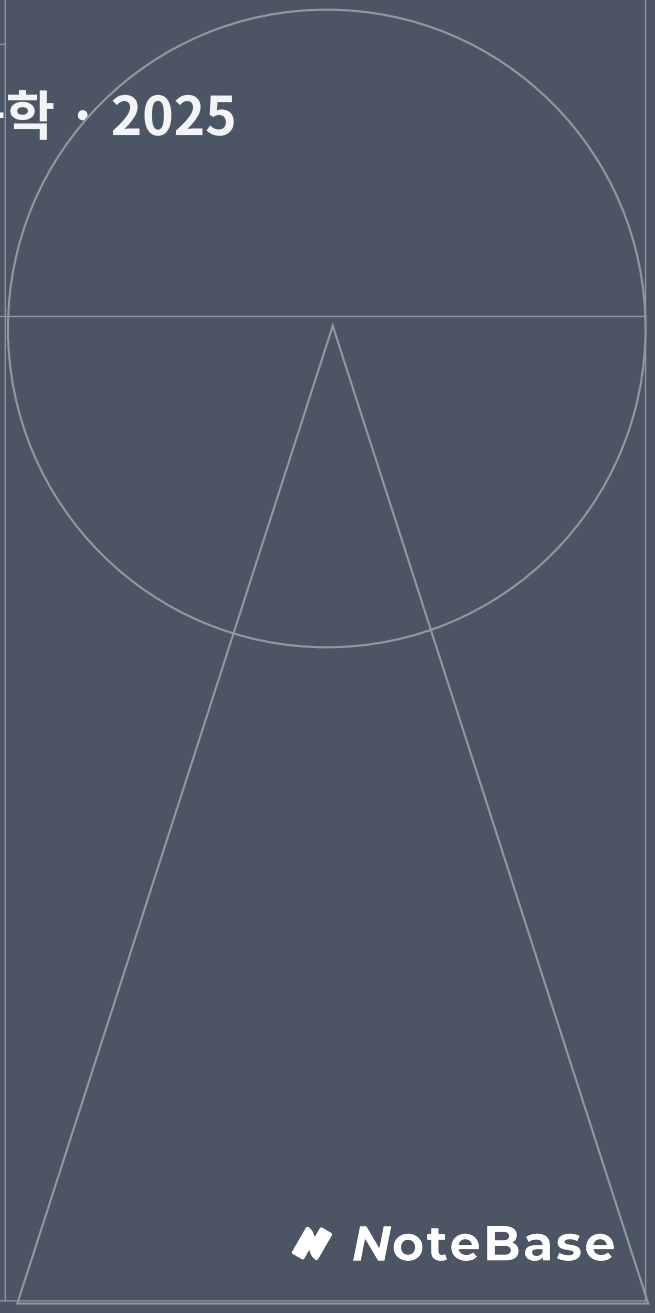
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2025

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2025

1. 어떤 점전하에 의하여 발생한 전위를 처음 전위의 $\frac{1}{3}$로 하려면, 전하로부터의 거리를 몇 배로 하면 되는가?

① $\frac{1}{\sqrt{3}}$

② $\frac{1}{3}$

③ $\sqrt{3}$

④ 3

정답 4번

출제 포인트

점전하가 만드는 전위가 전하로부터의 거리에 반비례한다는 관계를 이용해 전위를 처음의 1/3로 만드는 거리의 배수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 바뀐 전위는 처음 전위의 1/3이다.
구해야 할 값: 전하로부터 바뀐 거리 r'가 처음 거리 r의 몇 배인지 구한다.
주의할 조건: 같은 점전하에 의한 전위이므로 전하량 Q는 일정하고, 거리만 변한다.

사용할 공식

점전하가 거리 r인 지점에 만드는 전위는
$V = \frac{kQ}{r}$
이다. 같은 점전하에서는 kQ가 일정하므로 전위 V는 거리 r에 반비례한다. 따라서 거리 변화 전후의 전위비는
$\frac{V'}{V} = \frac{r}{r'}$
로 나타난다.

NoteBase

계산 과정

전위가 처음의 1/3이므로 $V' = V/3$이다. 이를 전위비에 대입하면

$\frac{1}{3} = \frac{V'}{V} = \frac{r}{r'}$

이다. 양변을 정리하면

$r' = 3r$

이므로 전하로부터의 거리는 처음 거리의 3배가 된다.

선지 판단

① X

- $1/\sqrt{3}$배는 거리를 줄이는 값이므로 전위가 오히려 $\sqrt{3}$배가 된다. 틀린 값이며, 올바르게는 3배이다.

② X

- 1/3배로 가까워지면 전위는 거리와 반비례하여 3배가 된다. 틀린 값이며, 올바르게는 3배이다.

③ X

- $\sqrt{3}$배 멀어지면 전위는 $1/\sqrt{3}$배가 되어 1/3배와 일치하지 않는다. 틀린 값이며, 올바르게는 3배이다.

④ O

- 거리를 3배로 하면 $V' = kQ/(3r) = V/3$이므로 조건을 정확히 만족한다.

계산 결과 거리는 처음의 3배이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

전위와 거리의 관계를 정비례로 착각하거나, 전위의 배수 1/3을 그대로 거리의 배수로 선택하면 ②를 고르게 된다. 점전하의 전위는 거리가 커질수록 작아지는 반비례 관계이다. 또한 제곱근이 들어가는 전기장·힘의 거리 관계와 혼동하면 ①이나 ③을 선택할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 점전하의 전위 변화 문제에서는 먼저 $V = kQ/r$를 세우고, Q가 일정하면 $V'/V = r/r'$로 거리의 배수를 판단한다. 전위를 a배로 만들면 거리는 $1/a$배가 된다.

암기 포인트

점전하의 전위는 $V \propto 1/r$이다. 전위가 1/3배이면 거리는 3배이다.

NoteBase

2. 서로 다른 종류의 금속을 접속하고 접속점을 서로 다른 온도로 유지하면 기전력이 발생하여 일정한 방향으로 전류가 흐르는 현상은?
① 펠티어(Peltier) 효과
② 톰슨(Thomson) 효과
③ 지백(Seebeck) 효과
④ 핀치(Pinch) 효과

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 서로 다른 금속의 접점에 온도차를 주었을 때 열기전력과 전류가 생기는 현상의 명칭을 묻는다.

핵심 개념

지백 효과: 서로 다른 두 금속으로 회로를 만들고 두 접점을 서로 다른 온도로 유지하면 열기전력이 발생하여 전류가 흐르는 현상이다.
펠티어 효과: 서로 다른 두 금속의 접점에 전류를 흘릴 때 접점에서 열을 흡수하거나 방출하는 현상이다.
톰슨 효과: 온도 기울기가 있는 하나의 도체에 전류가 흐를 때 도체 내부에서 열의 흡수 또는 방출이 일어나는 현상이다.
핀치 효과: 전류가 만드는 자기장에 의해 전류가 흐르는 플라스마 등이 안쪽으로 수축하는 현상이다.

선지별 해설

① X — '펠티어 효과'가 틀린 표현이다. 펠티어 효과는 전류를 원인으로 접점에서 흡열 또는 발열이 일어나는 현상이며, 제시된 현상은 지백 효과이다.
② X — '톰슨 효과'가 틀린 표현이다. 톰슨 효과는 온도 기울기가 있는 단일 도체에 전류가 흐를 때 도체 내부에서 흡열 또는 발열이 일어나는 현상이며, 제시된 현상은 지백 효과이다.
③ O — 지백 효과는 서로 다른 두 금속의 두 접점을 서로 다른 온도로 유지할 때 열기전력이 발생하여 회로에 전류가 흐르는 현상이다.
④ X — '핀치 효과'가 틀린 표현이다. 핀치 효과는 전류가 만든 자기력으로 플라스마 등이 안쪽으로 수축하는 현상이며, 제시된 현상은 지백 효과이다.

오답 포인트

①의 펠티어 효과와 ③의 지백 효과는 모두 서로 다른 금속의 접점과 관련되므로 혼동하기 쉽다. 온도차가 원인이 되어 기전력이 생기면 지백 효과이고, 외부에서 흘린 전류가 원인이 되어 접점에서 열의 흡수·방출이 생기면 펠티어 효과이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문장에서 원인과 결과를 구분한다. ‘접점의 온도차 → 열기전력·전류’이면 지백 효과, ‘접점에 전류 → 흡열·발열’이면 펠티어 효과, ‘온도 기울기가 있는 단일 도체의 전류 → 도체 내부 흡열·발열’이면 톰슨 효과로 판단한다.

암기 포인트

지백은 온도차로 전기, 펠티어는 전류로 접점의 열이다.

NoteBase

3. 전류 1 [A]는 1 [s] 동안 약 몇 개의 전자가 통과하였을 때의 크기인가?

