가지가 병렬로 연결된 형태로 단순화된다.

계산 과정

1. 각 직렬 가지의 저항은 $2\Omega + 6\Omega = 8\Omega$이다.
2. 두 8Ω 가지의 병렬 등가저항은 $R_{ab} = 8\Omega/2 = 4\Omega$이다.
3. 옴의 법칙을 적용하면 $V_{ab} = IR_{ab} = 3A \times 4\Omega = 12V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $6V$는 계산 결과 $12V$와 다르다. 올바르게는 $V_{ab} = 12V$이다. 이는 두 병렬 가지에 전체 전류 $3A$가 나뉜다는 점을 반영하지 않고 등가저항을 잘못 정할 때 선택하기 쉬운 값이다.
② O — 등가저항이 4Ω이므로 $V_{ab} = 3A \times 4\Omega = 12V$와 일치한다.
③ X — $18V$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 등가저항 4Ω를 적용하여 $V_{ab} = 12V$이다. $18V$는 단자 전압을 구하면서 특정 6Ω 저항에 전체 전류 $3A$가 흐른다고 잘못 본 값이다.
④ X — $24V$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $V_{ab} = 12V$이다. $24V$는 두 8Ω 가지가 병렬임에도 한 가지의 8Ω를 그대로 등가저항으로 사용한 값이다.

오답 포인트

가운데 6Ω가 보인다는 이유만으로 무조건 직렬 또는 병렬 합성에 포함하면 안 된다. 대칭인 두 중간 노드는 전위가 같으므로 그 저항의 양단 전압과 전류가 모두 0이다. 또한 병렬 연결된 두 8Ω 가지를 하나의 8Ω로 착각하면 ④의 $24V$가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

대칭 브리지 회로에서는 먼저 대칭 위치의 두 노드가 등전위인지 확인한다. 등전위 노드를 잇는 저항은 전류가 0이므로 제거한 뒤, 남은 회로를 직렬·병렬로 합성하고 $V = IR$로 단자 전압을 계산한다.

암기 포인트

대칭 브리지의 등전위 가지는 전류가 0이다. 이 회로는 $8\Omega \parallel 8\Omega = 4\Omega$, 따라서 $3A \times 4\Omega = 12V$이다.

NoteBase

문 11. 자석의 성질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 같은 극성의 자석은 서로 반발한다.
② 자력이 강할수록 자력선의 수가 많다.
③ 자석은 고온이 되면 자력이 증가한다.
④ 자력선은 N극에서 나와 S극으로 향한다.

정답 3번

출제 포인트

자석의 극 사이에 작용하는 힘, 자력의 세기와 자력선의 관계, 온도에 따른 자력의 변화, 자력선의 방향을 구별하고 옳지 않은 설명을 찾는 문제이다.

핵심 개념

자석은 N극과 S극을 가지며, 같은 극끼리는 밀어내고 다른 극끼리는 끌어당긴다. 자력선은 자기장의 방향과 세기를 나타내는 가상의 선으로, 자석 바깥에서는 N극에서 나와 S극으로 들어간다. 자력이 강할수록 자력선은 더 조밀하게 나타내며, 자석의 온도가 높아지면 열운동 때문에 자구의 정렬이 흐트러져 일반적으로 자력이 약해진다.

선지별 해설

① O — 같은 극성의 자석은 서로 밀어내므로 옳다.
② O — 자력이 강할수록 자기장이 강하므로 단위 면적을 지나는 자력선의 수, 즉 자력선의 밀도를 더 크게 나타낸다.
③ X — 틀린 표현은 '고온이 되면 자력이 증가한다'이다. 실제로는 온도가 높아지면 자구의 정렬이 흐트러져 일반적으로 자력이 감소하며, 강자성체는 퀴리 온도 이상에서 강자성을 잃는다.
④ O — 자석 바깥의 자력선은 N극에서 나와 S극으로 향하므로 옳다.

오답 포인트

②의 '자력선의 수'를 실제 선의 개수로 이해하면 혼동하기 쉽다. 자력선은 자기장을 표현하는 가상의 선이며, 자력이 강할수록 더 조밀하게 그린다. 또한 ③은 온도가 올라가면 자력이 커진다고 반대로 서술한 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

자석의 성질은 '동극은 반발, 이극은 흡인', '강한 자기장은 자력선이 조밀', '온도 상승은 자력 감소', '자석 바깥의 자력선은 N극에서 S극'의 네 기준으로 판단한다. 문제의 부정형인 '옳지 않은'을 확인한 뒤 이 기준과 반대인 선지를 고른다.

