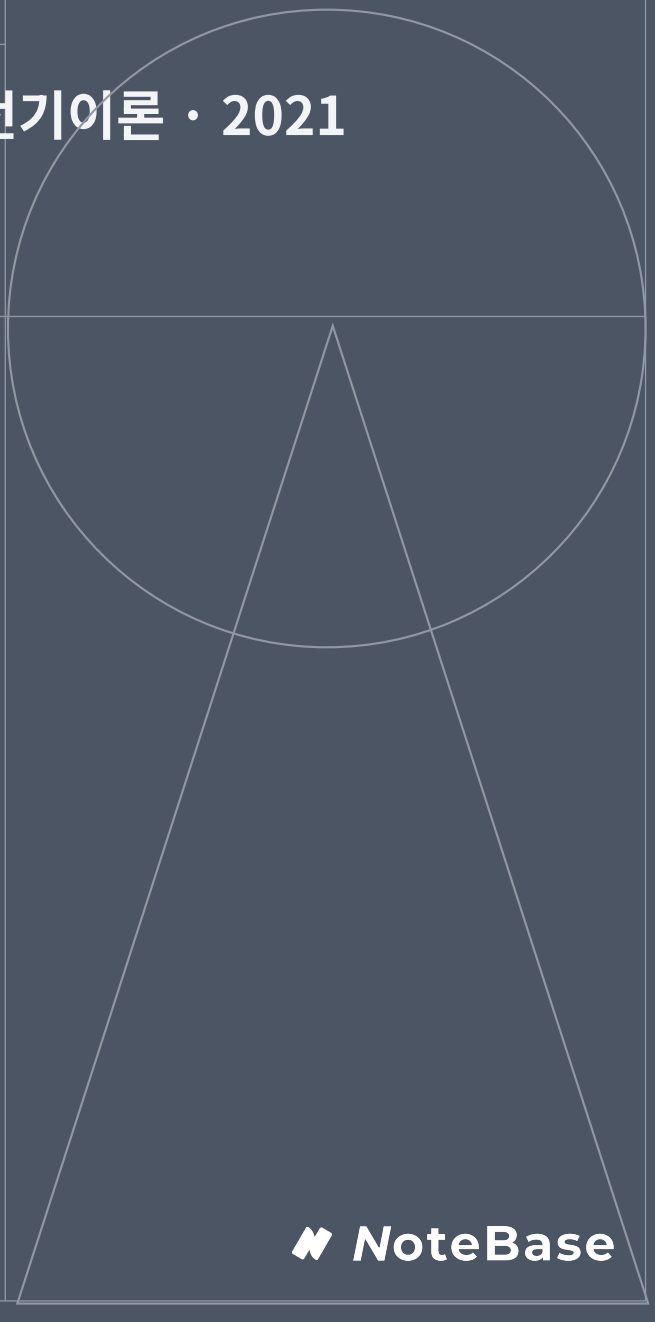
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2021



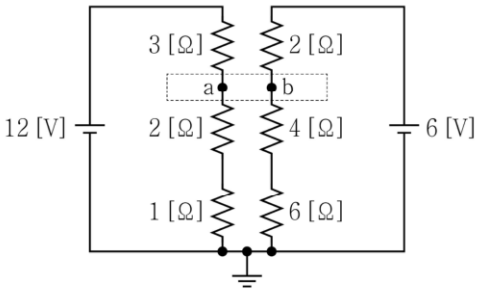
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2021

공무원/지방직/9급 경력 · 전기이론 · 2021

문 1. 그림의 회로에서 단자 a, b 사이의 전압 V_{ab} [V]는?



① 1 ② 2
③ 5 ④ 6

정답 1번

출제 포인트

직렬 회로의 전류와 전압 분배를 이용해 접지를 기준으로 한 두 단자의 전위를 구한 뒤, $V_{ab} = V_a - V_b$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

왼쪽 회로는 12V 전원에 3Ω, 2Ω, 1Ω이 직렬로 연결되어 있다. 오른쪽 회로는 6V 전원에 2Ω, 4Ω, 6Ω이 직렬로 연결되어 있다. 두 회로의 아래쪽 공통점을 접지, 즉 0V로 두며, 구해야 할 값은 $V_{ab} = V_a - V_b$이다.

사용할 공식

직렬 회로의 전류는 $I = V/R_{\text{total}}$이고, 접지에서 해당 단자까지의 전위는 그 아래쪽 저항들에 걸리는 전압의 합이다. 따라서 $V_a = I_L(2 + 1)$, $V_b = I_R(4 + 6)$, $V_{ab} = V_a - V_b$를 사용한다. 각 가지의 저항들이 직렬이고 두 단자의 전위를 동일한 접지 기준으로 비교하므로 이 공식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 왼쪽 합성저항과 전류는 $R_L = 3 + 2 + 1 = 6\Omega$, $I_L = 12/6 = 2A$이다.
2. 단자 a 아래의 저항은 $2 + 1 = 3\Omega$이므로 $V_a = 2 \times 3 = 6V$이다.
3. 오른쪽 합성저항과 전류는 $R_R = 2 + 4 + 6 = 12\Omega$, $I_R = 6/12 = 0.5A$이다.
4. 단자 b 아래의 저항은 $4 + 6 = 10\Omega$이므로 $V_b = 0.5 \times 10 = 5V$이다.
5. 따라서 $V_{ab} = V_a - V_b = 6 - 5 = 1V$이다.

선지 판단

① O: 계산한 V_{ab}가 $1V$이므로 옳다.
② X: $2V$는 왼쪽 가지의 1Ω 저항에 걸리는 전압일 뿐 단자 간 전압이 아니다. 올바르게는 $V_{ab} = 1V$이다.
③ X: $5V$는 접지 기준 단자 b의 전위 V_b일 뿐 단자 간 전압이 아니다. 올바르게는 $V_{ab} = 1V$이다.
④ X: $6V$는 접지 기준 단자 a의 전위 V_a일 뿐 단자 간 전압이 아니다. 올바르게는 $V_{ab} = 1V$이다.

오답 포인트

단자 a와 b의 전위를 각각 구한 뒤 빼야 한다. $V_a = 6V$ 또는 $V_b = 5V$를 그대로 답으로 고르거나, V_{ab}의 첨자 순서를 무시해 부호를 반대로 정하는 것이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 가지의 전체 저항으로 전류를 구하고, 공통 접지를 기준으로 각 단자의 전위를 계산한다. 마지막에 첨자 순서대로 $V_{ab} = V_a - V_b$를 적용한다.

암기 포인트

단자 전압은 앞 첨자 전위에서 뒤 첨자 전위를 뺀 값이다: $V_{ab} = V_a - V_b$.

NoteBase

문 2. 두 점 사이를 0.2 [A]의 전류가 10초 동안 흘러 2.4 [cal]의 일을 하였을 때, 두 점 사이의 전위차[V]는? (단, 1 [cal]는 4.186 [J]이다)

① 0.3 ② 1.2

③ 2.1 ④ 5.0

정답 4번

출제 포인트

전기에너지 관계식 $W = VIt$와 열량의 단위 변환을 이용해 두 점 사이의 전위차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류 $I = 0.2A$, 시간 $t = 10s$, 일 $W = 2.4cal$이다.
구해야 할 값: 전위차 V이다.
주의할 조건: $1cal = 4.186J$이므로 일을 먼저 줄로 변환해야 한다.

사용할 공식

$W = VIt, \qquad V = \frac{W}{It}$
전위차 V에서 전류 I가 시간 t 동안 흐를 때 한 일은 $W = VIt$이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 일을 줄로 변환한다.
$W = 2.4 \times 4.186 = 10.0464J$
2. 전류와 시간의 곱을 구한다.
$It = 0.2 \times 10 = 2C$
3. 전위차를 계산한다.
$V = \frac{10.0464}{0.2 \times 10} = 5.0232V \approx 5.0V$

선지 판단

① X — 계산값은 약 $5.0V$이므로 $0.3V$는 틀리다. 올바르게는 약 $5.0V$이다.
② X — $10.0464J$을 $2C$로 나누면 $5.0232V$이므로 $1.2V$는 틀리다. 올바르게는 약 $5.0V$이다.
③ X — 열량을 줄로 바꾸고 It로 나눈 결과와 일치하지 않으므로 $2.1V$는 틀리다. 올바르게는 약 $5.0V$이다.
④ O — 계산 결과 $V = 5.0232V \approx 5.0V$이므로 맞다.
계산 결과가 약 $5.0V$이므로 정답은 4번이다.

NoteBase

오답 포인트

2.4cal을 그대로 $W = VIt$에 대입하면 단위가 맞지 않는다. 반드시 $2.4 \times 4.186 = 10.0464J$로 바꾼 뒤 $It = 2C$로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기에너지 계산에서는 주어진 에너지를 먼저 줄로 통일하고, $W = VIt$를 구하려는 물리량에 맞게 정리한 다음 단위를 검산한다.

