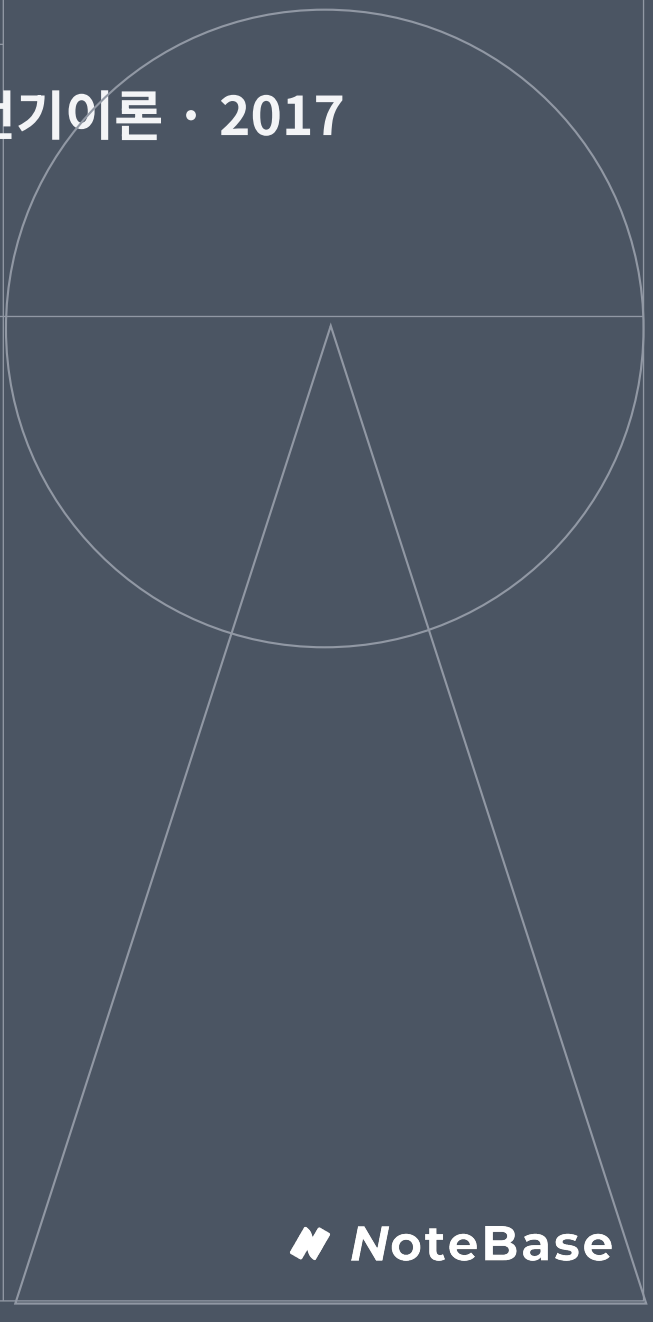
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2017



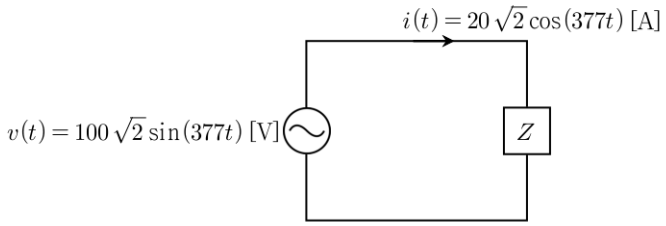
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2017

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2017

문 1. 그림과 같은 회로에서 교류전압은 $v(t)$이고 전류는 $i(t)$이다. 임피던스 Z[Ω]는?



① 5

② $j5$

③ $-j5$

④ $5-j5$

정답 3번

출제 포인트

교류 전압과 전류의 실효값 비로 임피던스의 크기를 구하고, 두 파형의 위상차로 임피던스의 위상을 결정하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v(t) = 100\sqrt{2}\sin(377t)[V]$이고, 전류는 $i(t) = 20\sqrt{2}\cos(377t)[A]$이다. 따라서 전압과 전류의 실효값은 각각 $100V$, $20A$이다. 또한 $\cos(377t) = \sin(377t + 90^\circ)$이므로 전류가 전압보다 90° 앞선다.

사용할 공식

임피던스는 전압 페이저를 전류 페이저로 나누어 구한다.

$Z = \frac{\dot{V}}{\dot{I}}$

크기는 $|Z| = V/I$, 위상은 $\angle Z = \angle V - \angle I$이다. 전압과 전류의 크기뿐 아니라 위상 관계까지 함께 반영해야 하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

사인파를 기준으로 하면 전압과 전류의 페이저는 각각 $\dot{V} = 100\angle 0^\circ\,[V]$, $\dot{I} = 20\angle 90^\circ\,[A]$이다.
$Z = \frac{100\angle 0^\circ}{20\angle 90^\circ} = 5\angle(-90^\circ) = -j5[\Omega]$
따라서 임피던스는 $-j5\Omega$이다.

선지 판단

① X — 5Ω는 위상차가 0°인 순저항의 임피던스이다. 이 회로에서는 전류가 전압보다 90° 앞서므로 틀리며, 올바른 값은 $-j5\Omega$이다.
② X — $j5\Omega$는 전류가 전압보다 90° 늦는 유도성 임피던스이다. 문제의 전류는 오히려 90° 앞서므로 부호가 틀리며, 올바른 값은 $-j5\Omega$이다.
③ O — 실효값의 비가 $100/20 = 5$이고 임피던스의 위상이 -90°이므로 $Z = -j5\Omega$이다.
④ X — $5 - j5\Omega$는 크기가 $5\sqrt{2}\Omega$, 위상이 -45°인 임피던스이므로 주어진 파형과 일치하지 않는다. 올바른 값은 실수부가 없는 $-j5\Omega$이다.

오답 포인트

전압과 전류의 진폭 비만 계산하면 ①을 고르기 쉽다. 그러나 임피던스는 크기와 위상을 모두 가지며, 전류가 전압보다 앞서는 경우에는 임피던스의 허수부가 음수이다. 또한 $\cos\theta = \sin(\theta + 90^\circ)$이므로 전류가 늦는 것이 아니라 앞선다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

교류 임피던스 문제에서는 먼저 모든 파형을 같은 삼각함수 기준으로 바꾸고, 실횻값의 비로 크기를 구한 뒤 $\angle Z = \angle V - \angle I$로 위상을 정한다. 전류가 전압보다 앞서면 용량성으로 $-jX$, 늦으면 유도성으로 $+jX$가 된다.

암기 포인트

전류 선행은 용량성 $-jX$, 전류 지상은 유도성 $+jX$이다.

NoteBase

문 2. 10 [Ω]의 저항 10개를 병렬로 연결한 합성저항을 X [Ω], 동일한 저항 10개를 직렬로 연결한 합성저항을 Y [Ω]라고 할 때 $(X+Y)$ [Ω]는?

① 100

② 101

③ 200

④ 201

정답 2번

출제 포인트

동일한 저항을 병렬과 직렬로 연결했을 때의 합성저항을 각각 구해 더하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 1개의 저항값은 10Ω이고, 저항의 개수는 10개이다.
구해야 할 값: 병렬 합성저항 X와 직렬 합성저항 Y의 합 $X + Y$이다.
주의할 조건: 동일한 저항 10개의 병렬 연결과 직렬 연결을 구분한다.

사용할 공식

동일한 저항 R을 n개 병렬로 연결하면 합성저항은 $R_p = R/n$이다. 동일한 저항을 n개 직렬로 연결하면 합성저항은 $R_s = nR$이다.
병렬에서는 각 저항의 역수 합으로 전체 저항의 역수가 정해지고, 직렬에서는 각 저항값이 그대로 더해지므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 병렬 합성저항은 $X = 10Ω/10 = 1Ω$이다.
2. 직렬 합성저항은 $Y = 10 \times 10Ω = 100Ω$이다.
3. 따라서 $X + Y = 1Ω + 100Ω = 101Ω$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 100은 계산 결과 101과 일치하지 않는다. ①의 '100'은 병렬 합성저항 1Ω을 더하지 않은 값이며, 올바르게는 101이다.
② O — 병렬 합성저항 1Ω과 직렬 합성저항 100Ω의 합이 101Ω이므로 맞다.
③ X — 200은 계산 결과 101과 일치하지 않는다. ③의 '200'은 병렬 합성저항을 100Ω으로 잘못 계산해 두 값을 더한 경우이며, 올바르게는 101이다.
④ X — 201은 계산 결과 101과 일치하지 않는다. ④의 '201'은 직렬 합성저항에 불필요한 100Ω을 더한 값이며, 올바르게는 101이다.

