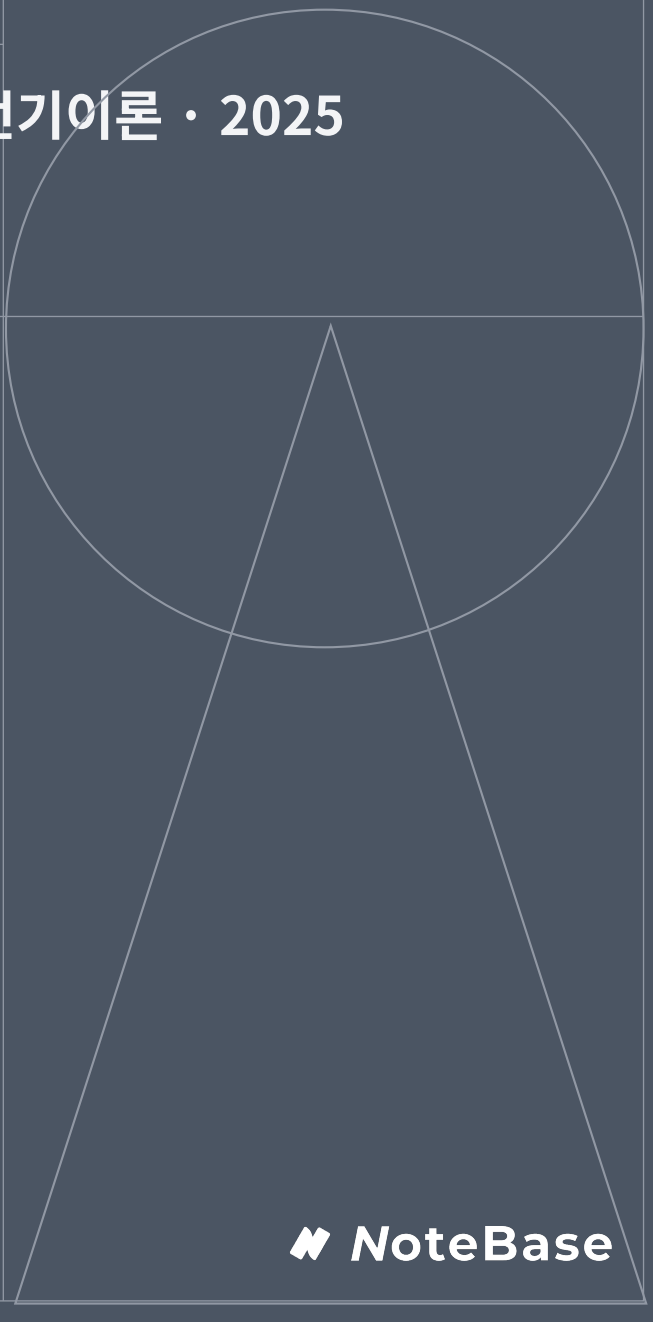
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2025

공무원/서울시/9급 경력 · 전기이론 · 2025

1. 저항 6[Ω], 용량성 리액턴스 8[Ω]인 어떤 RC 직렬회로에 전압 V[V]의 교류전압을 가하면 8[A]의 전류가 흐른다. 이 회로에서 저항을 제거했을 때, 흐르는 전류[A]는?

① 4 ② 6 ③ 8 ④ 10

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RC 회로의 임피던스 크기로 전원전압을 구한 뒤, 저항을 제거했을 때의 전류를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R = 6\Omega$, 용량성 리액턴스 $X_C = 8\Omega$, 처음 전류 $I = 8A$이다.
구해야 할 값: 저항을 제거하여 커패시터만 남았을 때의 전류이다.
주의할 조건: 전원전압 V는 제거 전후에 동일하며, 저항을 제거하면 전체 임피던스의 크기는 X_C가 된다.

사용할 공식

직렬 RC 회로의 임피던스 크기는

$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

이고, 전류의 크기는

$I = \frac{V}{|Z|}$

이다. 저항과 용량성 리액턴스는 위상이 서로 직각이므로 단순히 더하지 않고 제곱합의 제곱근으로 임피던스 크기를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 처음 직렬회로의 임피던스 크기는

$|Z| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\Omega$

이다.

2. 처음 전류가 $8A$이므로 전원전압은

$V = I|Z| = 8 \times 10 = 80V$

이다.

3. 저항을 제거하면 임피던스 크기는 8Ω이므로 흐르는 전류는

$I' = \frac{80}{8} = 10A$

이다.

선지 판단

① X — $4A$가 아니라, 동일한 전원전압 $80V$를 8Ω로 나눈 $10A$가 흐른다.

② X — $6A$가 아니라 $10A$이다. 6은 제거한 저항의 저항값 6Ω이며 전류가 아니다.

③ X — $8A$가 아니라 $10A$이다. $8A$는 저항을 제거하기 전의 전류이고, 제거 후에는 임피던스가 감소하여 전류가 증가한다.

④ O — 저항 제거 후 전류는 $80/8 = 10A$이므로 옳다.

계산 결과 $10A$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

저항을 제거한 뒤에도 처음 전류 $8A$가 그대로 흐른다고 보는 것이 함정이다. 전원전압은 같지만 임피던스가 10Ω에서 8Ω로 감소하므로 전류는 $10A$로 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

소자를 제거하기 전의 임피던스로 먼저 전원전압을 구하고, 소자를 제거한 뒤의 새 임피던스로 전류를 다시 계산한다.

암기 포인트

직렬 RC 회로에서는 $|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2}$이고, 전압이 일정할 때 임피던스가 감소하면 전류는 증가한다.

NoteBase

2. 대칭 3상 Δ결선에서 선전류에 대한 상전류의 위상 관계로 가장 옳은 것은?

① 상전류가 $\frac{\pi}{3}$[rad] 앞선다.

② 상전류가 $\frac{\pi}{3}$[rad] 뒤진다.

③ 상전류가 $\frac{\pi}{6}$[rad] 앞선다.

④ 상전류가 $\frac{\pi}{6}$[rad] 뒤진다.

정답 3번

출제 포인트

대칭 3상 델타 결선에서 선전류와 상전류 사이의 위상차를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 대칭 3상 델타 결선이다.
구해야 할 관계: 선전류를 기준으로 한 상전류의 위상이다.
주의할 조건: 크기 관계 $I_L = \sqrt{3} I_p$와 위상 관계를 구분해야 한다.

사용할 공식

델타 결선의 선전류는 한 선에 접속된 두 상전류의 벡터차이다.
$\dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA}$
대칭 3상에서는 두 상전류가 $2\pi/3$[rad]의 위상차를 가지므로, 벡터차를 구하면
$\dot{I}_A = \sqrt{3} I_p \angle(-\pi/6)$
가 된다. 따라서 선전류는 대응하는 상전류보다 $\pi/6$[rad] 뒤지고, 반대로 상전류는 선전류보다 $\pi/6$[rad] 앞선다.

계산 과정

1. 기준 상전류를 $\dot{I}_{AB} = I_p \angle 0$으로 둔다.
2. 다른 상전류는 $\dot{I}_{CA} = I_p \angle(2\pi/3)$이므로 $\dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA}$를 계산한다.
3. 그 결과 $\dot{I}_A = \sqrt{3} I_p \angle(-\pi/6)$이므로, $\dot{I}_{AB}$는 $\dot{I}_A$보다 $\pi/6$[rad] 앞선다.

NoteBase

선지 판단

① X — '상전류가 $\pi/3$[rad] 앞선다'는 위상차의 크기가 잘못되었다. 올바르게는 상전류가 선전류보다 $\pi/6$[rad] 앞선다.
② X — '상전류가 $\pi/3$[rad] 뒤진다'는 위상차의 크기와 방향이 모두 잘못되었다. 올바르게는 상전류가 선전류보다 $\pi/6$[rad] 앞선다.
③ O — 상전류는 선전류보다 $\pi/6$[rad] 앞서므로 옳다.
④ X — '상전류가 $\pi/6$[rad] 뒤진다'는 위상 방향을 반대로 표현하였다. 올바르게는 상전류가 선전류보다 $\pi/6$[rad] 앞선다.

