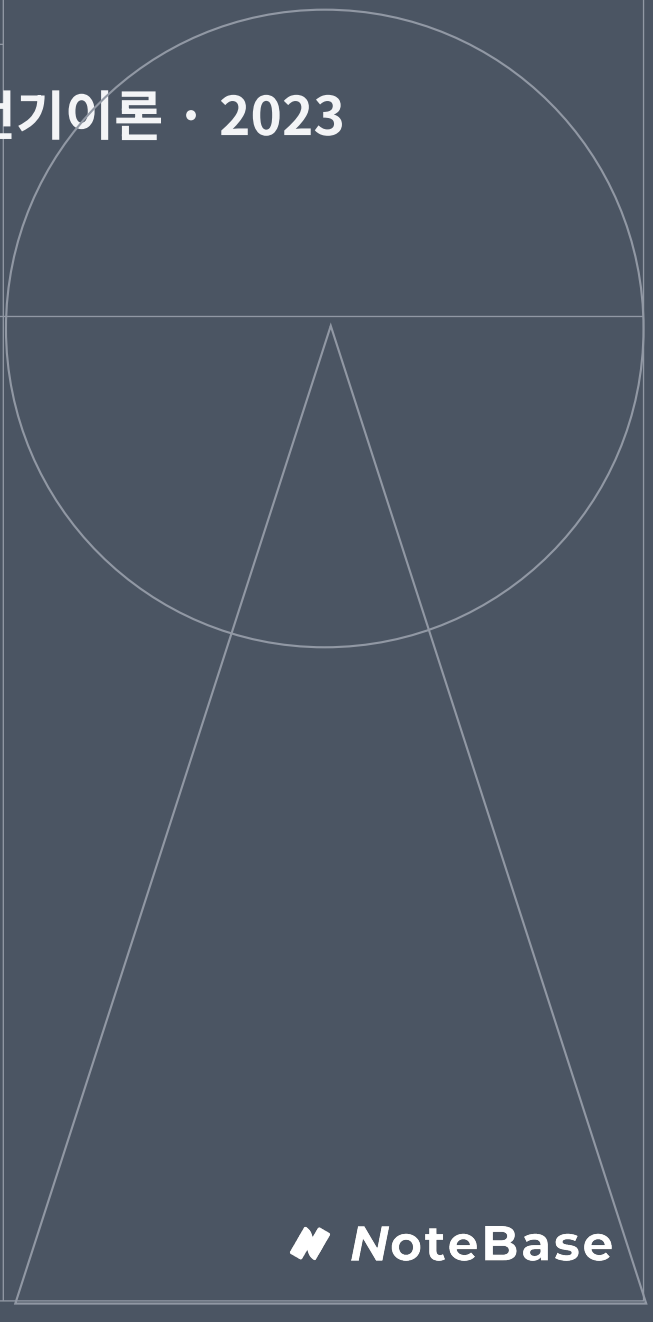
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2023



NoteBase

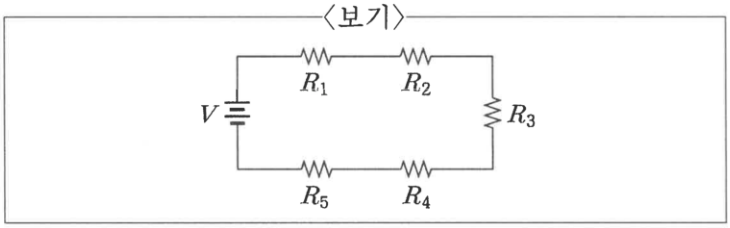
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2023

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2023

1. 〈보기〉의 회로에서 전원 전압 $V=100[\mathrm{V}]$이고 저항 $R_1=20[\Omega]$, $R_2=15[\Omega]$, $R_3=10[\Omega]$, $R_4=30[\Omega]$, $R_5=25[\Omega]$일 때, 이 회로에서 소비되는 전체 전력의 값[W]은?

〈보기〉



① 20 ② 30

③ 100 ④ 200

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직렬회로의 합성저항과 전체 소비전력 공식을 이용해 회로 전체에서 소비되는 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $V=100V$이고, 저항은 $R_1=20\Omega, R_2=15\Omega, R_3=10\Omega, R_4=30\Omega, R_5=25\Omega$이다.
구해야 할 값: 회로에서 소비되는 전체 전력 P이다.
주의할 조건: 그림의 다섯 저항은 분기 없이 하나의 경로로 연결되어 있으므로 모두 직렬이다.

사용할 공식

직렬회로의 합성저항은 $R_T=R_1+R_2+R_3+R_4+R_5$이다. 전체 소비전력은 $P=VI=V^2/R_T$로 구한다. 직렬 연결에서는 각 저항에 같은 전류가 흐르고, 전원에서 공급한 전력이 모든 저항에서 소비되는 전체 전력과 같기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 합성저항을 구한다.

$R_T = 20 + 15 + 10 + 30 + 25 = 100\Omega$

2. 회로 전류를 구한다.

$I = \frac{V}{R_T} = \frac{100}{100} = 1A$

3. 전체 소비전력을 구한다.

$P = VI = 100 \times 1 = 100W$

따라서 회로에서 소비되는 전체 전력은 $100W$이다.

선지 판단

① X — $20W$는 전체 전력이 아니다. 전류가 $1A$이므로 R_1 하나의 소비전력 $I^2R_1 = 20W$에 해당한다. 올바른 전체 소비전력은 $100W$이다.

② X — $30W$는 전체 전력이 아니다. 전류가 $1A$이므로 R_4 하나의 소비전력 $I^2R_4 = 30W$에 해당한다. 올바른 전체 소비전력은 $100W$이다.

③ O — 합성저항이 100Ω이고 전류가 $1A$이므로 전체 소비전력은 $VI = 100W$이다.

④ X — $200W$는 $V^2/R_T = 100^2/100$의 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 전체 소비전력은 $100W$이다.

오답 포인트

①과 ②는 각각 특정 저항 하나에서 소비되는 전력을 전체 소비전력으로 착각하게 만든 선지이다. 문제에서 묻는 것은 다섯 저항의 소비전력을 모두 합한 값이므로 합성저항을 기준으로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

분기가 없는 회로에서는 먼저 모든 저항을 더해 합성저항을 구하고, $I = V/R_T$로 전류를 구한 뒤 $P = VI$ 또는 $P = V^2/R_T$로 전체 전력을 계산한다. 마지막에는 $P = \sum I^2R_k$와 같은지 검산할 수 있다.

암기 포인트

직렬회로의 전체 전력은 $P = V^2/R_T$이며, 합성저항은 각 저항의 합이다.

NoteBase

2. 어떤 회로에서 전압 $\dot{v}=20\angle 90°[\mathrm{V}]$이고, 임피던스 $\dot{z}=1+j\sqrt{3}[\Omega]$일 경우 이 회로에 흐르는 전류 $\dot{i}$의 값[A]은?

① $10\angle 30°$ ② $20\angle 60°$

③ $25\angle 45°$ ④ $30\angle 45°$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 임피던스를 극형식으로 변환하고 교류 회로의 옴의 법칙을 적용하여 전류의 크기와 위상각을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압: $\dot{V}=20\angle 90^\circ[V]$

주어진 임피던스: $\dot{Z}=1+j\sqrt{3}[\Omega]$

구해야 할 값: 전류 $\dot{I}[A]$

주의할 조건: 복소수 임피던스를 극형식으로 바꾼 뒤, 나눗셈에서는 크기를 나누고 위상각을 뺀다.

사용할 공식

교류 회로의 옴의 법칙은 $\dot{I}=\frac{\dot{V}}{\dot{Z}}$이다.

직교형 임피던스 $a+jb$의 크기와 위상각은 각각 $|\dot{Z}|=\sqrt{a^2+b^2}$, $\theta_Z=\tan^{-1}(b/a)$이다.

전압과 임피던스가 주어졌으므로 전류는 두 페이저의 나눗셈으로 구한다.

