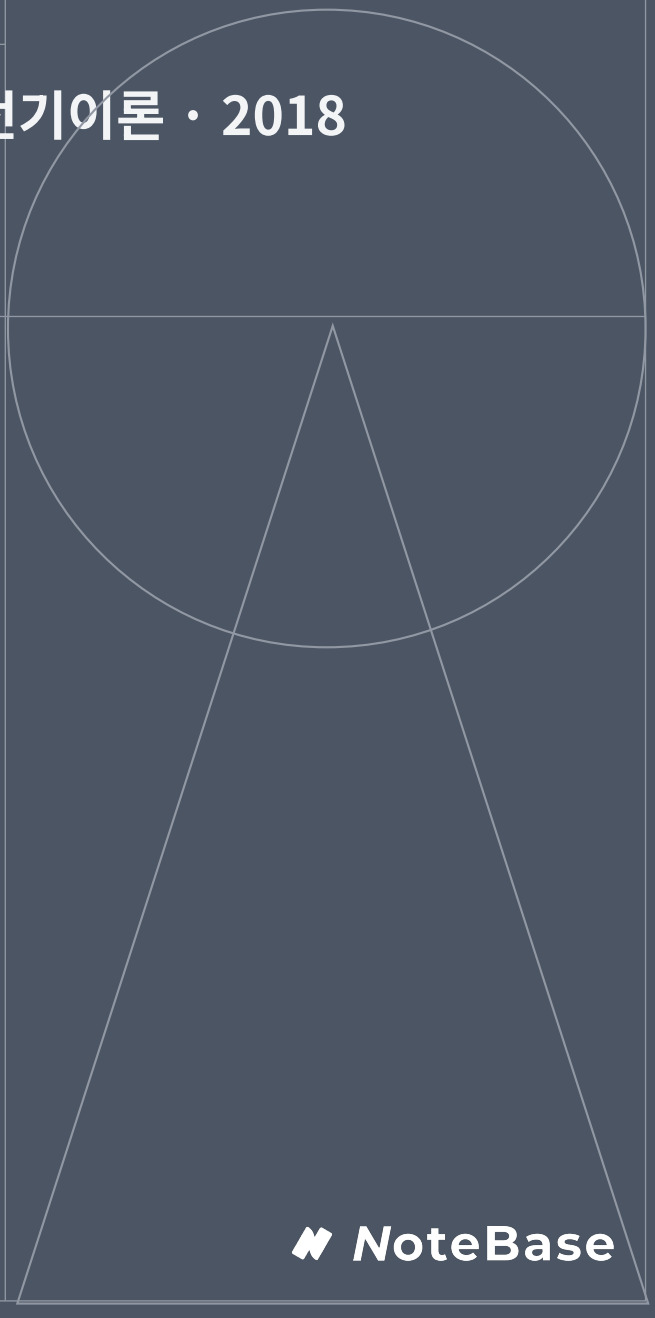
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2018

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2018

문 1. 전류에 의한 자기장 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 렌츠(Lenz)의 법칙으로 유도 기전력의 방향을 알 수 있다.

② 직선도체에 흐르는 전류 주위에는 원형의 자기력선이 발생한다.

③ 직선도체에 전류가 흐를 때 자기력선의 방향은 앙페르(Ampere)의 오른나사 법칙을 따른다.

④ 플레밍(Fleming)의 오른손 법칙으로 직선도체에 흐르는 전류의 방향과 자기장의 방향이 수직인 경우, 직선도체가 자기장에서 받는 힘의 방향을 알 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

전류가 만드는 자기장의 방향, 유도 전류의 방향, 자기장에서 전류가 받는 힘의 방향을 정하는 법칙을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

렌츠의 법칙: 유도 전류는 자신을 발생시킨 자속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다. / 키워드: 유도 전류의 방향
앙페르의 오른나사 법칙: 전류가 흐르는 직선도체 주위의 원형 자기력선 방향을 정한다. / 키워드: 전류와 자기장
플레밍의 왼손 법칙: 자기장 속에서 전류가 흐르는 도체가 받는 힘의 방향을 정한다. / 키워드: 전동기
플레밍의 오른손 법칙: 도체가 자기장을 가로질러 운동할 때 생기는 유도 기전력 또는 유도 전류의 방향을 정한다. / 키워드: 발전기

NoteBase

선지별 해설

① O — 렌츠의 법칙은 유도 전류가 원인이 된 자속 변화를 방해하도록 흐른다는 원리이므로 유도 기전력과 유도 전류의 방향을 판단할 수 있다.
② O — 직선도체에 전류가 흐르면 도체를 중심으로 동심원 모양의 자기력선이 생긴다. 그 방향은 오른나사 법칙으로 정한다.
③ O — 오른나사를 전류 방향으로 진행시킬 때 나사가 도는 방향이 직선도체 주위 자기력선의 방향이므로 앙페르의 오른나사 법칙에 관한 옳은 설명이다.
④ X — 틀린 표현은 '플레밍의 오른손 법칙'이다. 전류의 방향과 자기장의 방향이 주어졌을 때 도체가 받는 힘의 방향은 플레밍의 왼손 법칙으로 정한다. 오른손 법칙은 도체의 운동 방향과 자기장 방향으로부터 유도 기전력 또는 유도 전류의 방향을 정할 때 사용한다.

오답 포인트

④는 플레밍 법칙의 손만 바꾼 함정이다. '도체가 받는 힘'은 전동기 작용이므로 왼손 법칙이고, '유도 기전력·유도 전류'는 발전기 작용이므로 오른손 법칙이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 결과가 힘인지 유도 전류인지 먼저 확인한다. 힘의 방향을 묻는 전동기 문제에는 플레밍의 왼손 법칙을, 유도 기전력이나 유도 전류의 방향을 묻는 발전기 문제에는 플레밍의 오른손 법칙을 적용한다. 직선전류 주위 자기장은 오른나사 법칙, 유도 전류가 자속 변화를 방해하는 방향은 렌츠의 법칙으로 판단한다.

암기 포인트

힘·전동기는 왼손, 유도·발전기는 오른손, 직선전류의 자기장은 오른나사, 유도 방향의 원리는 렌츠이다.

NoteBase

문 2. 다음 전기력선의 성질에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 전기력선은 양(+)전하에서 시작하여 음(−)전하에서 끝난다.
ㄴ. 전기장 내에 도체를 넣으면 도체 내부의 전기장이 외부의 전기장을 상쇄하나 도체 내부에 전기력선은 존재한다.
ㄷ. 전기장 내 임의의 점에서 전기력선의 접선 방향은 그 점에서의 전기장의 방향을 나타낸다.
ㄹ. 전기장 내 임의의 점에서 전기력선의 밀도는 그 점에서의 전기장의 세기와 비례하지 않는다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

전기력선의 시작과 끝, 도체 내부의 정전기적 평형, 접선 방향, 밀도와 전기장 세기의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전기력선은 전기장의 방향과 세기를 눈에 보이도록 나타낸 가상의 선이다. 양전하에서 시작하여 음전하에서 끝나며, 한 점에서의 접선 방향은 그 점의 전기장 방향을 나타낸다. 또한 전기력선이 조밀할수록 전기장이 세다. 정전기적 평형 상태인 도체 내부에서는 자유전하가 이동하여 외부 전기장을 상쇄하므로 전기장이 0이고 전기력선도 존재하지 않는다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. 정전기적 평형 상태의 도체 내부에서는 전기장이 0이므로 전기력선이 존재하지 않는다. 따라서 '도체 내부에 전기력선은 존재한다'는 표현은 '도체 내부에 전기력선은 존재하지 않는다'로 고쳐야 하며, 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
② O — ㄱ은 전기력선이 양전하에서 시작하여 음전하에서 끝난다는 성질이고, ㄷ은 전기력선의 접선 방향이 그 점의 전기장 방향이라는 성질이므로 둘 다 옳다.
③ X — ㄴ과 ㄹ은 모두 틀리다. ㄴ은 '도체 내부에는 전기력선이 존재하지 않는다'로, ㄹ은 '전기력선의 밀도는 그 점에서의 전기장 세기에 비례한다'로 고쳐야 한다. 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
④ X — ㄷ은 옳지만 ㄹ은 틀리다. 전기력선이 촘촘할수록 전기장이 강하므로 '비례하지 않는다'는 표현은 '비례한다'로 고쳐야 한다. 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄴ은 도체가 외부 전기장을 상쇄한다는 사실과 도체 내부에 전기력선이 남는다는 주장을 함께 제시하여 혼동을 유도한다. 외부 전기장이 상쇄되면 도체 내부 전기장은 0이므로 전기력선도 없다. ㄹ에서는 '비례하지 않는다'라는 부정 표현이 함정이며, 전기력선의 밀도는 전기장 세기를 나타낸다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기력선 문항에서는 네 기준을 순서대로 확인한다. 시작과 끝은 양전하에서 음전하, 접선은 전기장 방향, 밀도는 전기장 세기, 정전기적 평형인 도체 내부는 전기장 0이다.

암기 포인트

양에서 음, 접선은 방향, 밀도는 세기, 도체 내부는 0이다.

