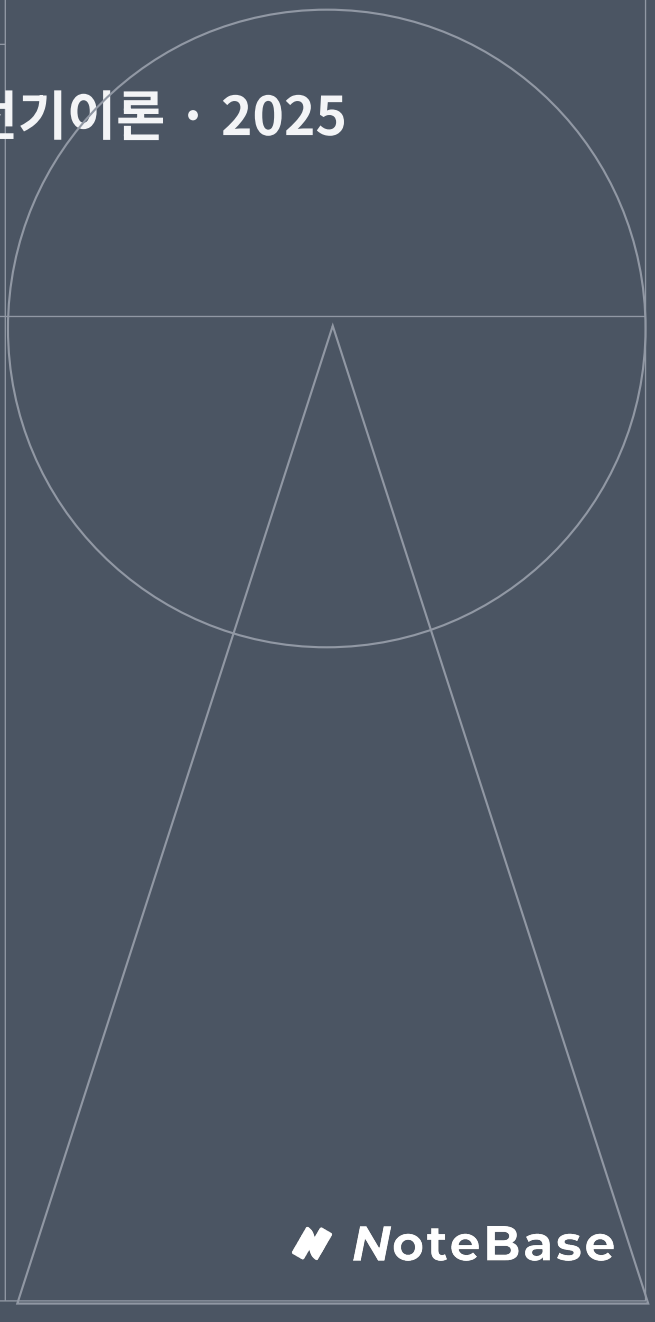
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2025



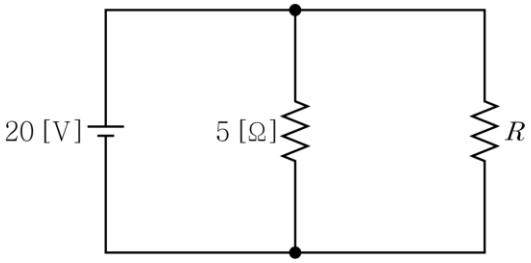
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2025

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2025

1. 다음 회로의 소비전력이 280 [W]일 때, 저항 R [Ω]은?



① 2
② 5
③ 10
④ 20

정답 1번

출제 포인트

병렬회로에서는 각 저항에 전원전압과 같은 전압이 걸린다는 점과 전력 공식 $P = V^2/R$을 이용해 미지 저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압 $V = 20V$, 전체 소비전력 P_전체=280 W, 한 가지의 저항 5Ω이다.
구해야 할 값: 다른 가지의 저항 R이다.
주의할 조건: 5Ω 저항과 R은 병렬이므로 두 저항에 모두 $20V$가 걸리고, 전체 소비전력은 두 가지 소비전력의 합이다.

사용할 공식

저항의 소비전력은 $P = V^2/R$이고, 병렬회로의 전체 소비전력은 P_전체=P_5+P_R이다.
두 저항이 전원과 나란히 연결되어 각 저항의 전압이 같으므로 이 공식을 각 가지에 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 5Ω 저항의 소비전력을 구한다.
$P_5 = \frac{20^2}{5} = 80W$
2. 전체 소비전력에서 5Ω 가지의 소비전력을 뺀다.
$P_R = 280 - 80 = 200W$
3. R에 대해서 전력 공식을 정리한다.
$R = \frac{V^2}{P_R} = \frac{20^2}{200} = 2\Omega$
따라서 저항 R은 2Ω이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 $R = 2\Omega$이므로 옳다.
② X — $R = 5\Omega$이면 두 저항이 각각 $80W$를 소비하여 전체 소비전력은 $160W$가 된다. 틀린 값 5Ω가 아니라 올바른 값은 2Ω이다.
③ X — $R = 10\Omega$이면 R의 소비전력은 $40W$이고 전체 소비전력은 $120W$가 된다. 틀린 값 10Ω가 아니라 올바른 값은 2Ω이다.
④ X — $R = 20\Omega$이면 R의 소비전력은 $20W$이고 전체 소비전력은 $100W$가 된다. 틀린 값 20Ω가 아니라 올바른 값은 2Ω이다.

오답 포인트

$280W$를 곧바로 R 하나의 소비전력으로 대입하면 안 된다. $280W$는 두 병렬 가지의 전체 소비전력이므로 먼저 5Ω 가지의 $80W$를 빼서 R 가지의 소비전력 $200W$를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬회로의 전력 문제는 각 가지의 전압이 전원전압과 같음을 확인하고, 이미 알려진 가지의 전력을 계산한 뒤, 전체전력에서 빼서 미지 가지의 전력을 구하는 순서로 판단한다. 마지막에는 각 가지의 전력 합이 전체전력과 같은지 검산한다.

암기 포인트

병렬은 전압이 같고 전력은 더해진다: $P = V^2/R$, P_전체=Σ P_가지이다.

NoteBase

2. 인덕턴스가 0.3 [H]인 코일에 전류가 0.2초 동안 2 [A]에서 14 [A]까지 일정한 비율로 증가할 때, 코일에 발생하는 기전력[V]은?
① 12
② 16
③ 18
④ 20

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전류가 일정한 비율로 변할 때 코일에 발생하는 유도기전력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 인덕턴스는 $L = 0.3H$, 전류 변화량은 $\Delta i = 14 - 2 = 12A$, 변화 시간은 $\Delta t = 0.2s$이다.
구해야 할 값: 코일에 발생하는 유도기전력의 크기이다.
주의할 조건: 전류가 일정한 비율로 증가하므로 전류 변화율은 $\Delta i/\Delta t$로 계산한다.

사용할 공식

유도기전력의 크기는 다음과 같다.
$|e| = L\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|$
코일의 인덕턴스와 전류의 시간에 따른 변화율이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다. 문제는 기전력의 크기를 묻기 때문에 렌츠의 법칙에 따른 음의 부호는 크기 계산에서 제외한다.

계산 과정

1. 전류 변화량은 $\Delta i = 14 - 2 = 12A$이다.
2. 전류 변화율은 $\Delta i/\Delta t = 12/0.2 = 60A/s$이다.
3. 유도기전력의 크기는 $|e| = 0.3 \times 60 = 18V$이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 $18V$이므로 $12V$는 틀리다. 올바른 값은 $18V$이다.
② X — 계산 결과는 $18V$이므로 $16V$는 틀리다. 올바른 값은 $18V$이다.
③ O — $L(\Delta i/\Delta t) = 0.3 \times (12/0.2) = 18V$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 계산 결과는 $18V$이므로 $20V$는 틀리다. 올바른 값은 $18V$이다.

NoteBase

오답 포인트

전류의 최종값 $14A$를 그대로 사용하지 않고 변화량 $14 - 2 = 12A$를 사용해야 한다. 또한 전류 변화량을 $0.2s$로 나누어 전류 변화율을 구한 뒤 인덕턴스를 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

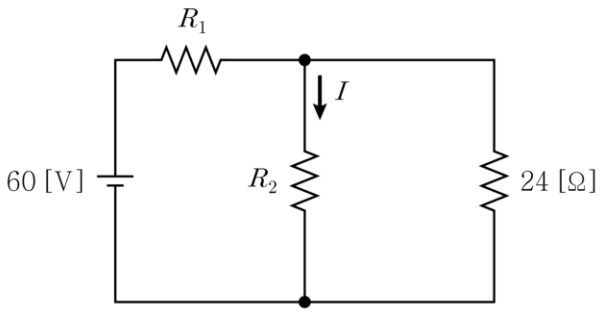
인덕터의 유도기전력 문제는 먼저 $\Delta i = i_2 - i_1$를 구하고, 이를 변화 시간으로 나눈 뒤 L을 곱한다. 방향이 아니라 크기를 묻는 경우에는 계산 결과의 절댓값을 선택한다.

암기 포인트

인덕터의 유도기전력 크기는 '인덕턴스 × 전류 변화율', 즉 $|e| = L|\Delta i/\Delta t|$이다.

NoteBase

3. 다음 회로에서 저항 R_2에 흐르는 전류 I가 2 [A]일 때, 저항 R_1 [Ω]은? (단, $R_2 = 12$ [Ω]이다)



① 6
② 8
③ 10
④ 12

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 병렬회로의 전압이 같다는 성질과 키르히호프의 전류 법칙을 이용해 직렬 저항 R_1을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $60V$, $R_2 = 12\Omega$, R_2에 흐르는 전류는 $2A$, 다른 병렬 저항은 24Ω이다.
구해야 할 값: 직렬 저항 R_1이다.
주의할 조건: R_2와 24Ω 저항은 병렬이므로 두 저항의 전압은 같고, R_1에는 두 분기전류의 합이 흐른다.

