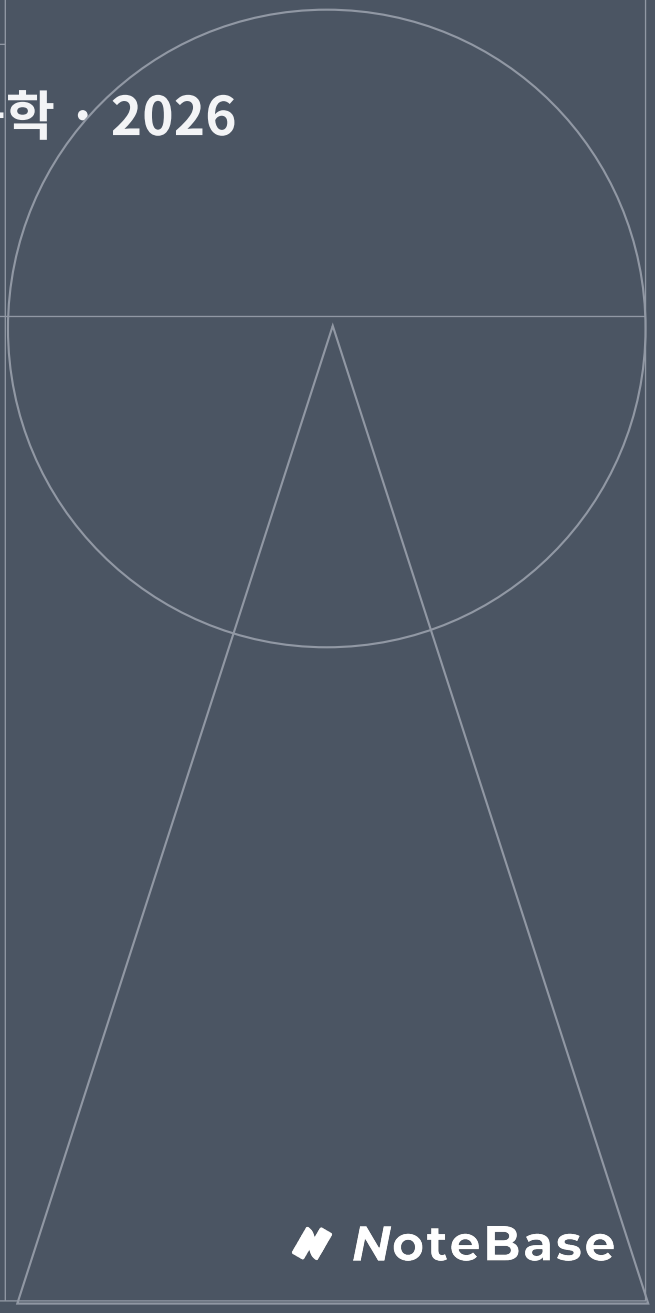
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2026

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2026

1. 진공 중 두 점전하 사이에 작용하는 힘이 F이다. 두 전하량을 각각 2배와 3배로 하고 거리를 2배로 하면 새로운 힘은 얼마인가?
   ① $1.5F$
   ② $2F$
   ③ $3F$
   ④ $6F$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 쿨롱 법칙을 이용해 두 전하량과 전하 사이의 거리가 변할 때 정전기력이 몇 배가 되는지 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 힘은 F이고, 두 전하량은 각각 처음의 2배와 3배가 되며, 거리는 처음의 2배가 된다.
구해야 할 값: 변화한 정전기력 F'을 처음 힘 F의 배수로 나타낸 값이다.
주의할 조건: 정전기력은 전하량의 곱에 비례하지만 거리의 제곱에 반비례한다.

사용할 공식

쿨롱 법칙은 다음과 같다.
$F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$
이 공식을 쓰는 이유: 진공에서 두 점전하 사이의 힘을 구하는 상황이며, 전하량과 거리의 변화가 모두 주어졌기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

처음 힘은 $F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$이다.
변화한 전하량과 거리를 대입하면 다음과 같다.
$F' = k\frac{|(2q_1)(3q_2)|}{(2r)^2} = \frac{2\times 3}{2^2}k\frac{|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{6}{4}F = 1.5F$
따라서 새로운 힘은 처음 힘의 1.5배이다.

선지 판단

① O: 계산 결과가 $1.5F$이므로 새로운 힘과 일치한다.
② X: $2F$는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현 $2F$ → 올바르게는 전하량의 곱이 6배, 거리 제곱이 4배가 되므로 $1.5F$이다.
③ X: $3F$는 거리 변화의 제곱 효과를 정확히 반영하지 않은 값이다. 틀린 표현 $3F$ → 올바르게는 $6F/4 = 1.5F$이다.
④ X: $6F$는 두 전하량의 변화만 곱하고 거리가 2배가 되어 힘이 1/4로 줄어드는 효과를 빠뜨린 값이다. 틀린 표현 $6F$ → 올바르게는 $1.5F$이다.

오답 포인트

전하량이 각각 2배와 3배이면 분자는 6배가 되지만, 거리가 2배이면 분모의 r^2은 4배가 된다. 특히 ④의 $6F$처럼 전하량 변화만 반영하거나, 거리의 2배를 단순히 2로만 나누는 실수가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 전하량의 배율을 각각 a, b, 거리의 배율을 c라 하면 힘의 배율은 ab/c^2로 판단한다.

암기 포인트

쿨롱 힘은 전하량 배율끼리는 곱하고 거리 배율은 제곱하여 나눈다: $F'/F = ab/c^2$이다.

NoteBase

2. 폐곡면 내부에 $+2\,[\mu C]$, $-1\,[\mu C]$, $+3\,[\mu C]$의 점전하가 있다. 이 폐곡면 내부의 총 전하량은 얼마인가?

① $1\,[\mu C]$
② $2\,[\mu C]$
③ $3\,[\mu C]$
④ $4\,[\mu C]$

정답 4번

출제 포인트

폐곡면 내부에 있는 여러 점전하의 부호를 포함하여 대수적으로 더해 총 전하량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 점전하: $q_1 = +2\mu C$, $q_2 = -1\mu C$, $q_3 = +3\mu C$
구해야 할 값: 폐곡면 내부의 총 전하량 Q_{in}
주의할 조건: 전하의 크기만 더하지 않고 양전하와 음전하의 부호를 그대로 반영한다. 세 전하의 단위가 모두 μC이므로 별도의 단위 변환은 필요하지 않다.

사용할 공식

$$Q_{\text{in}} = \sum_i q_i$$

폐곡면 내부의 총 전하량은 그 내부에 있는 모든 전하의 대수합이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 각 점전하의 부호를 유지하여 식을 세운다.
$Q_{\text{in}} = (+2) + (-1) + (+3)$
2. 수치를 계산한다.
$Q_{\text{in}} = 2 - 1 + 3 = 4$
3. 공통 단위를 붙이면 총 전하량은 $4\mu C$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $1\mu C$은 세 전하를 모두 더한 값이 아니다. $+2\mu C$와 $-1\mu C$만 합하고 $+3\mu C$을 누락하면 나오는 값이며, 올바른 총 전하량은 $4\mu C$이다.
② X — $2\mu C$은 대수합 $2 - 1 + 3$의 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 $4\mu C$이다.
③ X — $3\mu C$은 마지막 점전하 하나의 값일 뿐 세 점전하의 총합이 아니다. 올바르게는 $4\mu C$이다.
④ O — $(+2) + (-1) + (+3) = +4$이므로 폐곡면 내부의 총 전하량은 $4\mu C$이다.

오답 포인트

음전하 $-1\mu C$의 부호를 빠뜨리거나, 세 전하 중 일부만 더하는 것이 핵심 함정이다. 총 전하량은 전하량의 절댓값 합이 아니라 부호를 포함한 대수합이다.

다시 나오면 이렇게 판단

폐곡면 내부의 전하만 골라 각 전하의 부호와 단위를 확인한 뒤 대수합을 계산한다. 단위가 서로 다를 때에는 먼저 같은 단위로 환산하고, 마지막에 계산 결과의 부호와 단위를 함께 검산한다.

암기 포인트

총 전하량 = 폐곡면 내부 전하의 부호를 포함한 대수합이다.

NoteBase

3. 100회 감은 코일을 지나는 자속이 $0.02\,[Wb]$에서 $0.01\,[Wb]$로 $0.1\,[\sec]$ 동안 균일하게 감소하였다. 유도기전력의 크기는 얼마인가?
   ① $1\,[V]$
   ② $5\,[V]$
   ③ $10\,[V]$
   ④ $20\,[V]$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 패러데이의 전자유도 법칙을 이용하여 코일에 유도되는 기전력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

코일의 권수는 $N = 100$이다.
자속은 $0.02Wb$에서 $0.01Wb$로 감소한다.
변화 시간은 $\Delta t = 0.1s$이다.
구하는 값은 유도기전력의 크기이므로 자속 변화율의 절댓값을 사용한다.

사용할 공식

$|e| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$
코일을 통과하는 자속이 시간에 따라 변하므로 패러데이의 전자유도 법칙을 사용한다. 권수가 N인 코일에서는 각 권선에 생기는 유도기전력이 합해지므로 자속 변화율에 권수를 곱한다.

계산 과정

자속 변화량의 크기는 다음과 같다.
$|\Delta\Phi| = |0.01 - 0.02| = 0.01Wb$
따라서 유도기전력의 크기는 다음과 같다.
$|e| = 100 \times \frac{0.01}{0.1} = 10V$
또한 $Wb/s = V$이므로 계산 결과의 단위는 볼트이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 계산 결과는 $10V$이므로 '$1V$'는 틀린 값이다. 올바르게는 '$10V$'이다.
② X — 계산 결과는 $10V$이므로 '$5V$'는 틀린 값이다. 올바르게는 '$10V$'이다.
③ O — 패러데이 법칙에 따라 $100 \times 0.01/0.1 = 10V$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — '$20V$'는 자속의 변화량 $0.01Wb$이 아니라 처음 자속 $0.02Wb$ 자체를 변화량으로 잘못 대입하면 나오는 값이다. 올바르게는 '$10V$'이다.

오답 포인트

자속이 감소한다는 말 때문에 유도기전력의 부호를 따지기 쉽지만, 문제는 크기를 묻고 있으므로 절댓값을 취한다. 또한 $0.02Wb$를 그대로 대입하지 않고 실제 변화량 $|0.01 - 0.02| = 0.01Wb$를 사용하며, 코일의 권수 100을 반드시 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 처음 자속과 나중 자속의 차이로 $|\Delta\Phi|$를 구한 뒤, 변화 시간으로 나누고 코일의 권수 N을 곱한다. 기전력의 크기를 물으면 최종값을 절댓값으로 판단한다.

암기 포인트

유도기전력의 크기는 '권수 × 자속 변화량 ÷ 변화 시간', 즉 $|e| = N|\Delta\Phi|/\Delta t$이다.