오답 포인트

델타 결선에서 '선전류가 상전류보다 $\pi/6$[rad] 뒤진다'는 관계의 기준을 뒤바꾸는 것이 함정이다. 문제는 선전류에 대한 상전류를 물으므로 관계를 반대로 읽어 '상전류가 $\pi/6$[rad] 앞선다'고 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

델타 결선에서는 먼저 '선전류는 상전류보다 $\pi/6$[rad] 뒤진다'를 적용한 뒤, 문제에서 어느 전류를 기준으로 묻는지 확인하여 앞섬과 뒤짐을 결정한다.

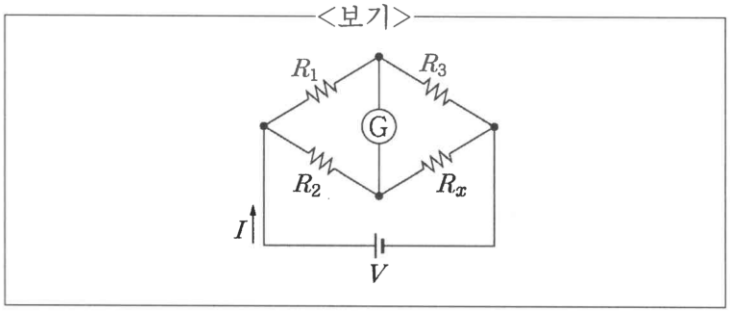
암기 포인트

델타 결선은 $I_L = \sqrt{3} I_p$, 선전류가 상전류보다 $\pi/6$[rad] 뒤진다.

NoteBase

3. <보기>의 회로에서 $R_1 = 5[\Omega]$, $R_2 = 4[\Omega]$, $R_3 = 3[\Omega]$일 때, 저항 $R_x[\Omega]$는? (단, 검류계 $G = 0[A]$이다.)

<보기>



① $\frac{12}{5}$ ② $\frac{15}{4}$

③ 6 ④ $\frac{20}{3}$

정답 1번

출제 포인트

휘트스톤 브리지에서 검류계 전류가 0일 때의 평형 조건을 이용하여 미지 저항 R_x를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_1 = 5\Omega, R_2 = 4\Omega, R_3 = 3\Omega$이다.

구해야 할 값: 미지 저항 R_x이다.

주의할 조건: 검류계가 $G = 0A$이므로 검류계 양단의 전위가 같고 브리지가 평형 상태이다.

사용할 공식

평형 조건은 다음과 같다.

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x}$

검류계 전류가 0이면 위쪽과 아래쪽 중간 접점의 전위가 같으므로 양쪽 저항의 비가 같아진다. 따라서 $R_1 R_x = R_2 R_3$을 적용한다.

계산 과정

1. 평형 조건을 교차 곱한다.

$R_1 R_x = R_2 R_3$

2. R_x에 관하여 정리한다.

$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$

3. 주어진 값을 대입한다.

$R_x = \frac{4 \times 3}{5} = \frac{12}{5}\Omega$

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $R_x = \frac{12}{5}\Omega$이므로 맞다.
② X — $\frac{15}{4}\Omega$는 R_1R_3/R_2로 계산하여 비례식의 저항 위치를 바꾼 값이다. 올바르게는 $R_2R_3/R_1 = \frac{12}{5}\Omega$이다.
③ X — 6Ω은 평형 비례식으로 얻어지는 값이 아니다. 올바르게는 $R_1R_x = R_2R_3$에서 $R_x = \frac{12}{5}\Omega$이다.
④ X — $\frac{20}{3}\Omega$는 R_1R_2/R_3로 계산하여 평형식의 분자와 분모를 잘못 배치한 값이다. 올바르게는 $R_2R_3/R_1 = \frac{12}{5}\Omega$이다.

오답 포인트

회로에 저항 네 개가 있다는 이유만으로 직렬·병렬 합성저항 공식을 적용하면 안 된다. 또한 평형식의 저항 위치를 그림에서 정확히 대응하지 않으면 ②나 ④처럼 분자와 분모가 뒤바뀐 값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

검류계 전류가 0인 브리지에서는 먼저 검류계 양단의 전위가 같다는 점을 확인한 뒤, 마주 대응하는 두 가지 저항비를 $R_1/R_2 = R_3/R_x$로 세우고 교차 곱하여 미지 저항을 구한다.

암기 포인트

브리지 평형은 비례식 $R_1 : R_2 = R_3 : R_x$, 즉 곱의 관계 $R_1R_x = R_2R_3$이다.

NoteBase

4. <보기>의 괄호 안에 공통적으로 들어갈 말로 가장 옳은 것은?

<보기>

사인파의 기본파에 고조파 성분이 포함된 정도를 말하는 (　　)은 사인파의 일그러진 정도를 나타낸다. (　　)이 높은 전원이 전동기에 공급될 경우 전동기의 효율을 떨어뜨리고 소음이 많이 발생하며, 회전력이 일정하지 않아 진동이 발생할 수 있다. 또한 허용치를 초과하는 고조파가 교류 전원에 포함되어 있을 경우 의료 장비, 반도체 생산 장비 등과 같이 높은 신뢰도와 정밀도를 요구하는 전자 장치에 심각한 오동작이 발생할 수 있으므로 각별히 유의하여야 한다.

① 파고율　② 파형률
③ 왜형률　④ 도전율

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 사인파에 포함된 고조파로 인한 파형의 일그러짐을 나타내는 왜형률을 파고율·파형률·도전율과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

왜형률은 기본파 실효값에 대한 전체 고조파 성분의 실효값 비로, 파형이 이상적인 사인파에서 얼마나 일그러졌는지를 나타낸다. 일반적으로 $D = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \cdots}}{V_1}$로 나타낸다.
파고율은 파형의 최댓값을 실효값으로 나눈 비이고, 파형률은 실효값을 정류 평균값으로 나눈 비이다. 도전율은 물질이 전류를 얼마나 잘 흐르게 하는지를 나타내는 물성값으로 비저항의 역수이다.

선지별 해설

① X — 파고율은 V_{max}/V_{rms}이며 파형의 첨두 정도를 나타낸다. '파고율'이 아니라 '왜형률'이 들어가야 한다.
② X — 파형률은 V_{rms}/V_{avg}이며 파형의 실효값과 정류 평균값의 관계를 나타낸다. '파형률'이 아니라 '왜형률'이 들어가야 한다.
③ O — 왜형률은 기본파에 고조파가 포함된 정도, 즉 사인파의 일그러진 정도를 나타낸다. 왜형률이 높으면 전동기의 효율 저하, 소음, 진동 및 정밀 전자 장치의 오동작이 발생할 수 있다는 제시문의 설명과 일치한다.
④ X — 도전율은 도체가 전류를 통하게 하는 정도이며 파형의 고조파 함유 정도를 뜻하지 않는다. '도전율'이 아니라 '왜형률'이 들어가야 한다.

NoteBase

오답 포인트

‘파형률’이라는 명칭 때문에 파형의 일그러짐을 나타낸다고 착각하기 쉽다. 그러나 파형률은 실효값과 정류 평균값의 비이고, 고조파에 의한 일그러짐을 직접 나타내는 것은 왜형률이다.

다시 나오면 이렇게 판단

문장에 ‘기본파 대비 고조파의 포함 정도’, ‘파형의 일그러짐’, ‘고조파로 인한 소음·진동·오동작’이 제시되면 왜형률로 판단한다. 최댓값과 실효값의 비는 파고율, 실효값과 정류 평균값의 비는 파형률로 구별한다.

암기 포인트

고조파가 섞여 파형이 왜곡되면 왜형률이다. 파고율은 최댓값/실효값, 파형률은 실효값/정류 평균값이다.

5. 도선에 2분 동안 30[C]의 전하가 이동하였을 때, 전류의 크기[A]는? (단, 전류는 일정하게 흘렀다고 가정한다.)
① 0.25 ② 0.5 ③ 15 ④ 60

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 일정한 전류가 운반한 전하량과 흐른 시간의 관계 $I = Q/t$를 이용해 전류의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전하량: $Q = 30C$
주어진 시간: $t = 2\text{min} = 120s$
구해야 할 값: 전류 I
주의할 조건: 전류의 단위 A는 C/s이므로 분을 초로 바꾸어야 한다.