계산 과정

1. 임피던스의 크기를 구하면 $|\dot{Z}|=\sqrt{1^2+(\sqrt{3})^2}=2[\Omega]$이다.
2. 임피던스의 위상각은 $\theta_Z=\tan^{-1}(\sqrt{3}/1)=60^\circ$이므로 $\dot{Z}=2\angle 60^\circ[\Omega]$이다.
3. 따라서 전류는

$\dot{I}=\frac{20\angle 90^\circ}{2\angle 60^\circ}=10\angle(90^\circ-60^\circ)=10\angle 30^\circ[A]$

이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $10\angle 30^\circ\,[A]$는 계산된 전류의 크기와 위상각이 모두 일치한다.
② X — $20\angle 60^\circ\,[A]$는 크기와 위상각이 모두 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 $20\angle 60^\circ\,[A]$는 올바르게는 $10\angle 30^\circ\,[A]$이다.
③ X — $25\angle 45^\circ\,[A]$는 크기 $25[A]$와 위상각 45°가 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $10\angle 30^\circ\,[A]$이다.
④ X — $30\angle 45^\circ\,[A]$는 크기 $30[A]$와 위상각 45°가 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $10\angle 30^\circ\,[A]$이다.
계산 결과가 $10\angle 30^\circ\,[A]$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

임피던스 $1+j\sqrt{3}$을 그대로 크기 1로 보거나, 전류의 위상각을 구할 때 $90^\circ+60^\circ$처럼 더하면 틀린다.
임피던스의 크기는 $2[\Omega]$이고, 나눗셈의 위상각은 $90^\circ-60^\circ=30^\circ$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

복소 임피던스가 직교형으로 주어지면 먼저 극형식으로 변환하고, $\dot{I}=\dot{V}/\dot{Z}$에서 크기는 나누고 위상각은 뺀 뒤 단위를 확인한다.

암기 포인트

페이저 나눗셈은 크기는 나누고 각도는 뺀다: $A\angle\alpha \div B\angle\beta = (A/B)\angle(\alpha-\beta)$.

NoteBase

3. 전원과 부하가 Δ결선된 평형 3상 회로가 있다. 선간 전압이 200[V]이고, 부하임피던스가 $8+j6[\Omega]$인 경우 선전류의 값[A]은?

① 10 ② $10\sqrt{3}$

③ 20 ④ $20\sqrt{3}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평형 Δ결선에서 상전압과 선간전압의 관계 및 상전류와 선전류의 관계를 이용해 선전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 선간전압은 $V_L = 200V$, 부하의 상 임피던스는 $Z = 8 + j6\Omega$이다.
구해야 할 값: 선전류 I_L이다.
주의할 조건: Δ결선에서는 상전압이 선간전압과 같으므로 $V_\phi = V_L$이고, 선전류의 크기는 상전류의 $\sqrt{3}$배이다.

사용할 공식

임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$이다. 상전류와 선전류는 각각 $I_\phi = V_\phi/|Z|$, $I_L = \sqrt{3} I_\phi$이다.
Δ결선에서는 각 부하에 선간전압이 그대로 걸리므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 임피던스의 크기를 구하면 $|Z| = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\Omega$이다.
2. Δ결선의 상전압은 $V_\phi = V_L = 200V$이므로 상전류는 $I_\phi = 200/10 = 20A$이다.
3. 선전류는 $I_L = \sqrt{3} I_\phi = 20\sqrt{3} A$이다.

선지 판단

① X — $10A$는 계산된 선전류가 아니다. 올바른 선전류는 $20\sqrt{3}A$이다.
② X — $10\sqrt{3}A$는 실제 선전류의 절반이다. 상전류를 $10A$로 잘못 구한 값이며, 올바른 선전류는 $20\sqrt{3}A$이다.
③ X — $20A$는 상전류의 크기이지 선전류의 크기가 아니다. Δ결선에서는 여기에 $\sqrt{3}$을 곱하므로 올바른 선전류는 $20\sqrt{3}A$이다.
④ O — 계산 결과 선전류가 $20\sqrt{3}A$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

가장 큰 함정은 Δ결선에서 구한 상전류 $20A$를 그대로 선전류로 선택하는 것이다. Δ결선은 상전압과 선간전압이 같지만, 선전류는 상전류의 $\sqrt{3}$배이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 복소 임피던스의 크기를 구하고, Δ결선의 $V_\phi = V_L$ 관계로 상전류를 계산한 다음, $I_L = \sqrt{3} I_\phi$를 적용해 선전류로 변환한다.

암기 포인트

Δ결선은 전압이 같고 전류가 $\sqrt{3}$배이다: $V_\phi = V_L$, $I_L = \sqrt{3} I_\phi$.

NoteBase

4. 전기력선에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

〈보기〉

ㄱ. 도중에 갈라지거나 교차하지 않는다.
ㄴ. 접선의 방향은 그 점에서의 전기장의 방향과 같다.
ㄷ. 전기력선의 밀도가 낮은 곳이 높은 곳보다 전기장의 세기가 크다.
ㄹ. 정전기적 상태인 도체 내부의 전기장은 0이므로 전기력선이 존재한다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄹ　④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

전기력선의 연속성·접선 방향·밀도와 전기장 세기의 관계, 정전기적 평형 상태인 도체 내부의 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전기력선은 전기장의 방향과 세기를 눈에 보이게 나타낸 가상의 선이다. 한 점에서 전기장의 방향은 하나로 정해지므로 전기력선은 도중에 갈라지거나 서로 교차하지 않으며, 각 점에서 전기력선의 접선 방향은 전기장의 방향과 같다. 전기력선이 조밀할수록 전기장이 강하고 성길수록 약하다. 정전기적 평형 상태인 도체 내부에서는 **E** = 0이므로 전기력선이 존재하지 않는다. 따라서 옳은 것은 ㄱ과 ㄴ이다.

선지별 해설

① O — ㄱ과 ㄴ은 모두 옳다. 전기력선은 갈라지거나 교차하지 않고, 전기력선의 접선 방향은 그 점의 전기장 방향과 같다.

② X — ㄹ을 옳은 설명에 포함하고 ㄴ을 제외한 것이 잘못이다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄹ' → 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다. 도체 내부의 전기장이 0이면 내부에는 전기력선이 존재하지 않는다.

③ X — ㄹ을 옳은 설명에 포함한 것이 잘못이다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ, ㄹ' → 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다. 정전기적 평형 상태인 도체 내부에는 전기력선이 존재하지 않는다.

④ X — ㄷ과 ㄹ을 옳은 설명에 포함하고 ㄱ을 제외한 것이 잘못이다. 틀린 조합 'ㄴ, ㄷ, ㄹ' → 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다. ㄷ은 '전기력선의 밀도가 높은 곳이 낮은 곳보다 전기장의 세기가 크다'로, ㄹ은 '정전기적 평형 상태인 도체 내부에는 전기력선이 존재하지 않는다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

ㄷ은 전기력선의 밀도와 전기장 세기의 관계를 반대로 제시한 문장이다. 또한 ㄹ은 '전기장이 0'이라는 사실에서 '전기력선이 존재한다'는 정반대의 결론을 이끌어 낸 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 보기부터 독립적으로 판단한다. '교차·분기 없음', '접선 방향이 전기장 방향', '조밀할수록 강함', '도체 내부 전기장이 0이면 전기력선도 없음'을 적용한 뒤 참인 보기만 조합한다.

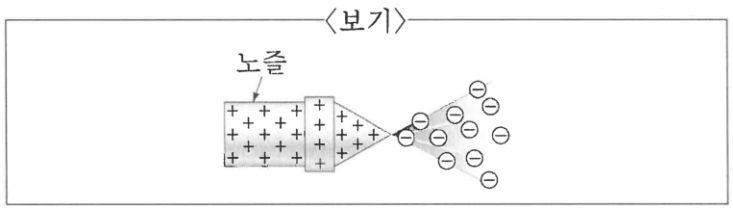
암기 포인트

전기력선은 교차·분기하지 않고, 접선은 방향을, 밀도는 세기를 나타낸다. 정전기적 평형 상태인 도체 내부에는 전기력선이 없다.

NoteBase

5. 〈보기〉와 같이 고압 호스에서 물을 분출할 때 마찰로 인해 발생하는 정전기의 대전 형태는?

〈보기〉



① 마찰 대전 ② 박리 대전
③ 분출 대전 ④ 유동 대전

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 고압 호스의 노즐에서 물이 분출되면서 노즐과 물방울에 서로 반대 극성의 전하가 분리되는 도식을 보고 분출 대전을 식별하는 문제이다.

선지별 해설

① X
마찰 대전은 서로 다른 두 물체를 마찰할 때 전자가 이동하여 대전되는 현상이다. 이 도식의 핵심은 단순히 두 물체를 비비는 것이 아니라 물이 노즐 밖으로 분출되는 것이므로, '마찰 대전'이 아니라 '분출 대전'이다.

② X
박리 대전은 밀착되어 있던 두 물체를 떼어 낼 때 전하가 분리되는 현상이다. 도식에는 접촉한 두 물체를 벗겨 내는 과정이 없으므로, '박리 대전'이 아니라 '분출 대전'이다.

③ O
액체가 노즐 등에서 고압으로 분출될 때 마찰과 전하 분리로 정전기가 발생하는 현상을 분출 대전이라 한다. 도식에서도 노즐은 양전하, 분출된 물방울은 음전하로 나뉘어 나타나므로 이에 해당한다.