NoteBase

4. 전력계통에서 부하가 발전량보다 순간적으로 커질 때 가장 먼저 나타나는 현상으로 가장 적절한 것은?
① 계통 주파수가 상승한다.
② 계통 주파수가 저하된다.
③ 송전선 저항이 0이 된다.
④ 무효전력이 항상 음수가 된다.

정답 2번

출제 포인트

부하와 발전량 사이에 순간적인 유효전력 불균형이 생겼을 때 계통 주파수가 어느 방향으로 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

계통 주파수는 발전기 회전속도와 연결된다. 부하가 발전량보다 커지면 부족한 전력을 발전기의 회전 에너지가 순간적으로 보충하므로 발전기가 감속하고 계통 주파수가 저하된다. 반대로 발전량이 부하보다 크면 발전기가 가속하여 주파수가 상승한다.

선지별 해설

① X — '계통 주파수가 상승한다'가 틀린 표현이다. 부하가 발전량보다 커지면 발전기가 감속하므로 계통 주파수는 상승하지 않고 저하된다.
② O — 유효전력 수요가 공급보다 커진 직후 발전기의 회전 에너지가 부족분을 담당하면서 회전속도가 낮아지므로 계통 주파수가 저하된다.
③ X — '송전선 저항이 0이 된다'가 틀린 표현이다. 송전선 저항은 도체의 재질, 길이, 단면적, 온도 등에 의해 정해지며 부하와 발전량의 순간적 불균형 때문에 0이 되지 않는다. 올바르게는 계통 주파수가 저하된다고 해야 한다.
④ X — '무효전력이 항상 음수가 된다'가 틀린 표현이다. 이 상황에서 직접 나타나는 핵심 현상은 유효전력 부족에 따른 주파수 저하이며, 무효전력의 부호가 항상 음수로 정해지는 것은 아니다. 올바르게는 부하와 발전량의 유효전력 불균형으로 계통 주파수가 저하된다고 해야 한다.

오답 포인트

부하 증가를 전압·무효전력 문제와 혼동하거나 주파수 변화의 방향을 반대로 판단하기 쉽다. 이 문항에서는 '부하 > 발전량'이 발전기 감속으로 이어진다는 연결이 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 유효전력의 수요와 공급을 비교한다. 부하가 발전량보다 크면 발전기 감속과 주파수 저하, 발전량이 부하보다 크면 발전기 가속과 주파수 상승으로 판단한다.

암기 포인트

전력이 모자라면 감속·주파수 하락, 전력이 남으면 가속·주파수 상승이다.

NoteBase

5. 이상적인 변압기에서 권수비가 $N_1 : N_2 = 4 : 1$이고 $8\,[\Omega]$ 부하가 2차 측에 연결되어 있다. 1차에서 본 등가 임피던스로 가장 적절한 것은?
① $0.5\,[\Omega]$
② $2\,[\Omega]$
③ $32\,[\Omega]$
④ $128\,[\Omega]$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 변압기의 2차 부하 임피던스를 1차 측으로 환산할 때 권수비의 제곱을 곱한다는 원리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 권수비는 $N_1 : N_2 = 4 : 1$, 2차 부하 임피던스는 $Z_2 = 8\Omega$이다.
구해야 할 값: 1차에서 본 등가 임피던스 Z_1이다.
주의할 조건: 임피던스의 환산비는 권수비 자체가 아니라 권수비의 제곱이다.

사용할 공식

$Z_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2$
이상적인 변압기에서는 전압비가 권수비에 비례하고 전류비가 권수비에 반비례하므로, $Z = V/I$인 임피던스의 비는 권수비의 제곱이 된다.

계산 과정

권수비는 $N_1/N_2 = 4$이다. 이를 공식에 대입하면
$Z_1 = 4^2 \times 8\Omega = 16 \times 8\Omega = 128\Omega$
따라서 1차에서 본 등가 임피던스는 128Ω이다.

선지 판단

① X — 0.5Ω는 8Ω를 권수비의 제곱 16으로 나눈 값이다. 이 문항은 2차 부하를 1차로 환산하므로 올바르게는 16을 곱한 128Ω이다.
② X — 2Ω는 8Ω를 권수비 4로 나눈 값이다. 임피던스에는 권수비의 제곱을 적용하므로 올바르게는 128Ω이다.
③ X — 32Ω는 8Ω에 권수비 4만 곱한 값이다. 권수비를 제곱해 곱해야 하므로 올바르게는 128Ω이다.
④ O — 8Ω에 $4^2 = 16$을 곱하면 128Ω이므로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

권수비가 4 : 1이라고 해서 부하 임피던스에 단순히 4를 곱하면 ③을 고르게 된다. 전압은 권수비에 비례하지만 임피던스는 권수비의 제곱에 비례한다는 점이 핵심 함정이다. 또한 어느 측의 임피던스를 어느 측으로 환산하는지에 따라 곱셈과 나눗셈의 방향이 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 환산하려는 측의 권수와 원래 부하 측의 권수 비를 잡고, 그 비를 제곱하여 원래 임피던스에 곱한다. 이 문제처럼 2차 부하를 1차로 환산할 때는 $Z_1 = (N_1/N_2)^2 Z_2$를 적용한 뒤 단위를 Ω로 확인한다.

암기 포인트

변압기 임피던스 환산은 '권수비의 제곱'이다: $Z_1/Z_2 = (N_1/N_2)^2$.

NoteBase

6. 노튼의 정리에 따라 노튼 등가 회로를 구성할 때, 등가 전류원의 크기를 구하는 방법으로 가장 적절한 것은?
① 회로 내 전압원을 단락했을 때의 전류
② 회로 내 전류원을 개방했을 때의 전류
③ 부하 단자를 개방했을 때의 전류
④ 부하 단자를 단락했을 때의 전류

정답 4번

출제 포인트

노튼 등가 전류를 구하는 조건과 노튼 등가저항을 구하기 위한 독립원 비활성화 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

노튼 등가회로는 원래의 선형 2단자 회로를 노튼 등가 전류원과 병렬 등가저항으로 바꾼 회로이다. 노튼 등가 전류 I_N은 부하를 제거한 뒤 그 부하 단자를 단락했을 때 단락선을 흐르는 전류이다. 반면 노튼 등가저항 R_N은 독립 전압원을 단락하고 독립 전류원을 개방한 뒤 단자에서 바라본 저항으로 구한다.

선지별 해설

① X — '회로 내 전압원을 단락했을 때의 전류'는 노튼 등가 전류의 정의가 아니다. 올바르게는 독립 전압원을 단락하는 조작은 노튼 등가저항을 구할 때 전압원을 비활성화하는 절차이다.
② X — '회로 내 전류원을 개방했을 때의 전류'는 노튼 등가 전류의 정의가 아니다. 올바르게는 독립 전류원을 개방하는 조작은 노튼 등가저항을 구할 때 전류원을 비활성화하는 절차이다.
③ X — 부하 단자를 개방하면 부하 쪽 전류는 흐르지 않으며, 이때 단자에서 확인하는 대표적인 양은 개방전압이다. 올바르게는 노튼 등가 전류는 부하 단자를 단락했을 때의 전류이다.
④ O — 부하 단자를 단락했을 때 단락선을 흐르는 전류가 노튼 등가 전류 I_N이므로 옳다.

오답 포인트

①과 ②의 '전압원 단락, 전류원 개방'은 노튼 등가저항을 구하는 절차이다. 이를 노튼 등가 전류를 구하는 단자 조건과 혼동하기 쉽다. 또한 ③의 부하 단자 개방은 개방전압을 구하는 조건이므로 단락전류를 구하는 조건과 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

등가 전류를 물으면 부하 단자를 단락하여 단락전류를 구한다. 등가 전압을 물으면 부하 단자를 개방하여 개방전압을 구한다. 등가저항을 물으면 회로 내부의 독립 전압원은 단락하고 독립 전류원은 개방한다.

NoteBase

암기 포인트

노튼은 단락전류, 테브난은 개방전압이다.

7. $V_{th}=30\,[V]$, $R_{th}=5\,[\Omega]$인 Thevenin 등가회로에 $R_L=10\,[\Omega]$인 부하저항을 연결하였다. 이때 부하전력은 최대전력의 몇 배인가?

① $2/3$
② $8/9$
③ 1
④ $4/3$

정답 2번

출제 포인트

테브난 등가회로에서 실제 부하전력과 최대전력의 비를 구하는 문제이다. 최대전력전달 조건은 부하저항이 테브난 저항과 같을 때, 즉 $R_L = R_{th}$일 때이다.

조건 정리

주어진 값: $V_{th} = 30V$, $R_{th} = 5\Omega$, $R_L = 10\Omega$이다.
구해야 할 값: 부하전력 P_L과 최대전력 P_{max}의 비 P_L/P_{max}이다.
주의할 조건: 현재 부하저항은 R_{th}와 같지 않으므로 최대전력 상태가 아니다.

사용할 공식

부하전력은
$P_L = I^2 R_L = \frac{V_{th}^2 R_L}{(R_{th}+R_L)^2}$
이고, 최대전력은
$P_{max} = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}}$
이다. 전압원과 테브난 저항에 부하저항이 직렬로 연결되므로 전류는 $I = V_{th}/(R_{th}+R_L)$이고, 최대전력전달 조건 $R_L = R_{th}$를 적용하면 최대전력 공식이 얻어진다.

계산 과정

1. 실제 부하전력을 계산한다.
$P_L = \frac{30^2 \times 10}{(5+10)^2} = \frac{9000}{225} = 40W$
2. 최대전력을 계산한다.
$P_{max} = \frac{30^2}{4 \times 5} = 45W$
3. 두 전력의 비를 구한다.
$\frac{P_L}{P_{max}} = \frac{40}{45} = \frac{8}{9}$

NoteBase

선지 판단

① X — 계산된 전력비는 2/3가 아니다. 틀린 값 2/3은 8/9로 고쳐야 한다.
② O — $P_L/P_{max} = 40/45 = 8/9$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 전력비가 1이 되려면 $R_L = R_{th} = 5\Omega$이어야 하지만, 주어진 부하는 10Ω이다. 따라서 1은 8/9로 고쳐야 한다.
④ X — 최대전력을 분모로 둔 비 P_L/P_{max}는 1을 초과할 수 없다. 따라서 4/3은 8/9로 고쳐야 한다.

오답 포인트

현재 부하전력과 최대전력을 혼동하면 ③의 1을 고르기 쉽다. $R_L = 10\Omega$은 $R_{th} = 5\Omega$와 다르므로 현재 전력은 최대전력보다 작으며, 비의 순서도 문제에서 묻는 P_L/P_{max}로 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

테브난 회로의 전력비 문제는 실제 부하전력 $V_{th}^2 R_L/(R_{th}+R_L)^2$을 먼저 구하고, $R_L = R_{th}$일 때의 최대전력 $V_{th}^2/(4R_{th})$과 나누어 판단한다.