사용할 공식

$I = \frac{Q}{t}$
전류는 단위 시간 동안 도선을 통과한 전하량이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 시간을 초로 환산하면 $2\text{min} = 2 \times 60 = 120s$이다.
2. 전하량과 시간을 공식에 대입한다.
$I = \frac{30C}{120s} = 0.25C/s = 0.25A$
3. 계산 결과와 일치하는 선지는 ①이다.

선지 판단

① O — $30C$를 $120s$로 나누면 $0.25A$이므로 옳다.
② X — $0.5A$는 2분을 1분으로 잘못 계산할 때 나오는 값이다. 올바르게는 $0.25A$이다.
③ X — $15A$는 30을 시간의 수치 2로만 나누어 분을 초로 환산하지 않은 값이다. 올바르게는 $30/120 = 0.25A$이다.
④ X — $60A$를 $120s$ 동안 흘리면 전하량은 $Q = It = 7{,}200C$가 되어 주어진 $30C$와 맞지 않는다. 올바르게는 $0.25A$이다.

오답 포인트

③의 15는 2분의 숫자 2를 그대로 분모에 넣는 데서 생긴다. 전류의 단위가 C/s이므로 반드시 $2min$을 $120s$로 환산해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

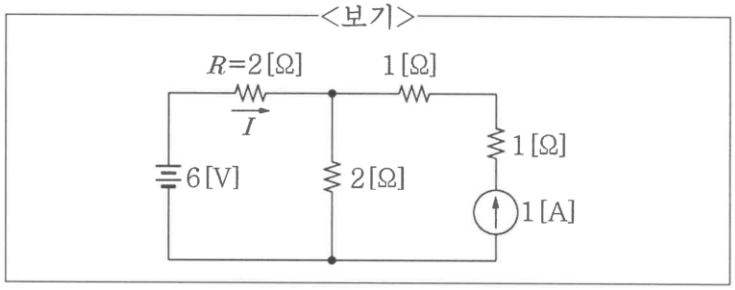
전하량과 시간이 주어진 문제에서는 먼저 시간을 초로 통일한 뒤 $I = Q/t$에 대입하고, 결과의 단위가 $C/s = A$인지 확인한다.

암기 포인트

전류는 초당 전하량이다: $1A = 1C/s$, $I = Q/t$이다.

6. <보기>의 회로에서 저항 R에 흐르는 전류 I[A]는?

<보기>



① 1 ② 2
③ 3 ④ 4

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 이용하여 중앙 노드의 전압을 구하고, 저항 $R = 2\Omega$에 흐르는 전류 I를 계산하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 공통 노드를 기준 전위 $0V$로 두면 $6V$ 전압원의 위쪽 노드는 $6V$이다. 중앙 노드의 전압을 VV라 둔다. 오른쪽 가지에서는 이상적인 $1A$ 전류원이 위쪽으로 $1A$를 공급하므로, 직렬로 연결된 두 1Ω 저항에도 $1A$가 흐르고 중앙 노드로 $1A$가 유입된다. 구해야 할 전류 I의 기준 방향은 왼쪽에서 중앙 노드로 향하는 방향이다.

사용할 공식

옴의 법칙과 KCL을 사용한다.

$I = \frac{6 - V}{2}$

$I + 1 = \frac{V}{2}$

첫째 식은 왼쪽 2Ω 저항의 전류식이다. 둘째 식은 중앙 노드로 들어오는 전류의 합과 아래쪽 2Ω 저항으로 나가는 전류가 같다는 KCL 식이다.

NoteBase

계산 과정

두 식을 결합하면 다음과 같다.

$\frac{6-V}{2}+1=\frac{V}{2}$

$6-V+2=V$

$V=4V$

따라서 저항 R에 흐르는 전류는 다음과 같다.

$I=\frac{6-4}{2}=1A$

검산하면 중앙의 아래쪽 2Ω 저항에는 4/2 = 2A가 흐르고, 중앙 노드로 들어오는 전류도 왼쪽의 1A와 오른쪽의 1A를 합한 2A이므로 KCL을 만족한다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 $I=1A$이므로 옳다.

② X — $I=2A$라면 중앙 노드 전압은 $6-2I=2V$이고 아래쪽으로 나가는 전류는 1A인데, 들어오는 전류는 $I+1=3A$가 되어 KCL을 만족하지 않는다. ②의 2A는 틀린 값이며, 올바르게는 1A이다.

③ X — $I=3A$라면 중앙 노드 전압은 $0V$이고 아래쪽 전류는 0A이지만 들어오는 전류는 4A가 되어 KCL에 어긋난다. ③의 3A는 틀린 값이며, 올바르게는 1A이다.

④ X — $I=4A$라면 중앙 노드 전압은 $-2V$이고 기준상 아래쪽 전류는 $-1A$이지만 들어오는 전류는 5A가 되어 KCL에 어긋난다. ④의 4A는 틀린 값이며, 올바르게는 1A이다.

오답 포인트

오른쪽의 두 1Ω 저항을 단순히 합성하여 전체 회로의 직렬 저항으로 취급하면 안 된다. 오른쪽 가지의 이상적인 전류원이 그 가지 전류를 1A로 정하므로, 중앙 노드에는 오른쪽에서 1A가 유입된다. 또한 중앙의 2Ω 저항 때문에 왼쪽 저항과 오른쪽 가지는 하나의 직렬회로가 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

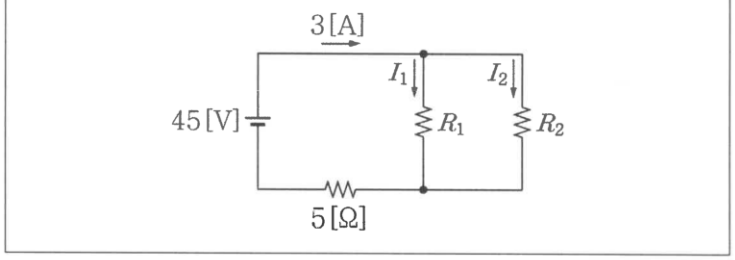
여러 가지가 만나는 회로에서는 기준 노드를 정하고 접점 전압을 미지수로 둔 뒤, 각 가지 전류를 옴의 법칙으로 나타내어 KCL을 세운다. 이상적인 전류원이 있는 가지는 저항값보다 전류원의 화살표 방향과 전류값을 먼저 반영한다.

암기 포인트

노드 해석의 핵심은 '들어오는 전류의 합 = 나가는 전류의 합'이며, 이상적인 전류원은 연결된 가지의 전류를 직접 정한다.

7. <보기>의 회로에서 저항 R_1, R_2에 흐르는 전류가 각각 I_1, I_2일 때, I_2[A]= $2I_1$[A]이다. 저항 R_1[Ω]과 저항 R_2[Ω]는?

<보기>



	R_1[Ω]	R_2[Ω]		R_1[Ω]	R_2[Ω]
①	12	24	②	15	30
③	24	12	④	30	15

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직렬·병렬 혼합회로에서 옴의 법칙과 전류의 분기 관계를 이용해 각 병렬저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 45V, 전체전류는 3A, 직렬저항은 5Ω이다.
병렬회로에서 전체전류는 가지전류의 합이므로 $I_1 + I_2 = 3A$이고, $I_2 = 2I_1$이다.
구해야 할 값: 병렬로 연결된 R_1과 R_2이다.

사용할 공식

옴의 법칙은 $R = V/I$이다. 병렬회로에서는 각 저항에 걸리는 전압이 같고, 전체전류는 $I_1 + I_2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 5Ω 저항과 병렬합성저항이 직렬이므로 전체 합성저항을 먼저 구할 수 있고, 병렬부에서는 공통 전압과 각 가지전류로 개별 저항을 구할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 합성저항은
$R_{\text{total}} = \frac{45V}{3A} = 15\Omega$
이다.
2. 전체 회로에서 5Ω가 병렬합성저항과 직렬이므로 병렬부의 합성저항은
$R_{\text{p}} = 15\Omega - 5\Omega = 10\Omega$
이다. 따라서 병렬부 전압은
$V_{\text{p}} = (3A)(10\Omega) = 30V$
이다.
3. $I_1 + I_2 = 3A$, $I_2 = 2I_1$이므로 $3I_1 = 3A$이다. 따라서 $I_1 = 1A$, $I_2 = 2A$이다.
4. 각 저항은
$R_1 = \frac{30V}{1A} = 30\Omega, \qquad R_2 = \frac{30V}{2A} = 15\Omega$
이다.