NoteBase

암기 포인트

동극 반발·이극 흡인, 바깥 자력선은 N극에서 S극, 고온에서는 자력이 약해진다.

NoteBase

문 12. 교류 전압 $v(t)=200\sin 120\pi t$[V]의 평균값[V]과 주파수[Hz]는? (단, 평균값은 순시값이 0으로 되는 순간부터 다음 0으로 되기까지의 양의 반주기에 대한 순시값의 평균이다)

	평균값[V]	주파수[Hz]
①	$\frac{200}{\pi}$	50
②	$\frac{200}{\pi}$	60
③	$\frac{400}{\pi}$	50
④	$\frac{400}{\pi}$	60

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 정현파의 양의 반주기 평균값과 각주파수로부터 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v(t) = 200\sin(120\pi t)[V]$이다. 따라서 최댓값은 $V_m = 200V$, 각주파수는 $\omega = 120\pi rad/s$이다. 평균값은 한 주기 전체가 아니라 순간값이 0이 된 때부터 다음 0이 될 때까지의 양의 반주기를 대상으로 한다.

사용할 공식

정현파의 양의 반주기 평균값은
$V_{avg} = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} V_m \sin\theta d\theta = \frac{2V_m}{\pi}$
이고, 각주파수와 주파수의 관계는
$\omega = 2\pi f$
이다. 평균 구간이 양의 반주기이므로 첫 번째 공식을 사용하고, 주어진 사인함수에서 읽은 각주파수를 주파수로 바꾸기 위해 두 번째 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 양의 반주기 평균값은 $V_{avg} = 2V_m/\pi = 2 \times 200/\pi = 400/\pi[V]$이다.
2. $120\pi = 2\pi f$이므로 $f = 60Hz$이다.
3. 평균값 $400/\pi[V]$와 주파수 $60Hz$의 조합은 ④이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 평균값 $200/\pi[V]$와 주파수 $50Hz$가 모두 틀리다. 올바르게는 평균값 $400/\pi[V]$, 주파수 $60Hz$이다.
② X — 주파수 $60Hz$는 맞지만 평균값 $200/\pi[V]$가 틀리다. 양의 반주기 적분에서 $\int_0^{\pi}\sin\theta d\theta = 2$이므로 올바른 평균값은 $400/\pi[V]$이다.
③ X — 평균값 $400/\pi[V]$는 맞지만 주파수 $50Hz$가 틀리다. $120\pi = 2\pi f$에서 올바른 주파수는 $60Hz$이다.
④ O — 양의 반주기 평균값 $400/\pi[V]$와 주파수 $60Hz$가 모두 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

평균값을 최댓값의 $1/\pi$로 잘못 처리하면 $200/\pi[V]$를 고르게 된다. 또한 120π는 주파수 자체가 아니라 각주파수이므로 반드시 2π로 나누어야 하며, 상용 주파수 $60Hz$를 임의로 추측해서는 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 $V_m\sin(\omega t)$가 나오면 먼저 V_m과 ω를 읽는다. 평균 구간이 양의 반주기이면 $V_{avg} = 2V_m/\pi$를 적용하고, 주파수는 $f = \omega/(2\pi)$로 계산한다.

암기 포인트

정현파 양의 반주기 평균값은 $2V_m/\pi$, 주파수는 $\omega/(2\pi)$이다.

NoteBase

문 13. △결선인 평형 3상 교류 회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 상전압과 선간전압은 크기가 같다.

② 상전압과 선간전압은 위상이 같다.

③ 선전류는 상전류보다 위상이 $\frac{\pi}{3}$[rad] 앞선다.

④ 선전류의 크기는 상전류보다 $\sqrt{3}$ 배 크다.

정답 3번

출제 포인트

평형 델타(△) 결선에서 상전압과 선간전압의 관계, 상전류와 선전류의 크기 및 위상 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 평형 3상 델타 결선이다.
구해야 할 내용: 전압과 전류의 크기·위상 관계 중 옳지 않은 설명이다.
주의할 조건: 델타 결선에서는 전압 관계와 전류 관계가 서로 다르다.