사용할 공식

옴의 법칙은 $V = IR$이다. 병렬회로의 전체 전류는 $I_1 = I_{R_2} + I_{24}$이고, 직렬 저항의 전압은 $V_{R_1} = 60 - V_{\parallel}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: R_2의 전류로 병렬 양단 전압을 구할 수 있고, 같은 전압이 걸리는 24Ω 분기의 전류를 구한 뒤 두 분기전류를 합하면 R_1의 전류가 되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. R_2의 전압은
$V_{\parallel} = I_{R_2} R_2 = 2 \times 12 = 24V$
이다.
2. 24Ω 저항에도 같은 $24V$가 걸리므로
$I_{24} = \frac{24}{24} = 1A$
이다.
3. R_1에 흐르는 전류는 두 분기전류의 합이므로
$I_1 = 2 + 1 = 3A$
이다.
4. R_1의 전압강하는
$V_{R_1} = 60 - 24 = 36V$
이므로
$R_1 = \frac{V_{R_1}}{I_1} = \frac{36}{3} = 12\Omega$
이다.

선지 판단

① X — 6Ω은 계산 결과 12Ω와 일치하지 않는다. 틀린 값은 6Ω이며, 올바르게는 $R_1 = 12\Omega$이다.
② X — 8Ω은 계산 결과 12Ω와 일치하지 않는다. 틀린 값은 8Ω이며, 올바르게는 $R_1 = 12\Omega$이다.
③ X — 10Ω은 계산 결과 12Ω와 일치하지 않는다. 틀린 값은 10Ω이며, 올바르게는 $R_1 = 12\Omega$이다.
④ O — R_1의 전압 $36V$를 전류 $3A$로 나누면 $R_1 = 12\Omega$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

R_2에 흐르는 $2A$를 회로 전체 전류로 보면 안 된다. 24Ω 분기에도 $1A$가 흐르므로 R_1의 전류는 $3A$이다. 또한 R_1의 전압은 전원 전압 $60V$가 아니라 병렬부의 $24V$를 뺀 $36V$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬부의 한 분기 전류가 주어지면 먼저 그 분기의 전압을 구한다. 그 전압으로 다른 분기 전류를 구하고, 분기전류를 합해 직렬부 전류를 구한 뒤 전압강하를 이용해 직렬 저항을 계산한다.

암기 포인트

병렬은 전압이 같고, 분기점에서는 전류가 합쳐지며, 직렬 구간에서는 전압강하를 뺀다.

NoteBase

4. 반경이 a인 무한길이의 원통형 직선 도체에 전류 I가 흐를 때 도체 표면에서 자기장의 세기가 H_0라면, 중심으로부터 $2a$인 위치에서 자기장의 세기는?

① $\frac{H_0}{2}$

② $\frac{H_0}{\sqrt{2}}$

③ $\sqrt{2}H_0$

④ $2H_0$

정답 1번

출제 포인트

무한히 긴 원통형 도체 바깥의 자기장 세기가 중심으로부터의 거리 r에 반비례한다는 점을 이용해 $r = 2a$에서의 자기장 세기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 도체 반경은 a, 표면 $r = a$에서의 자기장 세기는 H_0이다.
구해야 할 값: 중심에서 $2a$ 떨어진 도체 외부의 자기장 세기이다.
주의할 조건: $2a > a$이므로 도체 내부가 아니라 외부 자기장 공식을 적용한다.

사용할 공식

원통 도체 외부에서 앙페르 법칙을 적용하면
$H(r)2\pi r = I, \qquad H(r) = \frac{I}{2\pi r}$
이다. 도체 표면에서는
$H_0 = \frac{I}{2\pi a}$
이므로, 두 식의 비를 이용하면
$\frac{H(r)}{H_0} = \frac{a}{r}$
이다. 원통 외부의 원형 앙페르 경로가 전체 전류 I를 둘러싸기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 외부 자기장을 표면 자기장으로 나타내면 $H(r) = H_0 \frac{a}{r}$이다.
2. $r = 2a$를 대입하면
$H(2a) = H_0 \frac{a}{2a} = \frac{H_0}{2}$
이다.
3. 계산 결과가 ①과 일치하므로 정답은 1번이다.

선지 판단

① O — $r = 2a$를 외부 자기장 식 $H(r) = H_0 a/r$에 대입하면 $H_0/2$가 된다.
② X — $H_0/\sqrt{2}$는 $r = \sqrt{2}a$일 때의 값이다. $r = 2a$에서는 $H_0/2$로 고쳐야 한다.
③ X — 도체 외부에서는 거리가 증가할수록 자기장이 $1/r$에 비례해 감소하므로 $\sqrt{2}H_0$처럼 표면값보다 커질 수 없다. 올바른 값은 $H_0/2$이다.
④ X — $2a$를 분모가 아니라 배수로 잘못 처리한 값이다. 외부 자기장은 거리에 반비례하므로 $2H_0$가 아니라 $H_0/2$이다.

오답 포인트

중심에서 $2a$라는 조건을 도체 반경이 두 배가 된 상황처럼 해석하면 안 된다. 관측점은 도체 외부에 있고, 외부 자기장은 $H \propto 1/r$이므로 표면에서보다 작아진다. 특히 ④는 거리의 두 배를 자기장의 두 배로 뒤집어 적용한 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 관측점이 도체 내부인지 외부인지 판정한다. 외부이면 전체 전류를 둘러싸므로 $H = I/(2\pi r)$를 적용하고, 표면값이 주어졌다면 $H(r)/H(a) = a/r$의 비로 계산한다.

암기 포인트

무한 직선형 전류의 도체 외부에서는 $H \propto 1/r$이다. 표면에서 거리만 두 배가 되면 자기장은 절반이 된다.

NoteBase

5. 두 점전하 사이의 거리가 2 [m]일 때 10 [N]의 힘이 상호작용하고 있다. 두 점전하의 거리가 4 [m]로 변하면 작용하는 힘[N]은?

① 2.5 ② 5

③ 20 ④ 40

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 쿨롱 법칙에서 두 점전하 사이에 작용하는 힘이 거리의 제곱에 반비례한다는 원리를 이용해 변경된 힘을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 거리 $r_1 = 2m$, 처음 힘 $F_1 = 10N$이다.
구해야 할 값: 거리가 $r_2 = 4m$로 변할 때의 힘 F_2이다.
주의할 조건: 두 점전하의 전하량은 변하지 않으므로 힘의 크기는 거리의 제곱에 반비례한다.

사용할 공식

쿨롱 법칙은 $F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$이다. 두 전하량이 일정하므로 다음 비례식을 사용할 수 있다.

$$\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

거리가 변하고 전하량은 그대로인 상황이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 거리는 $2m$에서 $4m$로 2배가 된다.
2. 힘은 거리의 제곱에 반비례하므로 처음 힘의 $1/2^2 = 1/4$이 된다.
3. 따라서

F_2=10 N×≤ft((2 m)/(4 m))^2=10 N×14=2.5 N

이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $2.5N$이므로 옳다.
② X — $5N$은 거리가 2배일 때 힘이 단순히 절반이 된다고 잘못 계산한 값이다. 올바르게는 힘이 1/4이 되어 $2.5N$이다.
③ X — $20N$은 힘이 거리에 정비례한다고 잘못 보아 처음 힘을 2배 한 값이다. 올바르게는 거리의 제곱에 반비례하므로 $2.5N$이다.
④ X — $40N$은 거리비의 제곱인 4를 처음 힘에 곱한 값이다. 올바르게는 거리비의 제곱을 분모에 적용하여 $10N/4 = 2.5N$이다.

오답 포인트

거리가 2배가 되었을 때 힘을 단순히 절반으로 계산하는 것이 함정이다. 쿨롱 힘은 거리가 아니라 거리의 제곱에 반비례하므로 힘은 1/4로 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 전하량이 일정한 문제에서는 먼저 거리의 변화 배수를 구하고, 그 배수를 제곱한 값의 역수만큼 힘이 변한다고 판단한다.

암기 포인트

쿨롱 힘은 $F \propto 1/r^2$이다. 거리가 2배이면 힘은 1/4, 거리가 3배이면 힘은 1/9이 된다.

NoteBase

6. 점전하 Q로부터 거리 d의 위치에서 전위가 V_d일 때, $\frac{V_d}{2}$가 되는 거리는? (단, 무한대 위치의 전위를 0 [V]라 가정한다)

① $\frac{1}{4}d$ ② $\frac{1}{2}d$

③ $2d$ ④ $4d$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점전하가 만드는 전위가 전하로부터의 거리에 반비례한다는 관계를 이용해 전위가 절반이 되는 거리를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 점전하 Q로부터 거리 d인 위치의 전위가 V_d이다.
구해야 할 값: 전위가 $V_d/2$가 되는 거리 r이다.
주의할 조건: 무한대 위치의 전위를 0으로 잡았으므로 점전하의 전위식 $V(r) = kQ/r$을 그대로 적용한다.

사용할 공식

점전하로부터 거리 r인 지점의 전위는

$$V(r) = \frac{kQ}{r}$$

이다. 따라서 전위의 크기는 거리에 반비례한다. 같은 점전하 Q에 대해 두 위치의 전위를 비교하는 문제이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

거리 d에서의 전위는

$$V_d = \frac{kQ}{d}$$

이다. 전위가 $V_d/2$가 되는 거리를 r라 두면

$$\frac{kQ}{r} = \frac{V_d}{2} = \frac{1}{2}\frac{kQ}{d}$$

이므로 공통인 kQ를 약분하여

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{2d}, \qquad r = 2d$$

를 얻는다.