① 6.24×10^{18}

② 6.24×10^{19}

③ 1.602×10^{18}

④ 1.602×10^{19}

정답 1번

출제 포인트

전류와 시간으로 이동한 전하량을 구한 뒤, 이를 전자 1개의 전하량으로 나누어 전자 수를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류 $I = 1A$, 시간 $t = 1s$, 전자 1개의 전하량의 크기 $e = 1.602 \times 10^{-19}C$이다.
구해야 할 값: $1s$ 동안 통과한 전자의 개수 N이다.
주의할 조건: $1A = 1C/s$이므로 $1A$가 $1s$ 동안 흐르면 전하량의 크기는 $1C$이다.

사용할 공식

전하량은 $Q = It$, 전자 수는 $N = Q/e$로 구한다. 전류는 단위 시간당 흐르는 전하량이므로 먼저 $Q = It$를 적용하고, 전체 전하량을 전자 1개의 전하량으로 나누면 통과한 전자의 개수가 된다.

계산 과정

1. $1s$ 동안 이동한 전하량을 구한다.
$Q = It = (1A)(1s) = 1C$
2. 전체 전하량을 전자 1개의 전하량으로 나눈다.
$N = \frac{Q}{e} = \frac{1}{1.602 \times 10^{-19}} \approx 6.24 \times 10^{18}$
따라서 약 6.24×10^{18}개의 전자가 통과한다.

선지 판단

① O — 계산값 6.24×10^{18}과 일치한다.
② X — 6.24×10^{19}는 지수를 1 크게 잡아 실제 전자 수의 10배가 된 값이다. 올바르게는 6.24×10^{18}이다.
③ X — 1.602×10^{18}은 전자 1개의 전하량에 쓰이는 계수 1.602를 전자 수의 계수로 잘못 사용한 값이다.
올바르게는 $1/(1.602 \times 10^{-19}) \approx 6.24 \times 10^{18}$이다.
④ X — 1.602×10^{19}는 전자 1개의 전하량을 역수로 계산하지 않고 계수와 지수를 잘못 조합한 값이다.
올바르게는 6.24×10^{18}이다.

NoteBase

오답 포인트

전자 1개의 전하량 $1.602 \times 10^{-19} C$ 자체를 답으로 착각하거나, 음의 지수의 역수를 취할 때 지수만 바꾸고 계수 1.602의 역수를 계산하지 않는 것이 핵심 함정이다. 전자의 전하가 음수라는 사실과 전자의 개수를 구하는 계산은 구분하며, 이 문제에서는 전하량의 크기를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $Q = It$로 전체 전하량을 구하고, 그 값을 $1.602 \times 10^{-19} C$로 나눈다. 마지막에는 $1C$당 전자 수가 약 6.24×10^{18}개인지 지수와 단위를 검산한다.

암기 포인트

$1A = 1C/s$, $1C$는 약 6.24×10^{18}개의 전자에 해당한다.

NoteBase

4. 정격전압에서 500 [W]의 전력을 소비하는 저항체에 정격의 80 [%] 전압을 인가하면 소비전력 [W]은?
① 125
② 220
③ 320
④ 400

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 저항이 일정할 때 소비전력이 전압의 제곱에 비례한다는 관계를 이용해 인가 전압 변화에 따른 소비전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격전압에서의 소비전력은 $500W$이고, 인가 전압은 정격전압의 80%이다.
구해야 할 값: 정격전압의 80%를 인가했을 때의 소비전력이다.
주의할 조건: 저항체의 저항값은 일정하므로 전력비는 전압비가 아니라 전압비의 제곱이다.

사용할 공식

저항의 소비전력은
$P = \frac{V^2}{R}$
이다. 따라서 저항 R이 일정하면
$\frac{P'}{P} = \left(\frac{V'}{V}\right)^2$
가 성립한다. 이 문제는 같은 저항체에 인가하는 전압만 바꾸므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

인가 전압의 비는
$\frac{V'}{V} = 0.8$
이다. 따라서 소비전력은
$P' = 500 \times (0.8)^2 = 500 \times 0.64 = 320W$
가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 125W는 계산 결과 320W와 다르다. 올바르게는 소비전력이 320W이다.
② X — 220W는 전압비의 제곱을 적용한 값이 아니다. 올바르게는 $500 \times (0.8)^2 = 320W$이다.
③ O — $500 \times (0.8)^2 = 320W$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 400W는 500 × 0.8로 전압비를 한 번만 곱한 값이다. 올바르게는 전압비를 제곱하여 320W로 계산한다.

오답 포인트

전압이 정격의 80%라고 해서 전력도 80%가 되는 것은 아니다. ④의 400W는 전력과 전압이 정비례한다고 잘못 판단한 값이며, 저항이 일정할 때 전력은 전압의 제곱에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 저항에 걸리는 전압이 정격의 k배가 되면 소비전력은 정격전력의 k^2배가 된다. 전압비를 구한 뒤 제곱하여 정격전력에 곱하고 단위를 확인한다.

암기 포인트

저항 일정: $P = V^2/R$, 전압 k배이면 전력은 k^2배이다.

NoteBase

5. 60 [Hz] 정현파 교류 전압의 실효값이 220 [V] 일 때 전파 정류된 전압의 평균값은 약 몇 [V] 인가? (단, $\pi = 3.14$, $\sqrt{2} = 1.414$ 이다)
① 163
② 198
③ 260
④ 311

정답 2번

출제 포인트

정현파 교류를 전파 정류했을 때의 평균값을 실효값으로부터 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정현파 교류 전압의 실효값은 $V_{rms} = 220V$이다.
구해야 할 값: 전파 정류된 전압의 한 주기 평균값 V_{avg}이다.
주의할 조건: 전파 정류에서는 음의 반주기가 양의 방향으로 뒤집히므로 정현파의 양·음 반주기를 모두 평균값 계산에 포함한다.

사용할 공식

정현파의 최댓값은 $V_m = \sqrt{2}V_{rms}$이고, 전파 정류 평균값은 $V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi}$이다. 따라서 $V_{avg} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}V_{rms}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 전파 정류 파형은 $|V_m \sin \omega t|$이므로 한 주기 평균값이 최댓값의 $2/\pi$배가 되기 때문이다.

계산 과정

1. 최댓값을 구하면 $V_m = 1.414 \times 220 = 311.08V$이다.
2. 전파 정류 평균값을 계산하면
$V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2 \times 311.08}{3.14} \approx 198.14V$
3. 약 $198V$이므로 ②와 일치한다.

NoteBase

선지 판단

① X — $163V$은 전파 정류 평균값 공식으로 계산한 값이 아니다. 올바르게는 $V_{avg} = 2\sqrt{2}V_{rms}/\pi \approx 198V$이다.
② O — 계산 결과가 약 $198V$이므로 전파 정류된 전압의 평균값과 일치한다.
③ X — $260V$은 주어진 실효값에 전파 정류 평균값 공식을 적용한 결과가 아니다. 올바른 평균값은 약 $198V$이다.
④ X — $311V$은 $220V$ 정현파의 최댓값 $V_m = \sqrt{2}V_{rms}$이지 전파 정류 평균값이 아니다. 평균값으로 고치면 약 $198V$이다.

오답 포인트

④의 $311V$은 실효값을 최댓값으로 바꾼 중간 결과이다. 최댓값을 구한 뒤 $2/\pi$를 한 번 더 곱해야 전파 정류 평균값이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파의 실효값이 주어지고 전파 정류 평균값을 물으면 $V_m = \sqrt{2}V_{rms}$로 최댓값을 구한 뒤 $V_{avg} = 2V_m/\pi$를 적용한다. 단위와 근삿값을 마지막에 확인한다.

암기 포인트

전파 정류 평균값은 $V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}V_{rms} \approx 0.9V_{rms}$이다.

NoteBase

6. 60 [Hz], 100 [V] 교류 전압에 대해 10 [μF]의 콘덴서가 갖는 용량성 리액턴스는 약 몇 [Ω]인가? (단, $\pi = 3.14$ 이다)
① 26.5
② 265
③ 530
④ 1060

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 교류의 주파수와 정전용량을 이용하여 콘덴서의 용량성 리액턴스 X_C를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주파수 $f = 60Hz$, 정전용량 $C = 10\mu F$, $\pi = 3.14$이다.
구해야 할 값: 용량성 리액턴스 X_C이다.
주의할 조건: $10\mu F = 10 \times 10^{-6}F$로 변환한다. 주어진 전압 $100V$는 용량성 리액턴스 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

용량성 리액턴스의 공식은 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$이다. 콘덴서에 흐르는 교류의 주파수와 정전용량이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 정전용량을 변환하면 $C = 10 \times 10^{-6}F$이다.
2. 공식에 대입하면 $X_C = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 60 \times (10 \times 10^{-6})}$이다.
3. 따라서 $X_C = \frac{1}{0.003768} \approx 265.4\Omega$이므로 약 265Ω이다.

