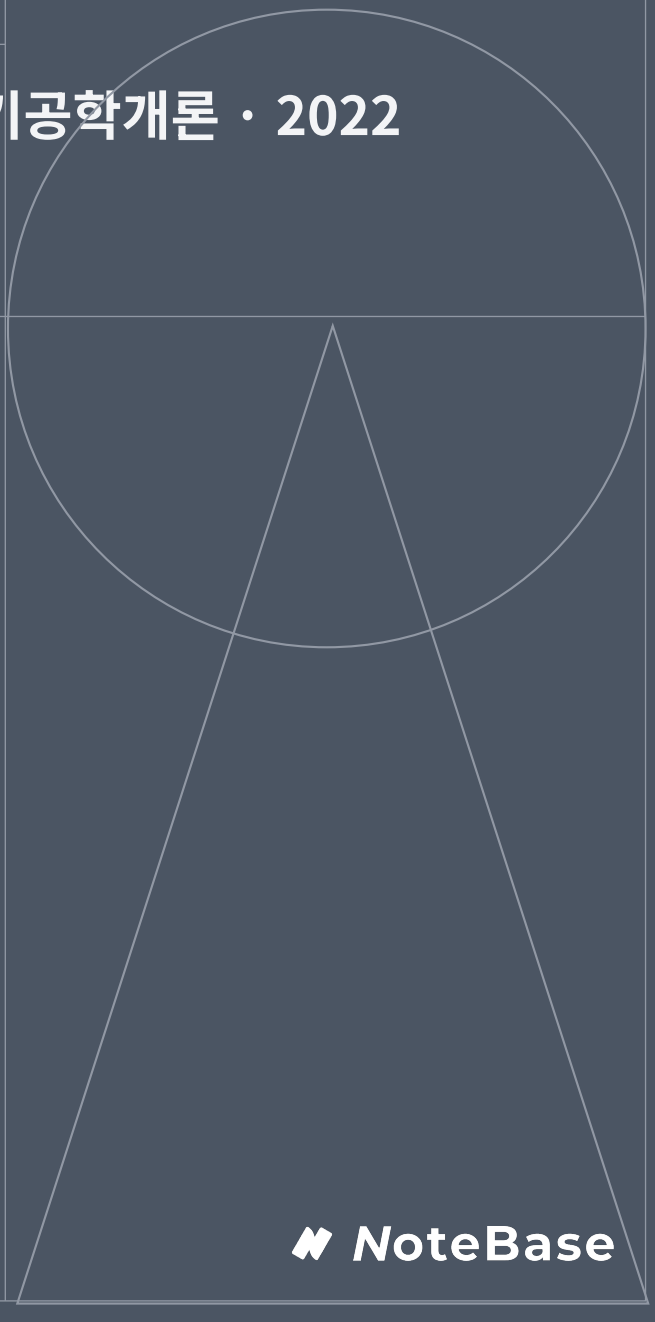
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2022

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2022

문 1. 다음은 전압발생 현상에 대한 설명이다. 어떤 종류의 전압발생에 대한 설명인가?

어떤 재료를 구부리거나 비틀면 재료에 가한 힘에 의해 구성 원자의 전자가 원자의 회전 궤도에서 이탈하고, 가한 힘을 제거하면 전자는 원자의 원래 회전 궤도에 복귀하는 현상이다.

① 정전기 현상
② 전자기유도 현상
③ 압전 현상
④ 열전자방출 현상
⑤ 광전효과

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 힘을 가해 재료가 변형될 때 전하 분리가 생겨 전압이 발생하는 현상이 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

압전 현상: 결정이나 세라믹 같은 재료에 압력, 굽힘, 비틀림 등의 기계적 힘을 가하면 전기적 분극이 생겨 전압이 발생하는 현상이다. 힘을 제거하면 변형과 분극이 줄어들어 원래 상태로 돌아가려는 성질을 보인다.
정전기 현상: 마찰이나 접촉 등에 의해 전하가 한쪽에 축적되는 현상이다.
전자기유도 현상: 코일을 지나는 자기선속이 변할 때 유도기전력이 생기는 현상이다.
열전자방출 현상: 금속을 가열했을 때 전자가 표면 밖으로 방출되는 현상이다.
광전효과: 빛을 받은 물질에서 전자가 방출되는 현상이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
정전기 현상은 마찰 등으로 전하가 축적되는 현상이다. 지문은 재료를 구부리거나 비트는 기계적 힘에 의해 전압이 생긴다고 했으므로 핵심 원인이 단순 전하 축적이 아니다. 틀린 표현은 '정전기 현상'이고, 올바르게는 '압전 현상'이다.

② X
전자기유도 현상은 자기장이 변하거나 도체가 자기장 속에서 움직일 때 유도기전력이 생기는 현상이다. 지문에는 자기장, 코일, 자속 변화가 없고 재료의 변형이 원인이다. 틀린 표현은 '전자기유도 현상'이고, 올바르게는 '압전 현상'이다.

③ O
압전 현상은 재료에 압력, 굽힘, 비틀림 같은 기계적 힘이 작용할 때 내부 전하 중심이 어긋나 전압이 발생하는 현상이다. 지문은 힘을 가하면 전자가 원래 궤도에서 벗어나고 힘을 제거하면 원래 상태로 복귀한다고 설명하므로 압전 현상에 해당한다.

④ X
열전자방출 현상은 열에너지를 받은 금속 표면에서 전자가 튀어나오는 현상이다. 지문은 가열이나 온도 상승이 아니라 기계적 힘에 따른 전압 발생을 설명한다. 틀린 표현은 '열전자방출 현상'이고, 올바르게는 '압전 현상'이다.

⑤ X
광전효과는 빛을 받은 물질에서 전자가 방출되는 현상이다. 지문에는 빛의 조사나 광에너지가 없고, 재료에 힘을 가하는 상황만 제시되어 있다. 틀린 표현은 '광전효과'이고, 올바르게는 '압전 현상'이다.

오답 포인트

지문의 '재료를 구부리거나 비틀면'과 '가한 힘을 제거하면'이 결정적 단서이다. '전자가 이탈한다'는 표현만 보고 열전자방출이나 광전효과로 고르면 안 되고, 전압 발생의 원인이 열이나 빛이 아니라 기계적 힘인지 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압 발생 원인을 먼저 본다. 힘, 압력, 굽힘, 비틀림, 변형이 원인이면 압전 현상이고, 자속 변화이면 전자기유도, 열이면 열전자방출, 빛이면 광전효과, 마찰 전하 축적이면 정전기 현상으로 판단한다.

암기 포인트

압전은 '압력으로 전기'이다. 누르거나 비틀어 전압이 생기면 압전 현상이다.

NoteBase

문 2. 진공 중에 단면적이 극히 작은 두 직선 도선에 $I_1 = 1[\mathrm{A}]$, $I_2 = 2[\mathrm{A}]$가 $1[\mathrm{m}]$ 간격으로 떨어져 평행하게 흐르고 있을 때, 두 도선 사이에 작용하는 단위 길이당 전자력[N/m]은?

① 1×10^{-7}

② 2×10^{-7}

③ 3×10^{-7}

④ 4×10^{-7}

⑤ 5×10^{-7}

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 진공 중 평행한 두 직선 도선 사이에 작용하는 단위 길이당 전자력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $I_1 = 1A$, $I_2 = 2A$, 도선 사이 거리 $d = 1m$이다.
구해야 할 값: 두 도선 사이에 작용하는 단위 길이당 전자력 $F/L[N/m]$이다.
주의할 조건: 두 전류가 평행하게 흐르므로 힘의 크기는 평행 도선 사이의 전자력 공식으로 계산한다.

사용할 공식

평행한 두 긴 직선 도선 사이의 단위 길이당 힘은
$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$
이다. 진공에서는 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} N/A^2$이므로 이 공식을 사용할 수 있다.

계산 과정

$\frac{F}{L} = \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \times 1 \times 2}{2\pi \times 1}$
분자와 분모의 2π를 정리하면
$\frac{F}{L} = 4 \times 10^{-7} N/m$
이다. 따라서 두 도선 사이에 작용하는 단위 길이당 전자력은 $4 \times 10^{-7} N/m$이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 4×10^{-7}이므로 1×10^{-7}은 틀리다. 틀린 표현 1×10^{-7} → 올바르게는 4×10^{-7}이다.
② X: 계산 결과는 4×10^{-7}이므로 2×10^{-7}은 틀리다. 틀린 표현 2×10^{-7} → 올바르게는 4×10^{-7}이다.
③ X: 계산 결과는 4×10^{-7}이므로 3×10^{-7}은 틀리다. 틀린 표현 3×10^{-7} → 올바르게는 4×10^{-7}이다.
④ O: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$, $I_1 I_2 = 2$, $d = 1$을 대입하면 $F/L = 4 \times 10^{-7} N/m$이므로 맞다.
⑤ X: 계산 결과는 4×10^{-7}이므로 5×10^{-7}은 틀리다. 틀린 표현 5×10^{-7} → 올바르게는 4×10^{-7}이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$만 보고 바로 ④를 고르는 것이 아니라, $I_1 I_2$와 $2\pi d$까지 함께 약분해야 한다는 점이다. 이 문항에서는 $I_1 I_2 = 2$이고 $d = 1$이어서 2π가 정리되어 최종값이 4×10^{-7}이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

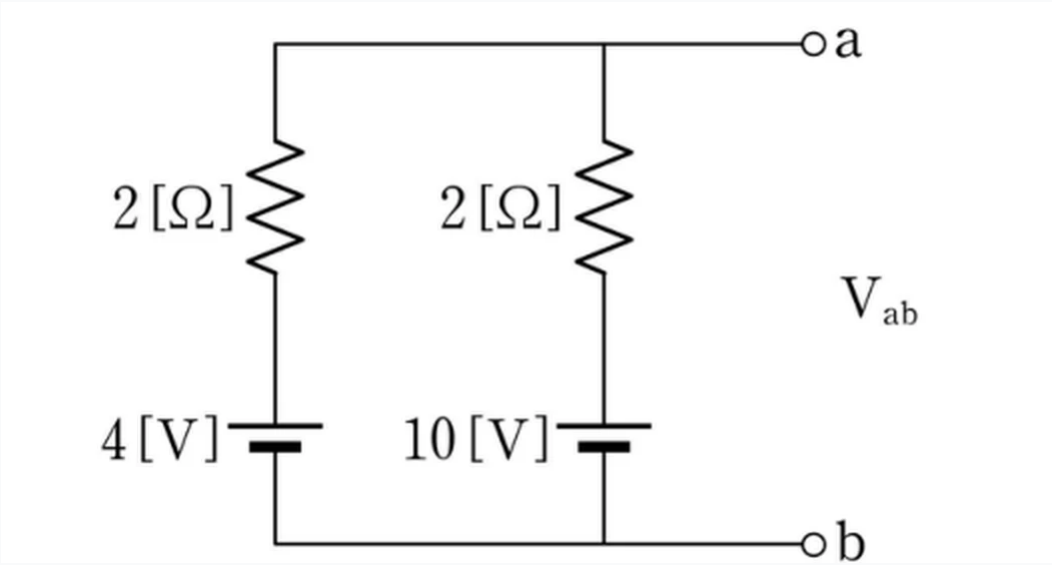
평행한 두 직선 도선 문제는 $F/L = \mu_0 I_1 I_2/(2\pi d)$를 먼저 쓰고, 전류의 곱과 도선 간 거리를 대입한 뒤 π와 숫자 계수를 끝까지 약분해 판단한다.

암기 포인트

평행 도선의 단위 길이당 힘은 전류의 곱에 비례하고 거리에는 반비례한다. 공식은 $F/L = \mu_0 I_1 I_2/(2\pi d)$이다.

NoteBase

문 3. 다음 회로에서 단자 a, b에 나타나는 전압 $V_{ab}[V]$는?



① 3

② 4

③ 5

④ 6

⑤ 7

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 병렬로 연결된 두 전압원-저항 가지에서 단자 전압 V_{ab}를 구하는 문제이다. 외부 부하가 없으므로 단자 a에서 두 가지 전류의 대수합은 0이 된다.

조건 정리

주어진 값: 왼쪽 가지는 2Ω와 $4V$ 전압원, 오른쪽 가지는 2Ω와 $10V$ 전압원이다.
구해야 할 값: V_{ab}이다.
주의할 조건: 두 전압원은 같은 극성으로 연결되어 있고, 단자 a, b 사이에는 외부 부하가 연결되어 있지 않다.

사용할 공식

단자 b를 기준점으로 두고 $V_a = V_{ab}$라 하면, 단자 a에서 키르히호프 전류법칙을 적용한다.
$\frac{V_a - 4}{2} + \frac{V_a - 10}{2} = 0$
각 가지가 같은 저항 2Ω을 통해 각각 $4V$, $10V$ 전위점에 연결되어 있으므로, 외부 전류가 없는 단자 전압은 두 전압의 저항 가중 평균으로 정해진다.