오답 포인트

동일한 저항 10개의 병렬 합성저항을 $10 \times 10 = 100\Omega$으로 계산하는 것이 핵심 함정이다. 병렬 연결의 합성저항은 개별 저항값보다 작으므로 1Ω이어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

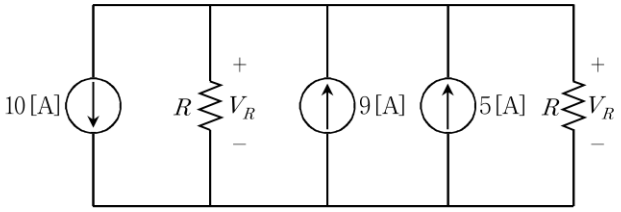
동일한 저항 n개가 나오면 병렬은 R/n, 직렬은 nR로 계산한 뒤 요구한 연산을 적용한다. 마지막에는 병렬 합성저항이 개별 저항보다 작은지도 검산한다.

암기 포인트

같은 저항 n개는 병렬이면 R/n, 직렬이면 nR이다.

NoteBase

문 3. 그림과 같은 회로에서 저항 R의 양단전압이 $V_R = 8[\mathrm{V}]$가 되는 저항 $R[\Omega]$은?



① 1
② 2
③ 4
④ 8

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 병렬회로의 한 노드에 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 적용하여 저항 *R*을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 저항의 양단전압은 모두 $V_R = 8V$이고, 저항은 각각 *R*이다. 전류원은 아래 방향 10*A*, 위 방향 9*A*와 5*A*이다.
구해야 할 값: 저항 *R*이다.
주의할 조건: 각 저항의 전압 극성이 위쪽이 (+), 아래쪽이 (-)이므로 저항 전류는 위에서 아래로 흐르며, 각 전류의 크기는 8/*RA*이다.

사용할 공식

키르히호프의 전류 법칙은 한 노드로 들어오는 전류의 합과 나가는 전류의 합이 같다는 원리이다.

$$9 + 5 = 10 + \frac{8}{R} + \frac{8}{R}$$

모든 소자가 동일한 위쪽 노드와 아래쪽 노드 사이에 병렬로 연결되어 있으므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 위 방향 전류원이 위쪽 노드로 공급하는 전류는 $9 + 5 = 14A$이다.
2. 위쪽 노드에서 아래로 흐르는 전류는 $10 + 8/R + 8/RA$이다.
3. KCL을 적용하면 다음과 같다.

$$14 = 10 + \frac{16}{R}$$

$$\frac{16}{R} = 4, \qquad R = 4\Omega$$

따라서 저항은 4Ω이다.

선지 판단

① X — $R = 1\Omega$이면 두 저항 전류의 합은 $16A$가 되어 KCL을 만족하지 않는다. 1Ω가 아니라 4Ω가 올바른 값이다.
② X — $R = 2\Omega$이면 두 저항 전류의 합은 $8A$가 되어 필요한 $4A$보다 크다. 2Ω가 아니라 4Ω가 올바른 값이다.
③ O — $R = 4\Omega$이면 각 저항에 $2A$씩, 합계 $4A$가 아래로 흘러 $14 = 10 + 4$로 KCL을 만족한다.
④ X — $R = 8\Omega$이면 각 저항에 $1A$씩, 합계 $2A$만 흘러 KCL을 만족하지 않는다. 8Ω가 아니라 4Ω가 올바른 값이다.

오답 포인트

두 개의 저항이 병렬이므로 저항 전류를 한 번만 계산하면 안 된다. 또한 전류원의 화살표 방향을 무시하고 $10 + 9 + 5$처럼 모두 더하면 안 된다. 위로 공급되는 전류와 아래로 빠져나가는 전류를 방향별로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 전류원·저항 회로에서는 먼저 기준 노드를 정하고 화살표와 전압 극성으로 각 가지 전류의 방향을 구분한다. 그다음 각 저항 전류를 $I = V/R$로 계산하여 유입 전류의 합과 유출 전류의 합을 같게 둔다.

암기 포인트

KCL은 노드의 유입 전류 합과 유출 전류 합이 같고, 병렬 저항은 각 가지 전류를 모두 합산한다.

NoteBase

문 4. $R_1 = 5\,[\Omega]$, $R_2 = 10\,[\Omega]$, $R_3 = 20\,[\Omega]$인 직렬회로에서 전류가 $5\,[\mathrm{A}]$이다. R_3에서 소비되는 전력[W]은?

① 500
② 875
③ 1,000
④ 1,500

정답 1번

출제 포인트

직렬회로에서 모든 저항에 같은 전류가 흐른다는 성질과 저항의 소비전력 공식 $P = I^2R$을 이용해 R_3의 소비전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 20\Omega$, 직렬회로의 전류 $I = 5A$이다.
구해야 할 값: R_3에서 소비되는 전력이다.
주의할 조건: 직렬회로에서는 모든 저항에 $5A$의 동일한 전류가 흐르므로 R_3의 전력 계산에도 $I = 5A$를 그대로 사용한다.

사용할 공식

저항에서 소비되는 전력은 $P = I^2R$이다. R_3에 흐르는 전류와 저항값이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$P_3 = I^2R_3 = (5A)^2(20\Omega) = 25 \times 20 = 500W$
따라서 R_3에서 소비되는 전력은 $500W$이다.

선지 판단

① O — $500W$는 계산 결과와 일치한다.
② X — $875W$는 R_3만이 아니라 전체 저항 $R_1 + R_2 + R_3 = 35\Omega$에 대한 전력 I^2R_전체=25×35을 계산한 값이다. 올바른 R_3의 소비전력은 $500W$이다.
③ X — $1{,}000W$는 $P_3 = I^2R_3$의 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 $25 \times 20 = 500W$이다.
④ X — $1{,}500W$는 $R_3 = 20\Omega$와 $I = 5A$를 전력 공식에 대입한 결과가 아니다. 올바른 값은 $500W$이다.

NoteBase

오답 포인트

문제는 직렬회로 전체의 소비전력이 아니라 R_3 하나의 소비전력을 묻는다. 전체 저항 35Ω을 사용하면 ②의 $875W$가 나오므로, 전력을 구할 대상의 저항값이 $R_3 = 20\Omega$인지 먼저 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬회로의 특정 저항에서 소비되는 전력을 묻는 경우 모든 소자에 같은 전류가 흐른다는 점을 확인한 뒤, 해당 저항만 골라 $P_k = I^2 R_k$에 대입한다.

암기 포인트

직렬회로는 전류가 같고, 특정 저항의 전력은 $P = I^2 R$이다.

NoteBase

문 5. 같은 크기의 전하량을 가진 점전하가 진공 중에서 1 m 간격으로 있을 때 두 전하 사이에 9×10^{9} [N]의 힘이 작용한다면, 점전하의 전하량[C]은? (단, 매질이 진공인 경우의 유전율은 8.854×10^{-12} [F/m]이고 비유전율은 1이다)

① 9×10^{-4}

② 9×10^{9}

③ 3×10^{3}

④ 1

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 진공 중 두 점전하 사이에 작용하는 쿨롱 힘의 식을 이용해 같은 크기의 전하량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 힘 $F = 9 \times 10^{9}N$, 거리 $r = 1m$, 진공의 유전율 $\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$F/m, 비유전율 $\varepsilon_r = 1$이다.
구해야 할 값: 두 점전하가 각각 가지는 전하량 q이다.
주의할 조건: 두 전하의 크기가 같으므로 전하량의 곱은 q^2이며, 진공이므로 $\varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_r = \varepsilon_0$이다.

사용할 공식

쿨롱의 법칙은 다음과 같다.

$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{r^2}$

두 전하를 점전하로 보고, 진공에서 두 전하 사이의 힘·거리·전하량의 관계를 구하므로 이 공식을 사용한다. 이를 전하량에 대해 정리하면 다음과 같다.

$q = \sqrt{4\pi\varepsilon_0 F r^2}$

계산 과정

주어진 값을 대입하면 다음과 같다.

$q = \sqrt{4\pi(8.854 \times 10^{-12})(9 \times 10^{9})(1)^2}$

루트 안의 값은 약 $1.001C^2$이므로,

$q \approx 1.00C$

따라서 점전하의 전하량은 $1C$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $9 \times 10^{-4} C$는 계산 결과인 $1C$와 다르다. 올바르게는 $1C$이다.
② X — $9 \times 10^{9} C$는 주어진 힘의 수치 9×10^{9}를 전하량으로 잘못 본 값이다. 올바르게는 쿨롱의 법칙으로 계산한 $1C$이다.
③ X — $3 \times 10^{3} C$는 유전율과 쿨롱 상수를 반영한 계산 결과가 아니다. 올바르게는 $1C$이다.
④ O — 쿨롱의 법칙에 주어진 값을 대입하면 $q \approx 1C$이므로 옳다.

오답 포인트

힘의 수치 9×10^{9}를 그대로 전하량으로 고르거나, 같은 크기의 두 전하의 곱이 q^2라는 점을 놓치기 쉽다. 또한 q^2를 구한 뒤 마지막에 제곱근을 취해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 전하의 크기가 같으면 쿨롱의 법칙에서 $q_1 q_2 = q^2$로 놓고, $q = \sqrt{4\pi\varepsilon F r^2}$로 정리한 뒤 매질의 유전율과 단위를 확인한다.

암기 포인트

같은 크기의 두 점전하에서는 $F = kq^2/r^2$, 따라서 $q = r\sqrt{F/k}$이다.

