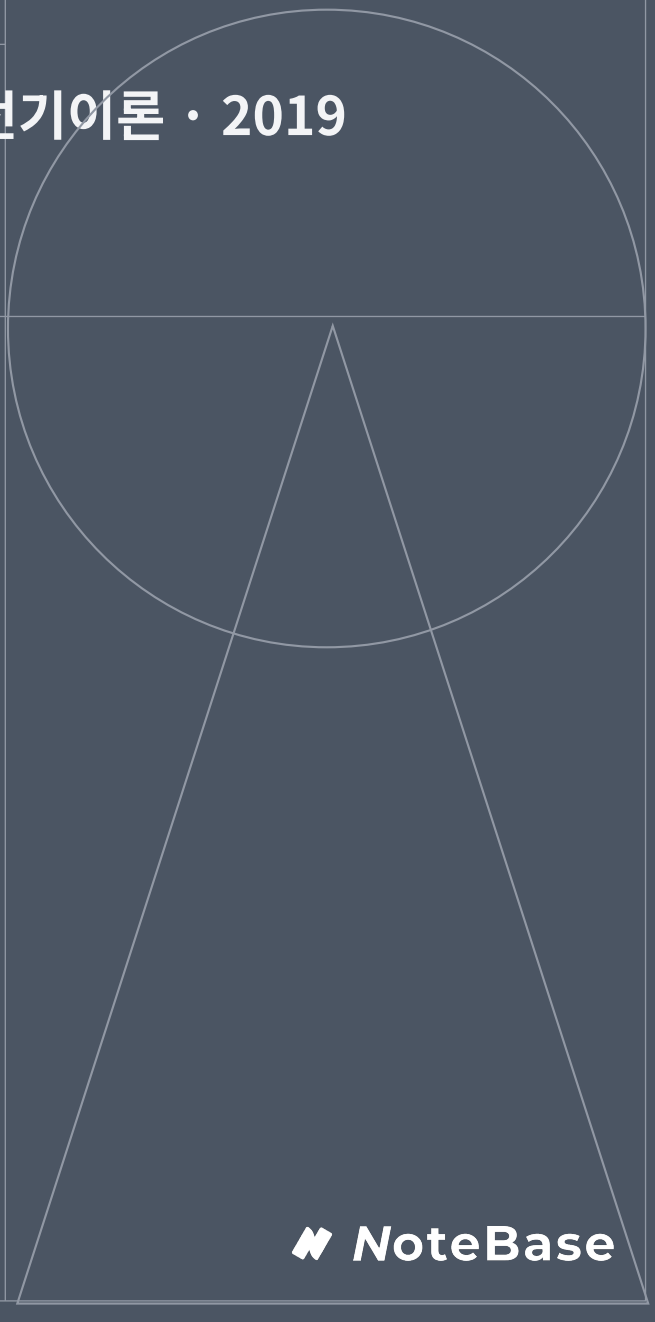
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2019



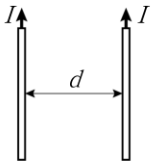
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2019

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2019

문 1. 그림과 같이 동일한 평행 도선에 방향과 크기가 같은 전류(I)가 흐른다. 두 평행 도선의 간격(d)을 3배로 넓힐 때 작용하는 힘은 몇 배인가? (단, 자유 공간에 있는 두 평행 도선의 간격을 제외한 다른 조건은 동일하다)



① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$

③ 2 ④ 3

정답 1번

출제 포인트

평행 도선 사이에 작용하는 힘이 도선 간격에 반비례한다는 관계를 이용해 간격 변화에 따른 힘의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

두 도선의 전류는 크기가 같고 방향도 같으므로 서로 끌어당긴다. 전류의 크기와 도선의 길이 등은 그대로이고, 도선 사이의 간격만 d에서 $3d$로 변한다. 구해야 할 값은 간격을 넓힌 뒤의 힘 F'이 처음 힘 F의 몇 배인지이다.

사용할 공식

평행 도선 사이에 작용하는 힘은

$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$

이다. 두 도선의 전류와 길이 및 자유 공간의 투자율이 같게 유지되므로 힘은 도선 사이의 간격에 반비례한다. 즉, $F \propto 1/d$이다.

NoteBase

계산 과정

처음 간격이 d, 바뀐 간격이 $3d$이므로 힘의 비는
$\frac{F'}{F} = \frac{1/(3d)}{1/d} = \frac{1}{3}$
이다. 따라서 간격을 3배로 넓히면 힘은 처음의 1/3배가 된다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 $F'/F = 1/3$이므로 옳다.
② X — 1/2배가 아니라 1/3배이다. 간격을 3배로 바꾸었으므로 역비례 관계의 분모에도 3이 들어간다.
③ X — 2배가 아니라 1/3배이다. 간격이 증가하면 힘은 증가하지 않고 감소한다.
④ X — 3배가 아니라 1/3배이다. 힘과 간격을 정비례로 본 것이 잘못이며, 올바른 관계는 $F \propto 1/d$이다.

오답 포인트

도선 사이의 힘을 간격에 정비례한다고 착각하면 ④를 고르게 된다. 공식에서 간격 d는 분모에 있으므로 간격이 3배가 되면 힘은 3배가 아니라 1/3배가 된다. 같은 방향의 전류가 흐른다는 조건은 힘의 방향이 인력임을 정하며, 힘의 크기 비는 간격의 역비로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전류와 도선 길이 등 다른 조건이 같다면 먼저 $F \propto 1/d$를 적용한다. 간격이 k배가 되면 힘은 $1/k$배가 되며, 전류 방향은 인력인지 척력인지를 판단하는 데 사용한다.

암기 포인트

평행 도선의 힘은 전류의 곱에 비례하고 도선 간격에 반비례한다. 같은 방향의 전류는 인력, 반대 방향의 전류는 척력이다.

NoteBase

문 2. 회로에 전압 전원 $v(t) = 200\sqrt{2}\sin(377t + \frac{2}{3}\pi)$ [V]이고, 전류 $i(t) = 10\sqrt{2}\sin(377t + \frac{1}{3}\pi)$ [A]가 흐를 때, 전원이 공급하는 유효전력[W]은?

① 500 ② 1,000
③ 2,000 ④ 4,000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 정현파 전압과 전류의 실횻값 및 위상차를 구한 뒤 유효전력 $P = VI\cos\phi$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

전압의 실횻값은 $V = 200V$, 전류의 실횻값은 $I = 10A$이다. 전압의 위상은 $2\pi/3$, 전류의 위상은 $\pi/3$이므로 위상차는 $\phi = 2\pi/3 - \pi/3 = \pi/3$이다. 구해야 할 값은 전원이 공급하는 유효전력이다.

사용할 공식

정현파 교류의 유효전력은 다음과 같다.
$P = VI\cos\phi$
주어진 전압과 전류는 최댓값이 각각 실횻값의 $\sqrt{2}$배인 형태이고, 두 파형 사이에 위상차가 있으므로 실횻값과 역률 $\cos\phi$를 함께 사용한다.

계산 과정

1. 파형의 진폭에서 실횻값을 읽으면 $V = 200V$, $I = 10A$이다.
2. 위상차는 $\phi = 2\pi/3 - \pi/3 = \pi/3$이고, 역률은 $\cos(\pi/3) = 1/2$이다.
3. 따라서 유효전력은
$P = 200 \times 10 \times \frac{1}{2} = 1{,}000W$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 유효전력은 500W가 아니라 1,000W이다. 전압과 전류의 실횻값을 곱한 뒤 역률 1/2을 한 번만 반영해야 한다.
② O — 계산 결과가 1,000W이므로 옳다.
③ X — 2,000은 $VI = 200 \times 10$으로 구한 피상전력의 수치이며, 유효전력은 여기에 역률 1/2을 곱한 1,000W이다.
④ X — 유효전력은 4,000W가 아니라 1,000W이다. $V = 200V$, $I = 10A$이므로 피상전력조차 2,000VA이고 유효전력은 이를 넘을 수 없다.

오답 포인트

파형의 $200\sqrt{2}$, $10\sqrt{2}$를 실횻값으로 다시 사용하거나, 위상차를 무시하고 VI만 계산하기 쉽다. 이 식에서 $\sqrt{2}$가 붙은 진폭은 최댓값이므로 실횻값은 각각 200과 10이며, 유효전력에는 반드시 역률 $\cos(\pi/3)$을 반영한다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 전력 문제에서는 먼저 진폭을 실횻값으로 바꾸고, 전압 위상에서 전류 위상을 빼 위상차를 구한 다음 $P = VI\cos\phi$에 대입한다. 마지막으로 $|P| \le VI$인지 확인한다.

암기 포인트

유효전력은 실횻값의 곱에 역률을 곱한 값, 즉 $P = VI\cos\phi$이다.

