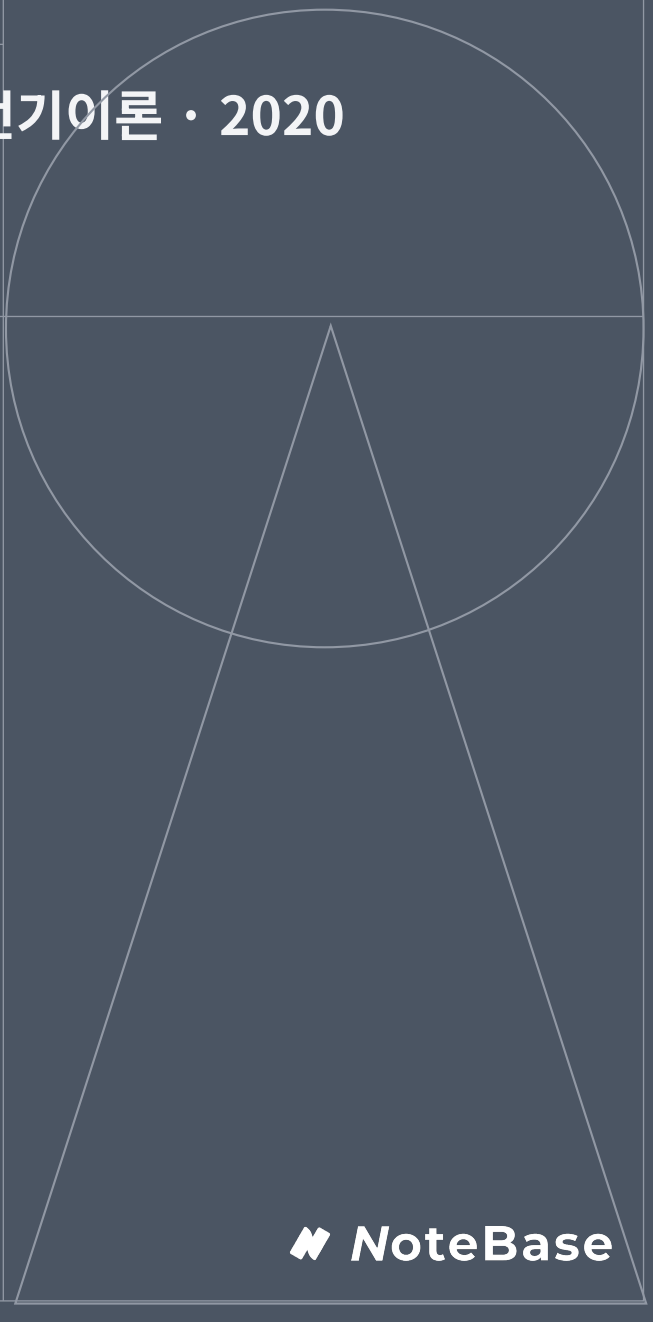
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2020



NoteBase

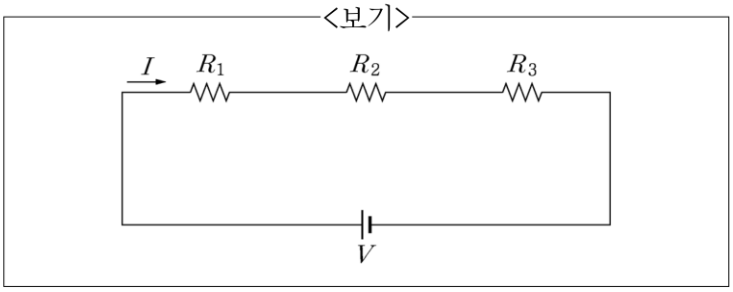
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2020

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2020

1. <보기>와 같은 회로에서 I[A]의 값은?

<보기>



① $\dfrac{V}{R_1+R_2+R_3}$ ② $\dfrac{V}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}$

③ $\left(\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{1}{R_3}\right)\times\dfrac{1}{V}$ ④ $\dfrac{R_1+R_2+R_3}{V}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직렬로 연결된 저항의 합성저항을 구한 뒤 옴의 법칙을 적용하여 회로 전류 *I*를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 V, 직렬 저항은 R_1, R_2, R_3이다.

구해야 할 값: 회로 전체에 흐르는 전류 *I*이다.

주의할 조건: 세 저항은 분기 없이 하나의 경로에 직렬로 연결되어 있으므로 각 저항에 같은 전류가 흐른다.

사용할 공식

직렬회로의 합성저항은

$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

이고, 옴의 법칙은

$I = \frac{V}{R_{eq}}$

이다. 직렬 연결에서는 저항값을 더하여 합성저항을 구하므로 이 두 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 직렬로 연결된 세 저항을 더한다.

$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

2. 옴의 법칙에 합성저항을 대입한다.

$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$

3. 따라서 회로 전류의 단위는 A이고, 계산 결과는 ①의 식과 일치한다.

선지 판단

① O — $\frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$는 직렬 합성저항을 분모에 둔 옴의 법칙이므로 옳다.

② X — $\frac{V}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$는 병렬회로에서 사용하는 역수 합을 직렬회로에 적용한 식이다. 올바르게는 $I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$이다.

③ X — $\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)\frac{1}{V}$는 저항의 역수 합을 전압으로 나눈 식으로, 옴의 법칙 $I = V/R$에서 전압과 저항의 위치가 맞지 않는다. 올바르게는 $I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$이다.

④ X — $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{V}$는 옴의 법칙의 분자와 분모를 뒤바꾼 식이다. 올바르게는 합성저항을 전압의 분모에 두어 $I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$으로 계산한다.

계산 결과 $I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

②와 ③은 병렬회로의 저항 계산에 등장하는 역수 합을 직렬회로에 잘못 적용하도록 유도한다. ④는 옴의 법칙 $I = V/R$의 분자와 분모를 바꾼 식이다. 이 회로는 분기가 없으므로 먼저 직렬회로임을 확인하는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

회로에 분기가 없으면 직렬 연결로 판단하여 저항을 모두 더하고, 분기가 있으면 병렬 연결 여부를 확인한다. 그다음 $I = V/R_{eq}$에 합성저항을 대입하고 단위가 A가 되는지 검산한다.

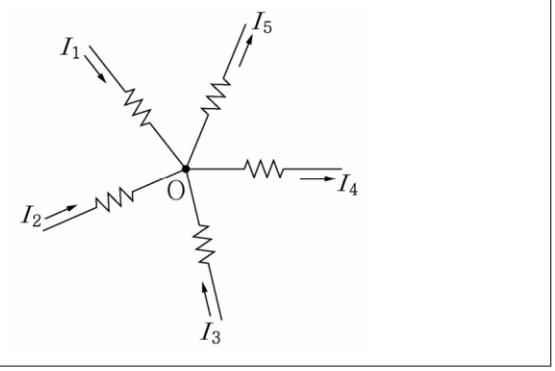
암기 포인트

직렬저항은 그대로 더하고, 전체 전류는 $I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$이다.

NoteBase

2. <보기>와 같은 회로에서 $I_1 = 5\,[\mathrm{A}]$, $I_2 = 3\,[\mathrm{A}]$, $I_3 = -2\,[\mathrm{A}]$, $I_4 = 4\,[\mathrm{A}]$일 때, $I_5\,[\mathrm{A}]$는?

<보기>



① 1 ② 2
③ 3 ④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 한 접속점으로 들어오는 전류의 합과 나가는 전류의 합이 같다는 키르히호프의 전류법칙을 이용해 I_5를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $I_1 = 5A$, $I_2 = 3A$, $I_3 = -2A$, $I_4 = 4A$이다.
구해야 할 값: I_5이다.
주의할 조건: 그림의 기준방향에서 I_1, I_2, I_3는 접속점 O로 유입되고, I_4, I_5는 O에서 유출된다. 다만 $I_3 = -2A$이므로 I_3의 실제 방향은 표시된 기준방향과 반대이며, 실제로는 2A가 유출된다.

사용할 공식

키르히호프의 전류법칙은 다음과 같다.
Σ I_유입=Σ I_유출
접속점에 전하가 계속 쌓이지 않으므로 한 접속점으로 유입되는 전류의 총합과 유출되는 전류의 총합이 같아야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 그림의 기준방향에 맞추어 전류 방정식을 세우면 다음과 같다.

