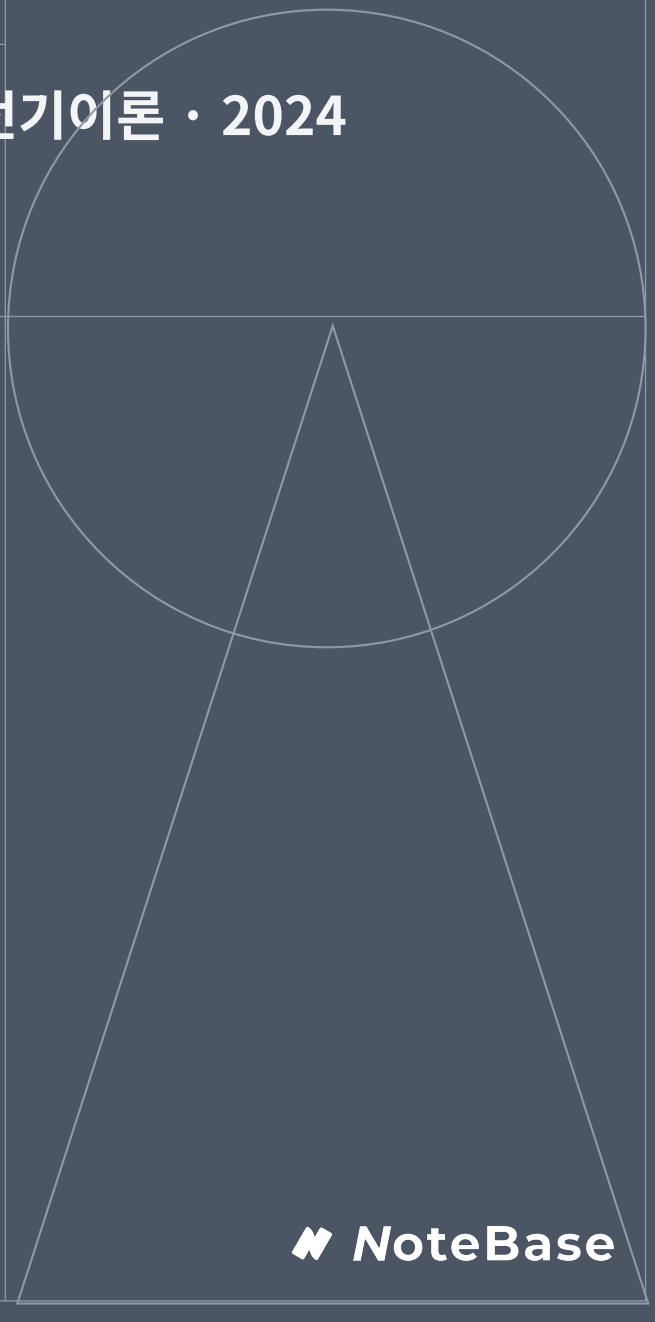
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2024

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2024

1. 전기회로에서 전하량 3[C]을 이동시키는데 12[J]의 에너지를 소모하였다면, 두 단자 사이의 전위차의 값[V]은?

① 4 ② 8

③ 20 ④ 36

정답 1번

출제 포인트

전하량과 전기적 에너지의 관계를 이용하여 두 단자 사이의 전위차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전하량: $Q = 3C$

소모한 에너지: $W = 12J$

구해야 할 값: 두 단자 사이의 전위차 V

사용할 공식

$W = QV$

따라서 $V = \frac{W}{Q}$이다. 전위차는 단위 전하당 이동에 필요한 에너지이므로, 에너지를 전하량으로 나누어 구한다.

또한 $1V = 1J/C$이다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입한다.

$V = \frac{W}{Q} = \frac{12J}{3C} = 4J/C = 4V$

따라서 두 단자 사이의 전위차는 $4V$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $4V$이므로 옳다.
② X — $8V$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $4V$이다.
③ X — $20V$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $4V$이다.
④ X — $36V$는 12×3으로 에너지와 전하량을 곱한 값이다. 올바르게는 에너지를 전하량으로 나누어 $4V$가 된다.

오답 포인트

전위차를 구할 때 W와 Q를 곱하는 것이 아니라 $V = W/Q$로 계산해야 한다. 특히 ④의 $36V$는 12×3으로 잘못 계산할 때 나오는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전하량과 에너지가 주어지면 $W = QV$를 세우고, 구하려는 전위차를 $V = W/Q$로 정리한 뒤 $J/C = V$인지 단위를 검산한다.

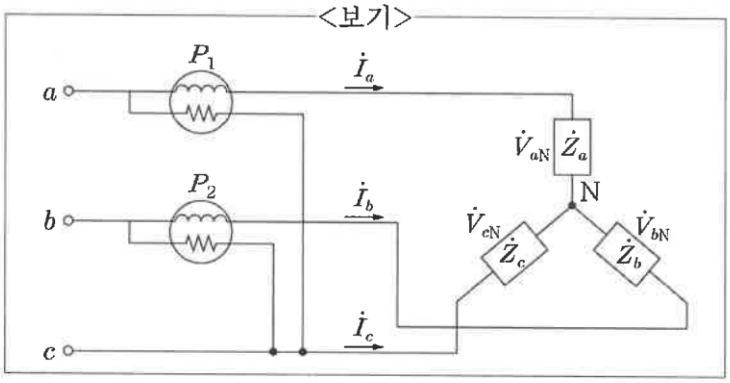
암기 포인트

전위차는 단위 전하당 에너지이므로 $V = W/Q$, 즉 $1V = 1J/C$이다.

NoteBase

2. <보기>의 3상 3선식 회로에서 단상 전력계 2개를 사용하여 3상 전력을 측정하려 한다. 두 전력계의 지시값이 P_1[W], P_2[W]일 때 3상 전력 P[W]를 구하는 식으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① $P = P_1 + P_2$ ② $P = \sqrt{3}(P_1 + P_2)$

③ $P = 2P_1 + P_2$ ④ $P = 3(P_1 + P_2)$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 3상 3선식 회로에서 단상 전력계 2개를 사용하는 2전력계법의 총 유효전력 공식을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 전력계의 지시값 P_1, P_2이다.
구해야 할 값: 부하가 소비하는 3상 유효전력 P이다.
주의할 조건: 두 지시값은 부호를 포함하여 대수적으로 더한다. 역률에 따라 한 전력계가 음의 값을 지시할 수 있어도 같은 원칙이 적용된다.

사용할 공식

$P = P_1 + P_2$
2전력계법에서는 두 전력계의 순간전력 합이 3상 전체 순간전력이 되므로 이 공식을 사용한다. 그림과 같이 두 전력계의 전압 코일이 공통선 c를 기준으로 연결되면 $p_1 + p_2 = (v_a - v_c)i_a + (v_b - v_c)i_b$ 이다. 3선식에서 $i_a + i_b + i_c = 0$이므로 이는 $v_a i_a + v_b i_b + v_c i_c$, 즉 3상 전체 순간전력과 같다. 이를 평균하면 $P = P_1 + P_2$가 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 두 전력계의 지시값을 확인한다.
2. 지시값을 부호까지 포함하여 대수적으로 합한다.

$P = P_1 + P_2$

3. 따라서 별도의 $\sqrt{3}$, 2 또는 3의 계수를 곱하지 않는다.

선지 판단

① O — $P = P_1 + P_2$는 3상 3선식 2전력계법의 총 유효전력 공식이다.

② X — $P = \sqrt{3}(P_1 + P_2)$의 $\sqrt{3}$은 불필요한 계수이다. 올바르게는 $P = P_1 + P_2$이다.

③ X — $P = 2P_1 + P_2$는 두 계기 중 P_1에만 2를 곱하여 전체 전력을 구하므로 틀리다. 올바르게는 두 지시값을 같은 비중으로 더한 $P = P_1 + P_2$이다.

④ X — $P = 3(P_1 + P_2)$는 이미 3상 전체 전력인 두 지시값의 합에 다시 3을 곱하므로 틀리다. 올바르게는 $P = P_1 + P_2$이다.

오답 포인트

평형 3상 전력식 $P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi$의 $\sqrt{3}$을 전력계 지시값의 합에도 곱하는 것이 함정이다. P_1과 P_2는 단순한 상전력 하나가 아니라 결선에 따른 측정값이며, 그 대수합 자체가 3상 전체 유효전력이다.

다시 나오면 이렇게 판단

3상 3선식에서 단상 전력계 2개로 전력을 측정하는 결선이면 2전력계법으로 판단하고, 각 지시값의 부호를 유지한 채 $P = P_1 + P_2$를 적용한다.