NoteBase

문 3. 공기 중에서 자속밀도 3[Wb/m^2]의 평등 자기장 내에 10[cm]의 직선도체를 자기장의 방향과 직각이 되게 놓고 이 도체에 4[A]의 전류를 흐르게 할 때, 도체가 받는 힘[N]은?

① 1.2
② 2.4
③ 4.8
④ 9.6

정답 1번

출제 포인트

자기장 속에서 전류가 흐르는 직선도체가 받는 힘 $F = BIl\sin\theta$를 이용해 자기력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자속밀도 $B = 3Wb/m^2 = 3T$, 도체 길이 $l = 10cm = 0.10m$, 전류 $I = 4A$이다.
구해야 할 값: 도체가 받는 힘 F이다.
주의할 조건: 도체가 자기장 방향과 직각이므로 $\theta = 90^\circ$, $\sin 90^\circ = 1$이다.

사용할 공식

직선도체가 받는 자기력은
$F = BIl\sin\theta$
이다. 전류의 방향과 자기장의 방향이 직각이므로 자기력이 최대가 되고, 이 문제에서는 $\sin\theta = 1$을 적용한다.

계산 과정

1. 길이를 SI 단위로 바꾸면 $10cm = 0.10m$이다.
2. 공식에 대입하면
$F = 3 \times 4 \times 0.10 \times \sin 90^\circ$
이다.
3. 따라서
$F = 3 \times 4 \times 0.10 = 1.2N$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $1.2N$이므로 옳다.
② X — $2.4N$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $2.4N$ → 올바르게는 $1.2N$이다.
③ X — $4.8N$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $4.8N$ → 올바르게는 $1.2N$이다.
④ X — $9.6N$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $9.6N$ → 올바르게는 $1.2N$이다.

오답 포인트

도체 길이 $10cm$를 그대로 10으로 대입하면 안 된다. 반드시 $0.10m$로 환산해야 한다. 또한 직각 조건에서는 $\sin 90^\circ = 1$이므로 각도 항 때문에 힘이 줄어들지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기장 속 직선도체의 힘은 먼저 길이를 m로 환산하고, $F = BIl\sin\theta$에 대입한 뒤 각도와 단위를 검산한다.

암기 포인트

전류와 자기장이 직각이면 $F = BIl$, 평행이면 $F = 0$이다.

NoteBase

문 4. 자기인덕턴스가 L_1과 L_2인 두 개의 코일이 직렬로 가동접속되어 있을 때, 합성인덕턴스 L[H]은? (단, $L_1 = 2$[H]와 $L_2 = 3$[H], 상호인덕턴스 $M = \sqrt{6}$[H]이다)

① $6+\sqrt{6}$

② $6-2\sqrt{6}$

③ $5+2\sqrt{6}$

④ $5-\sqrt{6}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 상호인덕턴스가 있는 두 코일의 직렬 가동접속에서 합성인덕턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $L_1 = 2H$, $L_2 = 3H$, $M = \sqrt{6}H$이다.
구해야 할 값: 직렬 가동접속의 합성인덕턴스 L이다.
주의할 조건: 가동접속에서는 두 코일의 상호자속이 서로 도우므로 상호인덕턴스 항 $2M$을 더한다.

사용할 공식

직렬 가동접속의 합성인덕턴스 공식은
$L = L_1 + L_2 + 2M$
이다. 두 코일에 같은 전류가 흐르고 상호자속이 서로 강화되는 접속이므로 $+2M$을 적용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입하면
$L = 2 + 3 + 2\sqrt{6} = 5 + 2\sqrt{6}H$
이다. 따라서 합성인덕턴스는 $5 + 2\sqrt{6}H$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $6+\sqrt{6}H$는 자기인덕턴스의 합 $L_1+L_2=5H$와 상호인덕턴스 항 $2M=2\sqrt{6}H$을 바르게 반영하지 않은 값이다. 올바른 값은 $5+2\sqrt{6}H$이다.
② X — $6-2\sqrt{6}H$는 가동접속인데 상호인덕턴스 항을 빼고 자기인덕턴스의 합도 6으로 잘못 계산한 값이다. 가동접속에서는 $+2M$을 사용하여 $5+2\sqrt{6}H$가 된다.
③ O — $L_1+L_2+2M=2+3+2\sqrt{6}=5+2\sqrt{6}H$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $5-\sqrt{6}H$는 가동접속의 부호와 상호인덕턴스 계수 2를 모두 잘못 적용한 값이다. 올바르게는 $5+2\sqrt{6}H$이다.

오답 포인트

가동접속을 감동접속으로 혼동하여 $2M$을 빼거나, 두 코일이므로 생기는 계수 2를 빠뜨리기 쉽다. 또한 $L_1+L_2=2+3=5H$라는 기본 합도 정확히 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 접속 방향을 확인한다. 상호자속이 서로 돕는 가동접속이면 $L=L_1+L_2+2M$, 서로 방해하는 감동접속이면 $L=L_1+L_2-2M$을 적용한 뒤 단위를 검산한다.

암기 포인트

직렬 합성인덕턴스는 가동이면 $+2M$, 감동이면 $-2M$이다.

NoteBase

문 5. 기전력 $E = 18[V]$, 내부저항 $r = 4[\Omega]$인 전지 4개를 직렬연결하고, 여기에 외부저항 R를 접속할 때 R에 흐르는 전류를 $I_s[A]$, 동일한 전지 4개를 병렬연결하고 외부저항 R를 접속할 때 R에 흐르는 전류를 $I_p[A]$라 한다. 이때 두 전류의 차이$(I_s - I_p)[A]$는? (단, 외부저항 $R = 8[\Omega]$이다)

① 1
② 2
③ 3
④ 4

정답 1번

출제 포인트

동일한 전지를 직렬 또는 병렬로 연결할 때 합성 기전력과 합성 내부저항을 각각 구한 뒤, 옴의 법칙으로 외부저항에 흐르는 전류의 차를 계산하는 문제이다.

조건 정리

전지 1개의 기전력은 $E = 18V$, 내부저항은 $r = 4\Omega$, 전지 수는 $n = 4$, 외부저항은 $R = 8\Omega$이다.
구해야 할 값은 직렬연결 전류 I_s와 병렬연결 전류 I_p의 차 $I_s - I_p$이다.
직렬연결에서는 기전력과 내부저항이 모두 전지 수만큼 증가하고, 동일한 전지의 병렬연결에서는 기전력은 그대로이며 내부저항은 전지 수로 나눈다.

사용할 공식

직렬연결: $E_s = nE, r_s = nr, I_s = \frac{nE}{R + nr}$
병렬연결: $E_p = E, r_p = \frac{r}{n}, I_p = \frac{E}{R + r/n}$
외부저항과 합성 내부저항은 하나의 직렬 폐회로를 이루므로, 전체 기전력을 두 저항의 합으로 나누는 옴의 법칙을 사용한다.

계산 과정

1. 직렬연결의 합성 기전력과 합성 내부저항은 각각 $4 \times 18 = 72V$, $4 \times 4 = 16\Omega$이다.
$I_s = \frac{72}{8 + 16} = \frac{72}{24} = 3A$
2. 병렬연결의 합성 기전력은 $18V$, 합성 내부저항은 $4/4 = 1\Omega$이다.
$I_p = \frac{18}{8 + 1} = \frac{18}{9} = 2A$
3. 두 전류의 차는 다음과 같다.
$I_s - I_p = 3 - 2 = 1A$

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $I_s - I_p = 1A$이므로 옳다.
② X — $2A$는 병렬연결 때의 전류 I_p 자체이며 두 전류의 차가 아니다. 틀린 값 $2A$는 $1A$로 고쳐야 한다.
③ X — $3A$는 직렬연결 때의 전류 I_s 자체이며 두 전류의 차가 아니다. 틀린 값 $3A$는 $1A$로 고쳐야 한다.
④ X — $4A$는 계산된 두 전류의 차와 일치하지 않는다. 틀린 값 $4A$는 $1A$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

병렬연결에서 전지 4개의 기전력을 $4E$로 계산하거나 내부저항을 그대로 r로 두면 안 된다. 동일한 전지의 병렬연결에서는 합성 기전력은 E, 합성 내부저항은 $r/4$이다. 또한 문제는 각 전류가 아니라 $I_s - I_p$를 묻고 있으므로 마지막 빨셈을 빠뜨리지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

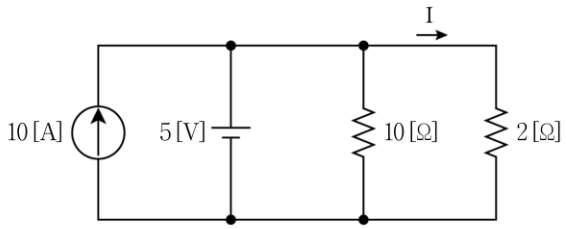
전지 연결 문제는 연결 방식별로 합성 기전력과 합성 내부저항을 먼저 구하고, 외부저항을 더한 전체 저항으로 전류를 계산한 다음, 문제에서 요구한 합·차·비를 마지막에 적용한다.