암기 포인트

전기에너지는 $W = VIt$, 전위차는 $V = W/(It)$이며, 칼로리는 줄로 변환한 뒤 대입한다.

NoteBase

문 3. (가), (나)에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

> 히스테리시스 루프에서 가로축과 만나는 점은 [(가)]을(를) 의미하며 세로축과 만나는 점은 [(나)]을(를) 의미한다.

	(가)	(나)
①	보자력	잔류자속밀도
②	보자력	자기장의 세기
③	자기장의 세기	잔류자속밀도
④	잔류자속밀도	보자력

정답 1번

출제 포인트

히스테리시스 루프가 가로축 및 세로축과 만나는 점이 각각 보자력과 잔류자속밀도 중 무엇을 나타내는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

보자력: 자화된 강자성체의 자속밀도를 0으로 만들기 위해 반대 방향으로 가해야 하는 자기장의 세기이며, 히스테리시스 루프의 가로축 교점 H_c로 나타난다.
잔류자속밀도: 외부 자기장을 0으로 줄인 뒤에도 강자성체에 남아 있는 자속밀도이며, 히스테리시스 루프의 세로축 교점 B_r로 나타난다.
가로축은 자기장의 세기 H, 세로축은 자속밀도 B를 나타내지만, 각 축과 루프가 만나는 특정 값의 명칭은 각각 보자력과 잔류자속밀도이다.

선지별 해설

① O — 가로축과 만나는 점은 자속밀도 $B = 0$이 되게 하는 자기장의 세기인 보자력이고, 세로축과 만나는 점은 자기장 $H = 0$일 때 남는 잔류자속밀도이다.
② X — 세로축 교점을 '자기장의 세기'라고 한 부분이 틀렸다. 자기장의 세기는 가로축의 물리량이며, 세로축 교점은 잔류자속밀도이다. 따라서 올바른 연결은 '가로축 교점: 보자력, 세로축 교점: 잔류자속밀도'이다.
③ X — 가로축 교점을 '자기장의 세기'라고 한 부분이 틀렸다. 가로축 자체의 물리량은 자기장의 세기이지만 루프가 가로축과 만나는 특정 값은 보자력이다. 따라서 올바른 연결은 '가로축 교점: 보자력, 세로축 교점: 잔류자속밀도'이다.
④ X — 보자력과 잔류자속밀도의 위치를 서로 바꾼 것이 틀렸다. 잔류자속밀도는 세로축 교점이고 보자력은 가로축 교점이다. 따라서 올바른 연결은 '가로축 교점: 보자력, 세로축 교점: 잔류자속밀도'이다.

NoteBase

오답 포인트

가로축의 물리량이 자기장의 세기라는 사실과 가로축 교점의 명칭이 보자력이라는 사실을 혼동하기 쉽다. 또한 ④는 보자력과 잔류자속밀도의 위치를 정확히 뒤바꾼 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

히스테리시스 루프에서 $B = 0$인 가로축 교점은 보자력 H_c, $H = 0$인 세로축 교점은 잔류자속밀도 B_r로 판단한다.

암기 포인트

가로축 교점은 보자력, 세로축 교점은 잔류자속밀도이다.

NoteBase

문 4. 일반적인 정전기 방지 대책이 아닌 것은?

① 대전 방지 용품 사용

② 배관 내 액체의 흐름 속도 제한

③ 제습기를 이용하여 낮은 습도 유지

④ 화학 섬유보다는 천연 섬유로 만든 옷 착용

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정전기의 발생·축적을 줄이는 일반적인 대책과 오히려 정전기 발생을 늘리는 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

정전기 방지는 전하가 생기거나 쌓이는 것을 줄이고, 생긴 전하가 안전하게 빠져나가도록 하는 조치이다. 핵심 수단은 대전 방지 용품 사용, 액체의 흐름 속도 제한, 습도 증가, 대전이 적은 재료 선택이다. 반대로 낮은 습도는 전하가 잘 빠져나가지 못하게 하여 정전기 발생·축적 가능성을 높인다.

선지별 해설

① O — 대전 방지 용품은 전하의 발생이나 축적을 줄이고 전하가 빠져나가도록 하므로 일반적인 정전기 방지 대책이다.
② O — 배관 내 액체의 흐름이 빠르면 마찰과 유동에 따른 대전이 커질 수 있으므로 흐름 속도를 제한하는 것은 정전기 방지 대책이다.
③ X — 틀린 표현은 '제습기를 이용하여 낮은 습도 유지'이다. 낮은 습도에서는 물체 표면의 전하가 잘 누설되지 않아 정전기가 축적되기 쉽다. 올바르게는 가습 등을 통해 적정 습도를 높여 유지한다.
④ O — 화학 섬유는 마찰에 의해 대전되기 쉬우므로 화학 섬유보다 대전이 상대적으로 적은 천연 섬유로 만든 옷을 착용하는 것은 정전기 방지에 도움이 된다.

오답 포인트

③의 '제습'이 함정이다. 습기를 제거하면 정전기가 줄어드는 것이 아니라, 표면 전하가 빠져나가기 어려워져 정전기가 더 잘 축적된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 조치가 마찰·유동에 의한 대전을 줄이는지, 전하의 누설을 돕는지 판단한다. 습도는 높일수록 전하 누설에 유리하므로 '제습·낮은 습도 유지'는 정전기 방지와 반대되는 조치이다.

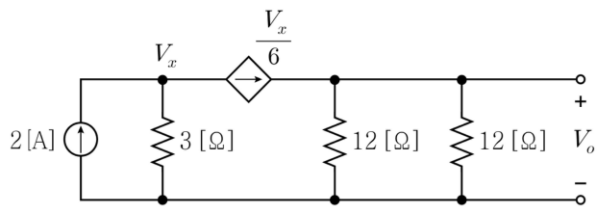
NoteBase

암기 포인트

정전기 방지는 저속·가습·대전 방지·천연 섬유, 정전기 축적은 고속·건조·화학 섬유와 연결한다.

NoteBase

문 5. 그림의 회로에서 전압 V_o[V]는?



① 2.5 ② 3
③ 3.5 ④ 4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 각 노드에 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 적용하여 제어전압 V_x와 출력전압 V_o를 구하는 문제이다.

조건 정리

왼쪽 노드에는 2A가 유입되고, 3Ω 저항 전류 $V_x/3$와 오른쪽 방향의 종속 전류원 전류 $V_x/6$가 유출된다. 오른쪽 노드에는 $V_x/6$가 유입되고, 병렬인 두 12Ω 저항을 통해 전류가 유출된다. 출력전압의 위쪽 단자가 +, 아래쪽 단자가 –이므로 V_o는 위쪽 노드 전압이다.

사용할 공식

노드에 유입되는 전류의 합과 유출되는 전류의 합이 같다는 KCL을 사용한다. 왼쪽 노드에서는 $2 = \frac{V_x}{3} + \frac{V_x}{6}$이고, 오른쪽 노드에서는 $\frac{V_x}{6} = \frac{V_o}{12} + \frac{V_o}{12}$이다. 각 가지 전류를 노드전압과 저항으로 바로 나타낼 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 왼쪽 노드에 KCL을 적용하면 $2 = \frac{V_x}{3} + \frac{V_x}{6} = \frac{V_x}{2}$이므로 $V_x = 4V$이다.
2. 오른쪽의 두 12Ω 저항은 병렬이므로 등가저항은 6Ω이다.
3. 종속 전류원에서 오른쪽 노드로 들어오는 전류는 $V_x/6 = 2/3A$이므로 $V_o = \left(\frac{2}{3}A\right)(6\Omega) = 4V$이다.

선지 판단

① X — 2.5V는 KCL로 구한 $V_o = 4V$와 다르다. 올바르게는 2.5V가 아니라 4V이다.
② X — 3V는 오른쪽의 두 12Ω 저항을 병렬로 합성한 6Ω에 종속 전류 2/3A를 곱한 값과 다르다. 올바르게는 3V가 아니라 4V이다.
③ X — 3.5V는 왼쪽 노드의 전류 관계 $2 = V_x/3 + V_x/6$ 및 오른쪽 노드의 전류 관계를 만족하지 않는다. 올바르게는 3.5V가 아니라 4V이다.
④ O — 계산 결과 $V_x = 4V$이고 오른쪽 노드에서 $V_o = V_x$이므로 $V_o = 4V$이다.

NoteBase

오답 포인트

종속 전류원 $V_x/6$를 왼쪽 노드에서 빠져나가는 전류로 포함해야 한다. 또한 오른쪽의 두 12Ω 저항은 직렬이 아니라 같은 두 노드에 연결된 병렬이므로 등가저항은 6Ω이다.

