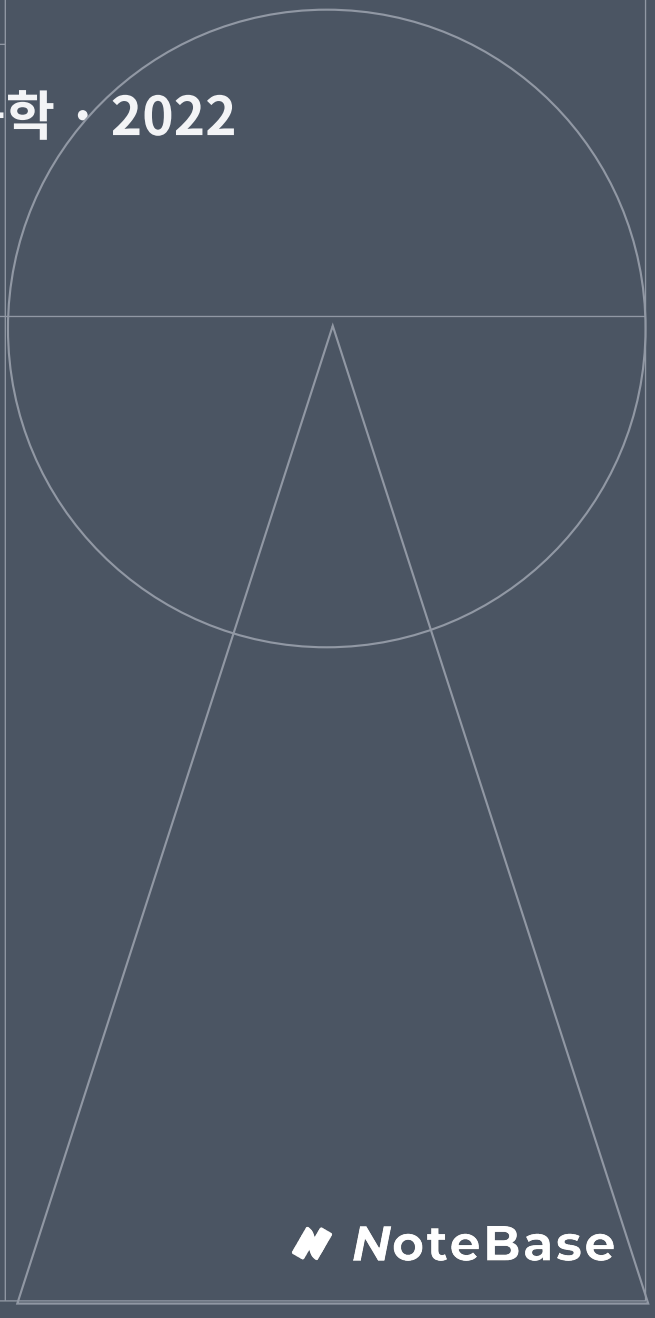
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2022

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2022

1. 어떠한 도체의 단면을 10분 동안에 600[C]의 전기량이 이동했다면 이때 전류[A]는 얼마인가?
   ① 1[A]
   ② 2[A]
   ③ 4[A]
   ④ 6[A]

정답 1번

출제 포인트

전기량과 전류의 관계인 $Q = It$를 이용하여 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전기량: $Q = 600C$

주어진 시간: $t = 10min = 10 \times 60 = 600s$

구해야 할 값: 전류 I

주의할 조건: 전류의 단위 A는 C/s이므로 시간을 분에서 초로 변환해야 한다.

사용할 공식

$Q = It$

따라서 $I = Q/t$이다. 전류는 단위 시간 동안 도체의 단면을 통과한 전기량이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $10min$을 초로 바꾸면 $600s$이다.
2. 공식에 대입하면 다음과 같다.

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{600C}{600s} = 1A$$

3. 계산 결과 전류는 $1A$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $1A$이므로 옳다. $1A$가 $600s$ 동안 흐르면 $600C$가 이동한다.
② X — $2A$라면 $600s$ 동안 $1{,}200C$가 이동하므로 주어진 전기량과 다르다. '$2A$'는 '$1A$'로 고쳐야 한다.
③ X — $4A$라면 $600s$ 동안 $2{,}400C$가 이동하므로 주어진 전기량과 다르다. '$4A$'는 '$1A$'로 고쳐야 한다.
④ X — $6A$라면 $600s$ 동안 $3{,}600C$가 이동하므로 주어진 전기량과 다르다. '$6A$'는 '$1A$'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

시간 10분을 그대로 공식에 대입하면 초당 전기량인 전류를 올바르게 구할 수 없다. $A = C/s$이므로 10분을 반드시 $600s$로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기량, 전류, 시간이 주어지는 문제에서는 먼저 $Q = It$를 세우고, 시간을 초로 통일한 뒤 $I = Q/t$로 계산한다. 마지막에는 $A = C/s$인지 단위를 검산한다.

암기 포인트

전기량은 전류와 시간의 곱이다: $Q = It$, $1A = 1C/s$이다.

NoteBase

2. 4[Ω]과 1[Ω]의 저항을 직렬로 접속한 경우는 병렬로 접속한 경우에 비하여 저항이 몇 배 인가?

① 2

② 15

③ 4

④ $\frac{25}{4}$

정답 4번

출제 포인트

두 저항의 직렬 합성저항과 병렬 합성저항을 각각 구한 뒤 그 비를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_1 = 4\Omega, R_2 = 1\Omega$이다.
구해야 할 값: 직렬 합성저항이 병렬 합성저항의 몇 배인지이다.
주의할 조건: '직렬에 비하여 병렬이 몇 배'가 아니라 '병렬에 비하여 직렬이 몇 배'이므로 R_s/R_p를 계산한다.

사용할 공식

직렬 합성저항은 $R_s = R_1 + R_2$이다.
병렬 합성저항은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$이다.
두 경우의 배수는 $\frac{R_s}{R_p}$이다. 직렬에서는 두 저항값을 더하고, 병렬에서는 두 저항의 곱을 합으로 나눈 값을 사용하기 때문이다.

계산 과정

1. 직렬 합성저항은 $R_s = 4 + 1 = 5\Omega$이다.
2. 병렬 합성저항은 R_p=(4×1)/(4+1)=45 Ω이다.
3. 두 저항의 비는 $\frac{R_s}{R_p} = \frac{5}{4/5} = \frac{25}{4}$이다. 따라서 직렬 접속의 저항은 병렬 접속의 저항의 $\frac{25}{4}$배이다.

선지 판단

① X — 2배는 계산 결과 25/4배와 다르다. 틀린 값 2 → 올바르게는 25/4배이다.
② X — 15배는 직렬·병렬 합성저항의 비가 아니다. 틀린 값 15 → 올바르게는 25/4배이다.
③ X — 4배는 두 저항값 자체의 비 4/1를 구한 값일 뿐, 합성저항의 비가 아니다. 틀린 값 4 → 올바르게는 25/4배이다.
④ O — 5Ω ÷ (4/5Ω) = 25/4이므로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

저항값 자체의 비 $4/1 = 4$를 구하거나, 문제의 비교 순서를 반대로 읽어 R_p/R_s를 계산하기 쉽다. 먼저 직렬과 병렬의 합성저항을 따로 구한 뒤 '직렬은 병렬에 비하여'라는 문장에 맞게 R_s/R_p를 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

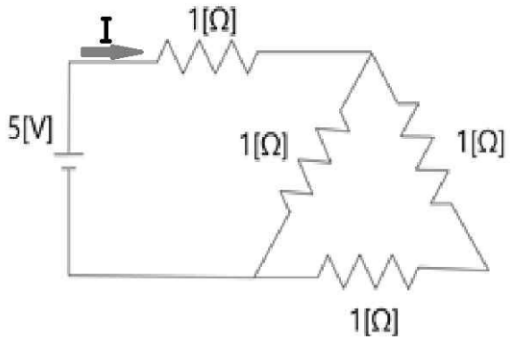
두 저항의 직렬·병렬 비교 문제에서는 $R_s = R_1 + R_2$, $R_p = R_1R_2/(R_1 + R_2)$를 먼저 구하고, 'A는 B에 비하여'라는 표현이면 A/B의 순서로 비를 계산한다.

암기 포인트

직렬은 합, 병렬은 곱을 합으로 나눈 값이며, 'A는 B의 몇 배'는 A/B이다.

NoteBase

3. 다음 회로에서 전전류 I[A]는 얼마인가?



① 1[A]
② 2[A]
③ 3[A]
④ 5[A]

정답 3번

출제 포인트

직렬·병렬로 연결된 저항의 등가저항을 구한 뒤 옴의 법칙으로 전전류를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $5V$이고, 모든 저항은 1Ω이다.
구해야 할 값: 전원에서 회로 전체로 흐르는 전전류 I이다.
주의할 조건: 위쪽의 1Ω 저항은 나머지 삼각형 회로 전체와 직렬이다. 삼각형의 위 꼭짓점과 왼쪽 아래 꼭짓점 사이에는 직접 연결된 1Ω 가지와, 오른쪽 및 아래쪽 저항을 거치는 2Ω 가지가 병렬로 연결되어 있다.

사용할 공식

직렬 합성은 $R_s = R_1 + R_2$, 병렬 합성은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, 옴의 법칙은 $I = \frac{V}{R}$이다.
두 갈래의 양 끝이 같은 두 노드에 연결되어 있으므로 병렬 합성 공식을 사용하고, 그 결과를 위쪽 저항과 직렬로 합성한 뒤 전체 전류를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 삼각형의 오른쪽과 아래쪽 저항은 한 경로에서 직렬이므로 $1 + 1 = 2\Omega$이다.
2. 이 2Ω 경로는 왼쪽의 1Ω 저항과 병렬이므로
$R_p = \frac{1 \times 2}{1 + 2} = \frac{2}{3}\Omega$
이다.
3. 위쪽의 1Ω 저항을 직렬로 더하면
$R_{eq} = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}\Omega$
이다.
4. 따라서 전전류는
$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{5}{5/3} = 3A$
이다.

선지 판단

① X — $1A$는 계산 결과와 다르다. '전전류는 $1A$'가 아니라 '전전류는 $3A$'가 올바른 표현이다.
② X — $2A$는 계산 결과와 다르다. '전전류는 $2A$'가 아니라 '전전류는 $3A$'가 올바른 표현이다.
③ O — 회로의 등가저항이 $5/3\Omega$이므로 전전류는 $5V \div (5/3\Omega) = 3A$이다.
④ X — $5A$는 저항을 합성하지 않고 전압의 수치만 전류로 잘못 본 값이다. '전전류는 $5A$'가 아니라 '전전류는 $3A$'가 올바른 표현이다.