NoteBase

문 3. 동일한 면적의 진공 평판 콘덴서의 평판 간격을 2배로 증가시키고 전압을 2배로 인가할 때, 콘덴서에 저장되는 정전 에너지는 몇 배인가? (단, 가장자리 효과는 무시한다)

① 0.5 ② 1

③ 2 ④ 4

정답 3번

출제 포인트

평행판 콘덴서의 정전용량이 판 간격에 반비례하고, 저장 에너지가 정전용량과 전압의 제곱에 비례한다는 관계를 이용해 에너지의 변화 배수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 변화: 판의 면적은 같고, 판 간격은 2배, 인가 전압은 2배가 된다.
구해야 할 값: 변화 후 저장 에너지와 변화 전 저장 에너지의 비이다.
주의할 조건: 가장자리 효과를 무시하므로 이상적인 평행판 콘덴서의 정전용량 공식을 적용한다.

사용할 공식

평행판 콘덴서의 정전용량과 저장 에너지는 각각 다음과 같다.
$C = \frac{\varepsilon A}{d}, \qquad U = \frac{1}{2}CV^2$
면적과 유전율이 같을 때 판 간격 d가 2배가 되면 C는 절반이 된다. 전압 변화까지 함께 반영하려면 $U = \frac{1}{2}CV^2$를 사용한다.

계산 과정

변화 전 정전용량과 에너지를 각각 C, U라 한다.
1. 판 간격이 2배이므로 $C' = C/2$이다.
2. 전압이 2배이므로 $V' = 2V$이다.
3. 변화 후 에너지는
$U' = \frac{1}{2}C'V'^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{C}{2} \cdot (2V)^2 = 2\left(\frac{1}{2}CV^2\right) = 2U$
따라서 저장되는 정전 에너지는 2배가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.5배는 판 간격 증가에 따른 정전용량의 감소만 반영하고 전압의 제곱 효과를 빠뜨린 값이다. 올바르게는 저장 에너지가 2배가 된다.
② X — 판 간격과 전압이 모두 2배라고 해서 두 효과가 선형적으로 상쇄되어 1배가 되는 것은 아니다. 올바르게는 전압이 에너지에 제곱으로 반영되므로 저장 에너지는 2배가 된다.
③ O — $C' = C/2$, $V' = 2V$를 $U = CV^2/2$에 대입하면 $U'/U = 2$이므로 2배가 맞다.
④ X — 4배는 전압이 2배가 된 효과만 반영하고 판 간격 증가로 정전용량이 절반이 되는 효과를 빠뜨린 값이다. 올바르게는 저장 에너지가 2배가 된다.

오답 포인트

전압이 2배이면 V^2 때문에 에너지는 우선 4배 요인을 갖지만, 판 간격이 2배가 되어 정전용량이 절반으로 줄어든다. 두 변화의 배수를 곱해야 하며, 판 간격과 전압의 변화가 단순히 상쇄된다고 판단하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

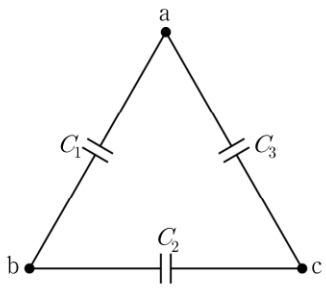
먼저 $C \propto A/d$로 정전용량의 변화 배수를 구한 뒤, $U \propto CV^2$에 정전용량 배수와 전압 배수의 제곱을 곱해 판단한다.

암기 포인트

평행판 콘덴서에서 $C \propto 1/d$, $U \propto CV^2$이다. 따라서 에너지 배수는 '정전용량 배수 × 전압 배수의 제곱'이다.

NoteBase

문 4. 다음 회로에서 단자 b와 c사이의 합성 정전용량[F]은?



① $C_3+\dfrac{1}{\dfrac{1}{C_1}+\dfrac{1}{C_2}}$

② $C_2+\dfrac{1}{\dfrac{1}{C_1}+\dfrac{1}{C_3}}$

③ $C_1+\dfrac{1}{\dfrac{1}{C_2}+\dfrac{1}{C_3}}$

④ $C_1+C_2+C_3$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단자 b와 c 사이의 두 경로를 구분하여 커패시터의 직렬·병렬 합성 공식을 적용하는 문제이다.

조건 정리

직접 경로: b와 c 사이에는 C_2가 연결되어 있다.

우회 경로: b–a–c 경로에는 C_1과 C_3가 직렬로 연결되어 있다.

두 경로는 시작점과 끝점이 모두 b와 c이므로 서로 병렬이다.

사용할 공식

직렬 합성 정전용량은

$C_s=\dfrac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_3}}=\dfrac{C_1C_3}{C_1+C_3}$

이다. 이 직렬 경로가 C_2와 병렬이므로 병렬 합성에서는 두 정전용량을 더한다.

NoteBase

계산 과정

1. b–a–c 경로의 C_1과 C_3를 직렬 합성한다.
$C_s = \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_3}}$
2. 이 직렬 합성값과 b–c 직접 경로의 C_2를 병렬 합성한다.
$C_{bc} = C_2 + C_s = C_2 + \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_3}}$
따라서 ②의 식과 일치한다.

선지 판단

① X — C_3를 b–c의 직접 병렬 성분으로 본 식이므로 연결 관계가 틀리다. 올바르게는 직접 성분이 C_2이고, 직렬 성분은 C_1과 C_3이므로 $C_2 + \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_3}}$이다.
② O — b–c 직접 경로의 C_2와 b–a–c 직렬 경로의 합성값 $\frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_3}}$을 더한 식으로 회로의 연결 관계와 일치한다.
③ X — C_1을 b–c의 직접 병렬 성분으로 보고 C_2와 C_3을 직렬로 처리한 식이므로 틀리다. 올바르게는 C_2가 직접 성분이고 C_1과 C_3이 직렬이므로 $C_2 + \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_3}}$이다.
④ X — 세 커패시터가 모두 같은 두 단자에 연결된 병렬 회로가 아니므로 단순히 모두 더할 수 없다. 올바르게는 C_1과 C_3을 먼저 직렬 합성한 뒤 C_2와 병렬 합성한다.

오답 포인트

삼각형 모양만 보고 세 커패시터를 모두 병렬로 판단하거나, 구하려는 단자 b와 c를 기준으로 직접 연결된 커패시터가 C_2라는 점을 놓치기 쉽다. 직렬·병렬 여부는 도형의 모양이 아니라 각 소자가 연결된 두 노드로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

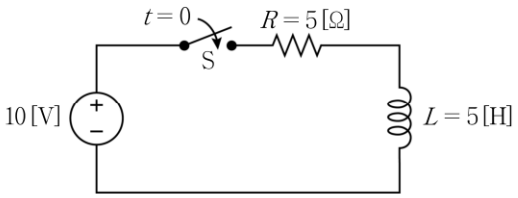
합성값을 구할 두 단자를 먼저 표시하고, 그 두 단자를 잇는 경로를 나눈다. 한 경로 안에서 중간 노드에 다른 분기가 없으면 직렬로 합성하고, 시작점과 끝점이 같은 여러 경로는 병렬로 합성한다.

암기 포인트

직렬 커패시터는 역수의 합, 병렬 커패시터는 정전용량의 합이다. 이 회로는 $C_1 \cdot C_3$ 직렬 후 C_2 병렬이다.

NoteBase

문 5. 다음 회로에서 $t=0$에 스위치(S)가 닫힐 때, 인덕터 L에 걸리는 전압[V]은?



① 1 ② 2
③ 9 ④ 10

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 인덕터 전류가 순간적으로 변할 수 없다는 성질을 이용하여 스위치를 닫은 직후의 인덕터 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 $V_s = 10V$, 저항은 $R = 5\Omega$, 인덕턴스는 $L = 5H$이다.
구해야 할 값: 스위치를 닫은 직후인 $t = 0^+$에서 인덕터에 걸리는 전압이다.
주의할 조건: 스위치가 닫히기 전에는 회로가 열려 있어 $i(0^-) = 0$이고, 인덕터 전류는 순간적으로 변할 수 없으므로 $i(0^+) = 0$이다.

사용할 공식

직렬 RL 회로에 키르히호프의 전압법칙을 적용하면
$V_s = v_R + v_L$
이고, 저항 전압은
$v_R = Ri$
이다. 스위치를 닫은 직후의 전류가 0이므로 저항 전압을 먼저 구한 뒤 전원전압에서 빼면 인덕터 전압을 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 인덕터 전류의 연속성에 따라 $i(0^+) = i(0^-) = 0A$이다.
2. 따라서 저항에 걸리는 전압은
$v_R(0^+) = Ri(0^+) = 5\Omega \times 0A = 0V$
이다.
3. 전원에서 전류가 들어가는 인덕터의 위쪽 단자를 양(+)으로 잡으면
$v_L(0^+) = V_s - v_R(0^+) = 10V - 0V = 10V$
이다.

