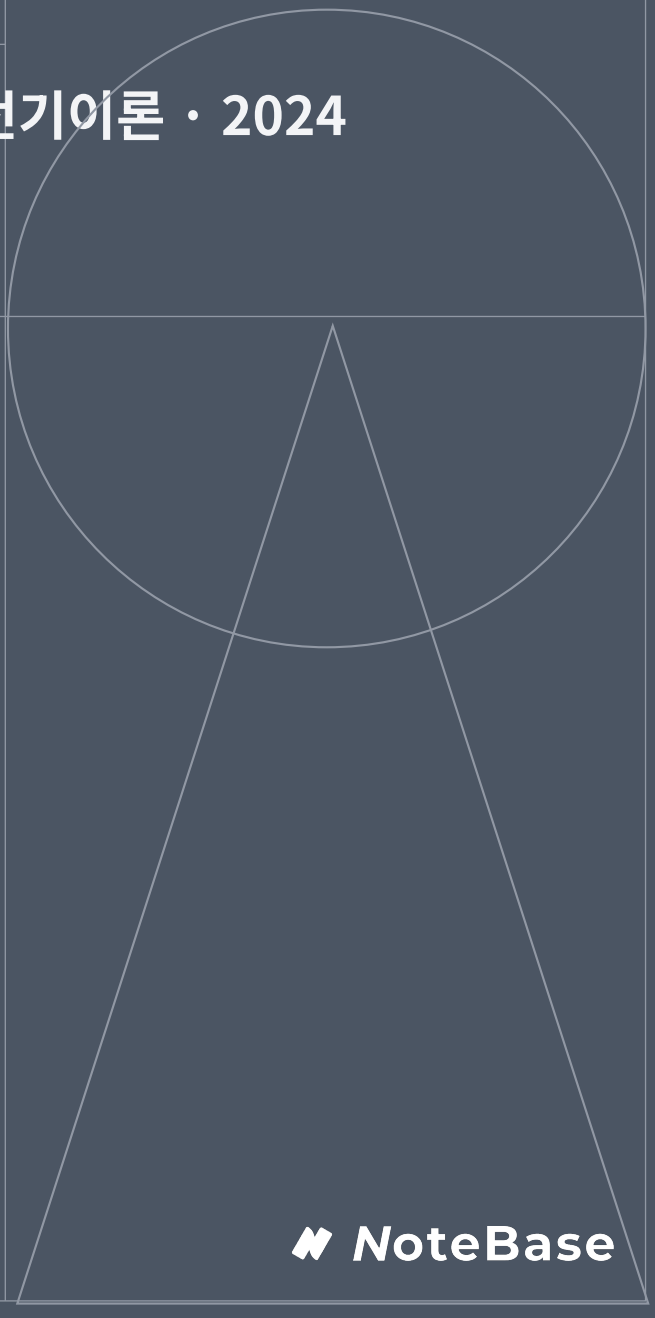
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2024



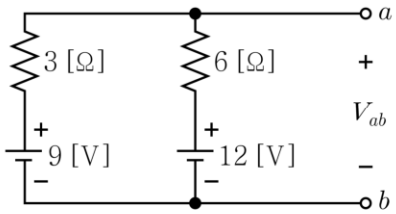
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2024

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2024

1. 다음 회로에서 단자 $a-b$의 전압 $V_{ab}[\mathrm{V}]$는?



① 9
② 10
③ 12
④ 21

정답 2번

출제 포인트

개방된 두 단자 사이에 전원과 저항으로 이루어진 병렬 가지가 연결되어 있을 때, 키르히호프의 전류 법칙을 이용해 단자전압 V_{ab}를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 왼쪽 가지는 3Ω 저항과 9V 전원, 오른쪽 가지는 6Ω 저항과 12V 전원으로 구성된다. 두 전원은 모두 위쪽이 +, 아래쪽이 −이다.
구해야 할 값: $V_{ab} = V_a - V_b$이다.
주의할 조건: 단자 a-b가 개방되어 있으므로 외부로 흐르는 전류는 0이다.

사용할 공식

각 가지의 전류 방향을 a에서 b로 잡으면
$I_1 = \frac{V_{ab} - 9}{3}$, $I_2 = \frac{V_{ab} - 12}{6}$
이다. 단자에 외부 부하가 없으므로 노드 a에서 키르히호프의 전류 법칙을 적용하면 $I_1 + I_2 = 0$이 된다.

NoteBase

계산 과정

$\frac{V_{ab}-9}{3}+\frac{V_{ab}-12}{6}=0$

양변에 6을 곱하면

$2(V_{ab}-9)+(V_{ab}-12)=0$

$3V_{ab}-30=0$

따라서

$V_{ab}=10V$

이다. 실제로 $I_1=(10-9)/3=1/3A$, $I_2=(10-12)/6=-1/3A$이므로 두 가지 전류의 합은 0이 된다.

선지 판단

① X — $9V$는 계산 결과 $10V$와 다르다. $9V$ 전원만 보고 오른쪽 가지의 영향을 무시한 값이며, 올바르게는 $V_{ab}=10V$이다.

② O — 키르히호프의 전류 법칙으로 계산한 결과가 $V_{ab}=10V$이므로 맞다.

③ X — $12V$는 계산 결과 $10V$와 다르다. $12V$ 전원만 보고 왼쪽 가지의 영향을 무시한 값이며, 올바르게는 $V_{ab}=10V$이다.

④ X — $21V$는 두 전원 전압을 단순히 더한 값이다. 두 전원은 직렬 가산 연결이 아니므로 합할 수 없으며, 올바르게는 $V_{ab}=10V$이다.

오답 포인트

두 전원의 위쪽 극성이 같다고 해서 전압을 단순히 더하면 안 된다. 각 가지의 저항이 다르므로 가지 전류를 각각 세운 뒤, 개방 단자에서 전류의 대수합이 0이라는 조건을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 전원·저항 회로의 개방단자 전압은 먼저 각 가지 전류를 단자전압으로 나타내고, 외부 전류가 0이라는 키르히호프의 전류 법칙을 적용한 뒤, 전류 합과 단위를 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

개방단자에서는 외부 전류가 0이므로 병렬 가지 전류의 대수합도 0이다: $\sum I=0$.

NoteBase

2. 어떤 전지에 접속된 부하저항이 5 [Ω]일 때, 전류는 8 [A]이다. 동일한 전지에 부하저항을 15 [Ω]로 변경하면 전류는 4 [A]이다. 이 전지의 기전력[V]과 내부저항[Ω]은?

	기전력	내부저항
①	40	5
②	40	10
③	80	5
④	80	10

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전지의 내부저항을 포함한 전체 저항에 옴의 법칙을 적용하여 기전력과 내부저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 부하저항이 5Ω일 때 전류는 8A, 부하저항이 15Ω일 때 전류는 4A이다.
구해야 할 값: 전지의 기전력 E와 내부저항 r이다.
주의할 조건: 내부저항 r은 부하저항과 직렬로 작용하므로 전체 저항은 $R + r$이다.

사용할 공식

$I = \frac{E}{R+r} \iff E = I(R + r)$
전지의 기전력은 외부 부하저항과 내부저항에 걸리는 전체 전압을 공급하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

첫 번째 조건에서
$E = 8(5 + r) = 40 + 8r$
두 번째 조건에서
$E = 4(15 + r) = 60 + 4r$
같은 전지이므로 두 기전력 식을 같게 놓으면
$40 + 8r = 60 + 4r$
$4r = 20, \quad r = 5\Omega$
이를 첫 번째 식에 대입하면
$E = 8(5 + 5) = 80V$
따라서 기전력은 80V, 내부저항은 5Ω이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 내부저항 5Ω은 맞지만 기전력 40V가 틀리다. $R = 5\Omega$일 때 전류가 $40/(5+5) = 4A$가 되어 주어진 8A와 맞지 않는다. 올바르게는 기전력 80V, 내부저항 5Ω이다.
② X — 기전력 40V와 내부저항 10Ω이 모두 틀리다. 첫 번째 조건에서 전류가 $40/(5+10) = 8/3A$로 계산되어 주어진 값과 맞지 않는다. 올바르게는 기전력 80V, 내부저항 5Ω이다.
③ O — $E = 80V$, $r = 5\Omega$이면 $80/(5+5) = 8A$, $80/(15+5) = 4A$로 두 조건을 모두 만족한다.
④ X — 기전력 80V는 맞지만 내부저항 10Ω이 틀리다. $R = 15\Omega$일 때 전류가 $80/(15+10) = 3.2A$가 되어 주어진 4A와 맞지 않는다. 올바르게는 기전력 80V, 내부저항 5Ω이다.

오답 포인트

부하저항만을 전체 저항으로 보고 $E = IR$로 계산하면 내부저항에서 생기는 전압강하를 빠뜨리게 된다. 또한 두 조건에서 전류가 달라도 기전력 E와 내부저항 r은 같은 전지의 고정값이라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 부하 조건마다 $E = I(R + r)$ 식을 하나씩 세운 뒤, 같은 기전력이라는 조건으로 두 식을 연립한다. 구한 E와 r을 두 전류 식에 모두 대입하여 검산한다.