암기 포인트

동일 전지 n개의 직렬연결은 $nE,\ nr$, 병렬연결은 $E,\ r/n$이다.

NoteBase

문 6. 그림과 같은 회로에서 전류 I[A]는?



① 2.0
② 2.5
③ 3.0
④ 3.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 병렬회로의 각 가지에 같은 전압이 걸린다는 성질과 옴의 법칙을 이용하여 2Ω 저항에 흐르는 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원의 전압은 5V, 오른쪽 저항은 2Ω이다.
구해야 할 값: 오른쪽 2Ω 저항으로 들어가는 전류 I이다.
주의할 조건: 전류원, 전압원, 10Ω 저항, 2Ω 저항은 모두 같은 위·아래 두 노드 사이에 연결되어 있으므로 병렬이다. 이상적인 5V 전압원이 두 노드 사이 전압을 5V로 고정한다.

사용할 공식

옴의 법칙은 다음과 같다.
$I = \frac{V}{R}$
표시된 전류 I는 오른쪽 2Ω 저항 가지에만 흐르는 전류이고, 이 저항 양단에는 병렬로 연결된 전압원과 같은 5V가 걸리므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 2Ω 저항 양단 전압은 5V이다.
2. 옴의 법칙을 적용하면 다음과 같다.
$I = \frac{5V}{2\Omega} = 2.5A$
3. 화살표 방향은 위쪽 노드에서 2Ω 저항으로 들어가는 방향이므로 전류의 크기는 2.5A이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 2.0A는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 2.0A를 2.5A로 고쳐야 한다.
② O — $I = 5/2 = 2.5A$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 3.0A는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 3.0A를 2.5A로 고쳐야 한다.
④ X — 3.5A는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 3.5A를 2.5A로 고쳐야 한다.

오답 포인트

전체 10A를 저항 두 개에 단순 분배하거나 10Ω 저항까지 합성하여 계산하면 안 된다. 이상적인 전압원이 병렬회로의 노드 전압을 5V로 고정하므로, 표시된 전류는 2Ω 저항에 걸리는 전압 5V만으로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

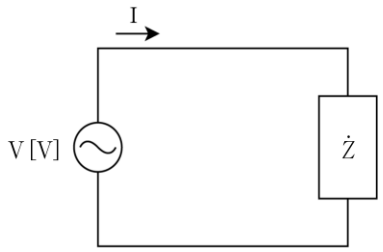
회로에서 먼저 같은 두 노드에 연결된 소자들을 찾아 병렬 여부를 판단한다. 이상적인 전압원이 병렬로 연결되어 있으면 각 가지 전압은 그 전압원의 전압과 같고, 구하려는 저항 가지에는 곧바로 $I = V/R$를 적용한다.

암기 포인트

병렬회로는 전압이 같으며, 전압원이 노드 전압을 정하면 각 저항 전류는 $I = V/R$로 각각 계산한다.

NoteBase

문 7. 그림과 같은 회로에서 임피던스 $\dot{Z} = 30 + j40\,[\Omega]$일 때 회로에 흐르는 전류의 실횻값 $I = 4\,[A]$이다. 이때 인가한 전압의 실횻값 V [V]와 무효전력[Var]은?



	실횻값V [V]	무효전력[Var]
①	200	480
②	200	640
③	100	640
④	100	480

정답 2번

출제 포인트

복소 임피던스의 크기로 인가 전압의 실효값을 구하고, 리액턴스 성분으로 무효전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 임피던스 $\dot{Z} = 30 + j40\Omega$, 전류의 실효값 $I = 4A$이다.
구해야 할 값: 인가 전압의 실효값 V와 무효전력 Q이다.
주의할 조건: 전압의 실효값에는 임피던스의 크기 $|\dot{Z}|$를 사용하고, 무효전력에는 리액턴스 $X = 40\Omega$를 사용한다.

사용할 공식

$|\dot{Z}| = \sqrt{R^2 + X^2}$
$V = I|\dot{Z}|$
$Q = I^2X$
교류회로에서 전압과 전류의 실효값 크기는 $V = I|\dot{Z}|$의 관계를 가지며, 무효전력은 임피던스의 허수부인 리액턴스에 의해 결정되므로 $Q = I^2X$를 사용한다.

계산 과정

1. 임피던스의 크기는 $|\dot{Z}| = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\Omega$이다.
2. 전압의 실효값은 $V = 4 \times 50 = 200V$이다.
3. 무효전력은 $Q = 4^2 \times 40 = 640Var$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 전압 $200V$는 맞지만 무효전력 $480Var$가 틀렸다. 480은 $I^2R = 4^2 \times 30$으로 구한 유효전력이며, 올바른 무효전력은 리액턴스 40Ω를 사용한 $640Var$이다.
② O — 계산 결과가 전압 $200V$, 무효전력 $640Var$와 모두 일치한다.
③ X — 무효전력 $640Var$는 맞지만 전압 $100V$가 틀렸다. 올바른 전압은 임피던스의 크기 50Ω를 사용한 $200V$이다.
④ X — 전압 $100V$와 무효전력 $480Var$가 모두 틀렸다. 올바르게는 전압 $200V$, 무효전력 $640Var$이다.

오답 포인트

저항 $R = 30\Omega$, 리액턴스 $X = 40\Omega$, 임피던스의 크기 $|\dot{Z}| = 50\Omega$를 구분해야 한다. 전압 계산에는 $|\dot{Z}|$, 무효전력 계산에는 X가 들어간다. 특히 $I^2R = 480W$는 유효전력이지 무효전력이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

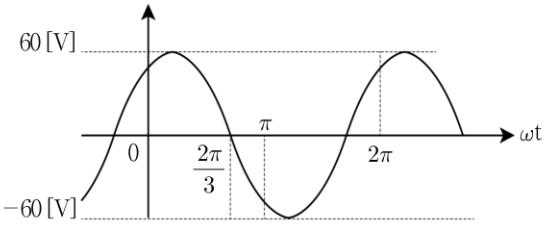
먼저 복소 임피던스에서 R, X, $|\dot{Z}|$를 구분한다. 이어서 전압은 $V = I|\dot{Z}|$, 무효전력은 $Q = I^2X$로 계산하고 단위를 각각 V, Var로 검산한다.

암기 포인트

전압은 임피던스의 크기, 무효전력은 리액턴스이다: $V = I|\dot{Z}|$, $Q = I^2X$.

NoteBase

문 8. 그림과 같은 정현파 교류 전압을 $R = 5[\Omega]$인 부하에 인가했을 때, 이 회로에 흐르는 전류 $i(t)[A]$는?



① $12\sin(\omega t - \frac{\pi}{3})$

② $12\sin(\omega t + \frac{\pi}{3})$

③ $12\sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$

④ $12\sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$

정답 2번

출제 포인트

전압 파형의 영점 통과 방향으로 초기 위상각을 구한 뒤, 순저항에서 전압과 전류가 동상이라는 성질을 적용하는 문제이다.

조건 정리

전압의 최댓값은 $60V$이고 저항은 $R = 5\Omega$이다.
그래프에서 전압은 $\omega t = 2\pi/3$일 때 양수에서 음수로 내려가며 0을 지난다.
구해야 할 값은 저항에 흐르는 순간 전류 $i(t)$이다.

사용할 공식

전압을 $v(t) = V_m\sin(\omega t + \phi)$로 두면, 하강하면서 0을 지나는 지점에서는 사인함수의 위상각이 π가 된다.
순저항에서는 옴의 법칙에 따라
$i(t) = \frac{v(t)}{R}$
이고 전류와 전압의 위상은 같다.

NoteBase

계산 과정

1. 하강 영점 조건을 적용하면 $2\pi/3 + \phi = \pi$이므로 $\phi = \pi/3$이다.
2. 따라서 전압은 $v(t) = 60\sin(\omega t + \pi/3)[V]$이다.
3. 전류의 최댓값은 $I_m = V_m/R = 60/5 = 12A$이다.
4. 순저항에서는 위상차가 없으므로
$i(t) = 12\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)[A]$
가 된다.

선지 판단

① X — $12\sin(\omega t - \pi/3)$은 $\omega t = 0$에서 전류가 음수이므로 그래프의 양의 전압과 맞지 않는다. '$-\pi/3$'이 틀린 표현이며, 올바르게는 '$+\pi/3$'이다.
② O — $12\sin(\omega t + \pi/3)$은 $\omega t = 2\pi/3$에서 0이 되고 그 직후 음수가 되며, 진폭도 $60/5 = 12A$로 일치한다.
③ X — $12\sin(\omega t - 2\pi/3)$은 $\omega t = 0$에서 음수이므로 주어진 파형과 반대이다. '$-2\pi/3$'이 틀린 표현이며, 올바르게는 '$+\pi/3$'이다.
④ X — $12\sin(\omega t + 2\pi/3)$은 $\omega t = 2\pi/3$에서 0이 아니라 음수가 되어 하강 영점의 위치가 맞지 않는다. '$+2\pi/3$'이 틀린 표현이며, 올바르게는 '$+\pi/3$'이다.