다시 나오면 이렇게 판단

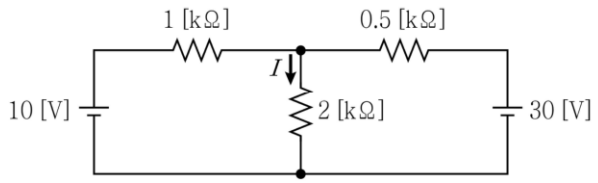
종속원이 포함된 노드 해석에서는 먼저 제어변수의 기준과 전류원의 화살표를 확인하고, 각 노드에서 유입전류와 유출전류를 구분하여 KCL 방정식을 세운 뒤 병렬저항과 단위를 검산한다.

암기 포인트

노드 해석의 핵심은 '전류원 화살표 확인 → KCL 작성 → 병렬 등가저항 검산'이다.

NoteBase

문 6. 그림의 회로에서 전류 I [mA]는?



① 10 ② 20
③ 30 ④ 40

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 중앙 노드에 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 적용하여 2$k\Omega$ 저항에 흐르는 전류 I를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래 공통선을 기준 전위 0V로 둔다. 두 전원의 위쪽 단자가 양(+)이므로 왼쪽 위 노드는 10V, 오른쪽 위 노드는 30V이다. 중앙 노드 전압을 V라 하면 구해야 할 전류는 중앙 노드에서 아래로 흐르는 I이다. 저항을 $k\Omega$, 전압을 V로 계산하면 전류의 단위는 mA가 된다.

사용할 공식

중앙 노드에서 KCL을 적용하면 다음과 같다.

$$\frac{V-10}{1}+\frac{V-30}{0.5}+\frac{V}{2}=0$$

각 항은 중앙 노드에서 왼쪽, 오른쪽, 아래쪽으로 나가는 전류이다. 한 노드에 연결된 모든 가지 전류의 대수합이 0이므로 이 식을 사용한다. 구하려는 아래 방향 전류는 옴의 법칙에 따라 $I = V/(2k\Omega)$이다.

NoteBase

계산 과정

KCL 식을 정리하면

$(V-10)+2(V-30)+\frac{V}{2}=0$

$3.5V-70=0$

따라서 중앙 노드 전압은 $V=20V$이다. 그러므로 화살표 방향의 전류는

$I=\frac{20V}{2k\Omega}=10mA$

이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 $I=10mA$이므로 맞는다.
② X — $20mA$가 아니라 $10mA$이다. 20은 중앙 노드의 전압값 $20V$이며, 이를 전류값으로 혼동하면 안 된다.
③ X — $30mA$가 아니라 $10mA$이다. 30은 오른쪽 전원의 전압값 $30V$이며 중앙 저항에 그대로 걸리는 전압이 아니다.
④ X — $40mA$가 아니라 $10mA$이다. $2k\Omega$에 $40mA$가 흐르려면 양단 전압이 $80V$여야 하지만, KCL로 구한 중앙 노드 전압은 $20V$이다.

오답 포인트

전원 두 개의 전류를 단순히 더하거나, 중앙 노드 전압 $20V$를 전류 $20mA$로 착각하기 쉽다. 각 전원의 극성을 먼저 확인하고 중앙 노드 전압을 KCL로 구한 뒤, 그 전압을 $2k\Omega$로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

여러 전원과 저항이 한 노드에 연결된 회로에서는 기준 노드를 정하고 각 고정 노드 전압을 표시한 다음, 미지 노드에 KCL을 적용한다. 노드 전압을 구한 뒤 관심 가지의 전류 방향에 맞추어 옴의 법칙을 적용한다.

암기 포인트

노드 전압법의 순서는 기준 전위 설정 → 전원 극성 확인 → KCL → 가지 전류 계산이다. $V/k\Omega=mA$의 단위 관계도 함께 기억한다.

NoteBase

문 7. 다음 그림처럼 전압원을 하나 더 추가하여 변경할 경우 (가), (나)에 들어갈 내용으로 알맞은 것은?

> 전류의 크기는 [(가)]배로 커지고, 저항의 소비전력은 [(나)]배로 증가한다.



	(가)	(나)
①	2	2
②	2	4
③	4	2
④	4	4

정답 2번

출제 포인트

전지를 직렬로 하나 더 연결했을 때 전체 전압의 변화가 전류와 저항의 소비전력에 미치는 영향을 옴의 법칙과 전력 공식으로 구하는 문제이다.

조건 정리

변경 전 전압은 $1.5V$이고, 변경 후에는 $1.5V$ 전지 2개가 직렬로 연결되어 전체 전압이 $3.0V$가 된다. 따라서 전압은 2배가 된다. 저항 R의 크기는 변하지 않는다. 구해야 할 값은 전류의 배수 (가)와 저항의 소비전력 배수 (나)이다.

사용할 공식

옴의 법칙은 $I = V/R$이고, 저항의 소비전력은 $P = VI = V^2/R = I^2R$이다. 저항이 일정한 회로에서 전압 변화에 따른 전류와 소비전력을 비교하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전지를 직렬로 하나 더 연결하면 전체 전압은 $1.5V$에서 $3.0V$로 2배가 된다.
2. R이 일정하므로 $I = V/R$에서 전류도 2배가 되어 (가)는 2이다.
3. $P = V^2/R$에서 전압이 2배이면 소비전력은 $2^2 = 4$배가 되어 (나)는 4이다.

NoteBase

선지 판단

① X — (가)를 2로 본 것은 맞지만 (나)를 2로 본 것이 틀리다. 전력은 전압의 제곱에 비례하므로 올바르게는 (가) 2, (나) 4이다.
② O — 전압이 2배가 되면 전류는 2배, 소비전력은 4배가 되므로 (가) 2, (나) 4가 모두 맞다.
③ X — (가)를 4로 보고 (나)를 2로 본 것이 모두 틀리다. 전류는 전압에 비례하고 전력은 전압의 제곱에 비례하므로 올바르게는 (가) 2, (나) 4이다.
④ X — (가)를 4로 본 것이 틀리다. 소비전력 (나)는 4가 맞지만 전류 (가)는 전압과 같은 비율로 증가하므로 올바르게는 (가) 2, (나) 4이다.

오답 포인트

전압이 2배가 되었을 때 소비전력도 단순히 2배라고 판단하기 쉽다. 저항이 일정하면 전류는 전압에 비례하지만, 소비전력은 $P = V^2/R$에 따라 전압의 제곱에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전지의 연결 방식으로 전체 전압의 배수를 구한 뒤, 저항이 일정한지 확인한다. 저항이 일정하면 전류 배수는 전압 배수와 같고, 소비전력 배수는 전압 배수의 제곱이다.

암기 포인트

저항이 일정할 때 V가 k배이면 I는 k배, P는 k^2배이다.

NoteBase

문 8. 황산구리 용액을 이용해 음극에서 구리 33[g]을 석출하기 위해 50[A]의 전류를 흘렸다. 이때, 전류가 흐른 시간[s]은? (단, 구리의 전기화학당량 $k \fallingdotseq 0.33 \times 10^{-3}$ [g/C]이다)

① 1,650 ② 2,000

③ 4,000 ④ 6,600

정답 2번

출제 포인트

전기분해에서 석출 질량과 전기량의 관계 $m = kQ = kIt$를 이용하여 전류가 흐른 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 구리의 석출 질량 $m = 33g$, 전류 $I = 50A$, 구리의 전기화학당량 $k = 0.33 \times 10^{-3} g/C$이다.
구해야 할 값: 전류가 흐른 시간 t이다.
주의할 조건: $1A = 1C/s$이므로 kIt의 단위는 그대로 g이 된다.

사용할 공식

전기분해로 석출되는 질량은 통과한 전기량에 비례하므로 다음 식을 사용한다.
$m = kQ = kIt$
따라서 시간은 다음과 같다.
$t = \frac{m}{kI}$

계산 과정

주어진 값을 대입한다.
$t = \frac{33}{(0.33 \times 10^{-3}) \times 50}$
분모를 계산하면 $(0.33 \times 10^{-3}) \times 50 = 0.0165$이므로,
$t = \frac{33}{0.0165} = 2{,}000s$
따라서 전류가 흐른 시간은 $2{,}000s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1,650s 동안 석출되는 질량은 $klt = 0.33 \times 10^{-3} \times 50 \times 1{,}650 = 27.225g$으로, 주어진 33$g$과 다르다. 틀린 값 1,650$s$은 2,000$s$로 고쳐야 한다.
② O — $t = m/(kI)$에 주어진 값을 대입하면 2,000s가 되어 조건을 만족한다.
③ X — 4,000s 동안에는 66g이 석출되어 주어진 질량의 두 배가 된다. 틀린 값 4,000s은 2,000s로 고쳐야 한다.
④ X — 6,600s 동안에는 108.9g이 석출되어 주어진 33g과 다르다. 틀린 값 6,600s은 2,000s로 고쳐야 한다.