선지 판단

① X — $1V$는 계산 결과와 다르다. $L/R = 1s$는 시정수의 수치이며 인덕터의 초기 전압이 아니다. 틀린 값 $1V$는 $10V$로 고쳐야 한다.
② X — $2V$는 계산 결과와 다르다. $V_s/L = 2A/s$는 전류의 초기 변화율이지 전압이 아니다. 틀린 값 $2V$는 $10V$로 고쳐야 한다.
③ X — $9V$는 계산 결과와 다르다. 시정수의 수치 1을 전원전압 10에서 빼는 계산은 단위가 달라 성립하지 않는다. 틀린 값 $9V$는 $10V$로 고쳐야 한다.
④ O — 스위치를 닫은 직후에는 전류가 0이어서 저항 전압도 $0V$이고, 전원전압 전체인 $10V$가 인덕터에 걸린다.

오답 포인트

스위치를 닫는 순간부터 곧바로 정상상태 전류가 흐른다고 생각하면 안 된다. $t = 0^+$에서는 인덕터가 전류의 급변을 막으므로 전류와 저항 전압은 0이고, 시간이 충분히 지난 뒤에야 인덕터 전압이 0으로 감소한다. 또한 시정수 L/R와 초기 전류 변화율 V_s/L은 각각 단위가 s, A/s이므로 전압 선지와 직접 비교할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

무전류 상태의 직렬 RL 회로에 직류전원을 연결하는 순간에는 먼저 $i(0^+) = 0$을 적용한다. 이어서 $v_R(0^+) = 0$을 구하고, 키르히호프의 전압법칙으로 $v_L(0^+) = V_s$임을 판단한다.

암기 포인트

직렬 RL 회로의 투입 순간에는 인덕터가 전원전압을 모두 받고, 충분한 시간이 지난 정상상태에서는 인덕터 전압이 0이 된다.

NoteBase

문 6. 어느 가정에서 하루 동안 60[W] 전구 5개를 6시간, 900[W] 오븐을 1시간, 600[W] 청소기를 30분, 500[W] 전열기를 2시간, 100[W] TV를 5시간 사용하였을 때, 사용한 총 전력량[kWh]은?

① 3.0 ② 3.5

③ 4.0 ④ 4.5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 각 전기기구의 소비 전력과 사용 시간을 곱해 전력량을 구한 뒤 모두 합산하는 문제이다.

조건 정리

전구: $60W$ 5개를 $6h$ 사용한다.
오븐: $900W$를 $1h$ 사용한다.
청소기: $600W$를 30분, 즉 $0.5h$ 사용한다.
전열기: $500W$를 $2h$ 사용한다.
TV: $100W$를 $5h$ 사용한다.
구해야 할 값은 모든 기구가 소비한 총 전력량이며, 최종 단위는 kWh이다.

사용할 공식

전력량은 소비 전력과 사용 시간의 곱이므로 다음 공식을 사용한다.
$E = P \times t$
여러 기구를 사용한 경우 각 기구의 전력량을 모두 더한다. 또한 $1kWh = 1000Wh$이므로 마지막에 Wh를 kWh로 환산한다.

계산 과정

전구의 전력량은 $60W \times 5 \times 6h = 1800Wh$이다.
오븐의 전력량은 $900W \times 1h = 900Wh$이다.
청소기의 전력량은 $600W \times 0.5h = 300Wh$이다.
전열기의 전력량은 $500W \times 2h = 1000Wh$이다.
TV의 전력량은 $100W \times 5h = 500Wh$이다.
따라서 총 전력량은 다음과 같다.
$1800 + 900 + 300 + 1000 + 500 = 4500Wh = 4.5kWh$

NoteBase

선지 판단

① X — 3.0kWh는 계산 결과와 다르다. 모든 기구의 전력량을 합산하면 4.5kWh가 된다.
② X — 3.5kWh는 계산 결과와 다르다. 올바른 총 전력량은 4.5kWh이다.
③ X — 4.0kWh는 계산 결과와 다르다. TV의 0.5kWh까지 포함하면 4.5kWh가 된다.
④ O — 각 기구의 전력량을 모두 더한 값이 $4500Wh = 4.5kWh$이므로 옳다.

오답 포인트

전구는 1개가 아니라 5개의 전력량을 계산해야 한다. 또한 청소기의 30분은 0.5h로 바꾸고, 모든 기구의 전력량을 더한 뒤 Wh를 kWh로 환산해야 한다. 특히 ③의 4.0kWh는 TV의 전력량 0.5kWh를 빠뜨리면 나오는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

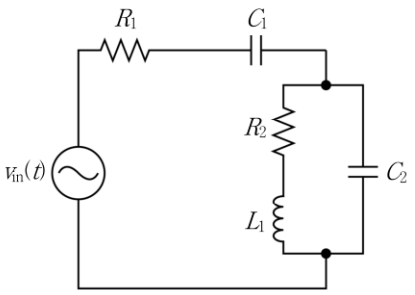
각 기구마다 개수까지 반영하여 $P \times t$를 계산하고, 사용 시간을 시간 단위로 통일한 다음, 모든 전력량을 합산하여 $1000Wh = 1kWh$로 환산한다.

암기 포인트

전력량은 $E = P \times t$이며, $1kWh = 1000Wh$이다.

NoteBase

문 7. 다음 회로에서 $R_1 = 3\,[\Omega]$, $R_2 = 1\,[\Omega]$, $X_{C_1} = \mathrm{a}\,[\Omega]$, $X_{C_2} = 4\,[\Omega]$, $X_{L_1} = 3\,[\Omega]$이다. 최대 전류가 흐르기 위한 a는?



① 1 ② 2
③ 3 ④ 4

정답 4번

출제 포인트

병렬 부분의 등가 임피던스를 먼저 구한 뒤, 전체 임피던스의 크기가 최소가 되도록 가변 용량 리액턴스 $X_{C1} = a$를 정하는 문제이다. 전원 전압이 일정하면 $I = V_{in}/|Z_{\text{tot}}|$이므로 전체 임피던스의 크기가 최소일 때 전류가 최대가 된다.

조건 정리

주어진 값: $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, $X_{C1} = a\Omega$, $X_{C2} = 4\Omega$, $X_{L1} = 3\Omega$이다.
병렬 연결된 두 가지의 임피던스는 각각 $Z_{R_2L_1} = 1 + j3$과 $Z_{C2} = -j4$이다.
구해야 할 값은 전류를 최대로 만드는 a이다.

사용할 공식

병렬 등가 임피던스는 $Z_p = Z_A Z_B/(Z_A + Z_B)$이고, 전체 임피던스는 $Z_{\text{tot}} = R_1 - jX_{C1} + Z_p$이다. 전류의 크기는 $|I| = |V_{in}|/|Z_{\text{tot}}|$이므로 $|Z_{\text{tot}}|$를 최소화한다.

계산 과정

1. 병렬 부분의 등가 임피던스를 구한다.

$Z_p = \frac{(1+j3)(-j4)}{(1+j3)+(-j4)} = \frac{12-j4}{1-j} = 8 + j4[\Omega]$

2. R_1과 C_1을 포함한 전체 임피던스를 구한다.

$Z_{\text{tot}} = 3 - ja + (8 + j4) = 11 + j(4 - a)[\Omega]$

3. 전체 임피던스의 크기는 다음과 같다.

$|Z_{\text{tot}}| = \sqrt{11^2 + (4-a)^2} = \sqrt{121 + (4-a)^2}$

제곱항 $(4-a)^2$이 0일 때 임피던스가 최소이므로 $a = 4$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $a = 1$이면 $|Z_{tot}| = \sqrt{130}\,\Omega$으로 최소가 아니다. '$a = 1$'은 틀린 값이며, 올바르게는 $a = 4$, 즉 $X_{C1} = 4\Omega$이다.
② X — $a = 2$이면 $|Z_{tot}| = \sqrt{125}\,\Omega$으로 최소가 아니다. '$a = 2$'는 틀린 값이며, 올바르게는 $a = 4$이다.
③ X — $a = 3$이면 $|Z_{tot}| = \sqrt{122}\,\Omega$으로 최소가 아니다. '$a = 3$'은 틀린 값이며, 올바르게는 $a = 4$이다.
④ O — $a = 4$이면 전체 리액턴스 $4 - a$가 0이 되어 $|Z_{tot}| = 11\Omega$으로 최소이고 전류가 최대가 된다.