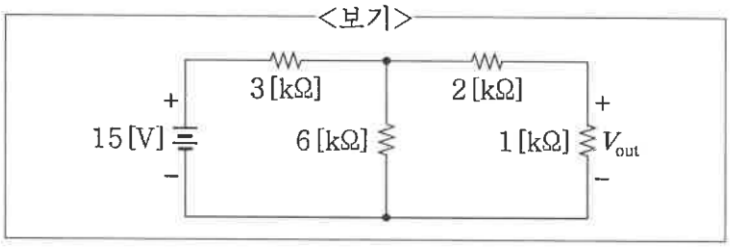
암기 포인트

2전력계법의 3상 유효전력은 두 지시값의 대수합, 즉 $P = P_1 + P_2$이다.

NoteBase

3. <보기>의 회로에서 V_{out} 의 값[V]은?

<보기>



① 1 ② 2
③ 5 ④ 9

정답 2번

출제 포인트

직렬·병렬 합성저항과 전압 분배를 이용해 출력단의 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

전원 전압은 15V이다. 중앙 노드에서 아래쪽으로 이어진 두 경로는 6kΩ와 2kΩ + 1kΩ이다. 구해야 할 값은 오른쪽 1kΩ 저항 양단의 전압 V_{out}이다.

사용할 공식

직렬 합성은 $R_s = R_1 + R_2$, 병렬 합성은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, 옴의 법칙은 $V = IR$이다. 오른쪽의 2kΩ와 1kΩ는 직렬이고, 그 직렬 경로가 6kΩ와 병렬이므로 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 오른쪽 직렬 경로의 저항은 $2 + 1 = 3\text{k}\Omega$이다.
2. 중앙 노드 아래의 합성저항은 $6 \parallel 3 = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\text{k}\Omega$이다.
3. 전원에서 본 전체 저항은 $3 + 2 = 5\text{k}\Omega$이므로 전체 전류는 $I = \frac{15\text{V}}{5\text{k}\Omega} = 3\text{mA}$이다.
4. 병렬 회로 양단의 전압은 $3\text{mA} \times 2\text{k}\Omega = 6\text{V}$이다.
5. 이 6V가 오른쪽의 2kΩ와 1kΩ에 분배되므로 $V_{out} = 6\text{V} \times \frac{1}{2+1} = 2\text{V}$이다.

선지 판단

① X — 1V는 계산 결과 2V와 일치하지 않는다. 틀린 값 1V는 2V로 고쳐야 한다.
② O — 출력 저항 1kΩ에 걸리는 전압은 $6\text{V} \times \frac{1}{3} = 2\text{V}$이다.
③ X — 5V는 전체 저항의 수치 5kΩ를 전압으로 잘못 본 값이다. 올바른 출력 전압은 2V이다.
④ X — 9V는 전원에서 왼쪽 3kΩ에 걸리는 전압강하이며 출력 전압이 아니다. 올바른 출력 전압은 2V이다.
계산 결과 $V_{out} = 2\text{V}$이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

오른쪽의 2kΩ와 1kΩ를 병렬로 보거나, 병렬부 전체 전압 6V를 곧바로 출력 전압으로 보는 것이 함정이다. 두 저항은 직렬이므로 6V를 저항비 2 : 1로 다시 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

회로의 같은 두 노드에 연결된 경로를 먼저 찾아 병렬 합성하고, 전체 전류와 병렬부 전압을 구한 뒤, 출력 저항이 속한 직렬 경로에서 전압을 다시 분배한다.

암기 포인트

병렬부 전압을 구한 뒤 출력 저항의 몫을 한 번 더 계산한다. 이 회로에서는 $6\text{V} \times \frac{1}{3} = 2\text{V}$이다.

NoteBase

4. 진공 중에서 전계의 세기가 1,200[V/m]인 전장에 5[μC]의 전하가 있을 때, 이 전하에 작용하는 힘의 크기[N]는?

① 2×10^{-3} ② 4×10^{-3}

③ 6×10^{-3} ④ 8×10^{-3}

정답 3번

출제 포인트

전기장 속 전하에 작용하는 힘의 크기 $F = |q|E$를 이용해 힘을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전기장의 세기 $E = 1{,}200V/m$, 전하량 $q = 5\mu C$이다.
구해야 할 값: 전하에 작용하는 힘의 크기 F이다.
단위 변환: $5\mu C = 5 \times 10^{-6}C$이다.

사용할 공식

전기장 속 전하에 작용하는 힘의 크기는
$F = |q|E$
이다. 전기장의 세기는 단위 양전하가 받는 힘을 뜻하므로, 전하량의 크기와 전기장의 세기를 곱한다.

계산 과정

전하량을 쿨롬 단위로 바꾸어 대입하면
$F = (5 \times 10^{-6}C)(1{,}200V/m)$
$= 6 \times 10^{-3}N$
이다. 따라서 힘의 크기는 $6 \times 10^{-3}N$이다.

선지 판단

① X — $2 \times 10^{-3}N$은 계산 결과와 다르다. 틀린 값이며, 올바르게는 $6 \times 10^{-3}N$이다.
② X — $4 \times 10^{-3}N$은 계산 결과와 다르다. 틀린 값이며, 올바르게는 $6 \times 10^{-3}N$이다.
③ O — $5 \times 10^{-6} \times 1{,}200 = 6 \times 10^{-3}$이므로 $6 \times 10^{-3}N$이 맞다.
④ X — $8 \times 10^{-3}N$은 계산 결과와 다르다. 틀린 값이며, 올바르게는 $6 \times 10^{-3}N$이다.

오답 포인트

전하량 $5\mu C$를 그대로 5로 대입하거나, 마이크로를 뜻하는 10^{-6}을 잘못 변환하면 오답이 된다. 힘의 크기를 묻고 있으므로 전하의 부호가 아니라 $|q|$를 사용한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전하량을 먼저 쿨롬으로 변환한 뒤 $F = |q|E$에 대입하고, 결과의 단위가 N인지 확인한다.

암기 포인트

전기장 속 전하가 받는 힘의 크기는 $F = |q|E$이고, $1\mu C = 10^{-6}C$이다.

5. 전기회로에 사용하는 소자에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 저항소자(R)는 전압과 전류를 저장하는 소자이다.
② 커패시터(C)는 공기 자기 투자율의 변화를 전기 에너지로 저장한다.
③ 인덕터(L)는 전압에 비례하여 에너지를 저장한다.
④ 커패시터(C)는 직류는 차단하고 교류는 통과시키는 특성이 있다.

정답 4번

출제 포인트

저항, 커패시터, 인덕터가 에너지를 저장하거나 소비하는 방식과 직류·교류에 대한 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

저항 R: 전기에너지를 주로 열로 소비하는 소자이다.
커패시터 C: 전하를 분리하여 전기장에 에너지를 저장하는 소자이며, 저장 에너지는 $W_C = \frac{1}{2}CV^2$이다.
인덕터 L: 전류가 만드는 자기장에 에너지를 저장하는 소자이며, 저장 에너지는 $W_L = \frac{1}{2}LI^2$이다.
이상적인 정상상태에서 커패시터는 직류를 차단하고 교류를 통과시키며, 인덕터는 직류를 통과시키고 주파수가 높을수록 교류를 더 방해한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
저항이 '전압과 전류를 저장한다'는 표현이 틀렸다. 저항은 전압이나 전류를 저장하는 소자가 아니라 전기에너지를 주로 열로 소비하는 소자이다.

② X
커패시터가 '공기 자기 투자율의 변화를 전기 에너지로 저장한다'는 표현이 틀렸다. 커패시터는 두 도체 사이에 전하를 분리하여 형성된 전기장에 에너지를 저장한다. 투자율은 자기장과 관련된 물성이다.

③ X
인덕터가 '전압에 비례하여 에너지를 저장한다'는 표현이 틀렸다. 인덕터는 전류가 만드는 자기장에 에너지를 저장하며, 저장 에너지는 전류의 제곱에 비례하여 $W_L = \frac{1}{2}LI^2$가 된다.

④ O
커패시터의 용량성 리액턴스는 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$이므로 직류에서는 주파수 $f = 0$일 때 매우 커져 전류를 차단하고, 교류에서는 주파수가 높아질수록 작아져 전류가 더 잘 흐른다. 따라서 가장 옳은 설명이다.

오답 포인트

②는 커패시터의 전기장과 인덕터의 자기장 관련 개념을 섞었고, ③은 인덕터의 저장 에너지를 전압과 연결한 함정이다. 저장 에너지의 기준을 커패시터는 전압, 인덕터는 전류로 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

소자별 핵심 작용을 먼저 대응한다. 저항은 에너지 소비, 커패시터는 전기장 저장과 직류 차단, 인덕터는 자기장 저장과 직류 통과로 판단한다. 에너지 식에서는 커패시터가 V^2, 인덕터가 I^2에 대응한다.