사용할 공식

델타 결선의 전압 관계는 $V_L = V_\phi$이다.
델타 결선의 전류 관계는 $I_L = \sqrt{3} I_\phi$이며, 선전류는 대응하는 상전류보다 $\pi/6$rad만큼 뒤진다. 즉, $\angle I_L = \angle I_\phi - \pi/6$이다.
각 선전류는 한 선의 접속점으로 들어오고 나가는 두 상전류의 벡터 차이이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 델타 결선의 각 상은 두 선 사이에 직접 연결되므로 $V_L = V_\phi$이고 두 전압의 위상도 같다.
2. 선전류는 위상차가 $2\pi/3$rad인 두 상전류의 벡터 차이이다.
3. 벡터 차이의 크기를 계산하면 $I_L = \sqrt{I_\phi^2 + I_\phi^2 - 2I_\phi^2 \cos(2\pi/3)} = \sqrt{3} I_\phi$가 된다. 그 위상은 대응하는 상전류보다 $\pi/6$rad만큼 뒤진다.

선지 판단

① O — 델타 결선에서는 각 상이 선간에 직접 연결되므로 상전압과 선간전압의 크기가 같다.
② O — 델타 결선의 상전압은 대응하는 선간전압과 동일한 전압이므로 위상도 같다.
③ X — '선전류가 상전류보다 위상이 $\pi/3$rad 앞선다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 선전류가 대응하는 상전류보다 $\pi/6$rad만큼 뒤진다.
④ O — 두 상전류의 벡터 차이로 선전류가 정해지므로 그 크기는 상전류의 $\sqrt{3}$배이다.
따라서 옳지 않은 설명은 ③이다.

NoteBase

오답 포인트

③은 위상차를 $\pi/3$rad로 제시하고 방향도 '앞선다'로 바꾼 이중 함정이다. 델타 결선의 선전류와 상전류 사이 위상차는 $\pi/6$rad이며, 선전류가 뒤진다.

다시 나오면 이렇게 판단

델타 결선에서는 먼저 전압은 '선간전압=상전압', 전류는 '선전류=$\sqrt{3}\times$상전류'로 구분한다. 위상까지 물으면 선전류가 대응하는 상전류보다 $\pi/6$rad 뒤지는지를 확인한다.

암기 포인트

델타 결선은 전압이 같고, 선전류는 상전류의 $\sqrt{3}$배이며 위상은 $\pi/6$rad 뒤진다.

NoteBase

문 14. 공기 중에 자속밀도가 5[Wb/m^2]인 평등 자기장 내에 길이 40[cm]의 도체를 자기장의 방향과 각도 θ를 유지하고, 전류 2[A]를 흘릴 때에 도체가 받는 힘의 크기가 2[N]이다. 도체가 자기장과 유지하는 각도 θ[°]는?

① 15
② 30
③ 45
④ 60

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 자기장 속에서 전류가 흐르는 직선 도체가 받는 힘의 공식 $F = BIl\sin\theta$를 이용해 도체와 자기장 사이의 각도 θ를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자속밀도 $B = 5Wb/m^2$, 도체의 길이 $l = 40cm = 0.4m$, 전류 $I = 2A$, 힘 $F = 2N$이다.
구해야 할 값: 도체와 자기장 사이의 각도 θ이다.
주의할 조건: 길이 $40cm$를 $0.4m$로 변환해야 한다.

사용할 공식

직선 도체가 자기장에서 받는 힘은 다음과 같다.
$F = BIl\sin\theta$
도체가 자기장과 각도 θ를 이루고 있으므로 힘의 크기에 방향 성분 $\sin\theta$가 반영되는 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 길이를 변환하면 $40cm = 0.4m$이다.
2. 주어진 값을 공식에 대입한다.
$2 = 5 \times 2 \times 0.4 \times \sin\theta = 4\sin\theta$
3. 따라서 $\sin\theta = 1/2$이고, 선지에 제시된 각도 중 $\theta = 30$ °이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 15 °이면 $F = 4\sin 15^\circ \approx 1.04N$이므로 주어진 $2N$과 다르다. 틀린 값 15 °는 올바르게 30 °로 고쳐야 한다.
② O — 30 °이면 $F = 4\sin 30^\circ = 4 \times 1/2 = 2N$이므로 조건과 일치한다.
③ X — 45 °이면 $F = 4\sin 45^\circ = 2\sqrt{2}N \approx 2.83N$이므로 조건과 다르다. 틀린 값 45 °는 올바르게 30 °로 고쳐야 한다.
④ X — 60 °이면 $F = 4\sin 60^\circ = 2\sqrt{3}N \approx 3.46N$이므로 조건과 다르다. 틀린 값 60 °는 올바르게 30 °로 고쳐야 한다.