선지 판단

① X — $r = d/4$이면 전위는 $V(d/4) = 4V_d$가 되어 절반이 아니다. 틀린 거리 $d/4$는 올바르게는 $2d$이다.
② X — $r = d/2$이면 전위는 $V(d/2) = 2V_d$가 되어 절반이 아니다. 틀린 거리 $d/2$는 올바르게는 $2d$이다.
③ O — $r = 2d$이면 $V(2d) = kQ/(2d) = V_d/2$이므로 조건을 만족한다.
④ X — $r = 4d$이면 전위는 $V(4d) = V_d/4$가 되어 절반이 아니다. 틀린 거리 $4d$는 올바르게는 $2d$이다.

오답 포인트

전위가 절반이 된다는 말을 거리도 절반이 된다고 해석하면 ②를 고르게 된다. 점전하의 전위는 거리에 반비례하므로 전위를 1/2배로 만들려면 거리는 반대로 2배가 되어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 점전하에 대해 $V \propto 1/r$를 먼저 세운 뒤, 전위의 배수와 거리의 배수가 서로 역수 관계임을 적용한다. 전위가 a배이면 거리는 $1/a$배이다.

암기 포인트

점전하 전위는 $V = kQ/r$이다. 전위가 절반이면 거리는 2배이다.

NoteBase

7. 비사인파 전압 $v(t)=20\sqrt{2}\sin\omega t+3\sqrt{2}\sin 3\omega t+4\sqrt{2}\sin 5\omega t$ [V]일 때, 왜형률[%]은?

① 10
② 15
③ 20
④ 25

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 기본파 실효값에 대한 전체 고조파 실효값의 비로 왜형률을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기본파의 실효값은 $V_1 = 20V$, 제3고조파의 실효값은 $V_3 = 3V$, 제5고조파의 실효값은 $V_5 = 4V$이다.
구해야 할 값: 왜형률 K이다.
주의할 조건: 각 항의 최댓값에 $\sqrt{2}$가 곱해져 있으므로 대응하는 실효값은 각각 20, 3, 4이다. 서로 다른 고조파의 실효값은 단순히 더하지 않고 제곱합의 제곱근으로 합성한다.

사용할 공식

$K = \frac{\sqrt{V_3^2 + V_5^2 + \cdots}}{V_1} \times 100\%$
이 공식을 쓰는 이유: 왜형률은 기본파 실효값에 대한 기본파 이외 고조파 성분의 합성 실효값 비율이기 때문이다.

계산 과정

1. 고조파의 합성 실효값을 구한다.

$V_h = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5V$
2. 이를 기본파 실효값 20으로 나눈다.

$K = \frac{5}{20} \times 100\% = 25\%$
따라서 왜형률은 25%이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 10%는 고조파 합성 실효값 5를 기본파 실효값 20으로 나눈 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 왜형률이 25%이다.
② X — 15%는 제3고조파만 반영한 3/20 × 100%의 값이므로 제5고조파가 누락되었다. 올바르게는 두 고조파를 모두 합성하여 왜형률이 25%이다.
③ X — 20%는 제5고조파만 반영한 4/20 × 100%의 값이므로 제3고조파가 누락되었다. 올바르게는 두 고조파를 모두 합성하여 왜형률이 25%이다.
④ O — $\sqrt{3^2 + 4^2}/20 \times 100\% = 25\%$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

제3고조파와 제5고조파 중 하나만 기본파와 비교하면 각각 15%와 20%가 되어 ② 또는 ③을 고르게 된다. 왜형률의 분자는 모든 고조파 실효값의 제곱합에 제곱근을 취한 값이라는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 정현파 항의 실효값을 먼저 구한 뒤, 기본파를 제외한 고조파 실효값들을 제곱합의 제곱근으로 합성하고, 그 값을 기본파 실효값으로 나누어 100을 곱한다.

암기 포인트

왜형률은 '고조파의 합성 실효값 ÷ 기본파 실효값 × 100%'이며, 고조파는 제곱합의 제곱근으로 합성한다.

NoteBase

8. 정격 1 [kW]의 전열기를 사용하여 물 2.4 [kg]을 가열한다. 최초 온도에서 30 [°C]만큼 높이는 데 필요한 시간[분]은? (단, 물의 비열은 1이다)

① 2 ② 3

③ 4 ④ 5

정답 4번

출제 포인트

전열기의 전력과 물이 얻는 열량의 관계를 이용하여 가열 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전열기 전력 $P = 1kW$, 물의 질량 $m = 2.4kg$, 비열 $c = 1kcal/(kg \cdot {}^\circ C)$, 온도 상승 $\Delta T = 30\,{}^\circ C$ 이다.

구해야 할 값: 가열 시간 t를 분 단위로 구한다.

주의할 조건: 열손실이 없다고 보고, $1kW \approx 860kcal/h$로 환산한다.

사용할 공식

물이 얻는 열량은

$Q = mc\Delta T$

이고, 전열기가 공급하는 열량은

$Q = Pt$

이다. 전열기의 전기에너지가 물의 열에너지로 바뀌므로 두 열량을 같게 두어 시간을 구한다.

계산 과정

1. 물에 필요한 열량은

$Q = 2.4 \times 1 \times 30 = 72kcal$

이다.

2. $1kW \approx 860kcal/h$이므로 가열 시간은

$t = \frac{72}{860} h$

이다.

3. 분으로 환산하면

$t = \frac{72}{860} \times 60 \approx 5.02min$

이므로 필요한 시간은 약 $5min$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 2분은 계산 결과인 약 5분과 다르다. 올바르게는 약 5분이다.
② X — 3분은 필요한 열량 $72kcal$를 $1kW$로 공급하는 시간보다 짧다. 올바르게는 약 5분이다.
③ X — 4분은 계산 결과인 약 5분보다 짧다. 올바르게는 약 5분이다.
④ O — 계산값 $5.02min$을 선지의 정수값과 비교하면 5분이므로 맞다.

오답 포인트

물의 비열이 1이라고 해서 곧바로 시간과 같다고 보면 안 된다. 먼저 $Q = mc\Delta T$로 필요한 열량을 구하고, $1kW \approx 860kcal/h$로 전력과 열량의 단위를 맞춘 뒤 시간을 분으로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

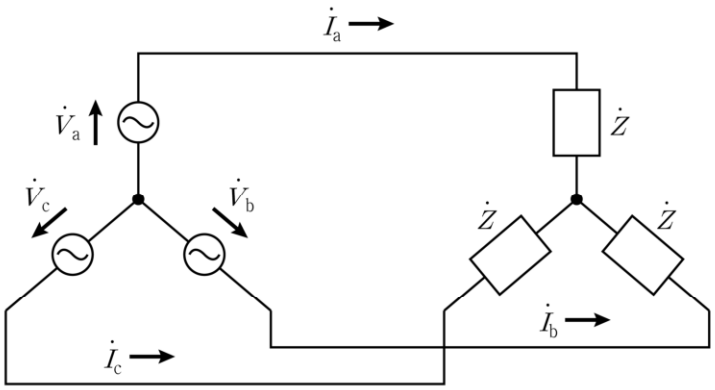
전열 가열 문제는 온도차를 확인한 뒤 $Q = mc\Delta T$로 열량을 구하고, $t = Q/P$를 적용한 다음 요구된 시간 단위로 환산한다.

암기 포인트

전열 가열의 핵심은 $Pt = mc\Delta T$이며, $1kW \approx 860kcal/h$이다.

NoteBase

9. 다음 평형 3상 회로에 대한 내용으로 옳지 않은 것은? (단, 상전압은 100 [V], $\dot{Z} = 8 + j6$ [Ω]이고, 전압과 전류는 실횻값이다)



① 선전류는 10 [A]이다.
② 선간전압은 $100\sqrt{3}$ [V]이다.
③ 역률은 80 [%]이다.
④ 무효전력은 2.4 [kVAR]이다.

정답 4번

출제 포인트

평형 Y결선 3상 회로에서 상전압과 선간전압의 관계, 임피던스의 크기, 역률, 3상 무효전력 공식을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 상전압 $V_p = 100V$, 상임피던스 $Z = 8 + j6\Omega$이다.
Y결선에서는 선전류와 상전류가 같고, 선간전압은 상전압의 $\sqrt{3}$배이다.
임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\Omega$이다.

사용할 공식

$I_L = I_p = \frac{V_p}{|Z|}$
$V_L = \sqrt{3}V_p$
$\cos\phi = \frac{R}{|Z|}, \quad \sin\phi = \frac{X}{|Z|}$
$Q = 3V_pI_p\sin\phi$
평형 Y결선이므로 각 상의 전압·전류·무효전력이 같으며, 전체 무효전력은 한 상의 무효전력을 3배하여 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 선전류는 $I_L = I_p = 100/10 = 10A$이다.
2. 선간전압은 $V_L = \sqrt{3} \times 100 = 100\sqrt{3}V$이다.
3. 역률은 $\cos\phi = 8/10 = 0.8 = 80\%$이고, $\sin\phi = 6/10 = 0.6$이다.
4. 전체 무효전력은 $Q = 3 \times 100 \times 10 \times 0.6 = 1{,}800VAR = 1.8kVAR$이다.