선지 판단

① X — 26.5Ω는 계산값 265.4Ω의 약 10분의 1이므로 틀리다. ①의 26.5Ω는 265Ω로 고쳐야 한다.
② O — 265Ω는 계산값 265.4Ω를 선지의 정밀도에 맞게 나타낸 값이다.
③ X — 530Ω는 계산값의 약 2배이며, 공식의 분모에 있는 2를 빠뜨리면 나오는 값이다. ③의 530Ω는 265Ω로 고쳐야 한다.
④ X — 1060Ω는 계산값의 약 4배이므로 틀리다. ④의 1060Ω는 265Ω로 고쳐야 한다.
계산 결과가 약 265Ω이므로 정답은 ②이다.

NoteBase

오답 포인트

주어진 $100V$까지 공식에 넣거나, $10\mu F$의 μ를 10^{-6}으로 바꾸지 않거나, $X_C = 1/(2\pi fC)$에서 2를 빠뜨리기 쉽다. 특히 ③의 530Ω는 분모의 2를 누락한 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

콘덴서의 용량성 리액턴스는 먼저 μF를 F로 변환하고, $X_C = 1/(2\pi fC)$에 대입한 뒤 단위를 Ω로 확인한다. 전압은 X_C 자체를 구할 때 필요하지 않다.

암기 포인트

용량성 리액턴스는 $X_C = 1/(2\pi fC)$이며, 주파수나 정전용량이 커질수록 작아진다.

NoteBase

7. 점전하 +Q에 의해 형성된 전기장에 대한 설명으로 적절한 것은?
① 전기장 벡터는 점전하로부터 안쪽방향으로 향한다.
② 전기력선은 서로 교차할 수 있다.
③ 전기장 세기는 점전하로부터 멀어질수록 증가한다.
④ 전기력선의 밀도는 전기장 세기의 크기를 나타낸다.

정답 4번

출제 포인트

점전하가 만드는 전기장의 방향과 세기, 전기력선의 기본 성질을 묻는 문제이다.

핵심 개념

전기장 벡터: 양의 시험전하가 받는 힘의 방향으로 정의되며, 양의 점전하 주위에서는 전하로부터 바깥쪽을 향한다.
전기장 세기: 점전하로부터 거리 r인 곳에서 $E = kQ/r^2$이므로 거리가 멀어질수록 작아진다.
전기력선: 각 점의 접선 방향이 전기장 방향을 나타내며, 선의 밀도가 클수록 전기장 세기가 크다. 서로 다른 두 방향의 전기장이 한 점에 존재할 수 없으므로 전기력선은 교차하지 않는다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '점전하로부터 안쪽 방향'이다. $+Q$가 만드는 전기장은 점전하에서 멀어지는 바깥쪽 방향을 향한다.
② X — 틀린 표현은 '서로 교차할 수 있다'이다. 한 점에서 전기장 방향은 하나로 정해지므로 전기력선은 서로 교차할 수 없다.
③ X — 틀린 표현은 '멀어질수록 증가한다'이다. 점전하의 전기장 세기는 $E = kQ/r^2$이므로 점전하로부터 멀어질수록 감소한다.
④ O — 전기력선의 밀도는 전기장 세기의 크기를 나타낸다. 전기력선이 조밀한 곳일수록 전기장이 강하다.

오답 포인트

①에서는 양전하와 음전하의 전기장 방향을 뒤바꾸기 쉽고, ③에서는 거리 증가와 전기장 세기의 관계를 반대로 판단하기 쉽다. 또한 ②의 전기력선은 그림에서 선처럼 보이더라도 실제 전기장의 방향이 유일하므로 교차할 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전하의 부호로 방향을 먼저 판단하고, 점전하의 세기는 $1/r^2$에 비례한다는 관계를 적용한다. 전기력선은 접선이 방향, 밀도가 세기를 나타내며 서로 교차하지 않는다고 판단한다.

암기 포인트

양전하에서는 밖으로, 음전하에서는 안으로 향한다. 전기력선은 교차하지 않고, 조밀할수록 전기장이 강하다.

NoteBase

8. 송전 전력, 부하 역률, 송전 거리, 전력 손실 및 선간 전압이 같을 경우 3상 3선식에서 전선 한 가닥에 흐르는 전류는 단상 2선식에 흐르는 전류의 몇 배가 되는가?

① $\frac{1}{\sqrt{2}}$

② $\frac{1}{2}$

③ $\frac{1}{\sqrt{3}}$

④ $\frac{1}{3}$

정답 3번

출제 포인트

같은 유효전력을 같은 선간전압과 부하 역률로 송전할 때, 삼상 3선식과 단상 2선식의 전력식을 이용하여 전선 한 가닥에 흐르는 선전류의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

송전 전력 P, 부하 역률 $\cos\phi$, 송전 거리, 전력 손실, 선간전압 V_L가 같다.
구해야 할 값은 단상 2선식의 선전류 I_1에 대한 삼상 3선식의 선전류 I_3의 비 I_3/I_1이다.
전력 손실이 같다는 조건은 필요한 전선 저항이나 단면적을 비교할 때 쓰이며, 여기서 선전류의 비는 송전 전력식으로 결정된다.

사용할 공식

삼상 3선식의 유효전력은
$P = \sqrt{3} V_L I_3 \cos\phi$
단상 2선식의 유효전력은
$P = V_L I_1 \cos\phi$
이다. 두 방식의 P, V_L, $\cos\phi$가 같으므로 두 식을 비교한다.

NoteBase

계산 과정

각 방식의 선전류를 정리하면
$I_3 = \frac{P}{\sqrt{3}V_L\cos\phi}$, $I_1 = \frac{P}{V_L\cos\phi}$
이다. 따라서
$\frac{I_3}{I_1} = \frac{P/(\sqrt{3}V_L\cos\phi)}{P/(V_L\cos\phi)} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
이므로 삼상 3선식에서 전선 한 가닥에 흐르는 전류는 단상 2선식 전류의 $1/\sqrt{3}$배이다.

선지 판단

① X — $1/\sqrt{2}$는 교류의 최댓값과 실횻값 관계에 나타나는 계수이며, 이 문제의 삼상·단상 선전류비가 아니다. 틀린 값 $1/\sqrt{2}$ → 올바르게는 $1/\sqrt{3}$이다.
② X — 전류가 단순히 절반이 되는 것이 아니다. 같은 선간전압에서 삼상 유효전력식에 $\sqrt{3}$이 곱해지므로 틀린 값 1/2 → 올바르게는 $1/\sqrt{3}$이다.
③ O — 두 전력식을 비교하면 $I_3/I_1 = 1/\sqrt{3}$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 삼상이라는 이유로 전류가 단상 전류의 3분의 1이 되는 것이 아니다. 선간전압을 사용하는 삼상 전력식의 계수는 3이 아니라 $\sqrt{3}$이므로 틀린 값 1/3 → 올바르게는 $1/\sqrt{3}$이다.
계산 결과가 $1/\sqrt{3}$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

삼상 3선식의 세 전선에 전력이 단순히 3등분된다고 생각하여 ④를 고르기 쉽다. 선간전압을 기준으로 한 평형 삼상 유효전력은 $P = \sqrt{3}V_L I\cos\phi$이므로 전류비의 계수도 $1/\sqrt{3}$이다. 또한 $1/\sqrt{2}$는 최댓값과 실횻값의 관계이므로 이 비교에는 적용되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 송전 전력·선간전압·역률 조건에서는 단상식 $P = V_L I\cos\phi$와 삼상식 $P = \sqrt{3}V_L I\cos\phi$를 먼저 세운 뒤, 요구한 비의 분자와 분모 순서를 확인하여 나눈다.

암기 포인트

같은 P, V_L, $\cos\phi$이면 삼상 선전류는 단상 선전류의 $1/\sqrt{3}$배이다.

NoteBase

9. 교류 송배전 전력계통의 표준 전력공급 방식에 해당하지 않는 것은?
① 단상 3선식
② 단상 4선식
③ 3상 3선식
④ 3상 4선식

정답 2번

출제 포인트

교류 송배전 전력계통에서 사용하는 표준 전력공급 방식의 상수와 선수를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

표준 전력공급 방식은 단상 2선식, 단상 3선식, 3상 3선식, 3상 4선식이다. 단상 계통은 2선식 또는 중성선을 포함한 3선식을 사용하고, 3상 계통은 3선식 또는 중성선을 포함한 4선식을 사용한다.

선지별 해설

① O — 단상 3선식은 두 전압을 공급할 수 있는 표준 전력공급 방식이다.
② X — 틀린 부분은 '단상 4선식'이다. 단상 계통의 표준 방식은 단상 2선식 또는 단상 3선식이며, 4선식은 3상 4선식으로 바로잡아야 한다. 따라서 표준 전력공급 방식에 해당하지 않는다.
③ O — 3상 3선식은 세 개의 선으로 3상 전력을 공급하는 표준 방식이다.
④ O — 3상 4선식은 세 개의 상선과 한 개의 중성선을 사용하는 표준 방식이다.

오답 포인트

단상 3선식과 3상 4선식이 모두 존재하므로 상수와 선수의 조합을 섞어 '단상 4선식'도 표준 방식이라고 착각하기 쉽다. 또한 문제의 부정형 표현인 '해당하지 않는 것'을 놓치면 정반대의 선지를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상은 2선식·3선식, 3상은 3선식·4선식으로 짝을 지어 판단한다. 이 네 조합에 없는 단상 4선식은 표준 전력공급 방식에서 제외한다.