④ X
유동 대전은 액체가 배관이나 필터 등의 내부를 흐르면서 고체 표면과의 접촉·마찰로 대전되는 현상이다. 이 문항은 노즐에서 외부로 뿜어져 나오는 분출 상황을 묻고 있으므로, '유동 대전'이 아니라 '분출 대전'이다.

오답 포인트

문제에 '마찰로 인해'라는 표현이 있어 ① 마찰 대전이나, 호스 안에서 물이 흐른다는 점 때문에 ④ 유동 대전을 고르기 쉽다. 그러나 대전 형태의 명칭은 대표적인 발생 상황으로 판단하며, 노즐에서 액체가 뿜어져 나오는 장면은 분출 대전이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

도식에서 전하의 부호보다 먼저 물질의 운동 형태를 확인한다. 두 물체를 비비면 마찰 대전, 붙은 물체를 떼면 박리 대전, 배관 내부를 흐르면 유동 대전, 노즐 밖으로 뿜어져 나오면 분출 대전으로 판단한다.

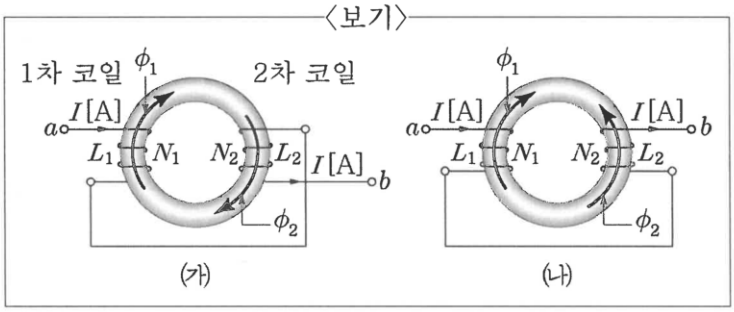
암기 포인트

노즐에서 분출되면 분출 대전이다.

NoteBase

6. 〈보기〉와 같은 회로의 합성 인덕턴스를 측정하였더니 (가)는 70[mH], (나)는 22[mH]이었다. 이 회로의 상호 인덕턴스의 값[mH]은?

〈보기〉



① 10 ② 12
③ 24 ④ 48

정답 2번

출제 포인트

직렬로 결합된 두 코일의 가동 결합과 차동 결합에서 합성 인덕턴스의 차를 이용해 상호 인덕턴스 M을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: (가)의 합성 인덕턴스는 70mH, (나)의 합성 인덕턴스는 22mH이다.
구해야 할 값: 상호 인덕턴스 M이다.
주의할 조건: 그림의 결선 방향이 서로 반대이므로 한 회로에서는 상호 자속이 더해지고 다른 회로에서는 상호 자속이 상쇄된다.

사용할 공식

가동 결합과 차동 결합의 합성 인덕턴스는 각각
$L_+ = L_1 + L_2 + 2M$
$L_- = L_1 + L_2 - 2M$
이다. 따라서 두 측정값의 차는
$L_+ - L_- = 4M$
이다. 두 결선에서 $L_1 + L_2$는 같고 $2M$의 부호만 바뀌므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

(가)는 더 큰 측정값이므로 가동 결합, (나)는 더 작은 측정값이므로 차동 결합에 해당한다.

$70 - 22 = 4M$

$48 = 4M$

$M = 12\text{mH}$

따라서 상호 인덕턴스는 12mH이다.

선지 판단

① X — 10mH는 계산값 12mH와 다르다. 올바른 값은 12mH이다.

② O — 두 합성 인덕턴스의 차 48mH를 4로 나누면 $M = 12\text{mH}$가 된다.

③ X — 24mH는 측정값의 차를 2로만 나눈 값이다. 가동·차동 결합식의 차는 $2M - (-2M) = 4M$이므로 올바른 값은 12mH이다.

④ X — 48mH는 두 측정값의 차 $70 - 22$ 자체이며 상호 인덕턴스가 아니다. 이를 4로 나눈 12mH가 올바른 값이다.

오답 포인트

가동 결합과 차동 결합의 차를 단순히 $2M$로 보면 ③을, 측정값의 차 자체를 M으로 보면 ④를 고르게 된다. 두 식을 빼면 $+2M$에서 $-2M$을 빼므로 차이가 $4M$이 된다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 두 코일의 직렬 결선을 반대로 바꾸어 얻은 합성 인덕턴스가 주어지면 큰 값을 L_+, 작은 값을 L_-로 두고 $M = (L_+ - L_-)/4$를 적용한다.

암기 포인트

직렬 가동·차동 결합의 차는 $4M$, 따라서 상호 인덕턴스는 '큰 합성값에서 작은 합성값을 뺀 뒤 4로 나눈 값'이다.

NoteBase

7. $v_1 = 141\sin(120\pi t - 30°)$과 $v_2 = 220\cos(120\pi t - 30°)$의 위상차를 시간으로 표시했을 때의 값[sec]은?

① $\frac{1}{40}$ ② $\frac{1}{120}$

③ $\frac{1}{240}$ ④ $\frac{1}{360}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 사인과 코사인으로 다르게 표시된 두 정현파를 같은 삼각함수 기준으로 바꾼 뒤, 위상각의 차이를 시간차로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 파형은 $v_1 = 141\sin(120\pi t - 30^\circ)$, $v_2 = 220\cos(120\pi t - 30^\circ)$이다.
두 파형의 각주파수는 모두 $\omega = 120\pi \text{rad/s}$이다.
구해야 할 값은 두 파형의 위상차를 나타내는 시간차이다. 진폭 141과 220은 위상차 계산에 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

코사인을 사인으로 바꾸는 관계는 $\cos\theta = \sin(\theta + 90^\circ)$이다. 따라서 $v_2 = 220\sin(120\pi t + 60^\circ)$가 된다.
위상각 차이 $\Delta\phi$와 시간차 Δt의 관계는 $\Delta\phi = \omega\Delta t$이므로 $\Delta t = \Delta\phi/\omega$를 사용한다. 두 파형을 같은 사인 기준으로 표현해야 위상각을 직접 비교할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. v_1의 위상각은 -30°이고, 사인으로 바꾼 v_2의 위상각은 $+60^\circ$이다.
2. 따라서 위상차의 크기는 $60^\circ - (-30^\circ) = 90^\circ = \pi/2 rad$이다. v_2가 v_1보다 90° 앞선다.
3. 시간차는 $\Delta t = \frac{\Delta\phi}{\omega} = \frac{\pi/2}{120\pi} = \frac{1}{240} s$이다.

선지 판단

① X — $1/40 s$는 이 파형의 90° 위상차에 해당하지 않는다. $\omega\Delta t = 120\pi \times (1/40) = 3\pi rad = 540^\circ$이므로 위상차는 180°와 동등하다. 올바르게는 $1/240 s$이다.
② X — $1/120 s$를 대입하면 위상각은 $\pi rad = 180^\circ$가 되어 계산된 90°와 다르다. 올바르게는 $1/240 s$이다.
③ O — $1/240 s$를 대입하면 $120\pi \times (1/240) = \pi/2 rad = 90^\circ$가 되어 두 파형의 위상차와 정확히 일치한다.
④ X — $1/360 s$를 대입하면 위상각은 $\pi/3 rad = 60^\circ$가 되어 계산된 90°보다 작다. 올바르게는 $1/240 s$이다.

NoteBase

오답 포인트

두 식에 들어 있는 -30°만 보고 위상이 같다고 판단하면 안 된다. v_2의 코사인을 사인으로 바꾸는 과정에서 $+90^\circ$가 더해진다. 또한 위상각을 시간으로 환산할 때는 주파수가 아니라 각주파수 ω를 사용하므로 각도는 라디안으로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

서로 다른 사인·코사인 파형의 위상차는 먼저 두 파형을 같은 삼각함수로 통일하고, 위상각을 뺀 다음 $\Delta t = \Delta\phi/\omega$로 시간차를 계산한다. 마지막에는 $\omega\Delta t$를 다시 구해 원래 위상차와 같은지 검산한다.

암기 포인트

$\cos\theta = \sin(\theta + 90^\circ)$, $\Delta t = \Delta\phi/\omega$이다. 이 문제에서는 $90^\circ \rightarrow \pi/2 rad \rightarrow 1/240 s$이다.

NoteBase

8. 자속밀도가 $3[\mathrm{Wb/m^2}]$인 평등 자기장 안에 길이 $0.4[\mathrm{m}]$의 도선을 자기장과 $30°$ 각도로 $5[\mathrm{m/s}]$의 속도로 이동시키면 도체 양단에 유도되는 기전력의 크기[V]는?