선지 판단

① O — Y결선에서는 선전류와 상전류가 같고, $100/10 = 10A$이므로 옳다.
② O — Y결선의 선간전압은 상전압의 $\sqrt{3}$배이므로 $100\sqrt{3}V$가 맞다.
③ O — 역률은 $R/|Z| = 8/10 = 0.8 = 80\%$이므로 옳다.
④ X — '무효전력은 $2.4kVAR$'라는 값이 틀렸다. 올바르게는 $Q = 3V_pI_p\sin\phi = 1.8kVAR$이다. 따라서 옳지 않은 것은 ④이다.

오답 포인트

④의 $2.4kVAR$는 저항 성분 8Ω을 사용해 계산한 유효전력 $P = 3I^2R = 2.4kW$의 수치이다. 무효전력은 리액턴스 성분 6Ω 또는 $\sin\phi = 0.6$을 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

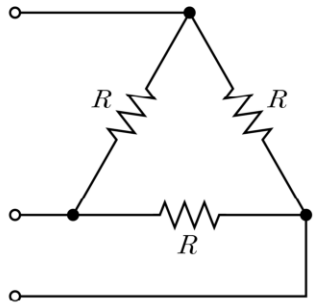
먼저 Y결선에서 $I_L = I_p$, $V_L = \sqrt{3}V_p$를 적용한다. 이어서 $|Z|$, $\cos\phi$, $\sin\phi$를 구한 뒤 유효전력은 저항 성분, 무효전력은 리액턴스 성분으로 계산하고 단위를 검산한다.

암기 포인트

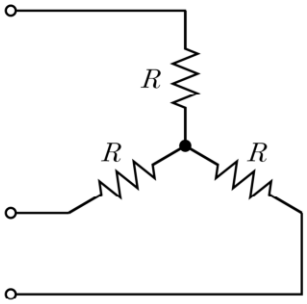
평형 Y결선은 $I_L = I_p$, $V_L = \sqrt{3}V_p$이고, 전체 무효전력은 $Q = 3V_pI_p\sin\phi = 3I_p^2X$이다.

NoteBase

10. 그림 (가)의 평형 3상 부하를 그림 (나)의 결선으로 바꿀 때, 소비 전력의 변화는?



(가)



(나)

① $\frac{1}{3}$배로 감소한다.

② $\frac{1}{9}$배로 감소한다.

③ 3배로 증가한다.

④ 9배로 증가한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 동일한 선간전압에서 평형 3상 저항부하의 결선을 Δ결선에서 Y결선으로 바꿀 때 상전압과 총 소비전력이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 각 상의 저항은 모두 R이고, 결선 변경 전후의 선간전압 V_L은 같다.
구해야 할 값: Y결선 소비전력 P_Y와 Δ결선 소비전력 P_Δ의 비.
주의할 조건: Δ결선의 상전압은 V_L이고, Y결선의 상전압은 $V_L/\sqrt{3}$이다.

사용할 공식

평형 3상 저항부하의 총 소비전력은 각 상의 전력을 더하여
$P = 3\frac{V_{ph}^2}{R}$
로 구한다. 각 결선에서 저항 하나에 걸리는 상전압이 다르므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. Δ결선에서는 $V_{ph} = V_L$이므로
$P_\Delta = 3\frac{V_L^2}{R}$
이다.
2. Y결선에서는 $V_{ph} = V_L/\sqrt{3}$이므로
$P_Y = 3\frac{(V_L/\sqrt{3})^2}{R} = \frac{V_L^2}{R}$
이다.
3. 따라서
$\frac{P_Y}{P_\Delta} = \frac{V_L^2/R}{3V_L^2/R} = \frac{1}{3}$
이므로 소비전력은 종전의 1/3로 감소한다.

선지 판단

① O — 계산 결과 $P_Y/P_\Delta = 1/3$이므로 소비전력은 1/3로 감소한다.
② X — ‘1/9로 감소한다’는 값이 틀리다. 상전압은 $1/\sqrt{3}$이 되고 상전력은 그 제곱인 1/3이 되므로, 올바르게는 ‘1/3로 감소한다’이다.
③ X — ‘3배로 증가한다’는 변화 방향과 배수가 모두 틀리다. 올바르게는 ‘1/3로 감소한다’이다.
④ X — ‘9배로 증가한다’는 변화 방향과 배수가 모두 틀리다. 올바르게는 ‘1/3로 감소한다’이다.

오답 포인트

Y결선의 상전압이 선간전압의 $1/\sqrt{3}$이라는 사실을 소비전력 비와 혼동하기 쉽다. 전력은 전압의 제곱에 비례하므로 $(1/\sqrt{3})^2 = 1/3$이다. 이를 다시 제곱하여 1/9로 판단하거나 Δ결선과 Y결선의 비를 거꾸로 잡으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 선간전압과 같은 상저항에서 결선만 바뀌면 먼저 각 결선의 상전압을 정하고, $P = 3V_{ph}^2/R$에 대입하여 전력비를 구한다. Δ에서 Y로 바꾸면 총 소비전력은 1/3, Y에서 Δ로 바꾸면 3배가 된다.

암기 포인트

같은 V_L, 같은 R에서는 $P_\Delta = 3P_Y$이다. 즉 Δ→Y는 전력 1/3, Y→Δ는 전력 3배이다.

NoteBase

11. 평형 3상 회로에 대해 2전력계법을 이용하여 2,000 [W]와 4,000 [W]의 전력을 측정하였다. 이때 선간전압이 400 [V], 선전류가 10 [A]라면 상전류와 상전압의 위상차 θ [°]는? (단, 전압과 전류는 실횻값이다)
① 0
② 30
③ 60
④ 90

정답 2번

출제 포인트

평형 3상 회로에서 2전력계법의 총 유효전력과 3상 유효전력 공식을 연결하여 전압과 전류의 위상차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 전력계의 지시값은 각각 $W_1 = 2{,}000W$, $W_2 = 4{,}000W$이고, 선간전압은 $V_L = 400V$, 선전류는 $I_L = 10A$이다.
구해야 할 값: 상전류와 상전압의 위상차 θ이다.
주의할 조건: 전압과 전류는 실횻값이며 회로가 평형이므로 3상 유효전력 공식을 적용한다.

사용할 공식

2전력계법에서 전체 유효전력은
$P = W_1 + W_2$
이고, 평형 3상 회로의 유효전력은
$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\theta$
이다. 두 전력계 지시값의 합이 회로 전체의 유효전력이고, 선간전압과 선전류가 주어졌으므로 두 식을 연결하여 $\cos\theta$를 구한다.

계산 과정

1. 두 전력계의 지시값을 더하면 전체 유효전력은 $P = 2{,}000 + 4{,}000 = 6{,}000W$이다.
2. 3상 유효전력 식에 대입하면
$6{,}000 = \sqrt{3} \times 400 \times 10 \times \cos\theta$
이다.
3. 따라서
$\cos\theta = \frac{6{,}000}{4{,}000\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$
이므로 $\theta = 30$ °이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0 °이면 $\cos\theta = 1$이므로 전체 유효전력은 $4{,}000\sqrt{3}W$가 되어 주어진 $6{,}000W$와 일치하지 않는다. 올바른 위상차는 30 °이다.
② O — 계산 결과 $\cos\theta = \sqrt{3}/2$이므로 위상차는 30 °이다.
③ X — 60 °이면 $\cos\theta = 1/2$이므로 전체 유효전력은 $2{,}000\sqrt{3}W$가 되어 전력계 지시값의 합과 일치하지 않는다. 올바른 위상차는 30 °이다.
④ X — 90 °이면 $\cos\theta = 0$이므로 전체 유효전력이 $0W$여야 한다. 주어진 전체 유효전력은 $6{,}000W$이므로 올바른 위상차는 30 °이다.

오답 포인트

두 전력계의 지시값 차만 사용하거나, 3상 전력식의 $\sqrt{3}$을 빠뜨리면 위상차를 잘못 구하게 된다. 이 문항에서는 먼저 두 지시값을 합하여 전체 유효전력 $6{,}000W$를 구하는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

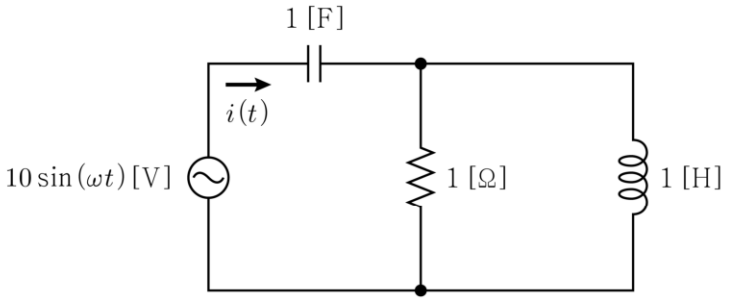
평형 3상 2전력계법 문제에서는 먼저 $P = W_1 + W_2$로 전체 유효전력을 구한 뒤, $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\theta$에 대입하여 역률과 위상차를 차례로 판단한다.

암기 포인트

2전력계법의 지시값 합은 3상 전체 유효전력이며, 평형 3상 유효전력은 $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\theta$이다.

NoteBase

12. 다음 RLC 직병렬 회로가 정상상태에서 동작할 때, 전류 $i(t)$ [A]는? (단, $\omega = 1$ [rad/s]이다)



① $5\sqrt{2}\sin(\omega t - 45°)$
② $5\sqrt{2}\sin(\omega t + 45°)$
③ $10\sqrt{2}\sin(\omega t - 45°)$
④ $10\sqrt{2}\sin(\omega t + 45°)$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 커패시터와 저항·인덕터 병렬회로의 합성 임피던스를 구한 뒤, 전원 전압을 합성 임피던스로 나누어 정상상태 전류의 크기와 위상을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 1\Omega, L = 1H, C = 1F, \omega = 1rad/s, v(t) = 10\sin(\omega t)V$이다.
구해야 할 값: 커패시터를 지나 회로 전체로 흐르는 정상상태 전류 $i(t)$이다.
주의할 조건: 커패시터는 저항과 인덕터의 병렬결합에 직렬로 연결되어 있으며, 전원의 10은 실효값이 아니라 정현파의 최대값이다.