암기 포인트

내부저항이 있는 전지는 전체 저항이 $R + r$이므로 단자 전류는 $I = E/(R + r)$이다.

NoteBase

3. 저항 10 [Ω]에 전류 2 [A]가 3분 동안 흘렀을 때, 발생한 열량[J]은? (단, 전류는 실횻값이다)
① 120
② 600
③ 3,600
④ 7,200

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 교류 전류의 실효값으로 저항에서 발생하는 줄열을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R = 10\Omega$, 전류의 실효값 $I = 2A$, 시간 $t = 3min$이다.
구해야 할 값: 발생한 열량 Q이다.
주의할 조건: 시간은 초로 환산하여 $3min = 180s$로 사용하며, 주어진 전류가 실효값이므로 별도의 $\sqrt{2}$ 변환을 하지 않는다.

사용할 공식

저항에서 발생하는 열량은 줄의 법칙 $Q = I^2Rt$로 구한다. 전류가 실효값으로 주어졌으므로 교류가 저항에 내는 평균 전력 $P = I^2R$을 구한 뒤 시간 t를 곱하는 것과 같다.

계산 과정

1. 시간을 환산하면 $t = 3 \times 60 = 180s$이다.
2. 줄의 법칙에 대입하면 다음과 같다.
$Q = I^2Rt = (2)^2 \times 10 \times 180$
3. 따라서 발생한 열량은 $Q = 7{,}200J$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- 120J은 $Q = I^2Rt$로 계산한 값과 다르다. 올바른 열량은 7,200J이다.

② X

- 600J은 전류의 제곱과 180초의 시간을 모두 반영한 값이 아니다. 올바른 열량은 7,200J이다.

③ X

- 3,600J은 전류를 제곱하지 않고 IRt로 계산하면 나오는 값이다. 올바르게는 I^2Rt를 적용하여 7,200J이다.

④ O

- $I = 2A, R = 10\Omega, t = 180s$를 $Q = I^2Rt$에 대입하면 7,200J이므로 맞다.

오답 포인트

핵심 함정은 3분을 3초처럼 그대로 대입하거나, 전류를 제곱하지 않는 것이다. 또한 전류가 이미 실효값으로 주어졌으므로 최댓값으로 바꾸기 위한 $\sqrt{2}$를 추가로 곱하거나 나누지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

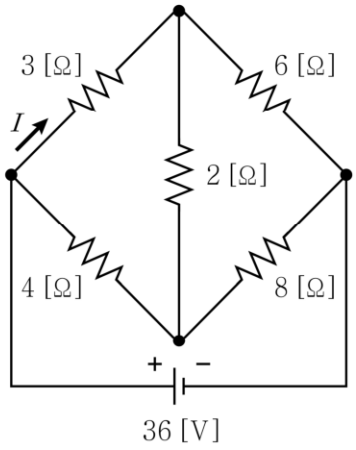
저항의 발열량 문제는 시간 단위를 초로 통일하고, 전류가 실효값인지 확인한 뒤 $Q = I^2Rt$에 대입하여 판단한다.

암기 포인트

저항의 줄열은 $Q = I^2Rt$이며, 분은 초로 바꾸고 실효값은 그대로 사용한다.

NoteBase

4. 다음 회로에서 저항 3 [Ω]에 흐르는 전류 I[A]와 저항 2 [Ω]에서 소비되는 전력 P[W]는?



	I	P
①	4	0
②	6	8
③	8	0
④	10	8

정답 1번

출제 포인트

휘트스톤 브리지의 평형 조건을 확인하여 가운데 저항의 전류와 전력을 구하고, 병렬 가지의 전류를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 36V이고, 위쪽 가지의 저항은 3Ω와 6Ω, 아래쪽 가지의 저항은 4Ω와 8Ω, 가운데 저항은 2Ω이다.
구해야 할 값: 3Ω 저항에 흐르는 전류 I와 2Ω 저항에서 소비되는 전력 P이다.
주의할 조건: 3/6 = 4/8이므로 브리지가 평형이고, 가운데 2Ω 저항의 양 끝 전위가 같다.

NoteBase

사용할 공식

브리지 평형 조건은

$\frac{3}{6} = \frac{4}{8}$

이다. 평형일 때 가운데 저항의 전류는 $I_2 = 0$이고, 소비 전력은

$P = I_2^2 R$

이다. 위쪽 가지에는 3Ω와 6Ω가 직렬로 연결되어 있으므로 옴의 법칙

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

을 적용한다.

계산 과정

1. 3/6 = 4/8 = 1/2이므로 브리지가 평형이다. 따라서 가운데 2Ω 저항에는 전류가 흐르지 않는다.
2. 위쪽 가지의 합성저항은 3 + 6 = 9Ω이므로 3Ω 저항에 흐르는 전류는

$I = \frac{36}{3+6} = 4A$

이다.

3. 가운데 저항의 전류가 $0A$이므로 소비 전력은

$P = 0^2 \times 2 = 0W$

이다. 따라서 $I = 4A$, $P = 0W$이다.

선지 판단

① O — $I = 4A$, $P = 0W$로 계산 결과와 일치한다.

② X — $I = 6A$, $P = 8W$는 모두 틀리다. 올바르게는 위쪽 직렬 가지의 전류가 $4A$이고, 평형 브리지의 가운데 저항 전력은 $0W$이다.

③ X — $P = 0W$는 맞지만 $I = 8A$가 틀리다. 올바르게는 $I = 36/(3 + 6) = 4A$이다.

④ X — $I = 10A$, $P = 8W$는 모두 틀리다. 올바르게는 $I = 4A$, $P = 0W$이다.

오답 포인트

가운데 2Ω 저항이 보인다는 이유만으로 전류가 흐른다고 판단하는 것이 함정이다. 먼저 3/6 = 4/8인지를 확인하면 가운데 두 접점의 전위가 같아 전류와 소비 전력이 모두 0임을 알 수 있다. 또한 3Ω 저항의 전류는 전체 회로 전류가 아니라 위쪽 3Ω + 6Ω 직렬 가지의 전류이다.

다시 나오면 이렇게 판단

브리지 회로에서는 먼저 양쪽 저항비를 비교한다. 저항비가 같으면 가운데 가지를 개방된 것으로 보고, 각 직렬 가지에 걸린 전원 전압으로 가지 전류를 계산한다. 가운데 저항의 전력은 전류가 0이므로 0이다.

암기 포인트

브리지 평형이면 가운데 가지는 $I = 0$, $P = 0$이다.

NoteBase

5. 공급 전압 220 [V]에서 에어컨과 선풍기의 전류는 각각 0.2 [A], 0.1 [A]이다. 에어컨과 선풍기를 12시간씩 사용하였을 때, 소비한 총전력량[Wh]은? (단, 전압과 전류는 직류이다)

① 772 ② 782

③ 792 ④ 802

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류 회로의 소비전력 공식 $P = VI$와 전력량 공식 $W = Pt$를 이용하여 두 기기가 소비한 총전력량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압 $220V$, 에어컨 전류 $0.2A$, 선풍기 전류 $0.1A$, 각 사용시간 $12h$이다.
구해야 할 값: 에어컨과 선풍기가 소비한 총전력량 Wh이다.
주의할 조건: 두 기기의 소비전력을 각각 구해 더한 뒤 공통 사용시간을 곱한다. 전압과 전류가 직류이므로 역률을 고려하지 않는다.

사용할 공식

직류 기기의 소비전력은 $P = VI$이고, 소비전력량은 $W = Pt$이다.
전압과 전류가 직류로 주어졌으므로 전압과 전류의 곱으로 각 기기의 유효전력을 바로 구할 수 있다.

계산 과정

1. 에어컨의 소비전력은 $220V \times 0.2A = 44W$이다.
2. 선풍기의 소비전력은 $220V \times 0.1A = 22W$이다.
3. 두 기기의 총소비전력은 $44W + 22W = 66W$이다.
4. 두 기기를 각각 12시간 사용했으므로 총전력량은 $66W \times 12h = 792Wh$이다.

선지 판단

① X — 772는 계산 결과 $792Wh$와 일치하지 않는다. 올바르게는 총전력량이 $792Wh$이다.
② X — 782는 계산 결과 $792Wh$보다 $10Wh$ 작다. 올바르게는 두 기기의 총소비전력 $66W$에 $12h$를 곱하여 $792Wh$가 된다.
③ O — $220V \times (0.2A + 0.1A) \times 12h = 792Wh$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 802는 계산 결과 $792Wh$보다 $10Wh$ 크다. 올바르게는 총전력량이 $792Wh$이다.