암기 포인트

저항성 부하의 최대전력전달 조건은 $R_L = R_{th}$이고, 최대전력은 $P_{max} = V_{th}^2/(4R_{th})$이다.

NoteBase

8. $C_1 = 2\,[\mu F]$, $C_2 = 4\,[\mu F]$ 인 두 커패시터가 병렬로 $12\,[V]$인 전원에 연결되어 있다. 회로에 저장된 전체 에너지는 얼마인가?

① $144\,[\mu J]$
② $288\,[\mu J]$
③ $432\,[\mu J]$
④ $864\,[\mu J]$

정답 3번

출제 포인트

병렬 연결된 커패시터의 합성 정전용량을 구한 뒤, 커패시터에 저장되는 에너지 공식으로 회로의 전체 저장 에너지를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = 4\mu F$, $V = 12V$이다.
구해야 할 값: 두 커패시터에 저장된 전체 에너지이다.
주의할 조건: 병렬 연결에서는 각 커패시터에 같은 전압 $12V$가 걸리고, 합성 정전용량은 각 정전용량의 합이다.

사용할 공식

병렬 연결의 합성 정전용량은
$C_{eq} = C_1 + C_2$
이고, 커패시터에 저장되는 에너지는
$W = \frac{1}{2}CV^2$
이다. 병렬 연결된 두 커패시터 전체를 합성 정전용량 C_{eq}인 하나의 커패시터로 볼 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 합성 정전용량을 구한다.
$C_{eq} = 2\mu F + 4\mu F = 6\mu F$
2. 전체 저장 에너지를 계산한다.
$W = \frac{1}{2} \times 6\mu F \times (12V)^2 = 432\mu J$
3. $\mu F \cdot V^2 = \mu J$이므로 별도의 지수 변환 없이 결과를 μJ로 나타낼 수 있다.

NoteBase

선지 판단

① X — $144\mu J$는 $C_1 = 2\mu F$에만 저장되는 에너지이다. 전체 에너지는 두 커패시터의 에너지를 합한 $432\mu J$이다. 따라서 '전체 에너지는 $144\mu J$'를 '전체 에너지는 $432\mu J$'로 고쳐야 한다.
② X — $288\mu J$는 $C_2 = 4\mu F$에만 저장되는 에너지이다. 전체 에너지는 $432\mu J$이다. 따라서 '전체 에너지는 $288\mu J$'를 '전체 에너지는 $432\mu J$'로 고쳐야 한다.
③ O — 병렬 합성 정전용량 $6\mu F$과 전압 $12V$를 $W = \frac{1}{2}CV^2$에 대입하면 전체 에너지는 $432\mu J$이다.
④ X — $864\mu J$는 저장 에너지 공식의 계수 $\frac{1}{2}$을 빠뜨리고 CV^2만 계산한 값이다. 따라서 '전체 에너지는 $864\mu J$'를 '전체 에너지는 $432\mu J$'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

①과 ②는 한 커패시터의 에너지만 계산했을 때 나오는 값이고, ④는 $W = \frac{1}{2}CV^2$에서 $\frac{1}{2}$을 누락했을 때 나오는 값이다. 또한 병렬 연결에서는 전압이 나뉘지 않고 각 커패시터에 전원 전압이 그대로 걸린다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 커패시터의 전체 저장 에너지는 먼저 $C_{eq} = C_1 + C_2 + \cdots$로 합성 정전용량을 구하고, 공통 전압을 사용하여 $W = \frac{1}{2}C_{eq}V^2$를 계산한다. 마지막에 $\frac{1}{2}$, 전압의 제곱, 에너지 단위를 검산한다.

암기 포인트

병렬은 정전용량을 더하고 전압은 같으며, 저장 에너지는 $\frac{1}{2}CV^2$이다.

NoteBase

9. RC 충전회로에서 커패시터 전압의 초기값이 $5\,[V]$, 정상상태 전압이 $20\,[V]$이다. 시간 $t=\tau$에서의 커패시터 전압은 약 얼마인가? (단, $e^{-1}\approx 0.368$, $\tau=$ 시정수)

① $7.36\,[V]$
② $12.5\,[V]$
③ $14.48\,[V]$
④ $20\,[V]$

정답 3번

출제 포인트

초기 전압이 0이 아닌 RC 충전회로에서 커패시터 전압의 완전응답을 이용해 한 시정수 뒤의 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

초기 전압: $V_i = 5V$
정상상태 전압: $V_f = 20V$
시간: $t = \tau$, $e^{-1} \approx 0.368$
구해야 할 값: $t = \tau$에서의 커패시터 전압 $V_C(\tau)$

사용할 공식

$V_C(t) = V_f + (V_i - V_f)e^{-t/\tau}$

RC 충전회로의 커패시터 전압은 초기값에서 정상상태값으로 지수적으로 변하므로 이 완전응답 공식을 사용한다.

계산 과정

$t = \tau$를 대입하면 지수항은 e^{-1}이 된다.
$V_C(\tau) = 20 + (5 - 20)e^{-1} = 20 - 15 \times 0.368 = 20 - 5.52 = 14.48V$
따라서 한 시정수 뒤의 커패시터 전압은 약 $14.48V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $7.36V = 20 \times 0.368V$는 최종 전압이 $0V$인 방전식처럼 계산한 값이다. 이 회로는 $5V$에서 $20V$로 충전되므로 올바른 값은 $14.48V$이다.
② X — $12.5V$는 초기 전압과 정상상태 전압의 산술평균이지만, 커패시터 전압은 선형이 아니라 지수적으로 변한다. 올바른 값은 $14.48V$이다.
③ O — 완전응답 공식에 $t = \tau$와 $e^{-1} \approx 0.368$을 대입하면 $V_C(\tau) = 14.48V$가 된다.
④ X — $20V$는 정상상태 전압이며 한 시정수만으로 바로 도달하지 않는다. $t = \tau$에서는 $14.48V$이고, 시간이 충분히 길어질 때 $20V$에 가까워진다.

오답 포인트

초기 전압이 $0V$이라고 가정하거나 $20e^{-1}$을 계산하면 ①을 고르게 된다. 한 시정수 뒤에는 전체 변화량의 약 63.2%만 진행되며, 정상상태 전압에 즉시 도달하지 않는다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

초기값과 최종값이 모두 주어지면 $V(t) = V_f + (V_i - V_f)e^{-t/\tau}$에 그대로 대입한다. $t = \tau$에서는 초기값과 최종값의 차이가 $e^{-1} \approx 0.368$배 남는다고 판단한다.

암기 포인트

한 시정수 뒤에는 최종값까지의 차이가 36.8% 남고, 전체 변화의 63.2%가 진행된다.

NoteBase

10. 직렬회로의 전체 임피던스가 $Z=6+j8\,[\Omega]$이고 인가 전압이 $100\angle 0^\circ\,[V]$일 때, 전류의 크기와 위상으로 가장 적절한 것은? (단, $\tan^{-1}(8/6)=53.1^\circ$)

① $10\angle 53.1^\circ\,[A]$

② $10\angle -53.1^\circ\,[A]$

③ $12.5\angle 53.1^\circ\,[A]$

④ $12.5\angle -53.1^\circ\,[A]$

정답 2번

출제 포인트

직렬회로의 복소 임피던스를 극형식으로 바꾸고, 교류 옴의 법칙 $I = V/Z$로 전류의 크기와 위상을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $Z = 6 + j8[\Omega]$, $V = 100\angle 0^\circ [V]$이다.

구해야 할 값: 전류 I의 크기와 위상이다.

주의할 조건: 임피던스의 위상은 양수이지만, 나눗셈에서는 분모의 위상을 빼므로 전류의 위상은 음수가 된다.

사용할 공식

임피던스의 극형식은

$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}, \qquad \theta_Z = \tan^{-1}\left(\frac{X}{R}\right)$

이고, 교류 옴의 법칙은

$I = \frac{V}{Z}, \qquad \frac{A\angle\alpha}{B\angle\beta} = \frac{A}{B}\angle(\alpha - \beta)$

이다. 전압과 임피던스가 복소수로 주어졌으므로 크기는 나누고 위상은 빼는 극형식의 나눗셈을 사용한다.

계산 과정

1. 임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10[\Omega]$이다.
2. 임피던스의 위상은 $\theta_Z = \tan^{-1}(8/6) = 53.1^\circ$이므로 $Z = 10\angle 53.1^\circ [\Omega]$이다.
3. 따라서

$I = \frac{100\angle 0^\circ}{10\angle 53.1^\circ} = 10\angle(0^\circ - 53.1^\circ) = 10\angle -53.1^\circ [A]$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 크기 $10[A]$는 맞지만 위상 $+53.1^\circ$가 틀렸다. 분모인 임피던스의 위상을 빼야 하므로 올바르게는 $10\angle -53.1^\circ\,[A]$이다.
② O — 계산 결과와 같은 $10\angle -53.1^\circ\,[A]$이다.
③ X — 크기 $12.5[A]$와 위상 $+53.1^\circ$가 모두 틀렸다. 100을 리액턴스 8만으로 나누면 12.5가 나오지만, 전체 임피던스의 크기는 $10[\Omega]$이다. 올바르게는 $10\angle -53.1^\circ\,[A]$이다.
④ X — 위상 -53.1°는 맞지만 크기 $12.5[A]$가 틀렸다. 전체 임피던스의 크기 $10[\Omega]$으로 나누므로 올바르게는 $10\angle -53.1^\circ\,[A]$이다.

오답 포인트

①처럼 임피던스의 위상을 그대로 전류의 위상으로 쓰는 실수와, ③·④처럼 전체 임피던스의 크기 $\sqrt{6^2+8^2}$ 대신 리액턴스 8만 사용하는 실수가 핵심 함정이다. 유도성 임피던스에서는 전류가 전압보다 늦으므로 위상이 음수가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

복소 임피던스를 먼저 $|Z|\angle\theta_Z$로 바꾼 뒤, $I = V/Z$에서 크기는 $|V|/|Z|$, 위상은 $\theta_V - \theta_Z$로 계산한다. 마지막에는 유도성 회로에서 전류가 전압보다 늦는지 부호를 검산한다.

암기 포인트

복소수 나눗셈은 크기는 나누고 위상은 뺀다. $R + jX_L$인 유도성 임피던스에서는 전류 위상이 전압보다 늦는다.

NoteBase

11. DC 전원에 직렬 RL회로를 연결한 직후, 이상적인 인덕터의 초기 동작으로 가장 적절한 것은?
① 인덕터는 순간적으로 단락처럼 동작한다.
② 인덕터 전류는 순간적으로 최종값이 된다.
③ 인덕터는 초기 순간 전류 변화를 막아 개방회로처럼 동작한다.
④ 인덕터 전압은 항상 0이다.