NoteBase

문 6. 공기 중 자속밀도가 $4\,[\mathrm{Wb/m^2}]$인 균일한 자기장 내에서 길이 $50\,\mathrm{cm}$의 도체를 자기장의 방향과 30° 각도로 놓고 이 도체에 $5\,[\mathrm{A}]$의 전류를 흘리면 도체가 받는 힘 $F\,[\mathrm{N}]$는?

① 2.5

② 5

③ 10

④ 20

정답 2번

출제 포인트

자기장 속에서 전류가 흐르는 직선 도체가 받는 힘 $F = BIl\sin\theta$를 이용하여 힘의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자속밀도 $B = 4Wb/m^2 = 4T$, 도체의 길이 $l = 50cm = 0.5m$, 전류 $I = 5A$, 자기장과 도체가 이루는 각 $\theta = 30^\circ$이다.
구해야 할 값: 도체가 받는 힘 F이다.
주의할 조건: 길이를 미터로 변환하고, 자기장과 전류 방향 사이의 각도에 대한 $\sin\theta$를 곱한다.

사용할 공식

$F = BIl\sin\theta$
이 공식은 균일한 자기장 안에서 전류가 흐르는 직선 도체가 받는 자기력의 크기를 구할 때 사용한다. 도체가 자기장과 비스듬히 놓였으므로 자기장에 수직인 성분을 반영하는 $\sin\theta$가 필요하다.

계산 과정

1. 길이를 변환하면 $50cm = 0.5m$이다.
2. $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$이다.
3. 공식에 대입하면 다음과 같다.

$F = 4 \times 5 \times 0.5 \times \frac{1}{2} = 5N$
따라서 도체가 받는 힘은 $5N$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $2.5N$는 계산 결과와 다르다. 이는 $\sin 30^\circ$를 두 번 곱할 때 나올 수 있는 값이며, 올바른 값은 $5N$이다.
② O — 공식에 주어진 값을 대입한 결과가 $5N$이므로 옳다.
③ X — $10N$은 BIl만 계산하고 $\sin 30^\circ$를 누락할 때 나오는 값이다. 올바르게는 $10N \times \frac{1}{2} = 5N$이다.
④ X — $20N$은 BI만 계산하여 도체 길이 $0.5m$와 $\sin 30^\circ$를 모두 반영하지 않은 값이다. 올바르게 두 요소를 모두 곱하면 $5N$이다.

오답 포인트

③의 $10N$은 각도 조건을 빠뜨린 대표적인 오답이다. 또한 $50cm$를 $0.5m$로 변환하지 않거나, 도체와 자기장의 각도 30°에 cos를 적용하면 잘못된 값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기장 속 직선 도체의 힘은 주어진 값을 정리한 뒤 길이를 미터로 변환하고, $F = BIl\sin\theta$에 자기장과 전류 방향 사이의 각을 대입하여 계산한다. 마지막에는 단위가 N인지 확인한다.

암기 포인트

도체가 자기장과 평행하면 힘은 0이고, 수직이면 최대이다. 즉 $F = BIl\sin\theta$에서 각도는 sin으로 반영한다.

NoteBase

문 7. 간격이 d이고 도체판의 면적이 A인 두 평행판으로 만들어진 커패시터에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 두 평행판의 면적 A를 크게 하면 커패시턴스가 감소한다.

② 두 평행판 사이의 거리 d를 짧게 하면 커패시턴스가 증가한다.

③ 두 개의 커패시터를 직렬보다 병렬로 연결하면 커패시턴스가 감소한다.

④ 두 평행판 사이에 유전율이 작은 물질을 사용하면 커패시턴스가 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

평행판 커패시터의 커패시턴스가 유전율과 극판 면적에 비례하고 극판 사이의 거리에 반비례한다는 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

두 평행판의 면적은 A, 극판 사이의 거리는 d, 극판 사이 물질의 유전율은 ε이다. 각 선지에서 이 세 물리량의 변화가 커패시턴스 C에 미치는 영향을 판단한다.

사용할 공식

평행판 커패시터의 커패시턴스는

$C = \frac{\varepsilon A}{d}$

이다. 따라서 C는 ε와 A에 비례하고 d에 반비례한다. 두 커패시터의 합성 커패시턴스는 병렬일 때 $C_p = C_1 + C_2$, 직렬일 때 $C_s = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$이다.

계산 과정

공식에서 A가 커지거나 ε가 커지면 분자가 커져 C가 증가한다. 반대로 d가 짧아지면 분모가 작아져 C가 증가한다. 또한 양의 커패시턴스를 갖는 두 커패시터에서는 병렬 합성값이 각 커패시턴스보다 크고, 직렬 합성값은 각 커패시턴스보다 작으므로 병렬 합성값이 직렬 합성값보다 크다.

NoteBase

선지 판단

① X — '면적 A를 크게 하면 커패시턴스가 감소한다'가 틀렸다. $C = \varepsilon A/d$이므로 A를 크게 하면 커패시턴스는 증가한다.
② O — C는 d에 반비례하므로 두 평행판 사이의 거리 d를 짧게 하면 커패시턴스가 증가한다.
③ X — '직렬보다 병렬로 연결하면 커패시턴스가 감소한다'가 틀렸다. 병렬 합성 커패시턴스는 $C_1 + C_2$이므로 직렬 합성 커패시턴스 $C_1C_2/(C_1 + C_2)$보다 크다. 올바르게는 직렬보다 병렬로 연결하면 합성 커패시턴스가 증가한다.
④ X — '유전율이 작은 물질을 사용하면 커패시턴스가 증가한다'가 틀렸다. C는 ε에 비례하므로 유전율이 작은 물질을 사용하면 커패시턴스가 감소한다.

오답 포인트

분모에 있는 d만 반비례한다는 점이 핵심 함정이다. 면적 A와 유전율 ε은 분자에 있으므로 커질수록 C가 증가한다. 또한 저항의 직렬·병렬 합성 관계를 커패시터에 그대로 적용하면 ③을 잘못 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

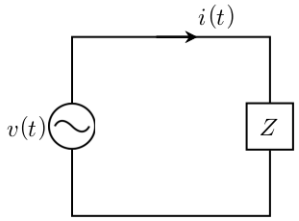
먼저 $C = \varepsilon A/d$에서 변화한 물리량이 분자와 분모 중 어디에 있는지 확인한다. 연결 문제에서는 커패시터의 병렬 합성은 덧셈, 직렬 합성은 역수의 합이라는 기준을 적용한다.

암기 포인트

평행판 커패시터는 '유전율·면적이 크면 C 증가, 거리가 크면 C 감소'이고, 합성 커패시턴스는 병렬에서 커지고 직렬에서 작아진다.

NoteBase

문 8. 그림과 같은 회로에서 교류전압 $v(t)=200\sqrt{2}\cos(337t)$[V], 유도성 부하 Z의 유효전력이 2[kW], 역률이 0.5이다. 저항 R[Ω]과 전류 $i(t)$[A]는?



	R[Ω]	$i(t)$[A]
①	5	$20\sqrt{2}\cos(377t-60°)$
②	5	$20\sqrt{2}\sin(377t-60°)$
③	10	$20\sqrt{2}\cos(377t-60°)$
④	10	$20\sqrt{2}\sin(377t-30°)$

정답 1번

출제 포인트

유효전력과 역률로 전류의 실효값을 구하고, 임피던스의 크기와 위상차를 이용해 저항과 순간전류를 결정하는 문제이다.

조건 정리

전압의 실효값은 $V=200V$, 유효전력은 $P=2kW=2000W$, 역률은 $\cos\phi=0.5$이다. 부하는 유도성이므로 전류가 전압보다 위상각 ϕ만큼 늦는다.

사용할 공식

단상 교류회로의 유효전력은 $P=VI\cos\phi$이고, 임피던스의 크기는 $|Z|=V/I$, 저항은 $R=|Z|\cos\phi$이다.
전압과 전류의 실효값 및 역률이 주어졌으므로 이 관계를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전류의 실효값은
$I = \frac{P}{V\cos\phi} = \frac{2000}{200 \times 0.5} = 20A$이다.
2. 임피던스의 크기는
$|Z| = \frac{V}{I} = \frac{200}{20} = 10\Omega$이다.
3. 저항은
$R = |Z|\cos\phi = 10 \times 0.5 = 5\Omega$이다.
4. $\phi = \cos^{-1}(0.5) = 60^\circ$이고 유도성 부하이므로 전류는 전압보다 60° 늦는다. 따라서 문두의 각주파수 $337rad/s$를 그대로 적용하면 $i(t) = 20\sqrt{2}\cos(337t - 60^\circ)A$이다. 다만 모든 선지는 각주파수를 $377rad/s$로 적었으므로, 선지의 공통 표기를 따른 출제 의도상 전류식은 $20\sqrt{2}\cos(377t - 60^\circ)A$이다.