$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$

2. 주어진 값을 대입한다.

$5 + 3 + (-2) = 4 + I_5$

3. 정리하면 다음과 같다.

$6 = 4 + I_5$

$I_5 = 2A$

선지 판단

① X — $I_5 = 1A$는 계산 결과 $2A$와 다르다. 올바르게는 $I_5 = 2A$이다.

② O — 키르히호프의 전류법칙으로 계산한 $I_5 = 2A$와 일치한다.

③ X — $I_5 = 3A$는 계산 결과 $2A$와 다르다. 올바르게는 $I_5 = 2A$이다.

④ X — $I_5 = 4A$는 계산 결과 $2A$와 다르다. 올바르게는 $I_5 = 2A$이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 I_3의 음의 부호를 무시하는 것이다. $I_3 = -2A$는 화살표 방향으로 $-2A$가 흐른다는 뜻이며, 실제로는 화살표 반대 방향으로 $2A$가 흐른다. 따라서 유입 전류를 계산할 때 $5 + 3 + 2$가 아니라 $5 + 3 - 2$로 처리한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 전류의 기준 화살표가 접속점으로 들어오는지 나가는지 구분한 뒤, 음의 전류는 기준방향과 실제 방향이 반대임을 반영한다. 그다음 유입 전류의 합과 유출 전류의 합을 같게 놓고 미지 전류를 계산한다.

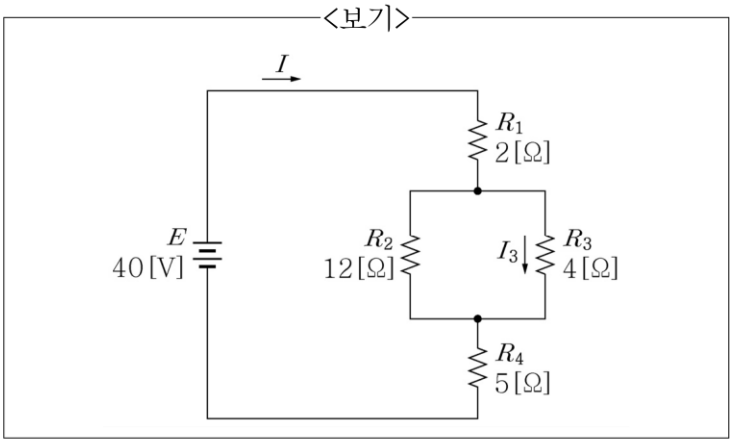
암기 포인트

접속점에서는 유입 전류의 합과 유출 전류의 합이 같고, 전류값이 음수이면 실제 방향은 기준 화살표와 반대이다.

NoteBase

3. <보기>와 같은 회로에서 $E=40[\mathrm{V}]$, $R_1=2[\Omega]$, $R_2=12[\Omega]$, $R_3=4[\Omega]$, $R_4=5[\Omega]$일 때, $R_3=4[\Omega]$에 흐르는 전류 $I_3[\mathrm{A}]$의 값은?

<보기>



① 0.5 ② 1
③ 3 ④ 5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직렬·병렬 혼합회로의 합성저항과 전류분배법칙을 이용해 병렬 가지 R_3에 흐르는 전류 I_3를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $E=40V$, $R_1=2\Omega$, $R_2=12\Omega$, $R_3=4\Omega$, $R_4=5\Omega$이다.
구해야 할 값: R_3에 아래 방향으로 흐르는 전류 I_3이다.
주의할 조건: R_2와 R_3는 병렬이고, 이 병렬 부분은 R_1, R_4와 직렬이다.

NoteBase

사용할 공식

병렬합성저항은

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

이고, 전체전류는

$$I = \frac{E}{R_1 + R_{23} + R_4}$$

이다. 두 병렬 가지의 전류는 저항에 반비례하므로 전류분배법칙에 따라

$$I_3 = I \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

를 사용한다. R_2와 R_3에 같은 전압이 걸리는 병렬회로이므로 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 병렬 부분의 합성저항을 구한다.

$$R_{23} = \frac{12 \times 4}{12 + 4} = 3\Omega$$

2. 회로의 전체 합성저항과 전체전류를 구한다.

$$R_T = 2 + 3 + 5 = 10\Omega$$

$$I = \frac{40}{10} = 4A$$

3. 전류분배법칙으로 R_3의 전류를 구한다.

$$I_3 = 4 \times \frac{12}{12 + 4} = 3A$$

따라서 R_3에 흐르는 전류는 $3A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.5A는 계산 결과 3A와 다르다. 틀린 값 0.5A는 3A로 고쳐야 한다.
② X — 1A는 계산 결과 3A와 다르다. 틀린 값 1A는 3A로 고쳐야 한다.
③ O — 전류분배법칙으로 계산한 I_3가 3A이므로 맞다.
④ X — 5A는 계산 결과 3A와 다르며 전체전류 4A보다도 클 수 없다. 틀린 값 5A는 3A로 고쳐야 한다.

오답 포인트

병렬 가지의 전류분배에서 자기 저항 R_3을 분자에 넣는 실수가 핵심 함정이다. 전류는 저항에 반비례하므로 I_3을 구할 때 분자에는 다른 가지의 저항 R_2가 들어간다. 또한 병렬 부분의 전류를 구하기 전에 R_1과 R_4를 포함한 전체 합성저항으로 전체전류를 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼합회로에서는 병렬 구간을 먼저 합성한 뒤 전체전류를 구하고, 마지막에 전류분배법칙으로 원하는 가지 전류를 구한다. 계산 후에는 가지 전류의 합이 전체전류와 같은지도 검산한다. 이 회로에서는 $I_2 = 1A$, $I_3 = 3A$이므로 $I_2 + I_3 = 4A = I$가 된다.

암기 포인트

병렬 전류는 저항에 반비례한다. 두 병렬 저항에서 한 가지의 전류를 구할 때 전류분배식의 분자에는 반대쪽 가지의 저항이 들어간다.

NoteBase

4. 유효 전력이 40[W]이고, 무효 전력이 30[Var]인 교류 회로의 역률은?

① 0.4 ② 0.6
③ 0.8 ④ 1

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유효전력과 무효전력으로 피상전력을 구한 뒤, 유효전력을 피상전력으로 나누어 교류 회로의 역률을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유효전력 $P = 40W$, 무효전력 $Q = 30Var$
구해야 할 값: 역률 $\cos\phi$
주의할 조건: 유효전력과 무효전력을 단순히 더하지 않고 직각삼각형 관계로 피상전력을 구한다.

사용할 공식

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
$\cos\phi = \frac{P}{S}$
유효전력 P와 무효전력 Q는 전력삼각형에서 서로 직각인 성분이므로 피상전력 S는 피타고라스 관계로 구한다.
역률은 피상전력 중 실제로 일을 하는 유효전력의 비율이다.

계산 과정

1. 피상전력을 구한다.
$S = \sqrt{40^2 + 30^2} = \sqrt{2500} = 50VA$
2. 역률을 구한다.
$\cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{40}{50} = 0.8$
따라서 교류 회로의 역률은 0.8이다.

선지 판단

① X — 0.4는 $P/S = 40/50$의 계산 결과가 아니다. 0.4가 아니라 0.8로 고쳐야 한다.
② X — 0.6은 $Q/S = 30/50$으로 구한 무효전력의 비율이며 역률이 아니다. 역률은 $P/S = 0.8$이다.
③ O — $P/S = 40/50 = 0.8$이므로 역률과 일치한다.
④ X — 역률 1은 무효전력이 0인 순저항성 회로에서 성립한다. 이 문제는 $Q = 30Var$이므로 1이 아니라 0.8이다.

NoteBase

오답 포인트

유효전력과 무효전력을 단순히 더해 피상전력을 구하거나, $Q/S = 0.6$을 역률로 착각하기 쉽다. 역률의 분자는 무효전력 Q가 아니라 유효전력 P이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유효전력과 무효전력이 주어지면 먼저 $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$로 피상전력을 구하고, 이어서 P/S를 계산해 역률을 판단한다.

암기 포인트

전력삼각형은 $S^2 = P^2 + Q^2$, 역률은 P/S이다.

NoteBase

5. $I=5\sqrt{3}+j5\,[\mathrm{A}]$로 표시되는 교류전류의 극좌표로 옳은 것은?