오답 포인트

병렬 부분을 단순히 직렬처럼 더하거나, 인덕터는 $+jX_L$, 커패시터는 $-jX_C$라는 부호를 바꾸어 쓰면 오답이 나온다. 이 회로에서는 병렬 등가 임피던스의 허수부가 $+j4$이므로 C_1의 $-ja$가 이를 정확히 상쇄해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

복합 교류 회로의 최대 전류 문제는 각 소자의 복소 임피던스를 표시하고, 병렬 등가 임피던스를 먼저 계산한 다음, 전체 임피던스의 허수부가 0이 되는 조건을 확인한다. 단, 저항 성분도 변수에 따라 달라지는 회로라면 전체 크기 자체를 최소화해야 한다.

암기 포인트

전압이 일정할 때 최대 전류는 최소 $|Z|$에서 흐르며, 이 문제에서는 $+j4 - ja = 0$이므로 $a = 4$이다.

NoteBase

문 8. 평형 3상 Δ결선회로로 연결된 부하가 4.8[kW]의 유효전력을 소비하고 역률은 지상 0.8이다. 이 평형 3상 Δ결선회로의 선간전압 실횻값의 크기가 400[V]일 때, 선전류 실횻값[A]의 크기는?

① $3\sqrt{3}$ ② $5\sqrt{3}$

③ 15 ④ $15\sqrt{3}$

정답 2번

출제 포인트

평형 3상 회로의 유효전력식 $P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi$를 이용하여 선전류의 실효값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유효전력 $P = 4.8kW = 4800W$, 선간전압 $V_L = 400V$, 역률 $\cos\phi = 0.8$이다.
구해야 할 값: 선전류 실효값 I_L이다.
주의할 조건: 평형 3상 회로이므로 전력식에 $\sqrt{3}$이 포함된다. 또한 문제의 전압은 선간전압이고 구하는 전류는 선전류이므로 결선의 상전압·상전류로 따로 바꾸지 않아도 된다.

사용할 공식

평형 3상 회로의 유효전력은

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi$$

이므로 선전류는

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} V_L \cos\phi}$$

이다. 이 식은 선간전압과 선전류가 주어진 평형 3상 부하의 전체 유효전력을 나타내며, Y결선과 Δ결선 모두에 적용된다.

계산 과정

전력의 단위를 먼저 환산하면 $4.8kW = 4800W$이다. 주어진 값을 공식에 대입하면

$$I_L = \frac{4800}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8} = \frac{15}{\sqrt{3}} = 5\sqrt{3} A$$

이다. 따라서 선전류 실횻값의 크기는 $5\sqrt{3} A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $3\sqrt{3}A$를 전력식에 대입하면 유효전력은 $2880W$가 되어 주어진 $4800W$와 일치하지 않는다. 올바른 선전류는 $5\sqrt{3}A$이다.
② O — 계산 결과가 $5\sqrt{3}A$이므로 주어진 조건을 만족한다.
③ X — $15A$는 분모의 $\sqrt{3}$을 누락하여 $4800/(400 \times 0.8)$로 계산한 값이다. 평형 3상 유효전력식에는 $\sqrt{3}$이 포함되므로 올바른 값은 $5\sqrt{3}A$이다.
④ X — $15\sqrt{3}A$를 전력식에 대입하면 유효전력은 $14400W$가 되어 주어진 값의 3배이다. 올바른 선전류는 $5\sqrt{3}A$이다.

오답 포인트

Δ결선이라는 말만 보고 상전압과 상전류 관계부터 적용하면 계산이 복잡해지기 쉽다. 문제에서 선간전압과 선전류를 직접 다루므로 $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\phi$를 바로 사용한다. 특히 ③의 $15A$는 3상 전력식의 $\sqrt{3}$을 빠뜨렸을 때 나오는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

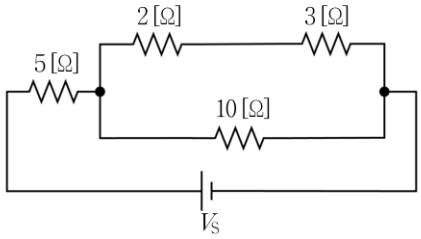
평형 3상 부하에서 전체 유효전력, 선간전압, 역률이 주어지면 먼저 $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\phi$를 세운다. 전력을 W로 환산한 뒤 I_L에 관해 정리하고, 계산한 전류를 원래 전력식에 대입하여 검산한다.

암기 포인트

평형 3상 유효전력은 $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\phi$이다. Δ결선에서도 선간전압과 선전류로 계산할 때는 이 공식을 그대로 사용한다.

NoteBase

문 9. 다음 회로에서 저항 10[Ω] 양단에 걸리는 전압이 20[V]일 때, 전원 V_S[V]는?



① 30 ② 40
③ 50 ④ 60

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직렬·병렬 혼합회로에서 병렬 합성저항과 옴의 법칙을 이용해 전원전압 V_S를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 위쪽 가지는 2Ω와 3Ω의 직렬 연결이고, 이 가지와 10Ω 저항이 병렬로 연결되어 있다. 병렬부 양단 전압은 20V이다.
구해야 할 값: 전원전압 V_S이다.
주의할 조건: 왼쪽 5Ω 저항은 병렬부와 직렬이므로, 전원전압은 병렬부 전압과 이 저항의 전압강하를 더한 값이다.

사용할 공식

직렬 합성저항은 $R_s = R_1 + R_2$이고, 병렬 합성저항은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$이다. 옴의 법칙은 $V = IR$이다.
위쪽의 두 저항을 먼저 직렬로 합친 뒤, 그 결과와 10Ω를 병렬로 합쳐야 병렬부에 흐르는 전체 전류를 구할 수 있다. 이 전류가 직렬로 연결된 5Ω 저항에도 그대로 흐른다.

NoteBase

계산 과정

1. 위쪽 가지의 합성저항은 $2 + 3 = 5\Omega$이다.
2. 병렬부의 합성저항은
$R_p = \frac{5 \times 10}{5 + 10} = \frac{10}{3}\Omega$
이다.
3. 병렬부 양단 전압이 $20V$이므로 회로의 전체 전류는
$I = \frac{20}{10/3} = 6A$
이다.
4. 직렬 5Ω 저항의 전압강하는
$V_5 = IR = 6 \times 5 = 30V$
이다.
5. 전원전압은 두 직렬 구간의 전압강하의 합이므로
$V_S = 30 + 20 = 50V$
이다.

선지 판단

① X — $30V$는 직렬 5Ω 저항에 걸리는 전압일 뿐 전원전압이 아니다. 올바르게는 전원전압이 $50V$이다.
② X — 전원전압이 $40V$라면 직렬 5Ω 저항의 전압강하는 $40 - 20 = 20V$가 되지만, 실제 전압강하는 $6 \times 5 = 30V$이다. 올바르게는 전원전압이 $50V$이다.
③ O — 병렬부 전압 $20V$와 직렬 5Ω 저항의 전압강하 $30V$를 더하면 $V_S = 50V$이다.
④ X — 전원전압이 $60V$라면 직렬 5Ω 저항의 전압강하는 $60 - 20 = 40V$가 되지만, 실제 전압강하는 $30V$이다. 올바르게는 $20 + 30 = 50V$이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 ①의 $30V$를 전원전압으로 고르는 것이다. 이 값은 병렬부의 합성저항으로 구한 전체 전류가 직렬 5Ω 저항을 흐를 때 생기는 전압강하이다. 전원전압에는 이미 주어진 병렬부 전압 $20V$도 포함해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

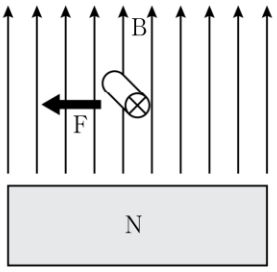
혼합회로에서는 먼저 같은 두 노드 사이의 저항을 병렬로 묶고, 그 합성저항으로 전체 전류를 구한다. 이후 각 직렬 구간의 전압강하를 계산하여 모두 더하면 전원전압이 된다.

암기 포인트

병렬 구간은 전압이 같고, 직렬 구간은 전류가 같다. 전원전압은 직렬로 이어진 각 구간의 전압강하의 합이다.

NoteBase

문 10. 그림에서 자속 밀도가 10[Wb/m^2]인 자기장 내에서 길이 50[cm]인 도체가 분당 60[cm]의 속도로 운동할 때, 유도 기전력[V]은? (단, 자속 밀도, 도체의 운동 방향, 도체의 길이 방향은 서로 수직이다)



① 0.05 ② 0.1
③ 0.5 ④ 1.0

정답 1번

출제 포인트

서로 수직인 자속 밀도, 도체의 길이, 운동 속도를 이용하여 운동 기전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자속 밀도 $B = 10Wb/m^2$, 도체의 길이 $l = 50cm = 0.5m$, 속도 $v = 60cm/min$이다.
구해야 할 값: 유도 기전력 e이다.
주의할 조건: 자속 밀도, 도체의 운동 방향, 도체의 길이 방향이 서로 수직이므로 각도 보정 없이 공식 $e = Blv$를 적용한다. 속도는 $60cm/min = 0.6m/min = 0.01m/s$로 환산한다.