오답 포인트

삼각형 모양만 보고 세 저항을 모두 직렬 또는 모두 병렬로 처리하면 안 된다. 전류가 갈라지는 두 노드를 기준으로 보면 왼쪽의 1Ω 가지와 오른쪽·아래쪽의 2Ω 가지가 병렬이고, 위쪽 1Ω 저항은 그 병렬 부분과 직렬이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 두 노드에 연결된 가지를 찾고, 각 가지 내부의 직렬 저항을 합친 다음 가지끼리 병렬 합성한다. 마지막으로 바깥의 직렬 저항을 더하고 $I = V/R_{eq}$를 적용한다.

암기 포인트

모양이 아니라 노드로 판단한다. 같은 두 노드 사이의 여러 경로는 병렬이고, 한 경로 안에서 분기 없이 이어진 저항은 직렬이다.

NoteBase

4. $v = 38\cos(120\pi t + \frac{\pi}{6})$[V]에서 t=0일 때 순시전압[V]은 얼마인가?

① 0[V]

② $v = 38\cos(\frac{\pi}{6})$[V]

③ $v = 38\sin(\frac{\pi}{6})$[V]

④ 38[V]

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 정현파 전압의 순간값 식에 주어진 시각을 대입하여 순간전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 식: $v = 38\cos(120\pi t + \frac{\pi}{6})$[V]

주어진 시각: $t = 0$s

구해야 할 값: $t = 0$일 때의 순간전압 $v(0)$

주의할 조건: $t = 0$이어도 초기 위상각 $\frac{\pi}{6}$은 남는다.

사용할 공식

순간값은 주어진 정현파 식에 해당 시각을 직접 대입하여 구한다.

$v(t) = V_m\cos(\omega t + \phi)$

이 문제는 전압이 시간의 함수로 직접 주어졌으므로 $t = 0$을 식에 대입한다.

계산 과정

1. $t = 0$을 대입한다.

$v(0) = 38\cos(120\pi \cdot 0 + \frac{\pi}{6})$[V]

2. 시간에 따른 위상 $120\pi t$는 0이 되고 초기 위상각만 남는다.

$v(0) = 38\cos(\frac{\pi}{6})$[V]

3. $\cos(\frac{\pi}{6}) = \frac{\sqrt{3}}{2}$이므로 $v(0) = 19\sqrt{3}$V ≈ 32.9V이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0V가 아니다. $t=0$에서 전체 위상은 $\frac{\pi}{6}$이고 코사인값은 0이 아니므로, 올바른 값은 $38\cos(\frac{\pi}{6}) = 19\sqrt{3}\,\mathrm{V}$이다.
② O — $t=0$을 대입하면 $v = 38\cos(\frac{\pi}{6})$[V]가 되어 계산식과 정확히 일치한다.
③ X — 코사인으로 주어진 식을 사인으로 바꾼 점이 틀리다. 올바르게는 $v = 38\cos(\frac{\pi}{6})$[V]이며, $38\sin(\frac{\pi}{6}) = 19\mathrm{V}$는 이 식의 순간값이 아니다.
④ X — 38V는 코사인값을 1로 보아 초기 위상각을 무시한 값이다. 올바른 순간전압은 $38\cos(\frac{\pi}{6}) = 19\sqrt{3}\mathrm{V}$이다.
계산 결과가 ②의 식과 일치하므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

$t=0$이면 $120\pi t$만 0이 된다. 초기 위상각 $\frac{\pi}{6}$까지 없어진다고 생각하면 ④를 고르게 된다. 또한 원래 함수가 코사인인데 사인으로 바꾸면 ③의 값이 나오므로 함수의 종류를 그대로 유지해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 순간값 문제는 주어진 시각을 대입한 뒤, 시간항과 초기 위상각을 분리하고, 원래의 사인 또는 코사인 함수를 그대로 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

$t=0$에서는 시간항만 0이 되고 초기 위상 ϕ는 남으므로 $v(0) = V_m\cos\phi$이다.

NoteBase

5. R[Ω]의 저항 3개를 Y결선하여 대칭 3상 220[V]의 전원에 연결할 때 선전류가 5[A]라면 이 3개의 저항을 Δ결선하여 동일 전원에 연결하면 선전류[A]는 얼마인가?
① 15[A]
② 10[A]
③ 9[A]
④ 5[A]

정답 1번

출제 포인트

같은 선간전압에서 동일한 저항을 Y결선에서 Δ결선으로 바꿀 때 상전압과 선전류의 관계를 이용해 Δ결선의 선전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 대칭 3상 선간전압은 $220V$, Y결선의 선전류는 $5A$이다.
구해야 할 값: 동일한 저항 3개를 Δ결선했을 때의 선전류이다.
주의할 조건: Y결선은 선전류와 상전류가 같고, Δ결선은 선전류가 상전류의 $\sqrt{3}$배이다. 또한 Δ결선의 각 저항에는 Y결선 때보다 $\sqrt{3}$배 큰 상전압이 걸린다.

사용할 공식

Y결선: $V_{ph,Y} = V_L/\sqrt{3}$, $I_{L,Y} = I_{ph,Y}$
Δ결선: $V_{ph,\Delta} = V_L$, $I_{L,\Delta} = \sqrt{3} I_{ph,\Delta}$
동일한 저항이므로 $I = V/R$에 따라 $I_{ph,\Delta} = \sqrt{3} I_{ph,Y}$이다. 따라서 $I_{L,\Delta} = 3I_{L,Y}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 결선을 바꾸어도 선간전압과 각 저항값은 같지만, 저항에 걸리는 상전압과 상전류·선전류의 관계가 달라지기 때문이다.

계산 과정

1. Y결선에서는 $I_{ph,Y} = I_{L,Y} = 5A$이다.
2. Δ결선의 상전압은 Y결선의 상전압보다 $\sqrt{3}$배이므로 $I_{ph,\Delta} = \sqrt{3} \times 5A$이다.
3. Δ결선의 선전류는 상전류의 $\sqrt{3}$배이므로
$I_{L,\Delta} = \sqrt{3} \times (\sqrt{3} \times 5) = 15A$
따라서 Δ결선의 선전류는 $15A$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 15A이므로 옳다.
② X — 10A는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 10A → 올바르게는 15A이다.
③ X — 9A는 Y결선과 Δ결선의 상전압 및 선전류 관계를 적용한 값이 아니다. 틀린 값 9A → 올바르게는 15A이다.
④ X — 5A는 Y결선의 기존 선전류를 그대로 둔 값이다. 결선을 Δ로 바꾸면 선전류가 3배가 되므로 틀린 값 5A → 올바르게는 15A이다.

오답 포인트

Δ결선에서 저항 하나에 걸리는 전압이 커지는 효과와 선전류가 상전류의 $\sqrt{3}$배가 되는 효과를 한 번씩 모두 반영해야 한다. 둘을 합치면 선전류는 $\sqrt{3} \times \sqrt{3} = 3$배가 된다. 특히 ④는 결선 변경 전의 5A를 그대로 선택하게 하는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

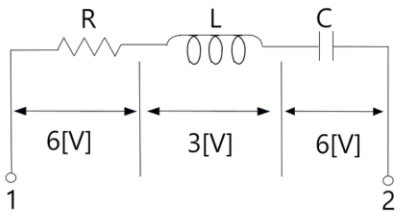
동일한 저항과 동일한 선간전압 조건에서 Y결선을 Δ결선으로 바꾸면 각 저항의 상전압이 $\sqrt{3}$배가 되고, Δ결선의 선전류가 다시 상전류의 $\sqrt{3}$배가 되므로 전체 선전류는 3배로 판단한다.

암기 포인트

같은 선간전압·같은 저항에서 Y → Δ이면 선전류는 3배이다: $I_{L,\Delta} = 3I_{L,Y}$.

NoteBase

6. 다음과 같은 RLC 직렬회로에서 각 소자의 전압이 그림에서 표시하는 것과 같다면 1, 2번 양단에 인가한 교류전압[V]은 얼마인가?



① $30\,[\mathrm{V}]$
② $\sqrt{45}\,[\mathrm{V}]$
③ $\sqrt{58}\,[\mathrm{V}]$
④ $\sqrt{70}\,[\mathrm{V}]$

정답 2번

출제 포인트

RLC 직렬회로에서 저항 전압과 합성 리액턴스 전압의 위상 관계를 이용하여 전원전압의 실횻값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V_R = 6V$, $V_L = 3V$, $V_C = 6V$이다.
구해야 할 값: 1번과 2번 단자 사이의 교류전압 V이다.
주의할 조건: 저항 전압은 전류와 동상이고, 코일 전압과 콘덴서 전압은 서로 반대 위상이므로 세 전압의 크기를 단순히 더하지 않는다.

사용할 공식

RLC 직렬회로의 전원전압은
$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$
이다. 저항 전압과 순수 리액턴스 전압은 위상이 90° 차이 나고, V_L과 V_C는 서로 반대 방향이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

먼저 합성 리액턴스 전압을 구하면 $V_L - V_C = 3 - 6 = -3V$이다.
따라서
$V = \sqrt{6^2 + (-3)^2} = \sqrt{36 + 9} = \sqrt{45}\,V$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 전원전압을 제곱한 값은 $6^2 + (-3)^2 = 45V^2$인데, $30V$를 제곱하면 $900V^2$이므로 일치하지 않는다. 틀린 값 $30V$ → 올바르게는 $\sqrt{45}V$이다.
② O — 위상차를 반영한 계산 결과가 $\sqrt{45}V$이므로 일치한다.
③ X — $\sqrt{58}V$는 제곱한 값 58이 필요한 합 36 + 9 = 45와 다르다. 틀린 값 $\sqrt{58}V$ → 올바르게는 $\sqrt{45}V$이다.
④ X — $\sqrt{70}V$는 제곱한 값 70이 필요한 합 36 + 9 = 45와 다르다. 틀린 값 $\sqrt{70}V$ → 올바르게는 $\sqrt{45}V$이다.