선지 판단

① O — $R = 5\Omega$이고 전류가 전압보다 60° 늦는 코사인식이므로 출제 의도와 일치한다. 문두의 $337t$를 엄밀히 따르면 전류식의 $377t$는 $337t$로 고쳐야 한다.
② X — $R = 5\Omega$는 맞지만 $\sin(377t - 60^\circ) = \cos(377t - 150^\circ)$이므로 위상차가 60°인 전류식이 아니다. 올바르게는 $20\sqrt{2}\cos(377t - 60^\circ)A$이며, 문두의 각주파수를 따르면 $20\sqrt{2}\cos(337t - 60^\circ)A$이다.
③ X — 전류의 크기와 지상 위상 60°는 맞지만 $R = 10\Omega$가 틀렸다. 10Ω은 임피던스의 크기 $|Z|$이고, 올바른 저항은 $R = 5\Omega$이다. 또한 문두를 엄밀히 따르면 $377t$는 $337t$로 고쳐야 한다.
④ X — $R = 10\Omega$가 아니라 5Ω이다. 또한 $\sin(377t - 30^\circ) = \cos(377t - 120^\circ)$이므로 전류의 위상도 틀렸다. 올바르게는 $20\sqrt{2}\cos(377t - 60^\circ)A$이며, 문두의 각주파수를 따르면 $20\sqrt{2}\cos(337t - 60^\circ)A$이다.

오답 포인트

$|Z| = 10\Omega$을 저항 R로 그대로 고르는 것이 핵심 함정이다. 저항은 역률을 한 번 더 곱한 $R = |Z|\cos\phi = 5\Omega$이다. 또한 유도성 부하에서는 전류가 늦으므로 코사인 기준 위상은 -60°가 된다. 문두의 $337t$와 선지의 $377t$는 서로 불일치하지만, 모든 선지에 공통된 표기이므로 저항과 위상 관계로 ①을 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

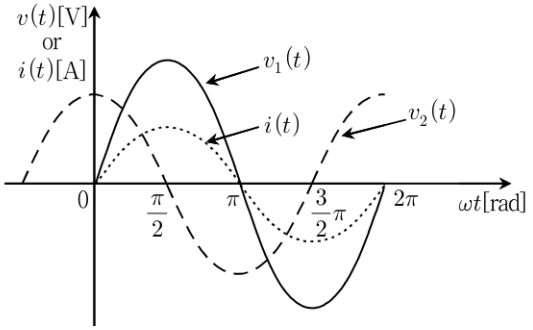
먼저 $P = VI\cos\phi$로 전류를 구하고, $|Z| = V/I$, $R = |Z|\cos\phi$ 순서로 계산한다. 마지막으로 유도성은 전류가 전압보다 늦고, 용량성은 전류가 앞선다는 위상 관계를 적용한다.

암기 포인트

유도성은 전류 지상, $P = VI\cos\phi$, $R = |Z|\cos\phi$이다.

NoteBase

문 9. 다음은 교류전압 $v_1(t)$, $v_2(t)$와 교류전류 $i(t)$에 대한 그래프이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① $v_1(t)$과 $i(t)$는 위상차가 있다.

② $v_2(t)$는 $i(t)$보다 90°만큼 위상이 앞선다.

③ $v_1(t)$과 $i(t)$의 그래프는 R-L 회로에서 나타난다.

④ $v_2(t)$와 $i(t)$의 그래프는 순수 저항회로에서 나타난다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 교류 파형의 같은 위상점을 비교하여 전압과 전류의 위상 관계를 판단하는 문제이다. 그래프에서 $v_1(t)$와 $i(t)$는 영점과 최대·최소 시점이 같아 동상이고, $v_2(t)$는 $i(t)$보다 90° 앞선다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- $v_1(t)$와 $i(t)$는 $\omega t = 0, \pi, 2\pi$에서 함께 0이 되고 같은 방향으로 변하므로 위상차가 없다. '위상차가 있다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '$v_1(t)$와 $i(t)$는 동상이다'이다.

② O

- $i(t)$가 0에서 양의 방향으로 증가하기 시작할 때 $v_2(t)$는 양의 최댓값이고, $i(t)$가 최댓값인 $\omega t = \pi/2$에서 $v_2(t)$는 0이다. 따라서 $v_2(t)$는 $i(t)$보다 90 °만큼 위상이 앞선다.

③ X

- 저항과 인덕터가 함께 있는 R-L 회로의 전체 전압은 전류보다 앞서므로 두 파형 사이에 위상차가 생긴다. 'R-L 회로에서 나타난다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '동상인 $v_1(t)$와 $i(t)$의 관계는 순수 저항회로에서 나타난다'이다.

④ X

- 순수 저항회로에서는 전압과 전류가 동상이지만, $v_2(t)$는 $i(t)$보다 90 ° 앞선다. '순수 저항회로에서 나타난다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '$v_2(t)$와 $i(t)$의 관계는 순수 인덕턴스 회로에서 나타난다'이다.

오답 포인트

파형의 높이는 진폭이고 좌우 이동은 위상이다. $v_1(t)$와 $i(t)$의 진폭이 다르다는 이유로 위상차가 있다고 판단하면 ①에 속기 쉽다. 또한 전압이 전류보다 90 ° 앞서는 관계는 순수 저항이 아니라 순수 인덕턴스의 특징이다.

다시 나오면 이렇게 판단

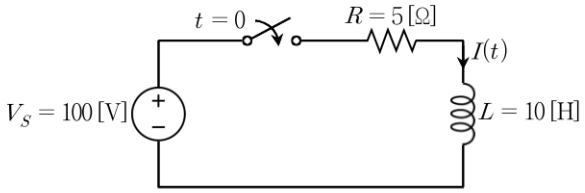
각 파형의 영점, 최댓값, 최솟값이 나타나는 가로축 위치를 비교한다. 같은 위치에서 같은 상태이면 동상이고, 한 파형이 다른 파형보다 주기의 1/4만큼 먼저 같은 상태에 도달하면 90 ° 앞선다.

암기 포인트

순수 저항은 전압과 전류가 동상이고, 순수 인덕턴스는 전압이 전류보다 90 ° 앞선다.

NoteBase

문 10. 그림과 같은 R-L 직렬회로에서 $t = 0$의 시점에 스위치가 닫히면 회로에 흐르는 전류 $I(t)$[A]는? (단, 초기전류는 없다)



① $20(1-e^{-\frac{1}{2}t})$

② $20(1-e^{-2t})$

③ $10(1-e^{-\frac{1}{2}t})$

④ $10(1-e^{-2t})$

정답 1번

출제 포인트

직류 전압을 인가한 직렬 R-L 회로에서 초기전류가 0일 때의 과도전류를 구하는 문제이다. 정상상태 전류와 시정수를 모두 정확히 계산해야 한다.

조건 정리

주어진 값: $V_s = 100V$, $R = 5\Omega$, $L = 10H$, $I(0) = 0$이다.
구해야 할 값: 스위치를 닫은 뒤의 전류 $I(t)$이다.
주의할 조건: 직렬 R-L 회로의 전류는 인덕터 때문에 순간적으로 변하지 않으며, 0에서 정상상태 전류까지 지수적으로 증가한다.

사용할 공식

초기전류가 0인 직렬 R-L 회로의 전류는
$I(t) = \frac{V_s}{R}(1 - e^{-t/\tau}) = \frac{V_s}{R}(1 - e^{-(R/L)t})$
이고, 시정수는 $\tau = L/R$이다. 스위치를 닫아 직류 전압이 새로 인가되고 초기전류가 없으므로 이 상승 응답 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 정상상태 전류를 계산하면 $V_s/R = 100/5 = 20A$이다.
2. 시정수는 $\tau = L/R = 10/5 = 2s$이다.
3. 따라서 지수부는 $-t/\tau = -t/2$이고,
$I(t) = 20(1 - e^{-t/2})A$
가 된다. $I(0) = 0A$이고 $t \to \infty$일 때 $I(t) \to 20A$이므로 초기조건과 정상상태 조건에도 맞는다.

선지 판단

① O — $20(1 - e^{-t/2})$는 정상상태 전류 $20A$와 감쇠계수 $R/L = 1/2s^{-1}$을 모두 정확히 반영한다.
② X — e^{-2t}의 지수계수가 잘못되었다. 시정수 $2s$를 지수계수로 그대로 넣은 오류이며, 올바르게는 $20(1 - e^{-t/2})$이다.
③ X — 앞의 계수 10이 잘못되었다. 정상상태 전류는 $V_s/R = 20A$이므로 올바르게는 $20(1 - e^{-t/2})$이다.
④ X — 앞의 계수 10과 지수 $-2t$가 모두 잘못되었다. 올바르게는 정상상태 전류가 $20A$, 시정수가 $2s$이므로 $20(1 - e^{-t/2})$이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 $L/R = 2s$를 지수의 계수로 착각하여 e^{-2t}로 쓰거나, 전류의 최종값을 인덕턴스 10과 혼동하여 계수를 10으로 고르는 것이다. 지수에는 시정수 자체가 아니라 그 역수인 $1/\tau = R/L$가 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 R-L 회로의 투입 과도현상은 먼저 정상상태 전류 V_s/R를 구하고, 다음으로 시정수 L/R를 구한 뒤 $I(t) = I(\infty)(1 - e^{-t/\tau})$에 대입한다. 마지막으로 $I(0) = 0$과 $I(\infty) = V_s/R$를 확인하면 계수와 지수 오류를 함께 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

R-L 투입 응답은 '최종값 V/R, 시정수 L/R, 상승형 $1 - e^{-t/\tau}$'이다.

