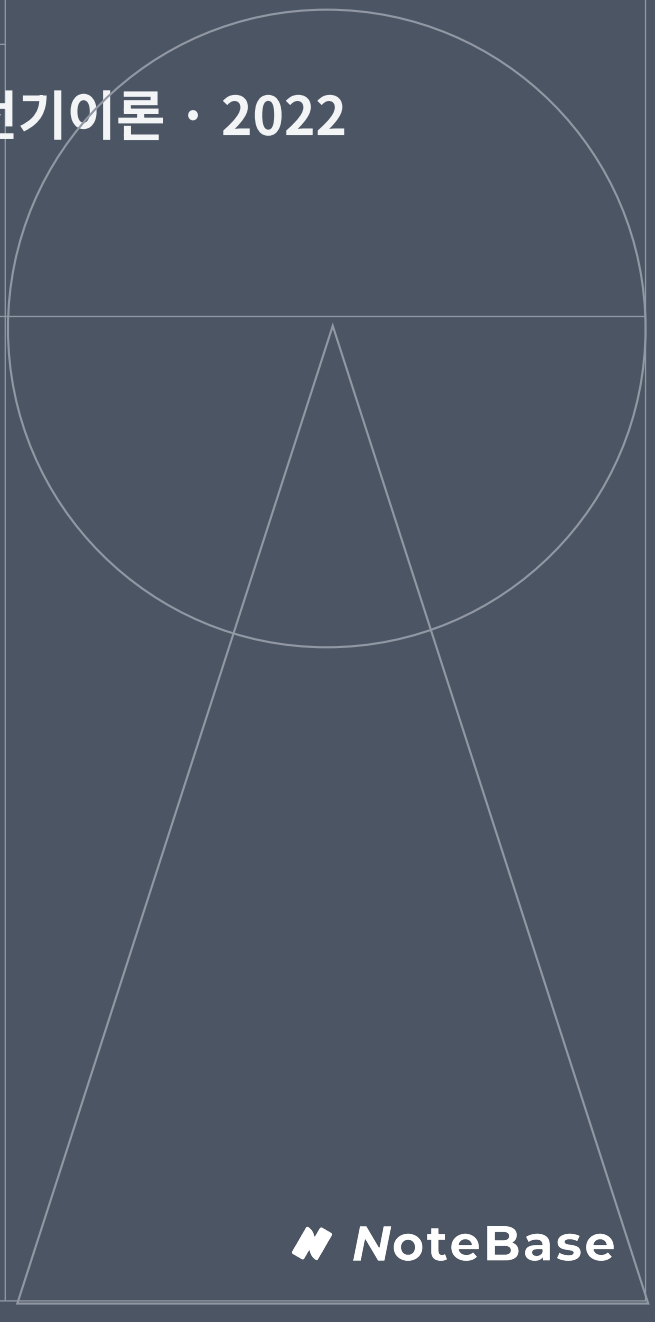
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2022

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2022

1. 물질의 분류 중 반도체에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
   ① 순수한 상태에서는 전기가 통하지 않는다.
   ② 빛, 열, 특정 불순물을 넣어주면 도체처럼 전기가 흐른다.
   ③ 은(Ag), 구리(Cu), 금(Au) 등이 있다.
   ④ 반도체 소자로는 다이오드, 트랜지스터, 사이리스터, IGBT 등이 있다.

정답 3번

출제 포인트

반도체의 전기 전도 특성, 전도도 변화 요인, 대표 물질과 활용 소자를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

반도체는 도체와 절연체의 중간 정도 전도성을 가지며, 빛·열이나 불순물 첨가에 따라 전도도가 크게 변하는 물질이다. 순수 반도체는 전하 운반자가 매우 적어 전류가 거의 흐르지 않지만, 에너지를 받거나 불순물을 첨가하면 전자와 정공 같은 전하 운반자가 늘어나 전류가 잘 흐른다. 대표적인 반도체 재료는 규소(Si)와 게르마늄(Ge)이고, 은(Ag)·구리(Cu)·금(Au)은 대표적인 도체이다.

선지별 해설

① O — 순수한 반도체는 전하 운반자가 매우 적어 전류가 거의 흐르지 않는다는 취지의 설명이다. 다만 이는 전도성이 완전히 0이라는 뜻이 아니라 도체에 비해 매우 작다는 뜻이다.
② O — 빛이나 열로 에너지를 공급하거나 특정 불순물을 첨가하면 전하 운반자가 증가하므로 전도도가 커져 전류가 더 잘 흐른다.
③ X — 틀린 표현은 '은(Ag), 구리(Cu), 금(Au) 등이 있다'이다. 이 물질들은 자유전자가 많아 전기가 잘 흐르는 도체이며, 대표적인 반도체 재료는 규소(Si), 게르마늄(Ge) 등이다.
④ O — 다이오드, 트랜지스터, 사이리스터, IGBT는 반도체의 전도 특성을 이용하여 만든 대표적인 반도체 소자이다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '전기가 통하지 않는다'를 엄밀한 의미의 완전한 절연으로 받아들이면 혼동하기 쉽다. 문항은 순수 반도체의 전도성이 매우 낮다는 교과서적 표현을 사용한다. 결정적인 오류는 ③에서 은·구리·금을 반도체로 분류한 부분이다.

다시 나오면 이렇게 판단

물질의 대표 예를 먼저 확인한다. 은·구리·금처럼 전기가 매우 잘 흐르는 금속은 도체이고, 규소·게르마늄은 반도체이다. 이어서 빛·열·불순물에 의해 전도도가 커진다는 반도체의 특징과 다이오드·트랜지스터 같은 활용 소자를 연결한다.

암기 포인트

금·은·구리는 도체, 규소·게르마늄은 반도체이다. 반도체는 빛·열·불순물에 민감하고 다이오드와 트랜지스터의 재료가 된다.

NoteBase

2. 전기와 자기에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 전기는 +, −의 분리가 불가능하다.

② 전기장의 세기는 $E=\frac{1}{4\pi\epsilon}\times\frac{Q}{r^2}[\mathrm{V/m}]$이다.

③ 자기의 유전율은 $\mu=\epsilon_0\mu_s$이다.

④ 자기에 대한 쿨롱의 법칙은 $F=9\times10^9\frac{Q_1Q_2}{r^2}$이다.

정답 2번

출제 포인트

전하가 만드는 전기장의 세기, 매질의 투자율, 전기력과 자기력의 쿨롱 법칙을 정확히 구분하는 문제이다.

조건 정리

점전하 Q에서 거리 r만큼 떨어진 지점의 전기장을 판단한다. 매질의 유전율은 ε, 진공의 투자율은 μ_0, 비투자율은 μ_s로 구분한다.

사용할 공식

점전하가 만드는 전기장의 세기는

$E=\frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r^2}$

이다. 매질의 투자율은

$\mu=\mu_0\mu_s$

이다. 전기력의 쿨롱 법칙과 자기력의 쿨롱 법칙은 사용하는 물리량과 매질 상수가 서로 다르므로 구별해야 한다.

선지 판단

① X — 양전하와 음전하는 마찰이나 정전 유도 등에 의해 분리될 수 있다. '분리가 불가능하다'가 틀렸으며, 올바르게는 '양전하와 음전하의 분리가 가능하다'이다.

② O — 점전하 Q가 유전율 ε인 매질에서 만드는 전기장의 세기는 $E=\frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r^2}$이고 단위는 V/m이므로 옳다.

③ X — '자기의 유전율'과 식의 ε_0가 틀렸다. 자기적 성질을 나타내는 것은 투자율이며, 올바르게는 '매질의 투자율은 $\mu=\mu_0\mu_s$이다'이다.

④ X — $9\times10^9\frac{Q_1Q_2}{r^2}$은 진공 또는 공기 중 두 전하 사이의 전기력을 나타내는 식이다. '자기에 대한 쿨롱의 법칙'이라는 설명이 틀렸으며, 자기력의 쿨롱 법칙은 자극의 세기를 m_1, m_2라 할 때 $F=\frac{m_1m_2}{4\pi\mu r^2}$로 나타낸다.

NoteBase

오답 포인트

④의 상수 9×10^9와 전하 Q_1, Q_2는 전기력 공식의 표지이다. 또한 ③에서는 유전율 ε과 투자율 μ, 진공 유전율 ε_0과 진공 투자율 μ_0를 바꾸어 쓴 함정에 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 식에 전하 Q가 쓰였는지 자극의 세기 m이 쓰였는지 확인하고, 전기에는 유전율 ε, 자기에는 투자율 μ가 대응하는지 판단한다. 이어서 거리의 역제곱 $1/r^2$과 해당 매질 상수가 올바른지 검산한다.