정답 3번

출제 포인트

직류 전원을 연결한 직후 이상적인 인덕터의 전류 연속성과 초기 등가 동작을 묻는 문제이다.

핵심 개념

이상적인 인덕터는 전류의 급격한 변화를 막는 소자이다. 인덕터 전류는 순간적으로 바뀔 수 없으므로, 연결 전 전류가 0이라면 연결 직후에도 $i_L(0^+) = 0$이다. 따라서 초기 순간에는 전류가 흐르지 않아 개방회로처럼 동작하고, 충분한 시간이 지난 직류 정상상태에서는 전류가 일정해져 단락회로처럼 동작한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '순간적으로 단락처럼 동작한다'이다. 실제로는 연결 직후 전류가 0에서 순간적으로 증가할 수 없으므로 개방회로처럼 동작하며, 단락회로처럼 동작하는 때는 충분한 시간이 지난 직류 정상상태이다.
② X — 틀린 표현은 '인덕터 전류는 순간적으로 최종값이 된다'이다. 실제로는 인덕터 전류가 초기값에서 연속적으로 증가하여 시간이 지난 뒤 최종값에 접근한다.
③ O — 인덕터는 초기 순간의 전류 변화를 막는다. 연결 전 전류가 0인 직렬 RL 회로에서는 연결 직후에도 전류가 0이므로 개방회로처럼 동작한다.
④ X — 틀린 표현은 '인덕터 전압은 항상 0이다'이다. 실제로 인덕터 전압은 $v_L = L di/dt$이며, 연결 직후에는 전류 증가를 막기 위해 전압이 나타난다. 인덕터 전압이 0이 되는 것은 전류가 일정한 이상적 직류 정상상태이다.

오답 포인트

①의 '단락'은 인덕터의 직류 정상상태 성질을 초기 순간에 잘못 적용한 표현이다. 또한 ②처럼 전류가 즉시 최종값이 된다고 보면 인덕터 전류의 연속성을 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

스위칭 직후에는 인덕터 전류가 스위칭 직전 값과 같다는 전류 연속성을 먼저 적용한다. 초기 전류가 0이면 직후에는 개방회로처럼, 충분한 시간이 지난 직류 정상상태에서는 단락회로처럼 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

인덕터는 전류를 갑자기 바꾸지 못한다. 무전류 초기에는 개방, 직류 정상상태에는 단락이다.

NoteBase

12. 직렬 RLC 회로에서 공진 시 $\omega_0 = 1000\,[rad/s]$, $L = 20\,[mH]$, $R = 5\,[\Omega]$이다. 선택도 Q로 가장 적절한 것은?

① 2
② 4
③ 5
④ 10

정답 2번

출제 포인트

직렬 RLC 공진 회로의 선택도 Q를 공진 각주파수, 인덕턴스, 저항으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\omega_0 = 1000 rad/s$, $L = 20 mH$, $R = 5\Omega$이다.
구해야 할 값: 직렬 RLC 회로의 선택도 Q이다.
단위 변환: $20 mH = 20 \times 10^{-3} H = 0.02 H$이다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 공진 시 선택도는

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R}$$

이다. 공진 각주파수 ω_0, 인덕턴스 L, 저항 R이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 인덕턴스를 헨리 단위로 바꾸면 $L = 0.02 H$이다.
2. 공식에 대입하면

$$Q = \frac{1000 \times 0.02}{5} = \frac{20}{5} = 4$$

이다.
3. 선택도 Q는 무차원량이며, 계산 결과는 4이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 2는 계산 결과 4와 일치하지 않는다. 틀린 값 2가 아니라 $Q = 4$이다.
② O — $Q = (1000 \times 0.02)/5 = 4$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 5는 주어진 저항값 R일 뿐 선택도 계산 결과가 아니다. 틀린 값 5가 아니라 $Q = 4$이다.
④ X — 10은 계산 결과 4와 일치하지 않는다. 틀린 값 10이 아니라 $Q = 4$이다.
계산 결과가 4이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

$20mH$를 그대로 20으로 대입하거나, 저항값 5를 선택도로 착각하면 오답이 된다. 반드시 $20mH = 0.02H$로 변환한 뒤 R로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

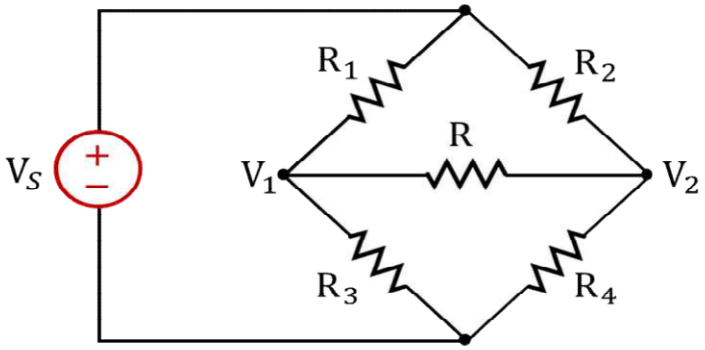
직렬 RLC 공진 회로에서는 먼저 인덕턴스를 헨리로 환산하고, $Q = \omega_0 L/R$에 대입한 뒤 선택도가 무차원량인지 검산한다.

암기 포인트

직렬 공진의 선택도는 $Q = \omega_0 L/R$이다. L과 ω_0가 클수록 커지고, R이 클수록 작아진다.

NoteBase

13. 다음 회로에서 $V_1 = V_2$인 경우, 각 저항 간의 관계식으로 가장 적절한 것은?



① $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$

② $\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$

③ $R_1 + R_2 = R_3 + R_4$

④ $R_1 + R_4 = R_2 + R_3$

정답 1번

출제 포인트

브리지 회로에서 두 중간점의 전위가 같은 평형 조건을 분압식으로 나타내는 문제이다.

조건 정리

전원은 위쪽 노드가 +, 아래쪽 노드가 −이다.

$V_1 = V_2$이므로 가운데 저항 R의 양단 전압은 0이고, R에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서 왼쪽의 R_1, R_3과 오른쪽의 R_2, R_4를 각각 직렬 분압 회로로 볼 수 있다.

사용할 공식

아래쪽 노드를 기준 전위로 두면 분압 법칙에 따라

$V_1 = V_S\frac{R_3}{R_1 + R_3}$, $V_2 = V_S\frac{R_4}{R_2 + R_4}$

이다. 두 중간점 전압이 같다는 조건을 직접 비교하기 위해 이 분압식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

$V_1 = V_2$를 대입하면
$V_S \frac{R_3}{R_1 + R_3} = V_S \frac{R_4}{R_2 + R_4}$
이다. V_S를 약분하고 교차 곱하면
$R_3(R_2 + R_4) = R_4(R_1 + R_3)$
$R_2R_3 = R_1R_4$
이므로
$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$
가 된다.

선지 판단

① O — $R_2R_3 = R_1R_4$를 비율로 정리한 평형 조건이므로 옳다.
② X — $\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$은 $R_1R_3 = R_2R_4$를 뜻하므로 평형 조건과 다르다. 올바르게는 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$이다.
③ X — 양쪽 위·아래 저항의 합이 같다는 조건만으로는 두 분압비가 같아지지 않는다. 올바르게는 합의 관계가 아니라 $R_1R_4 = R_2R_3$이어야 한다.
④ X — 대각 방향 저항의 합이 같다는 조건도 두 중간점의 전위를 같게 보장하지 않는다. 올바르게는 $R_1R_4 = R_2R_3$, 즉 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$이어야 한다.

오답 포인트

브리지 평형 조건은 저항의 합이 아니라 대응하는 저항의 비 또는 교차곱으로 판단한다. 또한 분압식에서 중간점 아래쪽 저항인 R_3, R_4가 각각 분자에 들어간다는 점을 놓치면 ②와 같은 잘못된 비례식을 만들기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 중간점의 전위가 같으면 연결 저항에는 전류가 흐르지 않는다고 본다. 각 가지의 중간점 전압을 분압식으로 세운 뒤 서로 같게 놓고 교차 곱하여 평형 조건을 구한다.

암기 포인트

휘트스톤 브리지의 평형 조건은 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$, 또는 $R_1R_4 = R_2R_3$이다.

NoteBase

14. $R=10\,[k\Omega]$, $L=1\,[mH]$, $C=10\,[\mu F]$인 RLC 직렬회로에 $100\,[V]$의 교류 전압을 인가하면서 주파수를 변화시켰을 때, 회로에 흐르는 최대 전류 $[mA]$로 가장 적절한 것은?

① 10
② 100
③ 1/10
④ 1/100

정답 1번

출제 포인트

직렬 RLC 회로에서 공진할 때 리액턴스가 상쇄되어 임피던스가 최소가 되고 전류가 최대가 된다는 원리를 이용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 10k\Omega, L = 1mH, C = 10\mu F, V = 100V$이다.
구해야 할 값: 주파수를 변화시킬 때 흐르는 최대 전류를 mA 단위로 구한다.
주의할 조건: 직렬 RLC 회로의 최대 전류는 공진 주파수에서 흐르며, 이때 임피던스는 저항 R만 남는다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 임피던스 크기는
$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$
이다. 공진 시에는 $\omega L = 1/(\omega C)$이므로 $|Z| = R$가 되고, 최대 전류는
$I_{max} = \frac{V}{R}$
이다. 주파수를 변화시키면 유도 리액턴스와 용량 리액턴스가 같아지는 공진점에 도달하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 저항을 기본 단위로 바꾸면 $10k\Omega = 10{,}000\Omega$이다.
2. 공진 시 임피던스는 $10{,}000\Omega$이다.
3. 최대 전류는
$I_{max} = \frac{100V}{10{,}000\Omega} = 0.01A = 10mA$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 공진 시 계산한 최대 전류 $10mA$와 일치한다.
② X — $100mA$는 계산 결과보다 10배 크다. 틀린 값이며, 올바른 최대 전류는 $10mA$이다.
③ X — $1/10mA = 0.1mA$는 계산 결과의 1/100이다. 틀린 값이며, 올바른 최대 전류는 $10mA$이다.
④ X — $1/100mA = 0.01mA$는 계산 결과의 1/1000이다. 틀린 값이며, 올바른 최대 전류는 $10mA$이다.