선지 판단

① X — $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 24\Omega$이면 저항의 크기 관계가 반대이고 병렬합성저항도 8Ω가 된다. 틀린 값 12Ω, 24Ω는 각각 30Ω, 15Ω로 고쳐야 한다.
② X — 15Ω와 30Ω의 병렬합성저항은 10Ω이지만, $R_2 = 2R_1$이면 같은 전압에서 $I_2 = I_1/2$가 되어 주어진 $I_2 = 2I_1$과 반대이다. 올바르게는 $R_1 = 30\Omega$, $R_2 = 15\Omega$이다.
③ X — $R_1 = 24\Omega$, $R_2 = 12\Omega$는 전류비에 맞는 저항비이지만 병렬합성저항이 8Ω이므로 계산된 10Ω와 일치하지 않는다. 올바르게는 $R_1 = 30\Omega$, $R_2 = 15\Omega$이다.
④ O — $R_1 = 30\Omega$, $R_2 = 15\Omega$이면 병렬합성저항이 10Ω이고, 공통 전압 30V에서 $I_1 = 1A$, $I_2 = 2A$가 되어 모든 조건을 만족한다.

오답 포인트

병렬회로에서는 전류가 큰 가지의 저항이 작다. $I_2 = 2I_1$이므로 $R_2 = R_1/2$이어야 한다. 다만 저항비만 맞춘 ③도 병렬합성저항이 10Ω가 아니므로 오답이다. 전류비와 전체 합성저항을 모두 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬·병렬 혼합회로에서는 전체 전압과 전체 전류로 전체 합성저항을 구하고, 직렬저항을 빼서 병렬합성저항을 구한다. 이어 병렬부의 공통 전압과 각 가지전류를 구한 뒤 $R = V/I$를 적용한다. 마지막으로 병렬합성저항과 전류비를 함께 검산한다.

암기 포인트

병렬회로는 전압이 같으므로 전류와 저항이 반비례한다. 전류가 2배이면 저항은 1/2배이다.

NoteBase

8. 권선수가 40회인 코일에 유도되는 자속이 1분 동안 2[Wb]에서 5[Wb]로 변했을 때, 유도 기전력의 크기[V]는? (단, 자속의 변화율은 일정하다.)

① 1 ② 2

③ 3 ④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 패러데이의 전자기 유도 법칙을 이용하여 자속이 일정하게 변할 때 코일에 유도되는 기전력의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 권선수 $N = 40$, 처음 자속 $\Phi_1 = 2Wb$, 나중 자속 $\Phi_2 = 5Wb$, 변화 시간 1분
구해야 할 값: 유도 기전력의 크기 $|e|$
주의할 조건: 1분을 $60s$로 바꾸며, 자속의 변화율이 일정하므로 평균 변화율과 순간 변화율의 크기가 같다.

사용할 공식

$|e| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$
자속이 변하는 코일의 유도 기전력은 패러데이의 전자기 유도 법칙으로 구한다. 문제는 기전력의 크기를 묻기 때문에 렌츠의 법칙에 따른 음의 부호는 방향만 나타내며, 계산에는 절댓값을 사용한다.

계산 과정

1. 자속 변화량은 $\Delta\Phi = 5 - 2 = 3Wb$이다.
2. 변화 시간은 $\Delta t = 1min = 60s$이다.
3. 공식에 대입하면 다음과 같다.

$|e| = 40 \times \frac{3}{60} = 2V$

선지 판단

① X — $1V$가 아니라 계산 결과는 $2V$이다. 권선수 40과 자속 변화량 $3Wb$을 모두 반영해야 한다.
② O — 패러데이 법칙에 따라 $40 \times 3/60 = 2V$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — $3V$는 자속 변화량 3을 그대로 기전력으로 본 값이며, 올바르게는 권선수와 시간까지 반영한 $2V$이다.
④ X — $4V$가 아니라 계산 결과는 $2V$이다. 자속의 최종값 $5Wb$이 아니라 변화량 $3Wb$을 사용하고 1분을 $60s$로 환산해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

자속의 최종값 $5Wb$을 쓰거나, 자속 변화량 $3Wb$만 보고 ③을 고르거나, 1분을 $60s$로 바꾸지 않는 것이 함정이다. 유도 기전력은 자속 자체가 아니라 한 권선당 자속의 시간에 따른 변화량에 권선수를 곱해 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선수 N, 자속 변화량 $|\Phi_2 - \Phi_1|$, 변화 시간 Δt을 먼저 정리하고, 시간을 초 단위로 환산한 뒤 $|e| = N|\Delta\Phi|/\Delta t$에 대입하여 단위를 V로 확인한다.

암기 포인트

유도 기전력의 크기는 '권선수 × 자속 변화량 ÷ 변화 시간'이다: $|e| = N|\Delta\Phi|/\Delta t$.

NoteBase

9. 자속밀도가 $2[\mathrm{Wb/m^2}]$인 균일한 자기장 내에 $0.5[\mathrm{m}]$의 직선 도체를 자기장의 방향과 $30°$의 각도로 놓은 후 $3[\mathrm{A}]$의 전류를 흘렸을 때, 이 도체가 받는 힘의 크기[N]는?

① 1.5 ② 3
③ 4.5 ④ 6

정답 1번

출제 포인트

균일한 자기장 속에서 전류가 흐르는 직선 도체가 받는 힘을 구하고, 자기장과 도체 사이의 각도를 올바르게 반영하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 자속밀도 $B = 2Wb/m^2$, 도체의 길이 $l = 0.5m$, 전류 $I = 3A$, 자기장과 도체 사이의 각 $\theta = 30^\circ$이다.
구해야 할 값: 도체가 받는 자기력 F이다.
주의할 조건: 자기력에는 자기장과 전류 방향 사이 각도의 사인값 $\sin\theta$가 곱해진다.

사용할 공식

직선 도체가 받는 자기력의 크기는 다음과 같다.
$F = BIl\sin\theta$
이 공식은 길이 l인 직선 도체에 전류 I가 흐르고, 도체가 균일한 자기장 B와 θ의 각을 이루는 경우에 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입한다.
$F = 2 \times 0.5 \times 3 \times \sin 30^\circ$
$\sin 30^\circ = 1/2$이므로
$F = 2 \times 0.5 \times 3 \times \frac{1}{2} = 1.5N$
따라서 도체가 받는 힘의 크기는 $1.5N$이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 $1.5N$이므로 옳다.
② X — $3N$은 $\sin 30^\circ$를 곱하지 않고 BIl만 계산한 값이다. 올바른 힘은 $1.5N$이다.
③ X — $4.5N$은 공식에 주어진 값을 대입한 결과와 일치하지 않는다. $F = BIl\sin 30^\circ$로 계산한 올바른 힘은 $1.5N$이다.
④ X — $6N$은 각도 조건을 포함한 계산 결과가 아니다. $\sin 30^\circ = 1/2$를 반영한 올바른 힘은 $1.5N$이다.

NoteBase

오답 포인트

자기장과 도체가 수직일 때만 $\sin 90^\circ = 1$이 되어 $F = BIl$로 계산한다. 이 문제에서는 두 방향이 30°를 이루므로 $\sin 30^\circ = 1/2$를 반드시 곱해야 하며, 이를 빠뜨리면 ②의 $3N$을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직선 도체의 자기력 문제에서는 먼저 자기장과 전류 방향 사이의 각을 확인한 뒤 $F = BIl\sin\theta$에 대입하고, 마지막으로 힘의 단위가 N인지 확인한다.

암기 포인트

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

NoteBase

10. 진공 중에서 4×10^{-4}[Wb]와 1.6×10^{-4}[Wb]의 두 점자극 사이에 작용하는 힘의 크기가 2.532[N]일 때, 이 두 점자극 사이의 거리[cm]는?

(단, 비례상수 $k=\frac{1}{4\pi\mu_0}=6.33\times10^4$이다.)