NoteBase

계산 과정

$\frac{V_a-4}{2}+\frac{V_a-10}{2}=0$

양변에 2를 곱하면

$(V_a-4)+(V_a-10)=0$

따라서

$2V_a-14=0,\quad V_a=7$

그러므로 $V_{ab}=V_a-V_b=7V$이다.

선지 판단

① X: $3V$가 아니라 $7V$이다. 틀린 표현은 "3"이고, 올바르게는 "7"이다.

② X: $4V$는 왼쪽 전압원 값일 뿐 단자 전압이 아니다. 틀린 표현은 "4"이고, 올바르게는 "7"이다.

③ X: $5V$는 두 전압원 차 $10-4=6$ 또는 평균 계산을 잘못 처리할 때 나올 수 있는 값이지 KCL 결과가 아니다. 틀린 표현은 "5"이고, 올바르게는 "7"이다.

④ X: $6V$는 두 전압원 차 $10-4$에 해당하는 값이며 단자 a, b 사이 전압이 아니다. 틀린 표현은 "6"이고, 올바르게는 "7"이다.

⑤ O: 계산 결과 $V_{ab}=7V$이므로 ⑤가 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전압원 값 4와 10을 단순히 더하거나 빼는 것이다. 이 회로는 외부 부하가 없는 병렬 가지 회로이므로, 단자 a에서 $(V_a-4)/2$와 $(V_a-10)/2$의 합이 0이 되도록 전압이 정해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

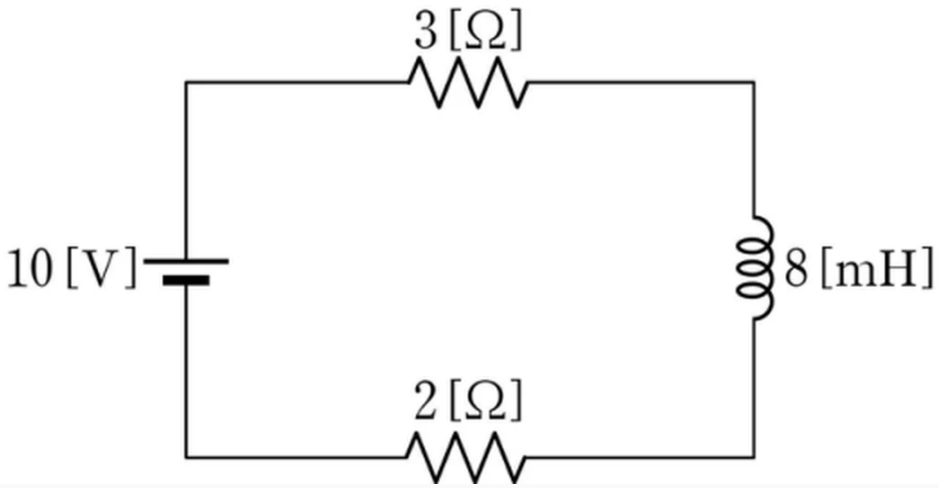
여러 전압원이 저항을 거쳐 한 단자에 연결된 개방 회로에서는 기준점을 먼저 정하고, 공통 단자에서 KCL을 세운다. 저항이 모두 같으면 단자 전압은 연결된 전압원 전압들의 평균이 된다.

암기 포인트

같은 저항 두 개로 $4V$와 $10V$가 공통 단자에 연결되면 개방 단자 전압은 $(4+10)/2=7V$이다.

NoteBase

문 4. 다음 회로에서 코일에 흐르는 전류에 의해서 코일에 저장되는 자기에너지[mJ]는? (단, 회로는 정상상태에 도달해 있다.)



① 6
② 9
③ 12
④ 16
⑤ 32

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직류 RL 회로가 정상상태에 도달했을 때 코일을 단락처럼 보고 전류를 구한 뒤, 코일의 자기에너지 공식으로 저장 에너지를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 10V, 저항은 3Ω와 2Ω, 코일 인덕턴스는 8mH이다.
구해야 할 값: 코일 전류에 의해 코일에 저장되는 자기에너지 [mJ]이다.
주의할 조건: 회로가 정상상태이므로 직류에서 코일은 이상적으로 전압강하가 없는 단락 상태로 본다.

사용할 공식

직류 정상상태 전류는 $I = V/R$로 구한다.
코일에 저장되는 자기에너지는 $W = \frac{1}{2}LI^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 코일의 저장 에너지가 인덕턴스 L과 코일 전류 I의 제곱에 비례하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 정상상태에서 코일은 단락이므로 회로의 저항은 직렬 연결된 $3\Omega + 2\Omega = 5\Omega$이다.
2. 코일에 흐르는 정상상태 전류는 $I = \frac{10}{5} = 2\text{A}$이다.
3. 인덕턴스는 $8\text{mH} = 8 \times 10^{-3}\text{H}$로 바꾼다.
4. 자기에너지는 $W = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-3} \times 2^2 = 16 \times 10^{-3}\text{J} = 16\text{mJ}$이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 16mJ이므로 6mJ가 아니다. 틀린 표현 6 → 올바르게는 16이다.
② X: 정상상태 전류는 2A이고 에너지는 16mJ이다. 틀린 표현 9 → 올바르게는 16이다.
③ X: 저항 3Ω와 2Ω는 직렬이므로 전체 저항 5Ω를 사용해야 하며, 결과는 12mJ가 아니다. 틀린 표현 12 → 올바르게는 16이다.
④ O: $I = 2\text{A}$, $L = 8\text{mH}$를 $W = \frac{1}{2}LI^2$에 대입하면 16mJ가 된다.
⑤ X: 32mJ는 에너지 공식의 $\frac{1}{2}$를 빠뜨리면 나오는 값이다. 틀린 표현 32 → 올바르게는 16이다.
계산 결과 16mJ이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 정상상태의 코일을 개방처럼 보거나, 3Ω와 2Ω의 직렬 합을 빠뜨리거나, $W = \frac{1}{2}LI^2$의 $\frac{1}{2}$를 누락하는 것이다. 특히 ⑤의 32는 LI^2만 계산한 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 RL 회로의 정상상태 문제는 코일을 단락으로 보고 전체 저항으로 전류를 먼저 구한 다음, 인덕턴스를 H 단위로 바꾸어 $W = \frac{1}{2}LI^2$에 대입한다고 판단한다.

암기 포인트

직류 정상상태에서 코일은 단락, 코일 에너지는 $\frac{1}{2}LI^2$이다.

NoteBase

문 5. 어떤 저항 회로에 200[V]의 직류전압을 인가하여 2, 400[cal]의 열량을 발생하게 하는 적절한 전류[A]와 시간[s]의 조합으로 옳은 것은?

① 전류: 5, 시간: 5

② 전류: 5, 시간: 10

③ 전류: 5, 시간: 20

④ 전류: 10, 시간: 10

⑤ 전류: 10, 시간: 20

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전기에너지와 발생 열량의 관계식 $H = 0.24VIt$를 이용해 전류와 시간의 곱을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압 $V = 200V$, 열량 $H = 2, 400cal$
구해야 할 값: 적절한 전류 I와 시간 t의 조합
주의할 조건: 열량은 cal로 주어졌으므로 줄의 법칙을 cal 단위 식으로 쓰면 0.24를 곱한다.

사용할 공식

$H = 0.24VIt$
전력은 $P = VI$이고, 전기에너지는 VIt이다. 이를 열량 cal로 바꾸면 $1J = 0.24cal$이므로 $H = 0.24VIt$를 사용한다.

계산 과정

$2, 400 = 0.24 \times 200 \times I \times t$
$2, 400 = 48It$
$It = \frac{2, 400}{48} = 50$
따라서 전류와 시간의 곱이 $50A \cdot s$가 되는 조합을 고르면 된다. ②의 $5A \times 10s = 50A \cdot s$이므로 조건을 만족한다.

NoteBase

선지 판단

① X

- $5A \times 5s = 25A \cdot s$이다. 필요한 $50A \cdot s$의 절반이므로 발생 열량은 $2,400cal$보다 작다. 틀린 표현은 시간 $5s$이고, 올바르게는 전류가 $5A$라면 시간이 $10s$이어야 한다.

② O

- $5A \times 10s = 50A \cdot s$이다. $H = 0.24 \times 200 \times 50 = 2,400cal$이므로 조건과 일치한다.

③ X

- $5A \times 20s = 100A \cdot s$이다. 필요한 값의 2배라서 발생 열량도 2배인 $4,800cal$이 된다. 틀린 표현은 시간 $20s$이고, 올바르게는 전류가 $5A$라면 시간이 $10s$이어야 한다.

④ X

- $10A \times 10s = 100A \cdot s$이다. 필요한 값의 2배라서 발생 열량이 $2,400cal$을 초과한다. 틀린 표현은 시간 $10s$이고, 올바르게는 전류가 $10A$라면 시간이 $5s$이어야 한다.

⑤ X

- $10A \times 20s = 200A \cdot s$이다. 필요한 값의 4배라서 발생 열량은 $9,600cal$이 된다. 틀린 표현은 시간 $20s$이고, 올바르게는 전류가 $10A$라면 시간이 $5s$이어야 한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전류와 시간을 따로 고르는 것이 아니라 곱 It를 맞추어야 한다는 점이다. 또한 J와 cal 변환을 빠뜨리면 $H = VIt$처럼 계산하여 전혀 다른 값을 얻게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

열량이 cal로 주어지면 $H = 0.24VIt$를 세우고, 먼저 It 값을 구한 뒤 각 선지의 전류와 시간의 곱을 비교한다.

암기 포인트

전기 열량 공식은 J 단위에서는 VIt, cal 단위에서는 $0.24VIt$이다.

NoteBase

문 6. 기전력이 $1.5[V]$이고, 내부저항이 $0.5[\Omega]$인 전지와 $R_1 = 1[\Omega]$, $R_2 = 1.5[\Omega]$가 모두 직렬연결된 폐회로에서 저항 R_2 양단의 전압$[V]$은?

① 0.5

② 0.75

③ 1.25

④ 1.5

⑤ 2.0

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 내부저항까지 포함한 직렬회로의 전체 전류를 구한 뒤, 저항 R_2 양단의 전압 V_{R_2}를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기전력 $E = 1.5V$, 내부저항 $r = 0.5\Omega$, $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 1.5\Omega$이다.
구해야 할 값: 저항 R_2 양단의 전압이다.
주의할 조건: 내부저항, R_1, R_2가 모두 직렬이므로 전체 저항에 내부저항도 포함된다.

사용할 공식

직렬회로의 전류는 $I = \frac{E}{r + R_1 + R_2}$이다.
저항 R_2 양단의 전압은 $V_{R_2} = IR_2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 직렬회로에서는 모든 저항에 같은 전류가 흐르고, 각 저항 양단 전압은 그 전류와 해당 저항값의 곱으로 정해진다.

계산 과정

1. 전체 저항은 $r + R_1 + R_2 = 0.5 + 1 + 1.5 = 3\Omega$이다.
2. 회로 전류는 $I = \frac{1.5}{3} = 0.5A$이다.
3. R_2 양단의 전압은 $V_{R_2} = IR_2 = 0.5 \times 1.5 = 0.75V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $0.5V$는 계산 결과 $0.75V$와 다르다. 0.5는 회로 전류 $0.5A$를 전압으로 착각한 값이고, 올바르게는 $0.75V$이다.
② O: 전체 전류가 $0.5A$이고 $R_2 = 1.5\Omega$이므로 $V_{R_2} = 0.5 \times 1.5 = 0.75V$이다.
③ X: $1.25V$는 R_2 양단 전압이 아니다. 전체 기전력 $1.5V$에서 내부저항의 전압강하 $0.25V$만 뺀 값에 가깝고, 올바르게는 R_2에 걸리는 전압 $0.75V$이다.
④ X: $1.5V$는 전지의 기전력 전체값이다. 내부저항과 R_1에도 전압강하가 생기므로 R_2에 전체 기전력이 모두 걸리지 않고, 올바르게는 $0.75V$이다.
⑤ X: $2.0V$는 주어진 기전력 $1.5V$보다 큰 값이므로 수동 저항 R_2 양단 전압이 될 수 없다. 올바른 전압은 $0.75V$이다.
계산 결과 $0.75V$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 내부저항 0.5Ω을 전체 저항에서 빼먹거나, 회로 전류 $0.5A$와 R_2 양단 전압을 혼동하게 하는 것이다. 직렬 연결에서는 내부저항도 전압강하를 만들기 때문에 외부 저항 하나에 기전력 전체가 걸린다고 보면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

전지가 내부저항을 가진 직렬회로로 나오면 먼저 전체 저항에 내부저항을 포함해 전류를 구하고, 그다음 묻는 저항 하나에 대해 $V = IR$을 적용한다.