암기 포인트

단상 2·3선, 3상 3·4선이다.

NoteBase

10. 가공송전선로에서 동일한 전선의 수평장력과 경간을 각각 2배로 하였을 때 전선의 이도(Dip)는 처음과 비교해 어떻게 달라지는가?

① $\frac{1}{2}$배로 감소
② 동일
③ 2배로 증가
④ 4배로 증가

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 가공송전선로의 이도가 경간의 제곱에 비례하고 수평장력에 반비례한다는 관계를 이용해 이도의 변화율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 동일한 전선이므로 단위 길이당 중량 w는 변하지 않고, 수평장력은 $H' = 2H$, 경간은 $L' = 2L$이다.
구해야 할 값: 처음 이도 D에 대한 변경 후 이도 D'의 비율이다.
주의할 조건: 이도는 경간에 단순 비례하는 것이 아니라 경간의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

수평인 두 지지점 사이에서 전선의 포물선 근사 이도는 다음과 같다.
$D = \frac{wL^2}{8H}$
여기서 w는 전선의 단위 길이당 중량, L은 경간, H는 수평장력이다. 동일한 전선의 수평장력과 경간만 변하므로 이 식으로 두 이도의 비를 비교한다.

계산 과정

변경 후 이도는
$D' = \frac{w(2L)^2}{8(2H)} = \frac{4}{2} \cdot \frac{wL^2}{8H} = 2D$
이다. 따라서 전선의 이도는 처음의 2배로 증가한다.

NoteBase

선지 판단

① X — '$\frac{1}{2}$배로 감소'는 경간의 제곱 효과를 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 이도가 2배로 증가한다.
② X — '동일'하지 않다. 경간을 2배로 하면 이도에 4배의 증가 요인이 생기고, 장력을 2배로 하면 이를 2로 나누므로 결과는 2배이다. 올바르게는 이도가 2배로 증가한다.
③ O — $D'/D = (2L/L)^2 \div (2H/H) = 4/2 = 2$이므로 이도는 2배로 증가한다.
④ X — '4배로 증가'는 경간을 2배로 한 효과만 반영하고 장력을 2배로 한 효과를 빠뜨린 값이다. 올바르게는 이도가 2배로 증가한다.

오답 포인트

경간이 2배라는 조건만 보고 $2^2 = 4$로 계산하면 ④를 고르게 된다. 그러나 수평장력도 2배이므로 이도를 다시 2로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동일한 전선의 이도 변화는 $D \propto L^2/H$로 두고, 경간의 변화율은 제곱하며 수평장력의 변화율로 나누어 판단한다.

암기 포인트

이도는 '경간의 제곱에 비례, 수평장력에 반비례'한다.

NoteBase

11. 테브난 등가 회로에서 내부 임피던스가 $Z_{th} = 4 + j3\,[\Omega]$일 때 최대 전력 전달을 위한 부하 임피던스 [Ω]은?
① $4 + j3$
② $4 - j3$
③ 4
④ $3 - j4$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 교류 회로의 최대 전력 전달 조건을 이용해 부하 임피던스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 테브난 내부 임피던스는 $Z_{th} = 4 + j3\Omega$이다.
구해야 할 값: 부하에 최대 전력이 전달될 때의 부하 임피던스 Z_L이다.
주의할 조건: 교류 회로에서는 부하 임피던스를 내부 임피던스와 같게 두는 것이 아니라 그 복소켤레로 두어야 한다.

사용할 공식

$Z_L = Z_{th}^* = R_{th} - jX_{th}$
이 공식을 쓰는 이유: 교류 회로에서 부하에 전달되는 유효전력이 최대가 되려면 부하의 저항 성분은 테브난 저항과 같고, 리액턴스 성분은 테브난 리액턴스와 크기가 같고 부호가 반대여야 하기 때문이다.

계산 과정

1. $Z_{th} = 4 + j3\Omega$에서 $R_{th} = 4\Omega$, $X_{th} = 3\Omega$이다.
2. 복소켤레를 취하면 실수부는 그대로 두고 허수부의 부호만 바뀐다.
3. 따라서 $Z_L = Z_{th}^* = 4 - j3\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $4 + j3\Omega$은 테브난 내부 임피던스 자체이며 복소켤레가 아니다. 틀린 표현 $4 + j3\Omega$은 $4 - j3\Omega$으로 고쳐야 한다.
② O — $4 - j3\Omega$은 $4 + j3\Omega$의 복소켤레이므로 최대 전력 전달 조건을 만족한다.
③ X — 4Ω만 사용하면 저항 성분은 맞지만 부하 리액턴스 $-j3\Omega$이 빠져 내부 리액턴스를 상쇄하지 못한다. 틀린 표현 4Ω은 $4 - j3\Omega$으로 고쳐야 한다.
④ X — $3 - j4\Omega$은 저항 성분과 리액턴스의 크기를 서로 바꾼 값이다. 틀린 표현 $3 - j4\Omega$은 $4 - j3\Omega$으로 고쳐야 한다.
계산 결과 $Z_L = 4 - j3\Omega$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

①처럼 내부 임피던스를 그대로 부하에 대입하기 쉽다. 최대 전력 전달 조건에서 저항 성분은 같게 하고 허수부의 부호는 반대로 해야 한다. 또한 ④처럼 실수부와 허수부의 수치를 서로 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

교류 최대 전력 전달 문제에서는 먼저 $Z_{th} = R_{th} + jX_{th}$로 구분한 뒤, 실수부는 유지하고 허수부의 부호만 바꾸어 $Z_L = R_{th} - jX_{th}$로 판단한다.

암기 포인트

교류 최대 전력 전달 조건은 $Z_L = Z_{th}^{*}$, 즉 부하 임피던스는 테브난 임피던스의 복소켤레이다.

NoteBase

12. 테브난의 정리에서 구해지는 등가 회로의 구성 요소는?
① 등가 전압원과 병렬 저항
② 등가 전압원과 직렬 저항
③ 직렬 전류원과 병렬 저항
④ 직렬 전압원과 병렬 저항

정답 2번

출제 포인트

테브난의 정리로 선형 회로망을 등가화할 때 등가 전압원과 등가 저항을 어떻게 접속하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

테브난 등가회로: 복잡한 선형 회로망을 부하 단자에서 보았을 때 하나의 등가 전압원과 그에 직렬로 연결된 등가 저항으로 바꾼 회로이다.
노턴 등가회로: 하나의 등가 전류원과 그에 병렬로 연결된 등가 저항으로 바꾼 회로이다.
따라서 테브난은 '전압원-직렬 저항', 노턴은 '전류원-병렬 저항'으로 구별한다.

선지별 해설

① X — '등가 전압원과 병렬 저항'이 틀린 표현이다. 테브난 등가회로에서는 등가 전압원과 등가 저항을 직렬로 연결한다.
② O — 등가 전압원과 등가 저항을 직렬로 연결한 구성이 테브난 등가회로이다.
③ X — '직렬 전류원과 병렬 저항'은 테브난 등가회로의 구성이 아니다. 올바르게는 테브난 등가회로가 등가 전압원과 직렬 저항으로 구성되며, 등가 전류원과 병렬 저항의 조합은 노턴 등가회로이다.
④ X — '병렬 저항'이 틀린 표현이다. 올바르게는 등가 전압원과 등가 저항이 직렬로 연결되어야 한다.

오답 포인트

③의 '전류원-병렬 저항'이라는 노턴의 핵심 형태와 테브난의 형태를 혼동하기 쉽다. 또한 ①과 ④처럼 전압원이 제시되어도 저항의 접속이 병렬이면 테브난 등가회로가 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

등가회로의 전원 종류를 먼저 확인한 뒤 저항의 접속을 함께 본다. 전압원과 직렬 저항이면 테브난, 전류원과 병렬 저항이면 노턴으로 판단한다.

암기 포인트

테브난은 전압원-직렬, 노턴은 전류원-병렬이다.

NoteBase

13. 전력계통용 ESS(Energy Storage System)의 구성 요소에 해당하지 않는 것은?
① 배터리(Battery System)
② PCS(Power Conversion System)
③ EMS(Energy Management System)
④ 디젤 발전기(Diesel Generator)

정답 4번

출제 포인트

전력계통용 ESS의 기본 구성 요소와 별도의 발전 설비를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전력계통용 ESS는 전기에너지를 저장하는 배터리 시스템, 전력의 변환과 계통 연계를 담당하는 PCS, 전체 운전과 상태를 관리하는 EMS로 구성된다. 디젤 발전기는 연료를 사용하여 전력을 생산하는 발전 설비이므로 ESS의 기본 구성 요소가 아니다.