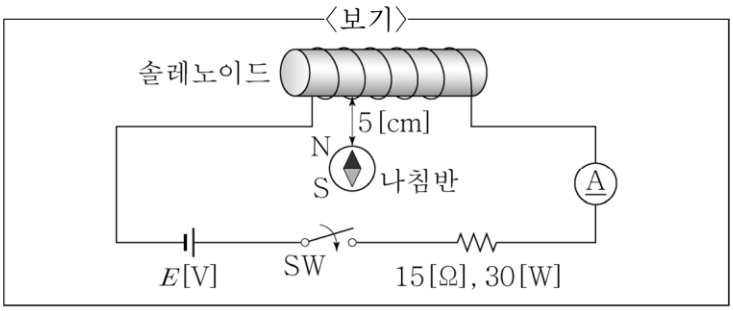
암기 포인트

전기에는 ε, 자기에는 μ가 대응한다. 즉 $\varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_s$, $\mu = \mu_0\mu_s$로 기억한다.

NoteBase

3. 〈보기〉는 전류에 의한 자기장 발생을 관찰하는 실험이다. 스위치(SW)를 닫았을 때 나침반의 N극이 가리키는 방향은?

〈보기〉



① 동(오른쪽)　② 서(왼쪽)
③ 남(아래쪽)　④ 북(위쪽)

정답 1번

출제 포인트

전지의 극성으로 솔레노이드의 전류 방향을 정한 뒤 오른손 감기 법칙으로 솔레노이드의 N극을 찾고, 외부 자기장의 방향에 따라 나침반 N극의 회전 방향을 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O — 스위치를 닫으면 전류는 전지의 긴 선인 양극에서 나와 솔레노이드를 지난다. 그림의 권선 방향에 오른손 감기 법칙을 적용하면 솔레노이드의 왼쪽 끝이 N극, 오른쪽 끝이 S극이 된다. 솔레노이드 아래쪽의 외부 자기장은 N극에서 S극으로 향하므로 동쪽, 즉 오른쪽을 향하고 나침반의 N극도 오른쪽으로 회전한다.
② X — '서(왼쪽)'는 자기장과 반대 방향이다. 틀린 표현 '서(왼쪽)' → 올바르게는 '동(오른쪽)'이다.
③ X — '남(아래쪽)'은 솔레노이드의 축 방향 자기장과 일치하지 않는다. 틀린 표현 '남(아래쪽)' → 올바르게는 '동(오른쪽)'이다.
④ X — '북(위쪽)'은 솔레노이드의 축 방향 자기장과 일치하지 않는다. 틀린 표현 '북(위쪽)' → 올바르게는 '동(오른쪽)'이다.

오답 포인트

나침반 N극을 솔레노이드의 N극 쪽으로 향한다고 생각하면 방향을 거꾸로 고르기 쉽다. 나침반 N극은 그 지점의 자기장 방향을 가리키며, 솔레노이드 외부의 자기장은 N극에서 나와 S극으로 들어간다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전지의 긴 선을 양극으로 보고 전류 방향을 정한다. 다음으로 오른손의 네 손가락을 권선 전류 방향으로 감았을 때 엄지가 가리키는 쪽을 솔레노이드의 N극으로 정한다. 마지막으로 외부에서는 N극에서 S극으로 향하는 자기장을 그려 나침반 N극의 방향을 판단한다.

암기 포인트

오른손 네 손가락은 전류, 엄지는 솔레노이드 N극이며, 외부 자기장은 N극에서 S극으로 향한다.

NoteBase

4. 10[Ω]의 리액턴스 값을 가진 커패시터 C만의 교류 회로에 $i=5\sin(wt+30°)$[A]의 전류가 흘렀다면 회로에 인가해준 전압 v[V]는?

① $2\sin(wt-60°)$
② $2\sin(wt+120°)$
③ $50\sin(wt-60°)$
④ $50\sin(wt+120°)$

정답 3번

출제 포인트

커패시터의 전압·전류 위상 관계와 리액턴스를 이용하여 인가 전압의 크기와 위상을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 커패시터의 용량성 리액턴스는 $X_C = 10\Omega$, 전류는 $i = 5\sin(\omega t + 30^\circ)[A]$이다.
구해야 할 값: 커패시터에 인가된 전압 v의 진폭과 위상이다.
주의할 조건: 커패시터에서는 전류가 전압보다 90° 앞서므로, 전압의 위상은 전류의 위상보다 90° 작다.

사용할 공식

전압 진폭은 $V_m = I_m X_C$이고, 전압의 위상은 $\theta_v = \theta_i - 90^\circ$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 주어진 소자가 커패시터이고 용량성 리액턴스와 전류의 진폭·위상이 제시되어 있기 때문이다.

계산 과정

1. 전압 진폭은 $V_m = I_m X_C = 5 \times 10 = 50[V]$이다.
2. 전압 위상은 $30^\circ - 90^\circ = -60^\circ$이다.
3. 따라서 인가 전압은 $v = 50\sin(\omega t - 60^\circ)[V]$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $2\sin(\omega t - 60^\circ)$는 위상은 맞지만 진폭 2가 틀리다. 올바른 진폭은 $5 \times 10 = 50$이므로 $50\sin(\omega t - 60^\circ)$가 되어야 한다.
② X — $2\sin(\omega t + 120^\circ)$는 진폭과 위상이 모두 틀리다. 전압 진폭은 50이고, 전압은 전류보다 90° 늦으므로 위상은 -60°가 되어야 한다.
③ O — $50\sin(\omega t - 60^\circ)$는 계산한 전압 진폭 50과 위상 -60°를 모두 만족한다.
④ X — $50\sin(\omega t + 120^\circ)$는 진폭은 맞지만 위상이 틀리다. $+120^\circ$는 전압이 전류보다 90° 앞서는 형태이며, 커패시터 전압의 올바른 위상은 -60°이다.
계산 결과 $v = 50\sin(\omega t - 60^\circ)[V]$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

진폭을 구할 때 리액턴스 10을 곱하지 않거나, 커패시터에서 전압과 전류의 선후 관계를 반대로 적용하기 쉽다. 특히 ④의 $+120^\circ$는 전류 위상 $+30^\circ$에 90°를 더한 값이지만, 커패시터 전압은 전류보다 늦으므로 90°를 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

커패시터 교류 문제는 먼저 $V_m = I_m X_C$로 진폭을 구하고, 이어서 전압이 전류보다 90° 늦다는 관계를 적용한다. 마지막으로 전압의 단위와 위상 부호를 함께 검산한다.

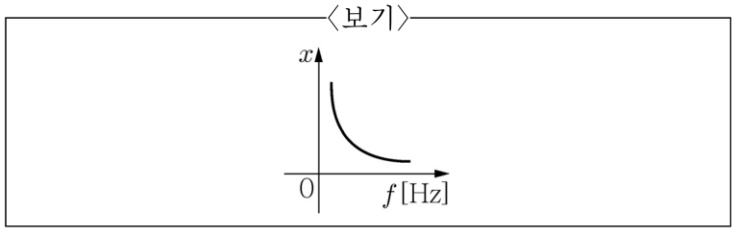
암기 포인트

커패시터에서는 전류가 전압보다 90° 앞선다. 따라서 전류에서 전압을 구할 때는 위상에서 90°를 뺀다.

NoteBase

5. 어떤 소자에 교류전원을 인가했더니 교류전원의 주파수에 따라 리액턴스 값이 〈보기〉와 같이 측정되었다. 이 소자에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

〈보기〉



① 유도성 리액턴스 성분이다.
② 주파수가 높을수록 전류는 증가한다.
③ 흐르는 전류는 전압보다 위상이 90° 앞선다.
④ 소자에 저장되는 에너지는 전압의 제곱에 비례한다.

정답 1번

출제 포인트

그래프에서 주파수 f가 증가할수록 리액턴스 x가 감소하는 관계를 보고, 해당 소자가 커패시터임을 판단하는 문제이다. 커패시터의 용량성 리액턴스는 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$이므로 주파수에 반비례한다.

선지별 해설

① X
그래프는 주파수가 높아질수록 리액턴스가 감소하므로 유도성 리액턴스가 아니라 용량성 리액턴스를 나타낸다. 틀린 표현인 '유도성 리액턴스 성분'은 '용량성 리액턴스 성분'으로 고쳐야 한다. 인덕터의 유도성 리액턴스는 $X_L = 2\pi fL$로 주파수에 비례하여 증가한다.

② O
일정한 교류전압을 인가하면 $I = V/X_C = 2\pi fCV$이므로 주파수가 높아질수록 전류가 증가한다.

③ O
이상적인 커패시터에서는 흐르는 전류의 위상이 전압보다 90 ° 앞선다.

④ O
커패시터에 저장되는 에너지는 $W = \frac{1}{2}CV^2$이므로 정전용량 C가 일정할 때 전압의 제곱에 비례한다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '유도성'이라는 표현이 함정이다. 유도성 리액턴스는 주파수와 함께 증가하지만, 제시된 그래프처럼 주파수 증가에 따라 감소하는 것은 용량성 리액턴스이다.