① 2 ② 4

③ 8 ④ 16

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 진공 중 두 점자극 사이에 작용하는 힘의 공식을 이용하여 두 점자극 사이의 거리를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $m_1 = 4 \times 10^{-4}Wb$, $m_2 = 1.6 \times 10^{-4}Wb$, $F = 2.532N$, $k = 6.33 \times 10^4$이다.
구해야 할 값: 두 점자극 사이의 거리 r를 cm 단위로 구한다.
주의할 조건: 공식으로 구한 거리는 m 단위이므로 마지막에 cm로 환산한다.

사용할 공식

진공 중 두 점자극 사이에 작용하는 힘의 크기는
$F = k\frac{m_1 m_2}{r^2}$
이므로 거리는
$r = \sqrt{\frac{km_1m_2}{F}}$
이다. 두 점자극의 세기와 두 점자극 사이의 힘이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 대입하면
$r^2 = \frac{(6.33\times10^4)(4\times10^{-4})(1.6\times10^{-4})}{2.532} = 1.6\times10^{-3}m^2$
이다. 따라서
$r = \sqrt{1.6\times10^{-3}} = 0.04m$
이고, $1m = 100cm$이므로
$0.04m = 4cm$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $2cm$는 계산 결과 $4cm$와 일치하지 않는다. 올바르게는 두 점자극 사이의 거리가 $4cm$이다.
② O — 계산 결과가 $4cm$이므로 옳다.
③ X — $8cm$는 계산 결과의 2배이므로 일치하지 않는다. 올바르게는 두 점자극 사이의 거리가 $4cm$이다.
④ X — $16cm$는 계산 결과의 4배이므로 일치하지 않는다. 올바르게는 두 점자극 사이의 거리가 $4cm$이다.

오답 포인트

힘은 거리에 반비례하는 것이 아니라 거리의 제곱에 반비례하므로, r^2을 구한 뒤 반드시 제곱근을 취해야 한다. 또한 $0.04m$를 $4cm$로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 점자극 사이의 힘 문제에서는 $F = km_1m_2/r^2$을 세우고, $r = \sqrt{km_1m_2/F}$로 정리한 뒤 제곱근과 단위 환산을 차례로 확인한다.

암기 포인트

점자극 사이의 힘은 $F \propto 1/r^2$이고, 거리는 $r = \sqrt{km_1m_2/F}$이다.

NoteBase

11. RL 직렬회로에서 순시전압 $v(t)=100\sin(120\pi t+\theta_1)$[V]와 순시전류 $i(t)=10\sin(120\pi t+\theta_2)$[A]의 위상차에 해당하는 시간이 $\frac{1}{360}$[s]일 때, 임피던스 Z[Ω]는?

① $5-j5\sqrt{3}$ ② $5+j5\sqrt{3}$
③ $5\sqrt{3}-j5$ ④ $5\sqrt{3}+j5$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전압과 전류의 크기비로 임피던스의 크기를 구하고, 시간으로 주어진 위상차를 각도로 바꾸어 직교형 임피던스 $Z = R + jX_L$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압의 최댓값은 $100V$, 전류의 최댓값은 $10A$, 각주파수는 $\omega = 120\pi rad/s$, 위상차에 해당하는 시간은 $\Delta t = 1/360s$이다.
구해야 할 값: 직렬 RL 회로의 임피던스 Z이다.
주의할 조건: 직렬 RL 회로에서는 전압이 전류보다 앞서므로 임피던스의 위상각과 허수부는 양수이다.

사용할 공식

임피던스의 크기는 $|Z| = \frac{V_m}{I_m}$이고, 위상각은 $\phi = \omega\Delta t$이다. 극형식과 직교형의 관계는
$Z = |Z|(\cos\phi + j\sin\phi) = R + jX_L$이다.
전압과 전류가 같은 각주파수의 정현파이므로 크기의 비로 $|Z|$를 구할 수 있고, 시간차에 각주파수를 곱하면 위상각을 얻을 수 있다.

계산 과정

1. 임피던스의 크기는 $|Z| = \frac{100}{10} = 10\Omega$이다.
2. 위상차는 $\phi = 120\pi \times \frac{1}{360} = \frac{\pi}{3} = 60^\circ$이다. 직렬 RL 회로이므로 이 위상각은 양수이다.
3. 극형식을 직교형으로 바꾸면 $Z = 10(\cos 60^\circ + j\sin 60^\circ) = 10\left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 5 + j5\sqrt{3}\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $5 - j5\sqrt{3}$은 크기는 10Ω이지만 위상각이 $-60\,^\circ$인 용량성 임피던스이다. 틀린 표현은 음의 허수부 $-j5\sqrt{3}$이며, 직렬 RL 회로에서는 양의 허수부를 써서 $5 + j5\sqrt{3}$이 되어야 한다.
② O — $5 + j5\sqrt{3}$은 크기가 10Ω, 위상각이 $+60\,^\circ$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — $5\sqrt{3} - j5$는 위상각이 $-30\,^\circ$이므로 위상각의 크기와 부호가 모두 맞지 않는다. 틀린 표현은 $5\sqrt{3} - j5$이며, 올바른 직교형은 $5 + j5\sqrt{3}$이다.
④ X — $5\sqrt{3} + j5$는 위상각이 $+30\,^\circ$이므로 주어진 시간차에서 얻은 $+60\,^\circ$와 다르다. 틀린 표현은 실수부와 허수부를 뒤바꾼 $5\sqrt{3} + j5$이며, 올바른 직교형은 $5 + j5\sqrt{3}$이다.
계산 결과 $Z = 5 + j5\sqrt{3}\,\Omega$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

시간차 $1/360s$를 그대로 위상각처럼 사용하면 안 되고 반드시 $\phi = \omega\Delta t$로 변환해야 한다. 또한 RL 회로에서는 전압이 전류보다 앞서므로 Z의 허수부가 양수라는 점을 놓치면 ①이나 ③처럼 음의 허수부를 선택하게 된다. ④는 $60\,^\circ$에서 $\cos 60\,^\circ$와 $\sin 60\,^\circ$가 들어갈 자리를 뒤바꾼 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 임피던스 문제는 먼저 $|Z| = V_m/I_m$로 크기를 구하고, $\phi = \omega\Delta t$로 시간차를 위상각으로 바꾼 뒤, 회로가 유도성인지 용량성인지에 따라 허수부의 부호를 정한다. 마지막으로 $Z = |Z|(\cos\phi + j\sin\phi)$를 적용한다.

암기 포인트

직렬 RL은 전압 선행, 임피던스 위상각 양수, $Z = R + jX_L$이다.

NoteBase

12. 어떤 저항에 100[V]의 전압을 가했을 때, 2[A]의 전류가 흐르고 480[cal]의 열량이 발생했다면 전류가 흐른 시간[s]은? (단, 전류는 실횻값이며, 1[J]= 0.24[cal]이다.)

① 2 ② 5

③ 10 ④ 12

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 발생한 열량을 줄로 환산한 뒤 전력과 전기에너지의 관계를 이용해 전류가 흐른 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압 $V = 100V$, 전류 $I = 2A$, 발생 열량 $480cal$이다.
구해야 할 값: 전류가 흐른 시간 t이다.
주의할 조건: $1J = 0.24cal$이므로 열량을 먼저 줄로 환산해야 하며, 전류는 실효값이므로 저항의 소비전력 계산에 그대로 사용한다.

사용할 공식

저항의 소비전력은 $P = VI$이고, 시간 t 동안 소비된 전기에너지는 $Q = Pt = VIt$이다. 저항에서 소비된 전기에너지가 열로 발생하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 열량을 줄로 환산하면 $Q = 480cal \times \frac{1J}{0.24cal} = 2000J$이다.
2. 저항의 소비전력은 $P = VI = 100V \times 2A = 200W$이다.
3. $Q = Pt$에서 $t = \frac{Q}{P} = \frac{2000J}{200W} = 10s$이다.

선지 판단

① X — $2s$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $10s$이다.
② X — $5s$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $10s$이다.
③ O — 열량 $2000J$을 전력 $200W$로 나누면 $10s$이므로 맞다.
④ X — $12s$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $10s$이다.

오답 포인트

$480cal$을 그대로 VIt와 같게 두면 단위가 맞지 않는다. $1J = 0.24cal$에서 $1cal = 1/0.24J$임을 이용해 $480cal = 2000J$로 환산해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전열 문제는 열량의 단위를 줄로 통일한 뒤 $Q = VIt$에 대입하고, 마지막에 시간 단위가 초인지 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

저항의 전열 관계는 $Q = Pt = VIt$이며, $1cal = 1/0.24J$이다.