선지별 해설

① O — 배터리 시스템은 전기에너지를 저장하고 필요할 때 방전하는 ESS의 저장부이다.
② O — PCS는 배터리의 직류 전력과 계통의 교류 전력을 상호 변환하고 충전·방전을 제어하는 전력변환장치이다.
③ O — EMS는 배터리와 PCS의 상태를 감시하고 충전·방전 일정 및 ESS 운전을 관리하는 시스템이다.
④ X — '디젤 발전기'는 연료를 연소하여 전력을 생산하는 별도의 발전 설비이며 ESS의 기본 구성 요소가 아니다. 올바르게는 '배터리 시스템, PCS, EMS가 전력계통용 ESS의 기본 구성 요소이다'라고 해야 한다.

오답 포인트

디젤 발전기는 정전 대응이나 독립전원 운전에서 ESS와 함께 설치될 수 있어 구성 요소처럼 보이지만, 함께 연계되는 설비와 ESS 자체의 구성 요소는 구분해야 한다. 또한 문제의 부정형 표현인 '해당하지 않는 것'을 놓치지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

에너지를 저장하는 장치인지, 전력을 변환하는 장치인지, 운전을 관리하는 장치인지 먼저 분류한다.
저장·변환·관리 기능에 해당하지 않고 자체적으로 전력을 생산하는 설비라면 ESS의 기본 구성 요소가 아니다.

암기 포인트

ESS의 기본 구성은 배터리(저장)·PCS(변환)·EMS(관리)이다. 디젤 발전기는 발전 설비이다.

NoteBase

14. 전력시스템의 보호방식에서 주보호(Primary protection) 및 후비보호(Back-up protection)에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 주보호는 고장 발생 시 인근 지역 전체를 신속히 차단하여 계통 안전을 확보하는 방식이다.
② 후비보호는 주보호에 적용된 릴레이와 차단기를 다시 이용하여 이중 안전을 확보하는 방식이다.
③ 후비보호는 주보호가 작동하지 않을 경우를 대비하여 일정 시간 지연 후 동작하도록 설계된다.
④ 주보호는 전체계통을 포괄적으로 보호하는 기능을 가지며 고장점 식별 기능은 없다.

정답 3번

출제 포인트

주보호와 후비보호를 동작 순서, 보호 범위, 독립성으로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

주보호: 담당 보호구간에서 고장이 발생하면 가장 먼저 신속하고 선택적으로 해당 고장 구간을 분리하는 보호이다. / 키워드: 신속성·선택성
후비보호: 주보호나 차단기가 고장을 제거하지 못할 때 이를 대신하여 동작하는 예비 보호이다. 주보호와의 협조를 위해 일반적으로 시간 지연을 두고, 주보호와 공통 원인으로 함께 실패하지 않도록 가능한 한 독립적으로 구성한다. / 키워드: 지연 동작·독립성

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '인근 지역 전체를 신속히 차단'이다. 주보호는 계통 전체나 인근 지역 전체가 아니라 자신이 담당하는 보호구간의 고장을 선택적으로 검출하여 해당 고장 구간만 신속히 분리한다.
② X — 틀린 표현은 '주보호에 적용된 릴레이와 차단기를 다시 이용하여 이중 안전을 확보'이다. 같은 릴레이와 차단기를 그대로 공용하면 그 기기의 고장 때 주보호와 후비보호가 함께 실패할 수 있다. 올바르게는 후비보호를 별도의 계전기·트립 회로 등으로 가능한 한 독립적으로 구성하며, 차단기 자체가 실패하는 경우에는 차단기 실패 보호나 다른 차단기의 동작으로 고장을 제거한다.
③ O — 후비보호는 주보호가 고장을 제거하지 못한 경우에 대비한 예비 보호이다. 정상적인 주보호가 먼저 동작할 기회를 주고 보호 협조를 이루기 위해 일반적으로 일정한 시간 지연 후 동작하도록 설계한다.
④ X — 틀린 표현은 '전체계통을 포괄적으로 보호하며 고장점 식별 기능은 없다'이다. 주보호는 전체계통을 한 번에 포괄하는 것이 아니라 정해진 보호구간을 담당하고, 고장이 어느 보호구간에 속하는지를 선택적으로 판별하여 그 구간을 차단한다.

NoteBase

오답 포인트

‘주보호는 넓게, 후비보호는 같은 장치를 한 번 더 사용한다’고 생각하면 ①·②·④에 끌리기 쉽다. 핵심은 주보호의 선택적 고장 구간 분리와 후비보호의 지연 동작·독립성이다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘평상시 먼저 신속하게 해당 구간만 차단’이면 주보호, ‘주보호 실패 뒤 시간 지연을 두고 대신 차단’이면 후비보호로 판단한다. 후비보호의 신뢰성을 묻는 경우에는 주보호와 장치를 공용하는지가 아니라 공통 고장 가능성을 줄이는 독립 구성을 확인한다.

암기 포인트

주보호는 빠르고 선택적으로, 후비보호는 늦게 독립적으로 동작한다.

NoteBase

15. 3상 4선식 60 [Hz], 22.9 [kV], 길이 15 [km]의 1회선 지중 송전선로가 있다. 케이블 1선당 정전용량을 0.5 [μF/km]라고 할 때 이 선로에 흐르는 무부하 충전 전류는 약 몇 [A]인가? (단, $\pi = 3$, $\sqrt{3} = 1.7$ 이다)
① 약 21.4
② 약 36.4
③ 약 40.8
④ 약 61.8

정답 2번

출제 포인트

3상 선로의 선간전압을 상전압으로 바꾸고, 케이블의 1상당 전체 정전용량을 구한 뒤 충전 전류 공식에 대입하는 문제이다.

조건 정리

주파수: $f = 60Hz$
선간전압: $V_L = 22.9kV$
선로 길이: $l = 15km$
케이블 1선당 정전용량: $0.5\mu F/km$
구해야 할 값: 무부하 시 한 선에 흐르는 충전 전류
주의할 조건: 충전 전류 계산에는 선간전압이 아니라 상전압을 사용한다.

사용할 공식

1상당 전체 정전용량은
$C = 0.5 \times 15 = 7.5\mu F = 7.5 \times 10^{-6} F$
이다. 3상 4선식의 상전압과 충전 전류는 각각
$V_p = \frac{V_L}{\sqrt{3}}, \qquad I_c = \omega C V_p = 2\pi f C V_p$
이다. 케이블의 정전용량에는 교류 전압이 걸리므로 용량성 리액턴스에 의한 전류 $I_c = \omega C V_p$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

주어진 $\sqrt{3} = 1.7$을 사용하면 상전압은
$V_p = \frac{22.9}{1.7} = 13.47kV = 13.47 \times 10^3 V$
이다. 또한 $\pi = 3$이므로 각주파수는
$\omega = 2\pi f = 2 \times 3 \times 60 = 360 rad/s$
이다. 따라서
$I_c = 360 \times 7.5 \times 10^{-6} \times 13.47 \times 10^3 \approx 36.4A$
이다.

선지 판단

① X — 계산값은 약 $36.4A$이므로 '약 $21.4A$'는 틀리며, 올바르게는 '약 $36.4A$'이다. 이 값은 상전압을 구한 뒤 다시 $\sqrt{3}$으로 나누는 경우에 가까운 오답이다.
② O — $I_c \approx 36.4A$로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 계산값은 약 $36.4A$이므로 '약 $40.8A$'는 틀리며, 올바르게는 '약 $36.4A$'이다.
④ X — 계산값은 약 $36.4A$이므로 '약 $61.8A$'는 틀리며, 올바르게는 '약 $36.4A$'이다. $61.8A$는 선간전압 $22.9kV$를 상전압으로 바꾸지 않고 그대로 대입하면 나오는 값이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $22.9kV$를 충전 전류 공식에 그대로 넣는 것이다. 3상 선로에서 한 선의 대지 정전용량에 걸리는 전압은 상전압이므로 $V_L/\sqrt{3}$을 사용한다. 또한 $0.5\mu F/km$에 선로 길이 $15km$를 곱하고, μF를 F로 변환해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

케이블 충전 전류 문제는 '1상당 전체 정전용량 계산 → 선간전압을 상전압으로 변환 → $I_c = 2\pi f C V_p$에 대입 → μF, kV 단위 변환 확인'의 순서로 판단한다.

암기 포인트

한 선의 충전 전류는 $I_c = 2\pi f C (V_L/\sqrt{3})$이며, C에는 1선당 정전용량과 선로 길이를 곱한 값을 사용한다.

NoteBase

16. $e = E_m \sin(\omega t + 30°)$와 $i = I_m \cos(\omega t - 100°)$의 위상차 [°]는?
① 40
② 70
③ 130
④ 210

정답 1번

출제 포인트

전압과 전류의 삼각함수 형식을 같게 바꾼 뒤 두 위상각의 차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $e = E_m \sin(\omega t + 30^\circ)$이고, 전류는 $i = I_m \cos(\omega t - 100^\circ)$이다. 위상차를 구하려면 두 식을 모두 사인 또는 모두 코사인 형식으로 통일해야 한다.