다시 나오면 이렇게 판단

리액턴스-주파수 그래프의 기울기 방향을 먼저 본다. 주파수가 커질수록 리액턴스가 증가하면 인덕터, 감소하면 커패시터로 판단한다.

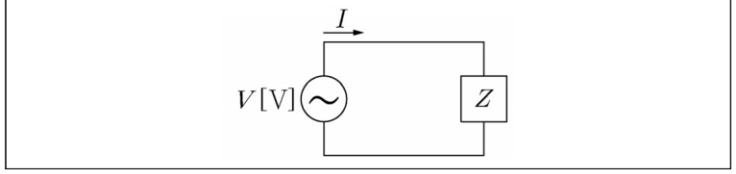
암기 포인트

$X_L = 2\pi fL$은 주파수에 비례하고, $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$는 주파수에 반비례한다. 커패시터 전류는 전압보다 90° 앞선다.

NoteBase

6. 〈보기〉의 회로에서 임피던스 $Z=60+j80[\Omega]$일 때, 회로에 흐르는 전류의 실횻값 $I_{rms}=2[\mathrm{A}]$이다. 이때 인가한 전압의 실횻값[V]과 유효전력[W]은?

〈보기〉



	전압의 실횻값[V]	유효전력[W]
①	100	240
②	100	320
③	200	240
④	200	320

정답 3번

출제 포인트

복소 임피던스의 크기로 전압의 실효값을 구하고, 임피던스의 저항 성분으로 유효전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 임피던스 $Z = 60 + j80\Omega$, 전류의 실효값 $I_{rms} = 2A$이다.
구해야 할 값: 인가 전압의 실효값 V_{rms}과 유효전력 P이다.
주의할 조건: 전압 계산에는 임피던스의 크기 $|Z|$를 사용하고, 유효전력 계산에는 저항 성분 $R = 60\Omega$만 사용한다.

사용할 공식

$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$
$V_{rms} = I_{rms}|Z|$
$P = I_{rms}^2 R$
전압의 크기는 교류 옴의 법칙에 따라 전류의 실효값과 임피던스 크기의 곱으로 구한다. 유효전력은 실제로 전력을 소비하는 저항 성분에서만 발생하므로 $I_{rms}^2 R$을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 임피던스의 크기를 구한다.

$|Z| = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100\Omega$

2. 전압의 실효값을 구한다.

$V_{rms} = 2 \times 100 = 200V$

3. 유효전력을 구한다.

$P = 2^2 \times 60 = 240W$

따라서 전압의 실효값은 $200V$, 유효전력은 $240W$이다.

선지 판단

① X — 유효전력 $240W$은 맞지만 전압 $100V$가 틀리다. 100은 임피던스의 크기 $|Z|$이며, 전압은 여기에 전류 $2A$를 곱한 $200V$이다. 올바르게는 전압 $200V$, 유효전력 $240W$이다.

② X — 전압 $100V$와 유효전력 $320W$가 모두 틀리다. 100은 $|Z|$를 전압으로 잘못 본 값이고, $320W$는 $I_{rms}^2 X = 2^2 \times 80$으로 계산한 무효전력의 수치이다. 올바르게는 전압 $200V$, 유효전력 $240W$이다.

③ O — $V_{rms} = I_{rms}|Z| = 200V$이고 $P = I_{rms}^2 R = 240W$이므로 두 값이 모두 맞다.

④ X — 전압 $200V$는 맞지만 유효전력 $320W$가 틀리다. 320은 리액턴스 80Ω를 사용해 구한 무효전력의 수치이며, 유효전력은 저항 60Ω를 사용한 $240W$이다. 올바르게는 전압 $200V$, 유효전력 $240W$이다.

오답 포인트

임피던스의 크기 100Ω를 전압 $100V$로 착각하거나, 리액턴스에 해당하는 $I_{rms}^2 X = 320var$를 유효전력으로 착각하기 쉽다. 유효전력에는 저항 성분 R, 무효전력에는 리액턴스 성분 X가 대응한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 복소 임피던스에서 $|Z|$, R, X를 구분한다. 전압은 $V_{rms} = I_{rms}|Z|$, 유효전력은 $P = I_{rms}^2 R$로 계산한 뒤 단위를 각각 V와 W로 검산한다.

암기 포인트

전압은 임피던스의 크기 $|Z|$, 유효전력은 저항 R을 사용한다: $V = I|Z|$, $P = I^2 R$.

NoteBase

7. 정격이 15[V], 10[Ah]인 축전지 10개를 병렬 접속하여 15[V]용 150[W] 전구를 연결하였다. 이 전구가 점등할 수 있는 최대 시간[h]은? (단, 누설 전류는 없다.)

① 10 ② 15

③ 20 ④ 30

정답 1번

출제 포인트

축전지를 병렬로 연결할 때 전압은 그대로이고 용량은 합산된다는 원리를 이용해 전구의 최대 점등 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 축전지 1개의 정격은 $15V$, $10Ah$이고, 이를 10개 병렬 연결하며 전구의 정격은 $15V$, $150W$이다.
구해야 할 값: 전구가 점등할 수 있는 최대 시간 t이다.
주의할 조건: 병렬 연결에서는 전체 전압이 $15V$로 유지되고 전체 용량은 각 축전지 용량의 합이 된다. 누설 전류가 없으므로 저장 용량이 모두 전구에 공급된다고 본다.

사용할 공식

병렬 연결의 전체 용량은

$Q_{\text{total}} = nQ$

이고, 전구의 소비전류와 점등 시간은

$I = \frac{P}{V}, \qquad t = \frac{Q_{\text{total}}}{I}$

이다. 병렬 연결에서는 전압이 전구의 정격전압과 같은 $15V$로 유지되고 용량만 합산되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전체 축전지 용량은 $Q_{\text{total}} = 10 \times 10Ah = 100Ah$이다.
2. 전구의 소비전류는 $I = \frac{150W}{15V} = 10A$이다.
3. 최대 점등 시간은 $t = \frac{100Ah}{10A} = 10h$이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 $10h$이므로 옳다.
② X — $15h$은 축전지 전압의 수치 15를 시간으로 잘못 사용한 값이다. 올바른 점등 시간은 $10h$이다.
③ X — $20h$은 전체 용량 $100Ah$을 실제 부하전류 $10A$로 나눈 결과가 아니다. 올바른 점등 시간은 $10h$이다.
④ X — $30h$은 병렬 합성 용량과 전구의 소비전류를 적용한 결과가 아니다. 올바른 점등 시간은 $10h$이다.

NoteBase

오답 포인트

병렬 연결에서 전압까지 10배가 된다고 착각하면 안 된다. 전압은 $15V$로 유지되고 용량만 $100Ah$로 증가한다. 또한 정격전력 $150W$을 바로 용량 Ah로 나누지 않고, 먼저 $I = P/V$로 부하전류를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

축전지 연결 방식을 확인한 뒤 합성 전압과 합성 용량을 구하고, $I = P/V$로 부하전류를 계산한 다음 $t = Q/I$로 사용 시간을 판단한다.

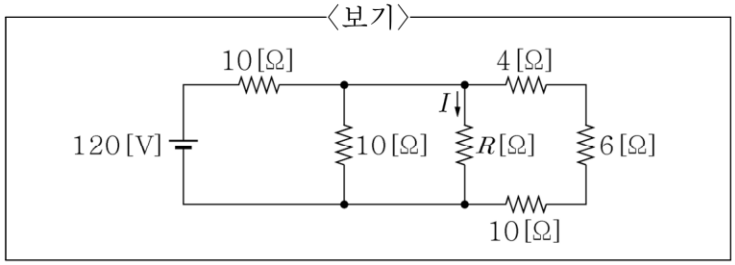
암기 포인트

축전지 병렬 연결은 전압은 그대로, 용량은 합이다. 사용 시간은 $t = Q/I$이다.

NoteBase

8. 〈보기〉의 회로에서 $I=4[\mathrm{A}]$일 때, R의 값[Ω]은?

〈보기〉



① 4 ② 8
③ 16 ④ 32

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬·병렬 회로에서 키르히호프의 전류 법칙과 전압 법칙을 함께 적용하여 저항 R을 구하는 문제이다.

조건 정리

전원 전압은 $120V$이고, 전원과 연결된 왼쪽의 10Ω 저항은 전체 병렬 회로와 직렬이다.
병렬 회로의 세 가지 가지는 각각 10Ω, R, 그리고 $4\Omega + 6\Omega + 10\Omega = 20\Omega$이다.
R에 흐르는 전류는 $4A$이다. 병렬 회로 양단의 전압을 V라고 하면 $R = V/(4A)$이다.