사용할 공식

$e = Blv$

도체가 자기장을 가로질러 운동하고 세 방향이 서로 수직이므로 운동 기전력의 최대값을 구하는 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 길이를 환산하면 $50cm = 0.5m$이다.
2. 속도를 환산하면 $60cm/min = 0.6m/min = 0.6/60m/s = 0.01m/s$이다.
3. 공식에 대입하면 다음과 같다.

$e = 10 \times 0.5 \times 0.01 = 0.05V$

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $0.05V$이므로 옳다.
② X — $0.1V$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $0.1V$ → 올바르게는 $0.05V$이다.
③ X — $0.5V$는 계산 결과의 10배이다. 속도를 $0.01m/s$가 아닌 $0.1m/s$로 잘못 환산하면 나오는 값이다. 틀린 값 $0.5V$ → 올바르게는 $0.05V$이다.
④ X — $1.0V$는 계산 결과의 20배이므로 옳지 않다. 틀린 값 $1.0V$ → 올바르게는 $0.05V$이다.

계산 결과 $0.05V$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

문제의 속도는 $60cm/s$가 아니라 분당 $60cm$이다. 길이의 $cm \rightarrow m$ 변환뿐 아니라 시간의 $min \rightarrow s$ 변환까지 해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

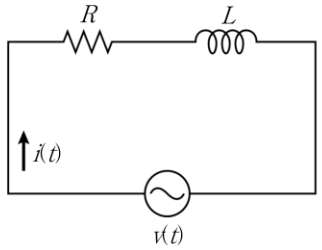
세 방향의 관계를 먼저 확인한 뒤 $e = Blv$를 선택하고, 길이는 m, 속도는 m/s로 환산하여 대입한다.

암기 포인트

서로 수직이면 운동 기전력은 $e = Blv$이며, 분당 속도는 초당 속도로 바꾸기 위해 60으로 한 번 더 나눈다.

NoteBase

문 11. 다음 회로에서 전압 전원 $v(t) = 100\sqrt{2}\sin(377t + 30°)$ [V]가 $R = 5$ [Ω]과 $X_L = 5$ [Ω]에 연결될 때, 회로에 흐르는 전류의 순싯값[A]은?



① $4\sin(377t - 15°)$

② $4\sqrt{2}\sin(377t + 15°)$

③ $20\sin(377t - 15°)$

④ $20\sqrt{2}\sin(377t + 15°)$

정답 3번

출제 포인트

직렬 $R-L$ 회로에서 임피던스의 크기와 위상각을 구한 뒤, 전류의 진폭과 위상을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v(t) = 100\sqrt{2}\sin(377t + 30°)[V]$이다. 따라서 전압의 최댓값은 $100\sqrt{2}V$, 위상은 30 °이다.
저항은 $R = 5\Omega$, 유도 리액턴스는 $X_L = 5\Omega$이다.
구해야 할 값은 전류의 순시값이며, 유도성 회로에서는 전류의 위상이 전압보다 뒤진다는 점에 주의한다.

사용할 공식

직렬 $R-L$ 회로의 임피던스는
$Z = R + jX_L = |Z|\angle\theta$
이고,
$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}, \qquad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)$
이다. 전류 페이저는 $I = V/Z$이므로 전류의 크기는 전압의 크기를 임피던스의 크기로 나누고, 전류의 위상은 전압의 위상에서 임피던스의 위상각을 뺀다.

NoteBase

계산 과정

1. 임피던스의 크기와 위상각은

$|Z| = \sqrt{5^2 + 5^2} = 5\sqrt{2}\,\Omega, \qquad \theta = \tan^{-1}(1) = 45^\circ$

이다.

2. 전류의 최댓값은

$I_m = \frac{100\sqrt{2}}{5\sqrt{2}} = 20A$

이다.

3. 전류의 위상은

$30^\circ - 45^\circ = -15^\circ$

이므로 전류의 순시값은

$i(t) = 20\sin(377t - 15^\circ)[A]$

이다.

선지 판단

① X — 위상 -15°는 맞지만 전류의 진폭을 $4A$로 계산한 점이 틀리다. 올바르게는 $i(t) = 20\sin(377t - 15^\circ)[A]$이다.

② X — 진폭 $4\sqrt{2}A$와 위상 $+15^\circ$가 모두 틀리다. 올바른 진폭은 $20A$이고, 전류는 전압보다 45° 늦으므로 위상은 -15°이다.

③ O — 임피던스의 크기 $5\sqrt{2}\,\Omega$로 전압의 최댓값 $100\sqrt{2}\,V$를 나누면 진폭은 $20A$이고, 위상은 $30^\circ - 45^\circ = -15^\circ$이므로 계산 결과와 일치한다.

④ X — 전압의 $\sqrt{2}$를 그대로 남겨 진폭을 $20\sqrt{2}A$로 쓴 점과 위상을 $+15^\circ$로 쓴 점이 틀리다. 올바르게는 $i(t) = 20\sin(377t - 15^\circ)[A]$이다.

오답 포인트

전압식의 $100\sqrt{2}$는 최댓값이므로 같은 최댓값 기준으로 임피던스의 크기 $5\sqrt{2}$로 나누어야 한다. 또한 직렬 $R-L$ 회로에서 전류 위상은 전압 위상에 임피던스각을 더하는 것이 아니라 빼므로 $30^\circ - 45^\circ = -15^\circ$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

교류 직렬 회로에서는 먼저 $Z = R + jX_L$의 크기와 위상각을 구하고, 다음으로 $I = V/Z$를 적용하여 크기는 나누고 위상은 뺀다. 마지막으로 전압과 전류가 최댓값 기준인지 실효값 기준인지 확인한다.

암기 포인트

직렬 $R-L$ 회로에서는 전류가 전압보다 $\tan^{-1}(X_L/R)$만큼 늦는다.

NoteBase

문 12. 평형 3상 회로에서 선간전압, 선전류, 상전압, 상전류의 관계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① Y결선 부하에서 선간전압 크기는 상전압 크기의 $\sqrt{3}$ 배이다.

② Y결선 부하에서 선전류 크기와 상전류 크기는 같다.

③ △결선 부하에서 선간전압 크기는 상전압 크기와 같다.

④ △결선 부하에서 상전류 크기는 선전류 크기의 $\sqrt{3}$ 배이다.

정답 4번

출제 포인트

평형 3상 회로에서 Y결선과 △결선의 선간전압·상전압 및 선전류·상전류 관계를 구분하는 문제이다.

조건 정리

선간전압은 두 선 사이의 전압이고, 상전압은 각 상에 걸리는 전압이다. 선전류는 선로에 흐르는 전류이고, 상전류는 각 상 부하에 흐르는 전류이다.
문제는 옳지 않은 설명을 고르는 부정형 문항이다.

사용할 공식

Y결선: $V_L = \sqrt{3} V_{ph}$, $I_L = I_{ph}$
△결선: $V_L = V_{ph}$, $I_L = \sqrt{3} I_{ph}$
여기서 V_L과 I_L은 선간전압과 선전류, V_{ph}와 I_{ph}은 상전압과 상전류이다. 각 결선에서 선량과 상량의 관계를 직접 비교하기 위해 이 공식을 사용한다.

선지 판단

① O — Y결선에서는 $V_L = \sqrt{3} V_{ph}$이므로 선간전압의 크기는 상전압의 $\sqrt{3}$배이다.
② O — Y결선에서는 한 선과 한 상이 직렬로 이어져 $I_L = I_{ph}$이므로 선전류와 상전류의 크기가 같다.
③ O — △결선에서는 각 상이 두 선 사이에 직접 연결되므로 $V_L = V_{ph}$이고, 선간전압과 상전압의 크기가 같다.
④ X — '상전류 크기는 선전류 크기의 $\sqrt{3}$배'라는 표현이 틀렸다. △결선에서는 $I_L = \sqrt{3} I_{ph}$이므로 선전류가 상전류의 $\sqrt{3}$배이며, 올바르게는 상전류가 선전류의 $1/\sqrt{3}$배이다.