① $10\angle 30°$ ② $10\angle 60°$

③ $20\angle 30°$ ④ $20\angle 60°$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직교형으로 주어진 교류전류를 크기와 위상각으로 나타내는 극형식으로 변환하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전류는 $I=5\sqrt{3}+j5[A]$이다. 실수부는 $5\sqrt{3}$, 허수부는 5이며, 두 성분이 모두 양수이므로 위상각은 제1사분면에 있다. 구해야 할 값은 전류의 크기 $|I|$와 위상각 θ이다.

사용할 공식

직교형 $I=a+jb$를 극형식으로 바꿀 때는 다음 공식을 사용한다.

$|I|=\sqrt{a^2+b^2}, \qquad \theta=\tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$

실수부와 허수부가 서로 직교하는 두 성분이므로 피타고라스 관계로 크기를 구하고, 허수부와 실수부의 비로 위상각을 구한다.

계산 과정

전류의 크기는

$|I|=\sqrt{(5\sqrt{3})^2+5^2}=\sqrt{75+25}=10[A]$

이다. 위상각은

$\theta=\tan^{-1}\left(\frac{5}{5\sqrt{3}}\right)=\tan^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)=30^\circ$

이다. 따라서 극형식은 $I=10\angle 30^\circ\,[A]$이다.

선지 판단

① O — 계산한 크기가 10[A], 위상각이 30°이므로 $10\angle 30^\circ$가 맞다.

② X — 크기 10[A]는 맞지만 위상각 60°가 틀렸다. 올바르게는 허수부를 실수부로 나눈 $\tan\theta=1/\sqrt{3}$을 적용하여 $10\angle 30^\circ$이다.

③ X — 위상각 30°는 맞지만 크기 20[A]가 틀렸다. 올바르게는 $\sqrt{(5\sqrt{3})^2+5^2}=10[A]$이므로 $10\angle 30^\circ$이다.

④ X — 크기 20[A]와 위상각 60°가 모두 틀렸다. 올바른 극형식은 $10\angle 30^\circ$이다.

NoteBase

오답 포인트

실수부와 허수부의 계수를 단순히 더해 크기를 20[A]로 판단하면 안 된다. 또한 $\tan\theta$에서 분자와 분모를 바꾸어 $\sqrt{3}$으로 계산하면 60 °를 고르게 된다. 이 문항에서는 θ=허수부/실수부이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직교형 $a + jb$가 나오면 먼저 실수부와 허수부의 부호로 사분면을 정하고, $\sqrt{a^2 + b^2}$로 크기를 구한 뒤 $\tan^{-1}(b/a)$로 위상각을 구한다.

암기 포인트

극형식 변환은 '크기는 제곱합의 제곱근, 각도는 허수부÷실수부의 역탄젠트'이다.

NoteBase

6. $v = 3\sin(240\pi t - \frac{\pi}{2})$ [V]일 때, 주파수[Hz]는?

① 60 ② 120 ③ 180 ④ 240

정답 2번

출제 포인트

정현파의 각주파수 ω와 주파수 f의 관계 $\omega = 2\pi f$를 이용해 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 식: $v = 3\sin(240\pi t - \frac{\pi}{2})[V]$
각주파수: $\omega = 240\pi rad/s$
구해야 할 값: 주파수 $f[Hz]$
주의할 조건: 위상각 $-\frac{\pi}{2}$은 주파수에 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

$\omega = 2\pi f$, 따라서 $f = \frac{\omega}{2\pi}$이다.
정현파 $A\sin(\omega t + \phi)$에서 시간 t의 계수는 각주파수 ω이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. t의 계수에서 $\omega = 240\pi rad/s$를 확인한다.
2. $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{240\pi}{2\pi} = 120Hz$이다.
3. 계산 결과와 일치하는 선지는 ②이다.

선지 판단

① X — 60Hz는 계산 결과 120Hz와 일치하지 않는다. ①의 '60Hz'는 '120Hz'로 고쳐야 한다.
② O — $f = 240\pi/(2\pi) = 120Hz$이므로 옳다.
③ X — 180Hz는 계산 결과와 일치하지 않는다. ③의 '180Hz'는 '120Hz'로 고쳐야 한다.
④ X — 240π는 각주파수의 수치 계수이며 주파수는 이를 2π로 나눈 값이다. ④의 '240Hz'는 '120Hz'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

식의 240π를 그대로 주파수로 읽는 것이 함정이다. t의 계수는 주파수 f가 아니라 각주파수 ω이므로 반드시 2π로 나눈다. 진폭 3과 위상각 $-\frac{\pi}{2}$은 주파수 계산에 사용하지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

정현파를 $A\sin(\omega t+\phi)$와 비교해 t의 계수 ω를 찾고, $f=\omega/(2\pi)$로 변환한 뒤 단위를 Hz로 확인한다.

암기 포인트

각주파수는 $\omega=2\pi f$, 주파수는 $f=\omega/(2\pi)$이다.

NoteBase

7. 직류 발전기의 전기자 반지름이 30 [cm], 출력이 3 [kW]일 때 1,500 [rpm]으로 회전을 하고 있다면 전기자의 주변 속도 [m/s]는?

① 900π ② 450π

③ 15π ④ 7.5π

정답 3번

출제 포인트

회전하는 전기자 표면의 원주속도를 회전 반지름과 분당 회전수로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반지름 $r = 30cm = 0.30m$, 회전수 $N = 1{,}500rpm$이다.
구해야 할 값: 전기자 표면의 원주속도 v $[m/s]$이다.
주의할 조건: rpm은 분당 회전수이므로 초당 회전수로 바꾸기 위해 60으로 나눈다. 출력 $3kW$는 원주속도 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

한 바퀴 동안 이동하는 거리는 원의 둘레 $2\pi r$이고, 초당 회전수는 $N/60$이므로 다음 공식을 사용한다.
$v = 2\pi r \times \frac{N}{60}$

계산 과정

1. 반지름을 미터로 환산하면 $30cm = 0.30m$이다.
2. 회전수를 초당 회전수로 환산하면 $1{,}500/60 = 25rps$이다.
3. 원주속도는 다음과 같다.

$v = 2\pi \times 0.30 \times 25 = 15\pi m/s$
따라서 전기자의 원주속도는 $15\pi m/s$이다.

선지 판단

① X — 900π는 $2\pi \times 0.30 \times 1{,}500$으로 계산해 분을 초로 바꾸지 않았을 때 나오는 분당 이동거리이다. m/s 단위의 올바른 값은 15π이다.
② X — 450π는 원의 둘레를 $2\pi r$가 아닌 πr로 잘못 쓰고, rpm을 rps로도 환산하지 않았을 때 나오는 값이다. 올바르게는 $v = 2\pi r(N/60) = 15\pi m/s$이다.
③ O — 공식에 $r = 0.30m$, $N = 1{,}500rpm$을 대입하면 $v = 15\pi m/s$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 7.5π는 원의 둘레에서 계수 2를 빠뜨려 실제 값의 절반이 된 것이다. 올바른 원의 둘레는 $2\pi r$이므로 원주속도는 $15\pi m/s$이다.

NoteBase

오답 포인트

가장 큰 함정은 1,500rpm을 그대로 곱해 m/min 값을 구한 뒤 이를 m/s로 착각하는 것이다. 또한 반지름 r을 사용할 때 원의 둘레는 $2\pi r$이며, 출력 $3kW$는 이 계산과 무관하다.

다시 나오면 이렇게 판단

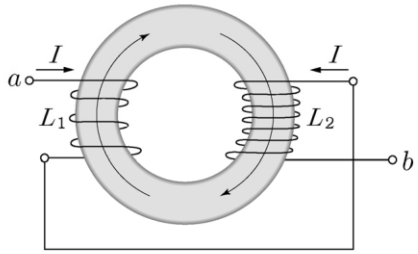
회전체의 원주속도 문제는 반지름을 미터로 환산하고, rpm을 60으로 나누어 rps로 바꾼 뒤, 한 바퀴의 이동거리 $2\pi r$를 곱하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

회전수가 $N rpm$일 때 원주속도는 $v = 2\pi r N/60$이다.

8. <보기>와 같은 접속 형태일 때, 합성 인덕턴스 값[H]은? (단, 전자결합인 상호인덕턴스 M[H]을 고려한다.)