사용할 공식

$\cos\theta = \sin(\theta + 90^\circ)$따라서 $i = I_m \sin(\omega t - 10^\circ)$이다. 서로 다른 삼각함수에 붙은 위상각은 바로 비교할 수 없으므로 이 변환이 필요하다.

계산 과정

1. 전류를 사인 형식으로 바꾸면 $i = I_m \sin\{(\omega t - 100^\circ) + 90^\circ\} = I_m \sin(\omega t - 10^\circ)$이다.
2. 전압의 위상각은 30°, 전류의 위상각은 -10°이다.
3. 위상차는 $|30^\circ - (-10^\circ)| = 40^\circ$이다. 따라서 전압이 전류보다 40° 앞선다.

선지 판단

① O — 계산한 위상차가 40°이므로 맞다.
② X — 같은 사인 형식에서 두 위상각의 차는 40°이므로 70°가 아니다. 올바르게는 40°이다.
③ X — $30^\circ - (-100^\circ) = 130^\circ$으로 계산하면 사인과 코사인의 90° 형식 차이를 무시하게 된다. 올바르게는 코사인을 사인으로 바꾼 뒤 구한 40°이다.
④ X — 같은 삼각함수 형식으로 통일한 두 위상각의 주된 차는 40°이므로 210°가 아니다. 올바르게는 40°이다.

오답 포인트

전압은 사인, 전류는 코사인으로 주어졌는데 괄호 안의 30°와 -100°를 곧바로 빼면 130°이라는 오답이 나온다. 삼각함수 형식을 통일할 때 코사인을 사인으로 바꾸면 위상각에 $+90^\circ$를 더한다는 점이 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

교류 파형의 위상차는 먼저 사인끼리 또는 코사인끼리 형식을 통일하고, 그다음 두 위상각을 빼서 판단한다. 위상각이 더 큰 파형이 그 차이만큼 앞선다.

암기 포인트

$\cos\theta = \sin(\theta + 90^\circ)$, 즉 코사인을 사인으로 바꾸면 위상각에 90°를 더한다.

NoteBase

17. 다음 상태방정식을 갖는 제어시스템에서 특성방정식의 근은?

$$\dot{x} = Ax(t) + Bu(t)$$
$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix},\ B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

① $-1,\ -2$
② $-1,\ 2$
③ $1,\ -2$
④ $1,\ 2$

정답 1번

출제 포인트

상태방정식에서 시스템의 특성근을 특성방정식 $\det(sI - A) = 0$으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 시스템 행렬의 성분은 $A_{11} = 0, A_{12} = 1, A_{21} = -2, A_{22} = -3$이고, 입력행렬의 성분은 $B_1 = 0$, $B_2 = 1$이다.
구해야 할 값: 시스템 행렬 A의 특성근이다.
주의할 조건: 특성근은 A의 고유값이므로 입력행렬 B는 특성방정식 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

$\det(sI - A) = 0$
이 공식을 쓰는 이유: 상태방정식 $\dot{x} = Ax + Bu$에서 자유응답과 시스템의 고유 동특성은 행렬 A가 결정하며, 그 특성근은 A의 고유값이기 때문이다.

계산 과정

$sI - A$의 대각성분은 $s, s + 3$이고 비대각성분은 $-1, 2$이다. 따라서
$\det(sI - A) = s(s + 3) - (-1)(2) = s^2 + 3s + 2$
$s^2 + 3s + 2 = (s + 1)(s + 2) = 0$
이며, 특성근은 $s = -1,\ -2$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $-1,\ -2$는 계산한 두 특성근과 모두 일치한다.
② X — -1, 2에서 2의 부호가 틀렸다. 올바르게는 $-1,\ -2$이다.
③ X — $1,\ -2$에서 1의 부호가 틀렸다. 올바르게는 $-1,\ -2$이다.
④ X — 1,2는 두 근의 부호를 모두 반대로 적은 값이다. 올바르게는 $-1,\ -2$이다.
계산 결과가 $-1,\ -2$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

특성다항식 $(s+1)(s+2)$의 근을 1,2로 읽는 부호 착각이 핵심 함정이다. $s+a=0$의 근은 $s=-a$임을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

상태방정식의 특성근 문제는 B를 제외하고 $sI-A$를 만든 뒤, 행렬식을 전개하여 $\det(sI-A)=0$의 근을 구하는 순서로 판단한다. 마지막에는 근의 합과 곱이 각각 특성다항식의 계수와 맞는지 검산한다.

암기 포인트

상태공간모델의 특성근은 A의 고유값이며, $\det(sI-A)=0$으로 구한다.

NoteBase

18. 2포트 회로망(Two port network) 해석에서 사용되는 Y-파라미터에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① Y-파라미터 행렬의 대각 성분은 입력 임피던스를 나타낸다.
② Y-파라미터는 전류를 전압의 함수로 표현한다.
③ Y-파라미터는 어드미턴스 파라미터라고도 한다.
④ Y-파라미터는 병렬 회로망 해석에 적합하다.

정답 1번

출제 포인트

2포트 회로망의 Y-파라미터가 전압과 전류를 어떻게 연결하는지, 각 행렬 성분의 의미와 병렬 접속에서의 성질을 묻는 문제이다.

핵심 개념

Y-파라미터는 포트 전류를 포트 전압의 함수로 나타내는 어드미턴스 파라미터이다. 관계식은 $I_1 = y_{11}V_1 + y_{12}V_2, I_2 = y_{21}V_1 + y_{22}V_2$이다.
대각 성분 y_{11}, y_{22}는 각각 다른 포트의 전압을 0으로 둔 단락 조건에서 구하는 구동점 어드미턴스이고, 비대각 성분 y_{12}, y_{21}는 전달 어드미턴스이다.
Y-파라미터는 전류-전압 관계와 병렬 접속에 알맞고, Z-파라미터는 전압-전류 관계와 직렬 접속에 알맞다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '대각 성분은 입력 임피던스를 나타낸다'이다. 대각 성분은 입력 임피던스가 아니라 구동점 어드미턴스를 나타낸다. 구체적으로 $y_{11} = I_1/V_1$은 $V_2 = 0$인 조건에서, $y_{22} = I_2/V_2$는 $V_1 = 0$인 조건에서 정의된다. 따라서 가장 적절하지 않은 설명이다.

② O
Y-파라미터의 정의식은 포트 전류 I_1, I_2를 포트 전압 V_1, V_2의 선형함수로 표현한다.

③ O
Y는 어드미턴스(admittance)를 뜻하므로 Y-파라미터를 어드미턴스 파라미터라고도 한다.

④ O
2포트 회로망을 병렬로 접속하면 각 포트의 전압은 같고 전류는 합해진다. 따라서 전체 Y행렬은 각 회로망의 Y행렬을 더하여 구할 수 있으므로 병렬 회로망 해석에 적합하다.

오답 포인트

①의 '입력'이라는 말만 보고 입력 임피던스로 판단하기 쉽다. 그러나 파라미터의 종류가 Y이므로 각 성분의 차원과 의미는 어드미턴스이며, 대각 성분은 구동점 어드미턴스이다. 또한 Y-파라미터의 정의에서 전압을 0으로 두는 조건은 개방이 아니라 단락 조건이라는 점도 함께 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 행렬식의 종속변수를 확인한다. 전류를 전압으로 나타내면 Y-파라미터이고 성분은 어드미턴스이다. 이어서 대각 성분은 구동점, 비대각 성분은 전달 성분으로 판단하며, 병렬 접속에서는 전류가 합해지므로 Y행렬이 더해진다고 판단한다.

암기 포인트

Y는 전류=Y×전압, 대각은 구동점 어드미턴스, 병렬에서는 Y행렬의 합이다.

NoteBase

19. 25[℃]에서 저항이 5[Ω]인 전선이 있다. 60[℃]에서 이 전선의 저항[Ω]은? (단, 전선의 저항온도계수는 0.004[Ω/℃] 이다)
① 4.25 ② 4.7
③ 5.25 ④ 5.7

정답 4번

출제 포인트

저항의 온도계수를 이용하여 온도 상승에 따른 전선의 저항 변화를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기준 온도 25 ^ C, 기준 저항 $R_{25} = 5\Omega$, 최종 온도 60 ^ C이다.
문제에는 저항온도계수가 0.004 Ω/^ C로 표기되어 있으나, 공식 답과 통상적인 저항-온도 관계식에 따라 상대 저항온도계수 α=0.004 ^ C^-1로 해석한다.
구해야 할 값: 60 ^ C에서의 저항 R_{60}이다.
주의할 조건: 온도 변화량은 최종 온도 자체가 아니라 60-25=35 ^ C이다.

사용할 공식

$R_2 = R_1\{1 + \alpha(T_2 - T_1)\}$
저항온도계수가 일정할 때 기준 온도에서 다른 온도로 변한 저항을 구하는 식이다. 이 식에서 α는 단위가 ^ C^-1인 상대 저항온도계수이므로 $\alpha\Delta T$는 무차원 증가율이 된다. 온도가 올라가고 온도계수가 양수이므로 저항은 증가한다.