① 1.5 ② 2
③ 2.5 ④ 3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 도선이 자기장을 가로질러 움직일 때 발생하는 운동 기전력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자속밀도 $B = 3\mathrm{Wb/m^2}$, 도선의 길이 $l = 0.4m$, 속력 $v = 5m/s$, 자기장과 속도 사이의 각 $\theta = 30^\circ$이다.
구해야 할 값: 도체 양단에 유도되는 기전력의 크기 e이다.
주의할 조건: 속도의 자기장에 수직인 성분만 기전력 발생에 기여하므로 $\sin\theta$를 곱한다.

사용할 공식

운동 기전력의 크기는 다음과 같다.
$e = Blv\sin\theta$
도선이 자기장과 각도를 이루며 이동하므로 자기장을 가로지르는 속도 성분 $v\sin\theta$를 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입한다.
$e = 3 \times 0.4 \times 5 \times \sin 30^\circ$
$\sin 30^\circ = 1/2$이므로
$e = 3 \times 0.4 \times 5 \times \frac{1}{2} = 3V$
따라서 유도 기전력의 크기는 $3V$이다.

선지 판단

① X — $1.5V$는 계산 결과 $3V$와 다르다. 틀린 값 $1.5V$ → 올바른 값은 $3V$이다.
② X — $2V$는 $e = Blv\sin 30^\circ$에 주어진 값을 대입한 결과와 다르다. 틀린 값 $2V$ → 올바른 값은 $3V$이다.
③ X — $2.5V$는 각도 조건까지 반영한 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $2.5V$ → 올바른 값은 $3V$이다.
④ O — $e = 3 \times 0.4 \times 5 \times \sin 30^\circ = 3V$이므로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

자기장과 속도 사이의 각이 30 °인데도 BIv만 계산하거나, $\sin 30^\circ = 1/2$를 잘못 적용하면 오답이 된다. 각도는 도선 자체와 자기장 사이의 각이 아니라 문제에 제시된 이동 속도와 자기장 사이의 각이다.

다시 나오면 이렇게 판단

운동 기전력 문제에서는 B, l, v, 자기장과 속도 사이의 각 θ를 확인한 뒤 $e = BIv\sin\theta$에 대입하고 단위가 V인지 검산한다.

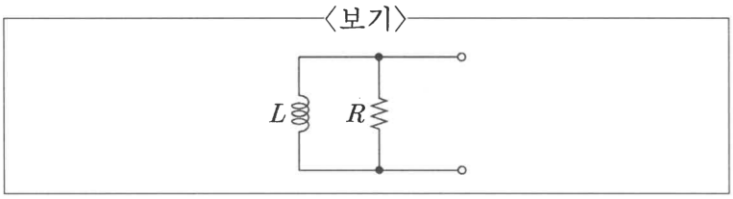
암기 포인트

운동 기전력은 자기장을 가로지르는 속도 성분으로 결정되며, 크기는 $e = BIv\sin\theta$이다.

NoteBase

9. 〈보기〉의 RL 병렬회로에서 저항은 6[Ω], 유도리액턴스는 8[Ω]일 때, 이 회로의 역률의 값[%]은?

〈보기〉



① 30 ② 50
③ 60 ④ 80

정답 4번

출제 포인트

병렬 RL 회로에서 저항 전류와 유도성 전류가 서로 직각인 관계를 이용해 회로의 역률을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R = 6\Omega$, 유도 리액턴스 $X_L = 8\Omega$이다.
구해야 할 값: 회로 전체 전류와 전압 사이의 역률이다.
주의할 조건: 병렬회로이므로 저항과 코일에 걸리는 전압은 같고, 저항 전류는 전압과 동상이며 코일 전류는 전압보다 90° 늦는다.

사용할 공식

저항 전류와 코일 전류는 각각
$I_R = \frac{V}{R}, \quad I_L = \frac{V}{X_L}$
이고, 두 전류가 직각이므로 전체 전류의 크기는
$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$
이다. 따라서 역률은
$\cos\phi = \frac{I_R}{I}$
이다. 유효전력을 만드는 전압과 동상인 전류 성분이 I_R이기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

공통 전압을 V라고 두면
$I_R = \frac{V}{6}, \qquad I_L = \frac{V}{8}$
이다. 따라서
$I = \sqrt{\left(\frac{V}{6}\right)^2 + \left(\frac{V}{8}\right)^2} = \frac{5V}{24}$
이고, 역률은
$\cos\phi = \frac{V/6}{5V/24} = \frac{4}{5} = 0.8$
이다. 백분율로 나타내면 $0.8 \times 100 = 80\%$이다.

선지 판단

① X — 30%는 계산 결과와 일치하지 않는다. '30'은 '80'으로 고쳐야 한다.
② X — 50%는 계산 결과와 일치하지 않는다. '50'은 '80'으로 고쳐야 한다.
③ X — 60%는 계산 결과와 일치하지 않는다. '60'은 '80'으로 고쳐야 한다.
④ O — 계산된 역률이 80%이므로 옳다.

오답 포인트

저항 6Ω과 유도 리액턴스 8Ω을 단순히 더하거나 비율만 바로 취하면 안 된다. 두 병렬 가지의 전류는 위상이 90° 다르므로 전체 전류를 벡터합으로 구한 뒤, 그중 전압과 동상인 저항 전류의 비율을 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 RL 회로의 역률은 먼저 각 가지 전류 $I_R = V/R$, $I_L = V/X_L$를 구하고, 전체 전류 $I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$를 계산한 다음 I_R/I로 판단한다.

암기 포인트

병렬 RL 회로에서는 '동상 전류 ÷ 전체 전류', 즉 $\cos\phi = I_R/\sqrt{I_R^2 + I_L^2}$이다.

NoteBase

10. 저항 30[kΩ]의 허용전류가 20[mA]라고 할 때, 허용 전력의 값[W]은?

① 0.6 ② 1.2

③ 6 ④ 12

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 저항과 허용전류를 이용하여 저항이 견딜 수 있는 허용전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R = 30k\Omega$, 허용전류 $I = 20mA$이다.
구해야 할 값: 허용전력 P이다.
단위 변환: $30k\Omega = 30{,}000\Omega$, $20mA = 0.02A$이다.

사용할 공식

$P = I^2R$
저항에 흐르는 전류와 저항값이 주어졌으므로 전력식 $P = VI$에 옴의 법칙 $V = IR$을 대입한 $P = I^2R$을 사용한다.

계산 과정

1. 허용전류를 암페어로 바꾸면 $I = 20mA = 0.02A$이다.
2. 저항을 옴으로 바꾸면 $R = 30k\Omega = 30{,}000\Omega$이다.
3. 공식에 대입하면
$P = (0.02)^2 \times 30{,}000 = 12W$
따라서 허용전력은 $12W$이다.

선지 판단

① X — $0.6W$는 계산 결과인 $12W$와 다르다. 전류를 제곱하지 않고 수치만 곱하면 나올 수 있는 오답이며, 올바른 값은 $12W$이다.
② X — $1.2W$는 계산 결과보다 10배 작다. 단위 변환이나 소수점 처리가 잘못된 값이며, 올바른 값은 $12W$이다.
③ X — $6W$는 계산 결과의 절반에 불과하다. 이 문항에서 전력을 절반으로 만드는 조건은 없으며, 올바른 값은 $12W$이다.
④ O — $P = I^2R = (0.02)^2 \times 30{,}000 = 12W$이므로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

허용전류 $20mA$를 $0.02A$로, 저항 $30k\Omega$를 $30{,}000\Omega$으로 바꾸지 않거나, $P = I^2R$에서 전류를 제곱하지 않으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

저항과 전류가 주어지면 $P = I^2R$을 선택하고, mA를 A로, $k\Omega$을 Ω으로 변환한 뒤 단위가 W가 되는지 검산한다.

암기 포인트

저항의 허용전력은 허용전류의 제곱에 저항을 곱한 값, 즉 $P = I^2R$이다.

NoteBase

11. 정전용량이 3[F]인 커패시터 3개를 직렬로 연결하고 5[V]의 전압을 공급했을 때 전체 합성 정전용량[F]과 회로 전체에 저장되는 에너지[J]의 값을 옳게 짝지은 것은?

	전체 합성 정전용량[F]	회로 전체에 저장되는 에너지[J]
①	1	2.5
②	1	12.5
③	9	22.5
④	9	112.5

정답 2번

출제 포인트

동일한 커패시터의 직렬 합성 정전용량을 구하고, 합성 정전용량에 저장되는 전체 에너지를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 각 커패시터의 정전용량은 $C = 3F$, 커패시터 수는 3개, 공급 전압은 $V = 5V$이다.
구해야 할 값: 전체 합성 정전용량 C_{eq}과 회로 전체에 저장되는 에너지 W이다.
주의할 조건: 세 커패시터는 병렬이 아니라 직렬로 연결되어 있다.