<보기>



① L_1+L_2+M ② L_1+L_2+2M

③ L_1-L_2+M ④ L_1-L_2+2M

정답 2번

출제 포인트

두 코일을 직렬로 연결했을 때, 각 코일이 만드는 자속의 방향을 보고 상호 인덕턴스 항의 부호를 결정하여 합성 인덕턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

두 코일 L_1, L_2는 같은 철심에 감겨 있어 상호 인덕턴스 M이 존재한다.
그림의 전류 방향에서 두 코일이 만드는 자속은 같은 방향이므로 직렬 가동 결합이다.
구해야 할 값은 단자 a-b에서 본 합성 인덕턴스이다.

사용할 공식

직렬 결합 코일의 합성 인덕턴스는

$$L = L_1 + L_2 \pm 2M$$

이다. 두 코일의 자속이 서로 돕는 직렬 가동 결합이면 $+2M$, 서로 방해하는 직렬 차동 결합이면 $-2M$을 적용한다. 이 그림에서는 두 자속이 같은 방향이므로 $+2M$을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 직렬 연결이므로 자기 인덕턴스 항은 $L_1 + L_2$로 더한다.
2. 두 코일의 자속 방향이 같으므로 상호 인덕턴스 항은 $+2M$이다.
3. 따라서

$$L = L_1 + L_2 + 2M$$

이 된다.

선지 판단

① X — $L_1 + L_2 + M$은 상호 인덕턴스의 기여를 한 번만 더한 식이다. 상호 유도 전압은 두 코일 각각에 나타나므로 올바르게는 $L_1 + L_2 + 2M$이다.

② O — 자기 인덕턴스 L_1, L_2를 더하고, 같은 방향의 자속에 따른 상호 인덕턴스 기여 $2M$을 더한 $L_1 + L_2 + 2M$이므로 맞다.

③ X — $L_1 - L_2 + M$은 직렬인 두 코일의 자기 인덕턴스 중 L_2를 빼고 상호 인덕턴스도 한 번만 반영한 식이다. 올바르게는 두 자기 인덕턴스를 더하고 상호 인덕턴스를 두 번 반영한 $L_1 + L_2 + 2M$이다.

④ X — $L_1 - L_2 + 2M$은 L_2의 부호가 잘못되었다. 직렬 연결에서는 두 자기 인덕턴스가 합산되므로 올바르게는 $L_1 + L_2 + 2M$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 상호 인덕턴스 항을 M으로 한 번만 반영하는 것과, 결합 방향에 따라 바뀌는 항을 L_2의 부호로 오해하는 것이다. 직렬 결합에서 L_1과 L_2는 항상 더하고, 자속이 서로 돕는지 방해하는지에 따라 $2M$의 부호만 정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 두 코일의 자기 인덕턴스를 $L_1 + L_2$로 합산한 뒤, 전류가 만드는 자속의 방향을 비교한다. 자속이 같은 방향이면 $+2M$, 반대 방향이면 $-2M$을 적용한다.

암기 포인트

직렬 결합은 $L_1 + L_2 \pm 2M$이며, 자속이 서로 도우면 더하고 서로 방해하면 뺀다.

NoteBase

9. 단상 전압 100[V], 유효전력 800[W], 역률 80[%]인 회로의 전류[A]는?

① 10 ② 8 ③ 6 ④ 2

정답 1번

출제 포인트

단상 교류회로의 유효전력 공식 $P = VI\cos\theta$를 이용하여 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압 $V = 100V$, 유효전력 $P = 800W$, 역률 $\cos\theta = 0.8$
구해야 할 값: 전류 I
주의할 조건: 역률 80%는 계산할 때 0.8로 바꾼다.

사용할 공식

단상 교류회로의 유효전력은
$P = VI\cos\theta$
이다. 유효전력은 피상전력 VI에 역률 $\cos\theta$를 곱한 값이므로 이 공식을 사용한다. 따라서 전류는 $I = \frac{P}{V\cos\theta}$로 구한다.

계산 과정

역률을 소수로 바꾸면 80% = 0.8이다.
$I = \frac{P}{V\cos\theta} = \frac{800}{100 \times 0.8} = 10A$
따라서 회로의 전류는 $10A$이다.

선지 판단

① O — 공식에 주어진 값을 대입한 전류가 $10A$이므로 옳다.
② X — $8A$는 역률을 반영하지 않고 $800W \div 100V$로만 계산한 값이다. 올바른 전류는 역률 0.8로 다시 나눈 $10A$이다.
③ X — 전류가 $6A$라면 유효전력은 $100 \times 6 \times 0.8 = 480W$가 되어 주어진 $800W$와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $10A$이다.
④ X — 전류가 $2A$라면 유효전력은 $100 \times 2 \times 0.8 = 160W$에 불과하다. 올바른 값은 $10A$이다.

NoteBase

오답 포인트

유효전력을 단순히 전압으로만 나누면 ②의 8A가 나온다. 단상 교류회로에서는 역률이 1이 아닐 때 $P = VI$가 아니라 $P = VI\cos\theta$를 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 회로에서 전압, 유효전력, 역률이 주어지면 역률을 소수로 바꾼 뒤 $I = \frac{P}{V\cos\theta}$에 대입한다. 계산 후 $VI\cos\theta$가 주어진 유효전력과 일치하는지 검산한다.

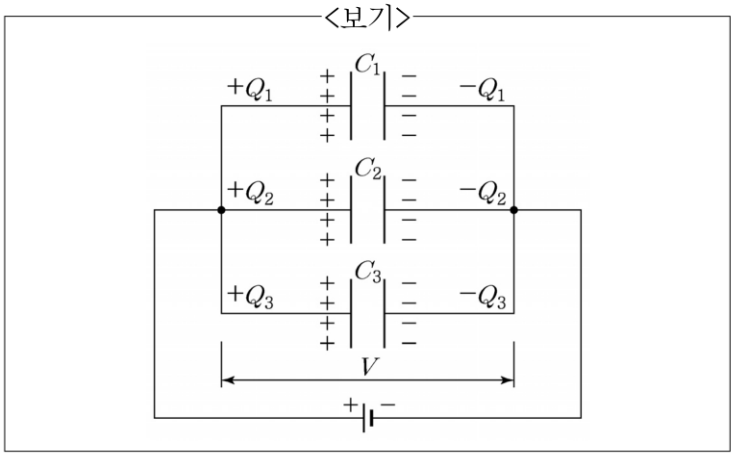
암기 포인트

단상 유효전력은 $P = VI\cos\theta$, 전류는 $I = \frac{P}{V\cos\theta}$이다.

NoteBase

10. <보기>와 같은 커패시터의 병렬 연결 회로도에서 $C_1 = 1[\mathrm{F}]$, $C_2 = 2[\mathrm{F}]$, $C_3 = 3[\mathrm{F}]$일 때, 합성 정전용량[F]은?

<보기>



① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 병렬 연결된 커패시터의 합성 정전용량을 각 정전용량의 합으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = 1\mathrm{F}$, $C_2 = 2\mathrm{F}$, $C_3 = 3\mathrm{F}$이다.
구해야 할 값: 병렬 회로의 합성 정전용량 C_{eq}이다.
주의할 조건: 세 커패시터의 양단이 각각 같은 두 노드에 연결되어 있으므로 병렬 연결이다.

사용할 공식

병렬 연결의 합성 정전용량은
$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$
이다. 병렬 연결에서는 각 커패시터에 같은 전압 V가 걸리고 전체 전하는 $Q_1 + Q_2 + Q_3$이므로 정전용량을 모두 더한다.

계산 과정

1. 세 커패시터가 병렬 연결임을 확인한다.
2. 정전용량을 합산한다.
$C_{eq} = 1\mathrm{F} + 2\mathrm{F} + 3\mathrm{F} = 6\mathrm{F}$
3. 합성 정전용량은 6F이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 3F은 세 정전용량을 모두 더하지 않은 값이다. ‘합성 정전용량은 3F’라는 표현은 틀리고, 올바르게는 6F이다.
② X — 4F은 C_2를 누락하고 $C_1 + C_3$만 더한 값이다. ‘합성 정전용량은 4F’라는 표현은 틀리고, 올바르게는 6F이다.
③ X — 5F은 C_1을 누락하고 $C_2 + C_3$만 더한 값이다. ‘합성 정전용량은 5F’라는 표현은 틀리고, 올바르게는 6F이다.
④ O — 세 커패시터를 모두 더한 값이 $1 + 2 + 3 = 6$F이므로 옳다.