사용할 공식

병렬 회로에서는 각 가지의 양단 전압이 같고, 전체 전류는 각 가지 전류의 합이다.
$I_{\text{total}} = \frac{V}{10\Omega} + 4A + \frac{V}{20\Omega}$
전체 폐회로에는 키르히호프의 전압 법칙을 적용한다.
$120V = (10\Omega)I_{\text{total}} + V$
왼쪽 10Ω 저항에 전체 전류가 흐르고, 그 뒤의 세 가지가 같은 두 노드 사이에 병렬로 연결되어 있으므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 오른쪽 바깥 가지의 합성저항은 $4\Omega + 6\Omega + 10\Omega = 20\Omega$이다.
2. 전체 전류는 다음과 같다.
$I_{\text{total}} = \frac{V}{10\Omega} + 4A + \frac{V}{20\Omega}$
3. 전압 법칙에 대입하면 다음과 같다.
$120V = (10\Omega)\left(\frac{V}{10\Omega} + 4A + \frac{V}{20\Omega}\right) + V$
$120V = 2.5V + 40V$
따라서 병렬 회로 양단의 전압은 $V = 32V$이다.
4. R에 $4A$가 흐르므로 옴의 법칙에 따라 다음과 같다.
$R = \frac{32V}{4A} = 8\Omega$

선지 판단

① X
- $R = 4\Omega$이면 $4A$가 흐를 때 양단 전압이 $16V$가 되어, 전류 법칙과 전압 법칙으로 구한 $32V$와 일치하지 않는다. 올바르게는 $R = 8\Omega$이다.

② O
- 계산 결과 $R = 32V/(4A) = 8\Omega$이므로 조건을 만족한다.

③ X
- $R = 16\Omega$이면 양단 전압이 $64V$가 되어 병렬 회로의 실제 양단 전압 $32V$와 일치하지 않는다. 올바르게는 $R = 8\Omega$이다.

④ X
- $R = 32\Omega$이면 양단 전압이 $128V$가 되어 전원 전압 $120V$보다도 커지므로 주어진 수동 저항 회로를 만족하지 않는다. 올바르게는 $R = 8\Omega$이다.

계산 결과 $R = 8\Omega$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

오른쪽의 4Ω, 6Ω, 10Ω은 중간에 분기점이 없으므로 합성저항이 20Ω인 직렬 가지이다. 또한 왼쪽 10Ω에는 R의 전류 $4A$뿐 아니라 세 병렬 가지의 전류 합이 흐른다. 이 전체 전류를 빠뜨리면 병렬 회로의 전압과 R을 잘못 구하게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 두 노드 사이의 가지를 확인하고 각 가지의 합성저항을 구한다. 다음으로 병렬부 전압을 하나의 변수로 두어 가지 전류를 나타낸 뒤, 분기점의 전류 법칙과 전체 폐회로의 전압 법칙을 차례로 적용한다. 마지막으로 구한 전압을 지정된 가지 전류로 나누어 미지 저항을 계산한다.

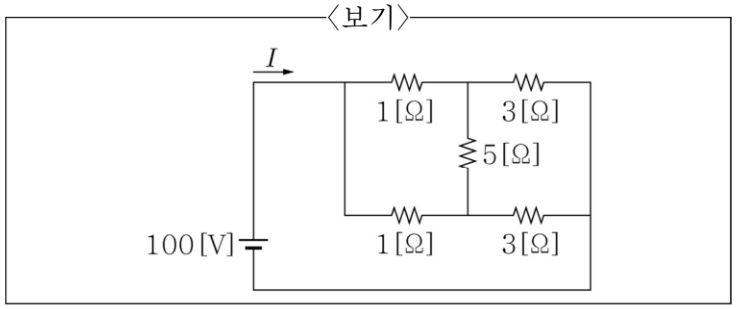
암기 포인트

병렬부는 전압이 같고 전류가 나뉘며, 병렬부 앞의 직렬 저항에는 모든 가지 전류의 합이 흐른다.

NoteBase

9. 〈보기〉의 회로에 흐르는 전류 I의 값[A]은?

〈보기〉



① 20 ② 30
③ 40 ④ 50

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평형 브리지의 조건을 확인한 뒤 회로의 합성저항과 전체 전류 I를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 $100V$이고, 위쪽과 아래쪽 가지는 각각 1Ω와 3Ω의 직렬 연결이다. 두 가지의 중간점을 5Ω 저항이 연결한다.
구해야 할 값: 전원에서 회로로 흐르는 전체 전류 I이다.
주의할 조건: 위쪽과 아래쪽 가지의 좌우 저항비가 모두 1 : 3이므로 브리지가 평형이다. 따라서 두 중간점의 전위가 같고 중앙의 5Ω 저항에는 전류가 흐르지 않는다.

사용할 공식

평형 조건은 $R_1/R_2 = R_3/R_4$이다. 중앙 저항을 제외하면 각 가지의 직렬 합성저항은 $R_s = R_a + R_b$이고, 같은 저항 두 개의 병렬 합성저항은 $R_{eq} = R_s/2$이다. 전체 전류는 옴의 법칙 $I = V/R_{eq}$으로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유: 평형 브리지에서는 중앙 저항에 전류가 흐르지 않으므로, 회로를 두 개의 직렬 가지가 병렬로 연결된 형태로 단순화할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 브리지의 저항비를 확인하면 1/3 = 1/3이므로 평형이다. 따라서 중앙의 5Ω 저항에는 전류가 흐르지 않는다.
2. 각 가지의 합성저항은 1Ω + 3Ω = 4Ω이다.
3. 두 4Ω 가지가 병렬이므로 전체 합성저항은 $R_{eq} = \frac{4 \times 4}{4+4} = 2\Omega$.
4. 전체 전류는 $I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{100}{2} = 50A$.

NoteBase

선지 판단

① X — 20*A*는 계산 결과 50*A*와 일치하지 않는다. 틀린 값 20*A* → 올바르게는 50*A*이다.
② X — 30*A*는 합성저항 2Ω에 옴의 법칙을 적용한 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 30*A* → 올바르게는 50*A*이다.
③ X — 40*A*는 각 4Ω 가지가 병렬이라는 점을 반영한 전체 전류가 아니다. 틀린 값 40*A* → 올바르게는 50*A*이다.
④ O — 평형 브리지에서 중앙 저항을 제외하고 계산하면 합성저항은 2Ω이고, 따라서 전체 전류는 50*A*이다. 계산 결과 50*A*이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

중앙의 5Ω 저항을 무조건 직렬이나 병렬 계산에 포함하면 안 된다. 먼저 양쪽 저항비가 같은지 확인해야 한다. 이 회로는 평형이므로 중앙 저항의 양단 전위차가 0*V*이고, 중앙 저항은 전체 합성저항에 영향을 주지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

브리지 회로에서는 먼저 양쪽 저항비를 비교한다. 비가 같으면 중앙 가지의 전류를 0*A*로 두고, 남은 직렬·병렬 회로의 합성저항을 구한 뒤 옴의 법칙을 적용한다.

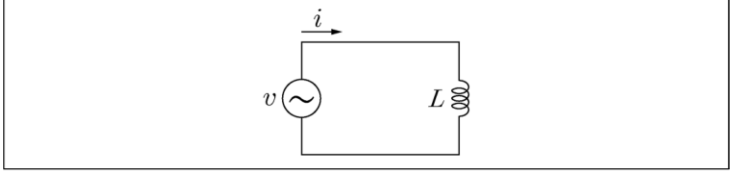
암기 포인트

브리지 평형: 저항비가 같으면 중앙 전류는 0이다. 이때 양쪽 직렬 가지를 병렬로 계산한다.

NoteBase

10. 전원과 코일만으로 이루어진 〈보기〉의 교류회로에서 전압의 최댓값 $v_{\max}=100[\mathrm{V}]$이고 $L=5[\mathrm{H}]$이며 $w=10[\mathrm{rad/s}]$일 때, 회로에 흐르는 전류의 최댓값 $i_{\max}[\mathrm{A}]$는?

〈보기〉



① 1 ② 2
③ 5 ④ 10

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 순수 인덕터의 유도 리액턴스 $X_L = \omega L$를 이용하여 전류의 최댓값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압의 최댓값 $V_{\max} = 100V$, 인덕턴스 $L = 5H$, 각주파수 $\omega = 10rad/s$이다.
구해야 할 값: 전류의 최댓값 $I_{\max}$이다.
주의할 조건: 전압이 최댓값으로 주어졌으므로 실효값으로 바꾸지 않고 전류의 최댓값을 직접 계산한다.

사용할 공식

순수 인덕터의 유도 리액턴스와 전류의 최댓값은 다음과 같다.

$X_L = \omega L$

$I_{\max} = \frac{V_{\max}}{X_L} = \frac{V_{\max}}{\omega L}$

코일만 있는 교류회로에서는 전류의 크기가 전압의 크기를 유도 리액턴스로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 유도 리액턴스를 계산한다.