사용할 공식

직렬 합성 정전용량은
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
이고, 커패시터 회로에 저장되는 전체 에너지는
$W = \frac{1}{2} C_{eq} V^2$
이다. 직렬 연결에서는 각 커패시터에 같은 전하가 저장되므로 역수의 합으로 합성 정전용량을 구한다. 전체 회로는 합성 정전용량 C_{eq}인 하나의 커패시터로 볼 수 있으므로 에너지 공식에 공급 전압을 적용한다.

계산 과정

1. 직렬 합성 정전용량을 구하면
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1$
이므로 $C_{eq} = 1F$이다.
2. 전체 저장 에너지를 구하면
$W = \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2 = 12.5J$
이다.
3. 따라서 합성 정전용량과 전체 저장 에너지의 순서쌍은 $1F$, $12.5J$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 합성 정전용량 1F은 맞지만, 전체 에너지를 2.5J로 제시한 부분이 틀렸다. 올바르게는 전체 저장 에너지가 12.5J이다.
② O — 직렬 합성 정전용량은 1F이고 전체 저장 에너지는 12.5J이므로 두 값이 모두 계산 결과와 일치한다.
③ X — 합성 정전용량 9F과 전체 에너지 22.5J가 모두 틀렸다. 9F은 세 정전용량을 단순히 더한 병렬 연결의 값이며, 올바르게는 각각 1F, 12.5J이다.
④ X — 합성 정전용량 9F과 전체 에너지 112.5J가 모두 틀렸다. 이는 직렬 연결을 병렬 연결로 잘못 보아 $C_{eq} = 3 + 3 + 3 = 9F$로 계산한 결과이다. 올바르게는 각각 1F, 12.5J이다.
계산 결과가 1F, 12.5J이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

직렬 연결인데 정전용량을 그대로 더하면 ④의 9F, 112.5J가 나온다. 동일한 커패시터 3개의 직렬 합성값은 각 정전용량의 3배가 아니라 3분의 1이며, 에너지 계산에는 개별 정전용량이 아니라 전체 합성 정전용량을 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연결 방식이 직렬인지 병렬인지 먼저 확인한 뒤 합성 정전용량을 구하고, 마지막에 $W = \frac{1}{2} C_{eq} V^2$로 전체 에너지를 계산한다. 동일한 커패시터 n개의 직렬 연결에서는 $C_{eq} = C/n$이므로 합성값이 개별 정전용량보다 작아야 한다.

암기 포인트

동일 커패시터 n개 직렬: $C_{eq} = C/n$, 전체 에너지: $W = \frac{1}{2} C_{eq} V^2$이다.

12. 선간전압이 $200\sqrt{3}$[V]인 대칭 3상 Y결선 교류 전원에 각 상의 부하임피던스 $12+j16$[Ω]을 Y로 결선한 경우 흐르는 선전류 I_l의 값[A]은?

① 10 ② 20
③ 30 ④ 40

정답 1번

출제 포인트

대칭 3상 Y결선에서 선간전압을 상전압으로 바꾸고, 임피던스의 크기로 나누어 선전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 선간전압은 $V_L = 200\sqrt{3}V$, 각 상의 임피던스는 $Z = 12 + j16\Omega$이다.
구해야 할 값: 선전류 I_l의 크기이다.
주의할 조건: Y결선에서는 $V_{ph} = V_L/\sqrt{3}$이고 선전류와 상전류가 같다.

사용할 공식

$V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$, $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$, $I_l = I_{ph} = \frac{V_{ph}}{|Z|}$
부하가 대칭 Y결선이므로 각 상에는 선간전압의 $1/\sqrt{3}$인 상전압이 걸리고, Y결선의 선전류는 상전류와 같아서 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 상전압은 $V_{ph} = 200\sqrt{3}/\sqrt{3} = 200V$이다.
2. 임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20\Omega$이다.
3. 따라서 선전류의 크기는 $I_l = I_{ph} = 200/20 = 10A$이다.

선지 판단

① O — 계산한 선전류가 $10A$이므로 맞다.
② X — $20A$는 계산 결과와 다르며, 20은 전류가 아니라 임피던스 크기 $|Z| = 20\Omega$의 수치이다. 올바른 값은 $10A$이다.
③ X — $30A$는 상전압 $200V$을 임피던스 크기 20Ω로 나눈 결과가 아니다. 올바른 값은 $10A$이다.
④ X — $40A$는 계산 결과와 다르며, Y결선에서 선전류에 추가 배수를 곱하지 않는다. 올바른 값은 $10A$이다.
계산 결과 $10A$이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

선간전압 $200\sqrt{3}V$을 그대로 임피던스로 나누면 안 된다. 먼저 Y결선의 상전압 $200V$으로 바꾸어야 하며, 복소 임피던스 $12 + j16\Omega$는 크기 20Ω로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

대칭 3상 Y결선에서는 선간전압을 $\sqrt{3}$으로 나누어 상전압을 구한 뒤, 상전압을 상임피던스의 크기로 나눈다. 마지막에는 $I_l = I_{ph}$를 적용한다.

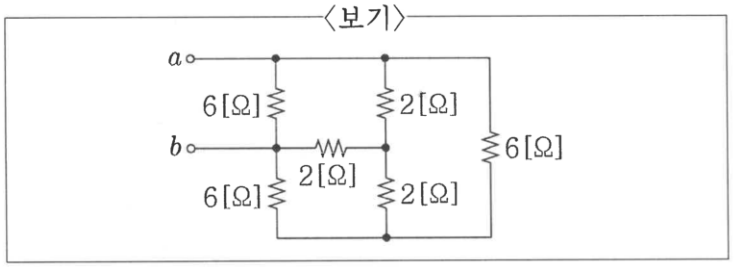
암기 포인트

Y결선은 $V_L = \sqrt{3}V_{ph}$, $I_l = I_{ph}$이다.

NoteBase

13. 〈보기〉의 회로에서 단자 a, b 사이의 합성 저항의 값[Ω]은?

〈보기〉



① 1 ② 2
③ 3 ④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 브리지 회로의 두 내부 노드가 등전위임을 확인한 뒤 직렬·병렬 관계를 이용하여 단자 a, b 사이의 합성저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

구해야 할 값: 단자 a, b 사이의 합성저항
주의할 조건: 가운데 세로 2Ω 저항은 양 끝 노드의 전위가 같으므로 전류가 흐르지 않는다.

사용할 공식

병렬 합성저항은
$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
로 구한다. 먼저 내부 두 노드가 등전위인지 마디 전압법으로 확인한 후, 전류가 흐르지 않는 가지를 제외하면 세 개의 병렬 경로로 정리되기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 계산을 위해 $V_a = 1V$, $V_b = 0V$로 놓고, 오른쪽 중간 노드 전압을 x, 아래 노드 전압을 y라 한다.
2. 두 내부 노드에 키르히호프 전류법칙을 적용하면
$\frac{x-1}{2} + \frac{x}{2} + \frac{x-y}{2} = 0 \quad \Rightarrow \quad 3x - y = 1$
$\frac{y}{6} + \frac{y-x}{2} + \frac{y-1}{6} = 0 \quad \Rightarrow \quad 5y - 3x = 1$
이므로 $x = y = \frac{1}{2}V$이다. 따라서 두 노드 사이의 2Ω 저항에는 전류가 흐르지 않는다.
3. 남은 세 경로의 저항은 각각 직접 연결된 6Ω, 위·가운데 경로의 $2 + 2 = 4\Omega$, 바깥·아래 경로의 $6 + 6 = 12\Omega$이다.
4. 세 경로는 병렬이므로
$\frac{1}{R_{ab}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{1}{2}$
따라서 $R_{ab} = 2\Omega$이다.

선지 판단

① X — 합성저항은 1Ω이 아니라 2Ω이다. 각 저항을 모두 병렬로 보아서는 안 되며, 내부 등전위 가지를 제외한 세 경로의 저항은 6Ω, 4Ω, 12Ω이다.
② O — 세 경로를 병렬 합성하면 $R_{ab} = 2\Omega$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 합성저항은 3Ω이 아니라 2Ω이다. 3Ω은 직접 연결된 6Ω 가지를 빠뜨리고 나머지 두 경로만 병렬 합성한 값이다.
④ X — 합성저항은 4Ω이 아니라 2Ω이다. 4Ω은 위쪽의 2Ω과 가로의 2Ω만 직렬로 더한 한 경로의 저항이며, 다른 병렬 경로까지 합성해야 한다.

오답 포인트

가운데 세로 저항을 회로에서 임의로 제외하는 것이 아니라, 먼저 양 끝 노드가 등전위임을 확인해야 한다. 또한 4Ω 경로 하나만 계산하거나 직접 연결된 6Ω 가지를 빠뜨리면 각각 ④ 또는 ③을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

브리지 회로에서는 내부 두 노드의 전위를 먼저 비교한다. 등전위이면 그 사이 저항의 전류는 0이므로 해당 가지를 제외하고, 남은 회로를 직렬부터 정리한 뒤 병렬 합성한다.