계산 과정

1. 온도 변화량을 구하면 $\Delta T = 60 - 25 = 35\,^\circ C$이다.
2. 저항 증가율은 $\alpha\Delta T = 0.004 \times 35 = 0.14$이다.
3. 따라서 $R_{60} = 5(1 + 0.14) = 5 \times 1.14 = 5.7\Omega$이다.

선지 판단

① X — 4.25Ω는 계산 결과 5.7Ω와 다르다. 틀린 값 4.25Ω는 올바르게는 5.7Ω이다.
② X — 4.7Ω는 양의 온도계수인데도 기준 저항 5Ω보다 작으므로 온도 상승 시 저항이 증가한다는 방향과 맞지 않는다. 틀린 값 4.7Ω는 올바르게는 5.7Ω이다.
③ X — 5.25Ω는 증가율 0.14를 기준 저항에 적용한 결과가 아니다. 틀린 값 5.25Ω는 올바르게는 5.7Ω이다.
④ O — 공식에 대입한 결과가 5.7Ω이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

온도 변화량을 $60^\circ C$로 잘못 잡거나, $0.004 \times 35 = 0.14$를 저항 증가량으로 바로 더하면 안 된다. 0.14는 증가율이므로 기준 저항 5Ω에 곱해야 하며, 실제 증가량은 $5 \times 0.14 = 0.7\Omega$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

기준 온도와 최종 온도의 차이를 먼저 구한 뒤, $R_2 = R_1\{1 + \alpha\Delta T\}$에 대입하고 온도계수의 부호로 저항의 증감 방향을 검산한다.

암기 포인트

저항 변화는 온도 자체가 아니라 온도 차에 비례한다. $\Delta R = R_1\alpha\Delta T$이다.

NoteBase

20. 표피효과(Skin effect)에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?
① 표피효과는 도체의 도전율이 클수록 커진다.
② 표피효과는 인가전압의 주파수가 높을수록 커진다.
③ 표피효과는 도체의 저항률이 클수록 작아진다.
④ 표피효과는 도체의 투자율이 클수록 작아진다.

정답 4번

출제 포인트

표피효과의 크기를 결정하는 도체의 굵기, 주파수, 저항률, 투자율의 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

표피효과는 교류 전류가 도체 내부에 균일하게 흐르지 않고 표면에 집중되는 현상이다. 전류가 주로 흐르는 깊이인 표피깊이는 $\delta = \sqrt{2\rho/(\omega\mu)}$이므로, 주파수와 투자율이 클수록 표피깊이가 작아져 표피효과가 커지고 저항률이 클수록 표피깊이가 커져 표피효과가 작아진다. 도체의 반지름이 표피깊이에 비해 클수록 전류 분포의 불균일성이 커진다.

선지별 해설

① O — 도체의 도전율이 클수록 저항률은 작아지고 표피깊이가 감소하므로 표면으로 전류가 더 집중되어 표피효과가 커진다.
② O — 인가전압의 주파수가 높아지면 각주파수 ω가 커지고 표피깊이가 작아지므로 표피효과가 커진다.
③ O — 도체의 저항률이 클수록 표피깊이가 커져 전류가 도체 내부까지 더 침투하므로 표피효과가 작아진다.
④ X — 틀린 표현은 '도체의 투자율이 클수록 작아진다'이다. 올바르게는 도체의 투자율이 클수록 표피깊이가 작아져 표피효과가 커진다.

오답 포인트

투자율이 커지면 자기장이 잘 형성되므로 전류가 도체 내부까지 더 잘 흐를 것이라고 반대로 판단하기 쉽다. 그러나 표피깊이 식에서 투자율은 분모에 있으므로 투자율이 클수록 표피깊이는 감소하고 표피효과는 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

표피깊이 $\delta = \sqrt{2\rho/(\omega\mu)}$를 기준으로 판단한다. 표피깊이가 작아지는 조건인 높은 주파수, 큰 투자율, 작은 저항률에서는 표피효과가 커지며, 도체가 굵을수록 표피깊이에 비해 반지름이 커져 표피효과가 두드러진다.

암기 포인트

표피효과는 굵기·주파수·투자율이 클수록 커지고, 저항률이 클수록 작아진다.

NoteBase

21. 교류 회로에서 직렬 RLC 회로가 공진 상태에 있을 때의 특성으로 적절한 것은?
① 인덕터와 커패시터의 리액턴스가 같지 않다.
② 회로의 임피던스는 최솟값이 된다.
③ 전류는 최소가 된다.
④ 전압과 전류 사이의 위상각은 $\pm 90\,[^\circ]$이다.

정답 2번

출제 포인트

직렬 RLC 회로가 공진할 때 리액턴스, 임피던스, 전류, 전압과 전류의 위상 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

직렬 공진은 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스가 같아져 서로 상쇄되는 상태이다. 즉, $X_L = X_C$이므로 합성 리액턴스 $X_L - X_C$는 0이 되고, 회로의 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R$로 최소가 된다. 따라서 전류는 최대가 되며, 전원 전압과 회로 전류의 위상차는 0 °이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '인덕터와 커패시터의 리액턴스가 같지 않다'이다. 공진 상태에서는 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스가 같아 $X_L = X_C$가 된다.
② O — 두 리액턴스가 상쇄되어 임피던스가 저항 성분 R만 남으므로 회로의 임피던스는 최소가 된다.
③ X — 틀린 표현은 '전류는 최소가 된다'이다. 전원 전압이 일정하면 $I = V/Z$이고 임피던스가 최소이므로 전류는 최대가 된다.
④ X — 틀린 표현은 '위상각은 $+90^\circ$ 또는 -90°이다'이다. 공진 상태에서는 합성 리액턴스가 0이므로 전원 전압과 회로 전류는 동상이며 위상각은 0 °이다.

오답 포인트

공진을 전류가 억제되는 상태로 생각하면 ③을 고르기 쉽다. 직렬 공진에서는 인덕터와 커패시터의 리액턴스가 서로 상쇄되므로 임피던스는 최소이고 전류는 최대가 된다. 또한 $\pm 90^\circ$는 순수 인덕터나 순수 커패시터에서의 전압·전류 위상 관계이며, 공진한 직렬 RLC 회로의 전체 위상차는 0 °이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 공진 문제에서는 먼저 $X_L = X_C$를 적용한다. 이어서 합성 리액턴스 0, 임피던스 최소, 전류 최대, 전압과 전류 동상이라는 연결 관계로 선지를 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

직렬 공진은 '리액턴스 상쇄 → 임피던스 최소 → 전류 최대 → 위상차 0'으로 기억한다.

NoteBase

22. 자속(Magnetic flux) 또는 자계에너지(Magnetic energy)에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 자속의 단위는 $[Wb/m^2]$로 자계강도를 나타낸다.

② 자계에 저장된 에너지는 자속과 무관하게 항상 일정하다.

③ 자속은 자기장의 세기와 무관하며 단지 면적에 의해 결정된다.

④ 자계에 저장되는 에너지는 자계강도의 제곱에 비례한다.

정답 4번

출제 포인트

자속과 자속밀도의 단위를 구별하고, 자계에 저장되는 에너지가 자계강도와 어떤 관계를 가지는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

자속 Φ는 어떤 면을 통과하는 자기장의 총량이며 단위는 Wb이다. 자속밀도 B는 단위 면적당 자속으로, 단위는 $Wb/m^2 = T$이다. 선형 자성체에서 단위 체적당 자계에너지 밀도는 $w_m = \frac{1}{2}BH = \frac{1}{2}\mu H^2$이므로 투자율 μ가 일정하면 자계강도 H의 제곱에 비례한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
자속의 단위는 Wb이다. Wb/m^2는 자계강도가 아니라 자속밀도 B의 단위이다. 틀린 표현인 '자속의 단위는 Wb/m^2로 자계강도를 나타낸다'는 '자속의 단위는 Wb이고, Wb/m^2는 자속밀도를 나타낸다'로 고쳐야 한다.

② X
자계에 저장되는 에너지는 자속과 무관하게 항상 일정한 값이 아니다. 선형 인덕터에서는 $W_m = \frac{1}{2}LI^2$이므로 전류가 만드는 자계 상태에 따라 달라진다. 틀린 표현인 '자속과 무관하게 항상 일정하다'는 '자속과 전류 등 자계 상태에 따라 변한다'로 고쳐야 한다.

③ X
균일한 자속밀도가 면에 수직으로 통과하면 자속은 $\Phi = BA$이고, 일반적으로는 $\Phi = \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$이다. 따라서 자속은 자기장의 세기와 단면적 및 방향에 의해 결정된다. 틀린 표현인 '자기장의 세기와 무관하며 단지 면적에 의해 결정된다'는 '자속밀도, 면적, 자기장과 면의 방향에 의해 결정된다'로 고쳐야 한다.

④ O
선형 자성체에서 자계에너지 밀도는 $w_m = \frac{1}{2}\mu H^2$이다. 투자율과 체적이 일정하면 저장되는 자계에너지는 자계강도 H의 제곱에 비례하므로 가장 적절하다.