$X_L = \omega L = 10 \times 5 = 50\Omega$

2. 전류의 최댓값을 계산한다.

$I_{\max} = \frac{V_{\max}}{X_L} = \frac{100}{50} = 2A$

따라서 회로에 흐르는 전류의 최댓값은 $2A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1A는 계산 결과 2A와 다르다. 올바르게는 전류의 최댓값이 2A이다.
② O — $I_{max} = 100/50 = 2A$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 5A는 계산 결과 2A와 다르다. 올바르게는 전류의 최댓값이 2A이다.
④ X — 10A는 계산 결과 2A와 다르다. 올바르게는 전류의 최댓값이 2A이다.

오답 포인트

전압의 최댓값을 실효값으로 바꾸거나, 유도 리액턴스에서 각주파수 ω를 빠뜨리면 오답이 된다. 이 문항은 최댓값끼리의 관계를 묻고 있으므로 V_{max}를 그대로 ωL로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

순수 인덕터 교류회로에서는 먼저 $X_L = \omega L$을 구한 뒤, 주어진 전압이 최댓값인지 실효값인지 확인하여 같은 종류의 전류값을 $I = V/X_L$로 계산한다.

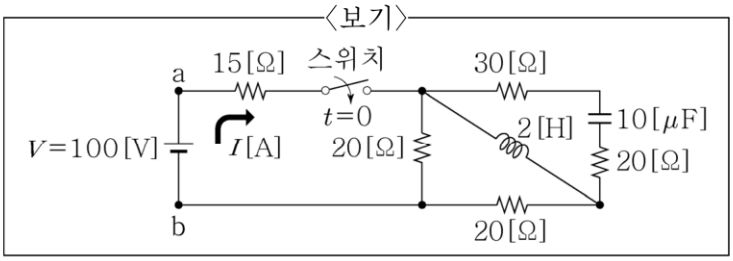
암기 포인트

코일의 리액턴스는 $X_L = \omega L$, 전류의 크기는 $I = V/(\omega L)$이다.

NoteBase

11. 〈보기〉는 $t=0$에서 스위치가 닫히는 회로이다. 회로가 정상상태($t=\infty$)에 도달할 경우 a-b 양단의 합성 저항 $R_0[\Omega]$ 및 전류 $I[\mathrm{A}]$는?

〈보기〉



	합성 저항 $R_0[\Omega]$	전류 $I[\mathrm{A}]$
①	5	20
②	10	10
③	12.5	8
④	25	4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직류 회로가 정상상태에 도달했을 때 인덕터를 단락, 커패시터를 개방으로 바꾸어 등가저항과 전원 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 $V = 100V$이고, 전원과 우측 회로 사이에 15Ω 저항이 직렬로 연결되어 있다.
구해야 할 값: a-b 양단의 합성저항 R_0와 정상상태 전류 I이다.
주의할 조건: $t = \infty$인 직류 정상상태에서는 인덕터가 단락되고 커패시터가 개방된다.

사용할 공식

병렬저항과 옴의 법칙을 사용한다.
$R_{\mathrm{p}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, $I = \frac{V}{R_0}$
인덕터가 단락되면 우측 회로의 위쪽 접점과 오른쪽 아래 접점이 같은 노드가 된다. 커패시터가 개방되면 30Ω -커패시터-20Ω 가지에는 정상상태 전류가 흐르지 않으므로 합성저항 계산에서 제외된다.

NoteBase

계산 과정

1. 인덕터의 단락 때문에 중앙의 세로 20Ω 저항과 아래쪽 20Ω 저항은 같은 두 노드 사이에 연결되어 병렬이 된다.
$20\Omega \parallel 20\Omega = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 10\Omega$
2. 이 병렬합성저항은 왼쪽의 15Ω 저항과 직렬이다.
$R_0 = 15 + 10 = 25\Omega$
3. 옴의 법칙으로 전원 전류를 구한다.
$I = \frac{100}{25} = 4A$

선지 판단

① X — $R_0 = 5\Omega$, $I = 20A$가 아니다. 정상상태 등가회로에서 15Ω와 10Ω가 직렬이므로 올바르게는 $R_0 = 25\Omega$, $I = 4A$이다.
② X — 병렬 부분만 계산하면 10Ω이지만, a-b 양단의 합성저항에는 직렬 15Ω도 포함해야 한다. 따라서 $R_0 = 10\Omega$, $I = 10A$가 아니라 $R_0 = 25\Omega$, $I = 4A$이다.
③ X — $R_0 = 12.5\Omega$, $I = 8A$가 아니다. 15Ω와 병렬합성값 10Ω은 서로 병렬이 아니라 직렬이므로 올바르게는 $R_0 = 25\Omega$, $I = 4A$이다.
④ O — 정상상태 등가회로에서 $R_0 = 15 + (20 \parallel 20) = 25\Omega$이고, $I = 100/25 = 4A$이므로 두 값이 모두 맞다.

오답 포인트

핵심 함정은 커패시터를 단락으로 처리하거나, 인덕터의 단락으로 같은 노드가 된 두 20Ω 저항의 병렬관계를 놓치는 데 있다. 또한 병렬합성값 10Ω만 구한 뒤 전원 앞의 15Ω 직렬저항을 빠뜨리면 ②를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 정상상태 회로는 먼저 인덕터를 도선으로, 커패시터를 끊어진 가지로 바꾼다. 그다음 같은 두 노드 사이의 저항을 병렬로 묶고 직렬저항을 더한 뒤, 마지막에 $I = V/R$로 전류를 계산한다.

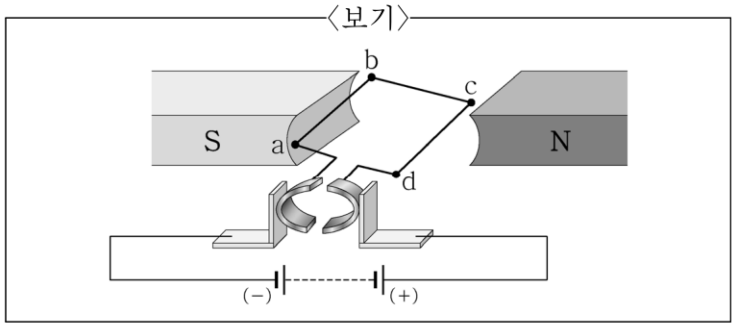
암기 포인트

직류 정상상태에서는 L은 단락, C는 개방이다. 이 회로는 $15 + (20 \parallel 20) = 25\Omega$, 따라서 $100/25 = 4A$이다.

NoteBase

12. 〈보기〉는 직류 전동기의 회전 원리를 나타내는 그림이다. 직선 도체 a-b와 c-d의 양단에 각각 작용하는 힘의 방향을 옳게 짝지은 것은?

〈보기〉



	a-b	c-d
①	위쪽(↑)	위쪽(↑)
②	위쪽(↑)	아래쪽(↓)
③	아래쪽(↓)	위쪽(↑)
④	힘이 발생하지 않는다.	힘이 발생하지 않는다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 N극에서 S극으로 향하는 자기장과 정류자를 통해 흐르는 전류의 방향을 확인한 뒤, 직선 도체가 받는 힘의 방향을 판단하는 문제이다. 그림에서 자기장은 오른쪽 N극에서 왼쪽 S극으로 향하고, 전류는 양(+)극에서 나와 c-d에서는 d→c, a-b에서는 b→a로 흐른다. 전동기에서 도체가 받는 힘의 방향은 플레밍의 왼손 법칙 또는 $\mathbf{F} = I \times \mathbf{B}$로 정한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
a-b의 힘을 '위쪽'이라고 한 부분이 틀렸다. a-b에는 b→a 방향의 전류가 흐르므로 힘은 아래쪽이고, c-d의 힘은 위쪽이다. 올바르게는 'a-b 아래쪽, c-d 위쪽'이다.

② X
c-d의 힘을 '아래쪽'이라고 한 부분이 틀렸다. c-d에는 d→c 방향의 전류가 흐르므로 힘은 위쪽이다. 올바르게는 'a-b 아래쪽, c-d 위쪽'이다.

③ O
자기장은 N극에서 S극으로 향하며, 전류 방향을 플레밍의 왼손 법칙에 적용하면 a-b는 아래쪽, c-d는 위쪽의 힘을 받는다. 두 힘은 서로 반대 방향으로 작용하여 회전력을 만든다.

④ X
'힘이 발생하지 않는다'는 표현이 두 도체 모두에서 틀렸다. 두 도체의 전류 방향이 서로 반대이므로 힘도 서로 반대 방향으로 발생한다. 올바르게는 'a-b에는 아래쪽 힘, c-d에는 위쪽 힘이 발생한다'이다.

