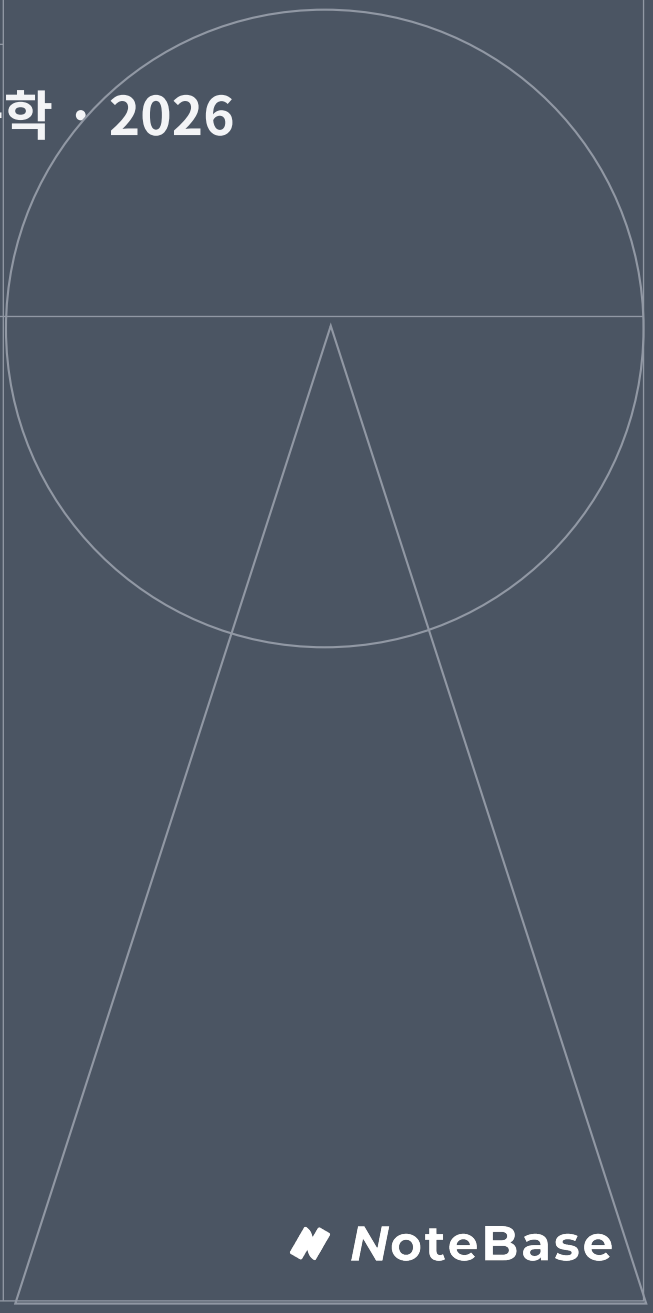
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전자공학 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전자공학 · 2026

공무원/군무원/9급 · 전자공학 · 2026

1. 대표적인 반도체 물질인 실리콘(Si)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 지구상에 흔하게 존재하며, 원자들끼리 공유결합을 한다.
   ② 실리콘 결정에서 전도대의 최소점과 가전자대의 최대점이 운동량 공간(k-Space)에서 일치하는 직접 전이형 밴드갭(Direct Band Gap)을 갖는다.
   ③ 실리콘 결정구조 내에서 원자들이 배열되는 방식은 다이아몬드 격자구조를 따른다.
   ④ 절대온도 0 [K]에서 전자가 가득 채워진 최상위 에너지밴드는 가전자대(Valence Band)이다.

정답 2번

출제 포인트

실리콘의 공유결합, 결정구조, 에너지밴드와 밴드갭 종류를 정확히 구분하는 문제이다. 특히 전도대 최솟점과 가전자대 최댓점의 운동량이 같은지를 판단해야 한다.