사용할 공식

각 소자의 임피던스는 $Z_C = 1/(j\omega C), Z_L = j\omega L$이고, 저항과 인덕터의 병렬 합성 임피던스는 $Z_{RL} = RZ_L/(R + Z_L)$이다. 따라서 전체 임피던스는 $Z = Z_C + Z_{RL}$, 전류 페이저는 $I = V/Z$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 정현파 정상상태의 RLC 회로는 각 소자를 복소 임피던스로 바꾸어 직렬·병렬 결합을 계산할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 커패시터와 인덕터의 임피던스를 구하면 $Z_C = -j\Omega$, $Z_L = j\Omega$이다.
2. 저항과 인덕터의 병렬 합성 임피던스는
$Z_{RL} = \frac{1 \cdot j}{1+j} = \frac{1+j}{2}\Omega$
이다.
3. 전체 임피던스는
$Z = Z_C + Z_{RL} = -j + \frac{1+j}{2} = \frac{1-j}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}\angle(-45^\circ)\Omega$
이다.
4. 전압을 $V = 10\angle 0^\circ V$로 두면
$I = \frac{V}{Z} = 10\sqrt{2}\angle 45^\circ A$
이므로 $i(t) = 10\sqrt{2}\sin(\omega t + 45^\circ)A$이다.

선지 판단

① X — $5\sqrt{2}\sin(\omega t - 45^\circ)$는 전류의 크기를 절반으로 계산했고 위상도 반대로 잡았다. 올바르게는 $10\sqrt{2}\sin(\omega t + 45^\circ)$이다.
② X — 위상 $+45^\circ$는 맞지만 전류의 최대값을 $5\sqrt{2}$로 계산한 부분이 틀렸다. 올바르게는 최대값이 $10\sqrt{2}$이다.
③ X — 전류의 최대값 $10\sqrt{2}$는 맞지만 위상을 -45°로 둔 부분이 틀렸다. 전체 임피던스의 위상이 -45°이므로 전류의 위상은 이를 빼서 $+45^\circ$가 된다.
④ O — 계산 결과인 $i(t) = 10\sqrt{2}\sin(\omega t + 45^\circ)A$와 일치한다.

오답 포인트

전체 임피던스의 위상 -45°를 전류 위상에 그대로 옮기면 ③을 고르게 된다. 전류는 $I = V/Z$이므로 전류 위상은 전압 위상에서 임피던스 위상을 뺀 $+45^\circ$이다. 또한 병렬 합성 임피던스 $(1+j)/2$의 분모 2를 전류 크기에 잘못 반영하면 ①이나 ②처럼 크기를 절반으로 오인할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

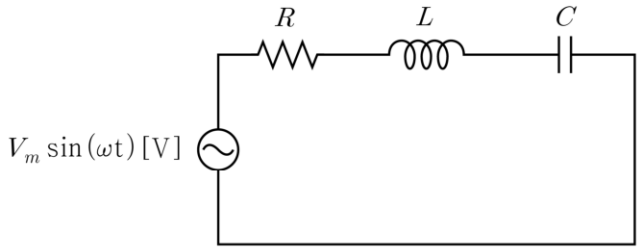
정현파 정상상태 회로는 각 소자를 복소 임피던스로 바꾸고, 병렬 부분을 먼저 합성한 뒤 직렬 임피던스를 더한다. 마지막에 $I = V/Z$를 적용하여 크기는 나누고 위상은 빼며, 시간함수의 기준이 sin인지 cos인지도 그대로 유지한다.

암기 포인트

전류 페이저는 $I = V/Z$이므로 $|I| = |V|/|Z|$, $\angle I = \angle V - \angle Z$이다. 임피던스 위상이 음수이면 전류는 전압보다 앞선다.

NoteBase

13. 다음 RLC 직렬 회로에서 공진이 발생할 때, 이 회로에 대한 설명으로 옳은 것만을 고르면?



ㄱ. 역률이 1이다.

ㄴ. 공급 전압과 전류는 $\frac{\pi}{2}$ [rad]의 위상차를 갖는다.

ㄷ. 공진 주파수 $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ [Hz]이다.

ㄹ. 임피던스는 최대가 되고, 전류는 최소가 된다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ ④ ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

RLC 직렬 회로의 공진 조건과 공진 시 역률, 전압·전류의 위상차, 임피던스 및 전류의 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

직렬 공진에서는 유도 리액턴스와 용량 리액턴스의 크기가 같아진다. 즉, $X_L = X_C$이고 합성 리액턴스 $X_L - X_C$는 0이다. 따라서 회로의 임피던스는 순수 저항 R만 남는다.

사용할 공식

임피던스는 $Z = R + j(X_L - X_C)$이고, 공진 조건은 $X_L = X_C$이다. 따라서 공진 시 $Z = R$이다. 또한 $\omega_0 L = 1/(\omega_0 C)$에서 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$, $f_0 = \omega_0/(2\pi) = 1/(2\pi\sqrt{LC})$가 된다. 이 공식은 직렬 회로에서 인덕터와 커패시터의 리액턴스가 서로 상쇄되는 공진 상태를 나타낸다.

계산 과정

1. 공진 조건 $X_L = X_C$를 적용하면 합성 리액턴스가 0이 된다.
2. 임피던스는 $Z = R$로 최소가 되고, 전류 $I = V/Z$는 최대가 된다.
3. 회로가 순수 저항성으로 되므로 공급 전압과 전류의 위상차는 0이고 역률은 1이다.
4. 공진 주파수는 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이다. 따라서 옳은 진술은 ㄱ과 ㄷ이다.

NoteBase

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. 공진 시 공급 전압과 전류의 위상차는 $\pi/2$가 아니라 0이다. 올바른 조합은 ㄱ·ㄷ이다.
② O — ㄱ의 역률 1과 ㄷ의 공진 주파수 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$가 모두 옳다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ은 틀리며, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. ㄴ은 '위상차가 $\pi/2$이다'가 아니라 '위상차가 0이다'로 고쳐야 하므로 올바른 조합은 ㄱ·ㄷ이다.
④ X — ㄷ은 옳지만 ㄹ은 틀리며, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. ㄹ은 '임피던스는 최대, 전류는 최소'가 아니라 '임피던스는 최소, 전류는 최대'로 고쳐야 하므로 올바른 조합은 ㄱ·ㄷ이다.

오답 포인트

병렬 공진의 특징과 직렬 공진의 특징을 혼동하기 쉽다. 이 문제의 직렬 공진에서는 리액턴스가 상쇄되어 임피던스가 최소이고 전류가 최대이다. 또한 공진은 전압과 전류가 직교하는 상태가 아니라 같은 위상이 되는 상태이므로 위상차는 0이다.

다시 나오면 이렇게 판단

RLC 직렬 공진 문제에서는 먼저 $X_L = X_C$를 적용한 뒤, 합성 리액턴스 0 → 임피던스 R로 최소 → 전류 최대 → 위상차 0 → 역률 1의 순서로 판단한다.

암기 포인트

직렬 공진은 '임피던스 최소, 전류 최대, 위상차 0, 역률 1'이며, $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이다.

NoteBase

14. 교류회로의 유효전력이 60 [W]이고 역률이 0.6일 때, 무효전력[VAR]은?

① 40 ② 60

③ 80 ④ 100

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유효전력과 역률의 관계로 피상전력을 구한 뒤, 전력 삼각형을 이용해 무효전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유효전력 $P = 60W$, 역률 $\cos\phi = 0.6$이다.

구해야 할 값: 무효전력 Q이다.

주의할 조건: 역률은 유효전력과 피상전력의 비이므로 P/S이며, 무효전력은 피상전력과 같은 값이 아니다.

사용할 공식

역률 관계는 $\cos\phi = P/S$이고, 전력 삼각형의 관계는 $S^2 = P^2 + Q^2$이다.

이 공식을 쓰는 이유: 교류회로에서 유효전력 P, 무효전력 Q, 피상전력 S는 직각삼각형 관계를 이루기 때문이다.

계산 과정

1. 피상전력을 구한다.

$S = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{60}{0.6} = 100VA$

2. 전력 삼각형으로 무효전력을 구한다.

$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{100^2 - 60^2} = \sqrt{6400} = 80VAR$

따라서 무효전력은 $80VAR$이다.

선지 판단

① X — $40VAR$는 계산 결과 $80VAR$와 다르다. 틀린 값 40을 올바르게 고치면 80이다.

② X — $60VAR$는 주어진 유효전력의 수치를 그대로 무효전력에 적용한 값이다. 무효전력은 $Q = 80VAR$로 고쳐야 한다.

③ O — 전력 삼각형에 따라 $Q = \sqrt{100^2 - 60^2} = 80VAR$이므로 옳다.

④ X — 100은 $P/\cos\phi$로 구한 피상전력 $S = 100VA$이다. 무효전력은 $80VAR$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④의 100은 무효전력이 아니라 피상전력이다. 또한 유효전력 60과 무효전력을 같은 값으로 보는 실수를 피해야 한다. 전력의 종류에 따라 단위도 유효전력은 W, 무효전력은 VAR, 피상전력은 VA로 구분된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

유효전력과 역률이 주어지면 먼저 $S = P/\cos\phi$로 피상전력을 구하고, 이어서 $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$로 무효전력을 계산한다. 마지막에 $P^2 + Q^2 = S^2$가 성립하는지 검산한다.