13. 진공에서 2×10^{-7}[C]의 점전하로부터 r[cm]의 거리에 있는 점에서의 전기장의 세기가 7.2×10^{3}[V/m]일 때, 거리 r[cm]은? (단, 비례상수 $k=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}=9\times10^{9}$이다.)

① 20 ② 50
③ 60 ④ 100

정답 2번

출제 포인트

점전하가 만드는 전기장의 세기 공식으로 전하에서 관측점까지의 거리를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 점전하의 크기 $q = 2 \times 10^{-7}$C, 전기장의 세기 $E = 7.2 \times 10^{3}$V/m, 비례상수 $k = 9 \times 10^{9}\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$이다.
구해야 할 값: 점전하로부터의 거리 r를 cm 단위로 구한다.
주의할 조건: 공식으로 구한 거리는 m 단위이므로 마지막에 cm로 변환한다.

사용할 공식

점전하가 만드는 전기장의 세기는
$E = \frac{k|q|}{r^2}$
이므로 거리는
$r = \sqrt{\frac{k|q|}{E}}$
이다. 점전하로부터 거리 r인 지점의 전기장이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 주어진 값을 공식에 대입한다.
$r = \sqrt{\frac{(9\times10^{9})(2\times10^{-7})}{7.2\times10^{3}}}$
2. 근호 안을 계산한다.
$r = \sqrt{\frac{1.8\times10^{3}}{7.2\times10^{3}}} = \sqrt{0.25} = 0.5\text{m}$
3. 단위를 변환한다.
$0.5\text{m} = 50\text{cm}$
따라서 거리 r는 50cm이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 계산 결과는 20cm가 아니라 50cm이므로 틀리다. 올바른 값은 50cm이다.
② O — 계산 결과 $r = 50\text{cm}$와 일치한다.
③ X — 계산 결과는 60cm가 아니라 50cm이므로 틀리다. 올바른 값은 50cm이다.
④ X — 계산 결과는 100cm가 아니라 50cm이므로 틀리다. 올바른 값은 50cm이다.

오답 포인트

전기장은 거리의 제곱에 반비례하므로 $r = kq/E$처럼 제곱근을 빠뜨리면 안 된다. 또한 계산 결과 0.5m를 선지와 비교하려면 50cm로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

점전하의 전기장 문제에서는 $E = k|q|/r^2$를 먼저 세우고, $r = \sqrt{k|q|/E}$로 정리한 뒤 단위를 선지와 같게 맞춘다.

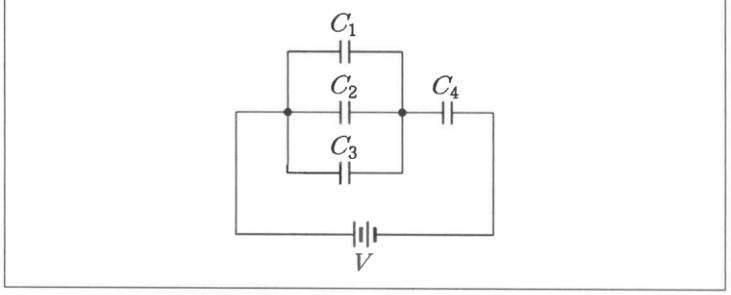
암기 포인트

점전하의 전기장은 $E \propto 1/r^2$이고, 거리는 $r = \sqrt{k|q|/E}$이다.

NoteBase

14. <보기>와 같이 콘덴서 $C_1=2[\mu F]$, $C_2=2[\mu F]$, $C_3=2[\mu F]$, $C_4=3[\mu F]$을 연결하고 전압 $V=90[V]$를 인가하였을 때, 콘덴서 C_2에 축적되는 에너지[J]는?

<보기>



① 2×10^{-4} ② 4×10^{-4}

③ 6×10^{-4} ④ 9×10^{-4}

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 병렬 연결된 콘덴서의 합성 정전용량과 직렬 연결에서의 전하량 관계를 이용하여 특정 콘덴서에 축적되는 에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = C_2 = C_3 = 2\mu F$, $C_4 = 3\mu F$, $V = 90V$이다.
구해야 할 값: 콘덴서 C_2에 축적되는 에너지이다.
주의할 조건: C_1, C_2, C_3는 서로 병렬이고, 이 병렬군이 C_4와 직렬이다. 따라서 C_2에 전원 전압 $90V$가 그대로 걸리는 것이 아니다.

사용할 공식

병렬 합성 정전용량은 $C_p = C_1 + C_2 + C_3$이다. 직렬 합성 정전용량은 $C_{eq} = \frac{C_pC_4}{C_p + C_4}$이고, 직렬 회로의 전하량은 $Q = C_{eq}V$이다. 병렬군의 전압은 $V_p = \frac{Q}{C_p}$이며, C_2의 에너지는 $W_2 = \frac{1}{2}C_2V_p^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 직렬로 연결된 병렬군과 C_4에는 같은 크기의 전하량이 축적되고, 병렬군 내부의 각 콘덴서에는 같은 전압이 걸리기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 병렬군의 합성 정전용량은 $C_p = 2 + 2 + 2 = 6\mu F$이다.
2. 전체 합성 정전용량은 $C_{eq} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\mu F$이다.
3. 직렬 부분에 축적되는 전하량은 $Q = C_{eq}V = 2\mu F \times 90V = 180\mu C$이다.
4. 병렬군에 걸리는 전압은 $V_p = \frac{Q}{C_p} = \frac{180\mu C}{6\mu F} = 30V$이다. 따라서 C_2에도 $30V$가 걸린다.
5. C_2에 축적되는 에너지는 $W_2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 30^2 = 9 \times 10^{-4}J$이다.

선지 판단

① X — $2 \times 10^{-4}J$는 계산 결과 $9 \times 10^{-4}J$와 다르다. 틀린 값 $2 \times 10^{-4}J$는 $9 \times 10^{-4}J$로 고쳐야 한다.
② X — $4 \times 10^{-4}J$는 C_2에 걸리는 전압 $30V$를 에너지 공식에 대입한 결과가 아니다. 올바른 값은 $9 \times 10^{-4}J$이다.
③ X — $6 \times 10^{-4}J$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $6 \times 10^{-4}J$는 $9 \times 10^{-4}J$로 고쳐야 한다.
④ O — $W_2 = \frac{1}{2}C_2V_p^2$에 $C_2 = 2\mu F$, $V_p = 30V$를 대입하면 $9 \times 10^{-4}J$가 되므로 옳다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 전체 전압 $90V$를 C_2에 직접 대입하는 것이다. $90V$는 병렬군과 C_4 전체에 걸린 전압이며, 정전용량에 반비례하여 전압이 분배되므로 병렬군과 C_2에 걸리는 전압은 $30V$이다. 또한 에너지 공식에서 전압이 제곱된다는 점을 빠뜨리면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼합 연결 회로에서는 먼저 병렬군을 하나의 합성 정전용량으로 바꾸고, 전체 직렬 합성 정전용량과 공통 전하량을 구한 다음, 해당 병렬군의 전압을 계산한다. 마지막으로 목표 콘덴서에 $W = \frac{1}{2}CV^2$를 적용하고 단위를 F, V, J로 검산한다.

암기 포인트

병렬은 전압이 같고, 직렬은 전하량이 같다. 콘덴서의 에너지는 $W = \frac{1}{2}CV^2$이다.

NoteBase

15. 자기력선에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① N극에서 나와 S극으로 향한다.
② 밀도가 높은 곳이 낮은 곳보다 자력이 강하다.
③ 비자성체를 투과하지 못한다.
④ 기본적으로 아무리 사용해도 감소하지 않는다.

정답 3번

출제 포인트

자기력선의 방향, 조밀한 정도와 자계의 세기, 물질을 통과하는 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

자기력선은 자계의 방향과 세기를 나타내기 위해 그린 가상의 선이다. 자석 밖에서는 N극에서 나와 S극으로 들어가며, 자기력선이 조밀할수록 자계가 강하다. 자기력선은 비자성체에서도 형성될 수 있으므로 공기나 진공 같은 공간도 통과할 수 있다.