암기 포인트

내부저항이 있는 직렬회로에서는 I=Er+R_외부, 특정 저항의 전압은 IR이다.

NoteBase

문 7. 다음은 자기력선에 대한 설명이다. 옳은 것을 있는 대로 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 자기력선은 서로 접하거나 교차한다.

ㄴ. 자기력선은 자석의 외부에서는 N극에서 나와서 S극으로 들어간다.

ㄷ. 자계의 방향은 자기력선 위의 한 점에서의 접선 방향이다.

ㄹ. 자극 m[Wb]에서는 $\frac{\mu}{m}$ 개의 자기력선이 발생한다. (단, μ는 자성체의 투자율이다.)

① ㄱ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 자기력선의 기본 성질, 방향, 자계와의 관계, 자극에서 나오는 자기력선 수의 표현을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

자기력선은 자기장의 방향을 나타내는 가상의 선이다. 자석 외부에서는 N극에서 나와 S극으로 들어가고, 한 점에서 자기장의 방향은 하나로 정해지므로 자기력선은 서로 교차하지 않는다. 자계의 방향은 그 점에서 자기력선에 그은 접선 방향으로 판단한다. 자극 m[Wb]에서 발생하는 자기력선 수는 m/μ로 보며, μ/m가 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ만 옳다는 조합이다. 그러나 ㄱ의 '서로 접하거나 교차한다'가 틀렸다. 자기력선이 교차하거나 한 점에서 접해 두 방향을 만들면 그 점의 자계 방향이 둘 이상이 되므로 성립하지 않는다. 올바르게는 자기력선은 서로 교차하지 않는다.

② X
ㄱ, ㄴ이 옳다는 조합이다. ㄴ은 맞지만 ㄱ이 틀렸으므로 조합 전체가 틀렸다. ㄱ은 '접하거나 교차한다'가 아니라 서로 교차하지 않는다고 고쳐야 한다.

③ O
ㄴ, ㄷ이 옳다는 조합이다. ㄴ은 자석 외부에서 자기력선이 N극에서 나와 S극으로 들어간다는 설명이므로 맞다. ㄷ은 자계의 방향이 자기력선 위 한 점에서의 접선 방향이라는 설명이므로 맞다.

④ X
ㄴ, ㄷ, ㄹ이 옳다는 조합이다. ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄹ이 틀렸다. ㄹ의 'μ/m개의 자기력선'이 잘못된 표현이고, 올바르게는 자극 m[Wb]에서 m/μ개의 자기력선이 발생한다고 본다.

⑤ X
ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ이 모두 옳다는 조합이다. ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄱ과 ㄹ이 틀렸으므로 조합 전체가 틀렸다. ㄱ은 자기력선이 서로 교차하지 않는다고 고쳐야 하고, ㄹ은 μ/m가 아니라 m/μ라고 고쳐야 한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 '자기력선은 폐곡선을 이룬다'는 성질과 '서로 접하거나 교차한다'를 혼동하게 하는 점, 그리고 ㄹ에서 m/μ와 μ/m의 분자와 분모를 바꾸어 놓은 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기력선 문제는 먼저 방향을 확인한다. 자석 외부에서는 N극에서 S극이고, 한 점의 자계 방향은 자기력선의 접선 방향이다. 서로 교차한다는 표현은 한 점의 방향이 둘 이상이라는 뜻이므로 틀린 표현으로 판단한다.

암기 포인트

자기력선은 외부에서 N극에서 S극, 자계 방향은 접선 방향, 자기력선은 교차하지 않는다. 자극 m의 자기력선 수는 m/μ이다.

NoteBase

문 8. 평균 반지름이 10[cm]이고 권선수가 500인 원형 코일에 전류가 3[A]흐를 때, 코일 중심부 자계 [AT/m]의 세기는?

① 1500
② $\frac{5000}{\pi}$
③ $\frac{7500}{\pi}$
④ 5000
⑤ 7500

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 원형 코일 중심의 자계 세기 공식 $H = \frac{NI}{2r}$를 이용해 $[AT/m]$ 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 평균 반지름 $r = 10cm = 0.1m$, 권선수 $N = 500$, 전류 $I = 3A$이다.
구해야 할 값: 코일 중심부 자계의 세기 H이다.
주의할 조건: 반지름은 cm가 아니라 m로 바꾸어 공식에 넣어야 한다.

사용할 공식

$H = \frac{NI}{2r}$

원형 코일의 중심 자계 세기는 권선수와 전류의 곱 NI에 비례하고, 코일 반지름 r이 커질수록 작아지므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 반지름을 단위 변환하면 $10cm = 0.1m$이다.
2. 권선수와 전류의 곱은 $NI = 500 \times 3 = 1500$이다.
3. 공식에 대입하면
$H = \frac{500 \times 3}{2 \times 0.1} = \frac{1500}{0.2} = 7500AT/m$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- 1500은 $NI = 500 \times 3$만 계산한 값이다. 중심 자계는 NI를 $2r$로 나누어야 하므로 올바른 값은 7500이다.

② X

- $\frac{5000}{\pi}$는 원형 코일 중심 자계 공식의 결과가 아니다. 이 문제에서는 π가 들어가는 원주 길이 공식이 아니라 $H = \frac{NI}{2r}$를 써야 하므로 올바른 값은 7500이다.

③ X

- $\frac{7500}{\pi}$는 분모에 불필요하게 π를 넣은 값이다. 원형 코일 중심 자계의 분모는 $2\pi r$이 아니라 $2r$이므로 올바른 값은 7500이다.

④ X

- 5000은 주어진 $N = 500, I = 3, r = 0.1m$를 $\frac{NI}{2r}$에 정확히 대입한 값이 아니다. 계산 결과는 $\frac{1500}{0.2} = 7500$이다.

⑤ O

- 계산 결과가 $7500AT/m$이므로 ⑤가 맞다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $10cm$를 $0.1m$로 바꾸지 않거나, 원형이라는 말 때문에 분모에 π를 넣는 것이다. 원형 코일 중심 자계 공식은 원주 길이를 구하는 공식이 아니므로 $2\pi r$가 아니라 $2r$가 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

원형 코일 중심 자계 문제는 반지름 단위 변환을 먼저 하고, NI를 구한 뒤, $H = \frac{NI}{2r}$에 대입해 판단한다.

암기 포인트

원형 코일 중심 자계는 $H = \frac{NI}{2r}$이다. 중심 자계 공식에는 π가 붙지 않는다.

NoteBase

문 9. 자기인덕턴스 $0.1[H]$인 코일에 실효값 $100\pi[V]$, 주파수 $50[Hz]$, 위상각 $0[rad]$인 전압을 인가했을 때, 흐르는 전류$[A]$의 실효값 크기는?

① 5

② $5\sqrt{2}$

③ 10

④ $10\sqrt{2}$

⑤ 20

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 순수 인덕턴스 코일의 유도 리액턴스 $X_L = 2\pi fL$를 이용해 흐르는 전류의 실효값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자기인덕턴스 $L = 0.1H$, 전압 실효값 $V = 100\pi V$, 주파수 $f = 50Hz$, 전압 위상각 $0rad$이다.
구해야 할 값: 코일에 흐르는 전류의 실효값 I이다.
주의할 조건: 전압이 이미 실효값으로 주어졌으므로 최대값으로 바꾸기 위해 $\sqrt{2}$를 곱하지 않는다.

사용할 공식

인덕터의 유도 리액턴스는 $X_L = 2\pi fL$이고, 순수 인덕턴스 회로에서 전류의 실효값은 $I = \frac{V}{X_L}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 코일의 저항값이 따로 주어지지 않고 자기인덕턴스만 주어졌으므로, 교류에서 전류를 제한하는 값은 유도 리액턴스이다.

계산 과정

1. 유도 리액턴스를 구한다.
$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 0.1 = 10\pi\Omega$
2. 전류의 실효값을 구한다.
$I = \frac{V}{X_L} = \frac{100\pi}{10\pi} = 10A$
따라서 흐르는 전류의 실효값은 $10A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 $10A$이므로 5는 틀리다. 틀린 표현 5 → 올바르게는 10이다.
② X: 계산 결과는 $10A$이므로 $5\sqrt{2}$는 틀리다. 틀린 표현 $5\sqrt{2}$ → 올바르게는 10이다.
③ O: $X_L = 10\pi\Omega$, $I = 100\pi/10\pi = 10A$이므로 10은 맞다.
④ X: 전압이 실효값으로 주어졌는데 최대값 변환을 섞으면 $\sqrt{2}$가 잘못 붙을 수 있다. 틀린 표현 $10\sqrt{2}$ → 올바르게는 10이다.
⑤ X: 계산 결과는 $10A$이므로 20은 틀리다. 틀린 표현 20 → 올바르게는 10이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 실효값과 최대값을 혼동해 $\sqrt{2}$를 붙이거나, 유도 리액턴스 $X_L = 2\pi fL$ 계산에서 $L = 0.1H$를 빠뜨리는 것이다. 이 문항에서는 전압이 처음부터 실효값 $100\pi V$이므로 전류도 실효값 공식 $I = V/X_L$로 바로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

인덕터만 주어진 교류 코일 문제는 먼저 $X_L = 2\pi fL$를 계산하고, 문제에서 묻는 값이 실효값인지 최대값인지 확인한 뒤 $I = V/X_L$를 적용한다.

암기 포인트

코일 전류는 $X_L = 2\pi fL$로 막히고, 실효값 전압이 주어지면 실효값 전류는 그대로 $I = V/X_L$이다.

NoteBase

문 10. $v(t) = 220\sqrt{2}\sin(377t + \frac{\pi}{6})[V]$**의 전압을 크기가** $10[\Omega]$**인 저항만의 회로에 인가했을 때,** $t = 0$ **에서의 전류**$[A]$**는?**

① $5\sqrt{2}$

② 10

③ $11\sqrt{2}$

④ 22

⑤ $22\sqrt{2}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 저항만 있는 회로에서 순간 전류가 순간 전압을 저항으로 나눈 값이라는 관계를 이용해 $t = 0$에서의 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v(t) = 220\sqrt{2}\sin(377t + \pi/6)[V]$이다.
저항은 $R = 10[\Omega]$이다.
구해야 할 값은 $t = 0$에서의 전류 $i(0)$이다.
저항만 있는 회로이므로 전류와 전압은 같은 위상이고, 순간값끼리 $i(t) = v(t)/R$를 적용한다.

사용할 공식

$i(t) = \frac{v(t)}{R}$

이 공식을 쓰는 이유는 회로가 저항만으로 구성되어 있어 옴의 법칙을 순간값에 그대로 적용할 수 있기 때문이다.

계산 과정

먼저 $t = 0$을 전압식에 대입한다.
$v(0) = 220\sqrt{2}\sin(\pi/6)$
$\sin(\pi/6) = 1/2$이므로,
$v(0) = 220\sqrt{2} \times \frac{1}{2} = 110\sqrt{2}[V]$
저항이 $10[\Omega]$이므로,
$i(0) = \frac{110\sqrt{2}}{10} = 11\sqrt{2}[A]$
따라서 $t = 0$에서의 전류는 $11\sqrt{2}[A]$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- $5\sqrt{2}$는 계산 결과 $11\sqrt{2}$와 다르다. 틀린 표현 $5\sqrt{2}$ → 올바르게는 $11\sqrt{2}$이다.

② X

- 10은 $\sqrt{2}$ 계수와 위상각에 따른 sin(π/6) 계산을 반영한 값이 아니다. 틀린 표현 10 → 올바르게는 $11\sqrt{2}$이다.

③ O

- $v(0) = 110\sqrt{2}[V]$이고 이를 10[Ω]으로 나누면 $i(0) = 11\sqrt{2}[A]$가 된다.

④ X

- 22는 220을 10으로 나눈 뒤 $\sqrt{2}$와 sin(π/6) = 1/2의 효과를 제대로 반영하지 않은 값이다. 틀린 표현 22 → 올바르게는 $11\sqrt{2}$이다.

⑤ X

- $22\sqrt{2}$는 $220\sqrt{2}$를 10으로 나눈 값으로, $t = 0$에서 sin(π/6) = 1/2를 곱해야 하는 단계를 빠뜨린 값이다. 틀린 표현 $22\sqrt{2}$ → 올바르게는 $11\sqrt{2}$이다.

계산 결과가 $11\sqrt{2}[A]$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전압의 최대값 $220\sqrt{2}$를 바로 저항으로 나누는 것이다. 반드시 먼저 $t = 0$을 대입해 sin(π/6) = 1/2를 반영한 뒤 저항 10[Ω]으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

저항만 있는 회로의 순간 전류 문제는 주어진 시간 대입 → 순간 전압 계산 → $i = v/R$ 적용 순서로 판단한다.

암기 포인트

저항 회로에서는 순간값도 옴의 법칙 그대로 $i(t) = v(t)/R$이고, 사인식 문제는 먼저 시간을 대입한다.