오답 포인트

④는 △결선의 전류 관계에서 비교 방향을 뒤집은 선지이다. $\sqrt{3}$배가 되는 것은 상전류가 아니라 선전류이다.
또한 Y결선에서는 전압에 $\sqrt{3}$이 붙고, △결선에서는 전류에 $\sqrt{3}$이 붙는다는 점을 혼동하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

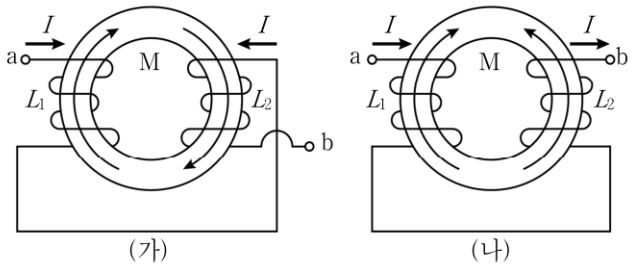
Y결선은 전압 관계에 $\sqrt{3}$을 적용하고 전류는 같다고 판단한다. △결선은 전압이 같고 선전류가 상전류의 $\sqrt{3}$ 배라고 판단한 뒤, 문제의 비교 방향과 부정형 표현을 확인한다.

암기 포인트

Y는 전압이 $\sqrt{3}$배, △는 전류가 $\sqrt{3}$배이며, $\sqrt{3}$배의 주어는 모두 선량이다.

NoteBase

문 13. 그림 (가)의 자기회로 합성 인덕턴스는 40 [mH]이고, 그림 (나)의 자기회로 합성 인덕턴스는 28 [mH]일 때, 상호 인덕턴스 M [mH]은?



① 3 ② 6

③ 9 ④ 12

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직렬 연결된 두 코일의 합성 인덕턴스가 가동 결합에서는 $L_1 + L_2 + 2M$, 차동 결합에서는 $L_1 + L_2 - 2M$가 된다는 관계를 이용해 상호 인덕턴스 M을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 두 합성 인덕턴스는 각각 $40mH$, $28mH$이다.

구해야 할 값은 상호 인덕턴스 M이다.

두 결선에서는 $L_1 + L_2$가 같고 상호 인덕턴스 항의 부호만 반대이므로, 두 합성 인덕턴스의 차를 이용한다.

사용할 공식

가동 결합과 차동 결합의 합성 인덕턴스는 각각

$L_+ = L_1 + L_2 + 2M$

$L_- = L_1 + L_2 - 2M$

이다. 따라서

$L_+ - L_- = 4M$

이다. 두 그림은 상호 자속이 더해지는 결선과 상쇄되는 결선을 나타내므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

두 합성 인덕턴스의 차를 구하면
$40mH - 28mH = 12mH$
이다. 이 차는 $4M$이므로
$4M = 12mH$
$M = 3mH$
이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 상호 인덕턴스는 $3mH$이므로 옳다.
② X — $6mH$는 두 합성 인덕턴스의 차 $12mH$를 $2M$으로 잘못 본 값이다. 올바르게는 차가 $4M$이므로 $M = 3mH$이다.
③ X — $9mH$는 $4M = 12mH$를 만족하지 않는다. 올바른 값은 $M = 3mH$이다.
④ X — $12mH$는 두 합성 인덕턴스의 차 자체이며 상호 인덕턴스가 아니다. 올바르게는 이를 4로 나누어 $M = 3mH$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

두 결선의 합성 인덕턴스 차를 $2M$으로 착각하기 쉽다. 각 결합식의 상호 인덕턴스 항이 $+2M$과 $-2M$이므로 두 식을 빼면 $2M - (-2M) = 4M$이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

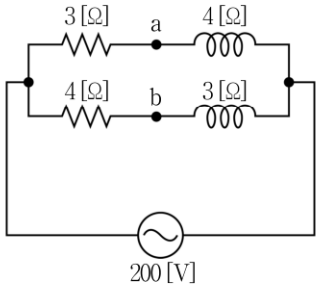
같은 두 코일의 가동·차동 결합값이 함께 주어지면 큰 값에서 작은 값을 뺀 뒤 4로 나눈다. 즉 $M = (L_+ - L_-)/4$를 적용하고 단위가 그대로 유지되는지 확인한다.

암기 포인트

가동·차동 결합의 차는 $4M$, 상호 인덕턴스는 두 합성값의 차를 4로 나눈 값이다.

NoteBase

문 14. 다음 회로에 실횻값 200 [V]의 교류전압 전원을 연결했을 때, 단자 a, b 사이의 전압 V_{ab}의 실횻값[V]은?



① 56
② 72
③ 96
④ 128

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 병렬 RL 회로에서 각 가지의 전류를 복소수로 구하고, 중간점 전위의 차 $V_{ab} = V_a - V_b$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

전원 전압의 실효값은 $200V$이다.
위쪽 가지의 임피던스는 $Z_1 = 3 + j4\Omega$, 아래쪽 가지의 임피던스는 $Z_2 = 4 + j3\Omega$이다.
오른쪽 공통 노드를 기준 전위로 두면 V_a와 V_b는 각각 해당 인덕터 양단의 전압이며, 구해야 할 전압은 a에서 b를 본 $V_{ab} = V_a - V_b$이다.

사용할 공식

각 가지는 전원에 병렬로 연결되어 있으므로 두 가지 모두 동일한 전압 $200V$가 걸린다. 따라서 복소 임피던스에 대한 옴의 법칙 $I = V/Z$를 사용한다.

$$I_1 = \frac{200}{3+j4}, \qquad I_2 = \frac{200}{4+j3}$$

오른쪽 노드를 기준으로 중간점 전위는 인덕터 전압이므로 다음 관계를 사용한다.

$$V_a = j4I_1, \qquad V_b = j3I_2, \qquad V_{ab} = V_a - V_b$$

NoteBase

계산 과정

1. 위쪽 가지 전류를 구한다.

$I_1 = \frac{200}{3+j4} = \frac{200(3-j4)}{3^2+4^2} = 24 - j32A$

2. 아래쪽 가지 전류를 구한다.

$I_2 = \frac{200}{4+j3} = \frac{200(4-j3)}{4^2+3^2} = 32 - j24A$

3. 오른쪽 노드를 기준으로 a점과 b점의 전위를 구한다.

$V_a = j4(24 - j32) = 128 + j96V$

$V_b = j3(32 - j24) = 72 + j96V$

4. a에서 b를 본 전압을 계산한다.

$V_{ab} = V_a - V_b = (128 + j96) - (72 + j96) = 56V$

따라서 V_{ab}의 실효값은 $56V$이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 $V_{ab} = 56V$이므로 옳다.

② X — $72V$는 $V_b = 72 + j96V$의 실수 성분일 뿐 두 점 사이의 전압이 아니다. 올바른 값은 $56V$이다.

③ X — $96V$는 V_a와 V_b에 공통으로 포함된 허수 성분의 크기이며, 두 전위를 빼면 상쇄된다. 올바른 값은 $56V$이다.

④ X — $128V$는 $V_a = 128 + j96V$의 실수 성분일 뿐 $V_a - V_b$가 아니다. 올바른 값은 $56V$이다.

오답 포인트

중간점 전압 하나의 실수 성분인 72 또는 128을 그대로 고르면 안 된다. 또한 96은 두 중간점 전위에 공통인 허수 성분이므로 $V_a - V_b$에서 상쇄된다. 마지막에 반드시 지시된 극성대로 $V_{ab} = V_a - V_b$를 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

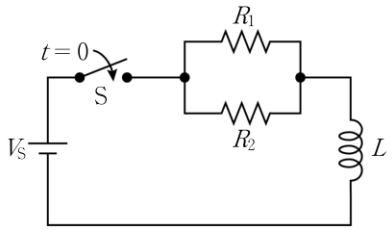
병렬 가지마다 $I = V/Z$로 전류를 구한 뒤, 기준 노드를 하나 정해 각 중간점의 복소 전위를 계산하고, 표시된 첨자 순서대로 $V_{ab} = V_a - V_b$를 적용한다. 마지막에는 복소 전압의 크기가 필요한지 확인한다. 이 문제에서는 차가 실수 $56V$이므로 그 크기도 $56V$이다.

암기 포인트

병렬 회로는 가지 전압이 같고, 두 점 사이 전압은 각 점 전위의 차이다. $V_{ab} = V_a - V_b$이다.

NoteBase

문 15. 다음 회로에서 $t=0$에 스위치(S)가 닫힐 때, 시정수[sec]는?



① $\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}\frac{1}{L}$

② $\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}L$

③ $\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}L$

④ $(R_1+R_2)L$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 스위치를 닫은 뒤의 직류 RL 회로에서 인덕터의 시정수 $\tau = L/R_{\text{th}}$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: R_1과 R_2는 서로 병렬이고, 이 병렬 저항망이 인덕터 L과 연결되어 있다.
구해야 할 값: 스위치가 닫힌 뒤 인덕터 전류가 정상상태에 접근하는 속도를 나타내는 시정수 τ이다.
주의할 조건: 시정수를 구할 때 독립 전압원 V_S를 단락한 뒤 인덕터 단자에서 바라본 등가저항을 사용한다.