오답 포인트

그래프가 $\omega t = 0$에서 양수라는 사실만 보면 ②와 ④를 구별하기 어렵다. 표시된 $\omega t = 2\pi/3$에서 파형이 하강하며 0을 지난다는 조건까지 사용해야 위상각이 $+\pi/3$으로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

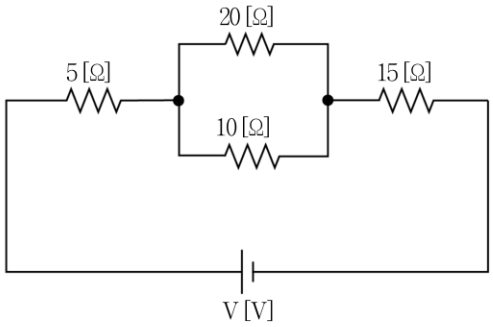
사인파에서는 먼저 표시된 영점이 상승 영점인지 하강 영점인지 확인해 위상각을 정한다. 그다음 순저항에서는 전압과 전류가 동상이고, 전류의 최댓값은 $I_m = V_m/R$임을 적용한다.

암기 포인트

순저항은 전압과 전류가 동상이며, $i(t) = v(t)/R$이다. 하강 영점은 사인함수의 위상각이 π인 지점이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같은 회로에서 10 [Ω] 양단에 걸리는 전압이 20 [V]일 때, 이 회로에 인가된 전압 V [V]와 회로의 소비전력 P [W]는?



	V [V]	P [W]
①	40	120
②	40	240
③	80	120
④	80	240

정답 4번

출제 포인트

병렬회로에서는 각 저항의 전압이 같다는 점으로 가지전류를 구한 뒤, 직렬 구간의 등가저항과 전체 전류를 이용하여 인가전압과 소비전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 병렬 연결된 10Ω 양단의 전압은 20V이고, 병렬부와 직렬로 5Ω, 15Ω가 연결되어 있다.
구해야 할 값: 회로에 인가된 전압 V와 회로 전체의 소비전력 P이다.
주의할 조건: 병렬 연결된 20Ω와 10Ω의 양단 전압은 모두 20V이며, 두 가지전류의 합이 직렬 구간을 흐르는 전체 전류이다.

사용할 공식

옴의 법칙과 전력 공식은 다음과 같다.
$I = \frac{V}{R}, \quad V = IR, \quad P = VI$
병렬부의 각 저항에는 같은 전압이 걸리므로 옴의 법칙으로 각 가지전류를 구할 수 있다. 병렬부를 지난 뒤 전류가 합쳐지므로 그 합을 전체 등가저항에 곱해 인가전압을 구하고, $P = VI$로 전체 소비전력을 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 10Ω 가지의 전류는 $I_{10} = 20/10 = 2A$이다.
2. 20Ω 가지에도 $20V$가 걸리므로 $I_{20} = 20/20 = 1A$이다. 따라서 전체 전류는 $I = 2 + 1 = 3A$이다.
3. 병렬부의 등가저항은 $R_p = (20 \times 10)/(20 + 10) = 20/3\Omega$이다.
4. 회로의 전체 등가저항은 $R_{eq} = 5 + 20/3 + 15 = 80/3\Omega$이다.
5. 인가전압은 $V = IR_{eq} = 3 \times (80/3) = 80V$이다.
6. 전체 소비전력은 $P = VI = 80 \times 3 = 240W$이다.

선지 판단

① X — $V = 40V$, $P = 120W$는 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $V = 80V$, $P = 240W$이다.
② X — $P = 240W$는 맞지만 $V = 40V$가 틀렸다. 올바른 인가전압은 $80V$이므로 이 조합은 정답이 아니다.
③ X — $V = 80V$는 맞지만 $P = 120W$가 틀렸다. 올바른 전체 소비전력은 $P = 80 \times 3 = 240W$이다.
④ O — 인가전압 $80V$와 전체 소비전력 $240W$가 모두 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

10Ω 가지의 전류 $2A$만 전체 전류로 사용하면 안 된다. 병렬부에서는 20Ω 가지의 $1A$도 흐르므로 직렬 구간의 전체 전류는 두 전류를 합한 $3A$이다. 또한 문제의 $20V$는 전원 전압이 아니라 병렬부 양단의 전압이다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬부 양단 전압으로 각 가지전류를 각각 구하고, 가지전류를 합해 전체 전류를 정한 다음, 전체 등가저항으로 전원 전압을 계산하고 $P = VI$로 전력을 검산한다.

암기 포인트

병렬은 전압이 같고 전류가 나뉘며, 합쳐진 전체 전류가 직렬 구간을 흐른다. 전체 전력은 $P = VI$이다.

NoteBase

문 10. R−C 직렬회로에 50[V]의 전압이 인가될 때, 저항 R[Ω]에 소비되는 전력이 200[W]이다. 임피던스 Z가 10[Ω]이라면 저항 R[Ω]와 용량성 리액턴스 X_c[Ω]는?

	R[Ω]	X_c[Ω]
①	3	4
②	4	3
③	6	8
④	8	6

정답 4번

출제 포인트

R-C 직렬회로에서 임피던스로 전류를 구한 뒤 저항의 소비전력으로 저항값을 계산하고, 임피던스의 크기 관계로 용량성 리액턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압 $V = 50V$, 저항의 소비전력 $P_R = 200W$, 임피던스의 크기 $|Z| = 10\Omega$이다.
구해야 할 값: 저항 R과 용량성 리액턴스의 크기 X_C이다.
주의할 조건: R-C 직렬회로이므로 저항과 커패시터에 같은 전류가 흐르며, $|Z|^2 = R^2 + X_C^2$의 관계를 사용한다.

사용할 공식

$I = \frac{V}{|Z|}$
$P_R = I^2R$
$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2}$
첫 번째 공식은 회로 전체의 전압과 임피던스가 주어졌으므로 직렬전류를 구하는 데 사용한다. 두 번째 공식은 실제전력이 저항에서만 소비되므로 저항값을 구하는 데 사용한다. 세 번째 공식은 R-C 직렬회로에서 저항 성분과 용량성 리액턴스 성분이 서로 직교하므로 사용한다.

계산 과정

1. 회로 전류는 $I = V/|Z| = 50/10 = 5A$이다.
2. 저항의 소비전력에서 $R = P_R/I^2 = 200/5^2 = 8\Omega$이다.
3. 임피던스의 크기 관계에서 $X_C = \sqrt{|Z|^2 - R^2} = \sqrt{10^2 - 8^2} = \sqrt{36} = 6\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $R = 3\Omega$, $X_C = 4\Omega$이면 임피던스의 크기가 5Ω에 불과하고 계산값과 일치하지 않는다. 올바르게는 $R = 8\Omega$, $X_C = 6\Omega$이다.
② X — $R = 4\Omega$, $X_C = 3\Omega$이면 임피던스의 크기가 5Ω이므로 주어진 10Ω과 맞지 않는다. 올바르게는 $R = 8\Omega$, $X_C = 6\Omega$이다.
③ X — $R = 6\Omega$, $X_C = 8\Omega$이면 임피던스의 크기는 10Ω이지만, 저항의 소비전력이 $5^2 \times 6 = 150W$이므로 주어진 $200W$과 맞지 않는다. 올바르게는 두 값을 바꾼 $R = 8\Omega$, $X_C = 6\Omega$이다.
④ O — $R = 8\Omega$, $X_C = 6\Omega$이면 $P_R = 5^2 \times 8 = 200W$이고 $|Z| = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\Omega$이므로 모든 조건을 만족한다.

오답 포인트

③은 6-8-10 직각삼각형 관계만 맞춘 뒤 R과 X_C의 위치를 바꾸기 쉬운 함정이다. 소비전력 $P_R = I^2R$으로 먼저 R을 확정해야 두 값을 뒤바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

R-C 직렬회로에서 전압과 임피던스가 주어지면 먼저 $I = V/|Z|$로 전류를 구하고, $P_R = I^2R$로 저항을 확정한 다음, $X_C = \sqrt{|Z|^2 - R^2}$로 리액턴스를 계산한다. 마지막에는 전력과 임피던스 두 조건을 모두 대입해 검산한다.

암기 포인트

R-C 직렬회로는 $I = V/|Z|$, $P_R = I^2R$, $|Z|^2 = R^2 + X_C^2$의 순서로 계산한다.

NoteBase

문 11. 두 전하 Q_1 [C], Q_2 [C] 사이의 거리가 r [m]일 때, 쿨롱(Coulomb)의 법칙에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 정전기력은 두 전하 Q_1, Q_2의 크기에 비례한다.
② 정전기력은 두 전하 사이의 거리 r에 반비례한다.
③ 두 전하 Q_1, Q_2가 서로 다른 극성일 때 두 전하 사이에는 끌어당기는 힘이 작용한다.
④ 진공에서의 유전율은 약 8.854×10^{-12} [F/m]이다.

정답 2번

출제 포인트

쿨롱의 법칙에서 정전기력의 크기가 전하량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다는 점과 전하의 극성에 따른 힘의 방향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 점전하 Q_1, Q_2와 두 전하 사이의 거리 r이다.
구해야 할 내용: 각 선지가 쿨롱의 법칙과 일치하는지 여부이다.
주의할 조건: 정전기력은 거리가 아니라 거리의 제곱에 반비례하며, 힘의 방향은 두 전하의 극성 관계에 따라 달라진다.