오답 포인트

커패시터의 병렬 연결을 직렬 연결로 혼동하거나 일부 커패시터를 합산에서 빠뜨리는 것이 함정이다. 그림에서 각 커패시터의 왼쪽 단자끼리, 오른쪽 단자끼리 같은 노드에 연결되었는지를 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 소자의 양단이 같은 두 노드에 연결되어 있는지 확인한다. 병렬이면 정전용량을 그대로 더하고, 계산 결과의 단위가 F인지 검산한다.

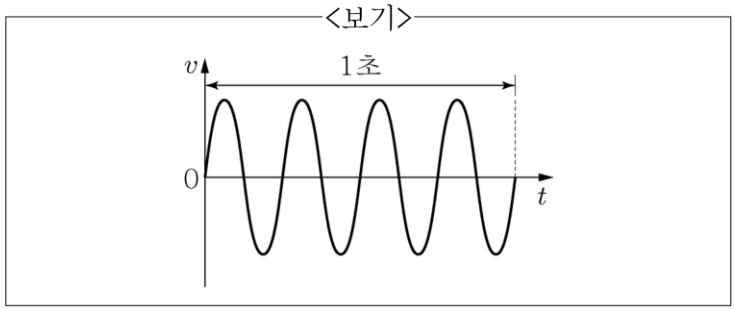
암기 포인트

커패시터 병렬 연결은 정전용량의 합이다: $C_{eq} = C_1 + C_2 + \cdots$.

NoteBase

11. <보기>와 같은 사인파의 주기[s]와 주파수[Hz]가 옳게 짝지어진 것은?

<보기>



	[s]	[Hz]		[s]	[Hz]
①	0.25	4	②	0.25	3
③	0.5	2	④	0.5	1

정답 1번

출제 포인트

파형이 일정 시간 동안 반복한 횟수를 세어 주기와 주파수를 구하고, 두 값의 역수 관계를 확인하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 파형은 $1s$ 동안 4주기를 반복한다.
구해야 할 값: 주기 T와 주파수 f이다.
주의할 조건: 주기는 한 번 진동하는 데 걸리는 시간이고, 주파수는 $1s$ 동안의 진동 횟수이다.

사용할 공식

T=전체 시간주기 수, f=(1)/(T)
파형이 $1s$ 동안 같은 모양을 4번 반복하므로 전체 시간을 주기 수로 나누어 한 주기의 시간을 구한다. 주파수와 주기는 서로 역수 관계이므로 $f = 1/T$를 사용한다.

계산 과정

1. 그림의 $1s$ 구간에서 완전한 진동은 4회이다.
2. 주기는 $T = \frac{1s}{4} = 0.25s$이다.
3. 주파수는 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.25s} = 4Hz$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $T = 0.25s$, $f = 4Hz$로 계산 결과와 모두 일치한다.
② X — 주기 $0.25s$는 맞지만 주파수 $3Hz$가 틀렸다. 올바르게는 $f = 1/0.25 = 4Hz$이다.
③ X — $T = 0.5s$, $f = 2Hz$는 $1s$에 2주기인 파형의 값이다. 그림은 $1s$에 4주기이므로 올바르게는 $T = 0.25s$, $f = 4Hz$이다.
④ X — $T = 0.5s$, $f = 1Hz$는 그림과 일치하지 않으며 두 값끼리도 $f = 1/T$를 만족하지 않는다. $T = 0.5s$라면 $f = 2Hz$이고, 이 그림의 올바른 값은 $T = 0.25s$, $f = 4Hz$이다.

오답 포인트

파형의 봉우리만 보고 반복 횟수를 잘못 세거나, 주기와 주파수가 역수 관계라는 점을 놓치기 쉽다. 이 그림에서는 같은 위상의 지점 사이가 한 주기이며, $1s$ 안에 완전한 주기가 4개 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 표시된 전체 시간에서 완전한 반복 횟수를 센다. 그다음 T=전체 시간/주기 수를 계산하고, 마지막으로 $f = 1/T$가 성립하는지 검산한다.

암기 포인트

주기와 주파수는 서로 역수이므로 $Tf = 1$이다.

NoteBase

12. 공기 중에 자속 밀도가 $1.3\,[\mathrm{Wb/m^2}]$으로 균일한 자기장 내에 길이가 $0.3\,[\mathrm{m}]$인 도체를 자기장의 방향과 $30°$ 각도로 놓고 이 도체에 $2\,[\mathrm{A}]$의 전류를 흘리면 도체가 받는 힘의 크기[N]는?

① 0.39 ② 0.78 ③ $0.39\sqrt{3}$ ④ $0.78\sqrt{3}$

정답 1번

출제 포인트

균일한 자기장 속에서 전류가 흐르는 직선 도선이 받는 힘을 구할 때 자기장과 도선 사이의 각도에 따른 $\sin\theta$를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자속 밀도 $B = 1.3Wb/m^2$, 전류 $I = 2A$, 도선의 길이 $l = 0.3m$, 자기장과 도선의 각도 $\theta = 30^\circ$이다.
구해야 할 값: 도선이 받는 힘의 크기 F이다.
주의할 조건: 자기장과 도선이 수직이 아니므로 각도 계수 $\sin 30^\circ$를 반드시 곱한다.

사용할 공식

직선 도선이 받는 자기력의 크기는
$F = BIl\sin\theta$
이다. 자기장에 수직인 전류 성분만 힘에 기여하므로 자기장과 도선 사이의 각도가 θ일 때 $\sin\theta$를 곱한다.

계산 과정

주어진 값을 대입하면
$F = 1.3 \times 2 \times 0.3 \times \sin 30^\circ$
이다. $\sin 30^\circ = 1/2$이므로
$F = 1.3 \times 2 \times 0.3 \times \frac{1}{2} = 0.39N$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $0.39N$은 계산 결과와 일치한다.
② X — '$0.78N$'은 $BIl = 1.3 \times 2 \times 0.3$까지만 계산하여 $\sin 30^\circ$를 누락한 값이다. 올바른 값은 $0.39N$이다.
③ X — '$0.39\sqrt{3}N$'은 $\sin 30^\circ$ 대신 $\cos 30^\circ$를 적용하면 나오는 값이다. 올바르게는 자기장과 도선 사이의 각도에 $\sin 30^\circ$를 적용하여 $0.39N$이다.
④ X — '$0.78\sqrt{3}N$'은 공식의 각도 계수를 잘못 적용한 값으로 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $0.39N$이다.
따라서 정답은 1번이다.

오답 포인트

핵심 함정은 자기장과 도선 사이의 각도 30°를 무시하거나 $\sin 30^\circ$ 대신 $\cos 30^\circ$를 사용하는 것이다.
자기력에는 자기장에 수직인 전류 성분이 기여하므로 BIl에 $\sin\theta$를 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기장과 도선 사이의 각도를 먼저 확인하고 $F = BIl\sin\theta$에 값을 대입한 뒤, 각도 계수와 힘의 단위 N을 검산한다.

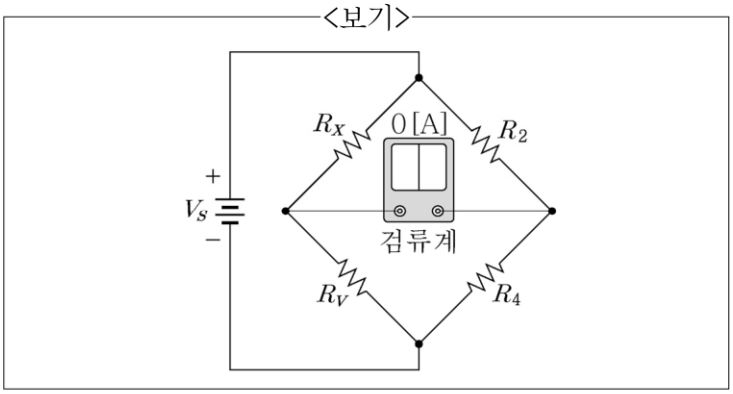
암기 포인트

직선 도선의 자기력은 $F = BIl\sin\theta$이며, 평행하면 0이고 수직이면 최대이다.