오답 포인트

전기화학당량의 10^{-3}을 빠뜨리거나, $m = klt$에서 시간을 구할 때 kI를 곱하는 것으로 식을 잘못 변형하기 쉽다. 이 문제에서는 반드시 $t = m/(kI)$로 정리한 뒤 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

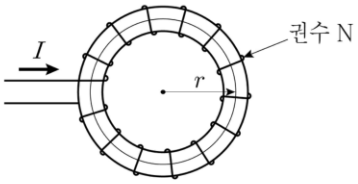
석출 질량 문제가 나오면 먼저 $m = klt$를 세우고, 구하려는 문자를 분리한 다음 지수와 단위를 확인한다. 시간 문제에서는 $t = m/(kI)$이며, 계산 후 klt에 다시 대입하여 원래 질량이 나오는지 검산한다.

암기 포인트

전기분해의 핵심 관계는 $m = kQ = klt$이고, 시간은 $t = m/(kI)$이다.

NoteBase

문 9. 그림에서 환상 솔레노이드 평균 반지름이 5[m]이고, 권수가 100[T], 솔레노이드에 흐르는 전류가 10π[A]일 때, 솔레노이드의 내부 자기장[AT/m]은?



① 50
② 50π
③ 100
④ 100π

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 암페어 주회 법칙을 이용해 환상 솔레노이드 내부의 자기장 세기 H를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 평균 반지름 $r = 5m$, 권수 $N = 100$, 전류 $I = 10\pi A$이다.
구해야 할 값: 솔레노이드 내부의 자기장 세기 $H[AT/m]$이다.
주의할 조건: 평균 자로의 길이는 원둘레인 $2\pi r$이며, 전류는 한 권선의 전류 I가 아니라 총 암페어턴수 NI로 반영한다.

사용할 공식

암페어 주회 법칙은 $\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = NI$이다. 환상 솔레노이드에서는 평균 자로를 따라 H가 일정하다고 보므로
$H(2\pi r) = NI$
따라서
$H = \frac{NI}{2\pi r}$
이다. 환상 솔레노이드의 자로가 반지름 r인 폐곡선이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 평균 자로의 길이는 $2\pi r = 2\pi \times 5 = 10\pi m$이다.
2. 총 암페어턴수는 $NI = 100 \times 10\pi = 1000\pi AT$이다.
3. 따라서
$H = \frac{1000\pi}{10\pi} = 100 AT/m$
이다. 분자와 분모의 π가 약분된다.

선지 판단

① X — $50 AT/m$는 계산값 $100 AT/m$의 절반이다. 분모에 불필요한 2를 한 번 더 적용한 값이며, 올바르게는 $100 AT/m$이다.
② X — $50\pi AT/m$는 평균 자로의 길이 $2\pi r$를 정확히 적용하지 않은 값이다. 분모의 π는 전류에 포함된 π와 약분되므로 올바르게는 $100 AT/m$이다.
③ O — $H = NI/(2\pi r)$에 주어진 값을 대입하면 $100 AT/m$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $100\pi AT/m$는 평균 자로의 원둘레에서 π를 빠뜨려 $2r$만 분모에 둔 값이다. 올바르게는 $2\pi r$로 나누어 $100 AT/m$이다.
계산 결과가 $100 AT/m$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

환상 솔레노이드의 자로 길이를 지름 $2r$로 착각하면 ④의 100π가 나온다. 자로 길이는 지름이 아니라 원둘레 $2\pi r$이며, 이 문제에서는 전류의 π와 자로 길이의 π가 약분된다.

다시 나오면 이렇게 판단

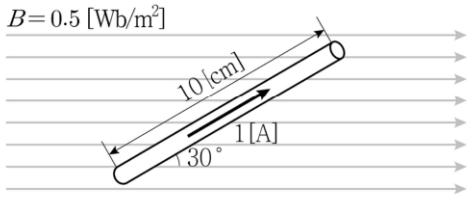
환상 솔레노이드 문제는 평균 자로의 길이를 $2\pi r$로 정리한 뒤, 총 암페어턴수 NI를 그 길이로 나누고 마지막에 AT/m 단위를 확인한다.

암기 포인트

환상 솔레노이드 내부 자기장 세기는 $H = NI/(2\pi r)$이다. 핵심은 권수 N을 곱하고 원둘레 $2\pi r$로 나누는 것이다.

NoteBase

문 10. 그림과 같이 평등 자계에 놓인 도체에 작용하는 전자력의 크기[N]는?



① 0.025 ② 0.05
③ 25 ④ 500

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 평등 자기장 속에서 전류가 흐르는 직선 도체가 받는 전자력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자기장 $B = 0.5Wb/m^2 = 0.5T$, 전류 $I = 1A$, 도체 길이 $l = 10cm = 0.1m$, 전류 방향과 자기장 방향의 끼인각 $\theta = 30°$이다.
구해야 할 값: 도체에 작용하는 전자력의 크기 F이다.
주의할 조건: 길이를 cm에서 m로 바꾸고, 자기장과 전류가 이루는 각의 사인값을 반영해야 한다.

사용할 공식

$F = BIl\sin\theta$
자기장 속에 놓인 직선 도체에 전류가 흐르고, 도체와 자기장이 비스듬히 놓여 있으므로 이 공식을 사용한다. θ는 전류 방향과 자기장 방향 사이의 각이다.

계산 과정

1. 길이를 환산하면 $10cm = 0.1m$이다.
2. $\sin 30° = 0.5$이다.
3. 공식에 대입하면 다음과 같다.
$F = 0.5 \times 1 \times 0.1 \times \sin 30° = 0.5 \times 1 \times 0.1 \times 0.5 = 0.025N$
따라서 전자력의 크기는 $0.025N$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $0.025N$이므로 옳다.
② X — $0.05N$는 $\sin 30^\circ = 0.5$를 곱하지 않았을 때의 값이다. 올바른 값은 $0.025N$이다.
③ X — $25N$는 $B = 0.5T$, $I = 1A$, $l = 0.1m$, $\sin 30^\circ = 0.5$를 대입한 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $0.025N$이다.
④ X — $500N$는 같은 공식과 주어진 수치를 적용한 결과가 아니다. 올바른 값은 $0.025N$이다.
계산 결과가 $0.025N$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

②의 $0.05N$는 끼인각을 무시하고 BIl만 계산하면 나오는 값이다. 또한 $10cm$를 그대로 대입하지 않고 반드시 $0.1m$로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

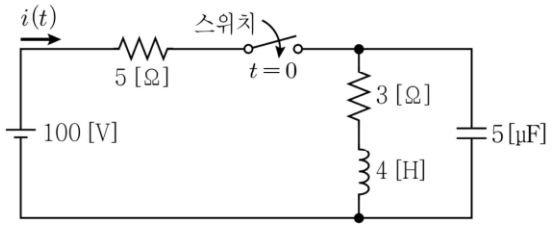
도체가 자기장과 이루는 각을 먼저 확인한 뒤 길이를 m로 환산하고, $F = BIl\sin\theta$에 대입하여 단위가 N인지 검산한다.

암기 포인트

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

NoteBase

문 11. 그림의 회로에서 $t=0$에서 스위치가 닫힐 때, 닫는 순간 전류 $i(0^+)$ [A]와 정상상태 전류 $i(\infty)$ [A]는? (단, 인덕터와 커패시터의 초깃값은 0이고, 정상상태는 시간이 오래 지난 상태를 의미한다)



	닫는 순간 전류 $i(0^+)$	정상상태 전류 $i(\infty)$
①	10	20
②	$10\sqrt{2}$	10
③	20	$\frac{5}{4}$
④	20	$\frac{25}{2}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 스위치를 닫는 순간과 직류 정상상태에서 인덕터와 커패시터의 등가회로가 어떻게 달라지는지를 이용해 전원 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 $100V$, 직렬 저항은 5Ω, 인덕터 가지의 저항은 3Ω, 인덕턴스는 $4H$, 커패시턴스는 $5\mu F$이다.
구해야 할 값: 스위치를 닫는 순간의 전원 전류 $i(0^+)$와 직류 정상상태의 전원 전류 $i(\infty)$이다.
주의할 조건: 인덕터와 커패시터의 초깃값이 0이므로 $t=0^+$에서 인덕터 전류는 0이고 커패시터 전압은 0이다.