오답 포인트

저항 $10k\Omega$를 10Ω로 그대로 대입하거나, A를 mA로 바꿀 때 $1A = 1000mA$를 반대로 적용하면 오답이 나온다. 또한 공진 시 L과 C가 사라지는 것이 아니라 두 리액턴스가 서로 상쇄된다는 점을 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

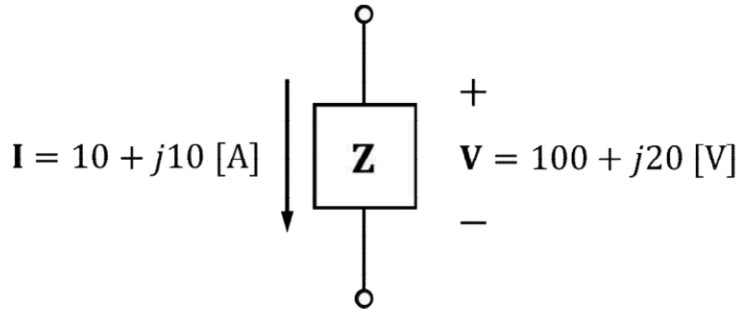
직렬 RLC 회로에서 주파수를 변화시켜 최대 전류를 묻는 경우에는 공진 조건 $X_L = X_C$을 적용하고, 임피던스를 R로 둔 뒤 $I_{max} = V/R$를 계산하며 마지막에 단위를 변환한다.

암기 포인트

직렬 공진에서는 $X_L = X_C$, $Z_{min} = R$, $I_{max} = V/R$이다.

NoteBase

15. 다음 임피던스(Z)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?



① 임피던스(Z)에 포함된 저항은 $6\,[\Omega]$이다.
② 임피던스(Z)에서 소비하는 유효전력은 1200 $[W]$이다.
③ 임피던스(Z)는 진상의 역률을 가진다.
④ 임피던스(Z)는 저항과 인덕터의 직렬 연결과 등가이다.

정답 4번

출제 포인트

복소 전압과 복소 전류로 임피던스와 유효전력을 계산하고, 리액턴스의 부호로 부하의 성질과 역률의 진상·지상을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $V = 100 + j20[V]$, 전류는 $I = 10 + j10[A]$이다. 전류가 전압의 양(+) 단자로 들어가므로 수동 부호 규약이 성립하며, $Z = V/I$와 $S = VI^*$를 적용한다.

사용할 공식

임피던스는

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

이고, 복소전력은

$S = VI^* = P + jQ$

이다. 임피던스 $Z = R + jX$에서 $X < 0$이면 용량성 부하이고 전류가 전압보다 앞서는 진상 역률을 가진다.

NoteBase

계산 과정

1. 임피던스를 계산한다.
$Z = \frac{100 + j20}{10 + j10} = \frac{(100 + j20)(10 - j10)}{(10 + j10)(10 - j10)} = \frac{1200 - j800}{200} = 6 - j4[\Omega]$
따라서 저항은 $R = 6[\Omega]$, 리액턴스는 $X = -4[\Omega]$이다.
2. 복소전력을 계산한다.
$S = VI^{*} = (100 + j20)(10 - j10) = 1200 - j800[VA]$
따라서 유효전력은 복소전력의 실수부인 $P = 1200[W]$이다.
3. $X = -4[\Omega] < 0$이므로 이 임피던스는 용량성이며, 저항과 커패시터의 직렬 연결로 등가화된다.

선지 판단

① O — 계산 결과 $Z = 6 - j4[\Omega]$이므로 임피던스에 포함된 저항은 $6[\Omega]$이다.

② O — $S = 1200 - j800[VA]$이므로 유효전력은 실수부인 $1200[W]$이다.

③ O — 임피던스의 허수부가 음수이므로 용량성 부하이다. 따라서 전류가 전압보다 앞서는 진상 역률을 가진다.

④ X — '저항과 인덕터의 직렬 연결'이 잘못된 표현이다. 인덕터의 리액턴스는 양수이지만 여기서는 $X = -4[\Omega]$이므로, 올바르게는 '저항과 커패시터의 직렬 연결과 등가이다'이다.

오답 포인트

리액턴스의 크기만 보고 $4[\Omega]$로 처리하면 인덕터로 잘못 판단하기 쉽다. 허수부의 부호까지 보아 $+jX$는 유도성·지상, $-jX$는 용량성·진상으로 구분해야 한다. 또한 유효전력은 VI가 아니라 VI^{*}의 실수부로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

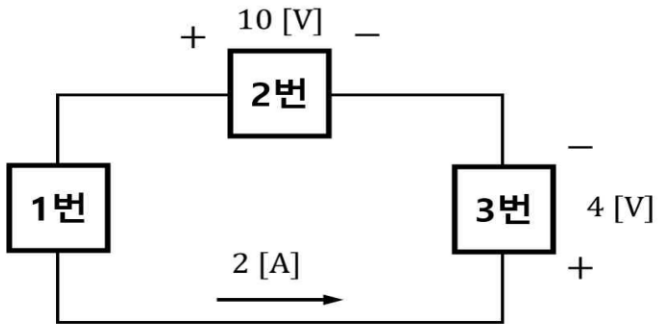
복소 전압과 전류가 주어지면 먼저 $Z = V/I$를 구해 실수부와 허수부를 분리한다. 이어서 허수부의 부호로 유도성·용량성과 지상·진상을 판단하고, 전력은 $S = VI^{*}$에서 실수부 P를 확인한다.

암기 포인트

$Z = R + jX$: $X > 0$이면 인덕터·지상, $X < 0$이면 커패시터·진상이다. 유효전력은 $P = \mathrm{Re}(VI^{*})$이다.

NoteBase

16. 다음 회로의 1번 소자에서 소비 또는 공급하는 전력 [W]에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?



① 12 [W] 소비
② 12 [W] 공급
③ 28 [W] 소비
④ 28 [W] 공급

정답 1번

출제 포인트

수동 부호 규약으로 각 소자의 전력 소비·공급 부호를 정하고, 회로 전체의 전력 보존을 이용해 1번 소자의 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 회로 전류는 $2A$, 2번 소자의 전압은 $10V$, 3번 소자의 전압은 $4V$이다.
구해야 할 값: 1번 소자가 소비하거나 공급하는 전력이다.
주의할 조건: 전류가 소자의 양(+)단자로 들어가면 전력을 소비하고, 음(-)단자로 들어가면 전력을 공급한다.
그림의 전류는 아래쪽에서 왼쪽에서 오른쪽으로 흐르므로 3번 소자는 아래에서 위로, 2번 소자는 오른쪽에서 왼쪽으로 통과한다.

사용할 공식

수동 부호 규약에서 전력은 $p = vi$이며, 회로 전체에서는

$$\sum p = 0$$

이 성립한다. 전력의 양(+)은 소비, 음(-)은 공급을 뜻한다. 회로 안에서 공급된 전력과 소비된 전력의 합이 같아야 하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 2번 소자는 전류가 음(-)단자로 들어가므로 전력을 공급한다.

$p_2 = -(10V)(2A) = -20W$

2. 3번 소자는 전류가 양(+)단자로 들어가므로 전력을 소비한다.

$p_3 = (4V)(2A) = 8W$

3. 전력 보존을 적용한다.

$p_1 + p_2 + p_3 = 0$

$p_1 - 20W + 8W = 0$

$p_1 = 12W$

계산 결과가 양(+)이므로 1번 소자는 $12W$를 소비한다.

선지 판단

① O — 1번 소자의 전력은 $p_1 = 12W$이고 양(+)이므로 $12W$ 소비가 맞다.

② X — 전력의 크기 $12W$는 맞지만 '공급'이 틀렸다. 올바르게는 '$12W$ 소비'이다.

③ X — '$28W$ 소비'가 틀렸다. $20W$와 $8W$를 부호 없이 더하면 $28W$가 되지만, 2번은 공급하고 3번은 소비하므로 올바르게는 '$12W$ 소비'이다.

④ X — '$28W$ 공급'이 틀렸다. 2번의 공급 전력 $20W$ 중 3번이 $8W$를 소비하므로 남은 $12W$를 1번이 소비한다. 올바르게는 '$12W$ 소비'이다.

계산 결과 1번 소자는 $12W$를 소비하므로 정답은 1번이다.

출제자가 노린 함정

전압과 전류의 크기만 곱하고 전류가 어느 극성 단자로 들어가는지를 확인하지 않으면 2번과 3번의 소비·공급 관계를 반대로 판단하기 쉽다. 특히 두 전력의 크기 $20W$와 $8W$를 그대로 더해 $28W$를 고르는 것이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

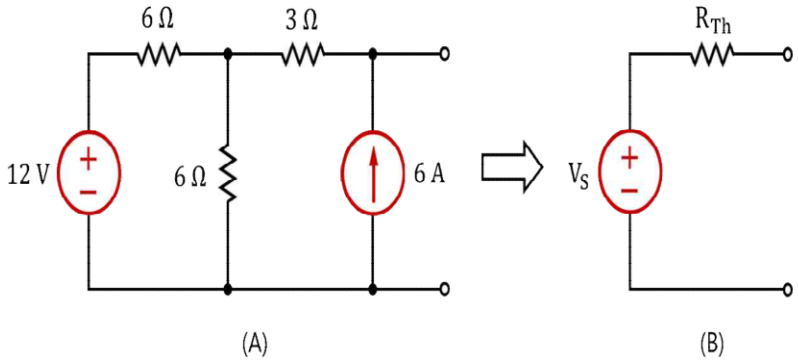
먼저 전류 방향을 따라 각 소자에서 전류가 들어가는 단자의 극성을 확인한다. 양(+)단자로 들어가면 $p = +vi$, 음(-)단자로 들어가면 $p = -vi$로 정한 뒤, $\sum p = 0$으로 미지 전력을 계산한다. 마지막으로 계산값의 양(+)은 소비, 음(-)은 공급으로 해석한다.

암기 포인트

전류가 +단자로 들어가면 소비, -단자로 들어가면 공급이며, 회로 전체의 소비 전력과 공급 전력은 같다.

NoteBase

17. (A) 회로를 (B) 회로와 같이 등가 변환할 때, 전압원의 크기(V_S)와 등가저항의 값(R_{Th})으로 가장 적절한 것은?



① $V_S = 24\,[V],\ R_{Th} = 9\,[\Omega]$
② $V_S = 24\,[V],\ R_{Th} = 6\,[\Omega]$
③ $V_S = 42\,[V],\ R_{Th} = 9\,[\Omega]$
④ $V_S = 42\,[V],\ R_{Th} = 6\,[\Omega]$

정답 4번

출제 포인트

테브난 등가회로의 전압원 V_S는 출력 단자의 개방전압으로 구하고, 등가저항 R_{Th}는 독립 전압원을 단락하고 독립 전류원을 개방한 뒤 출력 단자에서 바라본 저항으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 독립 전압원 12V, 독립 전류원 6A, 저항 6Ω, 6Ω, 3Ω이다.
구해야 할 값: 출력 단자의 개방전압 V_S와 테브난 등가저항 R_{Th}이다.
주의할 조건: V_S를 구할 때 출력 단자는 개방 상태이지만, 출력 노드에 연결된 6A 전류원은 그대로 동작한다.
그림의 전압원은 위쪽이 +, 전류원은 아래에서 위로 흐르는 방향이다.

NoteBase

사용할 공식

출력 노드 전압을 V_o, 가운데 노드 전압을 V_m이라 하면 다음 관계를 사용한다.