오답 포인트

자기장 방향만 보고 두 도체가 같은 방향의 힘을 받는다고 판단하기 쉽다. 그러나 a-b와 c-d의 전류 방향은 서로 반대이므로 힘의 방향도 서로 반대이다. 특히 ②는 a-b의 방향만 맞고 c-d를 반대로 제시한 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 자기장을 N극→S극으로 표시하고, 다음으로 전류를 양(+)극→음(-)극 방향으로 추적한다. 각 도체에서 플레밍의 왼손 법칙을 따로 적용하면 a-b와 c-d의 힘이 서로 반대임을 판단할 수 있다.

암기 포인트

직류 전동기는 'N→S의 자기장, +→-의 전류, 양쪽 도체에는 서로 반대 방향의 힘'으로 기억한다.

NoteBase

13. 평행판 커패시터(콘덴서)의 정전용량을 크게 하는 방법으로 가장 옳지 않은 것은?
① 극판의 면적을 좁게 한다.
② 극판 사이의 간격을 작게 한다.
③ 평행판 커패시터(콘덴서)를 추가로 병렬로 연결한다.
④ 극판 사이의 유전체를 비유전율이 큰 것을 사용한다.

정답 1번

출제 포인트

평행판 커패시터의 정전용량을 결정하는 극판 면적, 극판 간격, 유전율 및 병렬연결의 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

평행판 커패시터의 정전용량은 $C = \varepsilon A/d$이다. 여기서 A는 마주 보는 극판의 면적, d는 극판 사이의 거리, ε은 극판 사이 유전체의 유전율이다. 따라서 정전용량은 극판 면적과 유전율에 비례하고 극판 간격에 반비례한다. 커패시터를 병렬로 연결하면 각 정전용량이 더해져 전체 정전용량이 커진다.

선지별 해설

① X - 극판의 면적을 좁게 하면 $C = \varepsilon A/d$에서 A가 감소하므로 정전용량이 작아진다. 틀린 표현은 '극판의 면적을 좁게 한다'이며, 올바르게는 '극판의 면적을 넓게 한다'이다.
② O - 극판 사이의 간격 d를 작게 하면 정전용량은 커진다.
③ O - 커패시터를 병렬로 추가 연결하면 전체 정전용량은 각 커패시터 정전용량의 합이므로 커진다.
④ O - 유전율이 큰 유전체를 사용하면 ε이 증가하므로 정전용량이 커진다.

오답 포인트

'크게 하는 방법'이라는 문구만 보고 모든 물리량을 크게 해야 한다고 생각하기 쉽다. 극판 면적과 유전율은 클수록 정전용량이 커지지만, 극판 간격은 작을수록 정전용량이 커진다. 또한 이 문항은 '옳지 않은 것'을 고르는 부정형 문항이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $C = \varepsilon A/d$를 기준으로 분자에 있는 극판 면적과 유전율은 증가할수록, 분모에 있는 극판 간격은 감소할수록 정전용량이 커진다고 판단한다. 병렬연결에서는 정전용량이 합산되는지도 함께 확인한다.

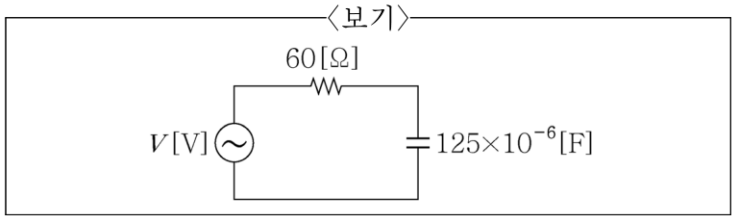
암기 포인트

정전용량 증가: 넓은 극판, 좁은 간격, 큰 유전율, 병렬 추가이다.

NoteBase

14. 〈보기〉의 회로에 $w=100[\mathrm{rad/s}]$, $V=200[\mathrm{V}]$의 교류 전압을 인가할 때, 유효전력[W]과 무효전력[Var]은?

〈보기〉



	유효전력[W]	무효전력[Var]
①	240	160
②	240	320
③	480	160
④	480	320

정답 2번

출제 포인트

직렬 RC 회로에서 용량 리액턴스와 임피던스로 전류를 구한 뒤, 저항의 유효전력과 콘덴서의 무효전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R=60\Omega$, $C=125\times10^{-6}F$, $\omega=100rad/s$, $V=200V$이다.
구해야 할 값: 유효전력 P와 무효전력 Q이다.
주의할 조건: 콘덴서의 무효전력은 부호를 포함하면 음수이고, 선지의 무효전력 값은 그 크기로 제시되어 있다.

사용할 공식

$X_C=\frac{1}{\omega C}$
$|Z|=\sqrt{R^2+X_C^2}$, $I=\frac{V}{|Z|}$
$P=I^2R$, $Q_C=-I^2X_C$
직렬 RC 회로에서는 저항과 용량 리액턴스가 서로 직교하는 임피던스 성분이므로 $|Z|$를 피타고라스 관계로 구한다. 유효전력은 저항에서 소비되고, 무효전력은 콘덴서와 전원 사이에서 왕복한다.

NoteBase

계산 과정

1. 용량 리액턴스를 구하면 다음과 같다.

$X_C = \frac{1}{100 \times 125 \times 10^{-6}} = 80\Omega$

2. 임피던스의 크기와 전류를 구한다.

$|Z| = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100\Omega$

$I = \frac{200}{100} = 2A$

3. 유효전력과 무효전력을 구한다.

$P = 2^2 \times 60 = 240W$

$Q_C = -2^2 \times 80 = -320Var$

따라서 용량성 무효전력의 크기는 $|Q_C| = 320Var$이다.

선지 판단

① X — 유효전력 $240W$은 맞지만 무효전력의 크기 $160Var$가 틀리다. 올바르게는 $240W$, $320Var$이다.

② O — 계산 결과 유효전력은 $240W$, 용량성 무효전력의 크기는 $320Var$이므로 맞다.

③ X — 무효전력의 크기 $160Var$도 틀리고 유효전력 $480W$도 틀리다. 올바르게는 $240W$, $320Var$이다.

④ X — 무효전력의 크기 $320Var$는 맞지만 유효전력 $480W$가 틀리다. 올바르게는 $240W$, $320Var$이다.

계산 결과와 모두 일치하는 선지는 ②이다.

오답 포인트

전압 $200V$을 저항 60Ω에 바로 나누면 콘덴서의 영향을 빠뜨리게 된다. 먼저 전체 임피던스 $|Z| = 100\Omega$를 구해 전류를 계산해야 한다. 또한 콘덴서의 무효전력은 부호를 포함하면 $-320Var$인 용량성이지만, 이 문제의 선지는 무효전력의 크기 $320Var$를 묻는 형태이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RC 전력 문제는 $X_C = 1/(\omega C)$ 계산, 전체 임피던스의 크기 계산, 전류 계산, $P = I^2R$와 $Q_C = -I^2X_C$ 적용 순서로 판단한다. 마지막에는 무효전력의 부호를 묻는지 크기를 묻는지 선지 표현을 확인한다.

암기 포인트

직렬 RC 회로에서는 $P = I^2R$, $|Q_C| = I^2X_C$이며, 콘덴서의 무효전력 부호는 음수이다.

NoteBase

15. 〈보기〉는 원자를 이루는 전자에 대한 특성을 나열한 것이다. 〈보기〉에서 옳은 것을 모두 고른 것은?

〈보기〉

ㄱ. 원자핵의 일부분이다.
ㄴ. $e = -1.602 \times 10^{-19}$[C]의 전기량을 가진다.
ㄷ. 원자핵 가장자리를 회전하는 최외각 전자에 에너지가 공급되면 이동이 가능한 상태가 된다.
ㄹ. 질량은 양성자의 약 1,840배에 해당한다.

① ㄱ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

전자의 위치, 전하량, 에너지를 받은 최외각 전자의 상태 변화, 그리고 전자와 양성자의 질량 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전자는 원자를 구성하지만 원자핵의 일부는 아니며, 원자핵 주위에 존재한다. 전자 1개의 전하량은 $-1.602 \times 10^{-19} C$이다. 최외각 전자가 충분한 에너지를 받으면 원자에 속박된 상태에서 벗어나 이동 가능한 자유전자가 될 수 있다. 전자의 질량은 양성자 질량의 약 1/1840이다. 따라서 ㄴ과 ㄷ만 옳다.

선지별 해설

① X — ㄱ의 '원자핵의 일부분'이라는 표현이 틀렸다. 전자는 원자의 구성 입자이지만 원자핵의 구성 입자는 아니며, 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어진다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
② O — ㄴ의 전자 전하량 $-1.602 \times 10^{-19} C$은 옳고, ㄷ처럼 최외각 전자는 충분한 에너지를 받으면 원자의 속박에서 벗어나 이동 가능한 상태가 될 수 있다. 따라서 ㄴ, ㄷ의 조합이 맞다.
③ X — ㄹ의 '양성자의 약 1,840배'라는 표현이 틀렸고, 옳은 ㄷ도 빠져 있다. 전자의 질량은 양성자의 약 1/1840이므로 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
④ X — ㄹ을 옳은 설명에 포함한 것이 틀렸다. 전자의 질량은 양성자의 약 1,840배가 아니라 약 1/1840이므로 ㄹ을 제외한 ㄴ, ㄷ이 올바른 조합이다.