오답 포인트

①은 자속 Φ, 자속밀도 B, 자계강도 H의 명칭과 단위를 뒤섞은 선지이다. 또한 ③의 '단지 면적'이라는 표현과 ②의 '항상 일정'이라는 절대적 표현을 그대로 받아들이면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 자속은 Wb, 자속밀도는 Wb/m^2, 자계강도는 A/m로 구별한다. 에너지 관계를 물으면 선형 자성체의 $w_m = \frac{1}{2}\mu H^2$를 적용하여 자계강도의 제곱에 비례하는지 판단한다.

암기 포인트

자속은 Wb, 자속밀도는 Wb/m^2, 자계강도는 A/m, 자계에너지는 H^2에 비례한다.

NoteBase

23. 단위 임펄스를 $\delta(t)$라 할 때, $\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)\,dt$의 값은?

① 1
② 0
③ ∞
④ -1

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단위 임펄스(디랙 델타)의 전체 적분값, 즉 면적이 1이라는 정의를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 함수: 단위 임펄스 $\delta(t)$
적분 구간: $-\infty < t < \infty$
구해야 할 값: 단위 임펄스의 전체 면적

사용할 공식

단위 임펄스의 정의에 따라
$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt = 1$
이다. 단위 임펄스는 $t = 0$에서 집중되고 그 전체 면적이 1이 되도록 정의되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 적분 구간 $(-\infty, \infty)$에는 임펄스가 위치한 $t = 0$이 포함된다.
2. 단위 임펄스의 전체 면적은 정의상 1이다.
3. 따라서 $\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt = 1$이다.

선지 판단

① O — 단위 임펄스를 전 구간에서 적분한 값은 정의상 1이므로 옳다.
② X — 임펄스가 한 점에만 존재한다고 하여 적분값이 0이 되는 것은 아니다. 올바르게는 전체 적분값이 1이다.
③ X — $t = 0$에서의 이상적인 크기를 적분값과 혼동한 선택지이다. 올바르게는 높이가 아니라 면적을 보아야 하며 전체 면적은 1이다.
④ X — 단위 임펄스의 면적은 음수가 아니다. 올바르게는 $\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt = 1$이다.

NoteBase

오답 포인트

임펄스의 폭이 0이라는 점에서 ②를 고르거나, $t = 0$에서의 이상적인 크기가 무한대로 표현된다는 점에서 ③을 고르기 쉽다. 임펄스는 보통 함수의 한 점 값이나 폭이 아니라 적분으로 정해지는 전체 면적으로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

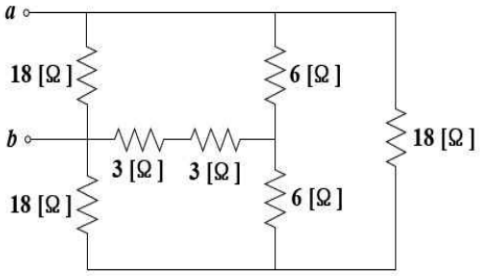
적분 구간에 임펄스의 위치가 포함되는지 먼저 확인한 뒤 임펄스의 가중치를 적용한다. $a\delta(t - t_0)$를 t_0가 포함된 구간에서 적분하면 결과는 a이며, 이 문제에서는 $a = 1$이다.

암기 포인트

단위 임펄스는 높이가 아니라 면적으로 기억한다: $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)dt = 1$.

NoteBase

24. 다음 그림과 같은 회로에서 단자 a, b 사이의 합성저항 [Ω]은?



① 6
② 9
③ 12
④ 18

정답 1번

출제 포인트

저항 회로의 접속 관계를 정리한 뒤 직렬·병렬 합성 공식을 적용하여 단자 a, b 사이의 합성저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

가운데 가로 방향의 3Ω 저항 두 개는 중간 접점에 다른 가지가 연결되지 않으므로 먼저 직렬로 합성하여 6Ω으로 본다. 그림의 아래 공통 노드를 c, 두 3Ω 저항과 세로 6Ω 저항이 만나는 중앙 접점을 d라 하면, $a-c-b$ 경로의 저항비는 18 : 18이고 $a-d-b$ 경로의 저항비는 6 : 6이다. 두 비가 같으므로 브리지가 평형을 이루어 c와 d가 등전위가 된다.

사용할 공식

직렬 합성은 $R_s = R_1 + R_2$, 병렬 합성은 $1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + \cdots$이다. 브리지에서 $R_{ac}/R_{cb} = R_{ad}/R_{db}$이면 두 중간점 c, d가 등전위이므로 그 사이의 저항에는 전류가 흐르지 않는다.

계산 과정

1. 가운데 가로 방향의 두 저항을 직렬 합성하면 $3 + 3 = 6\Omega$이다.
2. $18/18 = 6/6$이므로 브리지가 평형을 이루며, 중앙 접점 d와 아래 공통 노드 c 사이의 6Ω 저항에는 전류가 흐르지 않는다.
3. 따라서 단자 a, b 사이에는 $(18 + 18)\Omega = 36\Omega$, $(6 + 6)\Omega = 12\Omega$, 직접 연결된 18Ω의 세 경로가 병렬로 연결된다.
4. 먼저 $36 \parallel 12 = 9\Omega$이고, 이어서 $9 \parallel 18 = 6\Omega$이므로 $R_{ab} = 6\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산한 합성저항 6Ω과 일치한다.
② X — 9Ω은 36Ω 경로와 12Ω 경로만 병렬 합성한 중간값이다. 여기에 직접 연결된 18Ω 경로를 더 합성해야 한다.
③ X — 12Ω은 $a-d-b$ 경로의 6 + 6Ω만 합성한 값이다. 전체 회로의 합성저항은 6Ω이다.
④ X — 18Ω은 단자 a, b 사이에 직접 연결된 한 경로의 저항값일 뿐이다. 나머지 두 경로까지 병렬 합성하면 6Ω이다.

오답 포인트

36Ω 경로와 12Ω 경로만 병렬 합성하여 중간값인 9Ω을 고르거나, 12Ω 또는 직접 연결된 18Ω 한 경로만 보고 답을 고르기 쉽다. 브리지 평형으로 무전류 가지를 제거한 뒤 단자 a, b 사이의 세 병렬 경로를 모두 합성해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 다른 가지가 연결되지 않은 직렬 접점을 합성하고, 다음으로 등전위점을 찾아 회로를 다시 그린 뒤, 단자 사이의 모든 병렬 경로를 합성한다.

암기 포인트

브리지의 두 분압비가 같으면 두 중간점이 등전위가 되어 그 사이의 가지에는 전류가 흐르지 않는다. 무전류 가지를 제거한 뒤 남은 직렬·병렬 경로를 합성한다.

NoteBase

25. 어느 수용가에서 부하의 유효전력이 40 [kW] 이고 무효전력이 30 [kVar]이다. 이 부하의 역률 [%]은?
① 43
② 57
③ 60
④ 80

정답 4번

출제 포인트

유효전력과 무효전력으로 피상전력을 구한 뒤, 유효전력을 피상전력으로 나누어 역률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유효전력 $P = 40kW$, 무효전력 $Q = 30kVar$이다.
구해야 할 값: 역률 $\cos\phi$의 백분율이다.
주의할 조건: 역률의 분모는 무효전력 Q가 아니라 피상전력 S이다.

사용할 공식

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
$\cos\phi = \frac{P}{S}$
유효전력과 무효전력은 전력삼각형에서 서로 직각인 성분이므로 피타고라스 관계로 피상전력을 구한다. 역률은 피상전력 중 실제 일을 하는 유효전력의 비율이다.

계산 과정

1. 피상전력을 구한다.
$S = \sqrt{(40kW)^2 + (30kVar)^2} = 50kVA$
2. 역률을 계산한다.
$\cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{40}{50} = 0.8$
3. 백분율로 바꾼다.
$0.8 \times 100 = 80\%$
따라서 이 부하의 역률은 80%이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 43%는 계산 결과인 80%와 다르다. 틀린 값 43%는 올바르게는 80%이다.
② X — 57%는 계산 결과인 80%와 다르다. 틀린 값 57%는 올바르게는 80%이다.
③ X — 60%는 계산 결과인 80%와 다르다. 60%는 $Q/S = 30/50$으로 무효전력의 비율을 구한 값이며, 올바른 역률은 $P/S = 40/50 = 80\%$이다.
④ O — $P/S = 40/50 = 0.8$이므로 역률은 80%이다.

오답 포인트

전력삼각형의 두 변인 유효전력과 무효전력을 그대로 나누거나, Q/S를 역률로 착각하기 쉽다. 특히 ③의 60%는 무효전력의 비율일 뿐 역률이 아니다. 역률은 반드시 P/S로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유효전력 P와 무효전력 Q가 주어지면 먼저 $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$를 구하고, 이어서 P/S를 계산한 뒤 100을 곱해 역률의 백분율을 판단한다.

암기 포인트

전력삼각형은 $S^2 = P^2 + Q^2$, 역률은 P/S이다.

NoteBase