문 11. 3상 전원의 Δ결선에서 한 상에 고장이 발생하였을 때, 3상 부하에 3상 전력을 공급할 수 있는 결선 방법은?

① V결선

② Y결선

③ Δ결선

④ 중성선

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Δ결선에서 한 상이 고장 났을 때 남은 두 상으로 3상 전력을 공급할 수 있는 결선 방법을 묻는다.

핵심 개념

V결선은 Δ결선의 한 상을 제거한 개방 Δ결선으로, 남은 두 상을 이용해 3상 부하에 3상 전력을 공급하는 결선이다.
Δ결선은 세 상을 폐회로로 연결하는 정상 결선이고, Y결선은 세 상의 한쪽 끝을 공통 중성점에 연결하는 결선이다.
결정적인 구분 기준은 한 상 고장 뒤 남은 두 상만으로 운전하는 결선인가이다.

선지별 해설

① O — V결선은 Δ결선에서 한 상이 고장 났을 때 남은 두 상으로 구성할 수 있으며, 3상 부하에 3상 전력을 계속 공급할 수 있다.
② X — 틀린 표현은 ‘Y결선’이다. Y결선은 세 상의 한쪽 끝을 공통 중성점에 연결하는 방식이므로, Δ결선의 한 상 고장 후 남은 두 상을 이용하는 결선은 Y결선이 아니라 V결선이다.
③ X — 틀린 표현은 ‘Δ결선’이다. 폐회로인 완전한 Δ결선을 유지하려면 세 상이 모두 정상이어야 하므로, 한 상이 고장 난 뒤의 운전 결선은 Δ결선이 아니라 개방 Δ인 V결선이다.
④ X — 틀린 표현은 ‘중성선’이다. 중성선은 결선 방법이 아니라 중성점에 연결되는 도체이므로, 이 경우의 올바른 결선 방법은 V결선이다.

오답 포인트

한 상이 고장 나도 원래 결선이 Δ였다는 이유로 ③을 고르기 쉽다. 그러나 고장 후에는 폐회로가 끊기므로 완전한 Δ결선이 아니며, 남은 두 상으로 만든 개방 Δ결선인 V결선으로 운전한다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘Δ결선에서 한 상 고장’과 ‘남은 두 상으로 3상 전력 공급’이 함께 제시되면 개방 Δ결선인 V결선으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

Δ결선의 한 상 고장 → 개방 Δ → V결선 운전이다.

NoteBase

문 12. 전압 1.5[V], 내부저항 0.5[Ω]인 2개의 건전지를 직렬로 연결하고, 여기에 2[Ω]의 저항을 연결할 때 부하의 단자전압[V]은?

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 2번

출제 포인트

직렬 연결된 전지의 합성 기전력과 합성 내부저항을 구한 뒤, 전체 전류를 이용해 부하의 단자전압을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전지 1개의 기전력은 $1.5V$, 내부저항은 0.5Ω이고, 전지는 2개이며 부하저항은 2Ω이다.
구해야 할 값: 2Ω 부하 양단의 전압이다.
주의할 조건: 전지가 직렬이므로 기전력과 내부저항을 각각 더한다.

사용할 공식

직렬 전지의 합성 기전력과 내부저항은 각각

$E = 1.5 + 1.5 = 3V, \qquad r = 0.5 + 0.5 = 1\Omega$

이다. 전체 전류와 부하전압은

$I = \frac{E}{R+r}, \qquad V_R = IR$

로 구한다. 내부저항과 부하저항이 하나의 직렬 회로를 이루므로 전체 저항 $R + r$에 옴의 법칙을 적용한다.

계산 과정

1. 전체 저항은 $R + r = 2 + 1 = 3\Omega$이다.
2. 회로 전류는 $I = \frac{3}{3} = 1A$이다.
3. 부하의 단자전압은 $V_R = IR = 1 \times 2 = 2V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $1V$는 내부저항에서 생기는 전압강하 $Ir = 1 \times 1 = 1V$이다. 부하의 단자전압은 $2V$로 고쳐야 한다.
② O — 계산한 부하전압 $V_R = IR = 2V$와 일치한다.
③ X — $3V$는 두 전지의 합성 기전력으로, 내부저항의 전압강하를 무시한 값이다. 부하의 단자전압은 $E - Ir = 3 - 1 = 2V$로 고쳐야 한다.
④ X — $4V$는 합성 기전력 $3V$보다 커서 이 수동 부하회로의 단자전압이 될 수 없다. 부하의 단자전압은 $2V$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

전지 2개의 기전력만 더해 $3V$를 답으로 고르면 내부저항의 전압강하를 빠뜨리게 된다. 또한 $1V$는 부하전압이 아니라 두 내부저항 전체에서 발생하는 전압강하이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 전지 문제는 기전력 합산, 내부저항 합산, 전체 전류 계산, 부하전압 계산의 순서로 판단한다. 마지막에는 $E = V_R + Ir$가 성립하는지 검산한다.

암기 포인트

직렬 전지는 기전력도 더하고 내부저항도 더하며, 부하전압은 $V_R = E - Ir = IR$이다.

NoteBase

문 13. 비사인파 전압 $v(t)=1+8\sqrt{2}\sin(\omega t)+4\sqrt{2}\sin(3\omega t)$[V]의 실횻값[V]은?

① 1

② $\sqrt{80}$

③ 9

④ $\sqrt{161}$

정답 3번

출제 포인트

직류 성분과 서로 다른 주파수의 정현파 성분으로 이루어진 비정현파 전압의 실효값을 구하는 문제이다.

조건 정리

직류 성분은 $V_{DC}=1V$이다.
기본파의 최댓값은 $8\sqrt{2}V$, 제3고조파의 최댓값은 $4\sqrt{2}V$이다.
주파수가 서로 다른 정현파 성분은 한 주기 평균에서 교차항이 0이므로 각 성분 실효값의 제곱을 더한다.

사용할 공식

정현파의 실효값은 $V_{rms}=V_m/\sqrt{2}$이므로 기본파와 제3고조파의 실효값은 각각 $8V$, $4V$이다. 전체 실효값은 다음과 같다.

$V_{rms}=\sqrt{V_{DC}^2+V_1^2+V_3^2}$

직류 성분과 서로 직교하는 고조파 성분의 평균 전력을 모두 합해야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 기본파 실효값은 $8\sqrt{2}/\sqrt{2}=8V$이다.
2. 제3고조파 실효값은 $4\sqrt{2}/\sqrt{2}=4V$이다.
3. 전체 실효값은 다음과 같다.

$V_{rms}=\sqrt{1^2+8^2+4^2}=\sqrt{81}=9V$

NoteBase

선지 판단

① X — $1V$은 직류 성분만의 실효값이므로 교류 성분을 누락한 값이다. 올바르게는 직류분과 두 고조파의 실효값 제곱을 모두 더해 $9V$가 된다.
② X — $\sqrt{80}V$은 $8^2 + 4^2$만 계산하여 직류 성분 $1V$를 누락한 값이다. 올바르게는 $\sqrt{1^2 + 8^2 + 4^2} = 9V$이다.
③ O — 직류분, 기본파, 제3고조파의 실효값 제곱합이 $1 + 64 + 16 = 81$이므로 전체 실효값은 $9V$이다.
④ X — $\sqrt{161}V$은 정현파의 최댓값 $8\sqrt{2}V$, $4\sqrt{2}V$를 실효값으로 잘못 사용한 결과이다. 올바르게는 각 최댓값을 $\sqrt{2}$로 나눈 뒤 제곱합하여 $9V$를 얻는다.

오답 포인트

직류 성분을 빼면 ②의 $\sqrt{80}V$가 되고, 정현파의 최댓값을 실효값으로 그대로 쓰면 ④의 $\sqrt{161}V$가 된다. 직류분은 그대로 포함하고 각 정현파의 최댓값은 $\sqrt{2}$로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

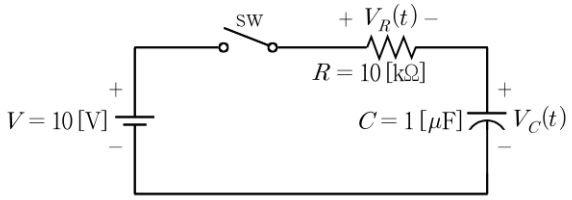
비정현파의 실효값은 각 정현파의 최댓값을 먼저 실효값으로 바꾸고, 직류분까지 포함한 모든 직교 성분의 실효값을 제곱합한 뒤 제곱근을 취하여 판단한다.

암기 포인트

전체 실효값은 '직류분도 포함한 성분별 실효값의 제곱합의 제곱근'이다.