암기 포인트

저항은 소비, 커패시터는 전기장·직류 차단, 인덕터는 자기장·직류 통과이다.

NoteBase

6. 비사인파 교류 전압 $v(t)=30+200\sqrt{2}\sin\omega t[\mathrm{V}]$에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① 왜형률은 0이다.
② 직류 성분은 200[V]이다.
③ 기본파 성분의 실횻값은 30[V]이다.
④ 기본파 성분의 최댓값은 $\sqrt{2}$[V]이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 교류 전압의 식에서 직류 성분과 기본파 성분을 구분하고, 정현파의 최댓값과 실횻값 및 왜형률을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v(t) = 30 + 200\sqrt{2}\sin\omega t[V]$이다.
직류 성분은 시간에 따라 변하지 않는 $30V$이다.
기본파 성분은 $200\sqrt{2}\sin\omega t[V]$이며, 최댓값은 $200\sqrt{2}V$, 실횻값은 $200V$이다.
직류 성분은 고조파가 아니며, 이 파형에는 기본파 이외의 고조파가 없다.

사용할 공식

정현파 $V_m\sin\omega t$의 실횻값은 $V_{\mathrm{rms}} = V_m/\sqrt{2}$이다.
왜형률은 기본파 실횻값에 대한 전체 고조파 실횻값의 비로 $D = \sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \cdots}/V_1$이다. 이 식에서는 기본파 이외의 고조파 항이 없으므로 왜형률이 0이다.

계산 과정

1. 상수항에서 직류 성분 $V_{DC} = 30V$를 얻는다.
2. 기본파의 최댓값은 사인 함수의 계수인 $V_m = 200\sqrt{2}V$이다.
3. 기본파의 실횻값은 $V_1 = V_m/\sqrt{2} = 200V$이다.
4. $V_2, V_3, \ldots$가 모두 0이므로 $D = 0$이다.

선지 판단

① O — 기본파 이외의 고조파가 없으므로 왜형률은 0이다.
② X — '직류 성분은 $200V$'가 틀렸다. 올바르게는 상수항인 $30V$가 직류 성분이다.
③ X — '기본파 성분의 실횻값은 $30V$'가 틀렸다. 올바르게는 $200\sqrt{2}/\sqrt{2} = 200V$이다.
④ X — '기본파 성분의 최댓값은 $\sqrt{2}V$'가 틀렸다. 올바르게는 사인 항의 계수인 $200\sqrt{2}V$이다.

NoteBase

오답 포인트

상수항 30V와 기본파의 실횻값 200V를 뒤바꾸거나, 사인 항의 계수에서 200을 빠뜨리는 것이 함정이다. 직류 성분이 포함되었다는 사실만으로 고조파 왜형이 생긴다고 판단해서도 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압식을 상수항, 기본파, 고조파 순서로 분리한 뒤 사인 항의 계수에서 최댓값을 읽고 $\sqrt{2}$로 나누어 실횻값을 구한다. 기본파 이외의 고조파 항이 없으면 왜형률은 0이다.

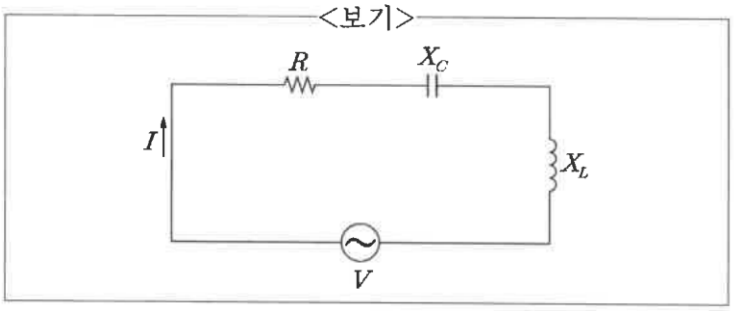
암기 포인트

상수항은 직류, 사인 항의 계수는 최댓값, 정현파의 실횻값은 최댓값을 $\sqrt{2}$로 나눈 값이다. 고조파가 없으면 왜형률은 0이다.

NoteBase

7. <보기>의 회로에서 $R=6[\Omega]$, $X_L=15[\Omega]$, $X_C=23[\Omega]$, $V=200[\mathrm{V}]$일 때, 회로에 흐르는 전류의 크기[A]는?

<보기>



① 5 ② 10

③ 20 ④ 25

정답 3번

출제 포인트

직렬 RLC 회로에서 유도 리액턴스와 용량 리액턴스의 차이를 반영해 임피던스를 구한 뒤, 옴의 법칙으로 전류의 크기를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R=6\Omega$, $X_L=15\Omega$, $X_C=23\Omega$, $V=200V$이다.

구해야 할 값: 회로에 흐르는 전류의 크기 I이다.

주의할 조건: 직렬 RLC 회로이므로 전체 리액턴스는 X_L-X_C이며, 이 문제에서는 용량성 리액턴스가 더 크다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 임피던스 크기는

$|Z|=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$

이고, 전류의 크기는

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

이다. 저항 성분과 순리액턴스 성분은 위상이 서로 직교하므로 단순히 더하지 않고 제곱합의 제곱근으로 임피던스의 크기를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 순리액턴스를 구하면 $X_L - X_C = 15 - 23 = -8\Omega$이다.
2. 임피던스의 크기는
$|Z| = \sqrt{6^2 + (-8)^2} = \sqrt{36 + 64} = 10\Omega$
이다.
3. 따라서 전류의 크기는
$I = \frac{200V}{10\Omega} = 20A$
이다.

선지 판단

① X — 5A는 계산된 전류 20A와 다르다. 틀린 값 5A를 올바르게 고치면 20A이다.

② X — 10A는 계산된 전류 20A와 다르다. 10은 이 회로의 임피던스 크기 10Ω에 해당하며 전류값이 아니다. 틀린 값 10A를 올바르게 고치면 20A이다.

③ O — 임피던스의 크기가 10Ω이므로 $I = 200/10 = 20A$가 되어 계산 결과와 일치한다.

④ X — 25A는 계산된 전류 20A와 다르다. 틀린 값 25A를 올바르게 고치면 20A이다.

오답 포인트

X_L과 X_C를 저항처럼 단순 합산하거나, 순리액턴스 -8Ω의 부호 때문에 전류의 크기를 음수로 처리하면 안 된다. 또한 임피던스 10Ω를 전류 10A로 착각하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 회로에서는 먼저 $X_L - X_C$를 구하고, 다음으로 $|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$를 계산한 뒤, 마지막으로 $I = V/|Z|$를 적용한다. 계산 후에는 임피던스의 단위가 Ω, 전류의 단위가 A인지 검산한다.

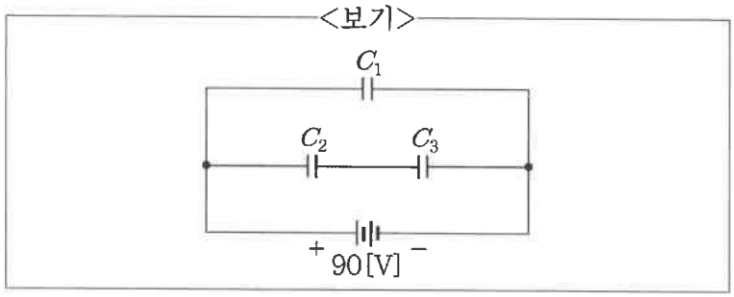
암기 포인트

직렬 RLC 회로는 '리액턴스는 빼고, 저항과는 제곱합, 전류는 전압을 임피던스로 나눈다'로 정리된다.

NoteBase

8. <보기>의 직·병렬 콘덴서 회로에서 직류 전압 90[V]을 인가하였다. 합성 정전용량 $C[\mu F]$와 C_2에 걸리는 전압[V]의 값을 옳게 짝지은 것은? (단, $C_1 = 10[\mu F]$, $C_2 = 3[\mu F]$, $C_3 = 6[\mu F]$이다.)

<보기>



	$C[\mu F]$	$V[V]$		$C[\mu F]$	$V[V]$
①	12	30	②	$\frac{90}{19}$	60
③	12	60	④	$\frac{90}{19}$	30

정답 3번

출제 포인트

직렬·병렬 혼합 콘덴서 회로에서 합성 정전용량과 직렬 가지의 전압 분배를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = 10\mu F$, $C_2 = 3\mu F$, $C_3 = 6\mu F$, 전원 전압 90V이다.
회로 구조: C_1은 전원에 직접 연결되고, C_2와 C_3는 서로 직렬로 연결된다. 따라서 C_1과 C_2-C_3 직렬 가지는 병렬이다.
구해야 할 값: 전체 합성 정전용량 C와 C_2에 걸리는 전압 V_2이다.