오답 포인트

그림의 $6V$, $3V$, $6V$를 산술적으로 더하거나 세 전압을 모두 같은 방향의 벡터로 처리하면 안 된다. 특히 코일 전압과 콘덴서 전압은 서로 상쇄되므로 먼저 $V_L - V_C$를 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

RLC 직렬회로의 전압 문제는 먼저 $V_L - V_C$로 리액턴스 전압을 합성한 뒤, 이를 V_R와 직각 성분으로 보아 피타고라스 관계를 적용한다.

암기 포인트

직렬 RLC 전압은 $V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$이며, 코일과 콘덴서 전압은 더하지 않고 뺀다.

NoteBase

7. 작업면을 비추는 조도중 직사 조도가 확산 조도보다 높은 경우에 등기구에서 발산되는 광속의 90[%] 이상을 직접 작업면에 투사하는 직접조명 방식의 특징으로 가장 옳지 않은 것은?
① 조명기구의 점검과 보수가 용이하다.
② 설비비가 저렴하며 설계가 단순하다.
③ 그늘이 생기므로 물체의 식별이 입체적이다.
④ 조명률이 크므로 소비전력이 간접 조명방식보다 크다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 등기구 광속의 90% 이상을 작업면에 직접 보내는 직접조명 방식의 장단점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

직접조명은 빛의 대부분을 작업면으로 직접 보내는 방식이다. 조명률이 높아 같은 작업면 조도를 얻는 데 필요한 설비와 소비전력이 비교적 적지만, 눈부심과 짙은 그림자가 생기기 쉽다.
직접조명은 작업면을 곧바로 비추는 고효율 방식이고, 간접조명은 천장이나 벽의 반사를 이용하여 빛을 부드럽게 확산하는 방식이다.

선지별 해설

① O — 직접조명은 등기구가 작업면을 향해 직접 빛을 내는 단순한 구조이므로 등기구의 점검과 보수가 비교적 용이하다.
② O — 광속을 작업면에 직접 이용하여 조명률이 높으므로 필요한 설비가 비교적 적고 설계가 단순하여 설비비가 저렴하다.
③ O — 빛의 방향성이 강하여 물체에 그림자가 생기므로 명암 대비와 입체감이 나타나 물체의 식별에 유리하다. 다만 그림자가 지나치게 짙으면 작업에 방해가 될 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '조명률이 크므로 소비전력이 간접 조명방식보다 크다'이다. 조명률이 크면 같은 작업면 조도를 얻는 데 필요한 광속이 줄어들므로, 올바르게는 '소비전력이 간접조명 방식보다 작다'이다.

오답 포인트

④는 '조명률이 크다'는 올바른 특징 뒤에 '소비전력이 크다'는 반대 결론을 붙였다. 조명률이 크다는 것은 공급한 빛을 작업면에 더 효율적으로 이용한다는 뜻이므로 소비전력 감소와 연결된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

빛을 작업면에 직접 보내는지, 천장·벽의 반사를 거치는지를 먼저 구분한다. 직접조명은 고효율·저비용·설계 단순이라는 장점과 눈부심·짙은 그림자라는 단점을 함께 가진 것으로 판단한다.

암기 포인트

직접조명은 조명률이 크고 소비전력은 작으며, 그림자와 눈부심은 크다.

NoteBase

8. 평행판 콘덴서에 68[V]의 전원을 인가한 후에 이 전원을 제거하였다. 제거 후에 평행판 간격을 처음의 3배로 하면 저장되는 에너지는 얼마인가?
① 저장되는 에너지는 1/3배
② 저장되는 에너지는 1/9배
③ 저장되는 에너지는 3배
④ 저장되는 에너지는 9배

정답 3번

출제 포인트

전원에서 분리된 평행판 콘덴서의 전하량이 일정하다는 조건을 이용하여, 판 간격 변화에 따른 정전용량과 저장 에너지의 변화를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 최초 전압은 $68V$이고, 판 간격은 처음의 3배가 된다.
구해야 할 값: 판 간격을 바꾼 뒤 저장 에너지가 처음의 몇 배인지 구한다.
주의할 조건: 전원을 제거한 뒤 판 간격을 바꾸므로 콘덴서의 전하량 Q는 일정하다. 최초 전압 $68V$의 구체적인 값은 에너지의 비를 구할 때 소거된다.

사용할 공식

평행판 콘덴서의 정전용량은 $C = \frac{\varepsilon A}{d}$이고, 전하량이 일정할 때 저장 에너지는 $U = \frac{Q^2}{2C}$이다.
전원에서 분리된 뒤에는 전하가 이동할 통로가 없어 Q가 일정하므로 $U = \frac{Q^2}{2C}$를 사용한다.

계산 과정

1. 처음 정전용량을 C_0, 처음 판 간격을 d_0라고 둔다.
2. 판 간격이 $3d_0$가 되면 $C_1 = \frac{\varepsilon A}{3d_0} = \frac{C_0}{3}$이다.
3. 전하량이 일정하므로 에너지의 비는 $\frac{U_1}{U_0} = \frac{Q^2/(2C_1)}{Q^2/(2C_0)} = \frac{C_0}{C_1} = 3$ 이다. 따라서 저장 에너지는 처음의 3배가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — ‘저장되는 에너지는 1/3배’는 틀린 표현이다. 전하량이 일정한 상태에서는 에너지가 정전용량에 반비례하므로, 올바르게는 ‘저장되는 에너지는 3배’이다.
② X — ‘저장되는 에너지는 1/9배’는 틀린 표현이다. 판 간격의 제곱에 반비례하는 것으로 잘못 판단한 값이며, 올바르게는 ‘저장되는 에너지는 3배’이다.
③ O — 판 간격이 3배이면 정전용량은 1/3배가 되고, 일정한 전하량에서 에너지는 정전용량에 반비례하므로 저장 에너지는 3배가 된다.
④ X — ‘저장되는 에너지는 9배’는 틀린 표현이다. 전압이 3배가 된 뒤 $U \propto V^2$만 적용하고 정전용량이 1/3배가 되는 것을 빠뜨린 값이며, 올바르게는 ‘저장되는 에너지는 3배’이다.

오답 포인트

전원에 연결된 상태와 전원에서 분리된 상태를 혼동하기 쉽다. 전원에 연결되어 있으면 전압이 일정하지만, 이 문제처럼 전원을 제거하면 전하량이 일정하다. 따라서 $U = \frac{1}{2}CV^2$에서 전압이 일정하다고 가정하여 에너지를 1/3배로 판단하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전원 연결 여부를 확인한다. 전원이 제거되어 있으면 Q 일정, 전원에 계속 연결되어 있으면 V 일정으로 판단한 뒤, $C \propto 1/d$와 해당 에너지 공식을 적용한다.

암기 포인트

전원 제거: Q 일정, $U = Q^2/(2C)$. 판 간격 3배 → C는 1/3배 → U는 3배이다.

NoteBase

9. 평등 자장 내에 놓여 있는 길이 [m]의 직선 전류 도선이 받는 힘에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?
① 힘은 전류에 비례한다
② 힘은 자장의 세기에 비례한다.
③ 힘은 도선의 길이에 반비례한다.
④ 힘은 전류의 방향과 자장의 방향과의 사이각의 함수이다.

정답 3번

출제 포인트

평등 자기장 속 직선 전류 도선이 받는 힘의 크기와 자기장, 전류, 도선 길이, 두 방향 사이의 각도 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

도선에는 전류 I가 흐르고, 자기장의 세기는 B, 자기장 안에 놓인 도선의 길이는 l이다. 전류 방향과 자기장 방향 사이의 각을 θ라고 한다.

사용할 공식

직선 전류 도선이 평등 자기장에서 받는 힘의 크기는

$$F = BIl\sin\theta$$

이다. 자기장 속에 놓인 전류 도선에 작용하는 자기력을 판단하는 상황이므로 이 공식을 사용한다.

관계 확인

공식에서 다른 조건이 일정하면 F는 B, I, l에 각각 비례하고, 각도에 대해서는 $\sin\theta$에 비례한다. 따라서 도선의 길이가 길어질수록 힘도 커진다.

NoteBase

선지 판단

① O — $F = BIl\sin\theta$에서 다른 조건이 일정하면 힘 F는 전류 I에 비례한다.

② O — 같은 공식에서 다른 조건이 일정하면 힘 F는 자기장의 세기 B에 비례한다.

③ X — '힘은 도선의 길이에 반비례한다'가 틀린 표현이다. 올바르게는 힘은 자기장 안에 놓인 도선의 길이 l에 비례한다.

④ O — 힘은 전류 방향과 자기장 방향 사이의 각 θ의 사인값 $\sin\theta$에 비례하므로 각도의 함수이다.

오답 포인트

③의 '반비례'라는 표현이 함정이다. 식에서 도선 길이 l은 분모가 아니라 분자에 곱해져 있으므로, 길이가 증가하면 힘도 같은 비율로 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $F = BIl\sin\theta$를 적고 각 물리량이 곱해져 있는지 확인한다. B, I, l, $\sin\theta$는 모두 힘에 곱해지므로 각각에 비례한다고 판단한다.

암기 포인트

자기력의 크기는 $F = BIl\sin\theta$이다. 전류·자기장·길이에는 비례하고, 각도에는 사인값으로 비례한다.

NoteBase

10. 다음은 1[C]이 진전하에서 1개 나오는 패러데이관(Faraday tube)에 대한 설명이다. 다음 중 가장 옳지 않은 것은?

① 패러데이관의 밀도는 전속밀도의 $\frac{1}{\epsilon}$ 배이다

② 패러데이관 양단에 정, 부의 단위 전하가 있다.

③ 패러데이관 중에 있는 전속수는 진전하가 없으면 일정하다.

④ 패러데이관 중에 있는 전속수는 진전하가 없으면 연속적이다.

정답 1번

출제 포인트

패러데이관의 밀도와 전속밀도의 관계, 관의 양 끝 전하, 진전하가 없는 영역에서의 전속 보존성과 연속성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

패러데이관은 전속을 관 모양으로 나타낸 것으로, 이 문제에서는 1개의 관이 1 C의 전속에 대응한다. 따라서 단위 면적을 수직으로 지나는 관의 수, 즉 관의 밀도는 전속밀도 D에 대응하며 D/ε가 아니다. 또한 전속관은 양전하에서 시작해 음전하에서 끝나고, 진전하가 없는 영역에서는 중간에 생기거나 사라지지 않아 전속수가 보존되고 연속적으로 이어진다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '전속밀도의 $1/\varepsilon$배'이다. $D = \varepsilon E$이므로 $D/\varepsilon = E$이며, 이는 전속밀도 자체가 아니다. 올바르게는 '1개의 관이 1 C의 전속을 나타낼 때 패러데이관의 밀도는 전속밀도 D에 대응한다'이다.