오답 포인트

도체의 길이 $40cm$를 그대로 대입하거나, 힘의 각도 성분을 $\sin\theta$가 아닌 $\cos\theta$로 두면 오답이 나온다. 이 문제의 θ는 도체의 방향과 자기장의 방향 사이의 각도이므로 $F = BIl\sin\theta$를 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

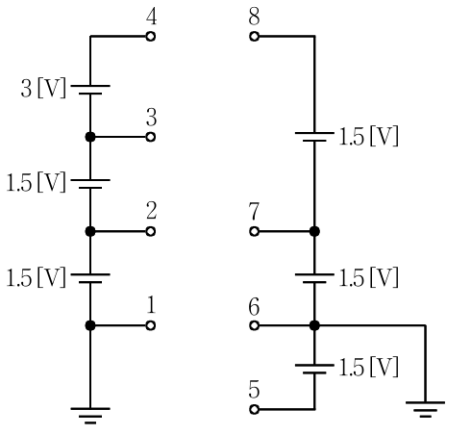
자기장 속 직선 도체의 힘 문제는 길이를 미터로 변환한 뒤 $F = BIl\sin\theta$에 대입하고, 마지막에 구한 삼각함숫값과 선지의 각도를 대응시켜 판단한다.

암기 포인트

도체와 자기장이 평행하면 힘은 0, 수직이면 최대이며, 그 사이는 $F = BIl\sin\theta$이다.

NoteBase

문 15. 다음 그림과 같이 전지를 접속하였을 때, 단자 3과 5사이의 전위차 V_{35} [V]는?



① 0
② 1.5
③ 3
④ 4.5

정답 4번

출제 포인트

전원의 긴 선이 양극이라는 극성을 이용해 접지점을 기준으로 각 단자의 전위를 구한 뒤, $V_{35} = V_3 - V_5$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 왼쪽 단자 1과 오른쪽 단자 6은 접지되어 전위가 각각 $0V$이다. 왼쪽의 아래 두 전원은 각각 $1.5V$, 오른쪽의 단자 5와 6 사이 전원은 $1.5V$이다.
구해야 할 값: 단자 3과 단자 5 사이의 전위차 V_{35}이다.
주의할 조건: 전지 기호의 긴 선 쪽이 양극이며, V_{35}의 첨자 순서에 따라 단자 3의 전위에서 단자 5의 전위를 뺀다.

사용할 공식

두 단자 a, b 사이의 전위차는
$V_{ab} = V_a - V_b$
이다. 각 단자의 전위는 접지점의 $0V$에서 출발하여 전원을 음극에서 양극으로 지날 때 전압만큼 더하고, 양극에서 음극으로 지날 때 전압만큼 뺀다.

NoteBase

계산 과정

1. 왼쪽에서 $V_1 = 0V$이고, 단자 1에서 단자 3까지 $1.5V$ 전원 두 개를 각각 음극에서 양극으로 지나므로
$V_3 = 0 + 1.5 + 1.5 = 3V$
이다.
2. 오른쪽에서 $V_6 = 0V$이다. 단자 6은 단자 5와 6 사이 전원의 양극 쪽이므로 $V_6 - V_5 = 1.5V$이고, 따라서
$V_5 = -1.5V$
이다.
3. 첨자 순서대로 계산하면
$V_{35} = V_3 - V_5 = 3 - (-1.5) = 4.5V$
이다.

선지 판단

① X — $0V$는 두 단자의 전위가 같을 때의 값이지만, 실제로는 $V_3 = 3V$, $V_5 = -1.5V$이다. 올바른 값은 $4.5V$이다.
② X — $1.5V$는 전원 한 개의 전압만 반영한 값이다. 단자 3의 $3V$와 단자 5의 음전위 $-1.5V$를 모두 반영한 올바른 값은 $4.5V$이다.
③ X — $3V$는 단자 3의 전위만 구하고 단자 5가 접지보다 $1.5V$ 낮다는 사실을 누락한 값이다. 올바르게는 $3 - (-1.5) = 4.5V$이다.
④ O — $V_{35} = V_3 - V_5 = 3 - (-1.5) = 4.5V$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

단자 6이 접지되어 있다고 해서 단자 5도 $0V$인 것은 아니다. 단자 5는 전원의 음극 쪽이므로 접지된 단자 6보다 $1.5V$ 낮은 $-1.5V$이다. 또한 V_{35}를 $V_5 - V_3$로 뒤집지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

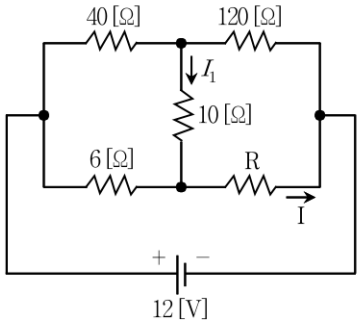
접지점을 $0V$로 놓고 전지의 긴 선인 양극 방향으로 이동하면 전압을 더하며, 짧은 선인 음극 방향으로 이동하면 전압을 뺀다. 각 단자 전위를 구한 뒤 $V_{ab} = V_a - V_b$의 첨자 순서대로 계산한다.