NoteBase

13. <보기>와 같이 검류계에 전류가 흐르지 않을 때, 휘트스톤 브리지 회로에서 $R_X = 100[\Omega]$, $R_2 = 50[\Omega]$, $R_4 = 10[\Omega]$이라고 하면, $R_V[\Omega]$의 값은?

<보기>



① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40

정답 2번

출제 포인트

검류계에 전류가 흐르지 않는 휘트스톤 브리지의 평형 조건을 이용해 미지 저항 R_V를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_X = 100\Omega$, $R_2 = 50\Omega$, $R_4 = 10\Omega$이다.

구해야 할 값: R_V이다.

주의할 조건: 검류계 전류가 $0A$이므로 브리지가 평형 상태이고, 검류계 양단의 전위가 같다.

사용할 공식

휘트스톤 브리지의 평형 조건은

$\frac{R_X}{R_V} = \frac{R_2}{R_4}$

이다. 검류계에 전류가 흐르지 않을 때 왼쪽과 오른쪽 두 분압점의 전위가 같으므로 이 비례식이 성립한다.

계산 과정

평형 조건을 교차 곱하면

$R_X R_4 = R_V R_2$

이다. 따라서

$R_V = \frac{R_X R_4}{R_2} = \frac{100\Omega \times 10\Omega}{50\Omega} = 20\Omega$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 10Ω은 계산 결과 20Ω와 다르다. 틀린 값 10Ω은 R_4를 그대로 고른 값이며, 올바른 값은 20Ω이다.
② O — 휘트스톤 브리지의 평형 조건으로 계산한 R_V가 20Ω이므로 맞다.
③ X — 30Ω은 평형식 $R_X R_4 = R_V R_2$를 만족하지 않는다. 올바른 값은 20Ω이다.
④ X — 40Ω은 계산 결과의 2배이므로 틀리며, 올바른 값은 20Ω이다.

오답 포인트

위쪽 저항끼리와 아래쪽 저항끼리 단순히 비교하면 비례식의 대응을 뒤집기 쉽다. 그림에서 같은 가지의 위·아래 저항을 묶어 $R_X/R_V = R_2/R_4$로 놓아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

검류계 전류가 0이면 먼저 브리지 평형 상태로 판단하고, 같은 가지의 위쪽 저항과 아래쪽 저항의 비가 양쪽에서 같다는 식을 세운 뒤 미지 저항을 계산한다.

암기 포인트

검류계 $0A \rightarrow$ 브리지 평형 $\rightarrow R_X/R_V = R_2/R_4$이다.

NoteBase

14. $5[\mu F]$의 커패시터에 $1{,}000[V]$의 전압이 공급될 때, 축적되는 에너지는 몇 $[J]$인가?

① 0.5 ② 1.5 ③ 2.5 ④ 3.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 커패시터에 저장되는 에너지 공식으로 축적 에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정전용량은 $C = 5\mu F = 5 \times 10^{-6} F$, 전압은 $V = 1{,}000V$이다.
구해야 할 값: 커패시터에 축적되는 에너지 W이다.
주의할 조건: μF를 F로 환산하고 전압을 제곱한다.

사용할 공식

커패시터에 저장되는 에너지는
$W = \frac{1}{2} CV^2$
이다. 정전용량과 커패시터 양단의 전압이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 정전용량을 환산하면 $5\mu F = 5 \times 10^{-6} F$이다.
2. 공식에 대입하면
$W = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times (1{,}000)^2$
이다.
3. $1{,}000^2 = 10^6$이므로
$W = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 10^6 = 2.5J$
이다.

선지 판단

① X — 계산값은 2.5J이므로 '0.5J'는 틀리며, 올바른 값은 2.5J이다.
② X — 계산값은 2.5J이므로 '1.5J'는 틀리며, 올바른 값은 2.5J이다.
③ O — $W = \frac{1}{2} CV^2$에 주어진 값을 대입한 결과가 2.5J이므로 옳다.
④ X — 계산값은 2.5J이므로 '3.5J'는 틀리며, 올바른 값은 2.5J이다.

오답 포인트

정전용량 $5\mu F$를 $5 \times 10^{-6} F$로 바꾸지 않거나, 에너지 공식의 $\frac{1}{2}$ 또는 전압의 제곱을 빠뜨리면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

정전용량을 F 단위로 환산한 뒤 $W = \frac{1}{2}CV^2$에 대입하고, 전압이 제곱되었는지와 결과 단위가 J인지 검산한다.

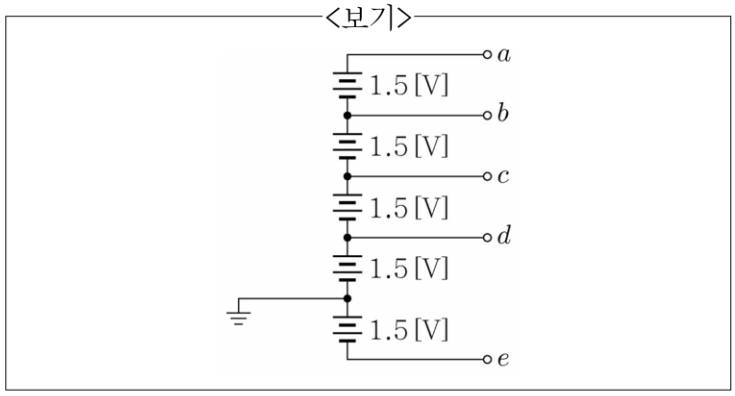
암기 포인트

커패시터의 저장 에너지는 $W = \frac{1}{2}CV^2$이며, 전압에 비례하는 것이 아니라 전압의 제곱에 비례한다.

NoteBase

15. <보기>와 같이 전지가 접속되어 있을 때 단자 a와 단자 e 사이의 전위차 V_{ae}[V]의 값은?

<보기>



① 1.5 ② 3 ③ 4.5 ④ 7.5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직렬로 접속된 전지의 극성을 판별하고, 단자 사이의 전위차를 각 전지 전압의 대수합으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 같은 방향으로 직렬 접속된 전지 5개, 전지 1개당 전압은 $1.5V$이다.
구해야 할 값: $V_{ae} = V_a - V_e$이다.
주의할 조건: 전지 기호의 긴 선 쪽이 양극이다. 그림에서는 모든 전지의 긴 선이 위쪽이므로 단자 a가 단자 e보다 전위가 높다. 접지는 기준 전위를 정할 뿐, a와 e 사이의 전체 전위차를 바꾸지 않는다.

사용할 공식

직렬 전지의 극성이 같은 방향이면 단자 전압은 각 전지 전압의 합이다.

$$V_{ae} = V_a - V_e = \sum_{k=1}^{5} E_k$$

이 공식을 쓰는 이유는 단자 a에서 단자 e까지 전지 5개가 모두 같은 극성 방향으로 직렬 접속되어 있기 때문이다.

계산 과정

1. 접지된 점을 $0V$로 두면 그 위의 전지 4개에 의해 $V_a = 4 \times 1.5 = 6V$이다.
2. 접지점 아래의 전지를 위에서 아래로 지나면 전위가 $1.5V$ 낮아지므로 $V_e = -1.5V$이다.
3. 따라서

$$V_{ae} = V_a - V_e = 6 - (-1.5) = 7.5V$$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $1.5V$는 전지 1개만 반영한 값이다. 단자 a와 e 사이에는 전지 5개가 있으므로 올바르게는 $7.5V$이다.
② X — $3V$는 전지 2개의 전압만 합한 값이다. 전지 5개의 전압을 모두 합하면 $7.5V$이다.
③ X — $4.5V$는 전지 3개의 전압만 합한 값이다. 접지점 위의 전지뿐 아니라 접지점 아래의 전지도 포함하므로 올바르게는 $7.5V$이다.
④ O — 전지 5개가 같은 방향으로 직렬 접속되어 있으므로 $V_{ae} = 5 \times 1.5 = 7.5V$이다.

오답 포인트

접지점에서 단자 a까지의 전압만 계산하거나 접지점 아래의 전지를 빼먹기 쉽다. 또한 V_{ae}는 $V_a - V_e$이므로 $V_e = -1.5V$를 빼면 전압이 더해진다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전지 기호의 긴 선으로 양극 방향을 확인하고, 첫 번째 첨자 전위에서 두 번째 첨자 전위를 빼는 $V_{xy} = V_x - V_y$를 적용한다. 두 단자 사이에서 같은 방향의 전지는 더하고 반대 방향의 전지는 뺀다.