핵심 개념

실리콘은 원자가전자 4개를 이웃 원자와 공유하여 다이아몬드형 결정구조를 이루는 대표적인 반도체이다.
직접형 밴드갭은 전도대 최솟점과 가전자대 최댓점이 같은 k-공간 위치에 있고, 간접형 밴드갭은 두 점의 k-공간 위치가 서로 다르다. 실리콘은 간접형 밴드갭 반도체이다.
절대온도 0K에서 순수한 반도체의 가전자대는 전자로 채워지고 전도대는 비어 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 실리콘은 지각에 풍부하게 존재하는 원소이며, 결정에서 각 원자가 주변 원자와 원자가전자를 공유하는 공유결합을 형성한다.
② X — 틀린 표현은 '일치하는 직접 전이형 밴드갭'이다. 실리콘에서는 전도대 최솟점과 가전자대 최댓점의 k-공간 위치가 서로 다르므로, 올바르게는 '간접 전이형 밴드갭을 갖는다'이다.
③ O — 실리콘 원자는 각 원자가 네 개의 이웃 원자와 결합하는 다이아몬드형 결정구조로 배열된다.
④ O — 0K에서 순수한 실리콘의 가전자대는 전자로 가득 차 있으며, 전자가 채워진 가장 높은 에너지밴드가 가전자대이다. 그 위의 전도대는 비어 있다.

오답 포인트

②의 함정은 '전도대 최솟점'과 '가전자대 최댓점'이라는 표현 자체가 아니라 두 점이 k-공간에서 '일치한다'는 말이다. 실리콘과 직접형 반도체의 특성을 바꾸어 제시한 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

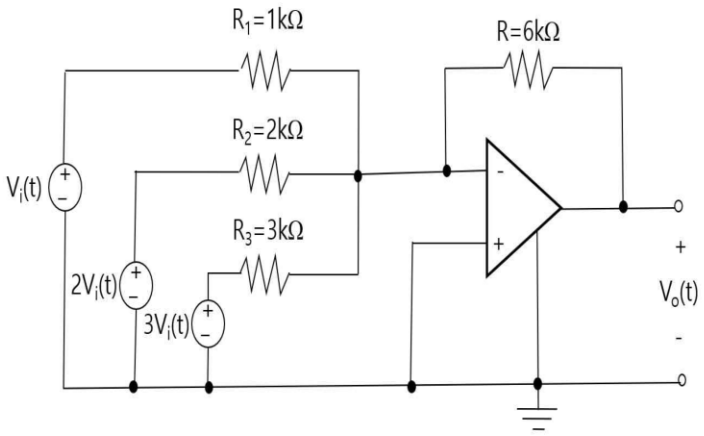
밴드갭 유형은 전도대 최솟점과 가전자대 최댓점의 k-공간 위치를 비교해 판단한다. 두 위치가 같으면 직접형, 다르면 간접형이며 실리콘은 간접형이다.

암기 포인트

실리콘: 공유결합·다이아몬드형 구조·간접형 밴드갭이다.

NoteBase

2. 그림과 같이 연산증폭기와 저항이 연결된 회로에서 전압 $V_i(t)$와 출력전압 $V_o(t)$ 사이의 관계로 가장 적절한 것은?



① $V_o(t) = -6V_i(t)$
② $V_o(t) = -18V_i(t)$
③ $V_o(t) = 6V_i(t)$
④ $V_o(t) = 18V_i(t)$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 반전 가산 증폭기의 출력식을 이용하여 세 입력 신호가 출력에 기여하는 값을 합산하는 문제이다.

조건 정리

비반전 입력 단자는 접지되어 있으므로 이상적인 연산증폭기의 반전 입력 노드는 가상접지에 의해 전위가 0이다.
입력은 각각 $V_i(t)$, $2V_i(t)$, $3V_i(t)$이고, 입력 저항은 각각 $R_1 = 1\text{k}\Omega$, $R_2 = 2\text{k}\Omega$, $R_3 = 3\text{k}\Omega$이다.
피드백 저항은 $R_f = 6\text{k}\Omega$이다.

사용할 공식

반전 가산 증폭기의 출력식은 다음과 같다.
$V_o(t) = -R_f\left(\frac{V_1(t)}{R_1} + \frac{V_2(t)}{R_2} + \frac{V_3(t)}{R_3}\right)$
세 입력 전류가 반전 입력 노드에서 합쳐져 피드백 저항으로 흐르고, 반전 입력 구조이므로 출력에 음의 부호가 붙는다.