$V_o - V_m = (6A)(3\Omega)$

$\frac{V_m - 12}{6} + \frac{V_m}{6} + \frac{V_m - V_o}{3} = 0$

등가저항은 독립원을 제거한 뒤 직렬·병렬 결합으로 구한다.

$R_{Th} = 3 + (6 \parallel 6)$

개방전압이 테브난 전압이고, 독립원을 제거한 입력저항이 테브난 저항이기 때문에 이 식을 사용한다.

계산 과정

1. 출력 노드로 $6A$가 유입되고 개방 단자로는 전류가 흐르지 않으므로 이 전류는 모두 3Ω 저항을 통해 가운데 노드로 흐른다. 따라서 $V_o - V_m = 6 \times 3 = 18V$이다.

2. 가운데 노드에 KCL을 적용하고 $V_o = V_m + 18$을 대입하면

$\frac{V_m - 12}{6} + \frac{V_m}{6} - 6 = 0$

이므로 $V_m = 24V$이고, $V_S = V_o = 24 + 18 = 42V$이다.

3. R_{Th}를 구할 때 $12V$ 전압원은 단락하고 $6A$ 전류원은 개방한다. 가운데 노드에서 접지로 연결된 두 6Ω 저항은 병렬이므로 3Ω이고, 이것이 출력 쪽 3Ω 저항과 직렬이다.

$R_{Th} = 3 + (6 \parallel 6) = 3 + 3 = 6\Omega$

선지 판단

① X — $V_S = 24V$, $R_{Th} = 9\Omega$는 두 값 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $V_S = 42V$, $R_{Th} = 6\Omega$이다.

② X — $R_{Th} = 6\Omega$는 맞지만 $V_S = 24V$가 틀리다. $24V$는 가운데 노드 전압이며, 출력 노드는 3Ω 저항의 전압강하 $18V$만큼 더 높다. 올바르게는 $V_S = 42V$, $R_{Th} = 6\Omega$이다.

③ X — $V_S = 42V$는 맞지만 $R_{Th} = 9\Omega$가 틀리다. 독립 전압원을 단락하면 두 6Ω 저항은 직렬이 아니라 병렬이므로, 올바르게는 $R_{Th} = 6\Omega$이다.

④ O — 개방전압 계산에서 $V_S = 42V$, 독립원을 제거한 저항 계산에서 $R_{Th} = 6\Omega$가 되어 두 값이 모두 일치한다.

오답 포인트

②의 $24V$는 가운데 노드 전압을 그대로 출력전압으로 착각하면 나오는 값이다. 출력전압에는 $6A$가 3Ω에 만드는 $18V$를 더해야 한다. 또한 ①·③의 9Ω는 독립 전압원을 단락한 뒤 두 6Ω 저항이 병렬이 되는 회로 연결을 놓칠 때 선택하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

테브난 전압은 출력 개방 상태에서 노드전압법으로 구한다. 테브난 저항은 독립 전압원을 단락하고 독립 전류원을 개방한 뒤, 출력 단자에서 본 직렬·병렬 관계를 다시 그려 계산한다.

NoteBase

암기 포인트

테브난 등가는 '출력 개방으로 V_{Th}, 전압원 단락·전류원 개방으로 R_{Th}'이다.

NoteBase

18. 공급 전압의 실효값이 $100\,[V]$이고, 부하에 흐르는 전류의 실효값이 $10\,[A]$인 단상 교류회로에서 부하가 $1\,[kW]$의 유효전력을 소비할 때, 부하에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 등가부하는 저항(R)으로만 구성되어 있다.
② 전압의 위상이 전류의 위상보다 90도만큼 앞선다.
③ 해당 부하는 $1000\,[Var]$의 무효전력을 소비한다.
④ 주어진 정보로는 전압과 전류의 위상차를 알 수 없다.

정답 1번

출제 포인트

단상 교류회로에서 피상전력과 유효전력의 관계로 역률, 위상차, 무효전력을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압의 실효값 $V = 100V$, 전류의 실효값 $I = 10A$, 유효전력 $P = 1kW = 1000W$이다.
구해야 할 값: 피상전력 S, 역률 $\cos\phi$, 위상차 ϕ, 무효전력 Q이다.
주의할 조건: $1kW = 1000W$로 환산하여 피상전력과 같은 단위 수준에서 비교한다.

사용할 공식

단상 교류회로에서는
$S = VI$
$P = S\cos\phi$
$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = S\sin\phi$
를 사용한다. 전압과 전류의 실효값이 주어졌으므로 $S = VI$로 피상전력을 구하고, 유효전력과 비교하면 역률과 위상차 및 무효전력을 판단할 수 있다.

계산 과정

1. 피상전력은 $S = VI = 100 \times 10 = 1000VA$이다.
2. 역률은 $\cos\phi = P/S = 1000/1000 = 1$이다. 따라서 $\phi = 0\,^\circ$이고 전압과 전류는 동상이다.
3. 무효전력은 $Q = \sqrt{1000^2 - 1000^2} = 0Var$이다. 역률이 1인 이상적인 부하는 저항 성분으로만 구성된다.

NoteBase

선지 판단

① O — 역률이 1이고 위상차가 0 °이므로 부하는 저항 R으로만 구성된 순저항 부하이다.
② X — '전압의 위상이 전류의 위상보다 90 ° 앞선다'가 틀렸다. 올바르게는 전압과 전류의 위상이 같아 위상차가 0 °이다.
③ X — '1000Var의 무효전력을 소비한다'가 틀렸다. 올바르게는 무효전력이 0Var이다. 1000은 무효전력이 아니라 피상전력의 수치이며 단위는 VA이다.
④ X — '위상차를 알 수 없다'가 틀렸다. 올바르게는 $S = VI$와 $P = S\cos\phi$를 이용하여 역률이 1, 위상차가 0 ° 임을 알 수 있다.
계산 결과 순저항 부하이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

피상전력의 수치 1000을 그대로 무효전력 1000Var로 오인하기 쉽다. 피상전력 S의 단위는 VA, 유효전력 P의 단위는 W, 무효전력 Q의 단위는 Var이며, 이 문제에서는 $P = S$이므로 $Q = 0$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

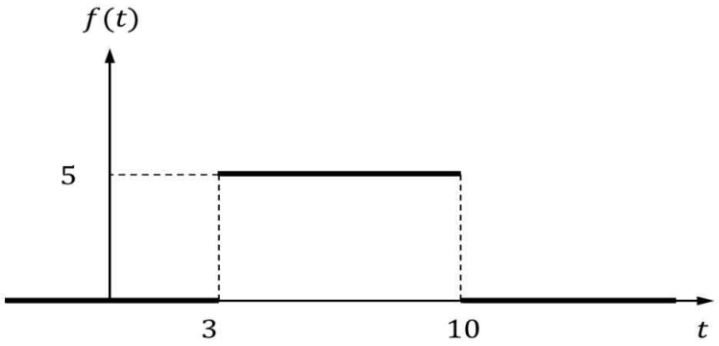
단상 교류전력 문제에서는 먼저 $S = VI$를 계산하고, 다음으로 P/S에서 역률을 구한 뒤, 마지막으로 위상차와 $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$를 판단한다. $P = S$이면 역률 1, 위상차 0 °, 무효전력 0, 순저항 부하이다.

암기 포인트

$P = S \Rightarrow \cos\phi = 1 \Rightarrow \phi = 0^\circ \Rightarrow Q = 0$: 전압과 전류가 동상인 순저항 부하이다.

NoteBase

19. 다음 그래프가 나타내는 시간함수에 대한 라플라스 변환식 $F(s)$로 가장 적절한 것은?



① $F(s)=5\left(\frac{1}{s+3}-\frac{1}{s+10}\right)$

② $F(s)=5\left(\frac{1}{s-3}-\frac{1}{s-10}\right)$

③ $F(s)=\frac{5}{s}\left(e^{-3s}-e^{-10s}\right)$

④ $F(s)=5\left(e^{-3s}-e^{-10s}\right)$

정답 3번

출제 포인트

구간 $3 \le t < 10$에서만 크기가 5인 직사각형 펄스를 단위계단함수로 나타내고 시간 지연의 라플라스 변환을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 함수는 $t < 3$과 $t \ge 10$에서 0이고, $3 \le t < 10$에서 5이다. 따라서 $t = 3$에서 켜지고 $t = 10$에서 꺼지는 함수로 표현한다.

사용할 공식

단위계단함수 $u(t-a)$의 라플라스 변환은

$\mathcal{L}\{u(t-a)\} = \frac{e^{-as}}{s}$

이다. 주어진 펄스는 두 단위계단함수의 차이이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

함수를 단위계단함수로 쓰면
$f(t) = 5\{u(t-3) - u(t-10)\}$
이다. 선형성과 시간 지연 공식을 적용하면
$F(s) = 5\left(\frac{e^{-3s}}{s} - \frac{e^{-10s}}{s}\right) = \frac{5}{s}(e^{-3s} - e^{-10s})$
이므로 ③과 일치한다.

선지 판단

① X — $5\left(\frac{1}{s+3} - \frac{1}{s+10}\right)$은 $5(e^{-3t} - e^{-10t})$의 라플라스 변환이며, 시간축에서 3과 10만큼 지연된 직사각형 펄스의 변환이 아니다. 올바르게는 $\frac{5}{s}(e^{-3s} - e^{-10s})$이다.
② X — $s-3$, $s-10$ 형태는 각각 시간함수의 지수항 e^{3t}, e^{10t}에 대응하므로 주어진 펄스를 나타내지 못한다. 올바르게는 지연 인자 e^{-3s}, e^{-10s}와 계단함수 변환의 $1/s$를 사용한 $\frac{5}{s}(e^{-3s} - e^{-10s})$이다.
③ O — $5\{u(t-3) - u(t-10)\}$을 변환하면 정확히 $\frac{5}{s}(e^{-3s} - e^{-10s})$이 된다.
④ X — 지연 인자 자체는 맞지만 단위계단함수의 변환에서 생기는 $1/s$가 빠졌다. 이 식은 직사각형 펄스가 아니라 $5\{\delta(t-3) - \delta(t-10)\}$의 변환에 해당한다. 올바르게는 $\frac{5}{s}(e^{-3s} - e^{-10s})$이다.

오답 포인트

①·②처럼 시간 지연값 3과 10을 분모의 상수로 넣는 실수와, ④처럼 지연 지수만 쓰고 계단함수 변환의 $1/s$를 빠뜨리는 실수가 핵심 함정이다. 시간 지연 a는 e^{-as}로 나타난다.

다시 나오면 이렇게 판단

유한 구간에서만 일정한 함수는 '시작 시점의 계단함수에서 종료 시점의 계단함수를 뺀다'고 표현한다. 그다음 각 $u(t-a)$를 e^{-as}/s로 변환해 계수와 부호를 확인한다.