사용할 공식

직렬 연결된 두 콘덴서의 합성 정전용량은
$C_{23} = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}$
이고, 병렬 연결된 정전용량은 서로 더한다.
직렬 콘덴서에는 같은 전하량 Q가 저장되므로
$Q = C_{23} V, \qquad V_2 = \frac{Q}{C_2}$
를 사용한다. C_2와 C_3가 직렬이고 그 가지 전체가 전원 양단에 연결되어 90V가 걸리기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. C_2와 C_3의 직렬 합성값은
$C_{23} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\mu\text{F}$
이다.
2. 이 직렬 가지와 C_1은 병렬이므로 전체 합성 정전용량은
$C = C_1 + C_{23} = 10 + 2 = 12\mu\text{F}$
이다.
3. 직렬 가지에 저장되는 전하량은
$Q = C_{23}V = (2\mu\text{F})(90\text{V}) = 180\mu\text{C}$
이다.
4. 따라서 C_2에 걸리는 전압은
$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{180\mu\text{C}}{3\mu\text{F}} = 60\text{V}$
이다. 그러므로 짝은 $12\mu\text{F}$, 60V이다.

선지 판단

① X — 합성 정전용량 $12\mu\text{F}$는 맞지만, C_2의 전압을 30V로 제시한 부분이 틀리다. 틀린 표현 $V = 30\text{V}$ → 올바르게는 $V = 60\text{V}$이다.
② X — C_2의 전압 60V는 맞지만, 합성 정전용량을 $90/19\mu\text{F}$로 제시한 부분이 틀리다. 틀린 표현 $C = 90/19\mu\text{F}$ → 올바르게는 $C = 12\mu\text{F}$이다.
③ O — 직렬 부분의 합성값이 $2\mu\text{F}$이므로 전체 합성 정전용량은 $12\mu\text{F}$이고, 같은 전하량을 이용하면 C_2의 전압은 60V이다. 두 값이 모두 일치한다.
④ X — 합성 정전용량과 C_2의 전압이 모두 틀리다. 틀린 표현 $C = 90/19\mu\text{F}$, $V = 30\text{V}$ → 올바르게는 $C = 12\mu\text{F}$, $V = 60\text{V}$이다.

오답 포인트

①과 ④의 30V는 직렬 콘덴서의 전압이 정전용량에 비례한다고 잘못 판단하면 고르기 쉽다. 직렬에서는 전하량이 같으므로 전압은 정전용량에 반비례한다. 따라서 정전용량이 더 작은 $C_2 = 3\mu\text{F}$에 더 큰 전압 60V가 걸린다. 또한 세 콘덴서를 모두 직렬로 보지 않고, C_1과 C_2-C_3 직렬 가지가 병렬임을 먼저 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 두 노드에 연결된 가지를 찾아 병렬·직렬 구조를 확정한다. 직렬 부분의 합성 정전용량을 먼저 구한 뒤 병렬값을 더한다. 직렬 콘덴서의 개별 전압은 '전하량은 같고 전압은 정전용량에 반비례한다'는 원리로 계산한다. 마지막으로 직렬 전압의 합이 전원 전압과 같은지 검산한다. 이 문제에서는 60 + 30 = 90V가 되어 검산된다.

NoteBase

암기 포인트

콘덴서는 병렬이면 정전용량을 더하고, 직렬이면 역수로 합성한다. 직렬에서는 전하량이 같고, 전압은 정전용량에 반비례한다.

NoteBase

9. 평형 3상회로에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 성형 결선(Y결선)에서 선전류의 크기는 상전류의 크기와 같다.
ㄴ. 성형 결선(Y결선)에서 선간전압의 크기는 상전압의 크기와 같다.
ㄷ. 부하에 공급되는 유효전력(P) = $\sqrt{3}$ × 선간전압 × 선전류 × 역률이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

성형 결선(Y결선)의 선전류·상전류 관계와 선간전압·상전압 관계, 평형 3상 유효전력 공식을 구분하는 문제이다.

조건 정리

성형 결선에서는 선전류가 곧 각 상에 흐르는 전류이므로 $I_L = I_P$이다. 선간전압은 두 상전압의 벡터 차이이므로 $V_L = \sqrt{3}V_P$, 즉 $V_P = V_L/\sqrt{3}$이다.

사용할 공식

평형 3상 부하의 유효전력은 결선 방식과 관계없이 선간전압과 선전류를 사용하여 다음과 같이 나타낸다.

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

여기서 V_L은 선간전압, I_L은 선전류, $\cos\phi$는 역률이다.

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리므로 'ㄱ, ㄴ'은 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. ㄴ은 '성형 결선에서 상전압은 선간전압의 $1/\sqrt{3}$배이다'로 고쳐야 한다.

② O — ㄱ의 $I_L = I_P$와 ㄷ의 $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\phi$가 모두 성립하므로 'ㄱ, ㄷ'이 옳은 조합이다.

③ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ은 틀리므로 'ㄴ, ㄷ'은 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. ㄴ의 올바른 관계는 $V_P = V_L/\sqrt{3}$이다.

④ X — ㄴ이 틀리므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ' 전체가 옳은 조합은 아니다. 올바르게는 ㄱ과 ㄷ만 옳다.

NoteBase

오답 포인트

Y결선에서 전류 관계 $I_L = I_P$를 전압 관계에도 그대로 적용하는 것이 함정이다. 전류는 같지만 전압에는 $\sqrt{3}$의 비가 생기며, 상전압이 선간전압보다 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

Y결선에서는 먼저 $I_L = I_P$, $V_L = \sqrt{3}V_P$를 확인한 뒤, 평형 3상 유효전력은 $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\phi$에 대입해 판단한다.

암기 포인트

Y결선은 '선전류=상전류, 선간전압=$\sqrt{3}$×상전압'이며, 3상 유효전력은 '$\sqrt{3}$×선간전압×선전류×역률'이다.

NoteBase

10. 공기 중에서 자속밀도가 $2[\mathrm{Wb/m^2}]$인 평등 자기장 내에서 길이 10[m] 도선에 2[A]의 전류가 흐르고 있다. 이 도선을 자계에 대해 90°의 각도로 놓을 때 도선이 받는 힘의 크기를 F_1[N]이라 하고, 45°의 각도로 놓았을 때 받는 힘의 크기를 F_2[N]라 할 때, F_1과 F_2의 관계로 가장 옳은 것은?

① $F_1 = \frac{1}{2}F_2$ ② $F_1 = F_2$

③ $F_1 = 2F_2$ ④ $F_1 = \sqrt{2}\,F_2$

정답 4번

출제 포인트

균일한 자기장 속에서 전류가 흐르는 직선 도선이 받는 힘의 크기와 자기장·도선 사이 각도의 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자기장의 자속밀도는 $B = 2Wb/m^2$, 도선의 길이는 $l = 10m$, 전류는 $I = 2A$이다.
구해야 할 값: 각도가 90 °일 때의 힘 F_1과 45 °일 때의 힘 F_2의 관계이다.
주의할 조건: 자기력은 각도 자체에 비례하지 않고 각도의 사인값 $\sin\theta$에 비례한다.

사용할 공식

전류가 흐르는 직선 도선이 균일한 자기장에서 받는 힘의 크기는
$F = BIl\sin\theta$
이다. 여기서 θ는 자기장과 도선이 이루는 각도이다. 두 경우에 B, I, l이 같고 각도만 다르므로 이 공식을 사용해 힘의 비를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 각도가 90 °일 때

$F_1 = 2 \times 2 \times 10 \times \sin 90^\circ = 40N$

이다.

2. 각도가 45 °일 때

$F_2 = 2 \times 2 \times 10 \times \sin 45^\circ = 40 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 20\sqrt{2}N$

이다.

3. 두 힘의 비는

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{40}{20\sqrt{2}} = \sqrt{2}$

이므로 $F_1 = \sqrt{2}F_2$이다.

선지 판단

① X — $F_1 = \frac{1}{2}F_2$는 힘이 각도의 수치에 반비례한다고 잘못 판단한 관계이다. 올바르게는 $F_1 = \sqrt{2}F_2$이다.

② X — $F_1 = F_2$는 두 각도에서 사인값이 같다고 본 관계이다. $\sin 90^\circ = 1$, $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$이므로 올바르게는 $F_1 = \sqrt{2}F_2$이다.

③ X — $F_1 = 2F_2$는 각도 90 °가 45 °의 두 배라는 이유로 힘도 두 배라고 본 관계이다. 힘은 각도가 아니라 $\sin\theta$에 비례하므로 올바르게는 $F_1 = \sqrt{2}F_2$이다.

④ O — 계산 결과 $F_1 = 40N$, $F_2 = 20\sqrt{2}N$이므로 $F_1 = \sqrt{2}F_2$가 성립한다.