NoteBase

계산 과정

각 입력의 전류 기여분을 계산하면 다음과 같다.
$\frac{V_i(t)}{1\text{k}\Omega} = \frac{2V_i(t)}{2\text{k}\Omega} = \frac{3V_i(t)}{3\text{k}\Omega} = \frac{V_i(t)}{1\text{k}\Omega}$
따라서 세 입력의 전류 기여분은 모두 같고, 그 합은 한 입력 전류의 3배이다.
$V_o(t) = -6\text{k}\Omega\left(\frac{V_i(t)}{1\text{k}\Omega} + \frac{2V_i(t)}{2\text{k}\Omega} + \frac{3V_i(t)}{3\text{k}\Omega}\right) = -6\text{k}\Omega\left(3\frac{V_i(t)}{1\text{k}\Omega}\right) = -18V_i(t)$

선지 판단

① X — $V_o(t) = -6V_i(t)$는 세 입력 중 한 갈래의 기여만 반영한 값이다. 세 갈래를 모두 합산하면 올바른 관계는 $V_o(t) = -18V_i(t)$이다.
② O — 세 입력 전류의 기여분이 각각 $V_i(t)/(1\text{k}\Omega)$로 같고, 피드백 저항이 6kΩ이므로 $V_o(t) = -18V_i(t)$가 된다.
③ X — $V_o(t) = 6V_i(t)$는 반전 회로의 음의 부호를 빠뜨렸고 세 입력의 합도 반영하지 않은 값이다. 올바른 관계는 $V_o(t) = -18V_i(t)$이다.
④ X — $V_o(t) = 18V_i(t)$는 합산된 이득의 크기는 맞지만 반전 증폭기의 부호가 잘못되었다. 올바른 관계는 $V_o(t) = -18V_i(t)$이다.

오답 포인트

각 입력 전압의 계수가 1, 2, 3이라고 단순히 더하거나, 저항값이 서로 다르다는 이유로 기여분도 다르다고 판단하기 쉽다. 이 회로에서는 입력 전압과 입력 저항이 같은 비율로 커지므로 세 입력 전류의 크기가 모두 같다. 또한 반전 입력에 신호가 들어가므로 출력의 음의 부호를 반드시 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반전 가산 증폭기에서는 먼저 비반전 입력의 접지 여부를 확인하고, 각 입력에 대해 V_k/R_k를 계산한 뒤 모두 더하여 $-R_f$를 곱한다. 마지막에는 반전 회로의 음의 부호와 각 입력 갈래의 누락 여부를 검산한다.

암기 포인트

반전 가산 증폭기의 핵심식은 $V_o = -R_f\sum(V_k/R_k)$이다. 입력 전압과 입력 저항이 같은 배수로 증가하면 각 입력 전류의 기여분은 같다.

NoteBase

3. 고대역폭 메모리(High Bandwidth Memory, HBM)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 여러 개의 메모리 칩을 수직으로 적층하는 구조이다.
   ② 그래픽 DRAM이나 범용 DRAM에 비해 높은 데이터 전송속도를 가지지만 동일한 양의 데이터를 처리할 때 소모되는 전력은 더 크다.
   ③ 인공지능 학습과 추론 및 고성능 컴퓨터 등에 많이 사용된다.
   ④ 실리콘 웨이퍼를 직접 뚫어 전극으로 연결하는 실리콘 관통전극 기술(Through Silicon Via, TSV)을 통해 데이터 경로를 확보한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 HBM의 수직 적층 구조, TSV 연결, 활용 분야와 전력 효율을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

HBM은 여러 개의 DRAM 다이를 수직으로 적층하고 TSV로 연결하여 매우 넓은 데이터 통로를 확보하는 고대역폭 메모리이다. 그래픽 DRAM이나 범용 DRAM과 비교하면 높은 대역폭을 제공하면서도 데이터 전송당 소비 전력이 낮아 전력 효율이 높다는 점이 핵심이다.

선지별 해설

① O — HBM은 여러 개의 메모리 다이를 수직으로 쌓는 3차원 적층 구조를 사용한다.
② X — 틀린 표현은 '동일한 양의 데이터를 처리할 때 소모되는 전력은 더 크다'이다. HBM은 넓은 입출력 인터페이스로 많은 데이터를 병렬 전송하므로 높은 대역폭을 제공하면서 데이터 전송당 소비 전력은 더 작아 전력 효율이 높다.
③ O — HBM은 높은 메모리 대역폭이 필요한 인공지능 학습·추론과 고성능 컴퓨팅 분야에 많이 사용된다.
④ O — TSV는 실리콘 다이를 관통하는 미세 통로를 만들고 이를 도전성 물질로 채워 적층된 다이 사이를 전기적으로 연결하는 기술이므로, 수직 데이터 경로를 확보한다.