사용할 공식

직류 RL 회로의 시정수는
$\tau = \frac{L}{R_{\text{th}}}$
이다. 이 회로에서 전압원을 단락하면 인덕터가 바라보는 저항은 R_1과 R_2의 병렬합성이므로
$R_{\text{th}} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$
이다.

NoteBase

계산 과정

1. 인덕터 단자에서 바라본 등가저항을 구한다.
$R_{\text{th}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
2. 이를 RL 회로의 시정수 공식에 대입한다.
$\tau = \frac{L}{R_{\text{th}}} = \frac{L}{R_1 R_2 / (R_1 + R_2)}$
3. 분수로 나누는 것은 그 역수를 곱하는 것이므로 정리하면
$\tau = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} L$
이다.

선지 판단

① X — $\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \frac{1}{L}$은 인덕턴스 L을 분모에 둔 식으로, $\tau = L/R_{\text{th}}$와 일치하지 않는다. 올바른 식은 $\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} L$이다.
② O — $R_{\text{th}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$를 $\tau = L/R_{\text{th}}$에 대입하면 $\tau = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} L$이 된다.
③ X — $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} L = R_{\text{th}} L$은 등가저항과 인덕턴스를 곱한 식이다. 시정수에서는 등가저항으로 나누므로 올바른 식은 $L/R_{\text{th}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} L$이다.
④ X — $(R_1 + R_2)L$은 두 저항을 직렬합성한 것처럼 더한 뒤 L과 곱한 식이다. 실제로 두 저항은 병렬이며, 올바른 식은 $\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} L$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 RL 시정수를 R_{th}/L 또는 $R_{\text{th}} L$로 뒤집어 기억하는 것이다. 인덕터의 시정수는 L/R_{th}이며, 이 회로의 두 저항은 직렬이 아니라 병렬이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 독립 전원을 제거한 상태에서 인덕터가 바라보는 등가저항 R_{th}을 구한 다음, $\tau = L/R_{\text{th}}$에 대입한다.
마지막으로 결과의 단위가 초인지를 확인한다.

암기 포인트

인덕터의 시정수는 $\tau = L/R$이다. L이 클수록 느려지고, 인덕터가 바라보는 R이 클수록 빨라진다.

NoteBase

문 16. 다음 비정현파 전압 전원 $v(t)$가 저항 2[Ω] 양단에 연결되었을 때, 저항에 전달되는 전력[W]은?

$$v(t) = 2 + 4\sin\omega t + 2\sin 2\omega t\,[\mathrm{V}]$$

① 2
② 4
③ 5
④ 7

정답 4번

출제 포인트

직류 성분과 서로 다른 주파수의 정현파 성분으로 이루어진 비정현파 전압의 평균전력을 각 성분의 평균전력 합으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 직류 성분 $2V$, 기본파 $4\sin\omega tV$, 제2고조파 $2\sin 2\omega tV$로 구성된다.
저항은 $R = 2\Omega$이다.
서로 다른 주파수 성분의 곱은 한 주기 평균이 0이므로 각 성분의 평균전력을 더한다.

사용할 공식

저항에 전달되는 평균전력은 전압 제곱의 평균을 저항으로 나눈 값이다.
$P = \frac{V_{\mathrm{rms}}^2}{R} = \frac{V_{\mathrm{DC}}^2 + \sum \frac{V_{m,n}^2}{2}}{R}$
직류 성분의 실횻값은 그 자체이고, 진폭이 V_m인 정현파의 실횻값은 $V_m/\sqrt{2}$이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

각 성분의 평균전력은 다음과 같다.
$P_{\mathrm{DC}} = \frac{2^2}{2} = 2W$
$P_{\omega} = \frac{(4/\sqrt{2})^2}{2} = 4W$
$P_{2\omega} = \frac{(2/\sqrt{2})^2}{2} = 1W$
따라서 전체 평균전력은
$P = 2 + 4 + 1 = 7W$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $2W$는 직류 성분의 전력만 계산한 값이다. 직류·기본파·제2고조파의 전력을 모두 합한 $7W$가 올바른 값이다.
② X — $4W$는 기본파 성분의 전력만 계산한 값이다. 나머지 두 성분까지 포함하면 $7W$이다.
③ X — $5W$는 기본파와 제2고조파의 전력만 합하고 직류 성분의 전력 $2W$를 누락한 값이다. 직류 성분까지 합한 $7W$가 올바른 값이다.
④ O — 세 성분의 평균전력 $2W$, $4W$, $1W$를 모두 합하면 $7W$이므로 맞다.

오답 포인트

비정현파의 전력을 구할 때 전압의 직류 성분이나 고조파 성분을 빠뜨리기 쉽다. 이 문항의 ①, ②, ③은 각각 일부 성분만 반영한 값이다. 또한 정현파의 진폭을 그대로 실횻값으로 사용하지 않고 $\sqrt{2}$로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압을 직류·기본파·고조파로 분리하고, 각 정현파 진폭을 $\sqrt{2}$로 나누어 실횻값으로 바꾼 뒤 각 성분의 V_{rms}^2/R을 모두 더한다.

암기 포인트

비정현파의 저항 평균전력은 직류 전력과 각 고조파 전력의 합이며, 서로 다른 주파수 성분의 교차항은 평균이 0이다.

NoteBase

문 17. 회로에 2[A]의 전류가 순수 저항에 흘러 16[W] 전력을 소모할 때, 컨덕턴스[℧]는?

① 0.25
② 0.5
③ 0.75
④ 1

정답 1번

출제 포인트

순수 저항에서 소비전력과 전류의 관계로 저항을 구한 뒤, 그 역수인 컨덕턴스를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류 $I = 2A$, 소비전력 $P = 16W$이다.
구해야 할 값: 컨덕턴스 G이다.
주의할 조건: 컨덕턴스는 저항 R의 역수이며 단위 ℧는 지멘스 S와 같은 뜻이다.

사용할 공식

순수 저항의 소비전력은 $P = I^2R$이고, 컨덕턴스는 $G = \frac{1}{R}$이다. 전류와 소비전력이 주어졌으므로 먼저 전력 공식으로 저항을 구한 다음 그 역수를 취한다.

계산 과정

1. $R = \frac{P}{I^2} = \frac{16}{2^2} = 4\Omega$이다.
2. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{4} = 0.25℧$이다.

따라서 컨덕턴스는 0.25℧이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 0.25℧이므로 옳다.
② X — 0.5℧는 계산 결과와 다르다. ②의 0.5는 0.25로 고쳐야 한다.
③ X — 0.75℧는 저항 4Ω의 역수가 아니다. ③의 0.75는 0.25로 고쳐야 한다.
④ X — 1℧는 저항이 1Ω일 때의 값이며 이 문제의 저항은 4Ω이다. ④의 1은 0.25로 고쳐야 한다.

계산 결과가 0.25℧이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

전력 16W을 전류 2A로 한 번만 나누면 안 된다. $P = I^2R$에서 전류를 제곱해 저항 4Ω을 구하고, 컨덕턴스는 다시 그 역수를 취해야 한다.

NoteBase

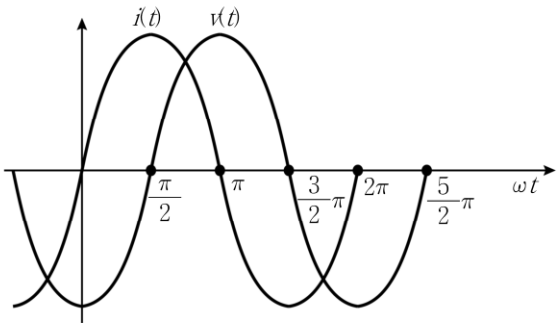
다시 나오면 이렇게 판단

전류와 전력이 주어지면 $R = P/I^2$로 저항을 구하고, 컨덕턴스를 물으면 $G = 1/R$을 적용한 뒤 $G \times R = 1$인지 검산한다.

암기 포인트

순수 저항에서는 $P = I^2R$, 컨덕턴스는 저항의 역수인 $G = 1/R$이다.

문 18. 다음 그래프는 교류회로에서 순시전압 $v(t)$와 전류 $i(t)$를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 위상은 전류가 전압보다 앞선다.

② 회로는 용량성이다.

③ 위상각 차 $\theta_v - \theta_i$는 90°이다.

④ 전류와 전압 주파수는 서로 같다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전압과 전류의 영점 및 최댓값 위치를 비교하여 위상 선후 관계와 회로의 성질을 판단하는 문제이다. 그래프에서 전류 $i(t)$는 전압 $v(t)$보다 $\pi/2$만큼 앞선다.