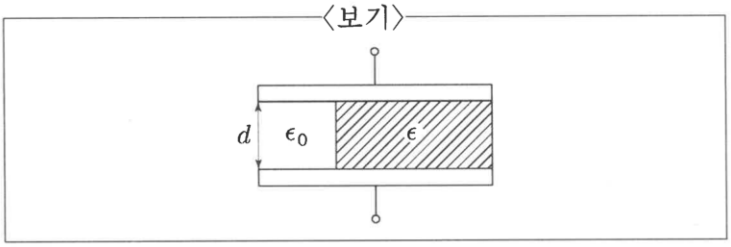
암기 포인트

등전위 노드 사이에는 전류가 흐르지 않는다. 이 회로는 6Ω, 4Ω, 12Ω의 병렬 회로로 바뀌어 합성저항이 2Ω이 된다.

NoteBase

14. 〈보기〉와 같이 정전용량이 12[μF]인 평행 평판 콘덴서가 진공상태에 있다. 판 면적의 $\frac{2}{3}$에 해당하는 부분을 비유전율이 5인 운모로 채웠을 때 이 콘덴서의 정전용량의 값[μF]은? (단, ϵ_0는 진공상태의 유전율이다.)

〈보기〉



① 12 ② 24
③ 36 ④ 44

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평행판 콘덴서의 일부 면적에 유전체를 넣었을 때, 두 면적 부분을 병렬 연결된 콘덴서로 보아 전체 정전용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

진공 상태의 전체 정전용량은 $C_0 = 12\mu F$이다.
전체 판 면적 중 1/3은 진공이고, 2/3은 비유전율 $\varepsilon_r = 5$인 운모로 채워진다.
두 부분은 판 사이 거리와 전압이 같으므로 병렬 결합으로 취급한다.

사용할 공식

평행판 콘덴서의 정전용량은 $C = \varepsilon A/d$이므로, 면적에 비례하고 비유전율만큼 증가한다. 따라서
C=C_0≤ft(A_진공A+_rA_운모A)
를 사용한다. 면적이 좌우로 나뉜 두 부분에는 같은 전압이 걸리므로 각 부분의 정전용량을 더한다.

계산 과정

1. 진공 부분의 정전용량은 C_진공=12×(1)/(3)=4 μ F이다.
2. 운모 부분은 면적비 2/3과 비유전율 5를 함께 반영하므로 C_운모=12×(2)/(3)×5=40 μ F이다.
3. 병렬 결합의 정전용량을 더하면
$C = 4 + 40 = 44\mu F$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 12μF는 유전체를 넣기 전의 정전용량이다. 유전체의 효과를 반영한 값은 44μF이다.
② X — 24μF는 두 면적 부분의 병렬 합성 결과와 일치하지 않는다. 올바르게 계산하면 4 + 40 = 44μF이다.
③ X — 36μF는 진공 부분 4μF와 운모 부분 40μF의 합이 아니다. 올바른 전체 정전용량은 44μF이다.
④ O — 두 부분을 병렬로 합성한 결과가 44μF이므로 옳다.

오답 포인트

운모가 판 사이 거리의 일부가 아니라 판 면적의 2/3을 차지한다는 점이 핵심이다. 면적 방향으로 나뉜 콘덴서는 병렬 결합이므로 각 영역의 정전용량을 따로 구해 더해야 한다. 특히 운모 영역에는 면적비 2/3과 비유전율 5를 모두 반영한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유전체가 판 면적을 나누어 채우면 병렬 결합으로 보고, 각 영역에 대해 $\varepsilon A/d$를 계산한 뒤 합한다. 유전체가 판 사이 두께를 나누어 채우는 경우에는 직렬 결합으로 판단한다.

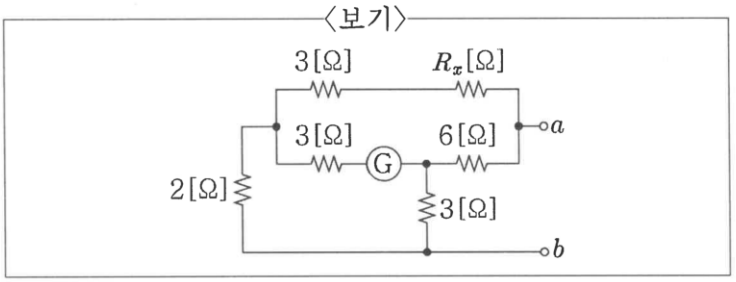
암기 포인트

면적 분할은 병렬 합, 두께 분할은 직렬 합이다.

NoteBase

15. 〈보기〉의 회로에서 $a-b$ 양단에 24[V]의 직류 전원이 인가될 때 검류계(Ⓖ)로 흘러가는 전류의 값이 0[A]일 경우, 저항 R_x의 값[Ω]은?

〈보기〉



① 1 ② 3
③ 4 ④ 6

정답 1번

출제 포인트

검류계에 전류가 흐르지 않는 평형 조건을 이용하여 두 접점의 전위를 같게 놓고 미지 저항 R_X를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단자 $a-b$ 사이의 전압은 $24V$이다.
구해야 할 값: 저항 R_X이다.
주의할 조건: 검류계 전류가 $0A$이므로 검류계가 연결된 가지에도 전류가 흐르지 않으며, 검류계 양단의 전위가 같다. 따라서 왼쪽 접점과 중앙 접점의 전위를 각각 독립된 전압 분배로 계산할 수 있다.

사용할 공식

전압 분배에 따라 b를 기준으로 한 왼쪽 접점의 전위는
$V_L = 24\frac{2}{(3+R_X)+2} = \frac{48}{R_x+5}$
이고, 중앙 접점의 전위는
$V_C = 24\frac{3}{6+3} = 8V$
이다. 검류계 전류가 $0A$일 때는 $V_L = V_C$이므로 이 두 식을 같게 둔다.

NoteBase

계산 과정

1. 검류계가 연결된 가지의 전류가 0이므로 왼쪽의 3Ω 저항에도 전압 강하가 없고 두 접점의 전위가 같다.
2. 전위 평형식을 세우면

$\frac{48}{R_x+5}=8$

이다.

3. 이를 풀면

$R_x+5=6, \qquad R_x=1\Omega$

이다.

선지 판단

① O — $R_x=1\Omega$이면 $V_L=48/(1+5)=8V$로 $V_C=8V$와 같아 검류계 전류가 0이 된다.
② X — $R_x=3\Omega$이면 $V_L=6V$로 $V_C=8V$와 다르다. 틀린 값 3Ω이 아니라 올바른 값은 1Ω이다.
③ X — $R_x=4\Omega$이면 $V_L=16/3V$로 $V_C=8V$와 다르다. 틀린 값 4Ω이 아니라 올바른 값은 1Ω이다.
④ X — $R_x=6\Omega$이면 $V_L=48/11V$로 $V_C=8V$와 다르다. 틀린 값 6Ω이 아니라 올바른 값은 1Ω이다.

오답 포인트

검류계 전류가 0이라는 조건을 검류계의 저항이 0이라는 뜻으로만 처리하면 안 된다. 핵심은 검류계 양단의 전위가 같다는 점이다. 또한 왼쪽 위 가지의 저항은 R_x만이 아니라 $3+R_x\Omega$인 직렬 합성저항이다.

다시 나오면 이렇게 판단

검류계 전류가 0인 회로에서는 먼저 검류계 양단의 전위를 같게 놓는다. 그다음 검류계 가지를 전류가 흐르지 않는 가지로 보고 양쪽 전압 분배식을 각각 세워 미지 저항을 계산한다.

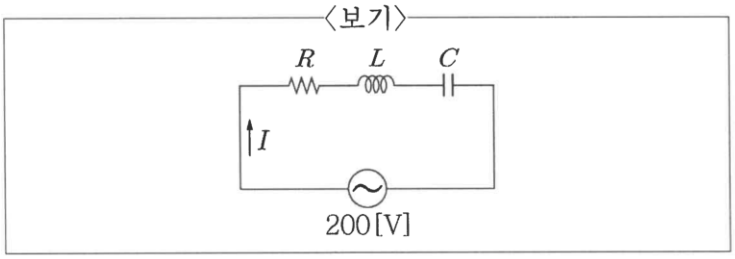
암기 포인트

검류계 전류 0은 평형 상태이며, 평형에서는 검류계 양단 전위가 같다.

NoteBase

16. 〈보기〉의 RLC 직렬회로에서 $R=20[\Omega]$, $L=30[\mathrm{mH}]$일 때, 공진 시 흐르는 전류 $I[\mathrm{A}]$와 용량리액턴스 $X_C[\Omega]$의 값을 옳게 짝지은 것은? (단, 공진 주파수는 100[Hz]이다.)