NoteBase

오답 포인트

②는 ‘성능이 높으면 전력도 더 많이 든다’는 일반적 인상을 이용한 함정이다. HBM은 높은 대역폭과 낮은 데이터 전송당 소비 전력을 함께 달성하는 메모리이므로, 절대 성능과 전력 효율을 혼동하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

HBM 선지는 ‘수직 적층’, ‘TSV’, ‘넓은 데이터 통로’, ‘높은 대역폭’, ‘낮은 데이터 전송당 소비 전력’을 기준으로 판단한다. 이 가운데 전력 소모가 더 크다고 단정하는 표현은 전력 효율 특성과 반대이다.

암기 포인트

HBM은 수직으로 쌓고 TSV로 연결하여, 대역폭은 높이고 데이터 전송당 전력은 낮춘다.

NoteBase

4. 마이크로컨트롤러를 기반으로 센서·모터와 같은 외부 장치를 프로그래밍으로 제어할 수 있게 만든 오픈소스 HW/SW 플랫폼인 아두이노로 발광다이오드(LED) 10개를 켜고 끄는 회로를 설계하고자 한다. 트랜지스터를 스위치소자로 사용하여 LED 10개를 모두 점등(LED ON)하고자 할 때 트랜지스터는 어떤 영역에서 동작시키는 것이 가장 적절한가?
① 차단영역(Cut-off Region)
② 포화영역(Saturation Region)
③ 활성영역(Active Region)
④ 역활성영역(Reverse Active Region)

정답 2번

출제 포인트

트랜지스터를 스위치로 사용할 때 LED를 켜는 ON 상태와 끄는 OFF 상태가 각각 어느 동작 영역에 해당하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

차단 영역: 베이스 구동이 없어 컬렉터 전류가 거의 흐르지 않는 스위치 OFF 상태이다.
포화 영역: 베이스를 충분히 구동하여 트랜지스터가 완전히 켜지고 컬렉터-이미터 사이가 낮은 전압 강하를 갖는 스위치 ON 상태이다.
활성 영역: 베이스 입력에 따라 컬렉터 전류가 제어되는 증폭 동작 영역이다.
역활성 영역: 컬렉터와 이미터의 역할이 사실상 뒤바뀐 비정상적 동작 영역으로, 일반적인 스위칭에 사용하지 않는다.
스위칭에서는 차단 영역이 OFF, 포화 영역이 ON에 대응한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 차단 영역에서는 컬렉터 전류가 거의 흐르지 않아 LED가 꺼진다. 틀린 표현은 ‘LED 10개를 모두 점등할 때 차단 영역’이며, 올바르게는 ‘LED를 끄는 OFF 상태에서 차단 영역’이다.
② O — 포화 영역에서는 트랜지스터가 스위치처럼 완전히 켜져 부하 전류가 흐르므로 LED 10개를 모두 점등하는 ON 상태에 가장 적절하다.
③ X — 활성 영역은 입력에 비례하여 전류를 제어하는 증폭용 영역이므로 완전한 스위치 ON 상태로 쓰는 영역이 아니다. 틀린 표현은 ‘LED 10개를 모두 점등할 때 활성 영역’이며, 올바르게는 ‘증폭 동작에는 활성 영역, 스위치 ON 동작에는 포화 영역’이다.
④ X — 역활성 영역은 컬렉터와 이미터가 정상 동작과 반대 역할을 하는 영역으로 전류 이득이 낮아 일반적인 스위칭에 적합하지 않다. 틀린 표현은 ‘LED 10개를 모두 점등할 때 역활성 영역’이며, 올바르게는 ‘정상적인 스위치 ON 동작에는 포화 영역’이다.

오답 포인트

‘활성 영역’이라는 이름 때문에 트랜지스터가 켜진 상태라고 판단하기 쉽다. 그러나 스위치 문제에서 활성 영역은 증폭 상태이고, 완전히 켜진 ON 상태는 포화 영역이다.