암기 포인트

긴 선은 양극, 접지는 $0V$, 전위차는 앞 단자 전위에서 뒤 단자 전위를 뺀 값이다.

NoteBase

문 16. 다음 회로에서 저항 10 [Ω]에 흐르는 전류 I_1이 0 [A]일 때, 저항 R에 흐르는 전류 I [A]는?



① 0.5
② 1
③ 1.5
④ 2

정답 1번

출제 포인트

중앙의 10Ω 저항에 전류가 흐르지 않는 평형 브리지에서 저항비를 이용해 R을 구한 뒤, 아래쪽 가지의 전류 I를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 12V이고, 위쪽 가지의 저항은 40Ω, 120Ω, 아래쪽 가지의 저항은 6Ω, R이다.
구해야 할 값: 저항 R에 흐르는 전류 I이다.
주의할 조건: 중앙의 10Ω 저항에 흐르는 전류가 $I_1 = 0$이므로 중앙 위·아래 접점의 전위가 같고 브리지가 평형이다.

사용할 공식

평형 브리지의 저항비는

$$\frac{40}{120} = \frac{6}{R}$$

이다. 중앙 가지에 전류가 흐르지 않으면 두 중앙 접점의 전위가 같으므로 이 비례식이 성립한다. 평형 상태에서는 중앙 가지를 제외한 아래쪽 가지에 6Ω와 R이 직렬로 연결되므로 옴의 법칙

$$I = \frac{V}{6 + R}$$

을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 평형 조건에서 $40R = 120 \times 6$이므로 $R = 18\Omega$이다.
2. 아래쪽 가지의 합성저항은 $6 + 18 = 24\Omega$이다.
3. 따라서 저항 R에 흐르는 전류는
$I = \frac{12}{24} = 0.5\text{A}$
이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 0.5A이므로 옳다.
② X — 1A가 아니라 0.5A이다. 평형 조건으로 구한 $R = 18\Omega$와 6Ω를 직렬 합성해야 한다.
③ X — 1.5A가 아니라 0.5A이다. 아래쪽 가지의 합성저항은 24Ω이므로 12V를 24Ω로 나누어야 한다.
④ X — 2A가 아니라 0.5A이다. 12V를 6Ω에만 걸린 것으로 계산하면 안 되고, 직렬인 $R = 18\Omega$도 포함해야 한다.

오답 포인트

$I_1 = 0$을 중앙 저항만 무시한다는 뜻으로만 보고 곧바로 전류를 계산하면 안 된다. 이 조건은 두 중앙 접점의 전위가 같다는 뜻이므로 먼저 브리지 평형식으로 R을 구해야 한다. 또한 I는 R에만 따로 흐르는 전류가 아니라 아래쪽의 6Ω와 R 직렬 가지 전체에 흐르는 전류이다.

다시 나오면 이렇게 판단

브리지의 중앙 가지 전류가 0이면 먼저 양쪽 저항비를 같게 두어 미지 저항을 구한다. 그다음 중앙 가지를 제외하고 해당 전류가 흐르는 직렬 경로의 합성저항을 구해 옴의 법칙을 적용한다.

암기 포인트

브리지 중앙 전류 0은 평형을 뜻한다. 평형에서는 저항비가 같고, 가지 전류는 그 가지의 직렬 합성저항으로 계산한다.

NoteBase

문 17. R−L 직렬회로에 100 [V]의 직류전압을 가하면 2.5 [A]의 전류가 흐르고, 60 [Hz], 100 [V]의 교류전압을 가하면 전류가 2 [A]일 때, 유도리액턴스 X_L [Ω]은?

① 10
② 20
③ 30
④ 40

정답 3번

출제 포인트

직류 정상상태에서 저항값을 구한 뒤, 교류에서의 임피던스 크기와 저항값을 이용하여 유도리액턴스 X_L을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 직류 $100V$에서 $2.5A$, 교류 $60Hz$, $100V$에서 $2A$이다.
구해야 할 값: 유도리액턴스 X_L이다.
주의할 조건: 직류 정상상태에서 이상적인 코일의 유도리액턴스는 0이므로 전류는 저항 R에 의해 결정된다.