② O — 전속관은 양의 단위 전하에서 나와 음의 단위 전하로 들어가므로 양단에 정·부의 단위 전하가 있다.

③ O — 진전하가 없는 영역에서는 전속관이 중간에서 새로 생기거나 소멸하지 않으므로 관을 가로지르는 전속수는 일정하다.

④ O — 진전하가 없는 영역에서는 전속관의 시작점이나 끝점이 없으므로 전속관은 끊어지지 않고 연속적이다.

오답 포인트

①에서 전속밀도 D와 전계의 세기 E를 혼동하기 쉽다. $1/\varepsilon$을 곱한 D/ε는 E이므로, 패러데이관의 밀도를 나타내는 전속밀도 D와 다르다. 또한 ③의 '일정'은 전속수의 보존을, ④의 '연속적'은 관이 끊기지 않는 성질을 뜻하므로 서로 모순되지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

패러데이관의 밀도는 먼저 전속밀도 D와 연결하고, $D = \varepsilon E$로 D와 E를 구분한다. 이어서 진전하가 없다는 조건이 나오면 전속관이 중간에서 생성·소멸하지 않아 전속수가 보존되고 관이 연속된다고 판단한다.

암기 포인트

관의 밀도는 D, D/ε는 E, 무전하 영역에서는 전속 보존·관 연속이다.

NoteBase

11. 다음 논리회로를 최대한 간략한 식으로 옳은 것은?

$f(\ \ ,B,C) = A + BC + A\,C + ABC + \overline{B}\,C + A\,C$

① $f(A,B,C) = \overline{A} + B + C$

② $f(A,B,C) = A + \overline{B} + C$

③ $f(A,B,C) = A + \overline{B} + \overline{C}$

④ $f(A,B,C) = A + B + C$

정답 2번

출제 포인트

부울 대수의 흡수법칙과 결합법칙을 이용하여 논리함수를 최소항 수가 적은 합의 형태로 간소화하는 문제이다.

조건 정리

주어진 논리함수는 $f(A, B, C) = A + \overline{BC} + \overline{A}C + AB\overline{C} + \overline{B}C + AC$이다. 같은 문자 A를 포함하는 항과 $\overline{B}$를 포함하는 항을 각각 묶어 흡수한다.

사용할 공식

흡수법칙은 $X + XY = X$, $X + \overline{X}Y = X + Y$이고, 상보법칙은 $X + \overline{X} = 1$이다. 이 식에는 A가 포함된 곱항과 $\overline{B}$가 공통인 두 항이 있으므로 이 법칙들을 적용한다.

계산 과정

먼저 $A + AB\overline{C} + AC = A$이므로 다음과 같이 정리된다.

$f = A + \overline{BC} + \overline{A}C + \overline{B}C$

그다음 $A + \overline{A}C = A + C$이고, $\overline{BC} + \overline{B}C = \overline{B}(\overline{C} + C) = \overline{B}$이다. 따라서

$f(A, B, C) = A + \overline{B} + C$

가 된다.

선지 판단

① X — A가 아니라 $\overline{A}$가 남는다고 한 점이 틀렸다. A는 원식에 단독항으로 존재하여 $AB\overline{C}$와 AC를 흡수하므로, 올바른 식은 $A + \overline{B} + C$이다.

② O — 계산 결과가 정확히 $A + \overline{B} + C$이므로 옳다.

③ X — C를 $\overline{C}$로 바꾼 점이 틀렸다. $A + \overline{A}C = A + C$에서 남는 항은 C이므로, 올바른 식은 $A + \overline{B} + C$이다.

④ X — $\overline{B}$를 B로 쓴 점이 틀렸다. $\overline{BC} + \overline{B}C = \overline{B}$이므로, 올바른 식은 $A + \overline{B} + C$이다.

NoteBase

오답 포인트

상보되는 C와 $\overline{C}$를 없앨 때 공통 인수 $\overline{B}$까지 없애거나, $A + \overline{A}C$를 $\overline{A} + C$로 잘못 정리하기 쉽다. 공통 인수는 그대로 남고, $X + \overline{X}Y = X + Y$에서는 단독항 X가 보존된다.

다시 나오면 이렇게 판단

단독항이 포함된 곱항을 먼저 흡수한 뒤, 공통 인수를 묶어 상보쌍을 찾는다. 이 문항에서는 A가 $AB\overline{C}$와 AC를 흡수하고, $\overline{B}$를 묶으면 $\overline{C} + C = 1$이 된다.

암기 포인트

$X + XY = X$, $X + \overline{X}Y = X + Y$, $Y\overline{X} + YX = Y$를 한 묶음으로 기억한다.

NoteBase

12. 표준저항기에 사용되는 저항재료의 조건 중 가장 옳지 않은 것은?
① 저항값이 안정할 것
② 온도 계수가 클 것
③ 고유 저항이 클 것
④ 구리에 대한 열기전력이 작을 것

정답 2번

출제 포인트

표준저항기에 사용하는 저항재료가 갖추어야 할 조건을 묻는 문제이다.

핵심 개념

표준저항기는 저항의 기준값을 정밀하게 유지하는 장치이다. 따라서 저항재료는 저항값이 안정적이고, 온도 변화에 따른 저항값의 변화가 작도록 온도 계수가 작으며, 작은 크기로 필요한 저항을 얻도록 고유 저항이 커야 한다. 또한 구리 도선과의 접속부에서 생기는 열기전력이 작아야 측정 오차가 줄어든다.

선지별 해설

① O — 저항값이 시간이나 환경 변화에도 안정적이어야 표준값을 정확하게 유지할 수 있다.
② X — 틀린 표현은 '온도 계수가 클 것'이다. 온도 계수가 크면 온도 변화에 따라 저항값이 크게 달라지므로, 올바르게는 '온도 계수가 작을 것'이다.
③ O — 고유 저항이 크면 비교적 짧고 작은 저항체로도 필요한 저항값을 만들 수 있다.
④ O — 구리 도선과 저항재료의 접속부에서 발생하는 열기전력이 작아야 열기전력에 의한 측정 오차를 줄일 수 있다.

오답 포인트

③의 '고유 저항이 클 것'과 ②의 '온도 계수가 클 것'을 모두 '클수록 좋은 성질'로 묶으면 틀리기 쉽다. 고유 저항은 커야 하지만, 저항값의 온도 의존성을 나타내는 온도 계수는 작아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

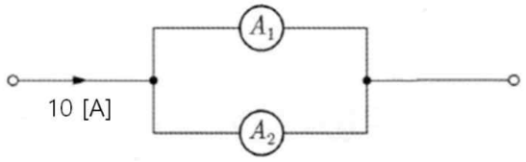
표준저항기의 조건은 '기준 저항값을 작고 안정적인 오차로 유지하는가'를 기준으로 판단한다. 저항값 안정성·큰 고유 저항·작은 온도 계수·작은 열기전력은 적합한 조건이다.

암기 포인트

표준저항재료는 고유 저항은 크게, 온도 계수와 구리에 대한 열기전력은 작게 유지한다.

NoteBase

13. 다음은 10 [A]의 최대 눈금을 가진 두 개의 전류계 A , A_2에 10[A]의 전류가 흐르는 그림이다. 이때 전류계 A_2에 지시되는 전류[A]는 얼마인가? (단, 최대 눈금에 있어서 전압 강하는 전류계 A_1에서 40[mV], 전류계 A_2에서 60[mV]라 한다.)



① 3[A]
② 4[A]
③ 5[A]
④ 6[A]

정답 2번

출제 포인트

최대 눈금에서의 전압 강하와 전류로 각 전류계의 내부저항을 구하고, 병렬회로의 전류분배 법칙으로 A_2의 전류를 계산하는 문제이다.

조건 정리

두 전류계의 최대 눈금 전류: 각각 $10A$
최대 눈금에서의 전압 강하: A_1은 $40mV$, A_2는 $60mV$
병렬회로에 들어오는 전체 전류: $10A$
구해야 할 값: A_2에 흐르는 전류 I_2
주의할 조건: 두 전류계는 병렬이므로 양단 전압이 같고, 전류는 내부저항에 반비례하여 나뉜다.

사용할 공식

내부저항은 옴의 법칙으로 구한다.
$R = \frac{V}{I}$
따라서
$R_1 = \frac{40 \times 10^{-3}}{10} = 4 \times 10^{-3}\Omega, \qquad R_2 = \frac{60 \times 10^{-3}}{10} = 6 \times 10^{-3}\Omega$
두 전류계가 병렬로 연결되어 있으므로 전류분배식을 사용한다.
$I_2 = I\frac{R_1}{R_1 + R_2}$
A_2 가지의 전류를 구할 때 다른 가지의 저항 R_1이 분자에 놓이는 이유는 병렬회로의 전류가 각 가지 저항에 반비례하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 최대 눈금 자료로 내부저항을 계산하면 $R_1 = 4m\Omega$, $R_2 = 6m\Omega$이다.
2. 전체 전류 $10A$에 전류분배식을 적용한다.
$I_2 = 10 \times \frac{4}{4+6} = 4A$
3. 따라서 전류계 A_2의 지시값은 $4A$이다. 검산하면 공통 전압은 $I_2R_2 = 4 \times 6m\Omega = 24mV$이고, A_1에는 $6A$가 흘러 $I_1R_1 = 6 \times 4m\Omega = 24mV$로 양단 전압이 같다.