다시 나오면 이렇게 판단

트랜지스터가 스위치로 제시되면 부하가 꺼지는 상태는 차단 영역, 부하가 완전히 켜지는 상태는 포화 영역으로 판단한다. 신호 증폭을 묻는 경우에만 활성 영역을 연결한다.

암기 포인트

스위치 OFF는 차단, 스위치 ON은 포화, 증폭은 활성이다.

NoteBase

5. 10진수 '-11'을 8비트 2의 보수 형식으로 표현한 것으로 가장 적절한 것은?

① 10000100_2

② 10000101_2

③ 11110100_2

④ 11110101_2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 음의 정수를 8비트 2의 보수 형식으로 변환하는 원리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 10진수 -11

구해야 할 값: -11의 8비트 2의 보수 표현

주의할 조건: 먼저 양수 11을 8비트 이진수로 나타낸 뒤 모든 비트를 반전하고 1을 더한다.

사용할 공식

음수의 2의 보수 표현은 다음과 같이 구한다.

2의 보수=각 비트 반전+1

8비트 안에서 -11을 표현해야 하므로 양수 11의 8비트 표현에 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 양수 11을 8비트 이진수로 나타내면 00001011_2이다.
2. 모든 비트를 반전하면 11110100_2이다.
3. 여기에 1을 더하면 11110101_2이다.

$00001011_2 \rightarrow 11110100_2 \rightarrow 11110101_2$

NoteBase

선지 판단

① X — 10000100_2은 8비트 2의 보수로 해석하면 -124이다. 틀린 표현 10000100_2은 -11을 나타내는 11110101_2로 고쳐야 한다.
② X — 10000101_2은 8비트 2의 보수로 해석하면 -123이다. 틀린 표현 10000101_2은 -11을 나타내는 11110101_2로 고쳐야 한다.
③ X — 11110100_2은 비트 반전까지만 한 값이며, 2의 보수에서 필요한 1 더하기를 빠뜨린 결과이다. 이 값은 -12이므로 11110101_2로 고쳐야 한다.
④ O — 11110101_2은 00001011_2의 비트를 반전한 뒤 1을 더한 값이므로 -11의 8비트 2의 보수 표현이다. 계산 결과가 11110101_2이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

③의 11110100_2은 양수 11의 비트만 반전한 1의 보수이다. 2의 보수에서는 반드시 반전한 값에 1을 더해야 하며, 이 단계를 빠뜨리면 정답보다 1 작은 비트 패턴을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

음수를 2의 보수로 바꾸는 문제는 먼저 지정된 비트 수에 맞춰 양수의 이진수를 쓰고, 모든 비트를 반전한 다음 1을 더하는 순서로 판단한다. 마지막에는 최상위 비트가 1인지 확인하고 다시 2의 보수를 취해 절댓값이 맞는지 검산한다.

암기 포인트

2의 보수는 '비트 반전 후 1 더하기'이다.

NoteBase

6. RLC 직렬회로에서 공진(Resonance)이 발생했을 때 일어나는 특징을 기술한 것으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 회로에 흐르는 전류가 최소가 된다.
② 유도리액턴스와 용량리액턴스가 같아져서 임피던스는 저항 R값만을 갖는다.
③ 회로의 전압과 전류는 같은 위상을 갖는다.
④ 역률이 1이 된다.

정답 1번

출제 포인트

RLC 직렬회로의 공진에서 리액턴스, 임피던스, 전류, 위상 및 역률이 어떻게 되는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

직렬 공진은 유도리액턴스와 용량리액턴스의 크기가 같아져 서로 상쇄되는 상태이다. 즉, $X_L = X_C$이므로 합성 리액턴스는 0이고 임피던스는 저항 성분 R만 남는다. 따라서 임피던스가 최소가 되어 전류는 최대가 되며, 전압과 전류의 위상차는 0이고 역률은 1이 된다.