암기 포인트

높이 A, 구간 $a \le t < b$인 펄스의 변환은 $\frac{A}{s}(e^{-as} - e^{-bs})$이다.

20. $L[H]$인 인덕터에 흐르는 전류 $i(t)$가 일정할 때, 인덕터 양 단에 유도되는 전압 $v(t)$로 가장 적절한 것은?

① $v(t)=0$

② $v(t)=\infty$

③ $v(t)=\frac{1}{L}\int_0^t i(\tau)d\tau$

④ $v(t)=\frac{1}{2}Li^2(t)$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 인덕터의 전압-전류 관계식에서 전류가 일정할 때의 단자 전압을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 인덕턴스는 L이고 전류 $i(t)$는 시간에 따라 변하지 않는다.
구해야 할 값: 인덕터 양 단의 전압 $v(t)$이다.
주의할 조건: 전류의 크기가 0이라는 뜻이 아니라 전류의 시간 변화율이 0이라는 뜻이다.

사용할 공식

인덕터의 전압-전류 관계식은
$v(t)=L\frac{di(t)}{dt}$
이다. 인덕터의 전압은 전류의 크기가 아니라 전류의 시간 변화율에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

전류 $i(t)$가 일정하므로
$\frac{di(t)}{dt}=0$
이다. 따라서
$v(t)=L\frac{di(t)}{dt}=L\cdot 0=0$
이 된다.

NoteBase

선지 판단

① O — 전류가 일정하면 $di(t)/dt = 0$이므로 $v(t) = 0$이다.
② X — $v(t) = \infty$라는 표현이 틀렸다. 올바르게는 일정 전류에서 $v(t) = 0$이다. 무한대 전압은 이 조건에서 나오지 않는다.
③ X — $v(t) = \frac{1}{L}\int_0^t i(\tau)d\tau$라는 관계식이 틀렸다. 올바른 인덕터 전압식은 $v(t) = L\frac{di(t)}{dt}$이다. 전류를 적분한 식으로 전압을 구하지 않는다.
④ X — $\frac{1}{2}Li^2(t)$를 전압으로 본 것이 틀렸다. 이 식은 인덕터에 저장된 자기 에너지 $W(t) = \frac{1}{2}Li^2(t)$이며, 올바른 전압은 $v(t) = L\frac{di(t)}{dt} = 0$이다.

오답 포인트

전류가 흐르고 있다는 사실만으로 인덕터에 전압이 생긴다고 생각하기 쉽다. 인덕터 전압을 결정하는 것은 전류의 크기 $i(t)$가 아니라 변화율 $di(t)/dt$이다. 또한 ④의 $\frac{1}{2}Li^2(t)$는 전압식이 아니라 에너지식이라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

인덕터 문제에서는 먼저 $v = Ldi/dt$를 적용하고, 전류가 일정하면 곧바로 $di/dt = 0$으로 판단한다. 그다음 전압식과 에너지식 $W = \frac{1}{2}Li^2$을 구분한다.

암기 포인트

인덕터는 전류의 크기가 아니라 전류의 변화에 전압으로 반응한다: 일정 전류이면 $v = 0$이다.

NoteBase

21. RL 직렬회로의 시정수와 RC 직렬회로의 시정수에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① R이 같으면 RL 직렬회로의 시정수와 RC 직렬회로의 시정수는 항상 같다.
② R이 커지면, RL 직렬회로의 시정수는 감소하고 RC 직렬회로의 시정수는 증가한다.
③ 주파수를 높이면 RL 직렬회로의 시정수는 감소한다.
④ 인가 전압을 높이면 RL 직렬회로의 시정수와 RC 직렬회로의 시정수가 모두 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬 *RL* 회로와 직렬 *RC* 회로의 시정수 공식을 이용하여 저항, 주파수, 입력 전압의 변화가 시정수에 미치는 영향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

직렬 *RL* 회로에서는 인덕턴스 *L*과 저항 *R*이 시정수를 정하고, 직렬 *RC* 회로에서는 저항 *R*과 커패시턴스 *C*가 시정수를 정한다. 이상적인 선형 회로에서 주파수와 입력 전압은 이 시정수 공식에 포함되지 않는다.

사용할 공식

직렬 *RL* 회로: $\tau_{RL} = \frac{L}{R}$
직렬 *RC* 회로: $\tau_{RC} = RC$

시정수는 과도응답이 최종 변화량의 약 63.2%에 도달하는 데 걸리는 특성 시간이다. 두 회로에서 *R*이 각각 분모와 분자에 있으므로 *R*의 증가 효과가 서로 반대이다.

판단 과정

*R*이 커지면 $\tau_{RL} = L/R$는 감소하고, $\tau_{RC} = RC$는 증가한다. 반면 주파수와 입력 전압은 두 시정수 공식에 없으므로 *R*, *L*, *C*가 일정한 한 시정수를 바꾸지 않는다.

NoteBase

선지 판단

① X — R이 같아도 $\tau_{RL} = L/R$와 $\tau_{RC} = RC$이므로 두 시정수가 항상 같지는 않다. 틀린 표현 '항상 같다'는 '$L/R = RC$, 즉 $L = R^2C$인 경우에만 같다'로 고쳐야 한다.

② O — R이 커지면 RL 회로의 시정수 L/R는 감소하고, RC 회로의 시정수 RC는 증가한다.

③ X — 주파수는 $\tau_{RL} = L/R$에 포함되지 않으므로 주파수를 높여도 RL 회로의 시정수는 감소하지 않는다. 틀린 표현 '시정수는 감소한다'는 'R과 L이 일정하면 시정수는 변하지 않는다'로 고쳐야 한다.

④ X — 입력 전압은 $\tau_{RL} = L/R$와 $\tau_{RC} = RC$에 포함되지 않으므로 입력 전압을 높여도 두 시정수는 증가하지 않는다. 틀린 표현 '모두 증가한다'는 'R, L, C가 일정하면 모두 변하지 않는다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

핵심 함정은 같은 R이 두 공식에서 같은 방향으로 작용한다고 생각하는 것이다. RL 회로에서는 R이 분모에 있고 RC 회로에서는 곱하는 항이므로, R이 커질 때 시정수의 변화 방향이 반대이다. 또한 교류에서 주파수나 입력 전압이 응답 모양에 영향을 줄 수 있다는 사실과 회로 고유의 시정수를 혼동하면 ③이나 ④를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $\tau_{RL} = L/R$, $\tau_{RC} = RC$를 쓴 뒤, 문제에서 바꾼 변수가 공식의 분자·분모·곱에 있는지 확인한다. 공식에 없는 주파수와 입력 전압은 이상적인 선형 회로의 시정수를 바꾸지 않는다고 판단한다.

암기 포인트

RL: 저항이 커지면 시정수는 작아지고, RC: 저항이 커지면 시정수는 커진다.

NoteBase

22. 교류 회로에서 부하 역률 $\cos\theta$에 대한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 부하 역률 $\cos\theta$에서 θ는 부하 전압과 부하에 흐르는 전류와의 위상차를 의미한다.

② 부하 전압의 위상이 부하 전류의 위상보다 앞서는 경우, 진상 역률이라 한다.

③ 부하 역률 $\cos\theta$에서 θ는 $-90^\circ < \theta < 90^\circ$를 만족한다.

④ 부하 역률 $\cos\theta$는 $\frac{P}{S}$(P: 유효전력, S: 피상전력)과 같다.

정답 2번

출제 포인트

부하 역률의 정의와 전압·전류의 위상 관계를 이용하여 진상 역률과 지상 역률을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

역률은 피상전력 중 실제로 유효하게 소비되는 전력의 비율이며, $\cos\theta = P/S$로 나타낸다. 여기서 θ는 부하 전압과 부하 전류 사이의 위상차이다.

진상 역률: 전류의 위상이 전압보다 앞서는 경우이다.

지상 역률: 전류의 위상이 전압보다 뒤지는 경우, 즉 전압의 위상이 전류보다 앞서는 경우이다.

선지별 해설

① O — θ는 부하 전압과 부하 전류 사이의 위상차를 뜻하므로 옳다.

② X — 틀린 표현은 '부하 전압의 위상이 부하 전류의 위상보다 앞서면 진상 역률'이라는 부분이다. 전압이 전류보다 앞서면 전류가 전압보다 뒤지는 것이므로 지상 역률이다. 올바르게는 '부하 전류의 위상이 부하 전압의 위상보다 앞서는 경우 진상 역률이다'라고 해야 한다.

③ O — 일반적인 부하가 유효전력을 소비할 때 역률각은 $-90^\circ < \theta < 90^\circ$의 범위에 있고 $\cos\theta > 0$이므로 옳다.

④ O — 유효전력을 P, 피상전력을 S라 하면 부하 역률은 $\cos\theta = P/S$이므로 옳다.

오답 포인트

②는 '전압이 앞선다'와 '진상'이라는 표현을 직접 연결하게 만드는 함정이다. 진상·지상은 전류를 기준으로 판단하므로, 전압이 전류보다 앞서면 전류는 뒤지고 지상 역률이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

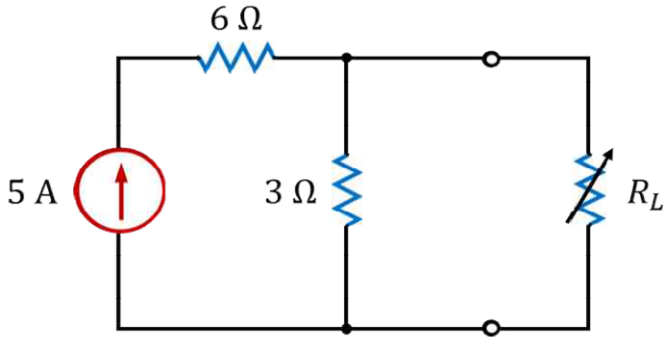
먼저 전류의 위상을 전압과 비교한다. 전류가 앞서면 진상, 전류가 뒤지면 지상으로 판단하고, 역률의 크기는 P/S로 확인한다.

암기 포인트

전류가 앞서면 진상, 전류가 뒤지면 지상이며, 역률은 $\cos\theta = P/S$이다.

NoteBase

23. 다음 회로의 부하 R_L에서 소비되는 전력이 최대일 때, $R_L[\Omega]$의 값으로 가장 적절한 것은?



① $2[\Omega]$
② $3[\Omega]$
③ $6[\Omega]$
④ $9[\Omega]$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 최대전력전달정리를 이용하여 부하 R_L에서 소비되는 전력이 최대가 되는 저항값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 독립 전류원은 5A, 저항은 6Ω와 3Ω이다.
구해야 할 값: 부하 전력을 최대화하는 R_L이다.
주의할 조건: 부하 단자에서 본 테브난 등가저항을 구할 때 독립 전류원은 개방한다.