NoteBase

문 11. 내부 임피던스가 $Z_g = 1.3 + j2[\Omega]$인 발전기에 임피던스 $Z_l = 1.7 + j3[\Omega]$인 선로를 연결하여 부하에 전력을 공급한다. 최대전력을 전송할 수 있는 부하의 임피던스 $Z_L[\Omega]$은?

① $3 - j5$

② $3 + j5$

③ $1.3 - j2$

④ $1.7 - j3$

⑤ $0.4 - j$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 교류 회로의 최대전력전송 조건을 이용해 부하 임피던스 Z_L을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 발전기 내부 임피던스 $Z_g = 1.3 + j2\Omega$, 선로 임피던스 $Z_l = 1.7 + j3\Omega$이다.
구해야 할 값: 부하에 최대전력이 전달되는 부하 임피던스 Z_L이다.
주의할 조건: 부하에서 바라본 전원 측 등가 임피던스는 발전기 내부 임피던스와 선로 임피던스를 더한 값이다.

사용할 공식

교류 최대전력전송 조건은 부하 임피던스가 전원 측 테브난 임피던스의 켤레복소수일 때이다.
$Z_L = Z_{th}^*$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 부하에 전달되는 전력이 최대가 되는 부하 임피던스를 묻고 있고, 전원 측에는 발전기 내부 임피던스와 선로 임피던스가 직렬로 존재하기 때문이다.

계산 과정

1. 전원 측 등가 임피던스를 구한다.
$Z_{th} = Z_g + Z_l = (1.3 + j2) + (1.7 + j3)$
2. 실수부와 허수부를 각각 더한다.
$Z_{th} = 3 + j5\Omega$
3. 최대전력전송 조건에 따라 켤레복소수를 취한다.
$Z_L = Z_{th}^* = 3 - j5\Omega$

NoteBase

선지 판단

① O - 계산 결과 $Z_L = 3 - j5\Omega$와 일치하므로 옳다.
② X - $3 + j5$는 전원 측 등가 임피던스 Z_{th} 자체이다. 틀린 표현 $3 + j5$는 올바르게는 켤레복소수인 $3 - j5$이다.
③ X - $1.3 - j2$는 발전기 내부 임피던스 Z_g만 켤레로 바꾼 값이다. 틀린 표현 $1.3 - j2$는 올바르게는 선로 임피던스까지 더한 뒤 켤레를 취한 $3 - j5$이다.
④ X - $1.7 - j3$는 선로 임피던스 Z_l만 켤레로 바꾼 값이다. 틀린 표현 $1.7 - j3$는 올바르게는 발전기 내부 임피던스까지 포함한 $3 - j5$이다.
⑤ X - $0.4 - j$는 두 임피던스를 더하지도, 최대전력전송 조건에 맞게 켤레를 취하지도 않은 값이다. 틀린 표현 $0.4 - j$는 올바르게는 $3 - j5$이다.
계산 결과 $3 - j5\Omega$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 부하를 발전기 내부 임피던스 하나의 켤레나 선로 임피던스 하나의 켤레로 착각하게 하는 것이다. 또한 ②처럼 전원 측 등가 임피던스 $3 + j5$를 구한 뒤 허수부 부호를 바꾸지 않으면 최대전력전송 조건을 적용하지 못한 답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

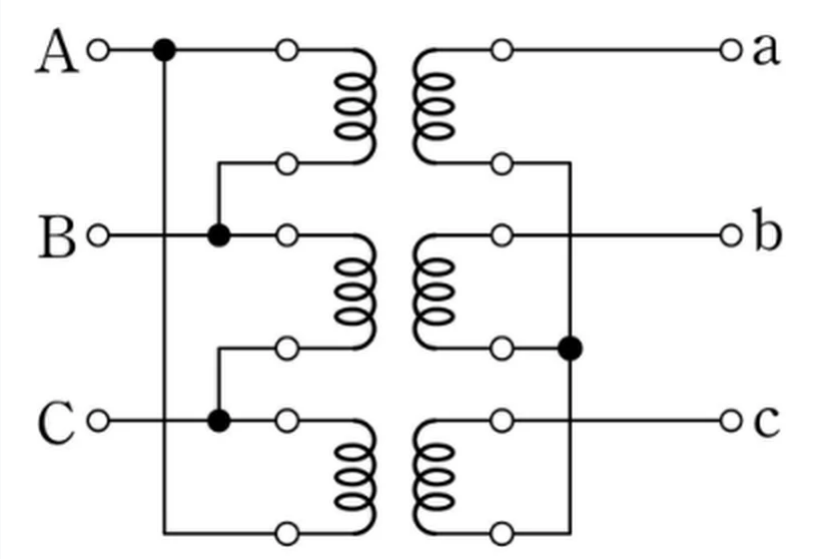
교류 최대전력전송 문제는 먼저 부하에서 바라본 전원 측 전체 임피던스 Z_{th}를 모두 합산하고, 마지막에 허수부 부호만 바꾼 켤레복소수 Z_{th}^*를 부하 임피던스로 판단한다.

암기 포인트

최대전력전송의 부하 조건은 저항성 회로에서는 $R_L = R_{th}$, 교류 임피던스 회로에서는 $Z_L = Z_{th}^*$이다.

NoteBase

문 12. [그림]은 변압기의 3상 결선도이다. 어떤 종류의 결선방법을 나타내는 것인가?



① △-Y 결선

② Y-△ 결선

③ △-△ 결선

④ Y-Y 결선

⑤ V-Y 결선

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 변압기 3상 결선도에서 1차측 권선의 연결 형태와 2차측 권선의 공통 접속점을 읽어 Δ-Y 결선인지 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 왼쪽 1차측 A, B, C 권선은 각 권선의 끝이 다음 권선의 시작점과 이어져 폐회로를 이루므로 Δ 결선이다. 오른쪽 2차측 a, b, c 권선은 한쪽 단자가 공통점으로 모이고 다른 쪽 단자가 각 상으로 나가므로 Y 결선이다. 따라서 Δ-Y 결선이 맞다.

② X
- ②의 'Y-Δ'는 1차측이 Y, 2차측이 Δ인 경우이다. 그림은 1차측이 Δ이고 2차측이 Y이므로 틀린 표현이다. 올바르게는 Δ-Y 결선이다.

③ X
- ③의 'Δ-Δ'는 1차측과 2차측이 모두 Δ인 경우이다. 그림의 2차측은 세 권선의 한쪽 끝이 공통점에 모이는 Y 결선이므로 틀린 표현이다. 올바르게는 Δ-Y 결선이다.

④ X
- ④의 'Y-Y'는 양측 모두 중성점 형태로 모이는 경우이다. 그림의 1차측은 권선들이 서로 이어져 닫힌 삼각형 경로를 만들므로 Y가 아니라 Δ이다. 올바르게는 Δ-Y 결선이다.

⑤ X
- ⑤의 'V-Y'에서 V 결선은 세 대 중 두 대만 사용한 개방 Δ 형태이다. 그림의 1차측에는 세 권선이 모두 사용되어 Δ를 이루므로 V 결선이 아니다. 올바르게는 Δ-Y 결선이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 선로 기호 A, B, C와 a, b, c의 위치보다 권선 끝단의 실제 연결을 봐야 한다는 점이다. 왼쪽은 공통 중성점이 아니라 권선끼리 꼬리물기식으로 이어진 폐회로이고, 오른쪽은 한쪽 단자들이 공통점에 모여 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

3상 변압기 결선도에서는 먼저 각 측의 세 권선 중 한쪽 끝들이 한 점에 모이는지 확인한다. 한 점에 모이면 Y 결선이고, 각 권선의 끝이 다음 권선과 이어져 닫힌 고리를 만들면 Δ 결선이다. 세 권선 중 두 권선만 쓰인 개방 삼각형이면 V 결선으로 본다.

암기 포인트

한 점에 모이면 Y, 서로 물려 고리를 만들면 Δ, 세 대 중 두 대만 쓰면 V이다.

NoteBase

문 13. 3변수 논리식 $X = A\overline{BC} + \overline{A}BC + B\overline{C}$를 간소화하여 나타낸 것은?

① $X = \overline{AB} + B\overline{C}$

② $X = \overline{A}B + A\overline{C}$

③ $X = \overline{A}B + B\overline{C}$

④ $X = \overline{A}C + A\overline{C}$

⑤ $X = AB + AC$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 3변수 논리식에서 항을 확장해 인접한 최소항을 묶고, 불 대수의 흡수·결합 법칙으로 간소식을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 식: $X = A\overline{BC} + \overline{A}BC + B\overline{C}$
구해야 할 값: 위 논리식과 등가인 간소식
주의할 조건: $B\overline{C}$는 $AB\overline{C} + \overline{A}B\overline{C}$로 나누어 다른 항과 묶을 수 있다.

사용할 공식

$X + \overline{X} = 1$, $YZ + Y\overline{Z} = Y$, $X + XY = X$를 사용한다.

이 공식을 쓰는 이유: 세 변수 논리식은 빠진 변수를 $A + \overline{A} = 1$ 또는 $C + \overline{C} = 1$로 보충하면 인접항을 만들 수 있고, 인접항 두 개는 한 변수가 소거되어 더 짧은 곱항으로 정리된다.

계산 과정

1. 먼저 $B\overline{C}$를 A에 대해 전개한다.
$B\overline{C} = B\overline{C}(A + \overline{A}) = AB\overline{C} + \overline{A}B\overline{C}$
2. 원식에 대입하면 다음과 같다.
$X = A\overline{BC} + \overline{A}BC + AB\overline{C} + \overline{A}B\overline{C}$
3. 앞의 두 A항과 뒤의 두 $\overline{A}B$항을 각각 묶는다.
$A\overline{BC} + AB\overline{C} = A\overline{C}(\overline{B} + B) = A\overline{C}$
$\overline{A}BC + \overline{A}B\overline{C} = \overline{A}B(C + \overline{C}) = \overline{A}B$
4. 따라서 간소식은 다음과 같다.
$X = \overline{A}B + A\overline{C}$

NoteBase

선지 판단

① X

- $\overline{AB} + B\overline{C}$는 $\overline{AB}$ 때문에 $A = 0, B = 0$인 경우까지 1로 만든다. 원식에는 그 경우를 1로 만드는 항이 없다. 틀린 표현 $\overline{AB}$ → 올바르게는 $\overline{A}B$가 포함되어야 한다.

② O

- $\overline{A}B + A\overline{C}$는 계산 결과 $X = \overline{A}B + A\overline{C}$와 정확히 일치한다. 따라서 정답이다.

③ X

- $\overline{A}B + B\overline{C}$는 $AB\overline{C}$에 해당하는 경우를 포함하지 못한다. 틀린 표현 $B\overline{C}$ → 올바르게는 $A\overline{C}$가 되어야 한다.

④ X

- $\overline{A}C + A\overline{C}$는 $\overline{A}BC$에서 B가 빠진 형태라 $\overline{A}B\overline{C}$까지 1로 만든다. 또한 정답식의 $\overline{A}B$와 다르다. 틀린 표현 $\overline{A}C$ → 올바르게는 $\overline{A}B$이다.

⑤ X

- $AB + AC$는 A가 1인 항만 포함하므로 원식의 $\overline{A}BC$와 $\overline{A}B\overline{C}$ 경우를 반영하지 못한다. 틀린 표현 $AB + AC$ → 올바르게는 $\overline{A}B + A\overline{C}$이다.

계산 결과 $X = \overline{A}B + A\overline{C}$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 마지막 항 $B\overline{C}$를 그대로 두는 것이다. 이 항은 그대로 보면 ③처럼 보이지만, $A + \overline{A} = 1$로 전개하면 $A\overline{C}$와 $\overline{A}B$를 만드는 데 쓰인다.

다시 나오면 이렇게 판단

논리식 간소화 문제는 먼저 빠진 변수를 $X + \overline{X} = 1$로 보충하고, 한 변수만 다른 인접항을 찾아 $YZ + Y\overline{Z} = Y$ 형태로 소거하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

인접항 두 개는 다른 변수 하나가 사라진다. $AB\overline{C} + AB\overline{C} = A\overline{C}$, $\overline{A}BC + \overline{A}B\overline{C} = \overline{A}B$이다.

NoteBase

문 14. 정전용량이 30[μF]인 평행판 콘덴서의 양 극판의 면적을 3배로 하고, 간격을 0.5배로 하였을 때의 정전용량[μF]은?

① 5

② 15

③ 90

④ 180

⑤ 240

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평행판 콘덴서의 정전용량 공식 $C = \varepsilon A/d$에서 극판 면적 A와 극판 간격 d가 바뀔 때 정전용량이 몇 배가 되는지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 정전용량은 $30\mu F$이다.
변화 조건: 양 극판의 면적은 3배, 극판 사이 간격은 0.5배가 된다.
구해야 할 값: 변화 후 정전용량 C'이다.
주의할 조건: 정전용량은 면적에 비례하고 간격에 반비례한다.