암기 포인트

긴 선은 양극, 같은 방향의 직렬 전지는 전압을 합산하며, $V_{ae} = V_a - V_e$이다.

NoteBase

16. 온도 $10[℃]$에서 구리선의 저항 $R=10[\Omega]$이라고 할 때, $20[℃]$에서의 저항 $R_t[\Omega]$는? (단, 구리선의 온도계수는 $3.93\times10^{-3}[1/℃]$이다.)

① 103.93 ② 10.393

③ 207.86 ④ 20.786

정답 2번

출제 포인트

기준온도에서의 저항과 온도계수를 이용하여 다른 온도에서 도체의 저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기준온도 $t_0 = 10\,^\circ\mathrm{C}$, 기준 저항 $R_0 = 10\Omega$, 구하려는 온도 $t = 20\,^\circ\mathrm{C}$, 온도계수 $\alpha = 3.93 \times 10^{-3}\,^\circ\mathrm{C}^{-1}$이다.

구해야 할 값: $20\,^\circ\mathrm{C}$에서의 저항 R_t이다.

주의할 조건: 온도 변화량은 최종온도 자체가 아니라 $\Delta t = t - t_0 = 10\,^\circ\mathrm{C}$이다.

사용할 공식

온도 변화에 따른 도체의 저항은 다음 식으로 구한다.

$R_t = R_0\{1 + \alpha(t - t_0)\}$

구리선의 기준온도 저항과 온도계수가 주어졌으므로, 기준온도와 구하려는 온도의 차이를 이 식에 대입한다.

계산 과정

1. 온도 변화량은 $20 - 10 = 10\,^\circ\mathrm{C}$이다.
2. 저항의 증가 비율은 $\alpha\Delta t = (3.93 \times 10^{-3}) \times 10 = 0.0393$이다.
3. 따라서

$R_t = 10(1 + 0.0393) = 10 \times 1.0393 = 10.393\Omega$

이다.

선지 판단

① X — 103.93Ω은 계산 결과 10.393Ω보다 10배 큰 값이다. 올바르게는 10.393Ω이다.

② O — 공식에 값을 대입한 결과가 10.393Ω이므로 일치한다.

③ X — 207.86Ω은 온도 변화량과 저항 증가율을 적용한 결과가 아니다. 올바르게는 10.393Ω이다.

④ X — 20.786Ω은 기준 저항 10Ω에 증가 비율 0.0393을 적용한 값이 아니다. 올바르게는 10.393Ω이다.

NoteBase

오답 포인트

온도계수에 20 ° C를 그대로 곱하지 않고, 기준온도와의 차이인 10 ° C를 곱해야 한다. 또한 0.0393은 저항 증가량 자체가 아니라 증가 비율이므로, 기준 저항에 1 + 0.0393을 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기준온도와 최종온도의 차이 Δt를 구하고, $R_t = R_0(1 + \alpha\Delta t)$에 대입한 뒤 단위와 증가 방향을 검산한다. 온도가 올라가고 온도계수가 양수이면 최종 저항은 기준 저항보다 커야 한다.

암기 포인트

금속 도체의 온도 저항식은 '기준 저항 × 1 +온도계수 × 온도차'이다.

NoteBase

17. 진공 중에 자극의 세기가 2[Wb]인 점 자극으로부터 20[cm] 떨어진 점에서의 자기장의 세기[AT/m]의 근삿값은?

① 6.33×10^{3} ② 3.165×10^{2}

③ 6.33×10^{6} ④ 3.165×10^{6}

정답 4번

출제 포인트

점 자극이 만드는 자속밀도와 자기장의 세기 관계를 이용하여 진공 중 자기장의 세기 H를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자극의 세기 $m = 2\text{Wb}$, 거리 $r = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$이다.

구해야 할 값: 자기장의 세기 H[AT/m]이다.

주의할 조건: 진공의 투자율은 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{H/m}$이고, 거리의 제곱을 사용하므로 먼저 cm를 m로 환산한다.

사용할 공식

점 자극으로부터 거리 r인 곳의 자속밀도는

$B = \frac{m}{4\pi r^2}$

이고, 진공에서 $B = \mu_0 H$이므로

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

이다. 점 자극에서 생기는 자속이 구면 전체로 퍼져 면적 $4\pi r^2$에 분포하고, 자기장의 세기는 자속밀도를 진공 투자율로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 거리를 환산하면 $20\text{cm} = 0.2\text{m}$이다.

2. 공식에 대입하면

$H = \frac{2}{4\pi \times (4\pi \times 10^{-7}) \times (0.2)^2}$

이다.

3. 이를 계산하면

$H \approx 3.165 \times 10^{6}\text{AT/m}$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 6.33×10^3AT/m는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 3.165×10^6AT/m이다.
② X — 3.165×10^2AT/m는 지수 계산이 잘못된 값이다. 올바른 지수는 10^6이다.
③ X — 6.33×10^6AT/m는 올바른 값의 2배이다. 올바른 계수는 6.33이 아니라 3.165이다.
④ O — 공식에 주어진 값을 대입한 결과인 3.165×10^6AT/m와 일치한다.

오답 포인트

거리 20cm를 그대로 대입하거나 거리의 제곱을 빠뜨리면 지수가 크게 달라진다. 또한 자속밀도 B만 구하고 μ_0로 나누지 않으면 문제에서 요구한 자기장의 세기 H가 되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

점 자극 문제에서는 먼저 거리를 m로 환산하고, $B = m/(4\pi r^2)$를 구한 뒤 $H = B/\mu_0$를 적용하며 단위와 지수를 검산한다.

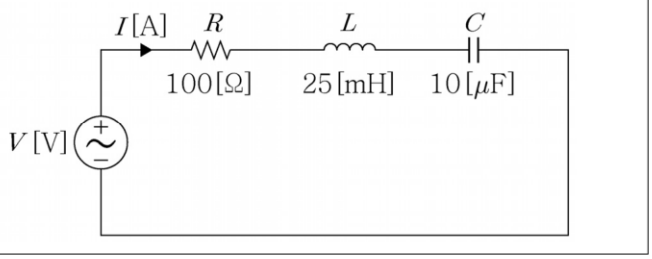
암기 포인트

점 자극의 자기장은 거리의 제곱에 반비례하며, 진공에서는 $H = m/(4\pi\mu_0 r^2)$이다.

NoteBase

18. <보기>와 같이 실효 전압 $V=100\,[\mathrm{V}]$, 저항 $R=100\,[\Omega]$이고 코일 $L=25\,[\mathrm{mH}]$, 커패시터 $C=10\,[\mu\mathrm{F}]$일 때, 전류값이 최대가 되는 조건의 주파수 $f\,[\mathrm{kHz}]$와 최대 전류 $I\,[\mathrm{A}]$의 실효치를 순서대로 바르게 나열한 것은?

<보기>



	[kHz]	[A]		[kHz]	[A]
①	$\frac{1}{\pi}$	1	②	$\frac{100}{\pi}$	3
③	$\frac{100}{\pi}$	1	④	$\frac{1000}{\pi}$	3

정답 1번

출제 포인트

직렬 RLC 회로에서 전류가 최대가 되는 직렬 공진 조건을 이용해 공진 주파수와 최대 전류의 실효값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V = 100\text{V}$, $R = 100\Omega$, $L = 25\text{mH} = 25 \times 10^{-3}\text{H}$, $C = 10\mu\text{F} = 10 \times 10^{-6}\text{F}$이다.
구해야 할 값: 전류가 최대가 되는 공진 주파수 f_0와 그때의 전류 실효값 $I_{\max}$이다.
주의할 조건: 직렬 공진에서는 유도 리액턴스와 용량 리액턴스가 상쇄되어 전체 임피던스가 저항 R만 남는다.

사용할 공식

직렬 공진 주파수는
$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
이고, 공진 시 최대 전류의 실효값은
$I_{\max} = \frac{V}{R}$
이다. 공진 시 $X_L = X_C$가 되어 회로의 임피던스 크기가 최소값 R이 되므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 인덕턴스와 커패시턴스의 곱은

$LC = (25 \times 10^{-3})(10 \times 10^{-6}) = 2.5 \times 10^{-7}$

이다.