선지 판단

① X — $3A$는 계산 결과 $4A$와 다르다. 틀린 표현 '$3A$'는 '$4A$'로 고쳐야 한다.
② O — 전류분배 결과 A_2의 전류는 $4A$이므로 옳다.
③ X — $5A$는 두 전류계의 내부저항이 같다고 보고 전체 전류를 절반씩 나눈 값이지만, 실제 내부저항은 서로 다르다. 틀린 표현 '$5A$'는 '$4A$'로 고쳐야 한다.
④ X — $6A$는 내부저항이 더 작은 A_1에 흐르는 전류이다. 틀린 표현 'A_2에 $6A$'는 'A_2에 $4A$'로 고쳐야 한다.
계산 결과 A_2의 지시값은 $4A$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

최대 눈금이 두 전류계 모두 $10A$라는 이유만으로 실제 전류도 똑같이 나뉜다고 보면 ③의 $5A$를 고르게 된다. 최대 눈금 전압 강하가 서로 달라 내부저항도 다르며, 저항이 큰 A_2에는 더 작은 전류가 흐른다. 또한 A_2의 전류분배식 분자에 R_2가 아니라 반대편 가지의 R_1이 들어간다는 점에 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

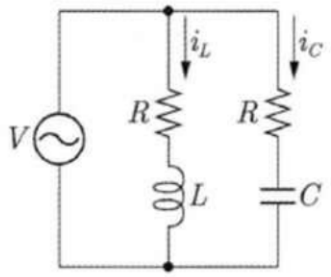
전류계의 최대 눈금 전류와 전압 강하가 주어지면 먼저 $R = V/I$로 내부저항을 구한다. 병렬 연결에서는 각 가지의 전압이 같고 전류가 저항에 반비례한다는 기준으로 전류를 분배한 뒤, 가지 전류의 합과 양단 전압이 일치하는지 검산한다.

암기 포인트

병렬 전류는 저항에 반비례한다. A_2 전류는 $I_2 = I\frac{R_1}{R_1+R_2}$처럼 반대편 저항을 분자에 둔다.

NoteBase

14. 다음 그림은 직병렬회로이다. 각 분로의 전류가 각각 $= 2 + j6\,[\ ]$, $i_C = 2 - j2\,[A]$일 때 전원 V[V]에서의 역률과 무효율을 순서대로 바르게 나열한 것은 ?



① $\frac{3}{2}, \frac{1}{\sqrt{2}}$

② $\frac{\sqrt{3}}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}$

③ $\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}$

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

정답 3번

출제 포인트

병렬회로의 전체 전류를 복소수로 합성한 뒤, 전원 전압과 전체 전류의 위상차로 역률과 무효율을 구하는 문제이다.

조건 정리

분로 전류는 $i_L = 2 + j6[A]$, $i_C = 2 - j2[A]$이다.
병렬회로의 전원 전류는 두 분로 전류의 합이다.
전원 전압 V를 기준 위상으로 두며, 무효율은 무효전력과 피상전력의 비의 크기로 판단한다.

사용할 공식

$I = i_L + i_C$
$\cos\phi = \frac{\mathrm{Re}(I)}{|I|}, \qquad |\sin\phi| = \frac{|\mathrm{Im}(I)|}{|I|}$
병렬회로에서는 각 분로 전류의 페이저 합이 전원 전류이고, 역률과 무효율은 각각 전압과 전체 전류의 위상차에 대한 코사인과 사인의 크기이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 전류를 합성한다.

$I = (2 + j6) + (2 - j2) = 4 + j4[A]$

2. 전체 전류의 크기와 위상각을 구한다.

$|I| = \sqrt{4^2 + 4^2} = 4\sqrt{2}[A], \qquad \phi = \tan^{-1}\left(\frac{4}{4}\right) = 45^\circ$

3. 역률과 무효율을 계산한다.

역률=45^=(1)/(√(2)), 무효율=|45^|=(1)/(√(2))

선지 판단

① X — 역률을 $\frac{3}{2}$, 무효율을 $\frac{1}{\sqrt{2}}$로 제시하였다. 역률은 1을 넘을 수 없으며, 올바른 조합은 $\frac{1}{\sqrt{2}}$, $\frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

② X — 역률과 무효율을 모두 $\frac{\sqrt{3}}{2}$로 제시하였다. 이는 위상각이 30 °일 때의 코사인값을 잘못 적용한 것이며, 올바른 조합은 $\frac{1}{\sqrt{2}}$, $\frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

③ O — 전체 전류의 실수부와 허수부가 모두 4이므로 위상각은 45 °이다. 따라서 역률과 무효율은 모두 $\frac{1}{\sqrt{2}}$이다.

④ X — 역률 $\frac{1}{\sqrt{2}}$은 맞지만 무효율 $\frac{\sqrt{3}}{2}$가 틀렸다. 무효율은 $|\sin 45^\circ| = \frac{1}{\sqrt{2}}$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

각 분로의 역률을 따로 구하거나 두 전류의 크기만 더하면 전체 위상차를 얻을 수 없다. 반드시 복소 전류의 실수부끼리, 허수부끼리 더해야 한다. 또한 역률은 0 이상 1 이하이므로 ①의 $\frac{3}{2}$는 계산 없이도 배제할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

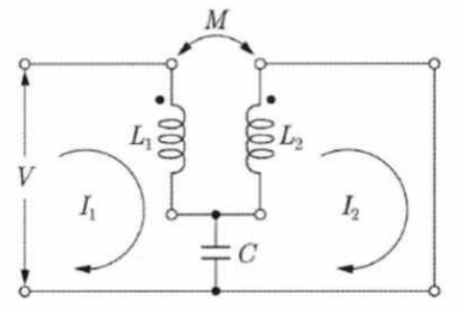
병렬 교류회로에서는 분로 전류의 페이저 합을 먼저 구하고, 전체 전류의 실수부와 허수부로 위상각을 계산한 다음 $\cos\phi$와 $|\sin\phi|$를 차례로 적용한다.

암기 포인트

병렬 전류는 복소수로 합성하며, $P/S = \cos\phi$, $|Q|/S = |\sin\phi|$이다.

NoteBase

15. 다음은 캠벨브리지(Campbell bridge) 회로이다. 이 회로에서 I_2가 "0"이 되기 위한 C [F]의 값은 얼마인가?



① $\frac{1}{\omega L}$ [F]

② $\frac{1}{\omega M}$ [F]

③ $\frac{1}{\omega^2 L}$ [F]

④ $\frac{1}{\omega^2 M}$ [F]

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 캠벨브리지에서 검출 전류 I_2가 0이 되는 평형 조건을 세워 커패시턴스 C를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 두 코일의 상호 인덕턴스는 M이고, 두 코일의 점표시는 모두 위쪽 단자에 있다.
구해야 할 값: 우측 루프 전류 I_2가 0이 되게 하는 C이다.
주의할 조건: $I_2 = 0$이면 L_2의 자기유도 전압은 0이지만, I_1에 의한 상호유도 전압 $j\omega M I_1$은 남는다.

사용할 공식

커패시터 임피던스는 $Z_C = 1/(j\omega C)$이고, I_1에 의해 L_2에 생기는 상호유도 전압의 크기는 $\omega M I_1$이다.
평형 시 두 전압의 크기 관계는
$\frac{I_1}{\omega C} = \omega M I_1$
이다. 우측 루프에는 전류가 흐르지 않아야 하므로, 그 루프를 구동하는 커패시터 전압과 상호유도 전압이 점표시 극성에 따라 서로 상쇄되어야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $I_2 = 0$일 때 공통 접속점에서 커패시터로 흐르는 전류는 I_1이므로 커패시터 전압의 크기는 $I_1/(\omega C)$이다.
2. L_2에는 I_1에 의해 크기 $\omega M I_1$의 상호유도 전압이 생긴다.
3. 두 전압이 상쇄되는 평형 조건을 적용하면

$\frac{I_1}{\omega C} = \omega M I_1$

이고, I_1을 약분하면

$C = \frac{1}{\omega^2 M}$

을 얻는다.

선지 판단

① X — $1/(\omega L)$은 각주파수의 제곱이 빠졌고 상호 인덕턴스가 아닌 자기 인덕턴스 L을 사용했다. 또한 $1/(\omega L)$의 차원은 커패시턴스가 아니다. 올바르게는 $C = 1/(\omega^2 M)$이다.

② X — $1/(\omega M)$은 평형식 $1/(\omega C) = \omega M$을 풀 때 필요한 ω 하나를 빠뜨린 값이며, 그 차원도 커패시턴스가 아니다. 올바르게는 $C = 1/(\omega^2 M)$이다.

③ X — $1/(\omega^2 L)$은 차원은 커패시턴스와 같지만, 평형을 만드는 전압은 L_1 또는 L_2의 자기유도 전압이 아니라 상호유도 전압 $\omega M I_1$이다. 따라서 L이 아니라 M을 써서 $C = 1/(\omega^2 M)$으로 고쳐야 한다.

④ O — 상호유도 전압과 커패시터 전압의 상쇄 조건에서 얻은 $C = 1/(\omega^2 M)$과 일치한다.

오답 포인트

핵심 함정은 $I_2 = 0$을 모든 유도 전압이 0이라는 뜻으로 해석하는 것이다. I_2에 의한 자기유도 항은 사라지지만 I_1에 의한 상호유도 항 $j\omega M I_1$은 남는다. 또한 평형식의 양변에 이미 ω가 하나씩 들어 있으므로 결과의 분모는 $\omega^2 M$이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

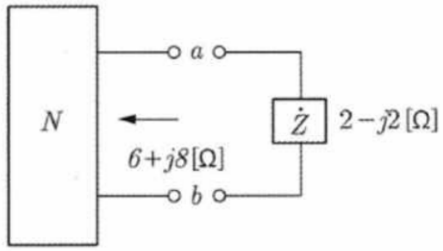
결합회로의 영전류 조건에서는 먼저 0인 루프의 자기유도 항을 제거하고, 다른 루프 전류가 만드는 상호유도 전압을 남긴다. 그다음 커패시터 전압과 상호유도 전압의 상쇄 조건을 세우고, 마지막으로 단위를 검산한다.

암기 포인트

캠벨브리지의 영전류 평형은 $1/(\omega C) = \omega M$, 따라서 $C = 1/(\omega^2 M)$이다.

NoteBase

16. 그림의 a, b 단자에 전압 100[V]을 공급할 때 a, b 단자에서 본 능동회로망의 임피던스가 $Z = 6 + j8\,[\Omega]$ 이라고 하면 a, b 단자에 임피던스 $\dot{Z} = 2 - j2\,[\Omega]$ 을 접속할 때 이 임피던스 $\dot{Z}$ 에 흐르는 전류[A]는 얼마인가?



① $-j6\,[\mathrm{A}]$
② $8 + j6\,[\mathrm{A}]$
③ $6 - j8\,[\mathrm{A}]$
④ $6 + j8\,[\mathrm{A}]$

정답 1번

출제 포인트

능동회로망을 테브난 등가회로로 보고 내부 임피던스와 부하 임피던스를 더한 뒤, 복소수 옴의 법칙으로 부하전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

공급전압: $V = 100V$
능동회로망의 임피던스: $Z_N = 6 + j8\Omega$
부하 임피던스: $Z_L = 2 - j2\Omega$
구해야 할 값: 부하 Z_L에 흐르는 전류 I

사용할 공식

$I = \frac{V}{Z_N + Z_L}$
부하를 접속하면 능동회로망의 내부 임피던스와 부하 임피던스가 테브난 등가회로에서 직렬이 되므로 두 임피던스의 합으로 전압을 나눈다.