암기 포인트

전력 삼각형은 P-Q-S, 즉 $S^2 = P^2 + Q^2$이고 역률은 P/S이다.

NoteBase

15. 200 [V]용 100 [W]와 200 [W]의 전구 두 개가 있다. 두 전구를 직렬 연결하고 전원을 연결하면 100 [W]의 전구는 200 [W] 전구보다 몇 배의 전력을 소모하는가?

① $\frac{1}{2}$ ② 1

③ 2 ④ 4

정답 3번

출제 포인트

정격전압이 같은 전구의 저항을 정격전력으로 구하고, 직렬회로에서 두 전구에 흐르는 전류가 같다는 점을 이용해 소비전력의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

두 전구의 정격전압은 모두 200V이다. 정격전력은 각각 100W, 200W이다. 두 전구를 직렬로 연결하므로 실제로 흐르는 전류 I는 같다.

사용할 공식

전구의 정격저항은 $R = V^2/P$이고, 저항에서 소비되는 전력은 P_소비=I^2R이다. 두 전구는 정격전압이 같으므로 정격전력이 작은 전구일수록 저항이 크다. 또한 직렬회로에서는 전류가 같으므로 소비전력은 저항에 비례한다.

계산 과정

100 W 전구의 저항은 $R_{100} = 200^2/100 = 400\Omega$이다. 200 W 전구의 저항은 $R_{200} = 200^2/200 = 200\Omega$이다. 따라서 소비전력의 비는 $P_{100}/P_{200} = I^2R_{100}/(I^2R_{200}) = 400/200 = 2$이다. 즉, 100 W 전구는 200 W 전구보다 2배의 전력을 소비한다.

선지 판단

① X — 1/2배가 아니라 2배이다. 정격전력이 작은 100 W 전구의 저항이 더 크므로 직렬 연결 시 소비전력도 더 크다.

② X — 1배가 아니라 2배이다. 두 전구의 저항이 400Ω과 200Ω으로 서로 같지 않다.

③ O — 같은 전류가 흐를 때 소비전력은 저항에 비례하므로 400/200 = 2배가 된다.

④ X — 4배가 아니라 2배이다. 저항의 비가 2이므로 소비전력의 비도 2이며, 저항비를 다시 제곱하지 않는다.

NoteBase

오답 포인트

전구에 표시된 100 W, 200 W를 실제 소비전력으로 그대로 보면 안 된다. 이 값은 정격전압 200V에서의 전력이며, 직렬 연결에서는 같은 전류가 흐르므로 저항이 큰 100 W 전구가 오히려 더 큰 전력을 소비한다.

다시 나오면 이렇게 판단

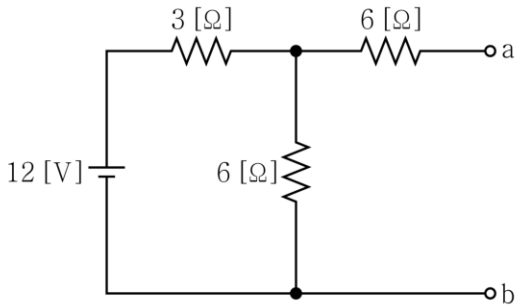
정격전압이 같은 전구의 직렬 연결에서는 먼저 R=V^2/P_정격로 저항을 비교하고, 같은 전류 조건에서 P_소비=I^2R를 적용한다. 따라서 실제 소비전력은 정격전력에 반비례한다.

암기 포인트

같은 정격전압의 전구를 직렬로 연결하면 정격전력이 작은 전구가 저항은 크고 실제 소비전력도 크다.

NoteBase

16. 다음 회로에서 단자 a−b의 테브난 등가 저항 R_{TH} [Ω]와 테브난 등가 전압 V_{TH} [V]는?



	R_{TH}	V_{TH}
①	8	6
②	8	8
③	12	6
④	12	8

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단자 a-b에서 본 테브난 등가전압과 등가저항을 각각 구하는 문제이다. 등가전압은 단자를 개방한 상태의 전압이고, 등가저항은 독립 전압원을 단락한 뒤 단자에서 바라본 저항이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원은 $12V$, 저항은 3Ω, 6Ω, 6Ω이다.
구해야 할 값: R_{TH}와 V_{TH}이다.
주의할 조건: a-b가 개방되어 있으므로 a에 연결된 오른쪽 6Ω에는 전류가 흐르지 않는다. 전원의 긴 선이 위쪽이므로 위쪽 노드가 b보다 $12V$ 높다.

사용할 공식

개방단자 전압은 전압분배식을 사용한다.
$V_{TH} = 12\frac{6}{3+6}$
등가저항은 독립 전압원을 단락한 뒤 직렬·병렬 합성으로 구한다.
$R_{TH} = 6 + (3 \parallel 6), \qquad 3 \parallel 6 = \frac{3\times 6}{3+6}$
개방 상태에서는 오른쪽 6Ω의 전압강하가 0이므로 a의 전위가 중앙 노드 전위와 같고, 등가저항을 구할 때는 중앙 노드와 b 사이의 3Ω과 6Ω이 병렬이 되기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. a-b를 개방하면 오른쪽 6Ω에 전류가 흐르지 않으므로 그 저항의 전압강하는 0이다.
2. 3Ω과 세로 6Ω에 흐르는 전류는 $I = 12/(3 + 6) = 4/3A$이다. 따라서 $V_{TH} = I \times 6 = 8V$이다.
3. 이상적인 독립 전압원을 단락하면 3Ω과 세로 6Ω은 병렬이므로 $3 \parallel 6 = 2\Omega$이다.
4. 이 병렬합성 저항은 a 쪽의 6Ω과 직렬이므로 $R_{TH} = 6 + 2 = 8\Omega$이다.

선지 판단

① X — $R_{TH} = 8\Omega$은 맞지만 $V_{TH} = 6V$가 틀렸다. 올바르게는 전압분배에 따라 $V_{TH} = 8V$이다.
② O — 계산 결과가 $R_{TH} = 8\Omega$, $V_{TH} = 8V$이므로 두 값이 모두 일치한다.
③ X — $R_{TH} = 12\Omega$, $V_{TH} = 6V$가 모두 틀렸다. 올바르게는 $R_{TH} = 8\Omega$, $V_{TH} = 8V$이다.
④ X — $V_{TH} = 8V$은 맞지만 $R_{TH} = 12\Omega$가 틀렸다. 올바르게는 3Ω과 세로 6Ω의 병렬합성값 2Ω을 오른쪽 6Ω에 더하여 $R_{TH} = 8\Omega$이다.

오답 포인트

개방된 a 쪽의 6Ω에도 전류가 흐른다고 생각하면 V_{TH}를 잘못 구하기 쉽다. 또한 R_{TH}를 구할 때 전압원을 제거한다는 말을 가지를 끊는 것으로 오해하거나 모든 6Ω 저항을 직렬로 더하면 12Ω를 고르게 된다. 이상적인 전압원 제거는 단락으로 처리한다.

다시 나오면 이렇게 판단

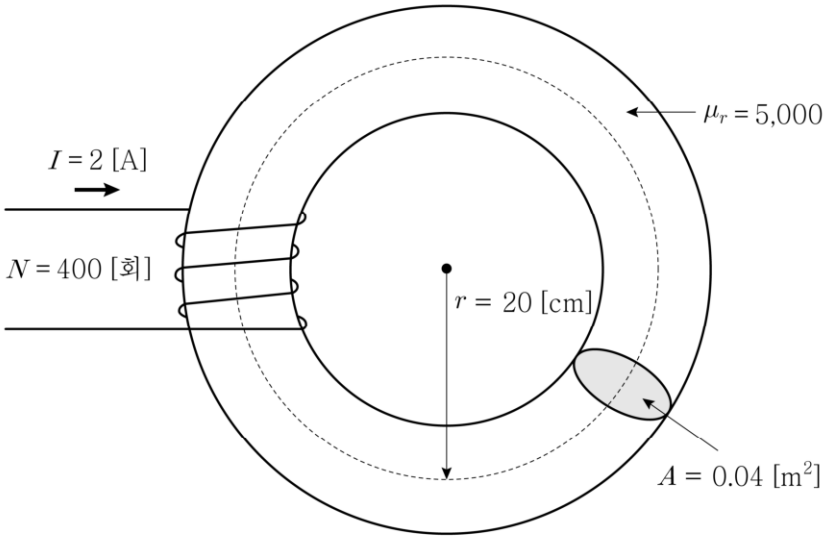
먼저 출력단을 개방하여 무전류 가지의 전압강하를 0으로 두고 V_{TH}를 구한다. 다음으로 독립 전압원은 단락하고 독립 전류원은 개방한 뒤, 출력단에서 바라본 직렬·병렬 구조로 R_{TH}를 구한다.

암기 포인트

테브난 전압은 개방전압이고, 테브난 저항은 독립 전압원을 단락한 뒤 단자에서 본 저항이다.

NoteBase

17. 그림과 같은 단면적 A가 $0.04\,[\mathrm{m}^2]$, 중심반지름 r이 $20\,[\mathrm{cm}]$, 비투자율 μ_r이 5,000인 환상철심에 권수 N이 $400\,[\text{회}]$인 코일을 감고 전류 $2\,[\mathrm{A}]$를 흘릴 때, 옳지 않은 설명은? (단, 누설자속은 무시하며, 철심 내 자속밀도는 중심부의 값으로 일정하고, 진공의 투자율 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}[\mathrm{H/m}]$이다)



① 철심 외부 자기장의 세기는 $0\,[\mathrm{AT/m}]$이다.