사용할 공식

진공에서 두 점전하 사이에 작용하는 정전기력의 크기는
$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{|Q_1 Q_2|}{r^2}$
이다. 이 공식은 두 점전하의 크기와 두 전하 사이의 거리가 주어진 쿨롱 힘을 설명하므로 사용한다. 여기서 ε_0는 진공의 유전율이다.

계산 과정

1. 공식의 분자에 $|Q_1 Q_2|$가 있으므로 힘의 크기는 각 전하량의 크기에 비례한다.
2. 공식의 분모가 r^2이므로 힘의 크기는 거리의 제곱에 반비례한다.
3. 전하의 부호는 힘의 방향을 결정하므로 같은 극성끼리는 밀어내고 다른 극성끼리는 끌어당긴다.

선지 판단

① O — 공식의 분자에 $|Q_1 Q_2|$가 있으므로 정전기력의 크기는 두 전하 Q_1, Q_2 각각의 크기에 비례한다.
② X — '거리 r에 반비례한다'는 표현이 틀렸다. 올바르게는 정전기력의 크기가 거리의 제곱 r^2에 반비례한다.
③ O — 서로 다른 극성의 전하 사이에는 두 전하가 서로 가까워지는 방향의 인력, 즉 끌어당기는 힘이 작용한다.
④ O — 진공의 유전율은 $\varepsilon_0 \approx 8.854 \times 10^{-12} F/m$이므로 제시된 값과 단위가 맞다.

NoteBase

오답 포인트

②의 '거리 r에 반비례'에서 제곱을 빠뜨리기 쉽다. 거리가 2배가 되면 정전기력은 1/2배가 아니라 1/4배가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

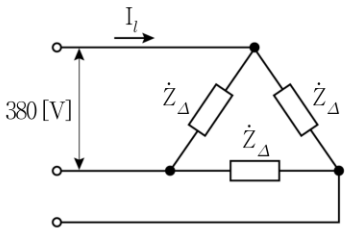
쿨롱 법칙 선지는 Q_1Q_2가 분자에 있는지, r^2이 분모에 있는지, 전하의 극성이 힘의 방향과 일치하는지의 순서로 판단한다.

암기 포인트

쿨롱 힘의 크기는 전하량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례하며, 같은 극성은 척력이고 다른 극성은 인력이다.

NoteBase

문 12. 그림과 같은 회로에서 $\dot{Z}_{\Delta}=3+j4\,[\Omega]$인 부하에 선간전압 380[V]인 대칭 3상 전압을 인가하고, Y결선으로 등가변환할 때 등가임피던스를 $\dot{Z}_{Y}[\Omega]$라 한다. 이때 선전류 I_l[A]과 등가임피던스 $\dot{Z}_{Y}[\Omega]$는?



	I_l[A]	$\dot{Z}_{Y}$ [Ω]
①	76	$9+j12$
②	76	$1+j\frac{4}{3}$
③	$76\sqrt{3}$	$9+j12$
④	$76\sqrt{3}$	$1+j\frac{4}{3}$

정답 4번

출제 포인트

대칭 3상 Δ결선에서 상전류와 선전류의 관계를 적용하고, Δ임피던스를 등가 Y임피던스로 변환하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 선간전압 $V_L = 380V$, Δ결선의 각 상 임피던스 $\dot{Z}_{\Delta} = 3 + j4\Omega$이다.
구해야 할 값: 선전류의 크기 I_l과 등가 Y임피던스 $\dot{Z}_{Y}$이다.
주의할 조건: Δ결선에서는 상전압이 선간전압과 같고, 선전류의 크기는 상전류 크기의 $\sqrt{3}$배이다.

사용할 공식

Δ결선의 상전류와 선전류는
$I_{\phi} = \frac{V_L}{|\dot{Z}_{\Delta}|}, \qquad I_l = \sqrt{3} I_{\phi}$
의 관계를 갖는다. 대칭 Δ부하를 Y부하로 등가변환하면
$\dot{Z}_{Y} = \frac{\dot{Z}_{\Delta}}{3}$
이다. Δ결선에서는 각 임피던스에 선간전압이 직접 걸리며, 동일한 선간 단자에서 같은 전류를 흐르게 하는 Y임피던스는 Δ임피던스의 3분의 1이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. Δ임피던스의 크기는

$|\dot{Z}_{\Delta}| = |3 + j4| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$

이다.

2. Δ결선의 상전압은 $380V$이므로 상전류의 크기는

$I_{\phi} = \frac{380}{5} = 76A$

이다. 따라서 선전류의 크기는

$I_l = \sqrt{3} \times 76 = 76\sqrt{3}A$

이다.

3. 등가 Y임피던스는

$\dot{Z}_Y = \frac{3+j4}{3} = 1 + j\frac{4}{3}\Omega$

이다.

선지 판단

① X — $76A$는 Δ결선의 상전류 크기이며 선전류가 아니다. 또한 $9 + j12\Omega$는 Δ임피던스를 3배 한 값이다. 올바르게는 $I_l = 76\sqrt{3}A$, $\dot{Z}_Y = 1 + j\frac{4}{3}\Omega$이다.

② X — 등가 Y임피던스는 맞지만 $I_l = 76A$가 틀렸다. $76A$에 Δ결선의 선전류 계수 $\sqrt{3}$을 곱해야 하므로 올바르게는 $I_l = 76\sqrt{3}A$이다.

③ X — 선전류 $76\sqrt{3}A$는 맞지만 $\dot{Z}_Y = 9 + j12\Omega$가 틀렸다. Δ–Y 등가변환에서는 3을 곱하는 것이 아니라 3으로 나누므로 올바르게는 $\dot{Z}_Y = 1 + j\frac{4}{3}\Omega$이다.

④ O — $I_l = 76\sqrt{3}A$이고 $\dot{Z}_Y = 1 + j\frac{4}{3}\Omega$이므로 두 값이 모두 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

Δ결선에서 계산한 $76A$를 곧바로 선전류로 보는 실수와, Δ–Y 변환에서 임피던스에 3을 곱하는 실수가 핵심 함정이다. $76A$는 한 Δ가지에 흐르는 상전류이고, 선전류에는 반드시 $\sqrt{3}$을 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 결선에 따라 상전압을 정하고 상전류를 계산한 뒤, Δ결선이면 $I_l = \sqrt{3}I_{\phi}$를 적용한다. 임피던스 등가변환은 Δ에서 Y로 갈 때 각 임피던스를 3으로 나눈다.

암기 포인트

Δ결선은 $V_{\phi} = V_L$, $I_l = \sqrt{3}I_{\phi}$이고, 대칭 Δ–Y 변환은 $\dot{Z}_Y = \dot{Z}_{\Delta}/3$이다.

NoteBase

문 13. 저항 4[Ω]와 용량성 리액턴스 3[Ω]이 직렬로 접속된 회로에 $v(t)=100\sin(\omega t)[V]$인 전압을 인가할 때, 회로에 흐르는 전류 $i(t)$[A]는? (단, $\theta=-\tan^{-1}\frac{3}{4}$ [rad]이다)

① $25\sin(\omega t+\theta)$

② $25\sin(\omega t-\theta)$

③ $20\sin(\omega t+\theta)$

④ $20\sin(\omega t-\theta)$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RC 회로의 임피던스 크기로 전류의 진폭을 구하고, 음수로 주어진 임피던스 위상각 θ를 전류 위상에 정확히 반영하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R=4\Omega$, 용량성 리액턴스 $X_C=3\Omega$, 전압 $v(t)=100\sin(\omega t)[V]$이다.
위상각은 $\theta=-\tan^{-1}(3/4)[rad]$로 음수이다.
구해야 할 값: 전류의 최대값과 전압에 대한 전류의 위상이다.
주의할 조건: 용량성 회로에서 전류는 전압보다 앞서며, 이 문제에서는 그 관계가 $-\theta$로 표현된다.

사용할 공식

직렬 RC 회로의 임피던스는

$Z=R-jX_C=|Z|\angle\theta, \qquad |Z|=\sqrt{R^2+X_C^2}$

이고, 전류의 최대값과 위상은

$I_m=\frac{V_m}{|Z|}, \qquad \angle I=-\angle Z=-\theta$

이다. 전류는 전압을 전체 임피던스로 나누어 구하므로 그 위상은 임피던스 위상각의 반대 부호가 된다.

계산 과정

1. 임피던스를 구한다.

$Z=4-j3=5\angle\theta\Omega, \qquad \theta=-\tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$

2. 전류의 최대값을 구한다.