사용할 공식

스위치를 닫는 순간에는 인덕터를 개방회로, 커패시터를 단락회로로 본다. 따라서
$i(0^+)=\frac{V}{R}$
직류 정상상태에는 인덕터를 단락회로, 커패시터를 개방회로로 본다. 따라서
$i(\infty)=\frac{V}{R_1+R_2}$
인덕터 전류와 커패시터 전압은 순간적으로 변할 수 없고, 충분히 긴 시간이 지난 직류 회로에서는 인덕터의 전압이 0, 커패시터의 전류가 0이 되므로 이 등가회로를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. $t = 0^+$에서는 커패시터가 단락되어 3Ω-인덕터 가지가 우회된다. 전원에서 본 저항은 5Ω이므로
$i(0^+) = \frac{100}{5} = 20A$
이다.
2. $t = \infty$에서는 커패시터가 개방되고 인덕터가 단락된다. 전류는 5Ω과 3Ω을 직렬로 지나므로 전체 저항은 8Ω
이다.
$i(\infty) = \frac{100}{5+3} = \frac{100}{8} = \frac{25}{2}A$
이다.

선지 판단

① X — $i(0^+) = 10A$, $i(\infty) = 20A$라는 값은 두 시점의 등가회로를 잘못 적용한 것이다. 올바르게는
$i(0^+) = 20A$, $i(\infty) = 25/2A$이다.
② X — $10\sqrt{2}A$와 $10A$는 이 직류 스위칭 회로의 초기·정상상태 등가저항으로부터 나오지 않는다. 올바르게는
$i(0^+) = 20A$, $i(\infty) = 25/2A$이다.
③ X — $i(0^+) = 20A$는 맞지만 $i(\infty) = 5/4A$가 틀렸다. 정상상태의 합성저항은 5 + 3 = 8Ω이므로 올바른
정상상태 전류는 $25/2A$이다.
④ O — 닫는 순간에는 커패시터의 단락으로 $i(0^+) = 20A$, 정상상태에는 5Ω과 3Ω의 직렬회로로
$i(\infty) = 25/2A$가 되어 두 값이 모두 맞다.

오답 포인트

핵심 함정은 인덕터와 커패시터의 초기 등가상태와 정상상태를 서로 뒤바꾸는 것이다. 이 문제에서 $t = 0^+$의
커패시터는 단락이므로 3Ω-인덕터 가지 전체를 우회하지만, 정상상태의 커패시터는 개방이므로 전류가 5Ω과
3Ω을 모두 지난다.

다시 나오면 이렇게 판단

초깃값이 0인 직류 스위칭 회로는 먼저 $t = 0^+$에서 인덕터를 개방·커패시터를 단락으로 바꾸고, 다음으로 $t = \infty$
에서 인덕터를 단락·커패시터를 개방으로 바꾼 뒤 각각 전원에서 본 합성저항으로 전류를 계산한다.

암기 포인트

초기에는 인덕터 개방·커패시터 단락, 직류 정상상태에는 인덕터 단락·커패시터 개방이다.

NoteBase

문 12. 우리나라에서 가정용으로 공급하는 단상 전압의 최댓값[V]은?

① 156　　② 220

③ 311　　④ 380

정답 3번

출제 포인트

가정용 단상 교류전압의 실효값에서 정현파 전압의 최댓값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 가정용 단상 전압의 실효값은 $V = 220V$이다.
구해야 할 값: 전압의 최댓값 V_m이다.
주의할 조건: 일반적으로 표시하는 교류전압 $220V$는 최댓값이 아니라 실효값이다.

사용할 공식

정현파 교류전압의 실효값과 최댓값의 관계는 다음과 같다.
$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}, \qquad V_m = \sqrt{2}V$
가정용 단상 전압은 정현파 교류의 실효값으로 표시되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 실효값 $V = 220V$를 공식에 대입한다.
2. $V_m = \sqrt{2} \times 220 \simeq 1.414 \times 220 = 311.08V$
3. 선지의 값에 맞추면 최댓값은 약 $311V$이다.

선지 판단

① X — $156V$는 $220V$를 $\sqrt{2}$로 나눈 값에 가깝다. 최댓값을 구할 때는 나누는 것이 아니라 곱해야 하므로, 올바른 값은 약 $311V$이다.
② X — $220V$는 가정용 단상 전압의 실효값이다. 최댓값은 $\sqrt{2}$를 곱한 약 $311V$이다.
③ O — $220\sqrt{2} \simeq 311$이므로 최댓값은 약 $311V$이다.
④ X — $380V$는 이 문제의 가정용 단상 $220V$에서 구한 최댓값이 아니다. 주어진 단상 전압의 최댓값으로 고치면 약 $311V$이다.

오답 포인트

표시 전압 $220V$를 최댓값으로 오인하거나, 실효값에서 최댓값으로 바꾸면서 $\sqrt{2}$를 나누는 것이 함정이다. 실효값에서 최댓값으로 갈 때는 $\sqrt{2}$를 곱한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

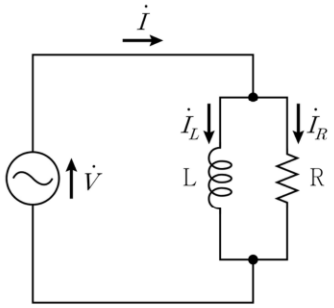
교류전압이 실효값으로 주어졌는지 먼저 확인하고, 정현파의 최댓값은 $V_m = \sqrt{2}V$로 계산한 뒤 단위를 검산한다.

암기 포인트

정현파 교류에서는 최댓값이 실효값의 $\sqrt{2}$배이므로 $220V \rightarrow 311V$이다.

NoteBase

문 13. 그림의 회로에서 $\dot{I}=50\,[\mathrm{A}]$, $\dot{I}_L=30\,[\mathrm{A}]$, $\dot{V}=100\,[\mathrm{V}]$일 때, 컨덕턴스 G [S]는?



① 0.4
② 0.8
③ 4
④ 8

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 병렬 *R-L* 회로에서 저항 전류와 인덕터 전류의 위상 관계를 이용해 저항 전류를 구한 뒤 컨덕턴스를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전체 전류의 실횻값은 $I = 50A$, 인덕터 전류의 실횻값은 $I_L = 30A$, 전압의 실횻값은 $V = 100V$이다.
구해야 할 값: 저항 가지의 컨덕턴스 G이다.
주의할 조건: 저항 전류 I_R은 전압과 동상이고, 인덕터 전류 I_L은 전압보다 90 ° 늦으므로 두 전류의 크기를 단순히 더하거나 빼지 않고 직각삼각형 관계를 적용한다.

사용할 공식

병렬 *R-L* 회로의 전류 관계는
$I^2 = I_R^2 + I_L^2$
이고, 저항 가지에서는
$I_R = GV$
이므로
$G = \frac{I_R}{V}$
이다. 저항 전류와 인덕터 전류의 위상차가 90 °이므로 전체 전류는 두 가지 전류의 벡터합으로 구하며, 컨덕턴스는 전압에 대한 저항 전류의 비이다.

NoteBase

계산 과정

1. 저항 전류를 구한다.

$I_R = \sqrt{I^2 - I_L^2} = \sqrt{50^2 - 30^2} = \sqrt{1600} = 40A$

2. 컨덕턴스를 구한다.

$G = \frac{I_R}{V} = \frac{40}{100} = 0.4S$

따라서 컨덕턴스는 $0.4S$이다.

선지 판단

① O — $I_R = 40A$이고 $G = I_R/V$이므로 $G = 0.4S$이다.

② X — $0.8S$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 $G = 40/100 = 0.4S$이다.

③ X — $4S$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 전류 $40A$를 전압 $100V$로 나눈 $0.4S$이다.

④ X — $8S$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 $G = 0.4S$이다.

계산 결과가 $0.4S$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

전체 전류 $50A$에서 인덕터 전류 $30A$를 산술적으로 빼면 안 된다. 두 전류는 위상차가 90°이므로 $I_R = \sqrt{I^2 - I_L^2}$로 구한다. 또한 컨덕턴스는 저항 전류를 전압으로 나눈 값이므로 $G = I_R/V$의 분자와 분모를 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

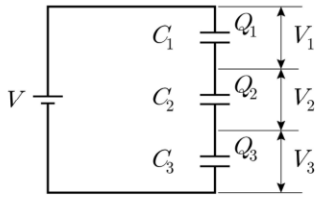
병렬 R-L 회로에서는 먼저 전압을 기준으로 저항 전류와 인덕터 전류의 위상차를 확인하고, $I^2 = I_R^2 + I_L^2$로 저항 전류를 구한 다음 $G = I_R/V$를 적용한다. 마지막에는 단위가 지멘스 S인지 확인한다.

암기 포인트

병렬 R-L 회로는 전류가 직교하므로 $I^2 = I_R^2 + I_L^2$, 컨덕턴스는 $G = I_R/V$이다.

NoteBase

문 14. 그림의 직렬 연결된 커패시터 회로에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 커패시터의 합성 정전용량은 $C_1 + C_2 + C_3$의 값이다.

ㄴ. C_2에 축적되는 전하량 Q_2는 $C_2 \times V_2$로 구한다.