NoteBase

문 14. 그림과 같은 회로의 동작에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 커패시터의 초기충전전압은 없다)



① R-C 회로의 시정수는 100 [ms]이다.

② 스위치를 닫는 순간 흐르는 초기전류는 1 [mA]이다.

③ 스위치를 닫으면 시간이 지날수록 전류의 크기가 증가한다.

④ 스위치를 닫고 충분한 시간이 지난 후 저항에 걸리는 전압 $V_R(t)$은 10 [V]이다.

정답 2번

출제 포인트

직렬 RC 충전회로에서 시정수, 스위치를 닫는 순간의 초기전류, 시간에 따른 전류와 저항 전압의 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V = 10V$, $R = 10k\Omega$, $C = 1\mu F$이다.
구해야 할 값: 시정수 τ, 초기전류 $i(0^+)$, 시간에 따른 전류와 저항 전압이다.
주의할 조건: 커패시터의 초기충전전압이 없으므로 스위치를 닫는 순간 커패시터 전압은 $0V$이고, 충분한 시간이 지나면 커패시터는 직류에서 개방회로처럼 동작한다.

사용할 공식

시정수는 $\tau = RC$이다.
충전전류와 저항 전압은 각각 $i(t) = \frac{V}{R}e^{-t/(RC)}$, $V_R(t) = Ri(t) = Ve^{-t/(RC)}$이다.
직류전원에 연결된 무충전 커패시터의 충전 과정이므로 전류와 저항 전압이 지수적으로 감소하는 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 시정수는 $\tau = RC = (10 \times 10^3)(1 \times 10^{-6}) = 10^{-2}s = 10ms$이다.
2. 스위치를 닫는 순간의 전류는 $i(0^+) = \frac{V}{R} = \frac{10}{10 \times 10^3} = 1 \times 10^{-3}A = 1mA$이다.
3. 시간이 지날수록 $e^{-t/(RC)}$가 감소하므로 전류와 $V_R(t)$는 감소하며, 충분한 시간이 지나면 모두 0이 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — $RC = 10ms$이므로 '시정수는 $100ms$이다'가 틀렸다. 올바르게는 '시정수는 $10ms$이다'이다.
② O — 스위치를 닫는 순간 무충전 커패시터는 단락처럼 동작하므로 $i(0^+) = 10V/(10k\Omega) = 1mA$이다.
③ X — 충전이 진행되면 커패시터 전압이 증가하고 전류는 지수적으로 감소한다. '전류의 크기가 증가한다'가 틀렸으며, 올바르게는 '전류의 크기가 감소한다'이다.
④ X — 충분한 시간이 지나면 전류가 0이 되므로 저항 전압도 $V_R(\infty) = Ri(\infty) = 0V$이다. '저항에 걸리는 전압은 $10V$이다'가 틀렸으며, 올바르게는 '저항에 걸리는 전압은 $0V$이다'이다.

오답 포인트

①에서는 $k\Omega$와 μF의 단위 변환 때문에 시정수를 10배 크게 계산하기 쉽다. ③과 ④에서는 커패시터 전압이 증가한다는 사실을 전류나 저항 전압에도 잘못 적용하기 쉽지만, 충전 중 전류와 저항 전압은 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

RC 충전회로는 먼저 $\tau = RC$를 계산하고, $t = 0^+$에서는 무충전 커패시터를 단락으로, $t \to \infty$에서는 개방으로 판단한다. 그 사이에는 커패시터 전압은 증가하고 전류와 저항 전압은 감소한다.

암기 포인트

RC 충전회로에서 $\tau = RC$, 처음에는 커패시터가 단락, 충분한 시간이 지나면 개방이다.

NoteBase

문 15. 진공 중에 거리가 1 m 떨어진 평행한 두 직선 도체에 2 [A]의 전류가 같은 방향으로 흐르고 있을 때, 두 도체에 작용하는 단위 길이당 힘의 크기[N/m]와 힘의 종류는? (단, 진공 중의 투자율 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$이다)

	힘의 크기[N/m]	힘의 종류
①	4×10^{-7}	반발력
②	4×10^{-7}	흡인력
③	8×10^{-7}	반발력
④	8×10^{-7}	흡인력

정답 4번

출제 포인트

평행한 두 직선 도체 사이에 작용하는 단위 길이당 힘의 크기를 계산하고, 전류의 방향으로 흡인력과 반발력을 구분하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $I_1 = I_2 = 2A, d = 1m, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$이다.
구해야 할 값: 두 도체에 작용하는 단위 길이당 힘 F/L과 힘의 종류이다.
주의할 조건: 두 도체의 전류가 같은 방향으로 흐르므로 서로 끌어당기는 흡인력이 작용한다.

사용할 공식

진공에서 서로 평행한 두 직선 도체 사이의 단위 길이당 힘은
$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$
이다. 두 도체가 길고 서로 평행하며 간격과 전류가 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입하면
$\frac{F}{L} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(2)(2)}{2\pi(1)}$
이다. 이를 정리하면
$\frac{F}{L} = 8 \times 10^{-7} N/m$
이다. 또한 두 전류의 방향이 같으므로 힘의 종류는 흡인력이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $4 \times 10^{-7} N/m$도, 반발력도 옳지 않다. 올바르게는 $8 \times 10^{-7} N/m$의 흡인력이다.
② X — 흡인력이라는 종류는 맞지만 힘의 크기 $4 \times 10^{-7} N/m$가 틀리다. 올바르게는 $8 \times 10^{-7} N/m$의 흡인력이다.
③ X — 힘의 크기 $8 \times 10^{-7} N/m$는 맞지만 반발력이라는 표현이 틀리다. 같은 방향의 전류이므로 올바르게는 흡인력이다.
④ O — 계산한 힘의 크기가 $8 \times 10^{-7} N/m$이고, 같은 방향의 전류 사이에는 흡인력이 작용하므로 옳다.

오답 포인트

분모의 2π를 잘못 약분하면 힘의 크기를 $4 \times 10^{-7} N/m$로 오인할 수 있다. 또한 전류 방향에 따른 힘의 종류를 반대로 기억하기 쉽다. 같은 방향이면 흡인력, 반대 방향이면 반발력이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $F/L = \mu_0 I_1 I_2 / (2\pi d)$에 전류와 거리를 대입해 크기를 구한 뒤, 전류가 같은 방향이면 흡인력이고 반대 방향이면 반발력이라는 기준으로 종류를 판단한다. 마지막으로 결과의 단위가 N/m인지 확인한다.

암기 포인트

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

NoteBase

문 16. R-L 직렬회로에서 직류전압이 12[V]일 때 전류가 2[A]이고, 교류전압이 최댓값 $12\sqrt{2}$[V]일 때 전류가 실횻값 1.2[A]이다. 저항 R[Ω]과 코일의 리액턴스 X_L[Ω]은?

	R[Ω]	X_L[Ω]
①	$10\sqrt{2}$	$6\sqrt{2}$
②	$6\sqrt{2}$	8
③	6	$10\sqrt{2}$
④	6	8

정답 4번

출제 포인트

직류 정상상태에서 코일을 단락으로 보고 저항을 구한 뒤, 교류의 최댓값을 실효값으로 바꾸어 임피던스와 유도리액턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 직류전압 $12V$, 직류전류 $2A$, 교류전압의 최댓값 $12\sqrt{2}V$, 교류전류의 실효값 $1.2A$이다.
구해야 할 값: 저항 R과 코일의 리액턴스 X_L이다.
주의할 조건: 직류 정상상태에서는 이상적인 코일의 리액턴스가 0이고, 교류전압의 최댓값은 실효값으로 환산해야 한다.

사용할 공식

직류에서 저항은 $R = V/I$이다.
교류전압의 실효값은 $V = V_m/\sqrt{2}$이다.
R-L 직렬회로의 임피던스 크기는 $Z = V/I = \sqrt{R^2 + X_L^2}$이다.
직류 정상상태에서는 코일이 단락처럼 작용하므로 직류 조건으로 R을 구할 수 있고, 교류에서는 저항과 유도리액턴스가 직교하므로 피타고라스 관계를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 직류 조건에서
$R = \frac{12}{2} = 6\Omega$
2. 교류전압의 실효값과 임피던스는
$V = \frac{12\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 12V, \qquad Z = \frac{12}{1.2} = 10\Omega$
3. 유도 리액턴스는
$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{10^2 - 6^2} = \sqrt{64} = 8\Omega$
따라서 $R = 6\Omega$, $X_L = 8\Omega$이다.

선지 판단

① X — $R = 10\sqrt{2}\Omega$, $X_L = 6\sqrt{2}\Omega$는 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $R = 6\Omega$, $X_L = 8\Omega$이다.
② X — $X_L = 8\Omega$는 맞지만 $R = 6\sqrt{2}\Omega$가 틀렸다. 직류전압과 직류전류를 그대로 나누므로 올바른 저항은 $R = 6\Omega$이다.
③ X — $R = 6\Omega$은 맞지만 $X_L = 10\sqrt{2}\Omega$가 틀렸다. 10Ω은 교류 임피던스의 크기이며, 올바른 리액턴스는 $X_L = 8\Omega$이다.
④ O — 직류 조건에서 $R = 6\Omega$, 교류 조건에서 $X_L = 8\Omega$이므로 두 값이 모두 일치한다.