NoteBase

오답 포인트

전류 $0.2A$와 $0.1A$를 각각 반영하지 않거나 두 기기의 전력을 합산하지 않으면 틀린다. 또한 W는 전력의 단위이고 Wh는 전력량의 단위이므로 총소비전력 $66W$에 사용시간 $12h$를 반드시 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

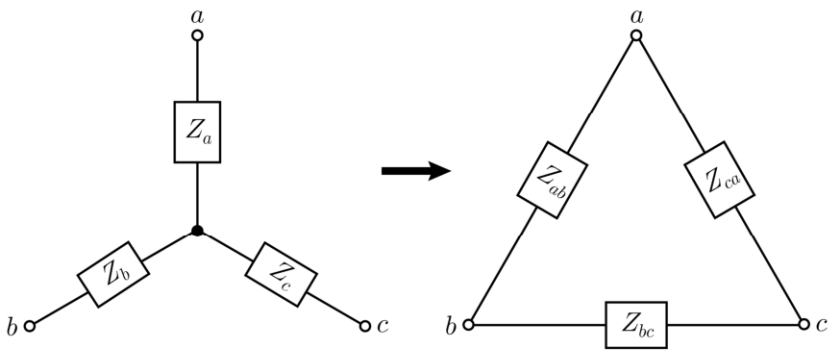
직류 전력량 문제는 각 기기에 대해 $P = VI$로 전력을 구하고, 기기별 전력을 합산한 다음 사용시간을 곱해 Wh 단위로 검산한다.

암기 포인트

직류에서는 전력 $P = VI$, 전력량 $W = VIt$이다. 여러 기기를 같은 시간 동안 사용하면 전류를 먼저 합산하여 $W = V(I_1 + I_2)t$로 계산할 수 있다.

NoteBase

6. 다음 평형 3상 회로에서 Y결선 부하를 △결선 부하로 등가 변환할 때, Z_{ab}[Ω]의 값은? (단, Z_a는 15 [Ω]이다)



① 5
② 15
③ 25
④ 45

정답 4번

출제 포인트

평형 Y결선의 각 상 임피던스를 등가인 평형 Δ결선의 각 선간 임피던스로 변환하는 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $Z_a = Z_b = Z_c = 15\Omega$
구해야 할 값: Z_{ab}
주의할 조건: 세 임피던스가 같은 평형 회로이므로 Y→Δ 변환에서는 각 Δ 임피던스가 각 Y 임피던스의 3배가 된다.

사용할 공식

일반적인 Y→Δ 변환식은 다음과 같다.
$Z_{ab} = Z_a + Z_b + \frac{Z_a Z_b}{Z_c} = \frac{Z_a Z_b + Z_b Z_c + Z_c Z_a}{Z_c}$
평형 조건 $Z_a = Z_b = Z_c = Z_Y$을 대입하면 $Z_{ab} = 3Z_Y$가 된다. Y결선과 Δ결선이 단자 a, b, c에서 같은 등가 임피던스를 갖게 해야 하므로 이 변환식을 사용한다.

계산 과정

1. 평형 Y결선이므로 $Z_Y = 15\Omega$이다.
2. 평형 Y→Δ 관계를 적용한다.
$Z_{ab} = 3Z_Y = 3 \times 15 = 45\Omega$
3. 따라서 Z_{ab}는 45Ω이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 5Ω는 15Ω를 3으로 나눈 값으로, Δ→Y 변환의 방향을 거꾸로 적용한 결과이다. 5Ω가 아니라 45Ω가 옳다.
② X — 15Ω는 변환 전 Y결선의 각 상 임피던스이다. Y→Δ 변환 후의 Z_{ab}는 그 3배인 45Ω이다.
③ X — 25Ω는 Y→Δ 변환식 $Z_{ab} = 3Z_Y$에 맞지 않는다. 올바르게 계산하면 $3 \times 15 = 45\Omega$이다.
④ O — 계산 결과 $Z_{ab} = 45\Omega$이므로 옳다.

오답 포인트

Y→Δ와 Δ→Y의 변환 방향을 혼동하기 쉽다. 평형 회로에서 Y→Δ는 3배이고, Δ→Y는 3분의 1이므로 이 문제에서 15Ω를 3으로 나누면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 세 임피던스가 같은 평형인지 확인하고, 변환 방향이 Y→Δ이면 $Z_\Delta = 3Z_Y$, Δ→Y이면 $Z_Y = Z_\Delta/3$을 적용한다. 마지막으로 변환 방향과 단위 Ω를 검산한다.

암기 포인트

평형 결선 변환의 핵심은 ‘Y에서 Δ로 3배, Δ에서 Y로 3분의 1’이다.

NoteBase

7. 한 상의 임피던스가 $3+j4\,[\Omega]$인 평형 3상 △결선 부하에 선간 전압 $100\,[\mathrm{V}]$을 인가했을 때, 3상 전체 소비전력[kW]은? (단, 전압은 실횻값이다)

① 0.6 ② 1.2

③ 2.4 ④ 3.6

정답 4번

출제 포인트

평형 3상 Δ결선에서 상전압과 선간전압이 같다는 관계를 이용해 3상 전체 소비전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 상 임피던스 $Z=3+j4\Omega$, 선간전압 $V_L=100V$이다.

구해야 할 값: 3상 전체 소비전력 P이다.

주의할 조건: Δ결선이므로 상전압은 선간전압과 같아 $V_{ph}=V_L=100V$이다. 또한 $|Z|^2=3^2+4^2=25$이다.

사용할 공식

임피던스 $Z=R+jX$인 평형 3상 부하의 전체 유효전력은

$P=3P_{ph}=3\frac{V_{ph}^2R}{|Z|^2}$

이다. 각 상의 유효전력을 구한 뒤 평형을 이루는 세 상의 전력을 합해야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. Δ결선이므로 $V_{ph}=100V$이다.

2. 한 상의 소비전력은

$P_{ph}=\frac{100^2\times3}{3^2+4^2}=\frac{30{,}000}{25}=1{,}200W$

이다.

3. 3상 전체 소비전력은

$P=3\times1{,}200=3{,}600W=3.6kW$

이다.

선지 판단

① X — $0.6kW$는 계산 결과 $3.6kW$와 일치하지 않는다. 틀린 값 $0.6kW$를 올바르게 고치면 $3.6kW$이다.

② X — $1.2kW$는 한 상의 소비전력만 계산한 값이다. 3상 전체 전력은 이를 3배 한 $3.6kW$이다.

③ X — $2.4kW$는 두 상의 전력만 합한 값에 해당한다. 평형 3상 전체를 합하면 $3.6kW$이다.

④ O — 계산한 3상 전체 소비전력 $3.6kW$와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

가장 큰 함정은 Δ결선에서 $V_{ph} = V_L$임을 놓치거나, 한 상의 전력 $1.2kW$를 구한 뒤 3을 곱하지 않는 것이다. 문제는 한 상이 아니라 3상 전체 소비전력을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 3상 부하의 전력 문제는 먼저 결선에 따른 상전압을 정하고, 한 상의 유효전력을 계산한 뒤 3을 곱하며, 마지막에 W를 kW로 환산한다.

암기 포인트

Δ결선은 $V_{ph} = V_L$이고, 평형 3상 전체 전력은 한 상 전력의 3배이다.

NoteBase

8. 제베크 효과(Seebeck effect)에 대한 설명으로 옳은 것은?
   ① 금속의 양 끝에 온도차가 있을 때 전류가 흐르면 열의 흡수 또는 발열이 생기는 현상
   ② 전기 분해에 의해 석출되는 물질의 양이 전해액을 통과한 총전기량에 비례하는 현상
   ③ 두 종류의 금속을 고리 모양으로 접속하여 두 접속점에 온도차가 생길 때 전류가 흐르는 현상
   ④ 두 종류의 금속을 접속하여 전류가 흐를 때 두 금속의 접합부에서 열의 발생 또는 흡수가 일어나는 현상

정답 3번

출제 포인트

제베크 효과를 톰슨 효과, 패러데이의 전기분해 법칙, 펠티에 효과와 구별하는 문제이다.

핵심 개념

제베크 효과: 서로 다른 두 금속으로 폐회로를 만들고 두 접합점에 온도차를 주면 열기전력이 생겨 전류가 흐르는 현상이다.
톰슨 효과: 한 종류의 도체에 온도차가 있는 상태에서 전류가 흐르면 도체 내부에서 열이 흡수되거나 발생하는 현상이다.
펠티에 효과: 서로 다른 두 금속의 접합부에 전류를 흘리면 접합부에서 열이 흡수되거나 발생하는 현상이다.
패러데이의 전기분해 제1법칙: 전극에 석출되는 물질의 질량은 전해액을 통과한 총전기량에 비례한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
‘온도차가 있는 한 금속에 전류가 흐를 때 열의 흡수 또는 발열이 생긴다’는 설명은 제베크 효과가 아니라 톰슨 효과이다. 제베크 효과는 서로 다른 두 금속의 두 접합점에 온도차를 주면 열기전력이 발생하는 현상이다.

② X
‘석출되는 물질의 양이 전해액을 통과한 총전기량에 비례한다’는 설명은 제베크 효과가 아니라 패러데이의 전기분해 제1법칙이다. 제베크 효과는 온도차에 의해 열기전력과 전류가 생기는 현상이다.

③ O
서로 다른 두 금속을 고리 모양으로 접속하고 두 접합점에 온도차를 주면 열기전력이 생겨 전류가 흐른다. 이는 제베크 효과의 정확한 설명이다.

④ X
‘서로 다른 두 금속의 접합부에 전류를 흘릴 때 열이 발생하거나 흡수된다’는 설명은 제베크 효과가 아니라 펠티에 효과이다. 제베크 효과는 반대로 두 접합점의 온도차가 열기전력과 전류를 발생시키는 현상이다.