〈보기〉



	$I[\mathrm{A}]$	$X_C[\Omega]$		$I[\mathrm{A}]$	$X_C[\Omega]$
①	10	3π	②	10	6π
③	20	3π	④	20	6π

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RLC 회로의 공진 조건을 이용하여 공진 전류와 용량리액턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 20\Omega, L = 30mH = 0.03H, f_0 = 100Hz, V = 200V$이다.
구해야 할 값: 공진 시 전류 I와 용량리액턴스 X_C이다.
주의할 조건: 직렬 RLC 회로가 공진하면 $X_L = X_C$가 되어 전체 리액턴스가 상쇄되고, 임피던스는 저항 R만 남는다.

사용할 공식

$Z = R, \quad I = \frac{V}{R}$
$X_C = X_L = \omega_0 L = 2\pi f_0 L$
공진 상태에서는 유도리액턴스와 용량리액턴스의 크기가 같아 서로 상쇄되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 공진 시 임피던스는 $Z = R = 20\Omega$이다.
2. 전류는 $I = V/R = 200/20 = 10A$이다.
3. 용량리액턴스는 유도리액턴스와 같으므로 $X_C = X_L = 2\pi f_0 L = 2\pi \times 100 \times 0.03 = 6\pi\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 전류 $10A$는 맞지만 $X_C = 3\pi\Omega$가 틀렸다. 올바르게는 $I = 10A$, $X_C = 6\pi\Omega$이다. $3\pi\Omega$는 각주파수의 계수 2π에서 2를 누락하면 나오는 값이다.
② O — 공진 전류가 $10A$이고 용량리액턴스가 $6\pi\Omega$이므로 계산 결과와 모두 일치한다.
③ X — $I = 20A$, $X_C = 3\pi\Omega$가 모두 틀렸다. 올바르게는 $I = 10A$, $X_C = 6\pi\Omega$이다.
④ X — $X_C = 6\pi\Omega$는 맞지만 $I = 20A$가 틀렸다. 공진 시 임피던스는 20Ω이므로 올바른 전류는 $I = 200/20 = 10A$이다.
계산 결과 $I = 10A$, $X_C = 6\pi\Omega$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

공진이라고 해서 리액턴스 각각이 0이 되는 것은 아니다. 공진에서는 X_L과 X_C가 크기는 같고 부호가 반대여서 합성 리액턴스만 0이 된다. 또한 $L = 30mH$를 $0.03H$로 바꾸고, $\omega = 2\pi f$의 2를 빠뜨리지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 공진 문제에서는 먼저 $Z = R$로 전류를 구하고, 이어서 $X_C = X_L = 2\pi f_0 L$로 리액턴스를 구한 뒤 단위를 검산한다.

암기 포인트

직렬 공진에서는 $Z = R$, $I = V/R$, $X_C = X_L$이다.

NoteBase

17. 진공 상태의 양(+)전하 50[nC]이 놓인 지점에서 0.5[m] 떨어진 점에서의 전기장의 세기[V/m]는? (단, 비례상수 $k=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}=9\times10^9$이다.)

① 90 ② 180
③ 900 ④ 1,800

정답 4번

출제 포인트

점전하가 만드는 전기장의 세기를 구하는 공식 $E = kQ/r^2$에 전하량과 거리를 단위 변환하여 대입하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 양전하의 전하량은 $Q = +50nC = 50 \times 10^{-9}C$, 거리의 크기는 $r = 0.5m$, 비례상수는 $k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$이다.
구해야 할 값: 전하에서 $0.5m$ 떨어진 점의 전기장 세기이다.
주의할 조건: 전기장 세기는 크기를 묻는 값이므로 $|Q|$를 사용한다. 양전하라는 조건은 전기장의 방향이 전하에서 바깥쪽임을 뜻하며, 세기의 계산값은 양수이다.

사용할 공식

점전하가 거리 r인 지점에 만드는 전기장의 세기는
$E = k\frac{|Q|}{r^2}$
이다. 전하가 진공에 놓여 있고 한 점전하로부터 일정 거리만큼 떨어진 지점의 전기장을 구하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전하량을 쿨롱으로 바꾸면 $50nC = 50 \times 10^{-9}C$이다.
2. 공식에 대입하면
$E = 9 \times 10^9 \times \frac{50 \times 10^{-9}}{(0.5)^2}$
이다.
3. $(0.5)^2 = 0.25$이므로
$E = \frac{450}{0.25} = 1{,}800V/m$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $90V/m$는 공식에 단위 변환된 전하량과 거리의 제곱을 정확히 대입한 값이 아니다. 올바른 값은 $1{,}800V/m$이다.
② X — $180V/m$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 $E = 450/0.25 = 1{,}800V/m$이다.
③ X — $900V/m$는 분모를 r^2가 아니라 r로 처리하면 나오는 값이다. 올바르게는 거리 $0.5m$를 제곱하여 $1{,}800V/m$로 계산한다.
④ O — 점전하의 전기장 공식에 값을 대입한 결과가 $1{,}800V/m$이므로 옳다.

오답 포인트

거리 $0.5m$를 그대로 분모에 넣으면 ③의 $900V/m$를 고르게 된다. 전기장은 거리의 제곱에 반비례하므로 분모는 반드시 $(0.5)^2 = 0.25$이어야 한다. 또한 nC는 $10^{-9}C$로 변환한다.

다시 나오면 이렇게 판단

점전하의 전기장 문제는 전하량을 C로 변환한 뒤 $E = k|Q|/r^2$에 대입하고, 거리의 제곱과 최종 단위 V/m를 검산하는 순서로 판단한다. 전하의 부호는 세기의 크기가 아니라 전기장의 방향을 결정한다.

암기 포인트

점전하의 전기장은 $E = k|Q|/r^2$이며, 거리가 절반이면 전기장의 세기는 4배가 된다.

NoteBase

18. 〈보기〉의 전압 v와 전류 i의 위상 차이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

- $v = V_m \sin(\omega t + 60°)[\mathrm{V}]$
- $i = I_m \sin(\omega t - 30°)[\mathrm{A}]$

① 전류가 전압보다 $\frac{\pi}{2}$만큼 앞선다.

② 전류가 전압보다 $\frac{\pi}{3}$만큼 앞선다.

③ 전압이 전류보다 $\frac{\pi}{2}$만큼 앞선다.

④ 전압이 전류보다 $\frac{\pi}{3}$만큼 앞선다.

정답 3번

출제 포인트

정현파 전압과 전류의 위상각을 비교하여 어느 파형이 얼마나 앞서는지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

전압의 위상각은 60 °이고, 전류의 위상각은 −30 °이다.
두 파형의 각주파수 ω가 같으므로 위상각의 차를 직접 비교한다.
위상각이 더 큰 파형이 시간상 앞선다.

사용할 공식

두 정현파의 위상차는 각 위상각의 차로 구한다.
$\Delta\phi = \phi_v - \phi_i$
전압이 전류보다 앞서는 정도를 구하는 문제이므로 전압의 위상각에서 전류의 위상각을 뺀다.

계산 과정

1. 전압의 위상각은 $\phi_v = 60$ °이다.
2. 전류의 위상각은 $\phi_i = -30$ °이다.
3. 위상차는 다음과 같다.

$\Delta\phi = 60° - (-30°) = 90° = \frac{\pi}{2}$
위상차가 양수이므로 전압이 전류보다 $\pi/2$만큼 앞선다.

NoteBase

선지 판단

① X — 전류가 전압보다 $\pi/2$만큼 앞선다는 방향이 반대이다. 올바르게는 전압이 전류보다 $\pi/2$만큼 앞선다.
② X — 전류가 전압보다 $\pi/3$만큼 앞선다는 방향과 크기가 모두 틀리다. 올바르게는 전압이 전류보다 $\pi/2$만큼 앞선다.
③ O — 전압과 전류의 위상각 차는 $60^\circ - (-30^\circ) = 90^\circ = \pi/2$이므로 전압이 전류보다 $\pi/2$만큼 앞선다.
④ X — 전압이 앞선다는 방향은 맞지만 위상차를 $\pi/3$으로 제시한 크기가 틀리다. 올바르게는 전압이 전류보다 $\pi/2$만큼 앞선다.

오답 포인트

전류의 위상각 -30°를 뺄 때 음의 부호를 놓치면 위상차를 30°로 잘못 계산할 수 있다. 또한 위상각이 더 큰 전압이 앞선다는 방향을 반대로 판단하면 ①을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 정현파의 ωt가 같으면 각 위상각만 비교한다. ‘A가 B보다 앞서는 위상차’는 $\phi_A - \phi_B$로 계산하며, 결과가 양수이면 A가 앞서고 음수이면 A가 뒤진다.