선지별 해설

① O — 전류 $i(t)$가 영점을 지나는 시점은 $\omega t = 0$이고, 전압 $v(t)$가 같은 방향으로 영점을 지나는 시점은 $\omega t = \pi/2$이다. 따라서 전류가 전압보다 $\pi/2$, 즉 90° 앞선다.
② O — 교류회로에서 전류가 전압보다 앞서는 것은 용량성 회로의 특징이다.
③ X — '위상각 차 $\theta_v - \theta_i$는 90°'라는 표현이 틀렸다. 전류가 전압보다 90° 앞서므로 올바르게는 $\theta_i - \theta_v = 90°$, 즉 $\theta_v - \theta_i = -90°$이다.
④ O — 두 파형은 영점과 같은 위상 상태가 반복되는 간격이 모두 2π로 같다. 따라서 전류와 전압의 주파수는 서로 같다.

오답 포인트

③은 위상차의 크기 90°만 보고 부호를 놓치게 하는 선지이다. $\theta_v - \theta_i$처럼 빼는 순서가 정해지면, 전류가 앞서는 경우 전압의 위상에서 전류의 위상을 뺀 값은 음수가 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

두 파형에서 같은 방향의 영점 통과나 최댓값 위치를 비교한다. 전류가 먼저 나타나면 용량성, 전압이 먼저 나타나면 유도성으로 판단하고, 위상차는 문제에 제시된 빼기 순서에 따라 부호까지 계산한다.

암기 포인트

용량성 회로에서는 전류가 전압보다 앞선다. 전류가 90° 앞서면 $\theta_v - \theta_i = -90^\circ$이다.

NoteBase

문 19. 평형 3상 Y결선 부하에 선간전압 크기의 실횻값이 $110\sqrt{3}$ [V]이고, 한상의 임피던스 $Z = 3 + j4$ [Ω]일 때, 평형 3상 전체 부하에 공급된 유효전력[W]은?

① 1,452

② 4,356

③ 13,068

④ 39,204

정답 2번

출제 포인트

평형 3상 Y결선에서 선간전압을 상전압으로 환산한 뒤, 부하의 저항 성분이 소비하는 3상 전체 유효전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 선간전압은 $V_L = 110\sqrt{3}$V, 상 임피던스는 $Z = 3 + j4\Omega$이다.
구해야 할 값: 평형 3상 전체 부하에 공급되는 유효전력 P이다.
주의할 조건: Y결선에서는 $V_{ph} = V_L/\sqrt{3}$이므로 상전압은 110V이다.

사용할 공식

$V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$
$P = 3I_{ph}^2 R = 3\frac{V_{ph}^2 R}{|Z|^2}$
임피던스의 저항 성분 $R = 3\Omega$에서만 평균 유효전력이 소비되며, 평형 부하이므로 한 상의 유효전력에 3을 곱한다.

계산 과정

1. 상전압은 $V_{ph} = 110\sqrt{3}/\sqrt{3} = 110$V이다.
2. 임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$이고, 상전류의 크기는 $I_{ph} = 110/5 = 22$A이다.
3. 한 상의 유효전력은 $P_{ph} = I_{ph}^2 R = 22^2 \times 3 = 1{,}452$W이다.
4. 전체 유효전력은 $P = 3P_{ph} = 3 \times 1{,}452 = 4{,}356$W이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1,452W는 한 상의 유효전력만 계산한 값이다. 틀린 값 1,452W는 전체 부하의 값이 아니며, 올바르게는 3을 곱한 4,356W이다.
② O — 한 상의 유효전력 1,452W에 3을 곱하면 전체 유효전력은 4,356W가 된다.
③ X — 13,068W는 선간전압 $110\sqrt{3}$V를 상전압으로 잘못 넣어 계산한 값이다. Y결선의 상전압은 110V이므로 올바른 전체 유효전력은 4,356W이다.
④ X — 39,204W는 선간전압을 상전압으로 잘못 사용해 얻은 13,068W에 다시 3을 곱한 값이다. 전압 환산과 상수 적용을 올바르게 하면 4,356W이다.

오답 포인트

①은 한 상의 전력을 전체 전력으로 착각하게 만드는 선지이다. ③과 ④는 Y결선의 선간전압을 상전압으로 환산하지 않을 때 나오는 값이다. 특히 선간전압을 상전압 자리에 그대로 넣으면 전압의 제곱 때문에 계산값이 실제의 3배가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

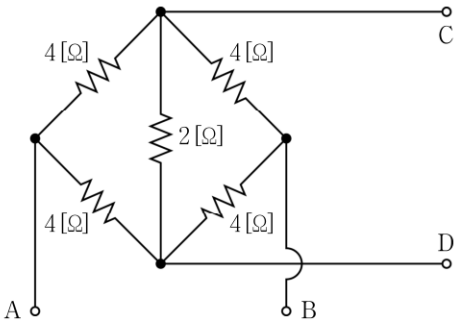
평형 3상 Y결선 계산에서는 먼저 $V_{ph} = V_L/\sqrt{3}$으로 상전압을 구하고, 상 임피던스로 한 상의 전류와 유효전력을 계산한 다음 마지막에 3을 곱해 전체 전력을 구한다.

암기 포인트

Y결선은 $V_L = \sqrt{3}V_{ph}$, 전체 유효전력은 $P = 3I_{ph}^2R$이다.

NoteBase

문 20. 다음 회로에서 단자 A와 B 간 합성저항은 단자 C와 D 간 합성저항의 몇 배인가?



① $\frac{1}{3}$

② $\frac{1}{2}$

③ 2

④ 3

정답 4번

출제 포인트

대칭 회로에서 등전위가 되는 두 점을 찾아 전류가 흐르지 않는 저항을 제외하고, 직렬·병렬 합성으로 두 단자 사이의 합성저항 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

네 변의 저항은 각각 4Ω이고, C와 D 사이의 가운데 저항은 2Ω이다.
A-B 사이를 구할 때는 C와 D가 등전위이고, C-D 사이를 구할 때는 A와 B가 등전위이다.
그림의 B선과 D선이 만나는 부분은 도약선으로 표시되어 있으므로 두 선은 전기적으로 연결되지 않는다.

사용할 공식

직렬 합성은 $R_s = R_1 + R_2$, 병렬 합성은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$이다.
대칭인 두 점의 전위가 같으면 그 사이 저항의 전압이 0이므로 전류가 흐르지 않는다. 이 원리를 이용하면 회로를 단순한 직렬·병렬 회로로 바꿀 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. A-B 사이에 전압을 가하면 대칭점 C와 D가 등전위이므로 가운데 2Ω 저항에는 전류가 흐르지 않는다. 위쪽과 아래쪽 경로는 각각 $4 + 4 = 8\Omega$이고 두 경로가 병렬이므로
$R_{AB} = 8 \parallel 8 = 4\Omega$
이다.
2. C-D 사이에 전압을 가하면 A와 B가 등전위이다. C-A-D 경로와 C-B-D 경로는 각각 8Ω이므로 두 외곽 경로의 합성저항은 $8 \parallel 8 = 4\Omega$이다. 이 저항은 가운데 2Ω 저항과 병렬이므로
$R_{CD} = 4 \parallel 2 = \frac{4 \times 2}{4 + 2} = \frac{4}{3}\Omega$
이다.
3. 따라서 요구한 배수는
$\frac{R_{AB}}{R_{CD}} = \frac{4}{4/3} = 3$
이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{3}$은 요구된 비 R_{AB}/R_{CD}를 거꾸로 계산한 값이다. 올바르게는 3이다.
② X — $\frac{1}{2}$이 아니다. 가운데 2Ω 저항은 A-B 측정 때만 무전류가 되고 C-D 측정 때는 외곽 합성저항과 병렬이 된다. 올바른 비는 3이다.
③ X — 2가 아니다. C-D 사이에서는 4Ω과 2Ω의 병렬값인 $\frac{4}{3}\Omega$을 사용해야 하므로 올바른 비는 3이다.
④ O — $R_{AB} = 4\Omega$, $R_{CD} = \frac{4}{3}\Omega$이므로 $R_{AB}/R_{CD} = 3$이다.

오답 포인트

①처럼 어느 합성저항을 분자로 둘지 뒤집거나, 모든 측정에서 가운데 2Ω 저항에 전류가 흐르지 않는다고 착각하기 쉽다. 등전위점은 전압을 인가하는 단자에 따라 달라지므로 A-B 측정과 C-D 측정을 각각 따로 대칭 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전압을 인가할 두 단자를 정하고 회로의 대칭축을 찾는다. 대칭으로 등전위인 점 사이의 저항을 무전류 가지로 처리한 뒤 직렬·병렬 합성을 하고, 마지막에 문제에서 요구한 비의 분자와 분모 순서를 확인한다.

암기 포인트

대칭 회로는 '인가 단자 확인 → 등전위점 확인 → 무전류 가지 제거 → 직렬·병렬 합성' 순서로 판단한다.

NoteBase