NoteBase

계산 과정

1. 합성 임피던스는 다음과 같다.

$Z_N + Z_L = (6 + j8) + (2 - j2) = 8 + j6\Omega$

2. 복소수의 나눗셈에서 분모의 켤레복소수를 곱한다.

$I = \frac{100}{8 + j6} = \frac{100(8 - j6)}{8^2 + 6^2} = 8 - j6A$

따라서 계산으로 얻는 부하전류는 $8 - j6A$이다.

선지 판단

① O — 정답표가 가리키는 선지이다. 다만 이미지의 ①에는 계산값 $8 - j6A$에서 실수부 8이 빠져 $-j6A$로 인쇄되어 있다. 계산상 올바른 표기는 $8 - j6A$이다.

② X — $8 + j6A$는 허수부 부호가 잘못되었다. 분모 $8 + j6$의 켤레복소수 $8 - j6$을 곱하므로 올바르게는 $8 - j6A$이다.

③ X — $6 - j8A$는 부하 접속 전 내부 임피던스만 사용하여 $100/(6 + j8)$을 계산한 값이다. 부하 임피던스까지 더해야 하므로 올바르게는 $8 - j6A$이다.

④ X — $6 + j8$은 주어진 능동회로망의 임피던스 수치이며 부하전류가 아니다. 합성 임피던스로 전압을 나누면 올바르게는 $8 - j6A$이다.

오답 포인트

부하 임피던스의 허수부가 음수이므로 $j8 - j2 = j6$이 된다. 또한 $1/(8 + j6)$을 계산할 때 켤레복소수를 곱하면 전류의 허수부 부호가 음수가 된다. 이 문항은 이미지의 ①에서 실수부 8이 누락된 인쇄 오류도 함께 주의해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

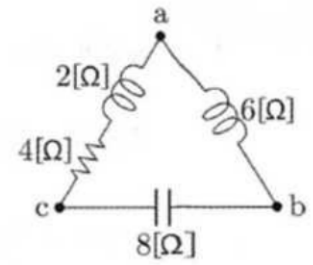
능동회로망에 부하를 연결하는 문제는 테브난 전압 확인 → 내부 임피던스와 부하 임피던스의 합 계산 → 켤레복소수를 이용한 전류 계산 → 단위와 부호 검산의 순서로 판단한다.

암기 포인트

테브난 부하전류는 $I = V_{th}/(Z_{th} + Z_L)$이며, 복소수로 나눌 때는 분모의 켤레복소수를 곱한다.

NoteBase

17. 그림과 같은 △회로를 등가인 Y회로로 환산하면 상의 임피던스[Ω]는 얼마인가?



① $3-j6\,[\Omega]$
② $-3+j6\,[\Omega]$
③ $4-j8\,[\Omega]$
④ $-4+j8\,[\Omega]$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Δ회로를 Y회로로 환산할 때, 구하려는 단자에 연결된 두 Δ 임피던스의 곱을 세 Δ 임피던스의 합으로 나누어 해당 상의 임피던스를 구하는 문제이다.

조건 정리

Δ회로의 각 분지 임피던스는 $Z_{ac}=4+j2$, $Z_{ab}=j6$, $Z_{bc}=-j8$이다. 코일의 리액턴스는 양의 허수, 커패시터의 리액턴스는 음의 허수로 나타낸다. 구해야 할 값은 Y회로로 환산한 c상의 임피던스 Z_c이다.

사용할 공식

Δ-Y 환산에서 c상 임피던스는

$Z_c=\frac{Z_{ac}Z_{bc}}{Z_{ab}+Z_{bc}+Z_{ca}}$

이다. c단자에 맞닿은 두 Δ 분지 Z_{ac}, Z_{bc}의 곱을 전체 Δ 임피던스의 합으로 나누기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

먼저 세 Δ 임피던스의 합은

$Z_{ab}+Z_{bc}+Z_{ca}=j6-j8+(4+j2)=4$

이다. 따라서

$Z_c=\frac{(4+j2)(-j8)}{4}=\frac{16-j32}{4}=4-j8\Omega$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $3 - j6\Omega$은 계산 결과 $4 - j8\Omega$와 다르다. 틀린 값이며, 올바르게는 $4 - j8\Omega$이다.
② X — $-3 + j6\Omega$은 c상이 아니라 a상 임피던스 $Z_a = Z_{ab}Z_{ac}/\sum Z_\Delta$를 계산하면 나오는 값이다. 올바르게는 c상에 맞닿은 Z_{ac}와 Z_{bc}를 곱하여 $4 - j8\Omega$로 계산한다.
③ O — $Z_c = (4 + j2)(-j8)/4 = 4 - j8\Omega$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $-4 + j8\Omega$은 정답의 실수부와 허수부 부호를 모두 반대로 쓴 값이다. 올바르게는 $4 - j8\Omega$이다.

오답 포인트

②는 구하려는 상을 바꾸어 a상 공식을 적용할 때 나오는 값이고, ④는 복소 임피던스 전체의 부호를 뒤집은 값이다. 또한 커패시터의 임피던스를 $+j8$이 아니라 $-j8$로 두어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 저항·코일·커패시터를 각각 R, $+jX_L$, $-jX_C$로 표시한다. 그다음 구하려는 Y 단자에 맞닿은 두 Δ 분지의 곱을 세 Δ 분지의 합으로 나누고, 마지막으로 복소수 부호와 단위 Ω를 검산한다.

암기 포인트

Δ에서 Y로 바꿀 때는 '해당 꼭짓점의 양옆 두 임피던스의 곱 ÷ Δ 전체의 합'이다.

NoteBase

18. 대칭 n 상에서 △결선 시 선전류와 상전류의 위상관계를 표현한 것으로 옳은 것은?

① $\frac{\pi}{2}\left(1-\frac{2}{n}\right)[rad]$ 큼 뒤진다.

② $\frac{\pi}{2}\left(1-\frac{2}{n}\right)[rad]$ 만큼 앞선다.

③ $\frac{\pi}{2}\left(1-\frac{n}{2}\right)[rad]$ 만큼 뒤진다.

④ $\frac{\pi}{2}\left(1-\frac{n}{2}\right)[rad]$ 만큼 앞선다.

정답 1번

출제 포인트

대칭 n상 Δ결선에서 선전류를 두 상전류의 벡터차로 나타내어 선전류와 상전류 사이의 위상차를 구하는 문제이다.

조건 정리

인접한 두 상전류의 위상차는 $2\pi/n$이다. Δ결선의 한 선에서 선전류는 그 접속점으로 들어오고 나가는 두 상전류의 벡터차이다.

사용할 공식

해당 상전류를 I_{ph}라 하면 선전류와 상전류의 위상차는
$\theta = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n} = \frac{\pi}{2}(1 - \frac{2}{n})$
이다. 두 상전류의 벡터차를 구하면 그 합성벡터인 선전류가 해당 상전류보다 위 식의 각도만큼 뒤지므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 인접한 두 상전류의 위상 간격을 $2\pi/n$으로 둔다.
2. 선전류를 두 상전류의 벡터차로 합성하면 상전류에 대한 지상각은 그 위상 간격의 절반을 $\pi/2$에서 뺀 값이다.
3. 따라서 지상각은 $\pi/2 - \pi/n = \frac{\pi}{2}(1 - 2/n)$이다.
4. 삼상인 $n = 3$을 대입하면 $\pi/6$, 즉 30 ° 뒤지는 익숙한 Δ결선 관계와도 일치한다.

NoteBase

선지 판단

① O — 선전류는 상전류보다 $\frac{\pi}{2}(1-\frac{2}{n})[rad]$만큼 뒤진다. 계산 결과와 방향이 모두 일치한다.
② X — '앞선다'가 틀렸다. 올바르게는 같은 크기의 위상각 $\frac{\pi}{2}(1-\frac{2}{n})[rad]$만큼 뒤진다.
③ X — 위상차를 $\frac{\pi}{2}(1-\frac{n}{2})$로 나타낸 부분이 틀렸다. 올바르게는 $\frac{\pi}{2}(1-\frac{2}{n})[rad]$만큼 뒤진다.
④ X — 위상차 식의 $n/2$와 방향인 '앞선다'가 모두 틀렸다. 올바르게는 $\frac{\pi}{2}(1-\frac{2}{n})[rad]$만큼 뒤진다.

오답 포인트

①과 ②는 위상차의 크기는 같고 진상·지상 방향만 반대이다. 또한 ③과 ④는 $2/n$을 $n/2$로 뒤집어 놓은 선지이다. $n=3$을 대입해 30° 지상인지 확인하면 식과 방향을 함께 판별할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

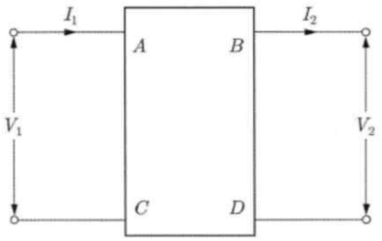
Δ결선에서는 먼저 선전류를 두 상전류의 벡터차로 놓고, 인접 상전류의 위상차 $2\pi/n$을 이용한다. 마지막에 $n=3$을 대입하여 선전류가 상전류보다 30° 뒤지는지 검산한다.

암기 포인트

대칭 n상 Δ결선의 선전류는 상전류보다 $\frac{\pi}{2}(1-\frac{2}{n})$만큼 뒤진다.

NoteBase

19. 그림과 같은 4단자 회로망을 전송파라미터 (ABCD 파라미터)의 관계로 4단자 정수의 특징을 나타내는 A, B, C, D 값으로 순서대로 나열한 것은? (단, 출력측을 개방하니 = 12[V], I_1 = 2[A], V_2 = 4[V]이고, 출력측을 단락하니 V_1 = 16[V], I_1 = 4[A], I_2 = 8[A]였다.)



① 3, 8, 0.5, 2
② 3, 2, 0.5, 0.5
③ 0.5, 0.5, 3, 8
④ 2, 3, 8, 0.5

[복원 표기]
출력측 개방 조건: V_1 = 12[V], I_1 = 2[A], V_2 = 4[V].