오답 포인트

③과 ④는 모두 서로 다른 두 금속의 접합을 다루므로 혼동하기 쉽다. 온도차가 원인이고 전기가 결과이면 제베크 효과이며, 전류가 원인이고 접합부의 흡열·발열이 결과이면 펠티에 효과이다. ①은 한 도체 내부의 온도차와 전류가 함께 작용하는 톰슨 효과이다.

다시 나오면 이렇게 판단

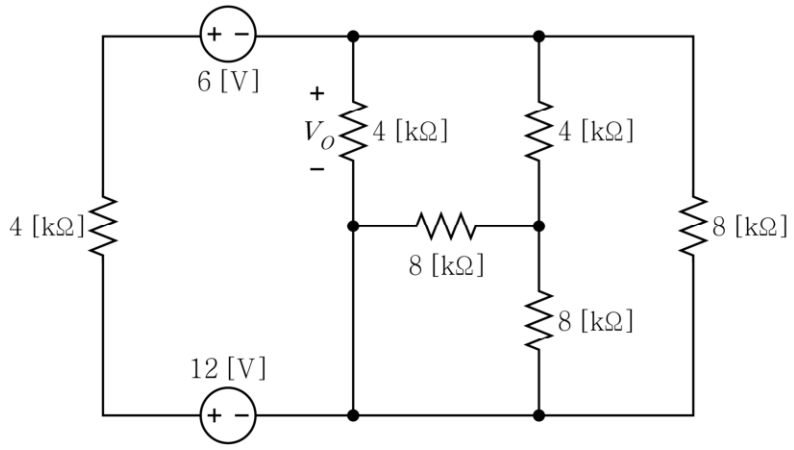
원인과 결과의 방향을 확인한다. ‘온도차 → 열기전력·전류’이면 제베크 효과, ‘접합부의 전류 → 흡열·발열’이면 펠티에 효과, ‘온도차가 있는 한 도체의 전류 → 흡열·발열’이면 톰슨 효과로 판단한다.

암기 포인트

제베크는 온도차로 전기 발생, 펠티에는 전류로 접합부의 열 발생·흡수, 톰슨은 온도차가 있는 한 도체에서 전류로 열 발생·흡수이다.

NoteBase

9. 다음 회로에서 전압 V_O[V]는?



① 1
② 2
③ 3
④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 저항망을 등가저항으로 합성하고 전압 분배를 적용하여 표시된 극성의 전압 V_o를 구하는 문제이다.

조건 정리

위쪽 공통 노드를 A, 아래쪽 공통 노드를 B로 두면 $V_o = V_A - V_B$이다.
가운데 왼쪽의 $4k\Omega$ 저항은 A와 B 사이에 직접 연결된다. 가운데 오른쪽 회로에서는 두 $8k\Omega$ 저항이 병렬이고, 그 등가저항이 위쪽 $4k\Omega$ 저항과 직렬이다.
왼쪽 전원망은 $6V$의 등가전압원과 $4k\Omega$의 직렬저항으로 정리된다.

사용할 공식

병렬저항은 $R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$이고, 전압 분배식은 $V_o = V_{th}\frac{R_L}{R_{th} + R_L}$이다.
이 회로는 A-B 사이의 오른쪽 저항망을 하나의 부하저항 R_L로 합성할 수 있고, 왼쪽 회로를 테브난 등가전원으로 바꿀 수 있으므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 가운데 오른쪽의 아래쪽 두 저항은 $8k\Omega \parallel 8k\Omega = 4k\Omega$이다. 여기에 위쪽 $4k\Omega$가 직렬이므로 이 가지는 $8k\Omega$이다.
2. A-B 사이에는 $4k\Omega$, $8k\Omega$, 바깥쪽 $8k\Omega$의 세 가지가 병렬이므로 $R_L = 4 \parallel 8 \parallel 8 = 2k\Omega$.
3. 부하를 떼어 낸 왼쪽 회로에서 B에서 A로 이동하면 $12V$ 전원에서는 $12V$ 상승하고 $6V$ 전원에서는 $6V$ 하강하므로 $V_{th} = 12 - 6 = 6V$이다. 이상적인 전압원을 단락하면 $R_{th} = 4k\Omega$이다.
4. 따라서 $V_o = 6 \times \frac{2}{4+2} = 2V$.

계산값이 양수이므로 그림에 표시된 위쪽 +, 아래쪽 − 극성과도 일치한다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 $1V$가 아니라 $2V$이므로 틀리다. 올바른 값은 $V_o = 2V$이다.
② O — 등가 부하 $2k\Omega$에 전압 분배를 적용하면 $V_o = 2V$이므로 맞다.
③ X — 계산 결과는 $3V$가 아니라 $2V$이므로 틀리다. $3V$는 A-B 사이에 직접 연결된 $4k\Omega$ 가지를 누락하여 부하를 $4k\Omega$로 잘못 합성할 때 나오는 값이다.
④ X — 계산 결과는 $4V$가 아니라 $2V$이므로 틀리다. 올바른 값은 $V_o = 2V$이다.

계산 결과 $2V$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

가운데 왼쪽 $4k\Omega$ 저항의 아래쪽 단자가 도선으로 B에 직접 연결되어 있다는 점을 놓치기 쉽다. 이 가지까지 포함해야 A-B 사이의 부하가 $4 \parallel 8 \parallel 8 = 2k\Omega$가 된다. 또한 두 전원은 같은 방향으로 더해지는 것이 아니라 B에서 A로 볼 때 $12V - 6V$로 작용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

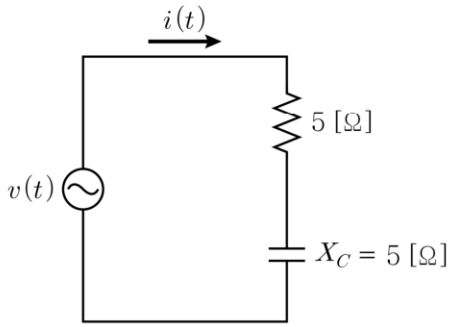
먼저 도선으로 이어진 공통 노드를 표시한 뒤 각 저항 가지의 직렬·병렬 관계를 합성한다. 그다음 전원의 극성을 따라 테브난 전압을 구하고, 등가 내부저항과 부하저항에 전압 분배를 적용한다. 마지막으로 계산값의 부호가 표시된 출력전압 극성과 일치하는지 확인한다.

암기 포인트

공통 노드를 먼저 찾고, 부하는 $4 \parallel 8 \parallel 8 = 2k\Omega$, 전원은 $12 - 6 = 6V$로 정리하면 $V_o = 2V$이다.

NoteBase

10. 다음 회로에서 전압 $v(t)$와 전류 $i(t)$의 위상차가 $45\,^\circ$일 때, 이 회로에서 소비되는 평균전력 P[W]는? (단, $v(t) = 100\sqrt{2}\cos(377t)$ [V]이다)



① 707
② 1,000
③ 1,414
④ 2,000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RC 회로의 임피던스로 실효값 전류를 구한 뒤, 역률을 반영하여 평균전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v(t) = 100\sqrt{2}\cos(377t)[V]$이므로 전압의 실효값은 $V = 100V$이다.
저항은 $R = 5\Omega$, 용량 리액턴스의 크기는 $X_C = 5\Omega$이다.
전압과 전류의 위상차는 $45\,^\circ$이므로 역률은 $\cos 45\,^\circ = 1/\sqrt{2}$이다.
구해야 할 값은 회로에서 실제로 소비되는 평균전력 P이다.

사용할 공식

직렬 RC 회로의 임피던스 크기와 평균전력 공식은 다음과 같다.

$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2}$
$I = \frac{V}{|Z|}, \qquad P = VI\cos\phi = I^2R$

커패시터는 평균적으로 유효전력을 소비하지 않으므로 전체 평균전력은 저항에서 소비되는 전력과 같다.

NoteBase

계산 과정

1. 임피던스의 크기를 구한다.

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

2. 전류의 실효값을 구한다.

$I = \frac{100}{5\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\,A$

3. 평균전력을 구한다.

$P = VI\cos 45^\circ = 100 \times 10\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 1{,}000W$

또한 $P = I^2R = (10\sqrt{2})^2 \times 5 = 1{,}000W$로도 같은 결과가 나온다.

선지 판단

① X — $707W$는 계산 결과 $1{,}000W$와 다르다. 이미 위상차를 반영해 구한 유효전력에 역률 $1/\sqrt{2}$을 한 번 더 곱하면 생길 수 있는 값이며, 올바른 평균전력은 $1{,}000W$이다.

② O — $P = VI\cos 45^\circ$ 또는 $P = I^2R$로 계산하면 $1{,}000W$가 된다.

③ X — $1{,}414VA$는 $VI = 100 \times 10\sqrt{2}$로 구한 피상전력의 근삿값이다. 평균전력은 여기에 역률을 곱한 $1{,}000W$이다.

④ X — $2{,}000W$는 전류의 최댓값 $20A$를 I^2R에 그대로 넣어 평균화 계수 1/2를 빠뜨리면 나오는 값이다. I^2R에는 실횻값 $10\sqrt{2}A$를 사용해야 하므로 올바른 값은 $1{,}000W$이다.