2. 따라서

$\sqrt{LC} = 5 \times 10^{-4}$

이고, 공진 주파수는

$f_0 = \frac{1}{2\pi(5 \times 10^{-4})} = \frac{1000}{\pi}\text{Hz} = \frac{1}{\pi}\text{kHz}$

이다.

3. 공진 시 임피던스는 $R = 100\Omega$이므로

$I_{\max} = \frac{100}{100} = 1\text{A}$

이다.

선지 판단

① O — $f_0 = 1/\pi$kHz, $I_{\max} = 1$A로 두 값이 모두 계산 결과와 일치한다.

② X — 제시된 $100/\pi$kHz와 3A는 모두 틀리다. 올바르게는 $f_0 = 1/\pi$kHz, $I_{\max} = 1$A이다.

③ X — 전류 1A는 맞지만, 제시된 주파수 $100/\pi$kHz가 틀리다. 올바른 공진 주파수는 $1/\pi$kHz이다.

④ X — 제시된 $1000/\pi$kHz와 3A는 모두 틀리다. 올바르게는 $f_0 = 1/\pi$kHz, $I_{\max} = 1$A이다.

오답 포인트

공진 주파수를 $1000/\pi$Hz까지 구한 뒤 이를 그대로 $1000/\pi$kHz로 쓰면 단위를 1000배 크게 만드는 오류가 생긴다. $1000/\pi\text{Hz} = 1/\pi\text{kHz}$이다. 또한 공진 시 리액턴스가 상쇄되므로 최대 전류는 V/R로 구하며, 코일이나 커패시터의 리액턴스를 저항에 더하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 회로에서 전류가 최대라는 조건이 나오면 먼저 $X_L = X_C$인 공진을 판단하고, $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$를 계산한 뒤 Hz와 kHz를 변환한다. 그다음 공진 임피던스가 R임을 이용해 $I_{\max} = V/R$를 구한다.

암기 포인트

직렬 공진에서는 $X_L = X_C$, $Z = R$, 전류는 최대이며 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이다.

NoteBase

19. 저항이 3[kΩ]인 도체에 2[A]의 전류를 3분 동안 흘려주었을 때 발생하는 발열량[kcal]의 근삿값은?

① 259 ② 518

③ 1080 ④ 2160

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 줄열 공식 $Q = I^2Rt$로 전기에너지를 구한 뒤 J를 $kcal$로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R = 3k\Omega = 3000\Omega$, 전류 $I = 2A$, 시간 $t = 3min = 180s$이다.
구해야 할 값: 발생하는 발열량의 근삿값을 $kcal$ 단위로 구한다.
주의할 조건: 줄열 공식에서 전류는 제곱하며, $1J \approx 0.24cal$로 환산한다.

사용할 공식

$Q = I^2Rt$
$1J \approx 0.24cal$
저항에 일정한 전류가 흐를 때 소비된 전기에너지가 열로 바뀌므로 줄열 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 시간을 초로 바꾸면 $3min = 180s$이다.
2. 발생한 열에너지는 $Q = 2^2 \times 3000 \times 180 = 2{,}160{,}000J$이다.
3. 이를 열량 단위로 바꾸면 $2{,}160{,}000 \times 0.24 = 518{,}400cal = 518.4kcal$이다. 따라서 근삿값은 $518kcal$이다.

선지 판단

① X — $259kcal$은 전류를 제곱하지 않고 IRt로 계산할 때 나오는 값이다. I^2Rt를 적용하면 올바른 값은 약 $518kcal$이다.
② O — 계산 결과가 $518.4kcal$이므로 근삿값 $518kcal$와 일치한다.
③ X — $1080kcal$은 계산 결과 $518.4kcal$와 일치하지 않는다. 올바르게는 약 $518kcal$이다.
④ X — 2160은 열에너지를 kJ로 나타낸 수치인 $2160kJ$에 해당하며, 이를 그대로 $kcal$로 볼 수 없다. 올바르게 환산하면 약 $518kcal$이다.

NoteBase

오답 포인트

전류 I를 제곱하지 않으면 ①이 나오고, $2{,}160kJ$의 수치만 보고 $kcal$ 환산을 생략하면 ④를 고르게 된다. 시간의 분·초 변환과 에너지의 $J \cdot cal$ 변환을 모두 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

저항의 발열량 문제는 주어진 값을 Ω, A, s로 통일한 뒤 $Q = I^2Rt$를 계산하고, 마지막에 요구된 열량 단위로 환산한다.

암기 포인트

줄열은 I^2Rt, J에서 cal로 바꿀 때는 약 0.24를 곱한다.

NoteBase

20. 대칭 3상 Δ결선에서 선전류와 상전류와의 위상 관계로 가장 옳은 것은?

① 상전류가 $\frac{\pi}{3}$[rad] 앞선다.

② 상전류가 $\frac{\pi}{3}$[rad] 뒤진다.

③ 상전류가 $\frac{\pi}{6}$[rad] 앞선다.

④ 상전류가 $\frac{\pi}{6}$[rad] 뒤진다.

정답 3번

출제 포인트

대칭 3상 델타 결선에서 상전류와 선전류의 크기 및 위상 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 대칭 3상 델타 결선이다.
구해야 할 관계: 상전류를 기준으로 한 선전류와의 위상차이다.
주의할 조건: 델타 결선에서는 선전류가 한 선에 접속된 두 상전류의 벡터 차이이므로 크기뿐 아니라 위상도 달라진다.

사용할 공식

델타 결선의 선전류는 두 상전류의 벡터 차이이다. A선에 대해
$I_A = I_{AB} - I_{CA} = \sqrt{3} I_p \angle(-\pi/6)$
따라서 선전류의 크기는 상전류의 $\sqrt{3}$배이고, 선전류는 대응하는 상전류보다 $\pi/6$[rad] 뒤진다. 즉 상전류는 선전류보다 $\pi/6$[rad] 앞선다. 대칭 3상에서는 각 상전류의 크기가 같고 위상이 $2\pi/3$씩 차이 나므로 이 벡터 차이 관계를 사용한다.

계산 과정

1. $I_{AB} = I_p \angle 0$로 둔다.
2. 대칭 3상이므로 $I_{CA} = I_p \angle(2\pi/3)$이다.
3. $I_A = I_{AB} - I_{CA}$를 계산하면 $I_A = \sqrt{3} I_p \angle(-\pi/6)$이다.
4. 선전류 I_A의 위상이 상전류 I_{AB}보다 $\pi/6$[rad] 작으므로, 상전류가 선전류보다 $\pi/6$[rad] 앞선다.

NoteBase

선지 판단

① X — '상전류가 $\pi/3$[rad] 앞선다'는 위상차의 크기가 잘못되었다. 올바르게는 상전류가 $\pi/6$[rad] 앞선다.
② X — '상전류가 $\pi/3$[rad] 뒤진다'는 위상차의 크기와 방향이 모두 잘못되었다. 올바르게는 상전류가 $\pi/6$[rad] 앞선다.
③ O — 델타 결선의 선전류는 대응하는 상전류보다 $\pi/6$[rad] 뒤지므로, 상전류는 선전류보다 $\pi/6$[rad] 앞선다.
④ X — '상전류가 $\pi/6$[rad] 뒤진다'는 위상 방향을 반대로 표현하였다. 올바르게는 상전류가 $\pi/6$[rad] 앞선다.

오답 포인트

델타 결선의 상전류와 선전류 사이 위상차를 상전류끼리의 위상차인 $2\pi/3$ 또는 다른 각도와 혼동하거나, '선전류가 뒤진다'를 '상전류가 뒤진다'로 반대로 읽기 쉽다. 이 문항에서는 기준이 상전류이므로 상전류가 선전류보다 앞선다고 표현한다.

다시 나오면 이렇게 판단

델타 결선에서는 먼저 $I_L = \sqrt{3} I_p$를 떠올리고, 위상은 선전류가 대응하는 상전류보다 $\pi/6$ 뒤진다는 관계를 적용한다. 질문의 주어가 상전류이면 이를 반대로 바꾸어 상전류가 선전류보다 $\pi/6$ 앞선다고 판단한다.

암기 포인트

델타 결선: $I_L = \sqrt{3} I_p$, 선전류는 상전류보다 $\pi/6$ 뒤지고 상전류는 선전류보다 $\pi/6$ 앞선다.

NoteBase