② 철심 내부 자기장의 세기는 $\frac{2}{\pi} \times 10^3\,[\mathrm{AT/m}]$이다.

③ 철심의 자속밀도는 $8\,[\mathrm{Wb/m}^2]$이다.

④ 철심을 통과하는 자속량은 $16 \times 10^{-2}\,[\mathrm{Wb}]$이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 환상철심에서 암페어의 주회법칙으로 자기장의 세기 H를 구한 뒤, 투자율을 곱해 자속밀도 B와 자속 Φ를 계산하는 문제이다. 문제는 옳지 않은 설명을 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 단면적 $A = 0.04m^2$, 중심반지름 $r = 20cm = 0.20m$, 비투자율 $\mu_r = 5{,}000$, 권수 $N = 400$, 전류 $I = 2A$, 진공의 투자율 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$이다.

구해야 할 값: 철심 내부와 외부의 자기장의 세기 H, 철심의 자속밀도 B, 철심을 통과하는 자속 Φ이다.

주의할 조건: 누설자속을 무시하고 철심 내 자속밀도를 중심부의 값으로 일정하게 본다.

NoteBase

사용할 공식

환상철심 내부의 평균 자로 길이는 $l = 2\pi r$이므로 암페어의 주회법칙에서

$H(2\pi r) = NI, \qquad H = \frac{NI}{2\pi r}$

이다. 자속밀도와 자속은 각각

$B = \mu_0 \mu_r H, \qquad \Phi = BA$

이다. 코일이 감긴 이상적인 환상철심은 자속이 철심 내부에 폐곡선을 이루므로 누설자속을 무시하면 철심 외부의 자기장은 0으로 본다.

계산 과정

1. 중심반지름을 미터로 바꾸면 $r = 20cm = 0.20m$이다.
2. 철심 내부 자기장의 세기는

$H = \frac{400 \times 2}{2\pi \times 0.20} = \frac{2{,}000}{\pi} AT/m$

이다.

3. 철심의 자속밀도는

$B = (4\pi \times 10^{-7})(5{,}000)\left(\frac{2{,}000}{\pi}\right) = 4Wb/m^2$

이다.

4. 철심을 통과하는 자속은

$\Phi = BA = 4 \times 0.04 = 0.16Wb = 16 \times 10^{-2} Wb$

이다.

선지 판단

① O — 누설자속을 무시하는 이상적인 환상철심에서는 자속이 철심 내부에 폐곡선을 이루므로 철심 외부 자기장의 세기는 $0AT/m$이다.

② O — $H = NI/(2\pi r)$에 값을 대입하면 철심 내부 자기장의 세기는 $(2/\pi) \times 10^3 AT/m$이다.

③ X — 철심의 자속밀도가 $8Wb/m^2$라는 표현이 틀렸다. 올바르게는 $B = \mu_0 \mu_r H = 4Wb/m^2$이다.

④ O — 자속은 $\Phi = BA = 4 \times 0.04 = 0.16Wb = 16 \times 10^{-2} Wb$이다. 따라서 옳지 않은 설명은 ③이다.

오답 포인트

③의 $8Wb/m^2$는 권수와 전류의 곱 $NI = 800$을 계산한 뒤 자로 길이 $2\pi r$로 나누는 과정을 정확히 적용하지 않거나 계수를 중복하여 얻기 쉬운 값이다. 또한 중심반지름 $20cm$를 $0.20m$로 바꾸지 않으면 H, B, Φ가 모두 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

환상철심 문제는 반지름을 미터로 환산한 뒤 $H = NI/(2\pi r)$, $B = \mu_0 \mu_r H$, $\Phi = BA$의 순서로 계산하고, 마지막에 문제의 요구가 옳은 것인지 옳지 않은 것인지 확인한다.

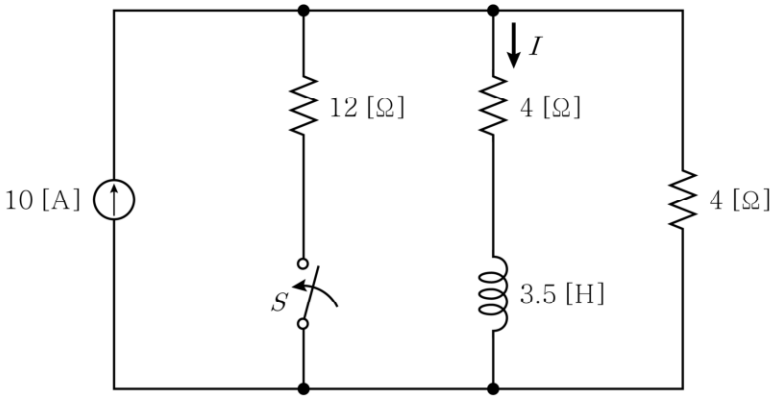
NoteBase

암기 포인트

환상철심의 계산 흐름은 $NI \rightarrow H \rightarrow B \rightarrow \Phi$이며, 핵심 공식은 $H = NI/(2\pi r)$, $B = \mu H$, $\Phi = BA$이다.

NoteBase

18. 다음 회로에서 스위치 S를 닫기 전과 닫은 후의 정상상태 전류 I [A]는?



	S 닫기 전 I	S 닫은 후 I
①	0	0
②	0	$\frac{30}{7}$
③	5	0
④	5	$\frac{30}{7}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직류 정상상태에서 인덕터를 단락으로 바꾸고, 스위치 투입 전후의 병렬회로 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류원은 10A, 인덕터와 직렬인 저항은 4Ω, 오른쪽 저항은 4Ω, 스위치가 연결하는 저항은 12Ω이다.
구해야 할 값: 스위치 S를 닫기 전과 닫은 후의 정상상태 인덕터 가지 전류 I이다.
주의할 조건: 직류 정상상태의 인덕터는 단락으로 동작한다. 또한 '닫은 후'는 투입 직후가 아니라 과도현상이 끝난 뒤의 새 정상상태를 뜻한다.

사용할 공식

직류 정상상태에서는 $Z_L = 0$이므로 인덕터 가지는 4Ω 저항만 있는 가지가 된다. 병렬회로의 전압은 $V = \frac{I_s}{\sum G}$이고, 구하려는 가지 전류는 $I = \frac{V}{R}$이다. 스위치 개폐에 따라 병렬로 연결되는 가지 수가 달라지므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. S를 닫기 전에는 12Ω 가지가 끊겨 있다. 따라서 동일한 4Ω 가지 두 개가 10A를 똑같이 나누므로 I_전=10×(4)/(4+4)=5 A이다.
2. S를 닫은 후의 정상상태에는 12Ω, 4Ω, 4Ω의 세 가지가 병렬로 연결된다. 전체 컨덕턴스는 $G = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12}S$이다.
3. 병렬회로 양단 전압과 인덕터 가지 전류는 V=(10)/(7/12)=(120)/(7) V, I_후=(V)/(4)=(30)/(7) A이다. 따라서 닫기 전은 5A, 닫은 후는 30/7A이다.

선지 판단

① X — 닫기 전 0A, 닫은 후 0A라는 값이 모두 틀린다. 올바르게는 닫기 전 5A, 닫은 후 30/7A이다.
② X — 닫은 후 30/7A는 맞지만 닫기 전 0A가 틀린다. 닫기 전에도 인덕터 가지는 전류원과 폐회로를 이루므로 올바르게는 5A이다.
③ X — 닫기 전 5A는 맞지만 닫은 후 0A가 틀린다. 스위치를 닫아도 인덕터 가지는 끊기지 않으므로 올바르게는 닫은 후 30/7A이다.
④ O — 닫기 전 5A, 닫은 후 30/7A로 두 값이 모두 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

스위치를 닫으면 12Ω 가지가 새로 병렬 연결될 뿐, 인덕터 가지가 단선되는 것은 아니다. 또한 인덕터 전류의 연속성으로 투입 직후의 전류는 5A이지만, 문제는 투입 후 정상상태 전류를 묻기 때문에 최종값은 30/7A이다.

다시 나오면 이렇게 판단

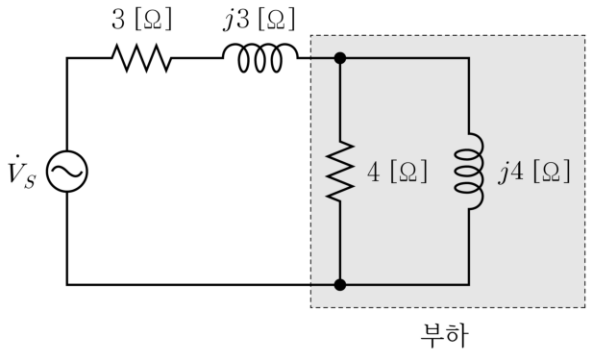
직류 정상상태 전환 문제는 먼저 인덕터를 단락으로 바꾸고, 스위치 전후에 실제로 연결된 가지를 각각 그린 다음, 각 상태의 병렬 전류분배를 따로 계산한다. '투입 직후'와 '투입 후 정상상태'를 구분한다.

암기 포인트

직류 정상상태에서 인덕터는 단락이며, 스위치 투입 직후의 전류 연속값과 투입 후 최종 정상상태값은 서로 다를 수 있다.

NoteBase

19. 다음 회로에서 부하가 소비하는 유효전력이 16 [W]일 때, 입력 전원 $\dot{V}_S$의 실횻값 [V]는?