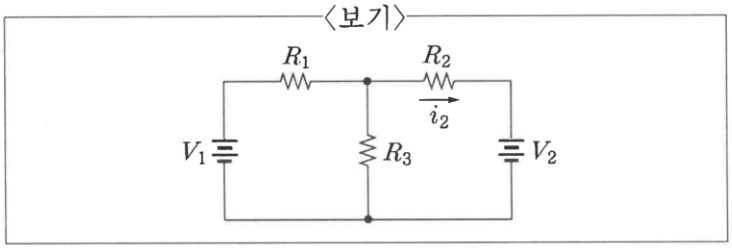
암기 포인트

위상각이 큰 파형이 앞선다. 위상차는 비교하려는 첫 파형의 위상각에서 둘째 파형의 위상각을 뺀다.

NoteBase

19. 〈보기〉의 회로에서 $V_1 = 10[\mathrm{V}]$, $V_2 = 20[\mathrm{V}]$, $R_1 = 2[\Omega]$, $R_2 = 2[\Omega]$, $R_3 = 4[\Omega]$일 때, R_2에 흐르는 전류(i_2)의 값[A]은?

〈보기〉



① -4 ② -2

③ 2 ④ 4

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 중앙 노드에 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 적용하여 노드 전압을 구한 뒤, R_2에 표시된 화살표 방향을 기준으로 전류 i_2의 부호와 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 공통 노드의 전위를 $0V$, 중앙 노드의 전압을 V라고 둔다. 두 전원의 위쪽 단자가 양극이므로 R_1의 왼쪽 노드는 $10V$, R_2의 오른쪽 노드는 $20V$이다. 주어진 값은 $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 4\Omega$이며, 구해야 할 값은 중앙 노드에서 오른쪽으로 흐르는 방향을 양으로 정한 i_2이다.

사용할 공식

중앙 노드에서 각 가지로 나가는 전류의 대수합을 0으로 두면

$\frac{V-10}{2} + \frac{V-20}{2} + \frac{V}{4} = 0$

이다. 하나의 노드에 세 가지가 연결되어 있으므로, 노드로 들어오는 전류와 나가는 전류의 합이 같다는 KCL을 사용한다. R_2의 전류는 문제의 화살표 방향에 따라

$i_2 = \frac{V-20}{R_2}$

로 계산한다.

NoteBase

계산 과정

KCL 식의 양변에 4를 곱하면

$2(V-10)+2(V-20)+V=0$

$5V-60=0, \qquad V=12V$

이다. 따라서

$i_2=\frac{12-20}{2}=-4A$

이다. 음의 부호는 실제 전류가 그림의 화살표와 반대인 오른쪽에서 중앙 노드 쪽으로 흐른다는 뜻이다.

선지 판단

① O: 계산 결과가 $i_2=-4A$이므로 옳다.

② X: $-2A$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $-2A$는 올바르게 $-4A$로 고쳐야 한다.

③ X: $2A$는 크기와 부호가 모두 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $2A$는 올바르게 $-4A$로 고쳐야 한다.

④ X: $4A$는 전류의 크기만 같고 부호가 반대이다. 틀린 값 $4A$는 올바르게 $-4A$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

중앙 노드 전압 $12V$가 오른쪽 노드 전압 $20V$보다 낮다는 점이 핵심이다. 실제 전류는 전위가 높은 오른쪽 노드에서 중앙 노드로 흐르므로, 그림의 i_2 화살표를 기준으로 하면 부호가 음수이다. 전류의 크기만 구해 $4A$를 고르면 ④를 선택하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

회로의 공통 노드를 기준 전위로 정하고, 전원의 극성으로 각 고정 노드의 전압을 표시한 뒤, 미지 노드에 KCL을 적용한다. 마지막에는 계산식에서 정한 전류 방향과 문제의 화살표 방향이 같은지 확인하여 부호를 결정한다.

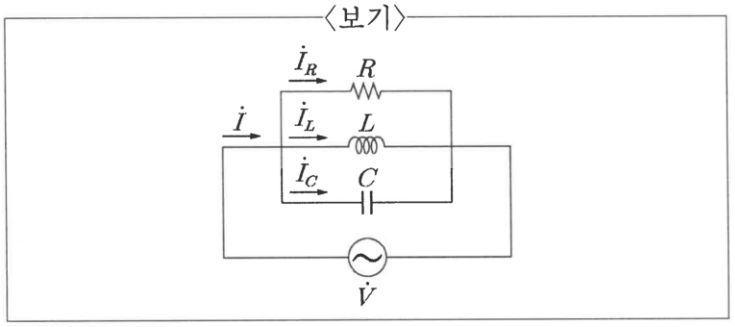
암기 포인트

노드 전압법에서는 가지 전류를 '출발 노드 전압에서 도착 노드 전압을 뺀 값'을 저항으로 나누어 나타낸다.
계산된 전류가 음수이면 실제 방향은 처음 정한 화살표와 반대이다.

NoteBase

20. 〈보기〉의 RLC 병렬회로에서 전압의 실횻값 100[V], $\frac{1}{R}=5$[℧], $\frac{1}{\omega L}=25$[℧], $\omega C=30$[℧]일 때 회로에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

〈보기〉



① 전체 전류보다 전압의 위상이 45° 앞선다.

② 합성 임피던스의 값은 $\frac{\sqrt{2}}{10}$[Ω]이다.

③ 전체 전류의 실횻값은 $500\sqrt{2}$[A]이다.

④ 코일과 커패시터는 전류의 크기뿐만 아니라 위상도 변화시킨다.

정답 1번

출제 포인트

RLC 병렬회로의 합성 어드미턴스를 구해 전체 전류의 크기와 위상, 합성 임피던스를 판단하는 문제이다.

조건 정리

전압의 실횻값은 $V = 100V$이다. 저항의 컨덕턴스는 $G = 1/R = 5S$, 코일의 서셉턴스 크기는 $1/(\omega L) = 25S$, 커패시터의 서셉턴스는 $\omega C = 30S$이다. 코일의 서셉턴스는 음의 허수 성분, 커패시터의 서셉턴스는 양의 허수 성분으로 합산한다.

사용할 공식

병렬 RLC 회로의 합성 어드미턴스는

$Y = G + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$

이고, 전체 전류와 합성 임피던스는 각각 $I = VY$, $Z = 1/Y$이다. 병렬회로에서는 각 소자에 같은 전압이 걸리고 가지 전류들이 합쳐지므로 임피던스가 아니라 어드미턴스를 먼저 더한다.

NoteBase

계산 과정

1. 합성 어드미턴스는

$Y = 5 + j(30 - 25) = 5 + j5 = 5\sqrt{2}\angle 45^\circ S$

이다.

2. $I = VY$이므로 전체 전류는 전압보다 45° 앞서며, 전압은 전체 전류보다 45° 뒤진다.

3. 합성 임피던스의 크기는

$|Z| = \frac{1}{|Y|} = \frac{1}{5\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{10}\Omega$

이다.

4. 전체 전류의 실횻값은

$|I| = |V||Y| = 100 \times 5\sqrt{2} = 500\sqrt{2}A$

이다.

선지 판단

① X — 합성 어드미턴스의 위상각이 $+45^\circ$이므로 전체 전류가 전압보다 45° 앞선다. '전압의 위상이 전체 전류보다 45° 앞선다'는 표현이 틀렸으며, 올바르게는 '전압의 위상은 전체 전류보다 45° 뒤진다'이다.

② O — $|Y| = 5\sqrt{2}S$이므로 $|Z| = 1/|Y| = \sqrt{2}/10\Omega$이다.

③ O — $|I| = 100 \times 5\sqrt{2} = 500\sqrt{2}A$이므로 제시된 전체 전류의 실횻값이 맞다.

④ O — 코일 전류는 전압보다 90° 늦고 커패시터 전류는 전압보다 90° 빠르다. 따라서 두 소자는 전류의 크기뿐 아니라 위상도 변화시킨다.

오답 포인트

①은 '전압이 전류보다 앞선다'와 '전류가 전압보다 앞선다'를 뒤바꾼 함정이다. 합성 서셉턴스가 $30 - 25 = +5S$로 용량성이므로 전체 전류가 전압보다 앞선다. 또한 합성 임피던스의 위상은 어드미턴스와 반대인 -45°임을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 RLC 회로에서는 $Y = G + j(B_C - B_L)$를 먼저 구한다. 허수부가 양수이면 용량성이라 전류가 전압보다 앞서고, 음수이면 유도성이라 전류가 전압보다 늦는다. 그다음 $|Z| = 1/|Y|$, $|I| = |V||Y|$로 크기를 검산한다.

암기 포인트

병렬 RLC는 어드미턴스를 더한다. $B_C - B_L > 0$이면 전류가 앞서고, $B_C - B_L < 0$이면 전류가 늦는다.

NoteBase