선지별 해설

① X — '회로에 흐르는 전류가 최소가 된다'는 표현이 틀리다. 공진 시 임피던스가 R로 최소가 되므로 전류는 최대가 된다.
② O — $X_L = X_C$가 되어 두 리액턴스가 상쇄되므로 전체 임피던스는 저항 R값만 갖는다.
③ O — 합성 리액턴스가 0인 순저항 회로가 되므로 회로의 전압과 전류는 같은 위상을 갖는다.
④ O — 전압과 전류의 위상차가 0이므로 역률 $\cos\phi$는 1이 된다.

오답 포인트

공진에서 전류가 작아진다고 혼동하기 쉽다. RLC 직렬회로에서는 리액턴스가 상쇄되어 임피던스가 최소가 되므로 전류는 최소가 아니라 최대가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 공진에서는 먼저 $X_L = X_C$를 적용한다. 이어서 합성 리액턴스 0, 임피던스 R로 최소, 전류 최대, 위상차 0, 역률 1의 순서로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

직렬 공진은 '리액턴스 상쇄 → 임피던스 최소 → 전류 최대 → 동상 → 역률 1'이다.

NoteBase

7. NPN형의 BJT(Bipolar Junction Transistor)에서 베이스 접지(공통 베이스) 전류 증폭률이 α 일 때, 에미터 접지(공통 에미터) 전류 증폭률 β 로 가장 적절한 것은?

① $\frac{1}{1-\alpha}$

② $\frac{1-\alpha}{\alpha}$

③ $\frac{\alpha}{1-\alpha}$

④ $\frac{1}{\alpha}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 BJT의 공통 베이스 전류 증폭률 α와 공통 이미터 전류 증폭률 β의 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 공통 베이스 전류 증폭률 $\alpha = I_C/I_E$이다.
구해야 할 값: 공통 이미터 전류 증폭률 $\beta = I_C/I_B$이다.
주의할 조건: BJT의 전류 관계 $I_E = I_C + I_B$를 이용한다.

사용할 공식

$\alpha = \frac{I_C}{I_E}, \quad \beta = \frac{I_C}{I_B}, \quad I_E = I_C + I_B$
이 공식을 쓰는 이유: α와 β는 각각 컬렉터 전류를 이미터 전류와 베이스 전류로 나눈 값이므로, 세 단자 전류의 관계를 이용하면 두 증폭률을 서로 변환할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $I_E = I_C + I_B$를 $\alpha = I_C/I_E$에 대입한다.
$\alpha = \frac{I_C}{I_C + I_B}$
2. 분자와 분모를 I_B로 나누고 $\beta = I_C/I_B$를 적용한다.
$\alpha = \frac{I_C/I_B}{I_C/I_B + 1} = \frac{\beta}{\beta + 1}$
3. 위 식을 β에 대하여 정리한다.
$\alpha(\beta + 1) = \beta \Rightarrow \alpha = \beta(1 - \alpha) \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$

선지 판단

① X — $1/(1 - \alpha)$는 $\beta + 1 = I_E/I_B$에 해당하며 β가 아니다. 틀린 표현 $\frac{1}{1 - \alpha}$는 올바르게는 $\frac{\alpha}{1 - \alpha}$이다.
② X — $(1 - \alpha)/\alpha$는 $1/\beta = I_B/I_C$로, β의 역수이다. 틀린 표현 $\frac{1 - \alpha}{\alpha}$는 올바르게는 $\frac{\alpha}{1 - \alpha}$이다.
③ O — 유도한 관계 $\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$와 정확히 일치한다.
④ X — $1/\alpha = I_E/I_C$는 공통 베이스 전류 증폭률의 역수일 뿐 β가 아니다. 틀린 표현 $\frac{1}{\alpha}$는 올바르게는 $\frac{\alpha}{1 - \alpha}$이다.
계산 결과 $\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

분모의 $1 - \alpha$만 기억해 분자의 α를 빠뜨리면 ①을 고르게 된다. 또한 분자와 분모를 뒤집으면 ②의 $1/\beta$가 되므로, $\alpha = \beta/(\beta + 1)$에서 직접 이항하여 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

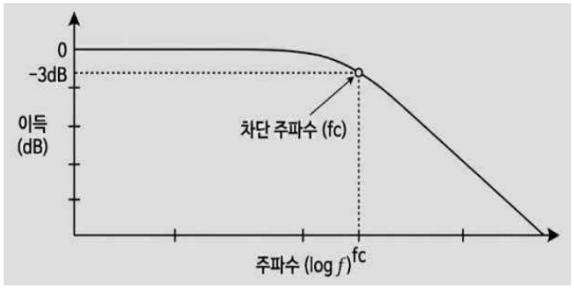
먼저 $I_E = I_C + I_B$, $\alpha = I_C/I_E$, $\beta = I_C/I_B$를 적고, 분자와 분모를 I_B로 나누어 $\alpha = \beta/(\beta + 1)$를 만든 뒤 원하는 변수에 대하여 정리한다.