① $3\sqrt{2}$ ② 8
③ 16 ④ 20

정답 4번

출제 포인트

병렬 부하의 등가 임피던스를 구한 뒤, 부하의 유효전력으로 회로 전류를 계산하여 입력 전압의 실효값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 선로의 직렬 임피던스는 $3 + j3\Omega$, 부하는 4Ω 저항과 $j4\Omega$ 리액턴스의 병렬회로이며, 부하의 유효전력은 $16W$이다.
구해야 할 값: 입력 전원 $\dot{V}_s$의 실효값이다.
주의할 조건: 이상적인 인덕터는 유효전력을 소비하지 않으므로 부하의 유효전력은 4Ω 저항에서만 소비된다.

사용할 공식

병렬 부하의 등가 임피던스는
$Z_L = 4 \parallel j4 = \frac{4(j4)}{4+j4} = 2 + j2[\Omega]$
이다. 부하가 소비하는 유효전력은 등가 임피던스의 저항 성분으로부터
$P_L = I^2 \mathrm{Re}(Z_L)$
로 구한다. 회로 전체가 직렬로 연결되어 있으므로 입력 전압의 크기는
$|\dot{V}_s| = I|Z_{\text{total}}|$
이다.

NoteBase

계산 과정

1. 부하 등가 임피던스의 저항 성분은 $\mathrm{Re}(Z_L) = 2\Omega$이다.
2. 부하의 유효전력으로 회로 전류를 구하면
$16 = I^2 \times 2, \qquad I = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}[A]$
이다.
3. 전체 임피던스는
$Z_{\text{total}} = (3 + j3) + (2 + j2) = 5 + j5[\Omega]$
이고, 그 크기는 $|Z_{\text{total}}| = 5\sqrt{2}\Omega$이다.
4. 따라서 입력 전압의 실효값은
$|\dot{V}_s| = (2\sqrt{2})(5\sqrt{2}) = 20[V]$
이다.

선지 판단

① X — $3\sqrt{2}V$는 입력 전압의 실효값이 아니다. $3\sqrt{2}$는 선로 임피던스 $3 + j3\Omega$의 크기이며, 전압을 구하려면 부하까지 포함한 전체 임피던스와 전류를 곱해야 한다. 올바른 값은 $20V$이다.
② X — $8V$는 $P = V_L^2/4$에서 얻는 부하 양단 전압이다. 입력 전압에는 선로의 전압강하도 포함되어야 하므로 올바른 값은 $20V$이다.
③ X — 16은 문제에서 주어진 부하의 유효전력 $16W$와 숫자만 같은 값으로, 전력과 전압을 혼동한 선지이다. 입력 전압의 올바른 값은 $20V$이다.
④ O — 부하의 등가 임피던스 $2 + j2\Omega$, 회로 전류 $2\sqrt{2}A$, 전체 임피던스 $5 + j5\Omega$를 이용하면 입력 전압의 실효값은 $20V$이다.

오답 포인트

②의 $8V$는 부하 양단 전압일 뿐 입력 전압이 아니다. 또한 유효전력 $16W$를 전체 임피던스의 크기나 리액턴스에 직접 적용하면 안 된다. 유효전력 계산에는 부하 등가 임피던스의 저항 성분 2Ω만 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

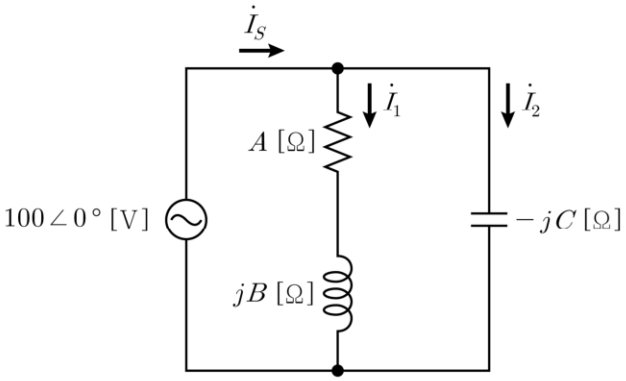
병렬 부하를 먼저 등가 임피던스로 바꾸고, 유효전력과 등가 저항 성분으로 전류를 구한 다음, 선로 임피던스를 더한 전체 임피던스의 크기와 전류를 곱해 입력 전압을 판단한다.

암기 포인트

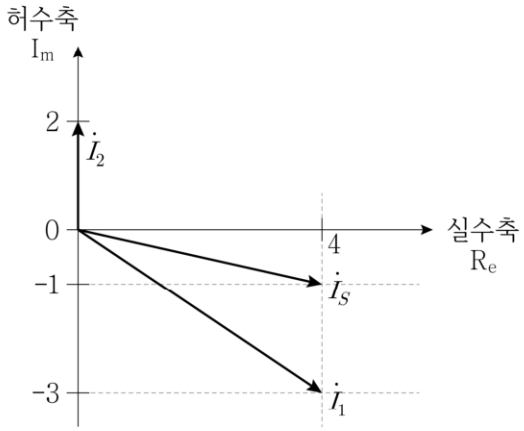
유효전력은 임피던스의 저항 성분이 소비하고, 입력 전압은 전류와 전체 임피던스 크기의 곱이다.

NoteBase

20. 그림 (가)의 회로에 대한 전류의 벡터도가 그림 (나)와 같을 때, 그림 (가) 회로도의 A, B, C 값은? (단, 벡터도의 전류 단위는 암페어[A]이고, 전압과 전류는 실횻값이다)



(가)



(나)

	A	B	C
①	12	6	50
②	16	12	50
③	25	$\frac{100}{3}$	50
④	25	50	$\frac{100}{3}$

정답 2번

NoteBase

출제 포인트

이 문제는 병렬회로의 각 가지 전압이 전원전압과 같다는 점과 복소 임피던스 관계 $Z = V/I$를 이용하여 저항, 유도 리액턴스, 용량 리액턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

전원전압은 $\dot{V} = 100\angle 0^\circ\,\mathrm{V}$이다.
벡터도에서 $\dot{I}_1 = 4 - j3\mathrm{A}$, $\dot{I}_2 = j2\mathrm{A}$, $\dot{I}_S = 4 - j1\mathrm{A}$이다. 실제로 $\dot{I}_1 + \dot{I}_2 = (4 - j3) + j2 = 4 - j1 = \dot{I}_S$이므로 전류 관계도 일치한다.
저항과 코일의 직렬 가지 임피던스는 $Z_1 = A + jB$, 커패시터 가지 임피던스는 $Z_2 = -jC$이다.

사용할 공식

병렬인 두 가지에는 동일한 전압이 걸리므로 각 가지에 $Z = \dot{V}/\dot{I}$를 적용한다.
$Z_1 = \frac{\dot{V}}{\dot{I}_1} = A + jB, \qquad Z_2 = \frac{\dot{V}}{\dot{I}_2} = -jC$
전압과 전류가 복소수로 주어졌으므로 각 가지의 복소 임피던스를 직접 구하면 실수부가 저항 A, 양의 허수부가 유도 리액턴스 B, 음의 허수부의 크기가 용량 리액턴스 C가 된다.

계산 과정

1. 저항·코일 직렬 가지를 계산한다.
$Z_1 = \frac{100}{4 - j3} = \frac{100(4 + j3)}{4^2 + 3^2} = 16 + j12\Omega$
따라서 $A = 16\Omega$, $B = 12\Omega$이다.
2. 커패시터 가지를 계산한다.
$Z_2 = \frac{100}{j2} = -j50\Omega$
$Z_2 = -jC$와 비교하면 $C = 50\Omega$이다.
3. 따라서 $(A, B, C) = (16, 12, 50)$이다.

선지 판단

① X — $(A, B, C) = (12, 6, 50)$은 저항·코일 가지의 복소 나눗셈 결과와 맞지 않는다. 틀린 값 $A = 12$, $B = 6$은 각각 $A = 16\Omega$, $B = 12\Omega$로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 $(16, 12, 50)$이다.
② O — $Z_1 = 16 + j12\Omega$, $Z_2 = -j50\Omega$이므로 $(A, B, C) = (16, 12, 50)$과 정확히 일치한다.
③ X — $(A, B, C) = (25, 100/3, 50)$은 $4 - j3$으로 나눌 때 분모를 $4^2 + 3^2 = 25$로 두고 켤레복소수를 곱하는 계산을 임피던스 성분으로 잘못 옮긴 값이다. $A = 25$, $B = 100/3$이 아니라 $A = 16\Omega$, $B = 12\Omega$이며, 올바른 조합은 $(16, 12, 50)$이다.
④ X — $(A, B, C) = (25, 50, 100/3)$은 세 임피던스 값을 모두 잘못 대응시킨 조합이다. $A = 25$, $B = 50$, $C = 100/3$을 각각 $A = 16\Omega$, $B = 12\Omega$, $C = 50\Omega$로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 $(16, 12, 50)$이다.

NoteBase

오답 포인트

벡터의 좌표를 크기와 혼동하면 안 된다. $\dot{I}_1$의 좌표는 $(4,\ -3)$이므로 $4-j3$A이며, 그 크기 5A만 사용하면 A와 B를 분리할 수 없다. 또한 커패시터에서는 $1/j=-j$이므로 $100/(j2)=-j50\Omega$가 된다는 부호가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

벡터도에서 각 전류를 실수부와 허수부로 먼저 읽고, 병렬 각 가지에 같은 전압을 적용하여 $Z=\dot{V}/\dot{I}$를 계산한다. 그 뒤 $A+jB$와 $-jC$의 실수부·허수부를 대응시키고, 마지막으로 가지전류의 합이 전원전류와 같은지 검산한다.

암기 포인트

병렬은 전압이 같고, 임피던스는 $Z=V/I$이다. 복소수로 나눌 때는 분모의 켤레복소수를 곱하며, 커패시터 임피던스의 허수부는 음수이다.

NoteBase