사용할 공식

직류에서 $R = V_{DC}/I_{DC}$이고, 교류에서 임피던스의 크기는 $Z = V_{AC}/I_{AC}$이다. 직렬 $R-L$ 회로에서는 저항과 유도리액턴스가 직각 성분이므로 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$이다. 따라서 $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$을 사용한다.

계산 과정

1. 직류 조건에서 저항을 구한다.
$R = \frac{100}{2.5} = 40\Omega$
2. 교류 조건에서 임피던스의 크기를 구한다.
$Z = \frac{100}{2} = 50\Omega$
3. 저항과 임피던스로 유도리액턴스를 구한다.
$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} = \sqrt{900} = 30\Omega$

NoteBase

선지 판단

① X — 10Ω은 계산 결과와 다르다. $Z - R = 50 - 40$처럼 임피던스의 크기에서 저항을 단순히 빼면 나오는 값이며, 올바르게는 제곱 관계를 적용한 30Ω이다.
② X — 20Ω은 $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$로 계산한 값이 아니다. 올바른 유도리액턴스는 30Ω이다.
③ O — $X_L = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30\Omega$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 40Ω은 직류 조건에서 구한 저항 R의 값이지 유도리액턴스가 아니다. 올바른 유도리액턴스는 30Ω이다.
계산 결과 30Ω이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

임피던스의 크기 Z에서 저항 R을 단순히 빼면 ①의 10Ω이 나오고, 직류로 구한 저항값을 그대로 답으로 고르면 ④의 40Ω이 나온다. 직렬 $R-L$ 회로에서는 $Z = R + X_L$이 아니라 $Z^2 = R^2 + X_L^2$임을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

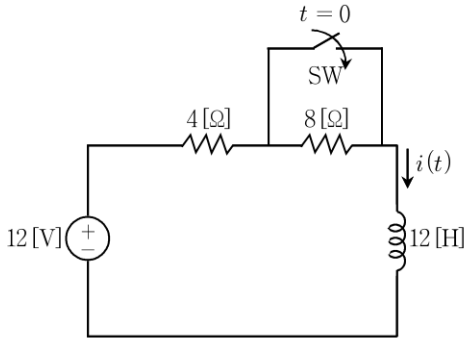
먼저 직류 조건으로 R을 구하고, 교류 조건으로 Z를 구한 다음, $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$을 적용한다. 마지막으로 $X_L < Z$인지 확인하여 계산을 검산한다.

암기 포인트

직류 정상상태의 코일은 단락처럼 작용하고, 직렬 $R-L$ 회로의 임피던스는 $Z^2 = R^2 + X_L^2$이다.

NoteBase

문 18. 다음 회로에서 $t=0$에서 스위치 SW를 닫을 때, R−L 회로의 시정수 T[s]와 $i(t)$의 정상상태에서 전류[A]는? (단, 정상상태는 스위치 닫은 후 시간이 오래 지난 상태를 의미한다)



	시정수 T[s]	정상상태 전류[A]
①	1	1
②	1	3
③	3	1
④	3	3

정답 4번

출제 포인트

스위치를 닫은 뒤의 회로에서 인덕터가 바라보는 등가저항으로 R-L 회로의 시정수를 구하고, 직류 정상상태에서 인덕터를 단락으로 보아 최종 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원은 $12V$, 인덕턴스는 $L = 12H$, 저항은 4Ω와 8Ω이다.
스위치를 닫으면 스위치가 8Ω 저항과 병렬인 도선 경로를 만들므로 8Ω 저항은 단락되어 회로에서 제외된다.
스위치를 닫기 전 정상상태 전류는 $i(0^-) = 12/(4+8) = 1A$이지만, 문제에서 묻는 정상상태 전류는 스위치를 닫은 뒤 충분한 시간이 지난 $i(\infty)$이다.

사용할 공식

R-L 회로의 시정수는
$T = \frac{L}{R_{th}}$
이고, 직류 정상상태에서 인덕터는 단락으로 동작하므로 최종 전류는
$i(\infty) = \frac{V}{R}$
이다. 시정수는 스위치를 닫은 뒤 인덕터가 바라보는 등가저항으로 계산해야 하므로 전압원을 단락하고 R_{th}를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 스위치를 닫으면 8Ω 저항이 우회되므로, 인덕터가 바라보는 등가저항은 $R_{th} = 4\Omega$이다.
2. 시정수는
$T = \frac{12H}{4\Omega} = 3s$
이다.
3. 스위치를 닫은 뒤 직류 정상상태에서 인덕터는 단락이므로 4Ω 저항만 전류를 제한한다. 따라서
$i(\infty) = \frac{12V}{4\Omega} = 3A$
이다.
따라서 시정수와 정상상태 전류의 조합은 $3s$, $3A$이다.