사용할 공식

최대전력전달 조건은
$R_L = R_{th}$
이다. 저항성 직류 회로에서는 부하저항이 부하 단자에서 본 테브난 등가저항과 같을 때 부하 전력이 최대가 되므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. R_{th}를 구하기 위해 독립 전류원 $5A$를 개방한다.
2. 전류원이 개방되면 6Ω 저항의 왼쪽 끝도 끊어진다. 따라서 이 저항은 부하 단자에서 본 등가저항에 포함되지 않고, 단자 사이에는 3Ω만 남는다.

$R_{\text{th}} = 3\Omega$

3. 최대전력전달 조건을 적용하면

$R_L = R_{\text{th}} = 3\Omega$

이다.

4. 검산하면 부하 개방 시 $5A$가 3Ω에 흘러 $V_{\text{th}} = 15V$이고, 부하 전력은

$P_L = \frac{V_{\text{th}}^2 R_L}{(R_{\text{th}} + R_L)^2} = \frac{225R_L}{(3 + R_L)^2}$

이므로 $R_L = 3\Omega$에서 $P_L = 18.75W$로 최대가 된다.

선지 판단

① X — $R_L = 2\Omega$이면 $P_L = 18W$로 최대값이 아니며, 틀린 값 2Ω는 3Ω로 고쳐야 한다.

② O — $R_L = 3\Omega$는 $R_{\text{th}} = 3\Omega$와 같고, 이때 $P_L = 18.75W$로 최대가 된다.

③ X — $R_L = 6\Omega$이면 $P_L = \frac{50}{3}W$로 최대값이 아니며, 틀린 값 6Ω는 3Ω로 고쳐야 한다.

④ X — $R_L = 9\Omega$이면 $P_L = 14.0625W$로 최대값이 아니며, 틀린 값 9Ω는 3Ω로 고쳐야 한다.

오답 포인트

회로에 보이는 6Ω와 3Ω를 무조건 직렬 또는 병렬로 합치면 오답이 된다. 전류원을 개방한 뒤 부하 단자에서 회로를 바라보면 6Ω 가지는 끊어진 가지이고, 실제로 보이는 저항은 3Ω뿐이다.

다시 나오면 이렇게 판단

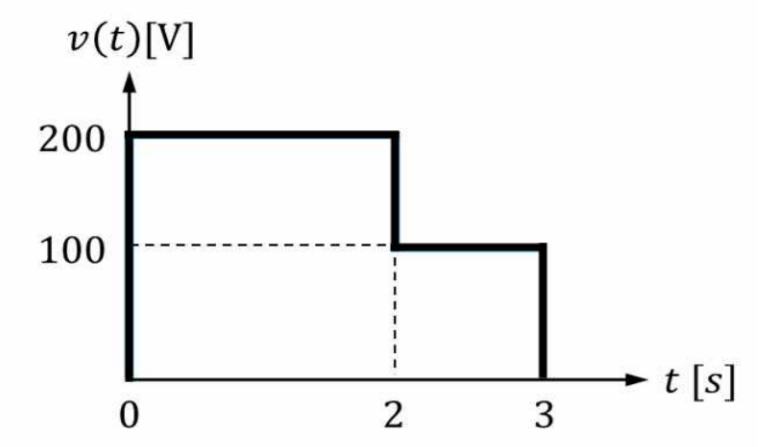
최대 부하전력을 묻는 저항성 직류 회로에서는 부하를 제거하고 독립 전압원은 단락, 독립 전류원은 개방한 뒤 부하 단자에서 본 R_{th}를 구한다. 그다음 $R_L = R_{\text{th}}$를 적용한다.

암기 포인트

최대전력전달은 $R_L = R_{\text{th}}$이며, 전류원을 끄면 개방이다.

NoteBase

24. 한 주기 동안 전압 신호 $v(t)$의 파형이 다음과 같을 때, $v(t)$의 실효값으로 가장 적절한 것은? (단, $\sqrt{2} \approx 1.414$, $\sqrt{3} \approx 1.732$이다)



① 약 $141.4\,[V]$
② 약 $150\,[V]$
③ 약 $166.7\,[V]$
④ 약 $173.2\,[V]$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 주기 파형의 각 구간에 전압의 제곱과 지속 시간을 반영하여 실효값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주기: $T = 3s$

$0 \le t < 2s$: $v(t) = 200V$

$2 \le t < 3s$: $v(t) = 100V$

구해야 할 값: 한 주기 동안의 전압 실효값 V_{rms}

주의할 조건: 두 전압이 유지되는 시간이 각각 $2s$, $1s$이므로 시간 가중치를 반영한다.

사용할 공식

주기 파형의 실효값은

$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T v^2(t)dt}$

이다. 실효값은 같은 저항에서 동일한 평균 전력을 내는 직류 전압이므로 전압 자체의 평균이 아니라 전압 제곱의 시간 평균에 제곱근을 취한다.

NoteBase

계산 과정

각 구간의 전압 제곱에 지속 시간을 곱하면
$V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{(200V)^2(2s) + (100V)^2(1s)}{3s}}$
$= \sqrt{30{,}000}\,V = 100\sqrt{3}\,V$
이다. $\sqrt{3} \approx 1.732$를 적용하면
$V_{\text{rms}} \approx 173.2V$
이다.

선지 판단

① X — 약 $141.4V$는 $200/\sqrt{2}$로, $200V$를 정현파의 최댓값처럼 잘못 취급한 값이다. 올바르게는 주어진 계단 파형 전체를 제곱평균하여 약 $173.2V$가 된다.
② X — 약 $150V$는 두 전압 $200V$와 $100V$의 단순 중간값으로, 서로 다른 지속 시간과 제곱평균을 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 약 $173.2V$이다.
③ X — 약 $166.7V$는 $(200 \times 2 + 100 \times 1)/3$으로 구한 전압의 시간 평균값이다. 실효값은 전압의 제곱평균 제곱근이므로 올바르게는 약 $173.2V$이다.
④ O — 계산 결과 $V_{\text{rms}} = 100\sqrt{3}\,V \approx 173.2V$이므로 옳다.

오답 포인트

③의 약 $166.7V$처럼 전압을 그대로 시간 평균하면 실효값이 아니라 평균값이 된다. 또한 ①처럼 정현파가 아닌 계단 파형에 $V_{\text{rms}} = V_{\text{m}}/\sqrt{2}$를 적용해서는 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

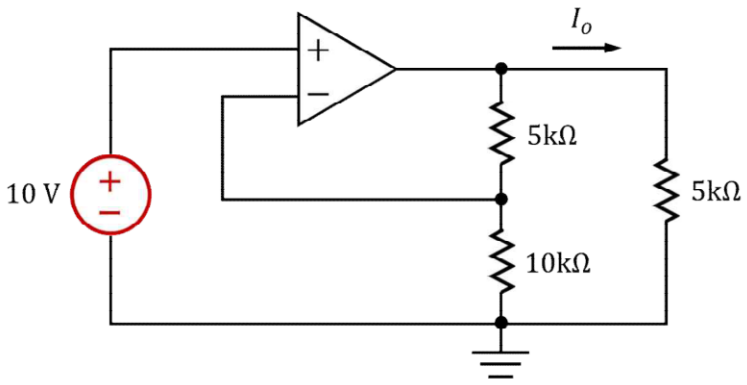
구간별로 '전압 제곱 × 지속 시간'을 모두 더하고, 이를 전체 주기로 나눈 뒤 제곱근을 취한다. 마지막에는 실효값이 평균값과 최댓값 사이에 있는지도 검산한다.

암기 포인트

실효값은 '제곱 → 시간평균 → 제곱근'의 순서로 구한다.

NoteBase

25. 다음 회로의 연산증폭기가 이상적이라고 가정할 때 전류 $I_o[mA]$의 값으로 가장 적절한 것은?



① $2\,[mA]$
② $2.5\,[mA]$
③ $3\,[mA]$
④ $5\,[mA]$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 연산증폭기의 가상단락 원리와 비반전 증폭기의 전압이득을 이용해 출력전압을 구한 뒤, 부하에 흐르는 전류 I_o를 계산하는 문제이다.

조건 정리

비반전 입력전압은 $V_+ = 10V$이다. 이상적인 연산증폭기이므로 입력전류는 0이고, 음의 피드백이 걸린 선형 동작에서 $V_- = V_+ = 10V$이다. 피드백 저항은 $R_f = 5k\Omega$, 접지 쪽 저항은 $R_g = 10k\Omega$, 출력에 연결된 부하저항은 $R_L = 5k\Omega$이다. 회로의 I_o 화살표는 피드백 저항으로 갈라진 뒤 부하 쪽 도선에 있으므로 I_o는 부하전류이다.

사용할 공식

비반전 증폭기의 출력전압은
$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_g}\right)V_+$
이고, 부하전류는 옴의 법칙에 따라
$I_o = \frac{V_o}{R_L}$
이다. 이상적인 연산증폭기의 입력전류가 0이므로 두 피드백 저항에 같은 전류가 흐르고, 이는 위 비반전 전압이득 공식을 적용할 수 있는 조건이다.

NoteBase

계산 과정

1. 출력전압을 구한다.
$V_o = \left(1 + \frac{5k\Omega}{10k\Omega}\right)(10V) = 15V$
2. 출력전압 $15V$가 부하저항 $5k\Omega$에 걸리므로 부하전류를 구한다.
$I_o = \frac{15V}{5k\Omega} = 3mA$

선지 판단

① X — $2mA$는 입력전압 $10V$를 부하저항에 바로 나누었을 때 나오는 값이다. 틀린 값 $2mA$ → 올바르게는 증폭된 출력전압 $15V$를 사용한 $3mA$이다.
② X — 계산된 부하전류는 $2.5mA$가 아니라 $3mA$이다. 틀린 값 $2.5mA$ → 올바르게는 $15V/(5k\Omega) = 3mA$이다.
③ O — 비반전 증폭기의 출력전압은 $15V$이고, 이를 부하저항 $5k\Omega$로 나누면 $I_o = 3mA$이다.
④ X — $5mA$는 출력전압과 부하저항으로 계산한 값이 아니다. 틀린 값 $5mA$ → 올바르게는 $I_o = 3mA$이다.

오답 포인트

입력전압 $10V$를 부하저항에 곧바로 적용하면 ①을 고르게 된다. 먼저 비반전 증폭기의 출력전압 $15V$를 구해야 한다. 또한 I_o 화살표는 출력 노드 전체 전류가 아니라 오른쪽 $5k\Omega$ 부하로 흐르는 전류를 가리킨다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상적인 비반전 증폭기에서는 먼저 $V_- = V_+$를 적용해 출력전압을 구하고, 전류 화살표가 놓인 가지를 확인한 뒤 그 가지의 저항에 옴의 법칙을 적용한다.

암기 포인트

비반전 증폭기의 전압이득은 $1 + R_f/R_g$이고, 부하전류는 증폭된 출력전압을 부하저항으로 나눈 값이다.

NoteBase