오답 포인트

③처럼 각도 90 °와 45 °의 비를 그대로 힘의 비로 사용하면 안 된다. 자기력의 각도 의존성은 θ가 아니라 $\sin\theta$로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기장 속 전류 도선의 힘을 비교할 때는 먼저 $F = BIl\sin\theta$를 세우고, 공통인 BIl을 소거한 뒤 각 경우의 $\sin\theta$ 값으로 힘의 비를 계산한다.

암기 포인트

전류 도선의 자기력은 $F = BIl\sin\theta$이며, 90 °에서 최대이고 45 °에서는 최대값의 $\frac{\sqrt{2}}{2}$배이다.

NoteBase

11. 기전력 9[V], 내부저항 0.5[Ω]의 전지 10개를 직렬로 접속하였다. 두 극 사이에 외부저항을 접속하였더니 3[A]의 전류가 흘렀다. 이때 외부저항의 값[Ω]은?

① 15 ② 25
③ 30 ④ 35

정답 2번

출제 포인트

직렬로 연결한 전지의 전체 기전력과 전체 내부저항을 구한 뒤, 옴의 법칙으로 외부저항을 계산하는 문제이다.

조건 정리

전지 1개의 기전력: $9V$
전지 1개의 내부저항: 0.5Ω
직렬 연결한 전지 수: 10개
회로에 흐르는 전류: $3A$
구해야 할 값: 외부저항 R
주의할 조건: 직렬 연결에서는 기전력과 내부저항이 각각 모두 더해진다.

사용할 공식

전체 기전력과 전체 내부저항은 각각

$E_{\text{total}} = nE, \qquad r_{\text{total}} = nr$

이다. 내부저항과 외부저항이 직렬인 전체 회로에는

$I = \frac{E_{\text{total}}}{R + r_{\text{total}}}$

가 성립하므로, 외부저항은

$R = \frac{E_{\text{total}}}{I} - r_{\text{total}}$

로 구한다. 전류가 외부저항뿐 아니라 전지의 내부저항에도 함께 흐르기 때문에 전체 저항에서 내부저항을 빼야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 기전력을 구한다.

$E_{\text{total}} = 10 \times 9 = 90V$

2. 전체 내부저항을 구한다.

$r_{\text{total}} = 10 \times 0.5 = 5\Omega$

3. 전류와 전체 기전력으로 회로의 전체 저항을 구한다.

$R + r_{\text{total}} = \frac{90}{3} = 30\Omega$

4. 전체 저항에서 전체 내부저항을 뺀다.

$R = 30 - 5 = 25\Omega$

선지 판단

① X — 15Ω는 계산 결과와 일치하지 않는다. $3A \times 5\Omega = 15V$는 내부저항에서의 전압 강하이며 외부저항이 아니다. 올바른 외부저항은 25Ω이다.

② O — 전체 저항 30Ω에서 전체 내부저항 5Ω을 빼면 외부저항은 25Ω이다.

③ X — 30Ω은 $90V \div 3A$로 구한 회로의 전체 저항이며 외부저항만의 값이 아니다. 올바르게는 내부저항 5Ω을 빼서 외부저항을 25Ω으로 고쳐야 한다.

④ X — 35Ω는 전체 저항 30Ω에 내부저항 5Ω을 잘못 더한 값이다. 올바르게는 내부저항을 빼므로 외부저항은 25Ω이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $E_{\text{total}}/I = 30\Omega$을 곧바로 외부저항으로 보는 것이다. 이 값은 외부저항과 전체 내부저항을 합한 전체 저항이므로 반드시 5Ω을 빼야 한다. 또한 $Ir = 15V$는 전압 강하이므로 저항값과 혼동할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

전지를 직렬로 연결한 문제에서는 먼저 전체 기전력과 전체 내부저항을 각각 전지 수만큼 합산한다. 그다음 E_{total}/I로 전체 저항을 구하고, 전체 내부저항을 빼서 외부저항을 구한다. 마지막으로 $V/A = \Omega$의 단위 관계를 검산한다.

암기 포인트

직렬 전지는 기전력도 합, 내부저항도 합이며, 외부저항은 $R = E_{\text{total}}/I - r_{\text{total}}$이다.

NoteBase

12. <보기>는 RLC 직렬회로의 직렬 공진에 대한 설명이다. ㈎~㈐에 들어갈 말을 옳게 짝지은 것은?

<보기>

RLC 직렬회로에서 직렬 공진 시 회로의 임피던스는 ㈎ 이며, 전류는 ㈏ 로 흐르고, ㈐ 만의 회로인 것처럼 동작한다.

	㈎	㈏	㈐
①	최소	최대	저항
②	최소	최대	리액턴스
③	최대	최소	저항
④	최대	최소	리액턴스

정답 1번

출제 포인트

RLC 직렬회로의 직렬 공진에서 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스가 상쇄될 때 임피던스와 전류가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

직렬 공진 조건은 $X_L = X_C$, 즉 $\omega_0 L = 1/(\omega_0 C)$이다. 이때 회로의 합성 리액턴스는 0이 되고 전압과 전류의 위상차도 0이 된다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 임피던스는 $Z = R + j(\omega L - 1/(\omega C))$이고, 그 크기는 $|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/(\omega C))^2}$이다. 전류의 크기는 $|I| = |V|/|Z|$이다. 공진 시 리액턴스 항이 0이 되므로 $|Z| = R$로 최소가 되고, 일정한 전압에서 전류는 최대가 된다.

계산 과정

1. 공진 조건 $\omega_0 L = 1/(\omega_0 C)$를 적용하면 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스가 상쇄된다.
2. 따라서 $Z = R$이 되어 임피던스의 크기는 최소가 된다.
3. $|I| = |V|/|Z|$이므로 전류의 크기는 최대가 된다.
4. 합성 리액턴스가 0이므로 회로는 저항만 있는 회로처럼 동작한다.

NoteBase

선지 판단

① O — 임피던스는 최소, 전류는 최대가 되며 회로는 저항만 있는 것처럼 동작하므로 세 빈칸이 모두 옳다.
② X — '리액턴스'가 틀린 표현이다. 공진 시 합성 리액턴스는 0이므로 올바르게는 '저항'만의 회로처럼 동작한다.
③ X — '임피던스 최대, 전류 최소'가 틀린 표현이다. 올바르게는 임피던스가 최소이고 전류가 최대이며, 저항만의 회로처럼 동작한다.
④ X — '임피던스 최대, 전류 최소, 리액턴스'가 모두 틀린 표현이다. 올바르게는 임피던스가 최소이고 전류가 최대이며, 저항만의 회로처럼 동작한다.

오답 포인트

병렬 공진의 성질과 직렬 공진의 성질을 뒤바꾸는 것이 핵심 함정이다. 직렬 공진에서는 리액턴스가 상쇄되어 임피던스가 최소이고 전류가 최대가 된다. 또한 '리액턴스만의 회로'가 아니라 합성 리액턴스가 0인 '저항만의 회로'처럼 동작한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 공진에서는 먼저 $X_L = X_C$로 리액턴스가 상쇄됨을 확인한 뒤, $Z = R$에서 임피던스 최소, $|I| = |V|/|Z|$에서 전류 최대를 차례로 판단한다.

암기 포인트

직렬 공진은 '리액턴스 0 → 임피던스 최소 → 전류 최대 → 순저항 회로'이다.

NoteBase

13. 진공 중에서 8[Wb]의 점자극으로부터 0.2[m] 떨어진 점에서 자기장의 세기[AT/m]는?

(단, 비례상수 $k=\frac{1}{4\pi\mu_0}=6.33\times10^4$으로 하며, 척력이 작용한다.)

① 25.32×10^4 ② 12.66×10^5

③ 25.32×10^5 ④ 12.66×10^6

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 점자극에서 거리 r만큼 떨어진 점의 자기장 세기 H를 거리의 역제곱 법칙으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 점자극의 세기: $m = 8\text{Wb}$

점자극으로부터의 거리: $r = 0.2\text{m}$

비례상수: $k = \frac{1}{4\pi\mu_0} = 6.33 \times 10^4$

구해야 할 값: 자기장 세기 H[AT/m]

척력이 작용한다는 조건은 자기장의 방향이 점자극에서 바깥쪽임을 뜻하며, 이 문항에서는 세기의 크기만 계산한다.