선지별 해설

① O - 자석 외부의 자기력선은 N극에서 나와 S극으로 향한다.

② O - 자기력선의 밀도는 자계의 세기를 나타내므로, 자기력선이 조밀한 곳일수록 자력이 강하다.

③ X - 틀린 표현은 '비자성체를 투과하지 못한다'이다. 비자성체는 강하게 자화되지 않을 뿐 자기력선이 통과할 수 있으므로, 올바르게는 '자기력선은 비자성체도 통과할 수 있다'이다.

④ O - 자기력선은 자계를 나타내는 가상의 선으로, 사용하는 과정에서 소모되어 그 자체가 감소하는 것이 아니다.

오답 포인트

③은 '비자성체는 자석에 잘 붙지 않는다'는 성질을 '자기력선이 통과하지 못한다'로 바꾼 함정이다. 비자성체와 자기장 차폐체는 같은 개념이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기력선 문제에서는 방향은 N극에서 S극, 세기는 선의 밀도, 물질 통과 여부는 자성체인지와 별개라는 세 기준으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

자석 밖에서는 N→S, 조밀할수록 강하며, 비자성체도 통과한다.

NoteBase

16. $V=5[\mathrm{V}]$, $I=3[\mathrm{A}]$인 회로에서 역률이 0.6일 때, 무효전력[Var]은?

① 3 ② 5
③ 9 ④ 12

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전압, 전류, 역률을 이용해 교류 회로의 무효전력 Q를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압 $V = 5V$, 전류 $I = 3A$, 역률 $\cos\phi = 0.6$이다.
구해야 할 값: 무효전력 Q이다.
주의할 조건: 무효전력에는 역률 $\cos\phi$가 아니라 무효율 $\sin\phi$를 사용한다.

사용할 공식

피상전력은 $S = VI$이고, 무효전력은 $Q = VI\sin\phi$이다. 또한 $\sin\phi = \sqrt{1-\cos^2\phi}$이다.
역률이 위상차의 코사인으로 주어졌으므로 먼저 $\sin\phi$를 구한 뒤 무효전력 공식에 대입한다.

계산 과정

1. 피상전력을 구하면 $S = VI = 5 \times 3 = 15VA$이다.
2. 무효율은 $\sin\phi = \sqrt{1-0.6^2} = \sqrt{0.64} = 0.8$이다.
3. 따라서 무효전력은 $Q = VI\sin\phi = 15 \times 0.8 = 12Var$이다.

선지 판단

① X — $3Var$는 계산 결과 $12Var$와 다르다. ①의 '3'은 틀린 값이며, 올바른 무효전력은 $12Var$이다.
② X — $5Var$는 전압의 수치 5를 그대로 고른 값으로, 전류와 무효율을 반영하지 않았다. ②의 '5'는 틀린 값이며, 올바른 무효전력은 $12Var$이다.
③ X — 9는 $VI\cos\phi = 15 \times 0.6 = 9W$로 구한 유효전력이다. ③의 '9'는 무효전력이 아니며, 올바른 무효전력은 $12Var$이다.
④ O — $Q = VI\sin\phi = 15 \times 0.8 = 12Var$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

역률 0.6을 무효전력 공식에 그대로 곱하면 9가 나오지만, 이는 유효전력 $P = VI\cos\phi$이다. 무효전력은 $\sin\phi = 0.8$을 사용해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

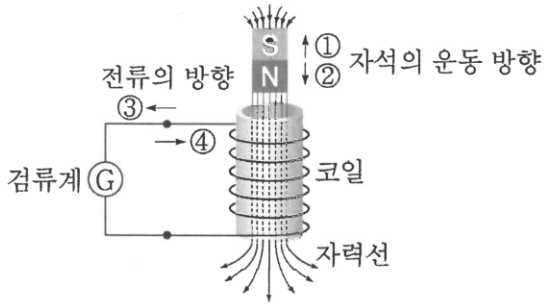
전압, 전류, 역률이 주어지면 먼저 $S = VI$를 구하고, 무효전력은 $Q = S\sqrt{1 - \cos^2\phi}$로 계산한 뒤 단위가 Var인지 확인한다.

암기 포인트

유효전력은 $P = VI\cos\phi$, 무효전력은 $Q = VI\sin\phi$, 피상전력은 $S = VI$이다.

17. <보기 1>은 전자기 유도 실험을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. 코일에 권선을 많이 감을수록 센 전류가 흐른다.
ㄴ. 자석을 ①의 방향으로 움직이면 전류는 ④의 방향으로 흐른다.
ㄷ. 자석을 ②의 방향으로 가장 깊게 넣었을 때 가장 센 전류가 흐른다.

① ㄱ　② ㄴ
③ ㄱ, ㄴ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

전자기 유도에서 유도 전류의 세기는 자기 선속의 변화율과 코일의 감은 수에 따라 달라지고, 방향은 자기 선속의 변화를 방해하도록 정해진다는 점을 묻는 문제이다. 그림에서 자석의 N극이 코일 위에 있으므로 자석을 ① 방향으로 빼내면 코일을 통과하는 아래쪽 자기 선속이 감소한다. 코일은 이를 방해하기 위해 아래쪽 자기장을 만들며, 그림의 도선에서는 전류가 ④ 방향으로 흐른다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ'만 고른 것이 틀리다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다. 다른 조건이 같을 때 코일을 많이 감을수록 유도 기전력이 커지며, 자석을 ① 방향으로 움직이면 렌츠의 법칙에 따라 전류는 ④ 방향으로 흐른다.

② X
ㄴ은 옳지만 ㄱ도 옳으므로 'ㄴ'만 고른 것이 틀리다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다. 다른 조건이 같을 때 코일의 감은 수가 많을수록 더 큰 유도 기전력이 생겨 더 센 전류가 흐른다.

③ O
ㄱ과 ㄴ은 모두 옳고 ㄷ은 틀리므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이다. 자석을 ① 방향으로 빼낼 때 감소하는 아래쪽 자기 선속을 유지하려고 코일이 아래쪽 자기장을 만들며, 이에 해당하는 전류 방향이 ④이다.

④ X
ㄷ까지 옳다고 본 것이 틀리다. 유도 전류의 세기는 자석을 얼마나 깊이 넣었는지가 아니라 코일을 통과하는 자기 선속이 얼마나 빠르게 변하는지에 따라 결정된다. 올바르게는 '자석을 더 빠르게 움직여 자기 선속의 변화율이 클 때 더 센 전류가 흐른다'이며, 옳은 설명의 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.

오답 포인트

ㄷ의 '가장 깊게 넣었을 때'를 '자기장이 가장 강할 때'와 혼동하기 쉽다. 전류를 만드는 것은 자기 선속 자체의 크기가 아니라 자기 선속의 변화이다. 따라서 자석이 가장 깊은 위치에 있어도 그 순간 움직이지 않거나 선속 변화가 작으면 전류가 가장 세지 않다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 자석의 N극과 S극으로 자기장의 방향을 정하고, 자석의 운동으로 코일을 지나는 자기 선속이 증가하는지 감소하는지 판단한다. 그다음 그 변화를 방해하는 방향으로 코일의 유도 자기장을 정하면 전류 방향을 찾을 수 있다. 전류의 세기는 감은 수와 자기 선속의 변화율을 기준으로 판단한다.

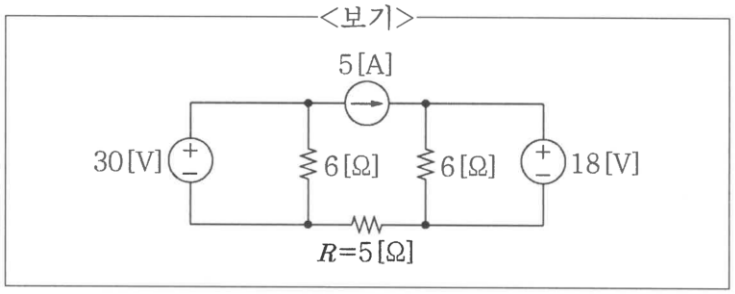
암기 포인트

유도 전류의 방향은 '변화를 방해', 세기는 '선속 변화가 빠를수록, 감은 수가 많을수록'이다.