ㄷ. C_1, C_2, C_3의 정전용량이 같을 경우 V_1, V_2, V_3의 값은 동일하다.

ㄹ. 세 개의 커패시터에 축적되는 총 전하량 Q는 $\frac{1}{Q} = \frac{1}{Q_1} + \frac{1}{Q_2} + \frac{1}{Q_3}$로 구한다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

직렬 연결된 커패시터의 합성 정전용량, 각 커패시터의 전하량과 전압 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

세 커패시터는 직렬로 연결되어 있다.

직렬 회로에서는 각 커패시터에 축적되는 전하량의 크기가 같아 $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$이다.

전체 전압은 각 커패시터 전압의 합이므로 $V = V_1 + V_2 + V_3$이다.

사용할 공식

직렬 합성 정전용량은

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

이다. 각 커패시터에는 $Q_i = C_i V_i$가 성립한다. 직렬 회로에서는 같은 전하량 Q가 축적되므로 $V_i = Q/C_i$이다.

NoteBase

계산 과정

ㄱ: 합성 정전용량은 단순 합이 아니라 역수의 합으로 구하므로 틀리다.
ㄴ: $Q_2 = C_2V_2$는 커패시터의 기본 관계식이므로 옳다.
ㄷ: $C_1 = C_2 = C_3$이면 같은 전하량 Q에 대해 $V_i = Q/C_i$이므로 $V_1 = V_2 = V_3$이다. 따라서 옳다.
ㄹ: 역수 관계는 전하량이 아니라 합성 정전용량에 적용된다. 직렬 연결에서는 $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$이므로 틀리다.
따라서 옳은 것은 ㄴ, ㄷ이다.

선지 판단

① X — ㄴ은 옳지만 ㄱ의 '합성 정전용량은 $C_1 + C_2 + C_3$'가 틀리다. 올바르게는 $1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$이다.
② X — ㄱ과 ㄹ이 모두 틀리다. 올바르게는 정전용량의 역수들이 합성 정전용량의 역수를 이루며, 직렬 커패시터의 전하량은 $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$이다.
③ O — ㄴ의 $Q_2 = C_2V_2$가 성립하고, 정전용량이 모두 같으면 $V_i = Q/C_i$에 따라 $V_1 = V_2 = V_3$이므로 ㄴ과 ㄷ은 모두 옳다.
④ X — ㄷ은 옳지만 ㄹ의 '전하량의 역수 합'이 틀리다. 올바르게는 $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$이고, 역수의 합은 정전용량에 적용한다.

오답 포인트

병렬 연결의 합성 정전용량 공식 $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$을 직렬 연결에 적용하면 ㄱ을 옳다고 판단하기 쉽다. 또한 직렬 정전용량의 역수 공식을 전하량 관계로 바꾸어 쓴 ㄹ에 주의해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 연결 방식을 확인한다. 직렬이면 전하량은 같고 전압은 나뉘며 정전용량은 역수로 합성된다. 그다음 $Q_i = C_iV_i$를 적용하여 각 문장을 판단한다.

암기 포인트

커패시터 직렬 연결은 '전하량은 동일, 전압은 분배, 정전용량은 역수 합'이다.

NoteBase

문 15. 인덕터 L과 커패시터 C가 직렬로 연결된 회로에 교류전압 $v(t) = V_m \sin\omega t$ [V]을 인가할 경우 옳은 설명은?

① $\omega L < \frac{1}{\omega C}$이면 유도성 회로가 된다.

② $\omega L > \frac{1}{\omega C}$이면 전류가 전압보다 위상이 뒤진다.

③ $\omega L = \frac{1}{\omega C}$이면 최대의 합성 임피던스 값을 나타낸다.

④ 합성 임피던스의 크기는 ωL과 $\frac{1}{\omega C}$를 합한 값에 해당한다.

정답 2번

출제 포인트

직렬 LC 회로에서 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스를 비교하여 회로의 성질, 전압과 전류의 위상 관계, 합성 임피던스의 크기를 판단하는 문제이다.

조건 정리

유도성 리액턴스는 $X_L = \omega L$, 용량성 리액턴스는 $X_C = 1/(\omega C)$이다.
$X_L > X_C$이면 유도성 회로, $X_L < X_C$이면 용량성 회로가 된다. $X_L = X_C$이면 직렬 공진 상태가 된다.

사용할 공식

직렬 LC 회로의 합성 임피던스는

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

이고, 그 크기는

$$|Z| = \left|\omega L - \frac{1}{\omega C}\right|$$

이다. 인덕터와 커패시터의 리액턴스는 부호가 반대이므로 합이 아니라 차로 결합된다.

계산 과정

① ωL과 $1/(\omega C)$의 크기를 비교한다.
② $\omega L > 1/(\omega C)$이면 합성 리액턴스가 양수이므로 유도성이다.
③ 유도성 회로에서는 전류가 전압보다 위상이 뒤진다. 따라서 주어진 조건에 맞는 선지는 ②이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\omega L < 1/(\omega C)$이면 용량성 리액턴스가 더 크므로 용량성 회로가 된다. 틀린 표현 '유도성 회로'는 '용량성 회로'로 고쳐야 한다.

② O — $\omega L > 1/(\omega C)$이면 유도성 리액턴스가 더 크므로 회로가 유도성이 되고, 전류는 전압보다 위상이 뒤진다.

③ X — $\omega L = 1/(\omega C)$이면 두 리액턴스가 상쇄되는 직렬 공진 상태이다. 이상적인 직렬 LC 회로의 합성 임피던스는 최댓값이 아니라 최솟값인 0이 된다. 틀린 표현 '최대의 합성 임피던스'는 '최소의 합성 임피던스'로 고쳐야 한다.

④ X — 인덕터와 커패시터의 리액턴스는 부호가 반대이므로 합성 임피던스의 크기는 두 값의 합이 아니라 $|\omega L - 1/(\omega C)|$이다. 틀린 표현 '합한 값'은 '차의 절댓값'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④처럼 두 리액턴스의 크기를 그대로 더하면 안 된다. 직렬 LC 회로에서는 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스의 부호가 반대이므로 먼저 차를 구한다. 또한 공진에서는 두 리액턴스가 상쇄되므로 합성 임피던스가 최대가 아니라 최소가 된다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

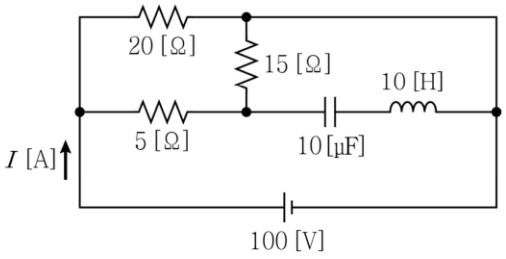
먼저 $X_L = \omega L$과 $X_C = 1/(\omega C)$를 비교한다. $X_L > X_C$이면 유도성·전류 지상, $X_L < X_C$이면 용량성·전류 진상, $X_L = X_C$이면 직렬 공진·합성 임피던스 최소로 판단한다.

암기 포인트

직렬 LC: $X_L > X_C$이면 유도성·전류 지상, $X_L < X_C$이면 용량성·전류 진상, $X_L = X_C$이면 공진·임피던스 최소이다.

NoteBase

문 16. 그림의 회로에서 정상상태 전류 I [A]는? (단, 정상상태는 시간이 오래 지난 상태를 의미한다)



① 10
② 15
③ 20
④ 25

정답 1번

출제 포인트

직류 정상상태에서 커패시터와 인덕터를 등가회로로 바꾼 뒤, 합성저항과 전원전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 $100V$, 저항은 20Ω, 5Ω, 15Ω이다.
구해야 할 값: 전원에서 공급되는 정상상태 전류 I이다.
주의할 조건: 시간이 오래 지난 직류 정상상태에서 커패시터는 개방회로, 인덕터는 단락회로로 본다. 다만 커패시터와 인덕터가 직렬인 가지는 커패시터가 개방되므로 그 가지 전체에 전류가 흐르지 않는다.

사용할 공식

직렬 합성저항은 $R_s = R_1 + R_2$, 병렬 합성저항은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, 전원전류는 옴의 법칙 $I = \frac{V}{R_{eq}}$로 구한다.
커패시터가 포함된 오른쪽 직렬 가지가 개방된 뒤에는 20Ω 가지와 5Ω + 15Ω 가지가 전원 양단에 병렬로 연결되므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 커패시터와 인덕터의 직렬 가지는 개방되므로 제거한다.
2. 아래쪽 저항 경로의 합성저항은 $5\Omega + 15\Omega = 20\Omega$이다.
3. 두 저항 경로의 병렬 합성저항은
$R_{eq} = 20\Omega \parallel 20\Omega = \frac{20 \times 20}{20 + 20}\Omega = 10\Omega$
이다.
4. 따라서 전원전류는
$I = \frac{100V}{10\Omega} = 10A$
이다.