암기 포인트

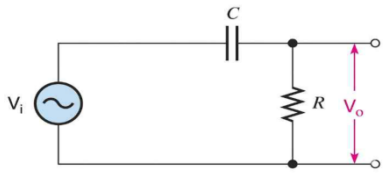
두 전류 증폭률의 변환 관계는 $\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$, $\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$이다.

NoteBase

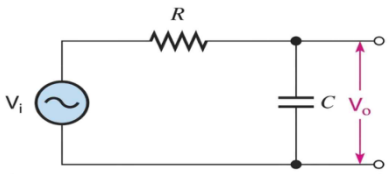
8. 아래와 같은 주파수 응답을 얻기 위한 회로로 가장 적절한 것은?



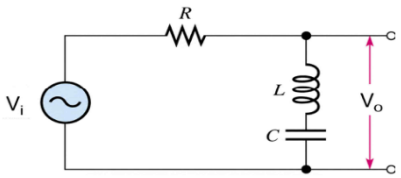
①



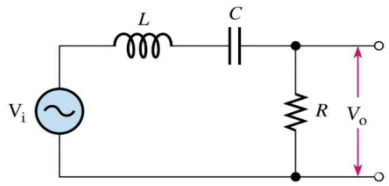
②



③



④



정답 2번

NoteBase

출제 포인트

주어진 그래프는 저주파에서 이득이 거의 0 dB로 유지되고 차단 주파수 f_c 이후 고주파 성분이 감쇠하는 저역통과 주파수 응답이다. 따라서 주파수가 높아질수록 임피던스가 작아지는 커패시터를 접지 쪽에 두고 그 양단에서 출력 전압을 얻는 회로를 찾는 문제이다.

선지별 해설

① X
커패시터가 입력과 직렬이고 출력은 저항 양단에서 얻는다. 저주파에서는 커패시터의 임피던스가 커서 출력이 작고, 고주파에서는 작아져 출력이 커지므로 고역통과 회로이다. 틀린 표현을 바로잡으면, 이 회로의 응답은 저역통과가 아니라 고역통과이다.

② O
저항이 입력과 직렬이고 커패시터가 접지와 병렬이며 출력은 커패시터 양단에서 얻는다. 저주파에서는 커패시터의 임피던스가 커서 입력이 출력에 거의 그대로 나타나고, 고주파에서는 커패시터의 임피던스가 작아져 신호가 접지로 빠지므로 저역통과 응답이 된다. 차단 주파수에서 이득은 통과대역보다 3 dB 낮아진다.

③ X
출력은 직렬 *LC* 가지의 양단 전압이다. 공진 주파수에서는 직렬 *LC*의 합성 임피던스가 0에 가까워져 출력이 작아지고, 공진점에서 멀어지면 출력이 커지므로 대역저지 응답이다. 틀린 표현을 바로잡으면, 이 회로는 저역통과가 아니라 특정 공진 주파수 대역을 억제하는 대역저지 회로이다.

④ X
직렬 *RLC* 회로에서 출력이 저항 양단에 걸린다. 공진 주파수에서 전체 임피던스가 최소가 되어 전류와 저항 양단 출력이 최대가 되고, 저주파와 고주파에서는 출력이 감소하므로 대역통과 응답이다. 틀린 표현을 바로잡으면, 이 회로는 저역통과가 아니라 공진 주파수 부근을 통과시키는 대역통과 회로이다.