선지 판단

① X — $T = 1s$, 정상상태 전류 $1A$는 모두 틀리다. $1A$는 스위치를 닫기 전 4Ω + 8Ω가 직렬인 정상상태 전류이다. 올바르게는 $T = 3s$, 정상상태 전류 $3A$이다.
② X — 정상상태 전류 $3A$는 맞지만 $T = 1s$가 틀리다. $1s$는 스위치 투입 후에도 4Ω + 8Ω를 시정수 계산에 넣은 값이다. 올바르게는 $T = 3s$, 정상상태 전류 $3A$이다.
③ X — $T = 3s$는 맞지만 정상상태 전류 $1A$가 틀리다. $1A$는 스위치를 닫기 전의 전류이며, 닫은 뒤 정상상태 전류는 $3A$이다. 올바르게는 $T = 3s$, 정상상태 전류 $3A$이다.
④ O — 스위치를 닫은 뒤 $R_{th} = 4\Omega$이므로 $T = 3s$이고, 최종 정상상태 전류도 $3A$이므로 모두 맞다.

오답 포인트

핵심 함정은 스위치를 닫기 전과 닫은 뒤의 회로를 혼동하는 것이다. $1A$는 투입 직전 전류이며 인덕터 전류의 연속성에 따라 $i(0^+) = 1A$이지만, 충분한 시간이 지난 뒤의 전류는 $3A$이다. 또한 시정수는 스위치를 닫은 뒤의 회로에서 구하므로, 단락된 8Ω를 포함하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 스위치 전환 뒤 단락되거나 개방되는 소자를 반영해 회로를 다시 그린다. 그다음 독립 전원을 제거하고 인덕터가 바라보는 R_{th}로 $T = L/R_{th}$를 계산하며, 최종 직류 정상상태에서는 인덕터를 단락으로 바꾸어 $i(\infty)$를 계산한다.

암기 포인트

R-L 시정수는 '전환 후 회로'에서 $T = L/R_{th}$이고, 직류 정상상태의 인덕터는 단락이다.

NoteBase

문 19. R−L−C 직렬회로에 200 [V] 교류 전압을 인가하고 $R = 30\,[\Omega]$, $X_L = 70\,[\Omega]$, $X_C = 30\,[\Omega]$일 때, 유효전력[W]과 무효전력[Var]은?

	유효전력[W]	무효전력[Var]
①	200	600
②	480	640
③	600	200
④	640	480

정답 2번

출제 포인트

R-L-C 직렬회로에서 합성 리액턴스와 임피던스로 전류를 구한 뒤, 유효전력과 무효전력을 각각 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V = 200V$, $R = 30\Omega$, $X_L = 70\Omega$, $X_C = 30\Omega$이다.
구해야 할 값: 유효전력 P와 무효전력 Q이다.
주의할 조건: 직렬회로의 합성 리액턴스는 $X = X_L - X_C$이며, 이 회로는 $X_L > X_C$인 유도성 회로이다.

사용할 공식

$X = X_L - X_C$
$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$, $\quad I = \frac{V}{Z}$
$P = I^2R$, $\quad Q = I^2X = I^2(X_L - X_C)$
직렬회로에서는 모든 소자에 같은 전류가 흐르므로 저항이 소비하는 유효전력은 I^2R, 합성 리액턴스에 대응하는 무효전력은 I^2X로 계산한다.

계산 과정

1. 합성 리액턴스는 $X = 70 - 30 = 40\Omega$이다.
2. 임피던스의 크기는 $Z = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\Omega$이다.
3. 전류는 $I = 200/50 = 4A$이다.
4. 유효전력은 $P = 4^2 \times 30 = 480W$이다.
5. 무효전력은 $Q = 4^2 \times 40 = 640Var$이다. $X_L > X_C$이므로 유도성 무효전력이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 200W, 600Var는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 → 올바르게는 유효전력 480W, 무효전력 640Var이다.
② O — $P = 480W$, $Q = 640Var$로 계산 결과와 모두 일치한다.
③ X — 600W, 200Var는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 → 올바르게는 유효전력 480W, 무효전력 640Var이다.
④ X — 640W, 480Var는 유효전력과 무효전력의 값을 서로 바꾼 것이다. 틀린 표현 → 올바르게는 유효전력 480W, 무효전력 640Var이다.