오답 포인트

ㄱ에서는 '원자의 일부분'과 '원자핵의 일부분'을 혼동하기 쉽다. 또한 ㄹ에서는 질량비의 분자와 분모가 뒤바뀌어 있다. 전자는 양성자보다 약 1,840배 무거운 것이 아니라 약 1,840배 가볍다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전자 관련 보기에서는 원자와 원자핵을 먼저 구분하고, 전하의 부호와 크기, 에너지를 받은 최외각 전자의 이동 가능성, 질량비의 방향을 차례로 확인한다.

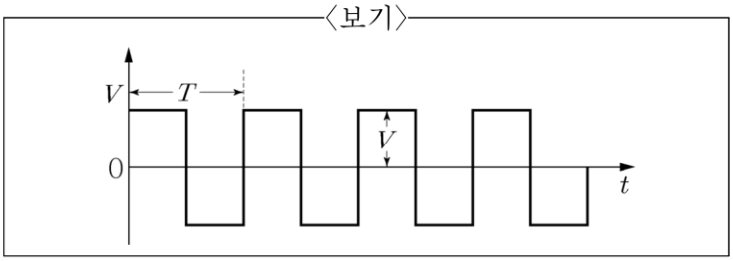
암기 포인트

전자는 원자핵 밖에 있고 음전하를 띠며, 질량은 양성자의 약 1/1840이다.

NoteBase

16. 〈보기〉는 최댓값이 12[V]이고, 주기가 25[ms]인 직사각형파(구형파)를 나타낸 것이다. 구형파의 기본파 주파수, 제3고조파 주파수, 제5고조파 주파수의 값[Hz]은?

〈보기〉



	기본파 주파수	제3고조파 주파수	제5고조파 주파수
①	4	12	20
②	4	20	12
③	40	120	200
④	40	200	120

정답 3번

출제 포인트

주기에서 기본파 주파수를 구하고, 구형파의 제3고조파와 제5고조파 주파수를 기본파의 정수배로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 최대값은 $12V$, 주기는 $T = 25ms$이다.
구해야 할 값: 기본파, 제3고조파, 제5고조파의 주파수이다.
주의할 조건: $25ms = 25 \times 10^{-3}s = 0.025s$로 바꾸어 계산한다. 최대값 $12V$는 주파수 계산에 사용되지 않는다.

사용할 공식

기본파 주파수는 주기의 역수이므로 $f_1 = \frac{1}{T}$이다. 제n고조파의 주파수는 $f_n = nf_1$이다.
구형파는 기본파와 홀수차 고조파로 구성되므로 제3고조파와 제5고조파에는 각각 $3f_1$, $5f_1$을 적용한다.

계산 과정

1. 주기를 초로 환산하면 $T = 25 \times 10^{-3}s = 0.025s$이다.
2. 기본파 주파수는 $f_1 = \frac{1}{0.025} = 40Hz$이다.
3. 제3고조파 주파수는 $f_3 = 3f_1 = 3 \times 40 = 120Hz$이다.
4. 제5고조파 주파수는 $f_5 = 5f_1 = 5 \times 40 = 200Hz$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 기본파를 $4Hz$로 계산한 것이 틀렸다. $25ms = 0.025s$이므로 올바른 값은 기본파 $40Hz$, 제3고조파 $120Hz$, 제5고조파 $200Hz$이다.
② X — 기본파 $4Hz$가 틀렸고 제3고조파와 제5고조파의 배수 관계도 뒤바뀌었다. 올바른 값은 $40Hz$, $120Hz$, $200Hz$이다.
③ O — $f_1 = 40Hz$, $f_3 = 120Hz$, $f_5 = 200Hz$로 계산 결과와 모두 일치한다.
④ X — 기본파 $40Hz$는 맞지만 제3고조파와 제5고조파를 서로 바꾸었다. 올바르게는 제3고조파가 $120Hz$, 제5고조파가 $200Hz$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 ms를 s로 환산할 때 소수점을 잘못 옮겨 기본파를 $4Hz$로 구하는 것과, 고조파의 차수를 서로 바꾸는 것이다. 제3고조파는 기본파의 3배이고 제5고조파는 기본파의 5배이다.

다시 나오면 이렇게 판단

주기를 먼저 초 단위로 환산한 뒤 $f_1 = 1/T$로 기본파를 구하고, 제n고조파에는 $f_n = nf_1$을 적용한다. 마지막으로 고조파 차수가 커질수록 주파수도 커지는지 검산한다.

암기 포인트

주파수는 주기의 역수이고, 제n고조파 주파수는 기본파의 n배이다. 대칭 구형파의 주파수 성분은 기본파와 홀수차 고조파이다.

NoteBase

17. 자석에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① 자석은 고온이 되면 자력이 증가한다.
② 자석은 같은 극끼리 서로 끌어당긴다.
③ 자력선은 S극에서 나와 N극으로 향한다.
④ 철심에 코일을 감고 전류를 가했을 때 자성을 띠는 자석을 전자석이라 한다.

정답 4번

출제 포인트

자석의 온도에 따른 자력 변화, 자극 사이의 힘, 자력선의 방향, 전자석의 정의를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

영구자석: 외부 전류 없이 자성을 나타내는 물체이며, 지나치게 가열하면 열운동 때문에 자성이 약해진다.
자극: 같은 극끼리는 밀어내고 다른 극끼리는 끌어당긴다.
자력선: 자석 외부에서는 N극에서 나와 S극으로 들어간다.
전자석: 철심에 코일을 감고 전류를 흘려 자기장을 만드는 자석이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '고온이 되면 자력이 증가한다'이다. 실제로는 자석을 고온으로 가열하면 열운동이 커져 자력이 약해지며, 충분히 높은 온도에서는 강자성을 잃을 수 있다.
② X — 틀린 표현은 '같은 극끼리 서로 끌어당긴다'이다. 실제로는 같은 극끼리는 서로 밀어내고, 다른 극끼리는 서로 끌어당긴다.
③ X — 틀린 표현은 'S극에서 나와 N극으로 향한다'이다. 실제로 자력선은 자석 외부에서 N극으로부터 나와 S극으로 들어간다.
④ O — 철심에 코일을 감고 전류를 흘리면 철심이 자화되어 자석의 성질을 나타내며, 이를 전자석이라고 한다.

오답 포인트

③은 자력선이 폐곡선을 이룬다는 사실 때문에 내부 방향과 외부 방향을 혼동하게 만든다. 시험에서 말하는 자석 외부의 자력선 방향은 N극에서 S극이다. 또한 ①의 고온은 자력을 강화하는 조건이 아니라 자성을 약화시키는 조건이다.

다시 나오면 이렇게 판단

자석 문항에서는 '같은 극은 반발, 다른 극은 인력', '외부 자력선은 N극에서 S극', '철심·코일·전류가 있으면 전자석'이라는 세 기준으로 각 선지를 판단한다.

NoteBase

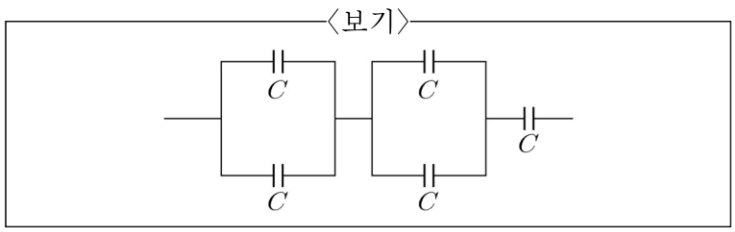
암기 포인트

같은 극은 밀고, 외부 자력선은 N에서 S로 향하며, 철심에 감은 코일에 전류를 흘리면 전자석이 된다.

NoteBase

18. 같은 용량의 4개의 콘덴서 C를 직렬로 접속할 경우 합성 정전용량이 $1[\mu F]$이라면, 동일한 콘덴서 C를 〈보기〉와 같이 직 · 병렬 접속했을 때 합성 정전용량의 값$[\mu F]$은?

〈보기〉



① 0.5 ② 1
③ 1.5 ④ 2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 콘덴서의 직렬·병렬 합성 공식을 이용하여 개별 정전용량 C를 먼저 구한 뒤, 제시된 회로의 합성 정전용량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 같은 용량의 콘덴서 4개를 직렬로 연결했을 때 합성 정전용량은 $1\mu F$이다.
구해야 할 값: 제시된 직·병렬 회로의 합성 정전용량이다.
주의할 조건: 각 사각형 안의 위아래 콘덴서는 같은 두 노드에 연결되어 병렬이고, 두 병렬 묶음과 오른쪽의 단일 콘덴서는 서로 직렬이다.