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

3. 전류의 위상은 임피던스 위상의 반대인 $-\theta$이므로

$i(t)=20\sin(\omega t-\theta)[A]$

가 된다. $\theta<0$이므로 $-\theta>0$이며, 이는 전류가 전압보다 앞선다는 뜻이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $25\sin(\omega t+\theta)$는 진폭과 위상 부호가 모두 틀리다. $25A$는 전압의 최대값을 저항 4Ω만으로 나눈 값이고, $+\theta$는 음의 위상이므로 전류가 늦는 형태가 된다. 올바르게는 $20\sin(\omega t-\theta)$이다.
② X — $25\sin(\omega t-\theta)$는 전류가 앞서는 위상 표현은 맞지만 진폭 $25A$가 틀리다. 전체 임피던스가 5Ω이므로 올바르게는 $20\sin(\omega t-\theta)$이다.
③ X — $20\sin(\omega t+\theta)$는 진폭은 맞지만 위상 부호가 틀리다. 주어진 θ가 음수이므로 $+\theta$는 전류가 전압보다 늦는 형태이다. 용량성 회로의 전류는 전압보다 앞서므로 올바르게는 $20\sin(\omega t-\theta)$이다.
④ O — 전체 임피던스의 크기가 5Ω이므로 전류의 최대값은 $20A$이고, 전류 위상은 임피던스 위상각의 반대인 $-\theta$이므로 $20\sin(\omega t-\theta)$가 맞다.

오답 포인트

첫째 함정은 저항만 사용하여 $100/4=25A$로 계산하는 것이다. 둘째 함정은 용량성 회로에서 전류가 앞선다는 사실만 보고 무조건 $+\theta$를 고르는 것이다. 이 문제의 θ는 이미 음수이므로 앞서는 위상은 $-\theta$로 나타난다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RC 회로에서는 먼저 $|Z|=\sqrt{R^2+X_C^2}$로 전류의 크기를 구하고, 전류 위상은 임피던스 위상각의 반대라는 기준을 적용한다. 위상기호를 선택하기 전에는 문제에서 θ를 양수로 정의했는지 음수로 정의했는지도 확인한다.

암기 포인트

용량성 임피던스의 위상은 음수이고 전류의 위상은 그 반대이다. 따라서 $Z=|Z|\angle\theta$이면 $i(t)=I_m\sin(\omega t-\theta)$이다.

문 14. 감은 횟수가 40회인 코일에서 0.4 [s] 동안 자속이 0.8 [Wb]에서 0.6 [Wb]으로 변화하였을 때, 유도되는 기전력[V]은?

① 5

② 10

③ 15

④ 20

정답 4번

출제 포인트

패러데이의 전자기 유도 법칙을 이용하여 자속의 시간당 변화량과 코일의 감은 횟수로 유도 기전력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 감은 횟수 $N = 40$, 처음 자속 $\Phi_1 = 0.8Wb$, 나중 자속 $\Phi_2 = 0.6Wb$, 변화 시간 $\Delta t = 0.4s$이다.
구해야 할 값: 유도 기전력의 크기 e이다.
주의할 조건: 자속은 감소하지만 문제는 기전력의 크기를 묻고 있으므로 자속 변화량의 절댓값을 사용한다.

사용할 공식

패러데이의 전자기 유도 법칙에 따라 유도 기전력의 크기는
$|e| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$
이다. 코일 한 회를 지나는 자속이 시간에 따라 변하고, 같은 자속 변화가 40회 감긴 코일 전체에 쇄교하므로 자속의 시간당 변화량에 감은 횟수 N을 곱한다.

계산 과정

1. 자속 변화량의 크기는 $|\Delta\Phi| = |0.6 - 0.8| = 0.2Wb$이다.
2. 공식에 대입하면
$|e| = 40 \times \frac{0.2}{0.4} = 20V$
이다.
3. 계산 결과가 $20V$이므로 해당하는 선지는 ④이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $5V$는 계산 결과 $20V$와 다르다. 올바른 값은 $20V$이다.
② X — $10V$는 계산 결과 $20V$와 다르다. 올바른 값은 $20V$이다.
③ X — $15V$는 계산 결과 $20V$와 다르다. 올바른 값은 $20V$이다.
④ O — 자속 변화량 $0.2Wb$을 시간 $0.4s$로 나눈 뒤 감은 횟수 40을 곱하면 $20V$가 된다.

오답 포인트

자속의 최종값 $0.6Wb$ 자체를 공식에 넣는 것이 아니라 변화량 $|0.6 - 0.8| = 0.2Wb$을 사용해야 한다. 또한 코일이 40회 감겨 있으므로 한 회당 유도 기전력에 40을 곱해야 한다. 자속 감소에 따른 음의 부호는 렌츠의 법칙에 따른 방향을 나타내며, 크기를 묻는 이 문제에서는 절댓값으로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

자속 변화 전후의 차이를 먼저 구하고, 변화 시간으로 나눈 뒤 감은 횟수를 곱한다. 기전력의 크기를 물으면 자속 변화량의 절댓값을 사용하고 마지막에 단위가 V인지 확인한다.

암기 포인트

유도 기전력의 크기는 '감은 횟수 × 자속 변화량의 크기 ÷ 변화 시간', 즉 $|e| = N|\Delta\Phi|/\Delta t$이다.

NoteBase

문 15. 회로에 $v(t)=100\sin(377t+70°)$[V]인 전압을 인가했더니 $i(t)=10\sin(377t+10°)$인 전류가 흘렀다. 이 회로의 소비전력[W]과 무효율은?

	소비전력[W]	무효율
①	500	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
②	500	$\frac{1}{2}$
③	250	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
④	250	$\frac{1}{2}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정현파 전압과 전류의 위상차로 소비전력과 무효율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압의 최댓값은 $100V$, 전류의 최댓값은 $10A$이다.
위상차: $\phi = 70° - 10° = 60°$이다.
구해야 할 값: 소비전력 P와 무효율 $\sin\phi$이다.
주의할 조건: 정현파의 소비전력 계산에는 최댓값이 아니라 실효값을 사용한다.

사용할 공식

실효값은 $V = V_m/\sqrt{2}, I = I_m/\sqrt{2}$이다.
소비전력은 $P = VI\cos\phi$이고, 무효율은 $\sin\phi$이다.
전압과 전류가 같은 각주파수를 가진 정현파이므로 두 파형의 위상각 차로 역률과 무효율을 구할 수 있다.

계산 과정

1. 실효값은 $V = 100/\sqrt{2}V, I = 10/\sqrt{2}A$이다.
2. 소비전력은 $P = VI\cos\phi = \frac{100}{\sqrt{2}} \cdot \frac{10}{\sqrt{2}} \cdot \cos 60° = 250W$이다.
3. 무효율은 $\sin\phi = \sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 무효율 $\sqrt{3}/2$는 맞지만 소비전력 500W가 틀렸다. 올바르게는 소비전력이 250W이다.
② X — 소비전력 500W와 무효율 1/2가 모두 틀렸다. 올바르게는 소비전력 250W, 무효율 $\sqrt{3}/2$이다.
③ O — 소비전력은 250W이고 무효율은 $\sqrt{3}/2$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 소비전력 250W는 맞지만 무효율 1/2가 틀렸다. 1/2는 역률 $\cos 60^\circ$이고, 올바른 무효율은 $\sin 60^\circ = \sqrt{3}/2$이다.

오답 포인트

최댓값 100V, 10A를 그대로 곱하면 실효값 변환을 빠뜨려 소비전력을 잘못 구하게 된다. 또한 역률 $\cos 60^\circ = 1/2$과 무효율 $\sin 60^\circ = \sqrt{3}/2$을 바꾸어 생각하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 전력 문제에서는 먼저 최댓값을 실효값으로 바꾸고, 전압과 전류의 위상각 차를 구한다. 그다음 소비전력에는 $\cos\phi$, 무효율에는 $\sin\phi$를 적용한다.

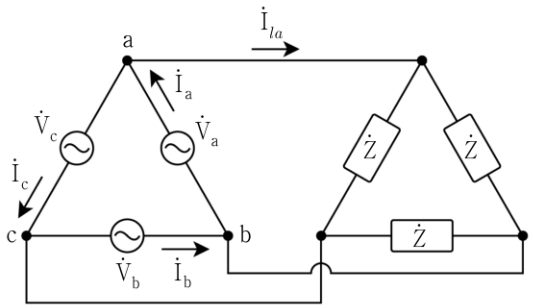
암기 포인트

소비전력은 $VI\cos\phi$, 무효율은 $\sin\phi$이며, 최댓값으로 주어지면 각각 $\sqrt{2}$로 나누어 실효값으로 바꾼다.

NoteBase

문 16. 그림과 같은 평형 3상 교류회로에 대한 설명으로 옳은 것은?

(단, $\dot{V}_a = 200\angle 0\,[V]$, $\dot{Z} = 4 + j3\,[\Omega]$이다)



① 선간전압은 상전압의 $\sqrt{3}$ 배이다.

② 선전류는 상전류보다 위상이 $30°$ 앞선다.

③ 3상 부하에서 소비되는 전력은 19.2 [kW]이다.

④ 선전류의 실횻값은 $50\sqrt{3}$ [A]이다.

정답 3번

출제 포인트

평형 3상 Δ결선에서 선간전압과 상전압, 선전류와 상전류의 관계를 적용하고 3상 유효전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

전원과 부하는 모두 Δ결선이다. 상전압은 $\dot{V}_a = 200\angle 0° V$이고, 각 상의 임피던스는 $\dot{Z} = 4 + j3\Omega$이다. 따라서 $|\dot{Z}| = 5\Omega$, 역률은 $\cos\phi = 4/5 = 0.8$이다. Δ결선에서는 선간전압과 상전압의 크기가 같고, 선전류의 크기는 상전류의 3배이다.