사용할 공식

평행판 콘덴서의 정전용량은 C= A d 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 유전체 조건 변화가 제시되지 않고, 극판 면적과 극판 간격만 변했기 때문이다.
따라서 정전용량의 변화비는 C' C=A'/A d'/d 로 판단한다.

계산 과정

면적은 3배이므로 $A' = 3A$이다.
간격은 0.5배이므로 $d' = 0.5d$이다.
따라서 정전용량의 변화비는 C' C=3A/A 0.5d/d=3 0.5=6 이다.
처음 정전용량이 $30\mu F$이므로 $C' = 30 \times 6 = 180\mu F$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- $5\mu F$는 계산 결과 $180\mu F$와 다르다. 면적 증가와 간격 감소의 효과를 거꾸로 적용해 $30 \times 0.5/3$처럼 계산하면 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현 $5\mu F$ → 올바르게는 $180\mu F$이다.

② X
- $15\mu F$는 계산 결과 $180\mu F$와 다르다. 간격이 0.5배가 되면 정전용량도 0.5배가 된다고 착각한 값이다. 실제로 간격은 분모에 있으므로 간격이 0.5배가 되면 정전용량은 2배가 된다. 틀린 표현 $15\mu F$ → 올바르게는 $180\mu F$이다.

③ X
- $90\mu F$는 30×3으로 면적 3배만 반영하고 간격 0.5배에 따른 2배 증가를 빠뜨린 값이다. 틀린 표현 $90\mu F$ → 올바르게는 $180\mu F$이다.

④ O
- 면적 3배와 간격 0.5배를 함께 반영하면 정전용량은 $3/0.5 = 6$배가 된다. $30\mu F \times 6 = 180\mu F$이므로 맞다.

⑤ X
- $240\mu F$는 계산 결과 $180\mu F$와 다르다. 이 문제의 변화비는 8배가 아니라 $3/0.5 = 6$배이다. 틀린 표현 $240\mu F$ → 올바르게는 $180\mu F$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 간격 0.5배를 정전용량 0.5배로 잘못 보는 것이다. 평행판 콘덴서에서 간격 d는 분모에 있으므로 간격이 작아질수록 정전용량은 커진다. 또한 ③처럼 면적 변화만 반영하고 간격 변화의 반비례 효과를 빠뜨리면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

평행판 콘덴서 변화 문제는 $C \propto A/d$를 먼저 세우고, 면적 변화 배율은 그대로 곱하며 간격 변화 배율은 나누어 판단한다. 변화 후 정전용량은 처음 정전용량에 전체 변화비를 곱해 구한다.

암기 포인트

평행판 콘덴서는 면적에 비례, 간격에 반비례한다. 즉 A 3배와 d 0.5배는 $3 \times 2 = 6$배 증가이다.

NoteBase

문 15. 솔레노이드 코일에 흐르는 전류가 5[A]일 때, 자로의 자속이 0.2[Wb]라고 한다. 이 코일의 권수를 100회라고 할 때, 코일의 자기인덕턴스 [H]는?

① 1

② 4

③ 10

④ 20

⑤ 50

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 솔레노이드 코일의 자속, 권수, 전류가 주어졌을 때 자기인덕턴스 L을 구하는 계산 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류 $I = 5A$, 자속 $\Phi = 0.2Wb$, 권수 $N = 100$회
구해야 할 값: 코일의 자기인덕턴스 L
주의할 조건: 자속 Φ만 주어졌으므로 전체 자속쇄교수는 $N\Phi$로 계산한다.

사용할 공식

자기인덕턴스는 전류 1당 자속쇄교수이므로
$L = \frac{N\Phi}{I}$
를 사용한다. 솔레노이드 코일에서 각 권선에 같은 자속이 쇄교한다고 보면 자속쇄교수는 $N\Phi$가 된다.

계산 과정

1. 자속쇄교수를 계산한다.
$N\Phi = 100 \times 0.2 = 20Wb$
2. 자기인덕턴스를 계산한다.
$L = \frac{20}{5} = 4H$
따라서 코일의 자기인덕턴스는 $4H$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 $4H$이므로 $1H$가 아니다. 틀린 표현 1 → 올바르게는 4이다.
② O: $L = \frac{N\Phi}{I} = \frac{100 \times 0.2}{5} = 4H$이므로 맞다.
③ X: $10H$는 계산 결과 $4H$와 다르다. 틀린 표현 10 → 올바르게는 4이다.
④ X: 20은 $N\Phi = 100 \times 0.2$로 구한 자속쇄교수 값이지 자기인덕턴스가 아니다. 틀린 표현 20 → 올바르게는 4이다.
⑤ X: $50H$는 전류로 나누는 과정을 반대로 처리하거나 수치를 잘못 결합한 값이다. 틀린 표현 50 → 올바르게는 4이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 자속 Φ와 자속쇄교수 $N\Phi$를 구분하는지이다. 특히 ④의 20은 100×0.2만 계산하고 전류 $5A$로 나누지 않은 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

코일의 자기인덕턴스는 먼저 자속쇄교수 $N\Phi$를 구한 뒤 전류 I로 나누어 판단한다.

암기 포인트

자기인덕턴스 공식은 $L = \frac{N\Phi}{I}$이다. 자속만 주어지면 권수 N을 곱한 뒤 전류로 나눈다.

NoteBase

문 16. 어떤 부하에 전압 $v(t) = 100\sin(\omega t + 30^\circ)$가 인가될 때, 흐르는 전류는 $i(t) = 5\sin(\omega t - 15^\circ)$이었다. 이 부하의 역률은 얼마인가?

① 1
② $\frac{\sqrt{3}}{2}$
③ $\frac{1}{\sqrt{2}}$
④ $\frac{1}{\sqrt{3}}$
⑤ $\frac{1}{2}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 교류 전압과 전류의 위상각 차이로 부하의 역률을 구하는 문제이다.

조건 정리

전압은 $v(t) = 100\sin(\omega t + 30^\circ)$이므로 전압의 위상각은 $+30^\circ$이다.
전류는 $i(t) = 5\sin(\omega t - 15^\circ)$이므로 전류의 위상각은 -15°이다.
구해야 할 값은 전압과 전류 사이의 위상차에 대한 역률이다.

사용할 공식

역률은 전압과 전류의 위상차 ϕ에 대해 $\cos\phi$로 구한다.
전압과 전류가 모두 같은 sin 기준으로 주어져 있으므로 각 괄호 안의 위상각을 직접 비교할 수 있다.

계산 과정

전압 위상각과 전류 위상각의 차이는
$\phi = 30^\circ - (-15^\circ) = 45^\circ$
이다.
따라서 부하의 역률은
$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- 1은 위상차가 0 °일 때의 역률이다. 이 문항의 위상차는 45 °이므로 틀린 표현이다. 올바르게는 $\frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

② X

- $\frac{\sqrt{3}}{2}$는 $\cos 30\,^\circ$의 값이다. 전압 위상 $+30\,^\circ$만 보고 전류 위상 $-15\,^\circ$를 빼지 않으면 생길 수 있는 오답이다. 올바르게는 $\cos 45\,^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

③ O

- 전압과 전류의 위상차가 45 °이므로 역률은 $\cos 45\,^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

④ X

- $\frac{1}{\sqrt{3}}$은 45 ° 위상차의 코사인값이 아니다. 틀린 표현이며, 올바르게는 $\frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

⑤ X

- $\frac{1}{2}$는 $\cos 60\,^\circ$의 값이다. 위상차를 60 °로 잘못 잡으면 생길 수 있는 오답이다. 올바르게는 $\frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

계산 결과 역률은 $\frac{1}{\sqrt{2}}$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전압의 $+30\,^\circ$와 전류의 $-15\,^\circ$를 단순히 보이는 숫자만으로 처리하는 것이다. 역률은 각각의 위상각 자체가 아니라 두 파형 사이의 위상차 45 °에 대한 코사인값으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압과 전류가 같은 사인 기준으로 주어지면 먼저 두 위상각을 빼서 ϕ를 구하고, 그다음 역률 $\cos\phi$를 계산한다.

암기 포인트

교류 부하의 역률은 전압과 전류의 위상차의 코사인, 즉 역률=φ이다.

NoteBase

문 17. 3상 유도전동기의 출력 P[kW], 매분 회전수 N[rpm]일 때, 토크[kg · m]식은?

① $T = \frac{1000 \times P}{9.8 \times (\frac{2\pi N}{60})}$
② $T = 9.8 \times \frac{1000 \times P}{(\frac{2\pi N}{60})}$
③ $T = \frac{1000 \times 2\pi P}{9.8 \times \frac{N}{60}}$
④ $T = \frac{1000 \times N}{9.8 \times (\frac{2\pi P}{60})}$
⑤ $T = \frac{1000 \times 2\pi N}{9.8 \times \frac{P}{60}}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 회전기 출력 공식 $P = T\omega$와 단위 변환을 이용해 토크 $[kg \cdot m]$식을 고르는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 출력 $P[kW]$, 매분 회전수 $N[rpm]$이다.
구해야 할 값: 토크 $T[kg \cdot m]$이다.
주의할 조건: P는 kW이므로 $1000P[W]$로 바꾸고, N은 rpm이므로 각속도 $\omega = 2\pi N/60[rad/s]$로 바꾼다.
또한 $1kgf \cdot m$은 약 $9.8N \cdot m$이므로 $N \cdot m$ 토크를 $kg \cdot m$ 토크로 바꿀 때 9.8로 나눈다.

사용할 공식

$P_W = T_{N \cdot m}\omega$
$T_{kg \cdot m} = \frac{T_{N \cdot m}}{9.8}$
이 공식을 쓰는 이유: 전동기의 기계적 출력은 토크와 각속도의 곱이고, 문제는 출력을 kW, 회전수를 rpm, 토크를 $kg \cdot m$ 단위로 주었으므로 출력·각속도·중력가속도 환산을 함께 적용해야 한다.

계산 과정

1. 출력은 $P[kW]$이므로 $P_W = 1000P[W]$이다.
2. 회전수 $N[rpm]$의 각속도는 $\omega = 2\pi N/60[rad/s]$이다.
3. $N \cdot m$ 단위 토크는 $T_{N \cdot m} = 1000P/(2\pi N/60)$이다.
4. $kg \cdot m$ 단위 토크는 9.8로 나누므로
$T = \frac{1000P}{9.8(\frac{2\pi N}{60})}$
이 된다.

NoteBase

선지 판단

① O
- $1000P$를 출력 $[W]$로 두고, 각속도 $2\pi N/60$으로 나눈 뒤 다시 9.8로 나누는 식이다. $kg \cdot m$ 단위 토크를 구하는 올바른 식이다.

② X
- 틀린 표현: $9.8 \times \frac{1000P}{2\pi N/60}$처럼 9.8을 곱한 부분이다.
- 올바르게는 $N \cdot m$ 토크를 $kg \cdot m$ 토크로 바꿀 때 9.8로 나누어 $\frac{1000P}{9.8(2\pi N/60)}$가 되어야 한다.

③ X
- 틀린 표현: 2π가 P와 함께 분자에 들어간 부분이다.
- 올바르게는 각속도 $\omega = 2\pi N/60$ 전체가 분모에 들어가므로 $\frac{1000P}{9.8(2\pi N/60)}$가 되어야 한다.

④ X
- 틀린 표현: 분자에 N을 두고 분모의 각속도 자리에 $2\pi P/60$을 둔 부분이다.
- 올바르게는 출력 P가 분자에 있고 회전수 N은 각속도 $2\pi N/60$로 분모에 들어가야 한다.

⑤ X
- 틀린 표현: N이 분자에 있고 P가 분모에 들어간 부분이다.
- 올바르게는 토크가 출력에 비례하고 회전수에 반비례하므로 P는 분자, N은 $2\pi N/60$의 형태로 분모에 들어가야 한다.

계산식이 ①과 일치하므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 단위 변환의 위치이다. 1000은 kW를 W로 바꾸기 위해 분자에 곱하고, $2\pi N/60$은 rpm을 rad/s로 바꾼 각속도이므로 분모에 들어간다. 9.8은 $N \cdot m$을 $kg \cdot m$로 바꾸는 환산값이므로 곱하는 것이 아니라 나누는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전기 토크 공식 문제는 먼저 $P = T\omega$를 세우고, P를 W로, N을 $2\pi N/60$로 바꾼 뒤, 요구 단위가 $kg \cdot m$이면 마지막에 9.8로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

$kg \cdot m$ 토크는 $T = \frac{1000P}{9.8(2\pi N/60)}$이다. 출력 P는 클수록 토크가 커지고, 회전수 N은 클수록 토크가 작아진다.