선지 판단

① O
- 계산 결과가 $I = 10A$이므로 옳다.

② X
- $15A$는 합성저항 10Ω에 옴의 법칙을 적용한 결과가 아니다. 올바르게는 정상상태 전류가 $10A$이다.

③ X
- $20A$는 5Ω 저항만을 전원 전체에 연결된 합성저항처럼 계산하면 나올 수 있는 값이지만, 실제 합성저항은 10Ω이다. 올바르게는 정상상태 전류가 $10A$이다.

④ X
- $25A$는 회로의 직렬·병렬 관계와 정상상태 등가회로를 반영한 값이 아니다. 올바르게는 정상상태 전류가 $10A$이다.

오답 포인트

인덕터가 정상상태에서 단락된다는 사실만 보고 커패시터-인덕터 직렬 가지에 전류가 흐른다고 판단하기 쉽다. 이 가지는 커패시터의 개방 특성이 지배하므로 제거해야 한다. 또한 5Ω와 15Ω는 직렬이고, 그 합성값 20Ω이 위쪽 20Ω과 병렬이라는 연결 관계를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 정상상태 회로는 먼저 커패시터를 개방, 인덕터를 단락으로 바꾼다. 그다음 실제로 남은 전류 경로만 다시 그려 직렬·병렬 합성저항을 구하고, 마지막에 $I = V/R_{eq}$를 적용한다.

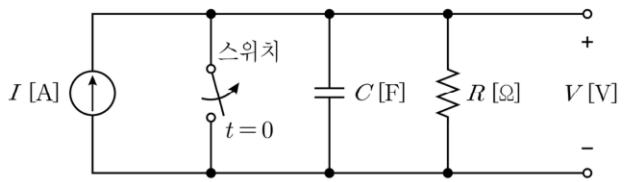
암기 포인트

직류 정상상태에서는 커패시터는 개방, 인덕터는 단락이다. 개방소자가 직렬로 들어간 가지의 전류는 0이다.

NoteBase

문 17. 그림의 회로에서 $t=0$에서 스위치가 열릴 때 설명으로 옳은 것은?

(단, 커패시터의 초기충전전압은 없다)



① $t \geq 0$에 대한 회로 방정식은 $C\frac{dI}{dt}+\frac{V}{R}=0$이다.

② $V(0^+)=1$ [V]이다.

③ $\frac{dV}{dt}|_{t=0^+}=0$이다.

④ V의 정상상태 값은 $V=RI$[V]이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 스위치가 열린 뒤 병렬 RC 회로에 키르히호프의 전류 법칙을 적용하고, 커패시터 전압의 연속성과 정상상태 특성을 판단하는 문제이다.

조건 정리

스위치는 $t=0$ 이전에 닫혀 있어 위아래 노드를 단락하므로 $V(0^-)=0$이다. 커패시터 전압은 순간적으로 변할 수 없으므로 $V(0^+)=V(0^-)=0$이다. $t \geq 0$에서는 스위치가 열리고, 전류원 I가 커패시터 C와 저항 R의 병렬회로에 전류를 공급한다.

사용할 공식

노드에서 키르히호프의 전류 법칙을 적용하면

$I=i_C+i_R=C\frac{dV}{dt}+\frac{V}{R}$

이다. 이 식을 쓰는 이유는 전류원 전류가 커패시터 전류와 저항 전류로 나뉘기 때문이다. 따라서

$\frac{dV}{dt}=\frac{1}{C}\left(I-\frac{V}{R}\right)$

이다.

계산 과정

1. 초기에는 $V(0^+)=0$이므로 $\frac{dV}{dt}\Big|_{t=0^+}=\frac{I}{C}$이다.
2. 시간이 충분히 지나 정상상태가 되면 커패시터 전류가 0이므로 $I=V/R$이다.
3. 따라서 정상상태 전압은 $V=RI$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 커패시터 전류는 $C\frac{dI}{dt}$가 아니라 $C\frac{dV}{dt}$이고, 전류원 I가 공급되므로 우변도 0이 아니다. 올바른 회로 방정식은 $C\frac{dV}{dt} + \frac{V}{R} = I$이다.

② X — 스위치가 열리기 전 회로가 단락되어 커패시터의 초기전압은 0이고, 전압은 연속이므로 $V(0^+) = 0V$이다.

③ X — $V(0^+) = 0$을 회로 방정식에 대입하면 $\frac{dV}{dt}\Big|_{t=0^+} = \frac{I}{C}$이다. 따라서 전류원 전류가 0이 아닌 한 초기 기울기는 0이 아니다.

④ O — 정상상태에서는 커패시터가 개방회로처럼 동작하여 전류 I가 모두 저항으로 흐르므로 $V = RI$이다.

오답 포인트

①은 커패시터 전류식에서 미분해야 할 대상을 전류로 바꾼 함정이고, ②와 ③은 초기전압이 없다는 조건을 놓치게 하는 함정이다. 초기전압이 0이라는 사실은 초기 변화율도 0이라는 뜻이 아니며, 오히려 처음에는 저항 전류가 0이어서 전류원 전류 전체가 커패시터를 충전한다.

다시 나오면 이렇게 판단

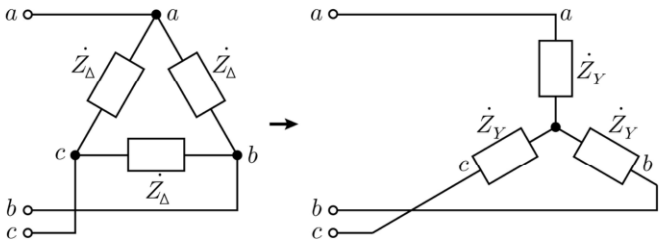
스위칭 RC 회로는 먼저 $V(0^+) = V(0^-)$로 초기전압을 정하고, 다음으로 키르히호프의 전류 법칙을 세워 초기 기울기를 구하며, 마지막으로 정상상태에서 커패시터를 개방회로로 보아 최종값을 판단한다.

암기 포인트

커패시터 전압은 연속이고, $i_C = C\frac{dV}{dt}$이며, 직류 정상상태의 커패시터는 개방회로이다.

NoteBase

문 18. 그림에서 평형 3상 △결선 회로의 부하 임피던스 $\dot{Z}_{\Delta}$ [Ω]를 Y결선으로 변환할 경우 각 상의 부하 임피던스 $\dot{Z}_{Y}$[Ω]의 크기는? (단, $\dot{Z}_{\Delta} = 18 + j24$ [Ω]이다)



① 10

② 14

③ 16

④ 20

정답 1번

출제 포인트

평형 3상 델타 결선의 각 상 임피던스를 등가 Y결선의 각 상 임피던스로 변환하고 그 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 델타 결선의 각 상 임피던스는 $\dot{Z}_{\Delta} = 18 + j24\Omega$이다.
구해야 할 값: 등가 Y결선의 각 상 임피던스 $\dot{Z}_{Y}$의 크기이다.
주의할 조건: 평형 부하이므로 세 델타 임피던스가 같으며, 델타-Y 등가변환에서 Y의 각 상 임피던스는 델타의 각 상 임피던스의 3분의 1이다.

사용할 공식

평형 델타-Y 변환식은 $\dot{Z}_{Y} = \frac{\dot{Z}_{\Delta}}{3}$ 이다. 따라서 크기도 $|\dot{Z}_{Y}| = \frac{|\dot{Z}_{\Delta}|}{3}$ 이다. 이 공식을 쓰는 이유는 변환 전후에 각 선간 단자에서 본 등가 임피던스가 같아야 하며, 평형 델타 결선의 한 변 임피던스는 등가 Y결선의 한 상 임피던스의 3배이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 델타 임피던스의 크기를 구한다.

$|\dot{Z}_\Delta| = \sqrt{18^2 + 24^2} = \sqrt{900} = 30\Omega$

2. 평형 델타-Y 변환식을 적용한다.

$|\dot{Z}_Y| = \frac{30}{3} = 10\Omega$

따라서 각 상의 부하 임피던스 크기는 10Ω이다.

선지 판단

① O — 30Ω을 3으로 나누면 10Ω이므로 계산 결과와 일치한다.

② X — 14는 계산 결과 10Ω과 일치하지 않는다. 틀린 값 14가 아니라 올바른 값은 10Ω이다.

③ X — 16은 계산 결과 10Ω과 일치하지 않는다. 틀린 값 16이 아니라 올바른 값은 10Ω이다.

④ X — 20은 계산 결과 10Ω과 일치하지 않는다. 틀린 값 20이 아니라 올바른 값은 10Ω이다.