사용할 공식

같은 정전용량 C인 콘덴서 n개를 직렬로 연결하면
$C_{eq} = \frac{C}{n}$
이다. 병렬 연결에서는
$C_{eq} = C_1 + C_2 + \cdots$
이고, 직렬 연결에서는
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots$
이다. 초기 조건은 동일한 4개의 직렬 연결이고, 제시 회로는 병렬 묶음을 먼저 합성한 뒤 세 부분의 직렬 합성을 해야 하므로 이 공식들을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 동일한 콘덴서 4개의 직렬 합성값이 $1\mu F$이므로
$\frac{C}{4} = 1\mu F \quad \Rightarrow \quad C = 4\mu F$
이다.
2. 각 사각형의 콘덴서 2개는 병렬이므로 각 묶음의 합성값은
$C + C = 2C = 8\mu F$
이다.
3. 두 개의 $2C$ 묶음과 한 개의 C가 직렬이므로
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}$
따라서
$C_{eq} = \frac{C}{2} = \frac{4\mu F}{2} = 2\mu F$
이다.

선지 판단

① X — $0.5\mu F$는 계산 결과 $2\mu F$와 다르다. 틀린 값 $0.5\mu F$는 초기 조건의 $1\mu F$을 개별 용량 C로 잘못 놓고 제시 회로의 합성값 $C/2$만 계산할 때 나온다. 올바르게는 $2\mu F$이다.
② X — $1\mu F$는 처음의 4개 직렬 회로에 대한 합성값일 뿐 제시 회로의 합성값이 아니다. 올바르게는 $2\mu F$이다.
③ X — $1.5\mu F$는 두 병렬 묶음과 단일 콘덴서의 직렬 합성식으로 얻어지지 않는다. 올바른 역수 합은 $1/(2C) + 1/(2C) + 1/C = 2/C$이므로 합성값은 $2\mu F$이다.
④ O — 계산한 합성 정전용량 $C/2$에 $C = 4\mu F$를 대입하면 $2\mu F$이므로 옳다.

오답 포인트

처음 주어진 $1\mu F$은 개별 콘덴서의 용량이 아니라 4개를 직렬로 연결한 합성값이다. 이를 곧바로 C로 놓으면 ①을 고르게 된다. 또한 제시 회로에서는 사각형마다 병렬 합성을 먼저 한 뒤 전체를 직렬 합성해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동일 소자의 초기 합성 조건에서 개별 정전용량 C를 먼저 역산하고, 새 회로에서는 같은 두 노드에 연결된 병렬 부분을 먼저 묶은 뒤 남은 직렬 부분의 역수 합을 계산한다. 마지막에는 합성값의 단위가 μF인지 확인한다.

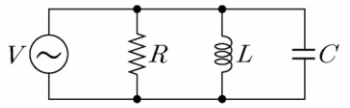
암기 포인트

같은 콘덴서 n개의 직렬 합성은 C/n, 병렬 합성은 nC이다. 이 문제의 구조는 $2C$, $2C$, C의 직렬 연결이므로 전체는 $C/2$이다.

NoteBase

19. 〈보기〉의 병렬 RLC 회로에서 전류가 최솟값인 상태의 주파수[Hz]는?

〈보기〉



$V = V_m \sin\omega t,\ R = 10[\mathrm{k\Omega}],\ L = 100[\mathrm{H}],\ C = 10^6[\mu\mathrm{F}]$

① $\frac{1}{5}$ ② $\frac{1}{10}$

③ $\frac{1}{10\pi}$ ④ $\frac{1}{20\pi}$

정답 4번

출제 포인트

병렬 RLC 회로에서 전체 전류가 최소가 되는 병렬공진 조건을 이용하여 공진주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 10k\Omega, L = 100H, C = 10^6\mu F$이다.
단위 변환: $10^6\mu F = 10^6 \times 10^{-6}F = 1F$이다.
구해야 할 값: 전체 전류가 최소가 되는 주파수 f이다.
주의할 조건: 병렬회로에서는 유도성 서셉턴스와 용량성 서셉턴스가 상쇄될 때 전원 전류가 최소가 된다.

사용할 공식

병렬공진 조건은 $\omega C = 1/(\omega L)$이므로 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$이다. 주파수는 $f_0 = \omega_0/(2\pi) = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 병렬 RLC 회로의 어드미턴스는 $Y = 1/R + j(\omega C - 1/(\omega L))$이고, 전압이 일정할 때 전류의 크기는 $|I| = |V||Y|$이다. 따라서 허수부가 0이 되는 병렬공진 상태에서 $|Y|$와 전체 전류가 최소가 된다.

계산 과정

1. 정전용량을 변환하면 $C = 1F$이다.
2. 공진각주파수는 $\omega_0 = 1/\sqrt{100 \times 1} = 1/10 rad/s$이다.
3. 각주파수를 주파수로 변환하면 $f_0 = \omega_0/(2\pi) = (1/10)/(2\pi) = 1/(20\pi) Hz$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $1/5Hz$는 계산 결과 $1/(20\pi)Hz$와 다르다. 올바른 값은 $1/(20\pi)Hz$이다.
② X — $1/10Hz$는 공진각주파수의 수치 $1/10rad/s$를 주파수로 잘못 본 값이다. 2π로 나누어 $1/(20\pi)Hz$로 고쳐야 한다.
③ X — $1/(10\pi)Hz$는 올바른 값의 2배이다. 각주파수와 주파수의 관계는 $\omega = 2\pi f$이므로 올바른 값은 $1/(20\pi)Hz$이다.
④ O — $1/(20\pi)Hz$는 병렬공진 조건으로 계산한 전류 최소 주파수와 일치한다.
계산 결과 $1/(20\pi)Hz$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $10^6\mu F$를 $1F$로 변환하지 않거나, 계산한 $\omega_0 = 1/10rad/s$를 그대로 $f = 1/10Hz$라고 판단하는 것이다. 각주파수에서 주파수로 바꿀 때 반드시 2π로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 RLC 회로에서 전류가 최소라는 조건이 나오면 병렬공진을 떠올리고, 먼저 단위를 변환한 뒤 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$를 계산하고 마지막에 $f_0 = \omega_0/(2\pi)$로 변환한다.

암기 포인트

병렬공진에서는 전류가 최소이며, $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이다.

NoteBase

20. 쿨롱의 법칙에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 같은 종류의 전하 사이에는 반발력이 작용한다.
② 힘의 방향은 두 전하 사이의 일직선상으로 존재한다.
③ 힘의 크기는 두 전하 사이에 존재하는 매질의 종류와 관계없이 동일하다.
④ 힘의 크기는 두 전하량의 곱에 비례하고 떨어진 거리의 제곱에 반비례한다.

정답 3번

출제 포인트

쿨롱의 법칙에서 전기력의 방향과 크기를 결정하는 요소, 특히 매질의 유전율이 힘의 크기에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

두 점전하 사이에 작용하는 쿨롱 힘의 크기는 $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$이다. 여기서 ε은 매질의 유전율이므로, 전하량과 거리가 같더라도 매질이 달라지면 힘의 크기도 달라진다. 같은 종류의 전하는 서로 밀어 내고, 다른 종류의 전하는 서로 끌어당기며, 힘은 두 전하를 잇는 직선 방향으로 작용한다.

선지별 해설

① O — 같은 종류의 전하끼리는 서로 밀어 내므로 반발력이 작용한다.
② O — 쿨롱 힘은 두 점전하를 잇는 직선상에서 작용한다.
③ X — 틀린 표현은 '매질의 종류와 관계없이 동일하다'이다. 힘의 크기는 매질의 유전율 ε에 반비례하므로, 올바르게는 '두 전하량과 거리가 같아도 매질의 유전율이 달라지면 힘의 크기가 달라진다'이다.
④ O — 쿨롱 힘의 크기는 두 전하량의 곱 $|q_1 q_2|$에 비례하고, 두 전하 사이 거리 r의 제곱에 반비례한다.

오답 포인트

③은 전하량과 거리만 같으면 힘도 같다고 착각하게 만든다. 쿨롱 상수 $1/(4\pi\varepsilon)$에는 매질의 유전율이 포함되므로 매질도 힘의 크기를 결정한다. 또한 문제의 요구가 '옳지 않은 것'임을 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

쿨롱 법칙의 선지는 방향과 크기를 나누어 판단한다. 방향은 두 전하를 잇는 직선과 전하 부호를 확인하고, 크기는 전하량의 곱, 거리의 제곱, 매질의 유전율을 모두 확인한다.

암기 포인트

쿨롱 힘은 전하량의 곱에 비례하고 거리의 제곱과 매질의 유전율에 반비례한다.

NoteBase