NoteBase

문 18. 다음은 두 점전하 사이에 작용하는 전기력에 대한 설명이다. 옳지 않은 것을 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 전기력은 두 전하를 잇는 직선상에 존재한다.
ㄴ. 전기력은 같은 부호의 전하들 사이에는 인력이, 반대 부호의 전하들 사이에서는 척력이 작용한다.
ㄷ. 전기력의 크기는 두 전하량의 곱에 비례한다.
ㄹ. 전기력의 크기는 두 전하가 떨어진 거리의 제곱에 비례한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ
⑤ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 두 점전하 사이의 전기력이 작용하는 방향과 쿨롱 법칙의 비례 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전기력: 두 점전하 사이에 작용하는 힘이며, 두 전하를 잇는 직선 방향으로 작용한다.
부호에 따른 방향: 같은 부호의 전하 사이에는 척력이, 반대 부호의 전하 사이에는 인력이 작용한다.
쿨롱 법칙: 전기력의 크기는 $F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$이므로 두 전하량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다.

보기 판단

ㄱ O - 점전하 사이의 전기력은 두 전하를 잇는 직선 방향으로 작용하므로 맞는 설명이다.
ㄴ X - 틀린 부분은 "같은 부호의 전하들 사이에는 인력이, 반대 부호의 전하들 사이에서는 척력이 작용한다"이다. 실제로는 같은 부호 사이에는 척력, 반대 부호 사이에는 인력이 작용한다.
ㄷ O - 쿨롱 법칙에서 전기력의 크기는 $|q_1 q_2|$에 비례하므로 두 전하량의 곱에 비례한다는 설명은 맞다.
ㄹ X - 틀린 부분은 "떨어진 거리의 제곱에 비례한다"이다. 실제로는 떨어진 거리의 제곱에 반비례한다.

NoteBase

선지별 해설

① X - ㄱ은 맞지만 ㄴ은 틀리므로 옳지 않은 것의 조합이 아니다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄹ이다.
② X - ㄱ과 ㄷ은 모두 맞는 설명이므로 옳지 않은 것의 조합이 아니다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄹ이다.
③ X - ㄴ은 틀리지만 ㄷ은 맞으므로 옳지 않은 것의 조합이 아니다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄹ이다.
④ O - ㄴ은 인력과 척력을 반대로 설명했고, ㄹ은 거리 제곱에 비례한다고 하여 반비례 관계를 반대로 설명했으므로 옳지 않은 것의 조합이다.
⑤ X - ㄷ은 맞고 ㄹ은 틀리므로 옳지 않은 것의 조합이 아니다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄹ이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 부호에 따른 힘의 방향과 거리 관계를 서로 뒤집어 놓은 것이다. ㄴ은 같은 부호와 반대 부호의 인력·척력을 바꾸었고, ㄹ은 거리 제곱에 반비례하는 관계를 비례한다고 바꾸었다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 점전하 문제는 먼저 부호를 보고 인력·척력을 판단하고, 그다음 쿨롱 법칙 $F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$에서 전하량은 분자, 거리는 분모에 있는지 확인한다.

암기 포인트

같은 부호는 밀어내고, 다른 부호는 끌어당긴다. 전기력은 전하량 곱에 비례, 거리 제곱에 반비례한다.

NoteBase

문 19. 직류기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 계자는 전기자를 통과하는 자속을 만드는 부분으로 대부분 전자석으로 구성되어 있다.

② 정류자는 전기자권선에서 유도된 교류를 직류로 바꾸는 부분이다.

③ 계자권선은 여자전류를 통해 기자력에 의해 자속을 발생시키기 위한 부분이다.

④ 보극은 주자극의 중간에 있는 작은 자극으로 전기자반작용을 발생시킨다.

⑤ 보상권선은 주자극의 표면에 슬롯을 만들어 전기자전류와 크기가 같고 방향이 반대인 전류를 인가하여 기자력을 상쇄한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직류기의 주요 구성요소인 계자, 정류자, 계자권선, 보극, 보상권선의 역할을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

계자: 직류기 내부에서 주자속을 만드는 부분이다. 보통 계자철심과 계자권선으로 구성되며 전자석으로 만드는 경우가 많다.
전기자: 자속을 끊어 기전력이 유도되거나 전류가 흘러 토크가 발생하는 회전 부분이다.
정류자: 전기자권선에 유도되는 교류 성분을 외부 회로에서 직류가 되도록 바꾸어 주는 부분이다.
보극: 주자극 사이에 설치되어 정류를 개선하고 전기자반작용을 줄이는 보조 자극이다.
보상권선: 주자극 표면의 슬롯에 설치되어 전기자전류에 의한 횡자속을 상쇄하는 권선이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
계자는 직류기에서 전기자를 지나는 주자속을 만드는 부분이다. 계자권선에 여자전류를 흘려 자속을 만들므로 대부분 전자석 형태로 구성된다.

② O
전기자권선에는 회전에 따라 교류 기전력이 유도된다. 정류자는 브러시와 함께 이 교류를 외부 단자에서 직류로 나타나게 하는 부분이다.

③ O
계자권선은 여자전류가 흐르는 권선이다. 이 전류가 기자력을 만들고, 그 기자력으로 주자속이 발생한다.

④ X
틀린 부분은 "전기자반작용을 발생시킨다"이다. 보극은 주자극 사이에 있는 작은 자극이지만, 역할은 전기자반작용을 발생시키는 것이 아니라 정류를 개선하고 전기자반작용의 영향을 보상하는 것이다.

⑤ O
보상권선은 주자극 표면의 슬롯에 설치된다. 전기자전류와 대응되는 전류를 흘려 전기자전류가 만드는 기자력을 상쇄하므로 전기자반작용을 줄이는 데 사용된다.

오답 포인트

④는 보극의 위치 설명은 맞게 제시한 뒤 역할을 반대로 바꾼 선지이다. 보극과 보상권선은 모두 전기자반작용을 새로 만드는 장치가 아니라 전기자반작용과 정류 문제를 줄이기 위한 보상 장치이다.

다시 나오면 이렇게 판단

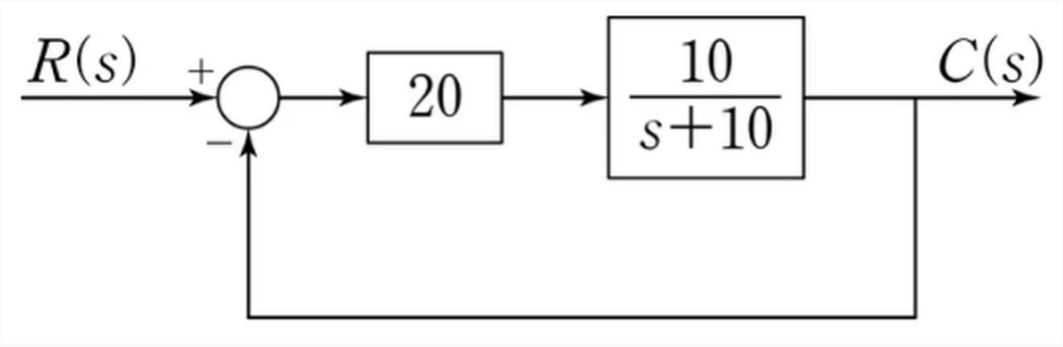
직류기 구성요소 문제에서는 먼저 자속을 만드는 장치인지, 유도전류를 정류하는 장치인지, 전기자반작용을 보상하는 장치인지로 나눈다. 보극과 보상권선은 전기자반작용을 발생시키는 것이 아니라 보상하거나 감소시키는 장치로 판단한다.

암기 포인트

계자는 자속 생성, 정류자는 교류를 직류로 변환, 보극과 보상권선은 전기자반작용 보상이다.

NoteBase

문 20. 다음과 같은 제어시스템에서 전체 폐루프 전달 함수의 값은?



① $\frac{200}{s+210}$
② $\frac{200}{s+200}$
③ $\frac{210}{s+210}$
④ $\frac{210}{s+200}$
⑤ $\frac{200}{s-210}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단위 음의 피드백 제어계에서 순방향 전달함수 $G(s)$를 구한 뒤 전체 폐루프 전달함수 $C(s)/R(s)$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 순방향 경로는 20과 $10/(s+10)$이 직렬로 연결되어 있다.
구해야 할 값: 전체 폐루프 전달함수 $C(s)/R(s)$이다.
주의할 조건: 출력 $C(s)$가 합산점의 음의 입력으로 되돌아오는 단위 음의 피드백 구조이다.

사용할 공식

단위 음의 피드백에서 전체 폐루프 전달함수는
$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1+G(s)}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 피드백 경로에 별도 블록이 없으므로 $H(s) = 1$이고, 합산점에서 피드백 신호가 음의 부호로 들어가기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 순방향 전달함수를 먼저 구한다.
$G(s) = 20 \cdot \frac{10}{s+10} = \frac{200}{s+10}$
2. 단위 음의 피드백 공식에 대입한다.
$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\frac{200}{s+10}}{1+\frac{200}{s+10}}$
3. 분모를 통분한다.
$1 + \frac{200}{s+10} = \frac{s+10+200}{s+10} = \frac{s+210}{s+10}$
4. 따라서 전체 폐루프 전달함수는
$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{200}{s+210}$
이다.

선지 판단

① O
- 계산 결과가 $200/(s+210)$이므로 전체 폐루프 전달함수와 일치한다.

② X
- 분모의 $s+200$이 틀렸다. 올바르게는 피드백을 적용할 때 기존 분모의 10과 순방향 이득 200이 더해져 $s+210$이 된다.

③ X
- 분자의 210이 틀렸다. 올바르게는 순방향 이득 $20 \cdot 10 = 200$이 분자에 남아 $200/(s+210)$이 된다.

④ X
- 분자 210과 분모 $s+200$이 모두 틀렸다. 올바르게는 분자는 순방향 이득 200, 분모는 $s+10+200 = s+210$이다.

⑤ X
- 분모의 $s-210$이 틀렸다. 음의 피드백에서는 $1+G(s)$가 되므로 분모는 $s+210$이며, $s-210$은 양의 피드백처럼 부호를 잘못 처리한 결과이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 직렬 블록의 곱 $20 \cdot 10 = 200$만 보고 ②처럼 $s+200$을 만들거나, 음의 피드백인데도 ⑤처럼 부호를 빼는 것이다. 원래 블록의 분모 $s+10$도 함께 남아 있으므로 최종 분모는 $s+10+200 = s+210$이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

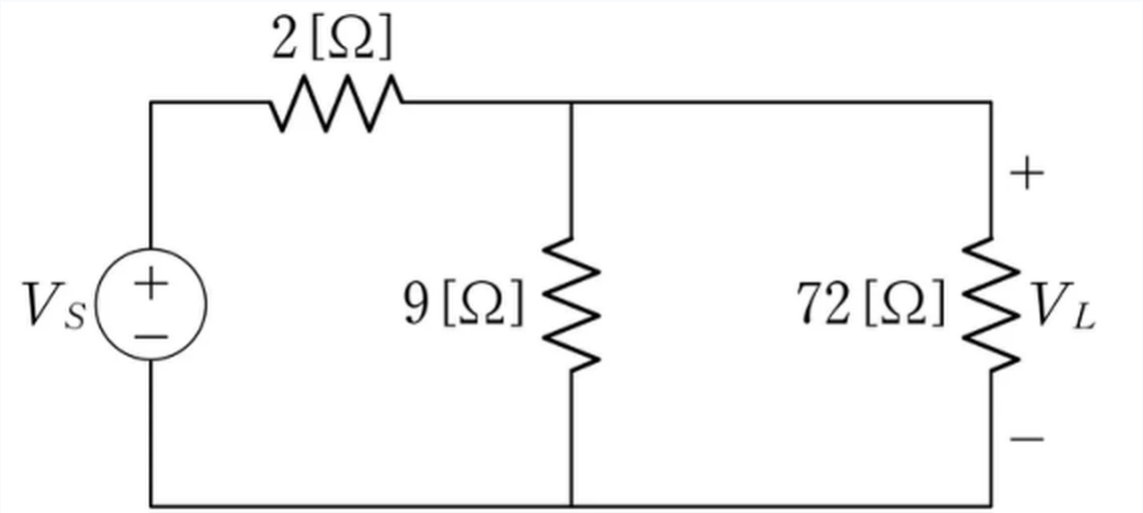
블록선도 폐루프 문제는 먼저 순방향 전달함수 $G(s)$를 곱해서 구하고, 피드백 경로가 단위 음의 피드백이면 $G(s)/(1+G(s))$에 대입한 뒤 통분하여 판단한다.

암기 포인트

단위 음의 피드백은 $G/(1+G)$이고, 직렬 블록은 먼저 곱한다. 이 문제에서는 $G(s)=200/(s+10)$이므로 최종 분모는 $s+10+200=s+210$이다.