사용할 공식

점자극에 의한 자기장 세기는

$H = \frac{m}{4\pi\mu_0 r^2} = k\frac{m}{r^2}$

이다. 점자극의 자기장 세기는 점자극의 세기 m에 비례하고 거리 r의 제곱에 반비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입하면

$H = 6.33 \times 10^4 \times \frac{8}{(0.2)^2}$

이다. $(0.2)^2 = 0.04$이고 $8/0.04 = 200$이므로

$H = 6.33 \times 10^4 \times 200 = 1.266 \times 10^7 = 12.66 \times 10^6\text{AT/m}$

가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 25.32×10^4AT/m는 계산 결과 12.66×10^6AT/m와 일치하지 않는다. 틀린 수치 25.32×10^4는 올바르게는 12.66×10^6이다.
② X — 12.66×10^5AT/m는 정답보다 지수가 하나 작아 크기가 10분의 1이다. 틀린 지수 10^5는 올바르게는 10^6이다.
③ X — 25.32×10^5AT/m는 km/r로 계산할 때 나오는 값으로, 분모의 거리를 제곱하지 않은 결과이다. 틀린 수치 25.32×10^5는 r^2을 적용하여 12.66×10^6으로 고쳐야 한다.
④ O — 12.66×10^6AT/m는 $H = km/r^2$에 주어진 값을 정확히 대입한 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

핵심 함정은 거리 0.2m를 그대로 분모에 넣는 것이다. 점자극의 자기장 세기는 거리에 반비례하는 것이 아니라 거리의 제곱에 반비례하므로 분모는 반드시 $(0.2)^2 = 0.04$가 된다. 또한 최종값 1.266×10^7을 선지 표기인 12.66×10^6으로 바꾸는 지수 처리도 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

점자극 문제에서는 먼저 $H = km/r^2$을 세우고, 거리를 제곱한 뒤 수치를 대입하며, 마지막으로 선지와 같은 지수 형태로 변환하여 판단한다.

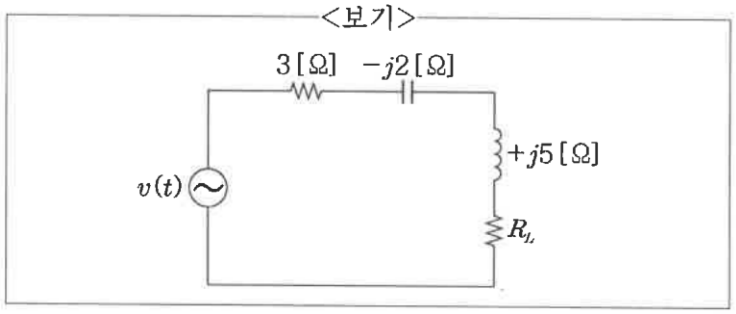
암기 포인트

점자극의 자기장 세기는 $H = km/r^2$이며, 거리가 절반이 되면 세기는 4배가 된다.

NoteBase

14. <보기>의 RLC 회로에서 $R_L = 1[\Omega]$의 값을 가진다. 저항 R_L이 소비하는 유효전력이 16[W]가 되기 위한 전압 $v(t)$의 실횻값[V]은?

<보기>



① 5 ② 9
③ 12 ④ 20

정답 4번

출제 포인트

직렬 RLC 회로에서 부하저항의 유효전력으로 전류의 실효값을 구한 뒤, 전체 임피던스의 크기를 이용해 전원전압의 실효값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_L = 1\Omega$, $P_{R_L} = 16W$, 직렬 저항 3Ω, 용량성 리액턴스 $-j2\Omega$, 유도성 리액턴스 $+j5\Omega$이다.
구해야 할 값: 전원전압 $v(t)$의 실효값 V이다.
주의할 조건: 직렬회로이므로 모든 소자에 같은 실효값 전류가 흐르며, 리액턴스는 부호를 반영해 합한 뒤 임피던스의 크기를 구한다.

사용할 공식

저항의 유효전력은 $P = I^2R$이고, 전원전압의 실효값은 $V = I|Z|$이다. 전체 임피던스는 $Z = (3 + R_L) + j(5 - 2)$로 구한다.
R_L에서 소비되는 전력이 주어졌으므로 먼저 $P_{R_L} = I^2R_L$로 회로 전류를 구하고, 직렬 RLC 회로의 전원전압은 전체 임피던스에 흐르는 전류로 결정되므로 $V = I|Z|$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. R_L의 유효전력에서 전류의 실효값을 구한다.

$I = \sqrt{\frac{P_{R_L}}{R_L}} = \sqrt{\frac{16}{1}} = 4A$

2. 전체 직렬 임피던스를 구한다.

$Z = (3+1) + j(5-2) = 4 + j3\Omega$

3. 임피던스의 크기는 다음과 같다.

$|Z| = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5\Omega$

4. 전원전압의 실효값을 구한다.

$V = I|Z| = 4 \times 5 = 20V$

선지 판단

① X — $5V$는 전원전압의 실효값이 아니다. 계산에서 나온 5는 전체 임피던스의 크기 5Ω이며, 올바른 전원전압은 $20V$이다.

② X — $9V$는 $V = I|Z|$로 계산한 값과 일치하지 않는다. 저항과 리액턴스를 단순히 더해 전압으로 취급할 수 없으며, 올바른 값은 $20V$이다.

③ X — $12V$는 전류 $4A$에 합성 리액턴스의 크기 3Ω만 곱한 $I|X|$에 해당하여 저항 성분의 전압을 누락한 값이다. 올바른 전원전압은 전체 임피던스의 크기를 적용한 $20V$이다.

④ O — R_L의 전력으로부터 $I = 4A$, 전체 임피던스의 크기로부터 $|Z| = 5\Omega$이므로 전원전압의 실효값은 $20V$이다.

오답 포인트

임피던스의 크기 5Ω를 그대로 전압 $5V$로 고르거나, 합성 리액턴스 3Ω만 사용해 $12V$로 계산하기 쉽다. 전원전압은 저항 성분과 리액턴스 성분을 모두 포함한 전체 임피던스의 크기에 전류를 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 특정 저항의 유효전력 $P = I^2R$로 직렬 전류를 구한다. 다음으로 저항은 실수부끼리, 리액턴스는 부호를 반영해 허수부끼리 합산하고, $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$를 구한 뒤 $V = I|Z|$를 적용한다.

암기 포인트

직렬 RLC 회로는 $P_R = I^2R, Z = R + jX, |Z| = \sqrt{R^2 + X^2}, V = I|Z|$의 순서로 계산한다.

NoteBase

15. 교류전압원과 저항(R) 및 커패시터(C)가 직렬로 연결된 회로에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 주파수가 증가하면 전류는 증가한다.
ㄴ. 주파수가 증가하면 저항(R)에 걸리는 전압이 감소한다.
ㄷ. 주파수가 증가하면 커패시터(C)에 걸리는 전압이 감소한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

전원 전압의 크기가 일정한 직렬 RC 회로에서 주파수가 증가할 때 용량성 리액턴스, 전류, 저항 전압 및 커패시터 전압이 어떻게 변하는지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 저항 R과 커패시터 C가 직렬로 연결되어 있다.
변화 조건: 주파수 f가 증가한다.
판단 대상: 회로 전류 I, 저항 전압 V_R, 커패시터 전압 V_C의 증감이다.

사용할 공식

용량성 리액턴스와 직렬 RC 회로의 임피던스는 각각

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}, \qquad |Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

이다. 전류와 각 소자의 전압은

$$I = \frac{V}{|Z|}, \qquad V_R = IR, \qquad V_C = IX_C = V\frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

이다. 주파수가 증가하면 X_C가 감소하므로 이 식들로 각 물리량의 변화를 판단한다.

계산 과정

1. f가 증가하면 $X_C = 1/(2\pi fC)$는 감소한다.
2. X_C가 감소하면 $|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2}$도 감소하므로 $I = V/|Z|$는 증가한다.
3. R은 일정하므로 $V_R = IR$는 증가한다.
4. $V_C = VX_C/\sqrt{R^2 + X_C^2}$는 X_C가 감소할수록 감소한다. 따라서 ㄱ과 ㄷ만 옳다.

NoteBase

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ의 '저항에 걸리는 전압이 감소한다'가 틀렸다. 전류가 증가하므로 저항 전압은 증가한다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
② O — 주파수가 증가하면 임피던스가 감소하여 전류가 증가하고, 커패시터 전압은 감소하므로 ㄱ, ㄷ이 모두 옳다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀렸고, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. ㄴ은 '저항에 걸리는 전압이 증가한다'로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
④ X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀렸으므로 세 진술이 모두 옳지는 않다. ㄴ의 '감소한다'를 '증가한다'로 고치면 맞으며, 원문 기준 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ이다.

오답 포인트

주파수가 증가하면 커패시터의 저항 역할인 X_C가 감소한다. 이때 회로 전류가 증가하므로 $V_R = IR$는 감소가 아니라 증가한다. 반면 V_C는 전류 증가만 보고 판단하면 안 되며, $V_C = VX_C/\sqrt{R^2 + X_C^2}$ 전체를 보면 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RC 주파수 문제는 $f\uparrow \Rightarrow X_C \downarrow \Rightarrow |Z| \downarrow \Rightarrow I \uparrow$의 순서로 판단한다. 이어서 $V_R = IR$와 $V_C = VX_C/\sqrt{R^2 + X_C^2}$를 각각 적용한다.