오답 포인트

전압식의 계수 $100\sqrt{2}$는 최댓값이고 실효값은 $100V$이다. 또한 VI만 계산하면 피상전력이므로, 평균전력을 구할 때는 역률 $\cos 45^\circ$를 반영해야 한다. 다만 I^2R을 사용하면 위상차를 다시 반영하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파의 최댓값을 실효값으로 바꾸고, 임피던스 크기로 실효값 전류를 구한 다음, $P = VI\cos\phi$ 또는 $P = I^2R$로 평균전력을 계산한다. 마지막에는 두 공식의 결과가 같은지 검산한다.

암기 포인트

직렬 RC 회로의 평균전력은 저항에서만 소비되며, $P = VI\cos\phi = I^2R$이다.

NoteBase

11. $R-L-C$ 병렬 회로에서 공진(resonance)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 공진일 때, 저항에만 전류가 흐른다.

② 공진일 때, 합성 임피던스는 $R[\Omega]$이다.

③ 공진 주파수는 $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ [Hz]이다.

④ 공진일 때, 유도리액턴스와 용량리액턴스의 크기가 서로 같다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 $R-L-C$ 병렬 회로의 공진 조건과 공진 시 전류·임피던스의 특성을 판단하는 문제이다.

조건 정리

병렬 회로의 전체 어드미턴스는 저항의 컨덕턴스와 코일·콘덴서의 서셉턴스를 합한 값이다. 공진에서는 유도성 서셉턴스와 용량성 서셉턴스가 서로 상쇄되어 전체 어드미턴스의 허수부가 0이 된다.

사용할 공식

전체 어드미턴스는

$Y = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$

이다. 공진 조건은

$\omega_0 C = \frac{1}{\omega_0 L}$

이므로

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \qquad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

가 된다. 이 공식을 쓰는 이유는 병렬 공진이 전체 어드미턴스의 허수부가 0이 되는 상태이기 때문이다.

계산 과정

1. 공진 조건에서 $\omega_0 C - 1/(\omega_0 L) = 0$으로 둔다.
2. 따라서 공진 시 $Y = 1/R$이고 합성 임피던스는 $Z = 1/Y = R$이 된다.
3. 또한 $X_L = \omega_0 L$, $X_C = 1/(\omega_0 C)$이므로 $|X_L| = |X_C|$이다. 다만 코일과 콘덴서의 가지전류는 각각 존재하며, 두 전류의 크기가 같고 위상이 반대여서 전원에서 본 무효전류 성분만 상쇄된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 공진 때에도 코일과 콘덴서의 가지전류는 흐른다. 두 가지전류가 크기는 같고 위상은 반대여서 서로 상쇄될 뿐이다. 틀린 표현 '저항에만 전류가 흐른다'는 '전원에서 본 전체 전류는 저항 전류와 같지만, 코일과 콘덴서에도 서로 상쇄되는 가지전류가 흐른다'로 고쳐야 한다.
② O — 공진 시 $Y = 1/R$이므로 합성 임피던스는 $Z = R$이며 단위는 Ω이다.
③ O — 공진 조건에서 도출되는 공진 주파수는 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이며 단위는 Hz이다.
④ O — 공진 시 $\omega_0 L = 1/(\omega_0 C)$이므로 유도리액턴스와 용량리액턴스의 크기는 서로 같다.

오답 포인트

①의 '저항에만 전류가 흐른다'는 전체 전류의 무효성분이 0이라는 사실을 각 가지전류도 0이라는 뜻으로 잘못 바꾼 표현이다. 병렬 공진에서는 코일 전류와 콘덴서 전류가 없어지는 것이 아니라 위상이 반대여서 전원 측 합성전류에서 상쇄된다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 공진 문제는 먼저 $\omega C = 1/(\omega L)$로 리액티브 성분의 상쇄를 확인한 뒤, $Y = 1/R, Z = R, |I_L| = |I_C|$를 차례로 적용한다. '합성 무효전류가 0'과 '각 가지전류가 0'을 구분한다.

암기 포인트

병렬 공진에서는 $L \cdot C$ 가지전류는 서로 상쇄되고, 합성 임피던스는 R, 공진 주파수는 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이다.

NoteBase

12. 인덕턴스가 10 [mH]인 코일에 직류 전압 150 [V]를 인가하였을 때, 소비전력이 500 [W]이다. 이 코일의 저항[Ω]은?

① 40 ② 45

③ 50 ④ 55

정답 2번

출제 포인트

직류 정상상태에서 코일의 소비전력과 인가전압을 이용해 코일의 저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 인덕턴스 $L = 10mH$, 직류 전압 $V = 150V$, 소비전력 $P = 500W$이다.
구해야 할 값: 코일의 저항 R이다.
주의할 조건: 직류 정상상태에서는 인덕턴스가 소비전력을 결정하지 않으므로 $10mH$는 저항 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

직류 회로의 소비전력 관계는 다음과 같다.
$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$
따라서 저항은 $R = \frac{V^2}{P}$로 구한다. 직류 정상상태의 코일에서는 유도성 리액턴스에 의한 평균 소비전력이 없고, 실제 소비전력은 코일 저항에서 발생하기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

전압과 소비전력을 공식에 대입한다.
$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(150V)^2}{500W} = \frac{22500}{500}\Omega = 45\Omega$
따라서 코일의 저항은 45Ω이다.

선지 판단

① X — 40Ω은 계산 결과 45Ω과 다르다. 올바른 값은 45Ω이다.
② O — $R = V^2/P$에 주어진 값을 대입하면 45Ω이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 50Ω은 계산 결과 45Ω과 다르다. 올바른 값은 45Ω이다.
④ X — 55Ω은 계산 결과 45Ω과 다르다. 올바른 값은 45Ω이다.

NoteBase

오답 포인트

인덕턴스 $10mH$가 제시되어 있어 유도성 리액턴스를 계산해야 한다고 착각하기 쉽다. 그러나 직류 정상상태에서는 저항만이 소비전력을 발생시키므로 $R = V^2/P$를 적용한다. 또한 $R = P/V^2$처럼 분자와 분모를 뒤바꾸지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 정상상태에서 전압과 소비전력이 주어지면 먼저 $P = V^2/R$를 선택하고, $R = V^2/P$로 정리한 뒤 단위가 Ω인지 확인한다.

암기 포인트

직류 정상상태의 코일 저항은 $R = V^2/P$로 계산하며, 인덕턴스는 소비전력 계산에 사용하지 않는다.

NoteBase

13. 길이가 2 [m]이고 5 [A]의 전류가 흐르는 직선 도체가 균일한 자기장과 각 30 °를 이루고 있다. 도체가 받는 힘이 30 [N]일 때, 자속 밀도 B[Wb/m^2]는?

① 2 ② $2\sqrt{3}$

③ 6 ④ 12

정답 3번

출제 포인트

균일한 자기장 속에서 전류가 흐르는 직선 도체가 받는 자기력 공식 $F = BIl\sin\theta$를 이용해 자속 밀도 B를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 도체의 길이 $l = 2m$, 전류 $I = 5A$, 자기장과 도체가 이루는 각 $\theta = 30^\circ$, 자기력 $F = 30N$이다.
구해야 할 값: 자속 밀도 B이다.
주의할 조건: 자기력에는 도체와 자기장 사이 각도의 사인값이 적용되므로 $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$를 사용한다.

사용할 공식

직선 도체가 받는 자기력은
$F = BIl\sin\theta$
이므로 자속 밀도는
$B = \frac{F}{Il\sin\theta}$
이다. 전류가 흐르는 직선 도체가 균일한 자기장과 비스듬한 각을 이루고 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입하면
$B = \frac{30}{5 \times 2 \times \sin 30^\circ}$
이다. $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$이므로
$B = \frac{30}{5 \times 2 \times \frac{1}{2}} = \frac{30}{5} = 6Wb/m^2$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $2Wb/m^2$는 계산 결과 $6Wb/m^2$와 다르다. 틀린 값 2는 올바르게는 6이다.
② X — $2\sqrt{3}Wb/m^2$는 계산 결과 $6Wb/m^2$와 다르다. 틀린 값 $2\sqrt{3}$은 올바르게는 6이다.
③ O — 공식에 주어진 값을 대입한 결과가 $6Wb/m^2$이므로 옳다.
④ X — $12Wb/m^2$는 계산 결과의 2배이다. 이는 $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$를 분모에 다시 나누는 식으로 잘못 처리할 때 나올 수 있으며, 올바른 값은 $6Wb/m^2$이다.