NoteBase

문 21. 다음 회로에서 전압원 $V_S = 10[V]$일 때, $72[\Omega]$ 저항 양단의 전압 $V_L[V]$은?



① 4

② 5

③ 6

④ 7

⑤ 8

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 병렬저항의 등가저항과 전압분배 법칙을 이용해 72Ω 저항 양단의 전압 V_L을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원 $V_S = 10V$, 직렬 저항 2Ω, 병렬 저항 9Ω와 72Ω이다.
구해야 할 값: 72Ω 저항 양단 전압 V_L이다.
주의할 조건: 9Ω와 72Ω는 같은 두 노드에 연결되어 병렬이고, 병렬부 전체 전압이 곧 72Ω 양단 전압이다.

사용할 공식

병렬 등가저항은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 이고, 직렬 회로의 전압분배는 $V_L = V_S \frac{R_p}{2\Omega + R_p}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 9Ω와 72Ω를 먼저 하나의 병렬 등가저항으로 바꾸면, 전원에서 본 회로는 2Ω와 병렬 등가저항 R_p의 직렬 연결이 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 병렬부 등가저항을 구한다.
$R_p = \frac{9 \times 72}{9 + 72} = \frac{648}{81} = 8\Omega$
2. 전체 직렬저항은 $2\Omega + 8\Omega = 10\Omega$이다.
3. 병렬부에 걸리는 전압은 전압분배로 구한다.
$V_L = 10 \times \frac{8}{10} = 8V$
따라서 72Ω 저항 양단 전압은 $8V$이다.

선지 판단

① X
- 4는 계산 결과 $8V$와 다르다. 틀린 표현 4 → 올바르게는 8이다.

② X
- 5는 계산 결과 $8V$와 다르다. 틀린 표현 5 → 올바르게는 8이다.

③ X
- 6은 계산 결과 $8V$와 다르다. 틀린 표현 6 → 올바르게는 8이다.

④ X
- 7은 계산 결과 $8V$와 다르다. 틀린 표현 7 → 올바르게는 8이다.

⑤ O
- 병렬 등가저항이 8Ω이고 전체 저항이 10Ω이므로 병렬부 전압은 $10 \times 8/10 = 8V$이다. 따라서 8이 맞다.

계산 결과 $8V$이므로 정답은 5번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 72Ω만 보고 단독 전압분배를 하거나, 9Ω와 72Ω를 직렬처럼 더하는 것이다. 두 저항은 병렬이므로 먼저 8Ω로 합성해야 하며, 그 병렬부 전체 전압이 V_L이다.

다시 나오면 이렇게 판단

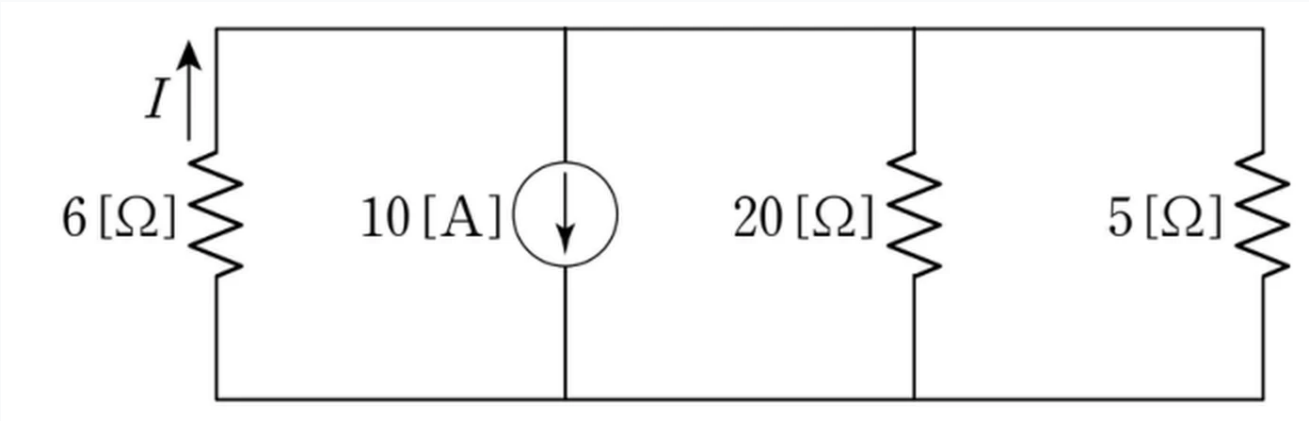
회로 계산형 문제는 먼저 같은 두 노드에 물린 저항이 병렬인지 확인하고, 병렬부를 등가저항으로 바꾼 뒤 직렬 전압분배를 적용한다.

암기 포인트

병렬저항은 먼저 합성하고, 병렬 가지 각각의 전압은 병렬부 전체 전압과 같다.

NoteBase

문 22. 다음 회로에서 6[Ω]에 흐르는 전류 I[A]는?



① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 병렬 회로의 두 단자 전압을 노드 전압으로 두고 KCL을 적용하여 6Ω 저항 전류 I를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 6Ω, 20Ω, 5Ω 저항은 모두 병렬이고, 10A 전류원은 위 노드에서 아래 노드로 흐른다.
구해야 할 값: 6Ω 저항에 위쪽 방향으로 흐르는 전류 I이다.
주의할 조건: 전류원의 방향이 아래쪽이므로, 위쪽 방향으로 표시된 I와 부호가 반대가 될 수 있다.

사용할 공식

위 노드 전압을 아래 노드 기준 V라고 두면 저항 전류는 V/R이고, 위 노드에서 아래 노드로 나가는 전류의 합은 0이 된다.
$\frac{V}{6} + \frac{V}{20} + \frac{V}{5} + 10 = 0$
병렬 소자는 모두 같은 두 노드에 연결되어 있으므로 같은 전압 V를 공유하고, 각 저항 전류를 더해 KCL을 적용할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 병렬 저항 가지의 컨덕턴스를 더한다.
$\frac{1}{6}+\frac{1}{20}+\frac{1}{5}=\frac{10}{60}+\frac{3}{60}+\frac{12}{60}=\frac{25}{60}=\frac{5}{12}$
2. KCL로 위 노드 전압을 구한다.
$\frac{5}{12}V+10=0$
$V=-24V$
3. 6Ω 저항의 아래 방향 전류는 다음과 같다.
$\frac{V}{6}=\frac{-24}{6}=-4A$
4. 아래 방향 전류가 $-4A$라는 것은 실제 전류가 위쪽으로 $4A$ 흐른다는 뜻이므로 $I=4A$이다.

선지 판단

① X
- 계산 결과 $I=4A$이므로 1은 틀리다. 틀린 표현 1 → 올바르게는 4이다.

② X
- 계산 결과 $I=4A$이므로 2는 틀리다. 틀린 표현 2 → 올바르게는 4이다.

③ X
- 계산 결과 $I=4A$이므로 3은 틀리다. 틀린 표현 3 → 올바르게는 4이다.

④ O
- KCL로 구한 위 노드 전압은 $-24V$이고, 6Ω 저항의 실제 전류는 표시 방향인 위쪽으로 $4A$이다. 따라서 4가 맞다.

⑤ X
- 계산 결과 $I=4A$이므로 5는 틀리다. 틀린 표현 5 → 올바르게는 4이다.

계산 결과 $I=4A$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

전류원 $10A$를 저항 전류와 같은 방향으로 무심코 더하면 부호를 놓치기 쉽다. 위 노드에서 아래 방향을 양으로 잡으면 전류원은 $+10A$이고, 계산된 6Ω 저항 전류가 $-4A$로 나오므로 실제 방향은 문제의 화살표처럼 위쪽이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

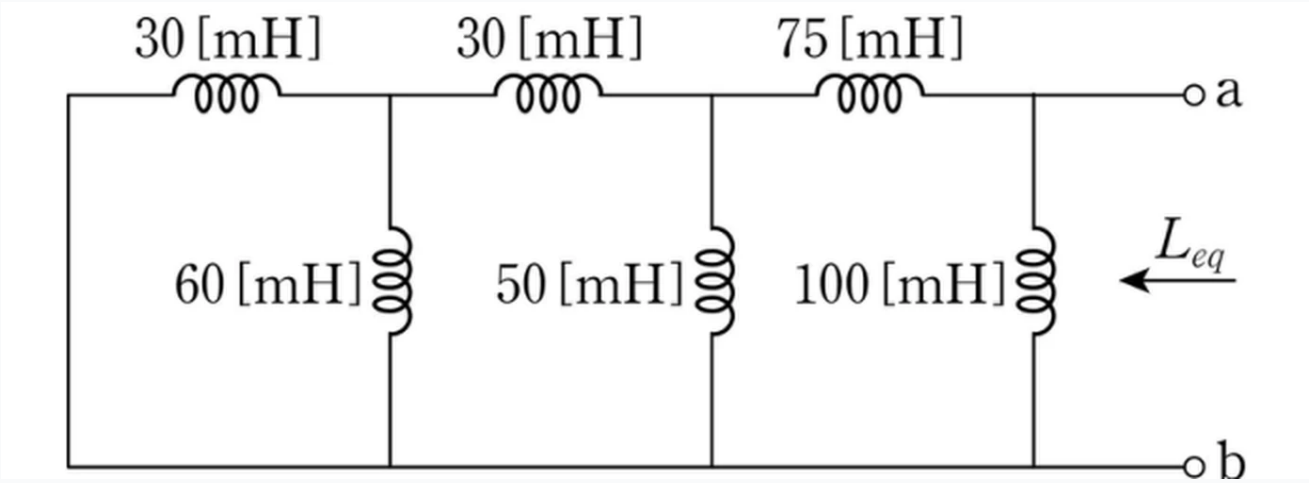
병렬 회로에 전류원이 함께 있으면 한쪽 노드를 기준으로 전압 V를 두고, 모든 가지 전류를 같은 기준 방향으로 정한 뒤 KCL을 세워 부호까지 확인한다.

암기 포인트

병렬 회로는 같은 전압, 가지 전류는 V/R, 전류원 방향은 KCL 부호로 처리한다.

NoteBase

문 23. 단자 a, b에서 본 등가 인덕턴스 L_{eq}[mH]는?



① 30

② 40

③ 50

④ 60

⑤ 70

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 인덕터만으로 이루어진 사다리 회로에서 직렬·병렬 합성 공식을 이용해 단자 a, b에서 본 등가 인덕턴스 L_{eq}를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 위쪽 직렬 가지는 왼쪽부터 $30mH$, $30mH$, $75mH$이고, 아래쪽 공통선으로 내려가는 병렬 가지는 왼쪽부터 $60mH$, $50mH$, $100mH$이다.
구해야 할 값: 단자 a, b에서 본 등가 인덕턴스 L_{eq}이다.
주의할 조건: 왼쪽 끝 세로선은 아래쪽 공통선과 직접 연결되어 있으므로 맨 왼쪽 $30mH$는 $60mH$와 병렬 관계이다.

NoteBase

사용할 공식

직렬 인덕턴스는 $L_s = L_1 + L_2 + \cdots$이다.
병렬 인덕턴스는 $L_p = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 인덕터만 있는 회로에서 결합 인덕턴스가 표시되어 있지 않으므로 저항 회로처럼 직렬은 더하고 병렬은 역수합으로 합성한다.

계산 과정

1. 맨 왼쪽 노드에서 아래쪽 공통선까지는 $30mH$와 $60mH$가 병렬이다.
$L_1 = 30 \parallel 60 = \frac{30 \times 60}{30 + 60} = 20mH$
2. 가운데 첫 번째 노드에서 아래쪽 공통선까지는 $50mH$와 $(30 + 20)mH$가 병렬이다.
$L_2 = 50 \parallel (30 + 20) = 50 \parallel 50 = 25mH$
3. 단자 a 바로 왼쪽에서 아래쪽 공통선까지는 $100mH$와 $(75 + 25)mH$가 병렬이다.
$L_{eq} = 100 \parallel (75 + 25) = 100 \parallel 100 = 50mH$
따라서 단자 a, b에서 본 등가 인덕턴스는 $50mH$이다.

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $50mH$이므로 $30mH$는 틀리다. 틀린 표현 $30mH$ → 올바르게는 $50mH$이다.
② X
- 계산 결과는 $50mH$이므로 $40mH$는 틀리다. 틀린 표현 $40mH$ → 올바르게는 $50mH$이다.
③ O
- 왼쪽부터 차례로 합성하면 $30 \parallel 60 = 20mH$, $50 \parallel (30 + 20) = 25mH$, $100 \parallel (75 + 25) = 50mH$ 이므로 $50mH$가 맞다.
④ X
- 계산 결과는 $50mH$이므로 $60mH$는 틀리다. 틀린 표현 $60mH$ → 올바르게는 $50mH$이다.
⑤ X
- 계산 결과는 $50mH$이므로 $70mH$는 틀리다. 틀린 표현 $70mH$ → 올바르게는 $50mH$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 맨 왼쪽 $30mH$를 단순한 위쪽 직렬 성분으로만 보는 것이다. 왼쪽 세로선이 아래쪽 공통선으로 바로 내려가므로 그 $30mH$는 $60mH$와 병렬이고, 그 결과 $20mH$로 먼저 줄어든다.