오답 포인트

복소 임피던스 $18 + j24\Omega$의 크기를 실수부와 허수부의 단순합인 42로 처리하면 안 된다. 피타고라스 관계로 크기 30Ω을 구한 뒤, 델타에서 Y로 변환할 때 반드시 3으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

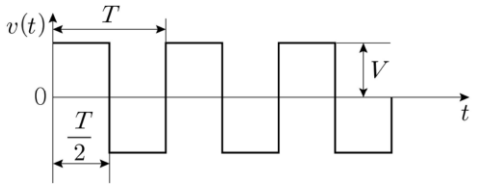
평형 델타-Y 변환 문제는 먼저 $\dot{Z}_Y = \dot{Z}_\Delta/3$을 적용하고, 복소 임피던스의 크기는 $\sqrt{R^2 + X^2}$로 계산한 뒤 단위를 확인한다. 임피던스를 먼저 3으로 나눈 후 크기를 구해도 같은 결과가 나온다.

암기 포인트

평형 부하에서는 델타에서 Y로 갈 때 각 상 임피던스가 3분의 1이 된다: $Z_Y = Z_\Delta/3$.

NoteBase

문 19. 그림에서 $V=30$ [V], $T=20$ [ms]일 때, 제3고조파의 주파수[Hz]와 최대 전압[V]은?



	주파수[Hz]	최대 전압[V]
①	50	6.4
②	50	10
③	150	12.7
④	150	17.9

정답 3번

출제 포인트

대칭 구형파의 푸리에 급수에서 제3고조파의 주파수와 최대 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 구형파의 최대 전압은 $V = 30\text{V}$, 주기는 $T = 20\text{ms} = 0.020\text{s}$이다.
구해야 할 값: 제3고조파의 주파수와 최대 전압이다.
주의할 조건: 양과 음의 크기가 같고 듀티비가 50%인 대칭 구형파이므로 짝수 고조파는 없고 홀수 고조파만 존재한다.

사용할 공식

대칭 구형파의 푸리에 급수는
$v(t) = \frac{4V}{\pi}\left(\sin\omega t + \frac{1}{3}\sin 3\omega t + \frac{1}{5}\sin 5\omega t + \cdots\right)$
이다. 따라서 n차 고조파의 주파수는 $f_n = n/T$이고, 홀수인 n차 고조파의 최대 전압은 $V_{n,\,\max} = 4V/(n\pi)$이다.
파형이 $+V$와 $-V$를 반주기마다 반복하는 대칭 구형파이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 기본파 주파수는 $f_1 = 1/T = 1/0.020 = 50\text{Hz}$이다.
2. 제3고조파 주파수는 $f_3 = 3f_1 = 3 \times 50 = 150\text{Hz}$이다.
3. 제3고조파의 최대 전압은
$V_{3,\max} = \frac{4V}{3\pi} = \frac{4 \times 30}{3\pi} = \frac{40}{\pi} \approx 12.7\text{V}$
이다.

선지 판단

① X — ‘50Hz, 6.4V’는 주파수와 최대 전압이 모두 틀리다. 50Hz는 기본파 주파수이며, 제3고조파는 올바르게는 150Hz, 12.7V이다.
② X — ‘50Hz, 10V’는 주파수와 최대 전압이 모두 틀리다. 전압을 단순히 $V/3 = 10\text{V}$로 계산하면 $4/\pi$ 계수를 빠뜨리게 되며, 올바르게는 150Hz, 12.7V이다.
③ O — 계산 결과 제3고조파의 주파수는 150Hz, 최대 전압은 약 12.7V이므로 맞다.
④ X — ‘150Hz’는 맞지만 ‘17.9V’가 틀리다. 제3고조파의 최대 전압은 올바르게는 $4V/(3\pi) \approx 12.7\text{V}$이다.

오답 포인트

제3고조파의 주파수를 기본파 주파수 $1/T = 50\text{Hz}$와 혼동하기 쉽다. 또한 제3고조파의 최대 전압을 단순히 $V/3$으로 계산하면 안 된다. 먼저 기본파의 최대 전압이 $4V/\pi$이고, 그 3분의 1이 제3고조파의 최대 전압이다.

다시 나오면 이렇게 판단

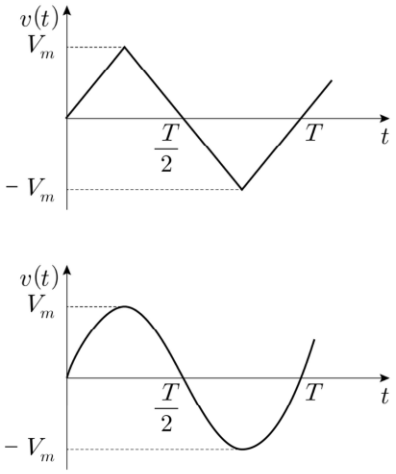
대칭 구형파에서는 먼저 $f_1 = 1/T$를 구하고, n차 고조파에 대해 $f_n = nf_1$을 적용한다. 홀수 고조파의 최대 전압은 $4V/(n\pi)$로 계산하며, 주기 단위를 초로 변환했는지 확인한다.

암기 포인트

대칭 구형파는 홀수 고조파만 존재하며, n차 홀수 고조파는 ‘주파수 n배, 최대 전압 $4V/(n\pi)$’이다.

NoteBase

문 20. 다음 파형에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 삼각파의 평균값은 사인파의 평균값보다 크다.

ㄴ. 삼각파의 실횻값은 사인파의 실횻값보다 크다.

ㄷ. 삼각파의 파형률은 사인파의 파형률보다 크다.

ㄹ. 삼각파의 파고율은 사인파의 파고율보다 크다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

같은 최댓값 V_m을 갖는 대칭 삼각파와 사인파의 평균값, 실효값, 파형률, 파고율을 비교하는 문제이다. 두 파형은 양·음의 면적이 대칭이므로 전주기 평균값은 모두 0이며, 크기의 평균을 비교할 때는 정류 평균값을 사용한다.

NoteBase

선지별 해설

① ㄱ, ㄴ X
ㄱ은 틀리다. 두 파형 모두 전주기 평균값은 0이므로 삼각파의 평균값이 더 크지 않다. 정류 평균값도 삼각파는 $V_m/2$, 사인파는 $2V_m/\pi$이므로 삼각파가 더 작다. ㄴ도 틀리다. 삼각파의 실효값은 $V_m/\sqrt{3}$, 사인파의 실효값은 $V_m/\sqrt{2}$이므로 삼각파의 실효값이 더 작다. 따라서 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄷ, ㄹ'로 고쳐야 한다.

② ㄱ, ㄹ X
ㄹ은 맞지만 ㄱ은 틀리다. 파고율은 최댓값을 실효값으로 나눈 값이므로 삼각파는 $\sqrt{3}$, 사인파는 $\sqrt{2}$가 되어 삼각파가 더 크다. 그러나 평균값은 두 파형 모두 전주기 기준 0이고, 정류 평균값도 삼각파가 더 작다. 따라서 'ㄱ, ㄹ'은 'ㄷ, ㄹ'로 고쳐야 한다.

③ ㄴ, ㄷ X
ㄷ은 맞지만 ㄴ은 틀리다. 파형률은 실효값을 정류 평균값으로 나눈 값이다. 삼각파의 파형률은 $2/\sqrt{3}$, 사인파의 파형률은 $\pi/(2\sqrt{2})$이므로 삼각파가 더 크다. 반면 실효값은 $V_m/\sqrt{3} < V_m/\sqrt{2}$이므로 삼각파가 더 작다. 따라서 'ㄴ, ㄷ'은 'ㄷ, ㄹ'로 고쳐야 한다.

④ ㄷ, ㄹ O
삼각파의 파형률은 $2/\sqrt{3}$으로 사인파의 $\pi/(2\sqrt{2})$보다 크고, 삼각파의 파고율은 $\sqrt{3}$으로 사인파의 $\sqrt{2}$보다 크다. 따라서 옳은 설명은 ㄷ과 ㄹ이다.

오답 포인트

최댓값 V_m이 같다는 사실만으로 평균값이나 실효값도 같다고 판단하는 것이 함정이다. 특히 대칭 교류의 전주기 평균값은 모두 0이며, 실효값은 사인파가 삼각파보다 크다. 반면 파형률과 파고율은 분모까지 계산해야 하므로 두 항목 모두 삼각파가 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 최댓값의 삼각파와 사인파가 나오면 정류 평균값과 실효값을 먼저 적는다. 삼각파는 각각 $V_m/2$, $V_m/\sqrt{3}$이고, 사인파는 각각 $2V_m/\pi$, $V_m/\sqrt{2}$이다. 그다음 파형률은 '실효값/정류 평균값', 파고율은 '최댓값/실효값'으로 계산한다.

암기 포인트

같은 V_m에서 실효값은 사인파가 크지만, 파형률과 파고율은 삼각파가 크다.