정답 2번

출제 포인트

출력 개방 시에는 $I_2 = 0$, 출력 단락 시에는 $V_2 = 0$이 된다는 점을 이용하여 전송 파라미터 A, B, C, D를 구하는 문제이다.

조건 정리

출력 개방 조건: $V_1 = 12V, I_1 = 2A, V_2 = 4V, I_2 = 0$이다.
출력 단락 조건: $V_1 = 16V, I_1 = 4A, I_2 = 8A, V_2 = 0$이다.
구해야 할 값은 전송 파라미터를 A, B, C, D 순서로 나열한 것이다.

사용할 공식

그림처럼 I_2가 4단자망에서 출력되는 방향이면 전송 파라미터의 관계는 다음과 같다.
$V_1 = AV_2 + BI_2, \quad I_1 = CV_2 + DI_2$
출력을 개방하면 $I_2 = 0$이므로 A와 C를 구할 수 있고, 출력을 단락하면 $V_2 = 0$이므로 B와 D를 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 출력 개방 시 $I_2 = 0$이다.
$A = \frac{V_1}{V_2} = \frac{12}{4} = 3, \qquad C = \frac{I_1}{V_2} = \frac{2}{4} = 0.5S$
2. 출력 단락 시 $V_2 = 0$이다.
$B = \frac{V_1}{I_2} = \frac{16}{8} = 2\Omega, \qquad D = \frac{I_1}{I_2} = \frac{4}{8} = 0.5$
3. 따라서 A, B, C, D의 값은 순서대로 3, 2, 0.5, 0.5이다.

선지 판단

① X — $A = 3$과 $C = 0.5$는 맞지만 $B = 8, D = 2$가 틀렸다. 올바르게는 $B = 2, D = 0.5$이다. 특히 B는 단락 시 전류 $I_2 = 8A$ 자체가 아니라 $V_1/I_2 = 16/8 = 2\Omega$이다.
② O — 계산 결과가 $A = 3, B = 2, C = 0.5, D = 0.5$와 모두 일치한다.
③ X — 0.5, 0.5, 3, 8은 각 파라미터의 위치와 계산값이 모두 맞지 않는다. 올바른 배열은 3, 2, 0.5, 0.5이다.
④ X — $D = 0.5$만 맞고 $A = 2, B = 3, C = 8$이 틀렸다. 올바르게는 $A = 3, B = 2, C = 0.5$이다.

오답 포인트

개방 조건과 단락 조건에서 어떤 항이 0이 되는지를 뒤바꾸거나, 측정값 자체를 파라미터로 옮기면 오답이 된다. 또한 A, D는 무차원이고 B의 단위는 Ω, C의 단위는 S이므로 단위로도 배열을 검산할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 그림의 I_2 방향에 맞는 전송식을 쓴다. 그다음 개방에서는 $I_2 = 0$으로 두어 A, C를 구하고, 단락에서는 $V_2 = 0$으로 두어 B, D를 구한 뒤 문제에서 요구한 순서대로 배열한다.

암기 포인트

개방은 $I_2 = 0$이므로 A, C, 단락은 $V_2 = 0$이므로 B, D를 결정한다.

NoteBase

20. $R-L$ 직렬회로에서 시정수의 값이 클수록 과도현상의 소멸되는 시간은 어떻게 되는가?
① 짧아진다.
② 관계없다.
③ 반복된다.
④ 길어진다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 $R-L$ 직렬회로에서 시정수와 과도현상의 소멸 시간 사이의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

시정수는 과도응답이 정상상태에 가까워지는 속도를 나타내는 시간 척도이다. $R-L$ 직렬회로의 시정수는 $\tau = L/R$이며, 과도성분은 $e^{-t/\tau}$에 따라 감쇠한다. 따라서 τ가 클수록 감쇠가 느려져 과도현상이 소멸되는 데 더 긴 시간이 걸린다.

선지별 해설

① X — '짧아진다'는 반대이다. 시정수가 클수록 과도성분이 천천히 감쇠하므로 소멸 시간은 길어진다.
② X — '관계없다'는 틀리다. 과도현상의 소멸 시간은 시정수에 비례하여 길어지므로 서로 관계가 있다.
③ X — '반복된다'는 틀리다. 단순 $R-L$ 직렬회로의 과도응답은 진동을 반복하는 것이 아니라 지수적으로 감쇠하며, 올바르게는 시정수가 클수록 소멸 시간이 길어진다.
④ O — 시정수가 크면 과도성분의 감쇠 속도가 느려지므로 과도현상의 소멸 시간은 길어진다.

오답 포인트

시정수의 값이 크다는 말을 '응답이 빨리 끝난다'는 뜻으로 거꾸로 해석하기 쉽다. 시정수는 속도 자체가 아니라 감쇠에 필요한 시간의 척도이므로 값이 클수록 변화와 소멸이 느리다.

다시 나오면 이렇게 판단

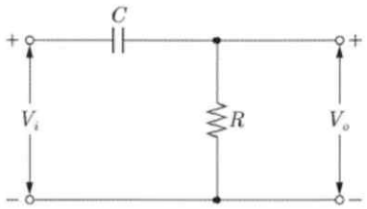
과도응답의 지수항 $e^{-t/\tau}$를 기준으로 판단한다. τ가 커지면 같은 시간 t에서 지수항이 더 크게 남으므로 감쇠가 느리고 소멸 시간은 길어진다.

암기 포인트

시정수 증가 → 감쇠 속도 감소 → 소멸 시간 증가이다.

NoteBase

21. 그림과 같은 R, C 회로의 입력 단자에 계단 전압을 인가했을 때 출력 전압의 변화로 가장 옳은 것은?



① 0부터 지수적으로 증가한다.
② 처음에는 입력과 같이 변했다가 지수적으로 감쇠한다.
③ 같은 모양의 계단 전압이 나타난다.
④ 아무것도 나타나지 않는다.

정답 2번

출제 포인트

직렬 커패시터와 병렬 저항으로 이루어진 RC 고역통과 회로에 계단 전압을 인가했을 때, 저항 양단 출력의 과도응답을 판단하는 문제이다.

조건 정리

회로 구조: 입력과 출력 사이에 커패시터 C가 직렬로 있고, 출력 단자와 기준점 사이에 저항 R이 연결되어 있다.
출력 위치: 저항 R의 양단 전압이 V_o이다.
주의할 조건: 계단 입력 직후 커패시터는 순간적인 전압 변화를 그대로 전달하지만, 시간이 충분히 지나 직류 정상상태가 되면 개방회로처럼 동작한다.

사용할 공식

계단 입력의 크기를 V, 입력 전 커패시터가 무충전 상태라고 하면 출력은
$V_o(t) = Ve^{-t/(RC)} \quad (t \geq 0)$
이다. 이 식을 쓰는 이유는 출력이 저항 양단에서 측정되는 RC 고역통과 회로이고, 계단 입력의 순간 변화만 통과한 뒤 저장된 에너지가 저항을 통해 방전되기 때문이다.

계산 과정

1. 입력 직후인 $t = 0^+$에는 커패시터 전압이 순간적으로 변할 수 없으므로 $V_o(0^+) = V$이다.
2. 이후 커패시터의 방전에 따라 출력은 시정수 $\tau = RC$로 지수적으로 감소한다.
3. $t \to \infty$인 직류 정상상태에서는 커패시터가 개방되므로 $V_o(\infty) = 0$이다. 따라서 출력은 처음에 입력과 같은 크기로 나타났다가 지수적으로 0으로 감소한다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0부터 지수적으로 증가하는 파형은 커패시터 양단에서 출력을 취하는 RC 저역통과 회로의 계단응답이다. 올바르게는 이 회로의 저항 양단 출력은 입력 크기에서 시작하여 지수적으로 감소한다.
② O — 입력 직후에는 출력이 입력과 같은 크기로 나타나고, 이후 $V_o(t) = Ve^{-t/(RC)}$에 따라 0으로 지수적으로 감소한다.
③ X — 출력은 계단 모양을 계속 유지하지 않고 계단이 변하는 순간에만 크게 나타난 뒤 감소한다. 올바르게는 입력 직후의 출력만 입력과 같은 크기이고 이후 지수적으로 0에 가까워진다.
④ X — 계단 입력의 변화 순간에는 커패시터를 통해 전류가 흘러 저항에 출력 전압이 나타난다. 올바르게는 과도 출력이 나타난 뒤 정상상태에서 0이 된다.

오답 포인트

핵심 함정은 출력을 어느 소자에서 취하는지 놓치는 것이다. 커패시터 양단 출력은 0부터 증가하지만, 이 그림처럼 저항 양단에서 출력을 취하면 입력 크기에서 시작해 감소한다. 또한 '처음에는 입력과 같이 변한다'는 말은 계단 파형이 계속 유지된다는 뜻이 아니라 변화 순간의 크기가 전달된다는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

RC 회로의 계단응답은 먼저 출력 소자를 확인한다. 저항 출력이면 고역통과 회로이므로 순간 변화가 크게 나타난 뒤 0으로 감소하고, 커패시터 출력이면 저역통과 회로이므로 0에서 최종값까지 증가한다.

암기 포인트

저항 출력은 순간을 통과시켜 감소하고, 커패시터 출력은 충전되며 증가한다.

NoteBase

22. 평행판 콘덴서의 양극판 면적을 2배로 하고 간격도 $\frac{1}{3}$ 배로 하면 정전용량은 처음의 몇 배인가?

① $\frac{2}{3}$

② 3

③ $\frac{2}{6}$

④ 6

정답 4번

출제 포인트

평행판 콘덴서의 정전용량이 극판 면적에 비례하고 극판 간격에 반비례한다는 관계를 이용해 변화 비율을 구하는 문제이다.

조건 정리

처음 극판 면적과 간격을 각각 A, d라 한다.
변경 후 극판 면적은 $A' = 2A$, 극판 간격은 $d' = \frac{1}{3}d$이다.
유전체의 유전율은 변하지 않는 것으로 본다.