오답 포인트

유효전력과 무효전력을 바꾸어 계산하기 쉽다. 유효전력에는 저항 R을, 무효전력에는 합성 리액턴스 $X_L - X_C$를 곱한다. 또한 전류를 구할 때 $R + X_L + X_C$를 쓰지 않고 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 R-L-C 회로에서는 먼저 $X_L - X_C$의 부호를 확인하고, Z와 I를 차례로 구한 다음 $P = I^2R$, $Q = I^2(X_L - X_C)$를 적용한다. 마지막으로 $S = VI$와 $S^2 = P^2 + Q^2$가 맞는지 검산한다.

암기 포인트

직렬 R-L-C 회로에서 $P = I^2R$, $Q = I^2(X_L - X_C)$이다. 저항은 유효전력, 합성 리액턴스는 무효전력을 결정한다.

NoteBase

문 20. 어느 제조회사 공장에서 3상 전동기 부하의 선간전압이 200 [V], 선전류는 50 [A]이고 소비전력은 10 [kW]이다. 이 부하의 역률과 역률 개선을 위해 추가해야 할 부하는?

	역률	부하
①	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	용량성
②	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	유도성
③	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	용량성
④	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	유도성

정답 1번

출제 포인트

3상 유효전력 공식으로 전동기 부하의 역률을 구하고, 역률 개선에 필요한 부하의 성질을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 선간전압 $V_L = 200V$, 선전류 $I_L = 50A$, 소비전력 $P = 10kW = 10{,}000W$이다.
구해야 할 값: 기존 부하의 역률과 추가할 보상 부하의 성질이다.
주의할 조건: 3상 부하이므로 단상 전력식이 아니라 $\sqrt{3}$이 포함된 3상 유효전력식을 사용한다.

사용할 공식

3상 평형 부하의 유효전력은 다음과 같다.
$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi$
따라서 역률은 다음과 같이 구한다.
$\cos\phi = \frac{P}{\sqrt{3} V_L I_L}$
문제에서 선간전압과 선전류가 주어졌으므로 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 소비전력을 와트로 바꾸면 $10kW = 10{,}000W$이다.
2. 주어진 값을 대입하면 다음과 같다.
$\cos\phi = \frac{10{,}000}{\sqrt{3} \times 200 \times 50} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
3. 전동기는 일반적으로 유도성 부하이므로 전류가 전압보다 늦는 지상 역률을 가진다. 이를 개선하려면 반대 성질의 진상 무효전력을 공급하는 용량성 부하를 병렬로 추가한다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산한 역률은 $1/\sqrt{3}$이고, 유도성 전동기의 지상 무효전력을 보상하려면 용량성 부하를 추가해야 하므로 옳다.
② X — 역률 $1/\sqrt{3}$은 맞지만, '유도성' 부하를 더하면 지상 무효전력이 증가하여 역률이 더 나빠진다. 올바르게는 용량성 부하를 추가해야 한다.
③ X — 용량성 부하를 추가한다는 판단은 맞지만, 기존 부하의 역률을 $1/\sqrt{2}$로 계산한 부분이 틀렸다. 올바른 역률은 $1/\sqrt{3}$이다.
④ X — 역률 $1/\sqrt{2}$도 틀리고 추가 부하를 '유도성'으로 정한 것도 틀렸다. 올바르게는 역률 $1/\sqrt{3}$, 용량성 부하이다.
따라서 정답은 1번이다.

오답 포인트

단상 공식 $P = VI\cos\phi$를 적용하거나 3상 공식의 $\sqrt{3}$을 잘못 처리하면 $1/\sqrt{2}$ 같은 오답을 고르기 쉽다. 또한 전동기가 유도성이라는 이유로 보상 부하도 유도성이라고 판단하면 안 된다. 역률 개선용 부하는 기존 무효전력과 반대 성질이어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

3상 전력 문제에서는 먼저 $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\phi$로 역률을 계산한다. 이어 기존 부하가 유도성이면 용량성 보상, 기존 부하가 용량성이면 유도성 보상이라는 반대 성질의 원칙을 적용한다.

암기 포인트

3상 유효전력은 $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\phi$이고, 유도성 전동기의 역률 개선에는 용량성 부하를 사용한다.

NoteBase