사용할 공식

Δ결선의 관계는 $V_L = V_\phi$, I_L=3 I_ϕ이며, 선전류는 대응하는 상전류보다 위상이 $30°$ 늦다. 상전류와 3상 유효전력은 다음과 같다.

$I_\phi = \frac{V_\phi}{|Z|}$

P=3V_ϕ I_ϕϕ=3V_LI_Lϕ

부하가 평형 Δ결선이므로 각 상의 전압과 전류가 같아 위 식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 상전류의 실횻값을 구하면 $I_\phi = 200/5 = 40A$이다.
2. 선전류의 실횻값은 I_L=3×40=403 A이다.
3. 3상 부하의 유효전력은 $P = 3 \times 200 \times 40 \times 0.8 = 19{,}200W = 19.2kW$이다.

선지 판단

① X — Δ결선에서는 선간전압이 상전압의 3배가 아니라 상전압과 같다. 올바르게는 '선간전압은 상전압과 같다'이다.
② X — Δ결선의 선전류는 대응하는 상전류보다 위상이 30° 앞서는 것이 아니라 30° 늦다. 올바르게는 '선전류는 상전류보다 위상이 30° 늦다'이다.
③ O — $P = 3V_\phi I_\phi \cos\phi$에 대입하면 3상 부하의 소비전력은 $19.2kW$이다.
④ X — 상전류는 $40A$이므로 선전류의 실횻값은 503 A가 아니라 403 A이다.

오답 포인트

Y결선과 Δ결선의 3 관계를 뒤바꾸기 쉽다. Δ결선은 $V_L = V_\phi$, I_L=3I_ϕ이며, 임피던스의 크기는 실수부와 허수부를 단순히 더하지 않고 $\sqrt{4^2 + 3^2} = 5\Omega$로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

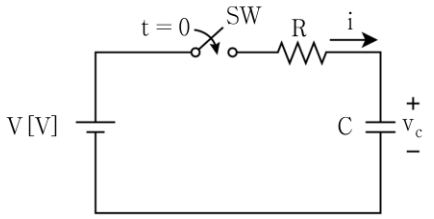
먼저 Y결선인지 Δ결선인지 확인한 뒤 상전압으로 상전류를 구하고, 결선 관계로 선전류를 환산하며, 마지막에 $P = 3V_\phi I_\phi \cos\phi$로 전력을 검산한다.

암기 포인트

Δ결선은 전압이 그대로이고 전류에 3이 붙는다: $V_L = V_\phi$, I_L=3I_ϕ, 선전류는 상전류보다 30° 늦다.

NoteBase

문 17. 그림과 같은 R−C 직렬회로에서 t = 0일 때 스위치 SW를 닫았다. 이때 콘덴서 양단의 전압 $v_c(0^+)$[V]와 회로의 전류 $i(0^+)$[A]는? (단, R = 5[kΩ], C = 200[μF], V = 10[V]이고 콘덴서의 초기 전압은 0[V]이다)



	$v_c(0^+)$[V]	$i(0^+)$[A]
①	0	0.002
②	0	2.0
③	10	0.002
④	10	2.0

정답 1번

출제 포인트

스위칭 직후 콘덴서 전압의 연속성을 적용하여 $v_c(0^+)$를 구하고, 옴의 법칙으로 초기 전류 $i(0^+)$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 5k\Omega = 5{,}000\Omega$, $C = 200\mu F$, $V = 10V$, $v_c(0^-) = 0V$이다.
구해야 할 값: $v_c(0^+)$와 $i(0^+)$이다.
주의할 조건: 콘덴서 양단 전압은 순간적으로 변할 수 없으며, 전류의 기준 방향은 그림의 화살표 방향이다.

사용할 공식

콘덴서 전압의 연속성은 다음과 같다.
$v_c(0^+) = v_c(0^-)$
스위칭 직후 저항 전류는 옴의 법칙으로 구한다.
$i(0^+) = \frac{V - v_c(0^+)}{R}$
콘덴서 전압은 순간적으로 뛰지 않으므로 첫 번째 공식을 사용하고, 그 직후 전원 전압과 콘덴서 전압의 차이가 저항에 걸리므로 두 번째 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 초기 전압이 $0V$이므로 $v_c(0^+) = v_c(0^-) = 0V$이다.
2. 스위칭 직후 저항에는 $10 - 0 = 10V$가 걸린다.
3. 따라서 초기 전류는 다음과 같다.

$i(0^+) = \frac{10V}{5{,}000\Omega} = 0.002A$

그러므로 $v_c(0^+) = 0V$, $i(0^+) = 0.002A$이다.

선지 판단

① O — $v_c(0^+) = 0V$, $i(0^+) = 0.002A$로 계산 결과와 모두 일치한다.

② X — 전압 $0V$는 맞지만 전류 $2.0A$가 틀렸다. $5k\Omega$를 $5{,}000\Omega$로 환산하면 올바른 전류는 $0.002A$이다.

③ X — 전류 $0.002A$는 맞지만 전압 $10V$가 틀렸다. 스위칭 직후 콘덴서 전압은 초기값을 유지하므로 올바른 전압은 $0V$이다.

④ X — 전압 $10V$와 전류 $2.0A$가 모두 틀렸다. 올바르게는 $v_c(0^+) = 0V$, $i(0^+) = 0.002A$이다.

오답 포인트

③과 ④의 $10V$는 충전이 끝난 정상상태의 콘덴서 전압을 스위칭 직후 값으로 착각한 경우이다. ②와 ④의 $2.0A$는 $5k\Omega$의 접두어 $k = 10^3$을 반영하지 않은 값이다. 이 문항에서 C의 크기는 시정수에는 영향을 주지만 주어진 초기 전압에서 스위칭 직후의 두 값 자체를 바꾸지는 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

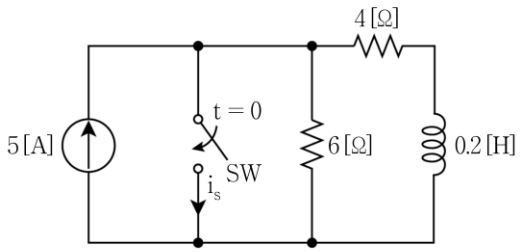
RC 스위칭 문제에서는 먼저 $v_c(0^+) = v_c(0^-)$로 초기 전압을 확정하고, 스위칭 직후의 등가회로에서 저항에 걸리는 전압을 구한 뒤 옴의 법칙을 적용한다. 마지막으로 $k\Omega$를 Ω로 환산하여 전류 단위를 검산한다.

암기 포인트

콘덴서 전압은 순간적으로 변하지 않는다. 초기 전압이 $0V$인 RC 충전회로에서 스위칭 직후에는 콘덴서를 단락처럼 보고 $i(0^+) = V/R$로 계산한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같은 회로에서 t = 0일 때 스위치 SW를 닫았다. 이때 스위치 SW로 흐르는 전류 $i_s(0^+)$[A]는? (단, t < 0에서 회로는 정상상태이다)



① 0.5
② 2.0
③ 3.0
④ 5.0

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류 정상상태에서 인덕터를 단락으로 보고 스위치 투입 직전의 인덕터 전류를 구한 뒤, 인덕터 전류의 연속성과 키르히호프 전류법칙을 이용해 스위치 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류원은 $5A$, 저항은 4Ω와 6Ω, 인덕턴스는 $0.2H$이다.
구해야 할 값: 스위치를 닫은 직후 아래 방향의 스위치 전류 $i_s(0^+)$이다.
주의할 조건: $t < 0$에서 정상상태이므로 인덕터는 단락처럼 동작하며, 인덕터 전류는 순간적으로 변할 수 없으므로 $i_L(0^+) = i_L(0^-)$이다.

사용할 공식

정상상태의 전류분배식은 $i_L(0^-) = 5 \cdot \frac{6}{4+6}$이다.
스위치 투입 직후 위쪽 노드의 전류법칙은 $5 = i_s(0^+) + i_L(0^+)$이다.
투입 전에는 인덕터가 단락되어 4Ω 가지와 6Ω 가지가 병렬이고, 투입 후에는 스위치가 두 노드를 단락하여 6Ω 저항 전류가 0이 되므로 이 식들을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. $t < 0$의 정상상태에서 인덕터를 단락으로 보면 4Ω와 6Ω가 병렬이다.
2. 4Ω-인덕터 가지의 전류는 $i_L(0^-) = 5 \cdot \frac{6}{4+6} = 3A$이다.
3. 인덕터 전류의 연속성에 따라 $i_L(0^+) = 3A$이다.
4. 스위치를 닫으면 6Ω 저항 양단 전압은 0이므로 그 가지 전류도 0이다. 위쪽 노드에 KCL을 적용하면 $5 = i_s(0^+) + 3$이므로 $i_s(0^+) = 2A$이다.