오답 포인트

교류전압의 최댓값 $12\sqrt{2}V$를 실효값처럼 그대로 사용하면 임피던스를 잘못 구하게 된다. 또한 Z와 X_L는 같은 값이 아니며, $Z^2 = R^2 + X_L^2$로 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 조건으로 먼저 R을 구하고, 교류의 최댓값을 실효값으로 환산한 뒤 $Z = V/I$, $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$의 순서로 판단한다.

암기 포인트

R-L 직렬회로에서는 $V_m/\sqrt{2} = V, Z^2 = R^2 + X_L^2$이다.

NoteBase

문 17. 평형 3상 회로에서 a상의 상전압 $v_{an}(t) = V_m\cos(\omega t - 150°)$[V]일 때, $v_{bn}(t)$[V]와 $v_{cn}(t)$[V]는?

	$v_{bn}(t)$[V]	$v_{cn}(t)$[V]
①	$V_m\sin(\omega t - 180°)$	$V_m\cos(\omega t - \frac{\pi}{6})$
②	$V_m\cos(\omega t - 120°)$	$V_m\cos(\omega t + 120°)$
③	$V_m\sin(\omega t - \frac{\pi}{3})$	$V_m\sin(\omega t + \frac{\pi}{3})$
④	$V_m\cos(\omega t - \pi)$	$V_m\sin(\omega t - 30°)$

정답 1번

출제 포인트

평형 3상에서 기준이 되는 a상의 위상각에 b상은 120 °를 빼고 c상은 120 °를 더하여 각 상전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압: $v_{an}(t) = V_m\cos(\omega t - 150^\circ)$
구해야 할 전압: $v_{bn}(t)$, $v_{cn}(t)$
주의할 조건: 정상 상순의 평형 3상에서는 b상이 a상보다 120 ° 늦고, c상은 a상보다 120 ° 빠르다. 각도의 도와 라디안을 같은 값으로 비교해야 한다.

사용할 공식

a상의 위상각을 θ_a라 하면
$v_{bn}(t) = V_m\cos(\omega t + \theta_a - 120^\circ)$
$v_{cn}(t) = V_m\cos(\omega t + \theta_a + 120^\circ)$
평형 3상의 세 상전압은 크기와 주파수가 같고 위상만 서로 120 °씩 차이 나므로 이 관계를 사용한다. 또한 $\cos x = \sin(x + 90^\circ)$를 이용해 사인형 선지와 비교한다.

계산 과정

주어진 식에서 $\theta_a = -150^\circ$이다.
$v_{bn}(t) = V_m\cos(\omega t - 150^\circ - 120^\circ) = V_m\cos(\omega t - 270^\circ)$
-270°는 $+90^\circ$와 동치이므로
$v_{bn}(t) = V_m\cos(\omega t + 90^\circ) = V_m\sin(\omega t - 180^\circ)$
또한
$v_{cn}(t) = V_m\cos(\omega t - 150^\circ + 120^\circ) = V_m\cos(\omega t - 30^\circ) = V_m\cos(\omega t - \frac{\pi}{6})$
따라서 두 식이 모두 일치하는 것은 ①이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $V_m\sin(\omega t - 180^\circ) = V_m\cos(\omega t + 90^\circ)$이므로 계산한 $v_{bn}(t)$와 같고, $V_m\cos(\omega t - \pi/6)$도 계산한 $v_{cn}(t)$와 같다.
② X — $\cos(\omega t - 120^\circ)$와 $\cos(\omega t + 120^\circ)$는 a상의 주어진 위상 -150°를 반영하지 않은 식이다. 올바르게는 각각 $v_{bn}(t) = V_m\cos(\omega t + 90^\circ)$, $v_{cn}(t) = V_m\cos(\omega t - 30^\circ)$이다.
③ X — $V_m\sin(\omega t - \pi/3) = V_m\cos(\omega t - 5\pi/6) = V_m\cos(\omega t - 150^\circ)$이므로 b상이 아니라 주어진 a상과 같다. 올바른 b상은 $V_m\sin(\omega t - \pi)$이며, c상 식 $V_m\sin(\omega t + \pi/3)$은 $V_m\cos(\omega t - \pi/6)$과 같아 맞다.
④ X — b상 $V_m\cos(\omega t - \pi)$은 필요한 위상 $+90^\circ$와 다르고, c상 $V_m\sin(\omega t - 30^\circ) = V_m\cos(\omega t - 120^\circ)$도 필요한 위상 -30°와 다르다. 올바르게는 b상이 $V_m\sin(\omega t - 180^\circ)$, c상이 $V_m\cos(\omega t - 30^\circ)$이다.

오답 포인트

②처럼 기준 a상의 위상 -150°를 버리고 단순히 $\pm 120^\circ$만 적는 것이 핵심 함정이다. 또한 사인과 코사인을 바꿀 때 $\cos x = \sin(x + 90^\circ)$의 90° 위상 이동을 빠뜨리면 ③이나 ④를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

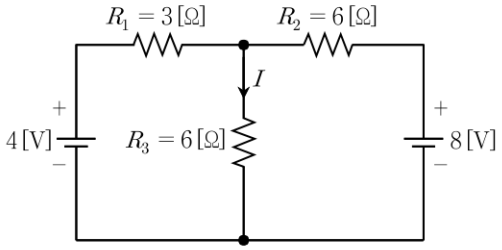
정상 상순에서는 주어진 a상의 위상각을 먼저 찾고, b상에는 -120°, c상에는 $+120^\circ$를 적용한다. 그다음 각도를 360° 주기로 정리하고, 사인형 선지는 $\cos x = \sin(x + 90^\circ)$로 통일하여 비교한다.

암기 포인트

정상 상순의 상전압 위상은 a-b-c 순으로 120°씩 늦어진다. 즉 b상은 a상 -120°, c상은 a상 $+120^\circ$이다.

NoteBase

문 18. 그림과 같은 회로에서 저항 R_3에 흐르는 전류 I[A]는?



① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{2}{3}$

③ 1 ④ $\frac{4}{3}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 이용해 중앙 노드의 전압을 구한 뒤, 옴의 법칙으로 저항 R_3에 흐르는 전류를 계산하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 공통 노드를 기준 전위 $0V$로 둔다. 왼쪽 전원의 위쪽 노드는 $4V$, 오른쪽 전원의 위쪽 노드는 $8V$이다. 중앙 노드 전압을 V라고 하면 $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 6\Omega$이며, 구해야 할 전류 I의 기준 방향은 R_3를 따라 아래쪽이다.

사용할 공식

중앙 노드에서 KCL을 적용하면

$\frac{V-4}{3} + \frac{V-8}{6} + \frac{V}{6} = 0$

이다. 한 노드에 세 저항 가지가 연결되어 있으므로, 각 가지를 통해 중앙 노드에서 나가는 전류의 대수합이 0이라는 KCL을 사용한다. R_3의 전류는 옴의 법칙에 따라 $I = V/R_3$이다.

계산 과정

KCL 식의 양변에 6을 곱하면

$2(V-4) + (V-8) + V = 0$

$4V - 16 = 0$

이므로 중앙 노드 전압은 $V = 4V$이다. 따라서 화살표 방향의 전류는

$I = \frac{V}{R_3} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}A$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X — KCL로 구한 전류는 $\frac{2}{3}A$이므로 $\frac{1}{3}A$는 계산 결과와 다르다.
② O — KCL로 구한 중앙 노드 전압이 $4V$이므로 R_3의 전류는 $4/6 = \frac{2}{3}A$이다.
③ X — $1A$가 흐르려면 $R_3 = 6\Omega$ 양단 전압이 $6V$여야 하지만 실제 중앙 노드 전압은 $4V$이다. 따라서 $1A$가 아니라 $\frac{2}{3}A$이다.
④ X — $\frac{4}{3}A$가 흐르려면 R_3 양단 전압이 $8V$여야 하지만 실제 전압은 $4V$이다. 따라서 $\frac{4}{3}A$가 아니라 $\frac{2}{3}A$이다.
계산 결과가 $\frac{2}{3}A$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

두 전원이 모두 중앙 노드 전압에 영향을 준다는 점이 핵심이다. 한쪽 전원 가지를 누락하거나, 중앙 노드 전압을 오른쪽 전원의 $8V$와 같다고 보면 오답이 나온다. 또한 R_3 전류의 화살표가 아래쪽이므로 $I = (V - 0)/6$으로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

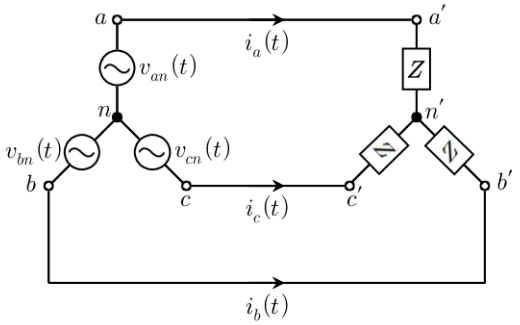
여러 전원과 저항이 한 노드에 연결된 회로에서는 기준 노드를 먼저 정하고, 각 가지 전류를 노드 전압으로 나타내 KCL 식을 세운다. 노드 전압을 구한 뒤 목표 저항의 전류 방향에 맞춰 옴의 법칙을 적용한다.