오답 포인트

각도 30°를 그대로 곱하거나 $\sin 30^\circ$를 잘못 처리하면 오답이 된다. 특히 $F = BIl\sin\theta$에서 B를 구할 때 $Il\sin\theta$ 전체가 분모로 이동한다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

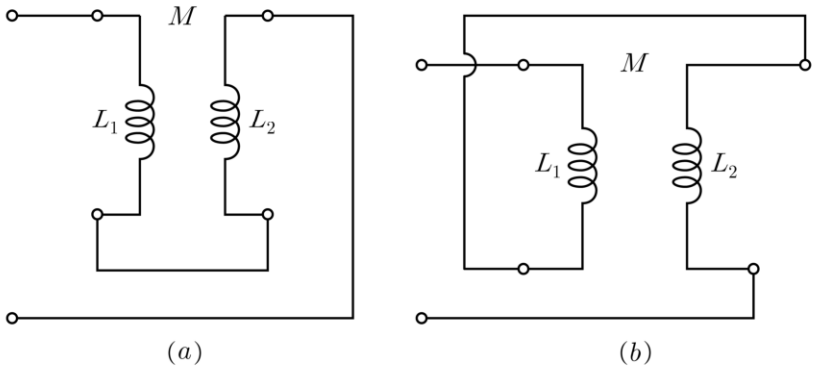
도체와 자기장 사이의 각도를 확인한 뒤 $F = BIl\sin\theta$를 쓰고, 구하려는 B에 대해 식을 정리한 다음 단위를 검산한다.

암기 포인트

직선 도체의 자기력은 $F = BIl\sin\theta$이며, 서로 수직이면 최대이고 서로 나란하면 0이다.

NoteBase

14. $L_1 = 80\,[\mathrm{mH}]$이고, $L_2 = 20\,[\mathrm{mH}]$인 코일을 (a)와 같이 접속했을 때, 합성 인덕턴스 $L_a = 180\,[\mathrm{mH}]$이다. (b)와 같이 접속했을 때, 합성 인덕턴스 L_b는 L_a의 몇 배인가? (단, M은 상호 인덕턴스이다)



① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{2}{3}$

③ $\frac{3}{2}$ ④ 9

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 상호 인덕턴스가 있는 두 코일의 직렬 가동·차동 결선에서 합성 인덕턴스의 상호항 부호가 바뀐다는 점을 이용해 L_b/L_a를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $L_1 = 80\mathrm{mH}$, $L_2 = 20\mathrm{mH}$, $L_a = 180\mathrm{mH}$이다.
구해야 할 값: L_b/L_a이다.
주의할 조건: (a)는 상호 자속이 더해지는 직렬 가동 결선이고, (b)는 한 코일의 접속 방향이 바뀌어 상호 자속이 상쇄되는 직렬 차동 결선이다.

사용할 공식

직렬 가동 결선: $L_a = L_1 + L_2 + 2M$
직렬 차동 결선: $L_b = L_1 + L_2 - 2M$
(a)의 합성 인덕턴스 180mH가 $L_1 + L_2 = 100\mathrm{mH}$보다 크므로 (a)에는 상호항을 더하는 공식을 사용한다.
(b)는 접속 방향이 반대이므로 상호항을 빼는 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. (a)의 합성 인덕턴스로부터 상호 인덕턴스를 구한다.

$180 = 80 + 20 + 2M$

$2M = 80, \qquad M = 40\text{mH}$

2. (b)의 합성 인덕턴스를 구한다.

$L_b = 80 + 20 - 2(40) = 20\text{mH}$

3. 두 합성 인덕턴스의 비를 계산한다.

$\frac{L_b}{L_a} = \frac{20}{180} = \frac{1}{9}$

선지 판단

① O — 계산 결과 $L_b/L_a = 1/9$이므로 옳다.

② X — 2/3은 계산 결과와 다르다. 올바른 비는 1/9이다.

③ X — 3/2는 계산 결과와 다르다. 올바른 비는 1/9이며, 분자와 분모를 뒤집어도 3/2가 되지 않는다.

④ X — 9는 $L_a/L_b = 180/20$을 계산한 역수 값이다. 문제에서 요구한 L_b/L_a의 올바른 값은 1/9이다.

계산 결과 1/9이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

(a)와 (b)에 같은 부호를 적용하면 결선 방향 변화가 반영되지 않는다. 또한 L_b/L_a를 L_a/L_b로 뒤집으면 ④의 9가 나오므로 분자와 분모의 순서를 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

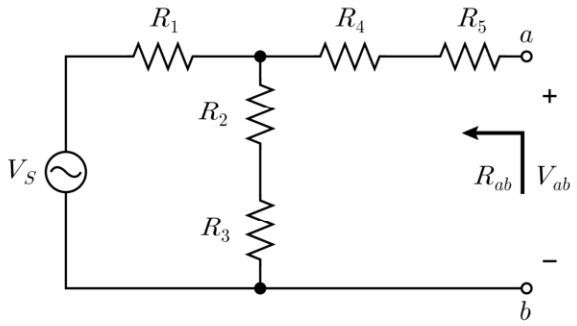
상호 인덕턴스가 있는 직렬 결선은 먼저 자속이 더해지는지 상쇄되는지를 확인하고, 가동이면 $+2M$, 차동이면 $-2M$를 적용한 뒤 문제에서 요구한 비의 순서대로 나눈다.

암기 포인트

직렬 가동은 $L_1 + L_2 + 2M$, 직렬 차동은 $L_1 + L_2 - 2M$이다.

NoteBase

15. 다음 회로를 테브난의 정리를 이용하여 등가화할 때, 단자 $a-b$에서의 등가저항 $R_{ab}[\Omega]$와 등가전압 $V_{ab}[\mathrm{V}]$는?



	R_{ab}	V_{ab}
①	$(R_4+R_5)+\dfrac{R_1\times(R_2+R_3)}{R_1+(R_2+R_3)}$	$\dfrac{R_2+R_3}{R_1+R_2+R_3}V_S$
②	$(R_4+R_5)+\dfrac{R_1\times(R_2+R_3)}{R_1+(R_2+R_3)}$	$\dfrac{R_1+R_2+R_3}{R_2+R_3}V_S$
③	$(R_2+R_3)+\dfrac{R_1\times(R_4+R_5)}{R_1+(R_4+R_5)}$	$\dfrac{R_2+R_3}{R_1+R_2+R_3}V_S$
④	$(R_2+R_3)+\dfrac{R_1+(R_4+R_5)}{R_1\times(R_4+R_5)}$	$\dfrac{R_1+R_2+R_3}{R_2\times R_3}V_S$

정답 1번

출제 포인트

테브난 등가저항은 독립 전압원을 단락한 뒤 단자에서 바라본 저항으로 구하고, 테브난 등가전압은 단자를 개방했을 때의 단자전압으로 구한다.

조건 정리

구해야 할 값: 단자 $a-b$에서 본 등가저항 R_{ab}와 개방단자 전압 V_{ab}이다.
등가저항 계산: 독립 전압원 V_S를 단락한다.
등가전압 계산: 단자 $a-b$를 개방하며, 극성은 a가 +, b가 −이다.

사용할 공식

직렬 저항은 더하고, 병렬 저항은 $R_A \parallel R_B = \frac{R_A R_B}{R_A+R_B}$로 합성한다. 전압분배 법칙은 직렬회로에서 해당 저항 양단 전압을 V=R_해당R_전체V_S로 구한다.
V_S를 단락하면 중심 노드와 b 사이에는 R_1과 R_2+R_3의 두 경로가 생겨 병렬이 된다. 단자가 개방되면 R_4와 R_5에는 전류가 흐르지 않으므로 그 전압강하는 0이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전압원 V_S를 단락하면 R_1과 $R_2 + R_3$가 병렬이고, 이 합성저항은 단자 쪽의 $R_4 + R_5$와 직렬이다.
$R_{ab} = (R_4 + R_5) + R_1 \parallel (R_2 + R_3) = (R_4 + R_5) + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$
2. 단자 $a - b$를 개방하면 R_4, R_5의 전류가 0이므로 a의 전위는 R_1과 R_2가 만나는 중심 노드의 전위와 같다.
3. R_1, R_2, R_3의 직렬회로에서 중심 노드와 b 사이 전압은 $R_2 + R_3$에 걸리는 전압이다.
$V_{ab} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} V_S$
따라서 두 식이 모두 일치하는 선지는 ①이다.

선지 판단

① O — $R_{ab} = (R_4 + R_5) + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$, $V_{ab} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} V_S$로 두 식이 모두 맞다.
② X — 등가저항 식은 맞지만 전압분배비의 분자와 분모를 뒤바꿨다. 올바르게는 $V_{ab} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} V_S$이다.
③ X — 전압 식은 맞지만 $R_4 + R_5$를 R_1과 병렬로 보아 등가저항의 연결 관계를 잘못 판단했다. 올바르게는 단자에서 $R_4 + R_5$가 먼저 직렬로 놓이므로 $R_{ab} = (R_4 + R_5) + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$이다.
④ X — 등가저항 식의 둘째 항 $\frac{R_1 + (R_4 + R_5)}{R_1(R_4 + R_5)}$은 저항의 역수 차원을 가지므로 $R_2 + R_3$과 더할 수 없고, 전압 식의 계수도 전압분배비가 아니다. 올바른 두 식은 $R_{ab} = (R_4 + R_5) + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$, $V_{ab} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} V_S$이다.