암기 포인트

직렬 RC에서 주파수 증가 시 전류와 저항 전압은 증가하고, 커패시터 전압은 감소한다.

NoteBase

16. 정전계에서 쿨롱의 법칙에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 진공 중의 비유전율(ε_r)은 1이다.
ㄴ. 두 점전하 Q_1, Q_2 사이에 작용하는 힘은 두 전하량의 곱 $Q_1 \times Q_2$에 비례하고, 거리에 반비례한다.
ㄷ. 두 전하가 서로 다른 극성이면 반발력이 발생한다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

진공의 비유전율과 쿨롱의 법칙에서 힘의 크기·방향을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

비유전율 ε_r은 어떤 물질의 유전율을 진공의 유전율과 비교한 비율이며, 진공에서는 $\varepsilon_r = 1$이다.
두 점전하 사이의 힘의 크기는 $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{|Q_1Q_2|}{r^2}$이므로 두 전하량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다.
같은 부호의 전하끼리는 반발하고, 서로 다른 부호의 전하끼리는 끌어당긴다.

선지별 해설

① O — ㄱ만 옳다. 진공의 비유전율 ε_r은 1이므로 옳은 것만 정확히 고른 선택지이다.
② X — ㄴ의 '거리에 반비례한다'가 틀렸다. 올바르게는 두 점전하 사이의 힘이 거리 r의 제곱에 반비례한다. 따라서 ㄱ, ㄴ이 아니라 ㄱ만 옳다.
③ X — ㄷ의 '서로 다른 극성이면 반발력이 발생한다'가 틀렸다. 올바르게는 서로 다른 부호의 전하 사이에는 인력이 발생한다. 따라서 ㄱ, ㄷ이 아니라 ㄱ만 옳다.
④ X — ㄴ과 ㄷ이 모두 틀렸다. 올바르게는 힘이 거리의 제곱에 반비례하고, 서로 다른 부호의 전하 사이에는 인력이 발생한다.

오답 포인트

ㄴ의 '거리에 반비례'에서 제곱을 빠뜨리거나, ㄷ에서 서로 다른 부호의 전하 사이에 작용하는 힘을 반발력으로 바꾸어 놓은 표현에 속하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

쿨롱의 법칙 문장은 전하량의 곱, 거리의 제곱, 힘의 방향을 차례로 확인한다. 크기는 $|Q_1Q_2|/r^2$에 비례하고, 같은 부호이면 반발력, 다른 부호이면 인력이다.

NoteBase

암기 포인트

진공의 비유전율은 1, 쿨롱 힘은 거리의 제곱에 반비례, 같은 부호는 반발·다른 부호는 인력이다.

NoteBase

17. 극판 사이의 거리가 2[m]이고, 비유전율(ε_r)이 4인 유전체로 채워진 커패시터의 정전용량이 20[F]이다. 극판 사이에 있는 유전체를 제거하고 공기로 채웠을 때, 정전용량의 값[F]은? (단, 공기의 비유전율(ε_r)은 1로 하며, 극판 사이의 거리는 변함이 없다.)

① 5 ② 10
③ 40 ④ 80

정답 1번

출제 포인트

평행판 커패시터에서 극판의 면적과 간격이 일정할 때 정전용량이 유전체의 비유전율에 비례한다는 원리로 공기를 채운 뒤의 정전용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유전체의 비유전율은 $\varepsilon_r = 4$, 유전체를 채웠을 때의 정전용량은 C_유전체=20 F이다.
구해야 할 값: 유전체를 제거하고 비유전율이 1인 공기로 채웠을 때의 정전용량 C_공기이다.
주의할 조건: 극판 사이의 거리와 극판의 면적은 변하지 않으므로 비유전율의 변화만 반영한다.

사용할 공식

평행판 커패시터의 정전용량은
$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}$
이다. 같은 커패시터에서는 A와 d가 일정하므로 $C \propto \varepsilon_r$이다. 따라서
C_유전체=_r C_공기
의 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 유전체를 채운 경우와 공기를 채운 경우의 정전용량 관계를 세운다.
20 F=4C_공기
2. 양변을 4로 나눈다.
C_공기=(20 F)/(4)=5 F
따라서 유전체를 제거한 뒤의 정전용량은 5F이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $5F$이므로 옳다.
② X — $10F$가 아니라 $5F$이다. 비유전율 4인 유전체를 제거하면 정전용량은 절반이 아니라 1/4로 감소한다.
③ X — $40F$가 아니라 $5F$이다. 유전체를 제거하면 비유전율이 4에서 1로 작아지므로 정전용량이 증가하지 않고 감소한다.
④ X — $80F$가 아니라 $5F$이다. $20F$에 4를 곱하는 것이 아니라 4로 나누어야 한다.
계산 결과가 $5F$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

유전체를 제거하는 상황에서 비유전율 4를 곱해 $80F$로 판단하는 것이 핵심 함정이다. 유전체가 들어 있을 때 정전용량이 공기일 때보다 4배이므로, 유전체를 제거할 때는 기존 정전용량을 4로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

극판의 면적과 간격이 같은지 먼저 확인한 뒤 $C \propto \varepsilon_r$를 적용한다. 비유전율 k인 유전체를 제거하고 공기로 바꾸면 정전용량은 기존 값의 $1/k$가 된다.

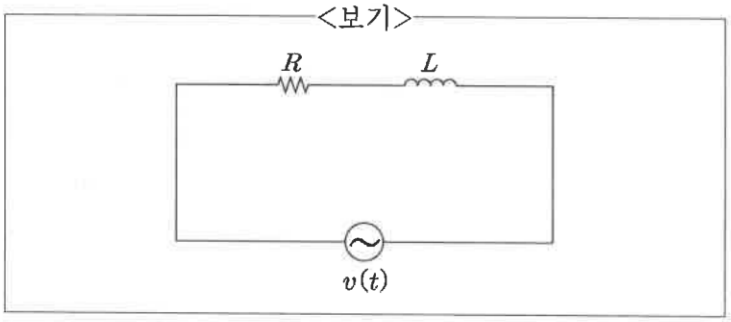
암기 포인트

같은 평행판 커패시터에서 유전체를 넣으면 C는 ε_r배, 유전체를 빼면 C는 $1/\varepsilon_r$배가 된다.

NoteBase

18. <보기>는 교류 전압 $v(t)=100\sqrt{2}\sin(120\pi t)[\mathrm{V}]$가 인가된 RL 직렬회로이다. $R=8[\Omega]$, $L=\frac{1}{20\pi}[\mathrm{H}]$일 때, 계산된 값이 옳은 것은?

<보기>



① 역률 $pf=0.6$
② 유효전력 $P=600[\mathrm{W}]$
③ 무효전력 $P_r=800[\mathrm{Var}]$
④ 피상전력 $P_a=1{,}000[\mathrm{VA}]$

정답 4번

출제 포인트

교류 직렬 RL 회로에서 유도 리액턴스와 임피던스를 구한 뒤 역률, 유효전력, 무효전력, 피상전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v(t)=100\sqrt{2}\sin(120\pi t)[V]$이므로 실효값은 $V=100V$, 각주파수는 $\omega=120\pi rad/s$이다.
저항은 $R=8\Omega$, 인덕턴스는 $L=\frac{1}{20\pi}H$이다.
구해야 할 값은 각 선지의 역률, 유효전력, 무효전력, 피상전력이 옳은지 여부이다.

사용할 공식

RL 직렬회로에서는 다음 공식을 사용한다.
$X_L=\omega L,\quad |Z|=\sqrt{R^2+X_L^2},\quad I=\frac{V}{|Z|}$
$pf=\cos\phi=\frac{R}{|Z|},\quad P=I^2R,\quad Q=I^2X_L,\quad S=VI$
저항과 인덕터가 직렬이므로 전체 임피던스의 크기는 저항 성분과 유도 리액턴스 성분의 제곱합의 제곱근으로 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 유도 리액턴스는 $X_L = 120\pi \times \frac{1}{20\pi} = 6\Omega$이다.
2. 임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\Omega$이다.
3. 전류의 실효값은 $I = \frac{100}{10} = 10A$이다.
4. 역률은 $pf = \frac{8}{10} = 0.8$이며, 유도성 회로이므로 지상 역률이다.
5. 유효전력은 $P = 10^2 \times 8 = 800W$, 무효전력은 $Q = 10^2 \times 6 = 600var$, 피상전력은 $S = 100 \times 10 = 1{,}000VA$이다.