선지 판단

① X — 0.5A는 투입 전 전류분배와 투입 직후 KCL을 적용한 값이 아니다. 올바르게는 $i_s(0^+) = 2.0A$이다.
② O — 인덕터 가지에 3A가 계속 흐르므로 전류원 5A 중 나머지 2.0A가 스위치로 흐른다.
③ X — 3.0A는 스위치 전류가 아니라 투입 직전과 직후의 인덕터 가지 전류이다. 올바르게는 스위치 전류가 2.0A이다.
④ X — 5.0A는 전류원의 전류 전체를 스위치 전류로 본 값으로, 계속 흐르는 인덕터 전류 3A를 누락했다. 올바르게는 $i_s(0^+) = 5 - 3 = 2.0A$이다.

오답 포인트

스위치를 닫은 직후 인덕터를 곧바로 개방하거나 단락으로 바꾸어 생각하면 안 된다. $t = 0^+$에서 유지되는 것은 인덕터 전류이며, 3A는 스위치 전류가 아니라 인덕터 가지 전류이다. 또한 스위치가 닫혀도 전류원 전류 5A 전부가 스위치로 흐르는 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 스위칭 회로에서는 먼저 $t = 0^-$의 정상상태에서 인덕터를 단락으로 보아 전류를 구하고, $i_L(0^+) = i_L(0^-)$로 옮긴 다음, 스위칭 후 회로에 KCL 또는 KVL을 적용한다.

암기 포인트

인덕터 전류는 순간적으로 변하지 않는다. 이 문제에서는 3A가 인덕터로 유지되고, $5 - 3 = 2A$가 스위치로 흐른다.

NoteBase

문 19. 전압의 최댓값이 220[V]이고 주파수가 60[Hz]인 경우 $t = \frac{1}{720}$ [s]일 때, 전압의 순싯값[V]은? (단, 전압의 위상은 0°이다)

① $220\sqrt{2}$
② 220
③ $110\sqrt{2}$
④ 110

정답 4번

출제 포인트

정현파 전압의 최댓값, 주파수, 위상 및 시간을 이용해 특정 시각의 순싯값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 최댓값 $V_m = 220V$, 주파수 $f = 60Hz$, 시간 $t = 1/720s$, 초기 위상 $\phi = 0°$이다.
구해야 할 값: 시간 $t = 1/720s$에서의 전압 순싯값 $v(t)$이다.
주의할 조건: 220은 실횻값이 아니라 최댓값이므로 $\sqrt{2}$를 곱하지 않는다.

사용할 공식

정현파 전압의 순싯값은 다음과 같다.
$v(t) = V_m \sin(2\pi ft + \phi)$
최댓값, 주파수, 시간, 초기 위상이 주어졌으므로 이 식에 각 값을 직접 대입한다.

계산 과정

먼저 시간 $t = 1/720s$에서의 위상각을 구한다.
$2\pi ft + \phi = 2\pi \times 60 \times \frac{1}{720} + 0 = \frac{\pi}{6}$
따라서 순싯값은 다음과 같다.
$v = 220\sin\frac{\pi}{6} = 220 \times \frac{1}{2} = 110V$

선지 판단

① X — $220\sqrt{2}V$는 주어진 220을 실횻값으로 오인해 최댓값으로 바꾼 값이다. 이 문제에서 220은 이미 최댓값이며, 올바른 순싯값은 $110V$이다.
② X — $220V$는 최댓값을 그대로 고른 값으로, $t = 1/720s$에서 $\sin(\pi/6) = 1/2$를 반영하지 않았다. 올바른 값은 $110V$이다.
③ X — $110\sqrt{2}V$는 220을 실횻값으로 잘못 보고 $220\sqrt{2} \times \sin(\pi/6)$로 계산한 값이다. 220은 최댓값이므로 올바른 값은 $110V$이다.
④ O — $220\sin(\pi/6) = 110V$이므로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

핵심 함정은 '최댓값 220'을 실횻값 220으로 잘못 읽는 데 있다. 또한 주파수와 시간을 곱한 ft를 그대로 각도로 쓰지 않고, 반드시 위상각 $2\pi ft$로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 순싯값 문제는 먼저 주어진 전압이 최댓값인지 실횻값인지 구분한 뒤, $2\pi ft + \phi$를 계산하고 $v = V_m \sin(2\pi ft + \phi)$에 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

순싯값은 '최댓값 × 사인값'이다: $v = V_m \sin(2\pi ft + \phi)$.

NoteBase

문 20. 비정현파 회로의 전압 $v(t)$와 전류 $i(t)$가 다음과 같은 경우, 이 회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$v(t) = \sin\omega t + 2\sin 3\omega t + 3\sin 5\omega t[V]$$
$$i(t) = 2\sin(\omega t - \frac{\pi}{6}) + 3\sqrt{2}\sin(2\omega t - \frac{\pi}{4}) + 2\sin(3\omega t - \frac{\pi}{3})[A]$$

① 전압 $v(t)$와 전류 $i(t)$ 파형을 푸리에 급수(Fourier series)로 전개할 수 있다.
② 전류의 실횻값은 $\sqrt{13}$ [A]이다.
③ 소비전력은 $\frac{\sqrt{3}+9}{2}$ [W]이다.
④ 전압의 실횻값은 $\sqrt{7}$ [V]이다.

정답 3번

출제 포인트

비정현파 전압·전류의 실효값과 평균 소비전력을 고조파별로 계산하는 문제이다. 실효값의 제곱은 각 고조파 실효값 제곱의 합이며, 평균전력에는 전압과 전류에 공통으로 존재하는 같은 주파수 성분만 기여한다.

조건 정리

전압의 고조파 최대값은 기본파부터 각각 1, 2, 3이고, 전류의 고조파 최대값은 각각 $2, 3\sqrt{2}, 2$이다. 전압과 전류에 공통으로 존재하는 주파수는 ω와 3ω이다. 전류의 2ω 성분과 전압의 5ω 성분은 상대 파형에 같은 주파수 성분이 없으므로 평균전력에 기여하지 않는다.

사용할 공식

서로 다른 고조파는 직교하므로 전체 실효값은 다음과 같다.

$$X_{\text{rms}} = \sqrt{\sum_n \frac{X_{n,m}^2}{2}}$$

같은 주파수의 전압과 전류 성분이 만드는 평균전력은 다음과 같다.

$$P_n = V_{n,\text{rms}} I_{n,\text{rms}} \cos(\theta_{v,n} - \theta_{i,n}) = \frac{V_{n,m} I_{n,m}}{2} \cos(\theta_{v,n} - \theta_{i,n})$$

주파수가 다른 성분들의 곱은 한 주기 평균이 0이므로 서로 짝지어 전력을 계산하지 않는다.

NoteBase

계산 과정

전류의 실효값은
$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{2^2 + (3\sqrt{2})^2 + 2^2}{2}} = \sqrt{13}\,\text{A}$
이다. 전압의 실효값은
$V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1^2 + 2^2 + 3^2}{2}} = \sqrt{7}\,\text{V}$
이다. 평균 소비전력은 공통 주파수인 기본파와 제3고조파의 전력만 더하므로
$P = \frac{1 \cdot 2}{2}\cos\frac{\pi}{6} + \frac{2 \cdot 2}{2}\cos\frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} + 1 = \frac{\sqrt{3}+2}{2}\,\text{W}$
이다.

선지 판단

① O — 주어진 전압과 전류는 기본주파수의 정수배인 고조파 사인파들의 합이므로 푸리에 급수로 나타낼 수 있다.
② O — 전류의 각 고조파 실효값 제곱을 합하면 $I_{\text{rms}}^2 = 2 + 9 + 2 = 13$이므로 실효값은 $\sqrt{13}\,\text{A}$이다.
③ X — 서로 다른 주파수 성분까지 전력 계산에 대응시키면 안 된다. 공통으로 존재하는 ω와 3ω 성분만 계산하면 소비전력은 $\frac{\sqrt{3}+2}{2}\,\text{W}$이다. 따라서 '$\frac{\sqrt{3}+9}{2}\,\text{W}$'는 '$\frac{\sqrt{3}+2}{2}\,\text{W}$'로 고쳐야 한다.
④ O — 전압의 각 고조파 실효값 제곱을 합하면 $V_{\text{rms}}^2 = \frac{1+4+9}{2} = 7$이므로 실효값은 $\sqrt{7}\,\text{V}$이다.

오답 포인트

③에서는 전압의 5ω 성분과 전류의 2ω 성분처럼 주파수가 다른 항을 서로 곱해 소비전력에 포함하는 실수가 함정이다. 또한 정현파 항에 적힌 계수는 최대값이므로 실효값 계산에서는 제곱한 뒤 2로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 주파수별로 전압과 전류 성분을 분리한다. 실효값은 모든 고조파의 제곱합으로 구하고, 평균전력은 전압과 전류에 공통으로 있는 같은 차수의 고조파끼리만 위상차를 적용하여 계산한다. 마지막으로 문제의 '옳지 않은 것'이라는 부정형 조건을 확인한다.

암기 포인트

실효값은 모든 고조파의 제곱합, 평균전력은 같은 주파수끼리만 계산한다.

NoteBase