오답 포인트

등가저항을 구할 때에는 전압원을 단락한 회로의 연결을 다시 보아야 한다. 이때 R_4와 R_5는 병렬망 바깥에서 직렬이다. 반면 개방전압을 구할 때에는 R_4, R_5에 전류가 흐르지 않아 전압분배에 포함되지 않는다. ②는 전압분배비의 역전, ③은 저항 연결 관계의 오판이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

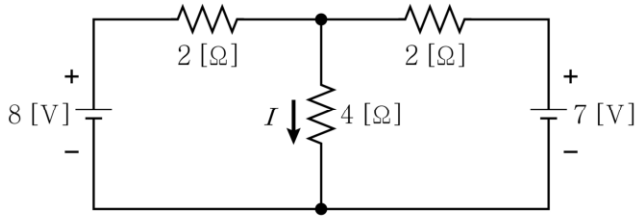
테브난 문제는 등가저항과 등가전압을 서로 다른 회로 상태에서 구한다. R_{th}는 독립 전원을 제거한 뒤 단자에서 안쪽으로 직렬·병렬을 추적하고, V_{th}는 단자를 개방한 뒤 무전류 가지의 전압강하가 0임을 반영해 단자 극성에 맞춰 계산한다.

암기 포인트

테브난 등가의 핵심은 R_{th}: 전원 제거 후 단자에서 본 저항, V_{th}: 개방단자 전압이다. 개방된 가지의 전류는 0이므로 그 가지의 저항에는 전압강하가 없다.

NoteBase

16. 다음 회로에서 전류 I[A]는?



① 0.5
② 1.5
③ 2.5
④ 3.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 중앙 노드에 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 적용하여 4Ω 저항에 흐르는 전류 *I*를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 공통 노드를 기준 전위 0*V*로 두면 왼쪽 위 노드는 8*V*, 오른쪽 위 노드는 7*V*이다. 중앙 노드 전압을 *V*라 하면 구해야 할 전류는 그림의 화살표 방향을 기준으로 $I = V/(4\Omega)$이다.

사용할 공식

중앙 노드에서 KCL을 적용하면

$\frac{V-8}{2} + \frac{V-7}{2} + \frac{V}{4} = 0$

이다. 하나의 노드에 연결된 세 가지 가지 전류의 대수합이 0이므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

KCL 식의 양변에 4를 곱하면

$2(V-8) + 2(V-7) + V = 0$

$5V - 30 = 0, \qquad V = 6V$

이다. 따라서 아래 방향 전류는

$I = \frac{V}{4\Omega} = \frac{6}{4} = 1.5A$

이다. 계산 결과가 양수이므로 실제 전류 방향도 그림의 아래 방향과 같다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.5A는 KCL로 얻은 1.5A와 다르다. 올바르게는 I = 1.5A이다.
② O — 중앙 노드 전압이 6V이므로 I = 6/(4Ω) = 1.5A이다.
③ X — 2.5A는 4Ω 저항의 전압 강하와 저항값으로 계산한 결과가 아니다. 올바르게는 I = 1.5A이다.
④ X — 3.5A는 중앙 노드의 KCL을 만족하지 않는다. 올바르게는 I = 1.5A이다.

오답 포인트

두 전원이 모두 중앙 노드로 전류를 공급하지만 전압이 서로 다르므로 전류를 단순히 더하거나 전압 차 8 − 7만 사용하면 안 된다. 기준 노드를 정한 뒤 각 가지 전류를 노드 전압의 함수로 나타내야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 가지가 만나는 노드의 전압을 미지수로 두고, 각 가지 전류를 (현재 노드 전압-상대 노드 전압)/저항으로 표현한 뒤 KCL을 세운다. 마지막에는 계산된 전류의 부호로 그림의 기준 방향과 실제 방향이 같은지 확인한다.

암기 포인트

노드 해석의 핵심은 기준 노드 설정 → 가지 전류 표현 → KCL → 전류 방향 검산이다.

NoteBase

17. 교류 전압 $v(t)$와 교류 전류 $i(t)$에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

$v(t) = V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$ [V]

$i(t) = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ [A]

ㄱ. $i(t)$의 실횻값은 $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ [A]이다.

ㄴ. $v(t)$의 주파수는 $f = \frac{2\pi}{\omega}$ [Hz]이다.

ㄷ. $v(t)$의 평균값은 $\frac{2\sqrt{2}}{\pi} V_m$ [V]이다.

ㄹ. $v(t)$와 $i(t)$의 위상차는 $\frac{\pi}{4}$ [rad]이다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 정현파 교류의 실횻값, 주파수, 평균값, 위상차를 각각 판단하여 옳은 설명의 조합을 고르는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압과 전류는 각각 $v(t) = V_m\sin(\omega t + \pi/4)$, $i(t) = I_m\sin(\omega t + \pi/2)$이다. V_m과 I_m은 최댓값이고, 각주파수는 ω이다. 전압의 위상은 $\pi/4$, 전류의 위상은 $\pi/2$이다.

사용할 공식

정현파의 실횻값은 $I_{rms} = I_m/\sqrt{2}$이다. 각주파수와 주파수의 관계는 $\omega = 2\pi f$이므로 $f = \omega/(2\pi)$이고, $2\pi/\omega$는 주기가 된다. 정현파의 한 주기 평균값은 0이며, 정류 평균값은 $2V_m/\pi$이다. 두 정현파의 위상차 크기는 두 위상각 차의 절댓값이다.

NoteBase

계산 과정

ㄱ. $i(t)$의 실횻값은 $I_m/\sqrt{2}$이므로 옳다.
ㄴ. $f=\omega/(2\pi)$이므로 $f=2\pi/\omega$라는 설명은 옳지 않다.
ㄷ. $v(t)$의 한 주기 평균값은 0이고 정류 평균값도 $2V_m/\pi$이므로, $2\sqrt{2}V_m/\pi$라는 설명은 옳지 않다.
ㄹ. 위상차의 크기는 $|\pi/2-\pi/4|=\pi/4$rad이므로 옳다.
따라서 옳은 것은 ㄱ, ㄹ이다.

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄷ의 평균값은 옳지 않으므로 'ㄱ, ㄷ'은 옳은 설명만의 조합이 아니다. 올바르게는 'ㄱ, ㄹ'이다.
② O — ㄱ의 실횻값과 ㄹ의 위상차가 모두 옳으므로 'ㄱ, ㄹ'이 옳은 설명의 조합이다.
③ X — ㄴ의 주파수 공식과 ㄷ의 평균값이 모두 옳지 않으므로 'ㄴ, ㄷ'은 정답 조합이 아니다. 올바르게는 'ㄱ, ㄹ'이다.
④ X — ㄴ은 옳지 않고 ㄹ만 옳으므로 'ㄴ, ㄹ'은 옳은 설명만의 조합이 아니다. 올바르게는 'ㄱ, ㄹ'이다.

오답 포인트

ㄴ은 주파수 f와 주기 T를 뒤바꾼 표현이다. $2\pi/\omega$는 f가 아니라 T이다. ㄷ은 최댓값과 실횻값의 환산계수를 평균값 공식에 잘못 섞은 표현이다. 위상차는 두 위상각을 더하는 것이 아니라 빼므로 ㄹ은 옳다.

다시 나오면 이렇게 판단

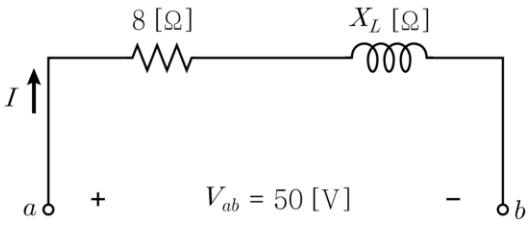
정현파가 주어지면 진폭으로 실횻값을 계산하고, $\omega=2\pi f$에서 주파수와 주기를 구분한 뒤, 평균값의 기준이 한 주기 평균인지 정류 평균인지 확인한다. 마지막으로 위상각끼리 빼서 위상차를 판단한다.

암기 포인트

정현파는 '실횻값 $=$ 최댓값 $/\sqrt{2}$, 주파수 $=\omega/(2\pi)$, 한 주기 평균 $=0$, 위상차 $=$ 위상각의 차'로 정리한다.

NoteBase

18. 다음 회로에서 전류 I[A]와 유도리액턴스 X_L[Ω]는? (단, 회로의 역률은 0.8이고, 전압은 실횻값이다)



	I	X_L
①	1	6
②	5	8
③	5	6
④	7	8

정답 3번

출제 포인트

직렬 $R-L$ 회로에서 역률로 임피던스의 크기를 구한 뒤 전류와 유도리액턴스를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R=8\Omega$, 전압의 실횻값 $V=50V$, 역률 $\cos\phi=0.8$이다.
구해야 할 값: 전류의 실횻값 I와 유도리액턴스 X_L이다.
직렬 $R-L$ 회로이므로 전체 임피던스는 $Z=R+jX_L$이고, 그 크기는 $|Z|=\sqrt{R^2+X_L^2}$이다.