선지 판단

① X — '역률 $pf = 0.6$'은 틀리다. $pf = R/|Z| = 8/10 = 0.8$이므로 올바르게는 '역률 $pf = 0.8$'이다. 0.6은 $X_L/|Z|$인 $\sin\phi$의 값이다.
② X — '유효전력 $P = 600W$'은 틀리다. $P = I^2R = 800W$이므로 올바르게는 '유효전력 $P = 800W$'이다. 600은 무효전력의 수치이다.
③ X — '무효전력 $P_r = 800var$'은 틀리다. 무효전력은 $Q = I^2X_L = 600var$이므로 올바르게는 '무효전력 $Q = 600var$'이다. 800은 유효전력의 수치이다.
④ O — '피상전력 $P_a = 1{,}000VA$'은 $S = VI = 100 \times 10 = 1{,}000VA$와 일치한다. 따라서 옳은 선지이다.

오답 포인트

전압식의 최대값 $100\sqrt{2}V$를 실효값으로 그대로 쓰면 안 된다. 실효값은 $100V$이다. 또한 $6/10 = 0.6$은 역률이 아니라 $\sin\phi$이며, 유효전력 $800W$과 무효전력 $600var$의 수치와 단위를 서로 바꾸지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 전압에서 실효값과 각주파수를 먼저 읽고, $X_L \to |Z| \to I$ 순서로 계산한다. 그다음 $P = I^2R$, $Q = I^2X_L$, $S = VI$를 구하고 $S^2 = P^2 + Q^2$로 검산한다.

암기 포인트

직렬 RL 회로의 전력 삼각형은 $P = I^2R$, $Q = I^2X_L$, $S = VI$이고, 역률은 $pf = P/S = R/|Z|$이다.

NoteBase

19. 권수 N회인 코일에 쇄교하는 자속이 2[s] 동안 2[Wb]에서 4[Wb]로 변하여 20[V]의 유도기전력이 발생하였다. 이 코일에 쇄교하는 자속이 4[s] 동안 1[Wb]에서 8[Wb]로 변화하였을 때 발생한 유도기전력의 크기[V]는? (단, 자속의 변화율은 일정하다.)

① 10 ② 20
③ 25 ④ 35

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 패러데이의 전자기 유도 법칙을 이용하여 먼저 코일의 권수를 구한 뒤, 바뀐 자속 조건에서 유도기전력의 크기를 계산하는 문제이다.

조건 정리

첫 번째 조건: 자속이 $2Wb$에서 $4Wb$로 $2s$ 동안 변할 때 유도기전력은 $20V$이다.
두 번째 조건: 자속이 $1Wb$에서 $8Wb$로 $4s$ 동안 변한다.
자속의 변화율은 일정하며, 구해야 할 값은 두 번째 조건에서 발생하는 유도기전력의 크기이다.

사용할 공식

패러데이의 전자기 유도 법칙에서 유도기전력의 크기는
$|e| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$
이다. 코일의 권수 N와 한 권선을 쇄교하는 자속의 시간에 따른 변화율이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 첫 번째 조건에서 자속 변화량은 $4 - 2 = 2Wb$이다.
$20 = N \times \frac{2}{2}$
따라서 코일의 권수는 $N = 20$이다.
2. 두 번째 조건에서 자속 변화량은 $8 - 1 = 7Wb$이고, 변화 시간은 $4s$이다.
$|e| = 20 \times \frac{7}{4} = 35V$
따라서 발생한 유도기전력의 크기는 $35V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $10V$는 계산 결과인 $35V$와 다르다. 틀린 값 $10V$는 $35V$로 고쳐야 한다.
② X — $20V$는 첫 번째 조건의 유도기전력을 그대로 사용한 값으로, 두 번째 자속 변화율을 반영하지 않았다. 틀린 값 $20V$는 $35V$로 고쳐야 한다.
③ X — $25V$는 자속 변화량 $8-1=7Wb$를 적용하여 계산한 결과가 아니다. 틀린 값 $25V$는 $35V$로 고쳐야 한다.
④ O — 두 번째 조건에 $N=20$, $\Delta\Phi=7Wb$, $\Delta t=4s$를 대입하면 $35V$가 된다.

오답 포인트

첫 번째 조건에서 주어진 $20V$를 두 번째 조건의 답으로 착각하기 쉽다. 또한 자속 변화량은 최종 자속 자체가 아니라 '최종 자속-처음 자속'이므로 두 번째 조건에서는 $8Wb$가 아니라 $7Wb$를 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $|e|=N|\Delta\Phi/\Delta t|$에 첫 번째 조건을 대입하여 권수 N를 구하고, 새 조건의 자속 변화량과 변화 시간을 다시 대입한다. 유도기전력의 크기를 묻는 경우에는 계산 결과의 절댓값을 선택한다.

암기 포인트

유도기전력의 크기는 권수와 자속 변화율의 곱이다: $|e|=N|\Delta\Phi/\Delta t|$.

NoteBase

20. 부하에 인가되는 비정현파 전압 및 전류가 <보기>와 같을 때, 부하에서 소비되는 평균전력의 값[W]은?

<보기>

- $v(t)=10+8\sin\omega t+6\sin(3\omega t+30°)+4\sin(5\omega t+60°)$[V]
- $i(t)=4+2\cos(\omega t-30°)+2\cos 3\omega t+9\sin(7\omega t+45°)$[A]

① 40 ② 43
③ 47 ④ 52

정답 3번

출제 포인트

직류 성분과 서로 같은 주파수의 전압·전류 성분만 짝지어 평균전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압의 직류·기본파·3고조파·5고조파 성분과 전류의 직류·기본파·3고조파·7고조파 성분이다.
구해야 할 값: 부하에서 소비되는 평균전력이다.
주의할 조건: 서로 다른 주파수 성분의 곱은 한 주기 평균이 0이므로, 직류끼리와 같은 주파수끼리의 전력만 더한다. 정현파의 계수는 최댓값이므로 실효값으로 바꿀 때 $\sqrt{2}$로 나눈다.

사용할 공식

직류 성분과 각 고조파의 평균전력을 합하면
$P = V_0 I_0 + \sum_n V_{n,\mathrm{rms}} I_{n,\mathrm{rms}} \cos(\theta_{v,n} - \theta_{i,n})$
이다. 같은 주파수의 전압과 전류만 한 주기 평균에서 0이 아닌 값을 만들기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 직류 성분의 전력은 $P_0 = 10 \times 4 = 40W$이다.
2. 기본파 전류를 사인으로 바꾸면 $2\cos(\omega t - 30^\circ) = 2\sin(\omega t + 60^\circ)$이다. 따라서 위상차의 크기는 60°이고,
$P_1 = \frac{8}{\sqrt{2}}\frac{2}{\sqrt{2}}\cos 60^\circ = 4W$
이다.
3. 3고조파 전류는 $2\cos 3\omega t = 2\sin(3\omega t + 90^\circ)$이다. 전압의 위상은 30°이므로 위상차의 크기는 60°이고,
$P_3 = \frac{6}{\sqrt{2}}\frac{2}{\sqrt{2}}\cos 60^\circ = 3W$
이다.
4. 전압의 5고조파에는 같은 주파수의 전류가 없고, 전류의 7고조파에는 같은 주파수의 전압이 없으므로 각각의 평균전력 기여분은 $0W$이다.
5. 전체 평균전력은
$P = 40 + 4 + 3 = 47W$
이다.

선지 판단

① X — $40W$는 직류 성분의 전력만 계산한 값이다. 기본파와 3고조파의 전력을 더해야 하므로 올바른 값은 $47W$이다.
② X — $43W$는 전체 평균전력이 아니다. 직류 성분 $40W$, 기본파 $4W$, 3고조파 $3W$를 모두 합한 $47W$가 올바른 값이다.
③ O — 같은 주파수끼리 계산한 전력의 합이 $40 + 4 + 3 = 47W$이므로 맞다.
④ X — $52W$는 주파수별 실효값과 위상차를 반영한 합과 일치하지 않는다. 올바른 평균전력은 $47W$이다.

오답 포인트

직류 전력 $40W$만 보고 ①을 고르거나, 서로 다른 주파수 성분까지 곱해 더하면 틀린다. 또한 코사인으로 주어진 전류를 사인 기준으로 바꿀 때 위상을 90° 이동하고, 최댓값을 실효값으로 변환해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

비정현파 평균전력은 직류 성분을 먼저 계산한 뒤, 같은 주파수의 전압·전류만 짝짓고, 사인 또는 코사인으로 기준을 통일하여 실효값의 곱에 위상차의 코사인을 곱한 값을 모두 더한다.

암기 포인트

평균전력은 '직류끼리, 같은 고조파끼리'만 더하며, 각 교류 성분은 $V_{rms} I_{rms} \cos\phi$로 계산한다.

NoteBase