사용할 공식

평행판 콘덴서의 정전용량은 $C = \varepsilon\frac{A}{d}$이다.
극판 면적 A가 커지면 정전용량은 커지고, 극판 간격 d가 작아지면 정전용량은 커지므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

변경 전후 정전용량의 비는
$\frac{C'}{C} = \frac{\varepsilon A'/d'}{\varepsilon A/d} = \frac{A'}{A} \cdot \frac{d}{d'}$
이다. 조건을 대입하면
$\frac{C'}{C} = 2 \cdot \frac{d}{d/3} = 2 \cdot 3 = 6$
이므로 정전용량은 처음의 6배이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\frac{2}{3}$배는 간격이 줄어들 때 정전용량이 증가한다는 반비례 관계를 반대로 적용한 값이다. 틀린 값 $\frac{2}{3}$배 → 올바르게는 6배이다.
② X — 3배는 간격이 $\frac{1}{3}$배가 되어 생기는 증가만 반영하고 면적이 2배가 된 조건을 누락한 값이다. 틀린 값 3배 → 올바르게는 6배이다.
③ X — $\frac{2}{6} = \frac{1}{3}$배는 면적 증가와 간격 감소의 효과를 올바르게 결합하지 못한 값이다. 틀린 값 $\frac{2}{6}$배 → 올바르게는 6배이다.
④ O — 면적 증가에 따른 2배와 간격 감소에 따른 3배를 곱하면 $2 \times 3 = 6$배이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

간격이 $\frac{1}{3}$배가 되었다고 정전용량에도 $\frac{1}{3}$을 곱하면 틀린다. 정전용량은 간격에 반비례하므로 간격 감소 효과는 역수인 3배이며, 여기에 면적 증가 효과 2배를 함께 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

평행판 콘덴서의 변화 문제에서는 $C \propto \frac{A}{d}$를 세운 뒤, 면적의 변화 배율은 그대로 곱하고 간격의 변화 배율은 역수로 곱한다.

암기 포인트

정전용량은 면적에 비례하고 간격에 반비례한다: $C \propto A/d$.

NoteBase

23. 비유전율이 5인 등방 유전체의 한 점에 전계의 세기가 $\times 10\ [\ /m]$일 때 이 점의 분극의 세기 $[C/m^2]$는 얼마인가?

① $\frac{10^{-4}}{3\pi}\ [C/m^2]$

② $\frac{10^{-5}}{3\pi\epsilon_0}\ [C/m^2]$

③ $\frac{10^{-4}}{12\pi}\ [C/m^2]$

④ $\frac{10^{-5}}{12\pi\epsilon_0}\ [C/m^2]$

[복원 표기]
전계 세기: E = 3 × 10^5 [V/m].

정답 1번

출제 포인트

등방 유전체에서 비유전율과 전계의 세기를 이용해 분극의 세기 P를 구하는 문제이다. 전속밀도 D가 아니라 분극 P를 묻는다는 점이 핵심이다.

조건 정리

주어진 값: 비유전율 $\varepsilon_r = 5$, 전계의 세기 $E = 3 \times 10^5 V/m$이다.
구해야 할 값: 분극의 세기 $P[C/m^2]$이다.
진공 유전율은 $\varepsilon_0 = 10^{-9}/(36\pi) F/m$를 사용한다.

사용할 공식

선형 등방 유전체의 분극은

$$P = \varepsilon_0 \chi_e E = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E$$

로 구한다. 전기 감수율이 $\chi_e = \varepsilon_r - 1$이므로 비유전율 5를 그대로 곱하지 않고 $5 - 1 = 4$를 곱한다.

계산 과정

$$P = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E = \frac{10^{-9}}{36\pi} \times 4 \times 3 \times 10^5 = \frac{10^{-4}}{3\pi} C/m^2$$

따라서 계산 결과와 일치하는 것은 ①이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $10^{-4}/(3\pi) C/m^2$는 $P = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E$의 계산 결과와 정확히 일치한다.

② X — $10^{-5}/(3\pi\varepsilon_0) C/m^2$는 ε_0를 분모에 둔 값이다. 분극은 ε_0에 비례하므로, 올바르게는 $10^{-4}/(3\pi) C/m^2$이다.

③ X — $10^{-4}/(12\pi) C/m^2$는 $(\varepsilon_r - 1) = 4$를 누락하여 $\varepsilon_0 E$만 계산한 값이다. 올바르게는 이 값에 4를 곱한 $10^{-4}/(3\pi) C/m^2$이다.

④ X — $10^{-5}/(12\pi\varepsilon_0) C/m^2$는 ε_0를 분모에 두고 전기 감수율 $(\varepsilon_r - 1) = 4$도 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 $P = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E = 10^{-4}/(3\pi) C/m^2$이다.

오답 포인트

분극의 세기를 전속밀도로 착각하면 $D = \varepsilon_0\varepsilon_r E$를 적용하게 된다. 이 문항에서는 분극이므로 $P = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E$를 사용해야 하며, ③처럼 $(\varepsilon_r - 1)$을 빠뜨려서도 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 요구량을 확인한다. 전속밀도이면 $D = \varepsilon_0\varepsilon_r E$, 분극이면 $P = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E$를 선택한 뒤 주어진 값과 단위를 대입한다.

암기 포인트

전속밀도는 ε_r, 분극은 $\varepsilon_r - 1$이다. 즉 $D = \varepsilon_0\varepsilon_r E$, $P = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E$이다.

NoteBase

24. 지름 $10[cm]$ 인 원형 코일에 2[A]의 전류를 흘릴 때 코일 중심의 자계를 1,000[AT/m]로 하려면 코일을 몇 회 감으면 되는가?

① 200[회]
② 150[회]
③ 100[회]
④ 50[회]

정답 4번

출제 포인트

원형 코일 중심의 자계 공식과 지름·반지름의 관계를 이용하여 필요한 권수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 지름 $D = 10cm = 0.10m$, 전류 $I = 2A$, 자계 $H = 1{,}000AT/m$이다.
반지름은 $r = D/2 = 0.05m$이다.
구해야 할 값은 코일의 권수 N이다.

사용할 공식

원형 코일 중심의 자계는 다음과 같다.
$H = \frac{NI}{2r} = \frac{NI}{D}$
원형 코일의 각 권선이 중심에 만드는 자계가 권수만큼 합해지므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

공식을 권수 N에 관하여 정리한다.
$N = \frac{2rH}{I} = \frac{DH}{I}$
주어진 값을 대입한다.
$N = \frac{0.10 \times 1{,}000}{2} = 50$
따라서 필요한 코일의 권수는 50회이다.

선지 판단

① X — 계산값은 50회이므로 200회는 필요한 권수가 아니다. 틀린 200회는 올바르게는 50회이다.
② X — 계산값은 50회이므로 150회는 필요한 권수가 아니다. 틀린 150회는 올바르게는 50회이다.
③ X — 계산값은 50회이므로 100회는 필요한 권수가 아니다. 틀린 100회는 올바르게는 50회이다.
④ O — $N = DH/I = 50$이므로 50회가 정확하다.

NoteBase

오답 포인트

지름 $D = 10cm$를 반지름으로 그대로 대입하거나, cm를 m로 바꾸지 않으면 오답이 된다. $H = NI/(2r)$에서 $2r = D$이므로 지름을 사용할 때는 $H = NI/D$로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원형 코일 중심의 자계 문제에서는 먼저 지름과 반지름을 구분하고 길이 단위를 m로 통일한 뒤, $H = NI/(2r)$에 대입하여 미지수를 구한다.

암기 포인트

원형 코일 중심에서는 $H = NI/(2r) = NI/D$이다.

NoteBase

25. 단면적 $2[cm^2]$의 철심에 $4\times10^{-4}[Wb]$의 자속을 통하게 하려면 1,000[AT/m]의 자계가 필요하다. 철심의 비투자율은 약 얼마인가?

① 663
② 995
③ 1,591
④ 1,951

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 자속과 단면적으로 자속밀도를 구한 뒤, $B=\mu_0\mu_rH$를 이용해 철심의 비투자율 μ_r을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단면적 $A=2cm^2=2\times10^{-4}m^2$, 자속 $\Phi=4\times10^{-4}Wb$, 자계 $H=1{,}000AT/m$이다.
구해야 할 값: 철심의 비투자율 μ_r이다.
주의할 조건: 단면적을 cm^2에서 m^2로 변환해야 하며, 비투자율은 단위가 없는 상대값이다.

사용할 공식

$B=\frac{\Phi}{A}$
$B=\mu H=\mu_0\mu_rH, \qquad \mu_r=\frac{B}{\mu_0H}$
여기서 진공의 투자율은 $\mu_0=4\pi\times10^{-7}H/m$이다. 자속이 철심 단면을 통과하므로 먼저 단위 면적당 자속인 B를 구하고, 자성체에서 자속밀도와 자계의 관계를 적용한다.

계산 과정

1. 단면적을 변환한다.
$2cm^2=2\times10^{-4}m^2$
2. 자속밀도를 구한다.
$B=\frac{4\times10^{-4}}{2\times10^{-4}}=2T$
3. 비투자율을 구한다.
$\mu_r=\frac{2}{(4\pi\times10^{-7})(1{,}000)}\approx1{,}591.5$
따라서 선지 중 가장 가까운 값은 1,591이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 663은 계산값 $\mu_r \approx 1{,}591.5$와 일치하지 않는다. '비투자율은 약 663이다'가 아니라 '비투자율은 약 1,591이다'가 올바르다.
② X — 995는 $B = 2T$를 $\mu_0 H$로 나눈 결과가 아니다. '비투자율은 약 995이다'가 아니라 '비투자율은 약 1,591이다'가 올바르다.
③ O — $\mu_r = 2/[(4\pi \times 10^{-7})(1{,}000)] \approx 1{,}591.5$이므로 가장 가까운 1,591이 맞다.
④ X — 1,951은 계산값의 숫자 배열을 바꾼 값으로 공식의 계산 결과와 일치하지 않는다. '비투자율은 약 1,951이다'가 아니라 '비투자율은 약 1,591이다'가 올바르다.

오답 포인트

핵심 함정은 $2cm^2$를 $2 \times 10^{-4} m^2$로 바꾸는 면적 단위 변환과, 절대투자율 μ가 아니라 비투자율 $\mu_r = \mu/\mu_0$을 묻는다는 점이다. 또한 ④의 1,951은 정답값 1,591의 숫자 순서를 뒤바꾼 유인값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

자속·단면적·자계가 주어지면 단면적을 m^2로 변환하고, $B = \Phi/A$를 구한 다음 $\mu_r = B/(\mu_0 H)$에 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

자속에서 비투자율까지의 연결식은 $B = \Phi/A = \mu_0 \mu_r H$이다.

NoteBase