암기 포인트

노드 해석은 '기준 노드 설정 → KCL로 노드 전압 계산 → 목표 가지에 옴의 법칙 적용'의 순서이다.

NoteBase

문 19. 그림과 같은 평형 3상 회로에 대한 내용으로 옳은 것은? (단, 전원의 a상 상전압 $v_{an}(t)=100\sqrt{2}\sin(\omega t)$[V]이고, 부하 임피던스 $Z=8+j6[\Omega]$이다)



① 부하의 역률은 0.6이다.

② 선전압의 실횻값은 $100\sqrt{6}$ [V]이다.

③ 부하에 공급한 3상 유효전력은 2.4 [kW]이다.

④ 선전류의 실횻값은 $10\sqrt{3}$ [A]이고, 상전류의 실횻값은 10[A]이다.

정답 3번

출제 포인트

평형 Y결선 3상 회로에서 상전압·선간전압의 관계, 임피던스의 크기와 역률, 선전류·상전류의 관계, 3상 유효전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 상전압은 $v_{an}(t)=100\sqrt{2}\sin(\omega t)[V]$이므로 상전압의 실효값은 $V_{ph}=100V$이다.
부하 임피던스는 $Z=8+j6\Omega$이고 그 크기는 $|Z|=\sqrt{8^2+6^2}=10\Omega$이다.
전원과 부하가 모두 Y결선이고 부하가 평형이므로 부하의 상전압은 전원의 상전압과 같고, 선전류와 상전류도 같다.

사용할 공식

역률은 $\cos\phi=R/|Z|$, 선간전압의 실효값은 $V_L=\sqrt{3}V_{ph}$, 상전류는 $I_{ph}=V_{ph}/|Z|$이다. Y결선에서는 $I_L=I_{ph}$이다. 평형 3상 부하의 유효전력은 $P=3V_{ph}I_{ph}\cos\phi=\sqrt{3}V_LI_L\cos\phi$이다.
이 회로는 각 상의 전압과 임피던스가 같은 평형 Y-Y 회로이므로 한 상을 계산한 뒤 3상 관계식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 역률은 $\cos\phi = 8/10 = 0.8$이다.
2. 선간전압의 실효값은 $V_L = \sqrt{3} \times 100 = 100\sqrt{3}V$이다.
3. 상전류의 실효값은 $I_{ph} = 100/10 = 10A$이고, Y결선이므로 $I_L = I_{ph} = 10A$이다.
4. 3상 유효전력은 $P = 3 \times 100 \times 10 \times 0.8 = 2400W = 2.4kW$이다.

선지 판단

① X — 임피던스의 저항 성분은 8Ω, 크기는 10Ω이므로 역률은 8/10 = 0.8이다. '역률은 0.6이다'가 틀렸으며, 올바르게는 '부하의 역률은 0.8이다'이다.
② X — 선간전압의 실효값은 상전압 실효값의 $\sqrt{3}$배이므로 $100\sqrt{3}V$이다. '$100\sqrt{6}V$'가 틀렸으며, 올바르게는 '선전압의 실효값은 $100\sqrt{3}V$이다'이다. $100\sqrt{6}V$는 선간전압의 최댓값이다.
③ O — $P = 3V_{ph}I_{ph}\cos\phi = 3 \times 100 \times 10 \times 0.8 = 2.4kW$이므로 옳다.
④ X — Y결선에서는 선전류와 상전류가 같으므로 둘 다 $10A$이다. '선전류의 실효값은 $10\sqrt{3}A$'가 틀렸으며, 올바르게는 '선전류와 상전류의 실효값은 모두 $10A$이다'이다.

오답 포인트

②는 상전압의 최댓값 $100\sqrt{2}V$에 다시 $\sqrt{3}$을 곱해 $100\sqrt{6}V$를 얻는 함정이다. 문제에서 묻는 선전압의 실효값을 구할 때는 먼저 상전압을 실효값 $100V$로 바꾸어야 한다. ④는 Y결선의 전압 관계 $V_L = \sqrt{3}V_{ph}$를 전류 관계에 잘못 적용한 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파의 최댓값을 $\sqrt{2}$로 나누어 실효값을 구한 뒤, 임피던스의 크기와 역률을 계산한다. 다음으로 Y결선의 관계 $V_L = \sqrt{3}V_{ph}$, $I_L = I_{ph}$를 적용하고 마지막에 $P = 3V_{ph}I_{ph}\cos\phi$로 검산한다.

암기 포인트

Y결선은 선간전압이 상전압의 $\sqrt{3}$배이고 선전류는 상전류와 같다. 평형 3상 유효전력은 $3V_{ph}I_{ph}\cos\phi$이다.

NoteBase

문 20. 어떤 단상회로에서 전압 $v(t)=V_m\sin(\omega t+\theta_v)$[V]를 기준으로 한 전류 $i(t)=I_m\sin(\omega t+\theta_i)$[A]의 위상차가 $\theta_v-\theta_i$일 때, 역률(pf)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $-90°\le(\theta_v-\theta_i)\le 90°$이다)

① 역률은 $\cos(\theta_v-\theta_i)$이다.

② 역률의 범위는 $0\le pf\le 1$이다.

③ 유효전력은 $\frac{V_mI_m}{2}\cos(\theta_v-\theta_i)$이다.

④ $0°<(\theta_v-\theta_i)<90°$일 때의 부하는 용량성 부하이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 정현파 교류에서 전압과 전류의 위상차로 역률, 유효전력, 부하의 성질을 판단하는 문제이다.

조건 정리

전압과 전류의 위상차를 $\phi=\theta_v-\theta_i$로 둔다. 주어진 범위는 $-90^\circ\le\phi\le 90^\circ$이므로 $\cos\phi$는 0 이상 1 이하이다. $\phi>0$이면 전압의 위상이 전류보다 앞서므로 전류가 뒤지는 유도성 부하이고, $\phi<0$이면 전류가 앞서는 용량성 부하이다.

사용할 공식

역률은 $pf=\cos\phi=\cos(\theta_v-\theta_i)$이다. 전압과 전류의 실효값은 각각 $V=V_m/\sqrt{2}$, $I=I_m/\sqrt{2}$이므로 유효전력은 $P=VI\cos\phi=(V_mI_m/2)\cos(\theta_v-\theta_i)$이다. 이는 정현파 교류의 유효전력이 실효값 전압과 전류의 곱에 역률을 곱한 값이기 때문이다.

계산 과정

1. $\phi=\theta_v-\theta_i$로 놓으면 역률은 $\cos\phi$이다.
2. $-90^\circ\le\phi\le 90^\circ$에서 $0\le\cos\phi\le 1$이다.
3. 실효값을 적용하면 $P=(V_m/\sqrt{2})(I_m/\sqrt{2})\cos\phi=(V_mI_m/2)\cos\phi$이다.
4. $0^\circ<\phi<90^\circ$이면 전압이 전류보다 앞서므로 부하는 유도성이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 역률은 전압과 전류의 위상차의 코사인이므로 $pf = \cos(\theta_v - \theta_i)$가 맞다.
② O — 주어진 위상차 범위에서 코사인값은 0 이상 1 이하이므로 $0 \le pf \le 1$이 맞다.
③ O — $V = V_m/\sqrt{2}$, $I = I_m/\sqrt{2}$를 $P = VI\cos\phi$에 대입하면 $P = (V_m I_m/2)\cos(\theta_v - \theta_i)$가 된다.
④ X — $0^\circ < \theta_v - \theta_i < 90^\circ$이면 전압이 전류보다 앞서고 전류가 뒤지므로 용량성 부하가 아니라 유도성 부하이다. 올바르게는 '$0^\circ < (\theta_v - \theta_i) < 90^\circ$일 때의 부하는 유도성 부하이다.'이다.

오답 포인트

④의 함정은 위상차의 정의 순서를 뒤집는 데 있다. 이 문제는 $\theta_v - \theta_i$를 사용하므로 값이 양수이면 전압이 앞서고 전류가 뒤지는 유도성 부하이다. 또한 V_m과 I_m은 최댓값이므로 유효전력 계산에서 각각 $\sqrt{2}$로 나누어 1/2 계수가 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 위상차가 '전압 위상-전류 위상'인지 확인한 뒤, 부호로 전압과 전류 중 어느 쪽이 앞서는지 판단한다. 그다음 역률은 위상차의 코사인, 유효전력은 $VI\cos\phi$를 적용하고 최댓값과 실효값을 구분한다.

암기 포인트

$\theta_v - \theta_i > 0$: 전류 지상, 유도성 부하. $\theta_v - \theta_i < 0$: 전류 진상, 용량성 부하.

NoteBase