다시 나오면 이렇게 판단

사다리형 인덕터 회로는 입력 단자에서 가까운 쪽부터 무리하게 합치지 않고, 반대편 끝에서부터 각 노드의 아래쪽 공통선까지 보이는 등가값을 차례로 만든다. 직렬은 더하고 병렬은 $\frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$로 계산한다.

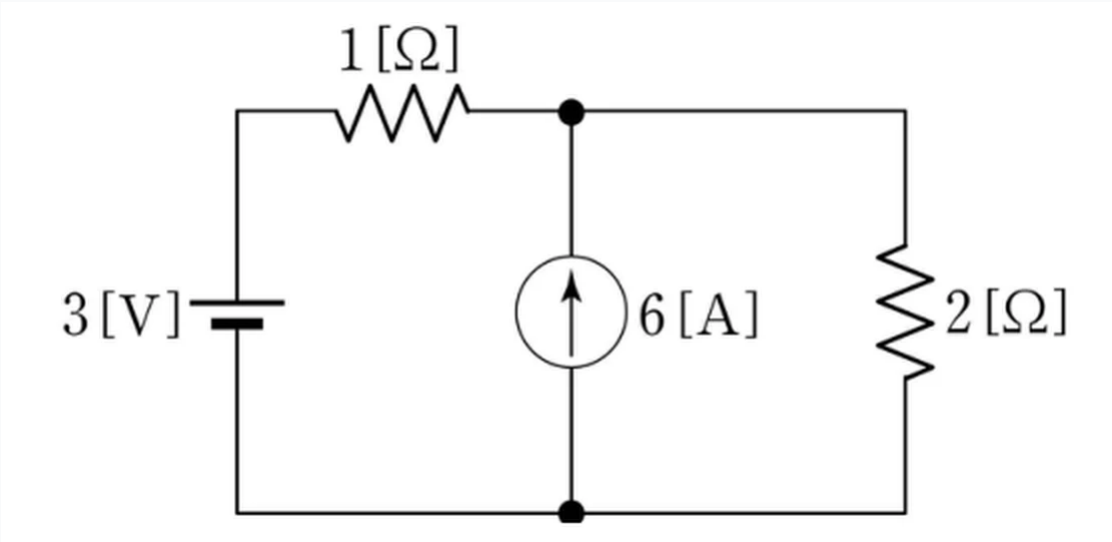
NoteBase

암기 포인트

인덕터만 있는 직병렬 회로는 저항과 같은 합성 규칙을 쓴다. 사다리 회로는 끝에서부터 병렬 → 직렬 → 병렬 순서로 접어 넣는다.

NoteBase

문 24. 다음 회로에서 2[Ω]의 저항이 소모하는 전력 [W]은?



① 4

② 9

③ 12

④ 18

⑤ 24

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 회로의 기준 노드를 잡고 KCL을 적용해 2Ω 저항 양단 전압을 구한 뒤, 저항 소모 전력 공식으로 전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 왼쪽 전압원은 위쪽 노드가 $3V$, 위쪽 저항은 1Ω, 전류원은 아래에서 위로 $6A$, 오른쪽 저항은 2Ω이다.
구해야 할 값: 2Ω 저항이 소모하는 전력이다.
주의할 조건: 전류원은 위쪽 노드로 $6A$를 공급하므로, 위쪽 노드에서 저항들로 빠져나가는 전류의 합이 $6A$가 된다.

NoteBase

사용할 공식

KCL: 한 노드로 들어오는 전류의 합과 나가는 전류의 합은 같다.
저항 전력: $P = \frac{V^2}{R}$
이 공식을 쓰는 이유: 2Ω 저항은 위쪽 노드와 기준 노드 사이에 직접 연결되어 있으므로, 위쪽 노드전압을 구하면 곧바로 저항 양단 전압을 알 수 있다.

계산 과정

아래쪽 노드를 기준 노드 $0V$, 위쪽 중앙 노드 전압을 V라고 둔다. 왼쪽 전압원의 위쪽 노드는 $3V$이다.
위쪽 중앙 노드에서 2Ω 저항으로 나가는 전류는 $V/2$이고, 1Ω 저항을 통해 왼쪽 $3V$ 노드로 나가는 전류는 $(V-3)/1$이다.
전류원은 위쪽 중앙 노드로 $6A$를 공급하므로
$\frac{V}{2} + (V-3) = 6$
$\frac{3V}{2} = 9$
$V = 6V$
따라서 2Ω 저항의 소모 전력은
$P = \frac{V^2}{R} = \frac{6^2}{2} = 18W$
이다.

선지 판단

① X - 계산 결과는 $18W$이므로 $4W$가 아니다. 틀린 표현 $4W$ → 올바르게는 $18W$이다.
② X - 2Ω 저항 양단 전압은 $6V$이고, 전력은 $6^2/2 = 18W$이다. 틀린 표현 $9W$ → 올바르게는 $18W$이다.
③ X - $12W$는 전압 $6V$에 저항값 2Ω를 단순히 곱한 값으로, 전력 공식 $P = V^2/R$가 아니다. 틀린 표현 $12W$ → 올바르게는 $18W$이다.
④ O - 노드전압이 $6V$이므로 2Ω 저항의 전력은 $6^2/2 = 18W$이다.
⑤ X - $24W$는 2Ω 저항의 실제 양단 전압 $6V$로 계산한 값이 아니다. 틀린 표현 $24W$ → 올바르게는 $18W$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전류원 $6A$가 모두 2Ω 저항으로만 흐른다고 보는 것이다. 실제로는 1Ω 저항과 왼쪽 $3V$ 전압원 쪽 가지도 연결되어 있으므로, KCL로 노드전압을 먼저 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전류원이 포함된 병렬형 회로에서는 기준 노드를 잡고, 미지 노드전압을 둔 뒤, 각 저항 가지 전류를 노드전압으로 표현해 KCL을 세운다. 저항 전력은 전류를 바로 추정하지 않고 $P = V^2/R$ 또는 $P = I^2R$로 마지막에 계산한다.

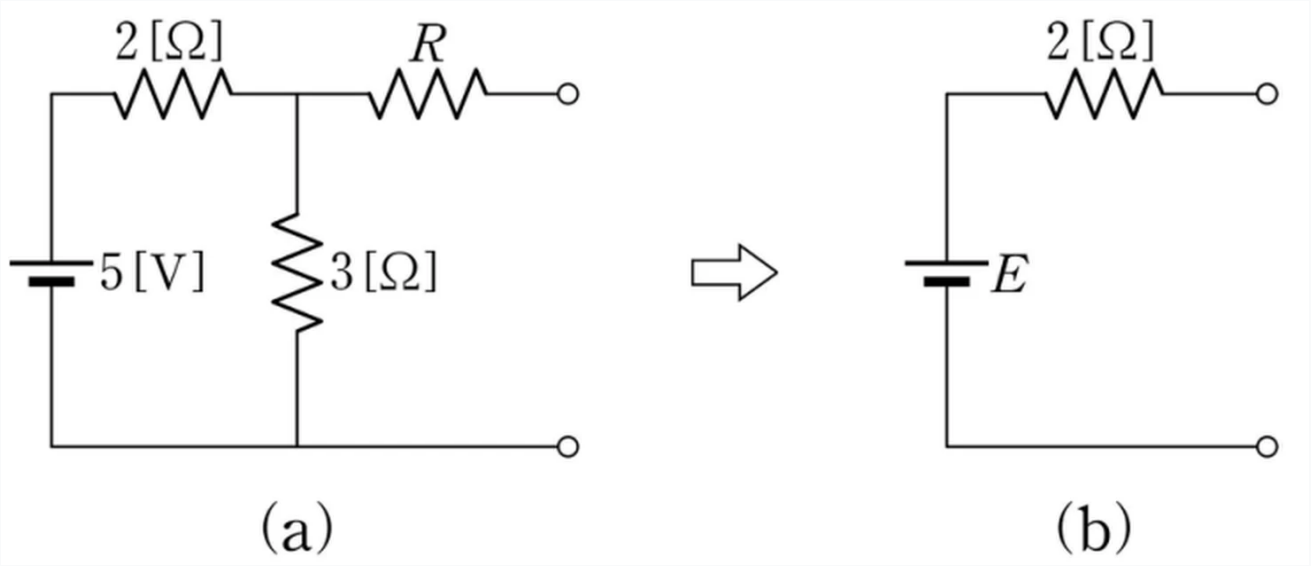
NoteBase

암기 포인트

전류원 회로의 전력 계산은 전류 배분 추정보다 노드전압 계산이 먼저이다. 2Ω 저항 전력은 V를 구한 뒤 $V^2/2$로 판단한다.

NoteBase

문 25. 테브난 정리를 이용하여 [그림] (a)의 회로를 (b)와 같은 등가의 회로로 만들고자 한다. 이 때, $R[\Omega]$와 $E[V]$는?



① R: 0.8, E: 3

② R: 1, E: 3

③ R: 0.8, E: 5

④ R: 1, E: 5

⑤ R: 1.2, E: 5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 테브난 정리를 이용해 회로 (a)의 개방단자전압 E와 테브난 저항을 구한 뒤, 회로 (b)의 직렬 저항 2Ω와 같아지도록 R을 정하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 $5V$, 저항 2Ω, 3Ω, 미지 저항 R
구해야 할 값: 등가회로 (b)의 전원전압 E와 회로 (a)의 R
주의할 조건: 출력단자가 개방되어 있을 때는 R에 전류가 흐르지 않으므로 R의 전압강하는 0이다.

NoteBase

사용할 공식

개방단자전압은 전압분배로 구한다.

$E = 5 \times \frac{3}{2+3}$

테브난 저항은 독립 전압원을 단락한 뒤 단자에서 본 저항으로 구한다.

$R_{th} = R + (2 \parallel 3)$

이 공식을 쓰는 이유: 회로 (b)는 전원 E와 직렬 저항 2Ω인 테브난 등가회로이므로, 회로 (a)의 개방단자전압과 단자에서 본 등가저항이 각각 E, 2Ω와 같아야 한다.

계산 과정

1. 출력단자를 개방하면 R에는 전류가 흐르지 않으므로 오른쪽 단자전압은 2Ω와 3Ω의 분압점 전압과 같다.

$E = 5 \times \frac{3}{2+3} = 3V$

2. 테브난 저항을 구할 때 $5V$ 전압원은 단락한다. 그러면 2Ω와 3Ω가 병렬이고, 그 결과가 R과 직렬이다.

$2 \parallel 3 = \frac{2 \times 3}{2+3} = 1.2\Omega$

$R_{th} = R + 1.2$

3. 회로 (b)의 직렬 저항이 2Ω이므로 $R + 1.2 = 2$이다.

$R = 0.8\Omega$

따라서 $R = 0.8\Omega$, $E = 3V$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과 $R = 0.8\Omega$, $E = 3V$와 일치한다.

② X: $E = 3V$는 맞지만 $R = 1$이 틀리다. 올바르게는 $R = 0.8\Omega$이다.

③ X: $R = 0.8\Omega$은 맞지만 $E = 5V$가 틀리다. 올바르게는 개방단자전압 $E = 3V$이다.

④ X: $R = 1$과 $E = 5V$가 모두 틀리다. 올바르게는 $R = 0.8\Omega$, $E = 3V$이다.

⑤ X: $E = 5V$도 틀리고 $R = 1.2$도 틀리다. 1.2Ω는 $2 \parallel 3$의 값이며, 올바른 R은 $2 - 1.2 = 0.8\Omega$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전원 $5V$를 그대로 E로 보는 것이다. 출력단자가 개방되어도 2Ω와 3Ω에는 전류가 흐르므로 단자전압은 전체 전원전압이 아니라 3Ω에 걸리는 분압 $3V$이다. 또 테브난 저항을 구할 때 2Ω와 3Ω를 직렬로 보지 않고, 전압원을 단락한 뒤 병렬 $2 \parallel 3$으로 보아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

테브난 등가 문제는 먼저 출력단자를 개방해 V_{th}를 구하고, 다음으로 독립 전압원을 단락해 R_{th}를 구한다.
등가회로에 이미 직렬 저항값이 주어졌다면 원래 회로의 R_{th}와 그 값을 같게 놓고 미지 저항을 계산한다.

NoteBase

암기 포인트

테브난 전압은 개방단자전압, 테브난 저항은 전원 제거 후 단자에서 본 저항이다. 이 문제에서는 $E = 5 \times 3/5 = 3V$, $R = 2 - (2 \parallel 3) = 0.8\Omega$로 정리된다.

NoteBase