NoteBase

18. <보기> 회로의 저항 R에서 소모되는 전력[W]은?

<보기>



① 100 ② 125

③ 150 ④ 300

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전류원이 연결된 슈퍼노드에 키르히호프 전류법칙을 적용하고, 저항의 소비전력 공식으로 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류원의 전류는 5A, 구하려는 저항은 $R = 5\Omega$이다.
구해야 할 값: 저항 R에서 소비되는 전력이다.
주의할 조건: 오른쪽의 6Ω 저항과 18V 전압원은 같은 두 노드 사이에 연결되어 오른쪽 슈퍼노드 내부에 있다. 따라서 오른쪽 슈퍼노드의 외부 전류를 계산할 때 이 두 소자의 전류는 서로 상쇄된다.

사용할 공식

키르히호프 전류법칙에 따라 슈퍼노드로 들어오는 전류와 나가는 전류의 합은 같다. 저항의 소비전력은

$P = I^2R$

로 구한다. 전류원이 오른쪽 슈퍼노드에 5A를 공급하고, 그 슈퍼노드에서 외부로 나가는 유일한 경로가 저항 R이므로 R의 전류가 바로 5A이다.

NoteBase

계산 과정

1. 오른쪽 슈퍼노드에 전류원이 공급하는 전류는 $5A$이다.
2. 슈퍼노드의 외부 출구는 $R = 5\Omega$뿐이므로 $I_R = 5A$이다.
3. 따라서 저항의 소비전력은

$$P_R = I_R^2 R = (5A)^2(5\Omega) = 125W$$

이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 $125W$이므로 $100W$는 아니다. 올바르게는 저항 R의 소비전력이 $125W$이다.
② O — $P_R = (5A)^2(5\Omega) = 125W$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 계산 결과는 $125W$이므로 $150W$는 아니다. 올바르게는 저항 R의 소비전력이 $125W$이다.
④ X — 계산 결과는 $125W$이므로 $300W$는 아니다. 올바르게는 저항 R의 소비전력이 $125W$이다.

오답 포인트

회로에 표시된 $30V$ 또는 $18V$를 곧바로 R의 양단 전압으로 사용하면 안 된다. 두 전압원과 병렬 6Ω 저항은 각 슈퍼노드 내부 소자이며, 저항 R을 흐르는 전류는 오른쪽 슈퍼노드의 외부 전류 관계로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압원 때문에 두 노드가 묶인 회로에서는 먼저 슈퍼노드를 설정한다. 그 경계를 실제로 통과하는 전류만으로 키르히호프 전류법칙을 세운 뒤, 구한 저항 전류를 $P = I^2R$에 대입한다.

암기 포인트

슈퍼노드 내부 소자의 전류는 외부 전류식에서 제외하며, 저항 전력은 $P = I^2R$로 계산한다.

NoteBase

19. 진공 중에 $+Q$[C]와 $-Q$[C]의 두 점전하가 1[m] 간격으로 떨어져 있을 때 정전기력의 크기는 F_1[N]이다. 두 점전하 사이의 거리가 2[m]가 되었을 때, 정전기력의 크기[N]는? (단, 비례상수 $k=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}=9\times10^9$이다.)

① $\frac{1}{4}F_1$ ② $\frac{1}{2}F_1$

③ $2F_1$ ④ $4F_1$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 쿨롱 법칙에서 두 점전하 사이의 정전기력의 크기가 거리의 제곱에 반비례한다는 관계를 이용해 거리가 변한 뒤의 힘을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전하량의 크기는 각각 $+Q$, $-Q$이고, 처음 거리 $r_1 = 1m$에서 힘의 크기는 F_1이다.
구해야 할 값: 거리 $r_2 = 2m$일 때 힘의 크기이다.
주의할 조건: 두 전하의 부호가 반대이므로 힘의 방향은 인력이지만, 문제는 힘의 크기를 묻는다. 전하량은 변하지 않고 거리만 2배가 된다.

사용할 공식

점전하 사이의 정전기력의 크기는 쿨롱 법칙
$F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$
을 따른다. 두 전하량의 크기와 비례상수 k가 그대로이므로 힘의 비는 거리의 제곱의 역비로 계산할 수 있다.

계산 과정

처음과 나중의 힘의 비를 구하면
(F_2)/(F_1)=(kQ^2/(2 m)^2)/(kQ^2/(1 m)^2)=≤ft((1)/(2))^2=14
이다. 따라서
F_2=14F_1
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 거리 2배에 따라 힘은 $1/2^2 = 1/4$배가 되므로 14F_1이 맞다.
② X — 12F_1은 힘이 거리에 단순 반비례한다고 잘못 계산한 값이다. 올바르게는 거리의 제곱에 반비례하므로 14F_1이다.
③ X — $2F_1$은 거리가 2배이면 힘도 2배가 된다고 잘못 판단한 값이다. 올바르게는 거리가 증가하면 힘이 감소하여 14F_1이 된다.
④ X — $4F_1$은 거리의 제곱 관계를 정비례로 거꾸로 적용한 값이다. 올바르게는 거리의 제곱에 반비례하므로 14F_1이다.

오답 포인트

핵심 함정은 '거리의 제곱에 반비례'를 '거리에 반비례' 또는 '거리의 제곱에 정비례'로 혼동하는 것이다. 또한 전하의 부호는 인력·척력의 방향을 결정하지만, 힘의 크기 비율은 $|q_1 q_2|/r^2$로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전하량이 같고 거리만 변하는 문제에서는 먼저 $F_2/F_1 = (r_1/r_2)^2$를 세운다. 거리가 n배가 되면 힘의 크기는 $1/n^2$배가 된다.

암기 포인트

쿨롱 힘은 거리 2배이면 1/4배, 거리 3배이면 1/9배이다.

NoteBase

20. 같은 인덕터(L) 4개를 직렬로 연결한 회로에 10[A]의 전류가 공급되었을 때 합성 인덕턴스에 저장되는 에너지가 1,000[mJ]이다. 이때 인덕터(L) 1개의 자기 인덕턴스[mH]는? (단, 인덕터 간에 서로 자속의 영향을 받지 않는다.)

① 5 ② 10
③ 15 ④ 20

정답 1번

출제 포인트

상호 인덕턴스가 없는 동일 인덕터 4개의 직렬 합성 인덕턴스와 자기 에너지 공식을 이용해 인덕터 1개의 자기 인덕턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 동일한 인덕터 4개, 전류 $I = 10A$, 전체 저장 에너지 $W = 1{,}000mJ = 1J$이다.
구해야 할 값: 인덕터 1개의 자기 인덕턴스 L이다.
주의할 조건: 상호 인덕턴스가 없으므로 직렬 합성 인덕턴스는 $L_{eq} = 4L$이다.

사용할 공식

인덕터에 저장되는 자기 에너지는
$W = \frac{1}{2}L_{eq}I^2$
이다. 동일한 인덕터 4개가 직렬로 연결되고 상호 인덕턴스가 없으므로 $L_{eq} = 4L$를 대입한다.

계산 과정

에너지를 환산하면 $1{,}000mJ = 1J$이다.
$1 = \frac{1}{2}(4L)(10)^2 = 200L$
따라서
$L = \frac{1}{200}H = 0.005H = 5mH$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과 인덕터 1개의 자기 인덕턴스가 $5mH$이므로 맞다.
② X — $10mH$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $5mH$이다.
③ X — $15mH$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $5mH$이다.
④ X — $20mH$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $5mH$이다.
계산 결과가 $5mH$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

전체 에너지 $1{,}000mJ$를 $1J$로 환산해야 한다. 또한 에너지 공식에 인덕터 1개의 L이 아니라 직렬 합성값 $4L$을 넣어야 한다. $4L$을 빼먹으면 ④의 $20mH$를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

상호 인덕턴스가 없는 직렬 인덕터 문제에서는 먼저 각 인덕턴스를 더해 L_{eq}를 구하고, 에너지 단위를 J로 환산한 뒤 $W = \frac{1}{2}L_{eq}I^2$에 대입한다. 마지막에는 H와 mH의 변환을 확인한다.

암기 포인트

직렬 인덕터는 더하고, 저장 에너지는 $W = \frac{1}{2}LI^2$이다. $1H = 1{,}000mH$이다.

NoteBase