사용할 공식

직렬 $R-L$ 회로의 역률과 전류 공식은 다음과 같다.
$\cos\phi=\frac{R}{|Z|}$, $I=\frac{V}{|Z|}$
또한 임피던스의 크기에서 유도리액턴스를 구하면 다음과 같다.
$X_L=\sqrt{|Z|^2-R^2}$
역률은 전체 임피던스에 대한 저항 성분의 비이므로 먼저 $|Z|$를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 역률을 이용하면 $|Z|=R/\cos\phi=8/0.8=10\Omega$이다.
2. 전류는 $I=V/|Z|=50/10=5A$이다.
3. 유도리액턴스는 $X_L=\sqrt{10^2-8^2}=\sqrt{36}=6\Omega$이다.
따라서 $(I, X_L)=(5A, 6\Omega)$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $X_L = 6\Omega$는 맞지만 $I = 1A$가 틀렸다. 올바른 조합은 $I = 5A$, $X_L = 6\Omega$이다.
② X — $I = 5A$는 맞지만 $X_L = 8\Omega$가 틀렸다. 올바른 유도리액턴스는 $X_L = 6\Omega$이다.
③ O — 계산 결과가 $I = 5A$, $X_L = 6\Omega$이므로 두 값이 모두 일치한다.
④ X — $I = 7A$와 $X_L = 8\Omega$가 모두 틀렸다. 올바른 조합은 $I = 5A$, $X_L = 6\Omega$이다.

오답 포인트

역률 0.8을 곧바로 유도리액턴스와 연결하면 안 된다. 역률은 $R/|Z|$이므로 먼저 $|Z| = 10\Omega$을 구하고, X_L는 피타고라스 관계로 계산해야 한다. 특히 저항값 8Ω을 유도리액턴스로 잘못 옮기면 ②나 ④를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 $R-L$ 회로에서는 역률로 $|Z| = R/\cos\phi$를 먼저 구한 뒤, $I = V/|Z|$, $X_L = \sqrt{|Z|^2 - R^2}$의 순서로 판단한다.

암기 포인트

직렬 $R-L$ 회로는 $\cos\phi = R/|Z|$, $|Z|^2 = R^2 + X_L^2$이다.

NoteBase

19. (가), (나)가 설명하는 법칙을 바르게 연결한 것은?

> (가) 도선에 흐르는 전류와 자기력선의 방향에 관한 것으로 엄지손가락의 방향이 전류의 방향일 때, 자기력선의 방향은 나머지 네 손가락의 방향과 같음을 나타낸다.
> (나) 자기장 내에서 도체를 움직일 때 발생되는 유도기전력에 관한 것으로 서로 직각을 이루는 엄지, 검지, 중지가 각각 운동 방향, 자속 방향, 유도기전력의 방향과 같음을 나타낸다.

	(가)	(나)
①	앙페르의 오른나사 법칙	플레밍의 오른손 법칙
②	앙페르의 오른나사 법칙	플레밍의 왼손 법칙
③	패러데이의 법칙	플레밍의 오른손 법칙
④	패러데이의 법칙	플레밍의 왼손 법칙

정답 1번

출제 포인트

전류가 만드는 자기력선의 방향을 정하는 법칙과 전자유도로 생기는 유도기전력의 방향을 정하는 법칙을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

앙페르의 오른나사 법칙: 직선 도선에 흐르는 전류와 그 주위 자기력선의 방향 관계를 나타낸다. 오른손 엄지손가락을 전류 방향으로 향하면 감아쥔 나머지 네 손가락이 자기력선의 방향을 가리킨다.
플레밍의 오른손 법칙: 자기장 속 도체를 움직여 전자기 유도를 일으킬 때 운동 방향, 자속 방향, 유도기전력의 방향 관계를 나타낸다. 서로 직각인 오른손의 엄지, 검지, 중지가 각각 운동 방향, 자속 방향, 유도기전력의 방향을 가리킨다.
플레밍의 왼손 법칙은 전동기에서 전류가 흐르는 도체에 작용하는 힘의 방향을 정하는 법칙이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — (가)는 전류 방향과 자기력선 방향의 관계를 나타내는 앙페르의 오른나사 법칙이고, (나)는 운동·자속·유도기전력의 방향을 나타내는 플레밍의 오른손 법칙이므로 바르게 연결되었다.
② X — 틀린 표현은 (나)의 '플레밍의 왼손 법칙'이다. (나)는 유도기전력의 방향을 정하므로 올바르게는 '플레밍의 오른손 법칙'이다.
③ X — 틀린 표현은 (가)의 '패러데이의 법칙'이다. 패러데이의 전자기 유도 법칙은 자속의 시간적 변화에 따른 유도기전력을 설명하며, (가)의 전류와 자기력선 방향 관계는 올바르게는 '앙페르의 오른나사 법칙'이다.
④ X — (가)의 '패러데이의 법칙'과 (나)의 '플레밍의 왼손 법칙'이 모두 틀렸다. 올바르게는 (가)가 '앙페르의 오른나사 법칙', (나)가 '플레밍의 오른손 법칙'이다.

오답 포인트

'오른손'이라는 말만 보고 두 법칙을 같은 방식으로 기억하거나, 발전기 법칙인 플레밍의 오른손 법칙과 전동기 법칙인 플레밍의 왼손 법칙을 뒤바꾸기 쉽다. 또한 전자기 유도라는 공통 주제 때문에 (가)까지 패러데이의 법칙으로 판단하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

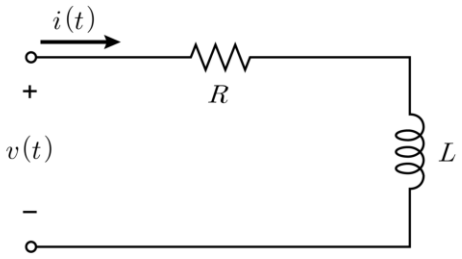
엄지와 감아쥔 네 손가락으로 전류와 자기장의 관계를 묻는 설명이면 앙페르의 오른나사 법칙으로 판단한다. 운동·자속·유도기전력의 세 방향을 묻는 발전기 상황이면 플레밍의 오른손 법칙으로 판단하고, 전류·자속·힘의 세 방향을 묻는 전동기 상황이면 플레밍의 왼손 법칙으로 판단한다.

암기 포인트

전류가 자기장을 만들면 앙페르의 오른나사, 운동으로 기전력을 만들면 플레밍의 오른손, 전류로 힘을 만들면 플레밍의 왼손이다.

NoteBase

20. 다음 $R-L$ 직렬회로에서 $v(t)=10\cos(\omega t+40^\circ)$ [V]이고 $i(t)=2\cos(\omega t+10^\circ)$ [mA]일 때, 인덕턴스 L[mH]는? (단, $\omega=2\times10^6$ [rad/sec]이다)



① 0.25
② 0.5
③ 1.25
④ 2.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직렬 *R-L* 회로에서 전압과 전류의 위상차로 임피던스각을 구하고, 임피던스의 크기와 함께 이용하여 인덕턴스 *L*을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $v(t)=10\cos(\omega t+40^\circ)[V]$, $i(t)=2\cos(\omega t+10^\circ)[mA]$, $\omega=2\times10^6[rad/s]$이다.
구해야 할 값: 인덕턴스 $L[mH]$이다.
주의할 조건: 전류의 단위를 $2[mA]=2\times10^{-3}[A]$로 바꾸며, 임피던스각은 전압 위상에서 전류 위상을 빼서 구한다.

사용할 공식

직렬 *R-L* 회로의 임피던스는 $Z=R+j\omega L$이고, 위상각을 ϕ라 하면 $|Z|=V/I$, $X_L=\omega L=|Z|\sin\phi$이다.
전압과 전류의 위상차가 곧 임피던스각이며, 임피던스의 허수 성분이 유도 리액턴스이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 임피던스각은 $\phi=40^\circ-10^\circ=30^\circ$이다.
2. 임피던스의 크기는 $|Z|=10/(2\times10^{-3})=5000[\Omega]$이다.
3. 유도 리액턴스는 $X_L=|Z|\sin30^\circ=5000\times0.5=2500[\Omega]$이다.
4. 따라서 $L=X_L/\omega=2500/(2\times10^6)=1.25\times10^{-3}[H]=1.25[mH]$이다.

NoteBase

선지 판단

① X - 0.25[mH]는 계산 결과 1.25[mH]와 다르다. 올바른 값은 1.25[mH]이다.
② X - 0.5[mH]는 계산 결과 1.25[mH]와 다르다. 올바른 값은 1.25[mH]이다.
③ O - 임피던스의 허수 성분에서 구한 인덕턴스가 1.25[mH]이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X - 2.5[mH]는 계산 결과 1.25[mH]의 2배이다. $\sin 30^\circ = 0.5$를 반영하지 않고 $X_L = |Z|$로 잘못 두면 나오는 값이며, 올바른 값은 1.25[mH]이다.

오답 포인트

전압과 전류의 위상차 30 °를 구한 뒤 $X_L = |Z|\sin 30^\circ$를 적용해야 한다. 또한 [mA]를 [A]로, 마지막의 [H]를 [mH]로 변환하지 않으면 오답이 된다. 특히 ④는 임피던스 전체 크기와 유도 리액턴스를 같다고 보는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 R-L 회로의 정현파 문제는 전압 위상에서 전류 위상을 빼서 ϕ를 구하고, $|Z| = V/I$, $X_L = |Z|\sin\phi$, $L = X_L/\omega$의 순서로 계산한 뒤 단위를 검산한다.

암기 포인트

직렬 R-L 회로에서는 $X_L = |Z|\sin\phi = \omega L$이다.

NoteBase