오답 포인트

커패시터가 포함되었다는 사실만으로 저역통과 회로라고 판단하면 ①과 ②를 혼동하기 쉽다. 핵심은 소자의 배치와 출력 측정 위치이다. 커패시터 양단에서 출력을 얻는 ②는 고주파를 접지로 우회시키지만, 저항 양단에서 출력을 얻는 ①은 고주파가 출력에 나타난다. 또한 ③과 ④는 공진점에서 출력이 최소인지 최대인지에 따라 각각 대역저지와 대역통과로 구분된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 그래프의 저주파 쪽과 고주파 쪽 중 어느 영역이 통과되는지 확인한다. 다음으로 $f \to 0$에서 커패시터는 개방, 인덕터는 단락으로 보고, $f \to \infty$에서는 커패시터는 단락, 인덕터는 개방으로 보아 출력 전압이 남는 회로를 판단한다. 공진 회로는 공진점에서 출력이 최대이면 대역통과, 최소이면 대역저지로 구분한다.

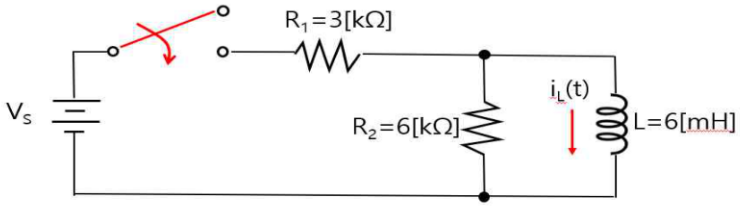
NoteBase

암기 포인트

직렬 R-병렬 C, 출력은 C 양단이면 저역통과이다. 직렬 C-병렬 R, 출력은 R 양단이면 고역통과이다.

NoteBase

9. 다음 RL회로에서 t = 0이 되면 스위치가 닫히며 인덕터에 전류가 흐른다($t^- = 0$ 에서 인덕터의 초기 전류는 0으로 가정)할 때, 인덕터 전류 $i_L(t)$의 시정수(Time Constant)는 얼마인가?



① $3\,[\mu s]$
② $6\,[\mu s]$
③ $9\,[\mu s]$
④ $12\,[\mu s]$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 스위치가 닫힌 뒤 인덕터가 바라보는 등가저항을 구하고, RL 회로의 시정수 $\tau = L/R_{th}$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_1 = 3\text{k}\Omega$, $R_2 = 6\text{k}\Omega$, $L = 6\text{mH}$이다.
구해야 할 값: 인덕터 전류 $i_L(t)$의 시정수 τ이다.
주의할 조건: 시정수를 구할 때 독립 전압원 V_s는 0으로 두므로 이상적인 전압원은 단락한다. 이때 인덕터 양단에서 보면 R_1과 R_2가 병렬로 연결된다. 초기 전류가 0이라는 조건은 과도응답의 시작값을 정하지만 시정수 자체에는 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

RL 회로의 시정수는

$$\tau = \frac{L}{R_{th}}$$

이다. 여기서 R_{th}는 독립 전원을 0으로 둔 상태에서 인덕터 단자 쪽으로 바라본 테브난 등가저항이다. 이 공식을 쓰는 이유는 1차 RL 회로의 자연응답 속도가 인덕턴스와 인덕터가 바라보는 등가저항의 비로 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전압원 V_s를 단락하면 R_1과 R_2는 병렬이 된다.
$R_{\text{th}} = R_1 \parallel R_2 = \frac{(3\text{k}\Omega)(6\text{k}\Omega)}{3\text{k}\Omega + 6\text{k}\Omega} = 2\text{k}\Omega$
2. 단위를 기본 단위로 바꾸면 $L = 6 \times 10^{-3}\text{H}$, $R_{\text{th}} = 2 \times 10^{3}\Omega$이다.
3. 시정수를 계산한다.
$\tau = \frac{6 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{3}} = 3 \times 10^{-6}\text{s} = 3\mu\text{s}$

선지 판단

① O — 계산한 시정수 3μs와 일치한다.
② X — 6μs는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 3μs이다.
③ X — 9μs는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 3μs이다.
④ X — 12μs는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 3μs이다.
따라서 계산 결과가 3μs이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

전원이 연결된 회로 모양을 그대로 보고 R_1과 R_2를 직렬로 더하는 것이 함정이다. 시정수를 구할 때는 독립 전압원을 0으로 만든 뒤 인덕터 단자에서 저항망을 다시 보아야 하므로 두 저항은 병렬이다. 또한 6mH와 2kΩ의 접두어를 반영하면 결과 단위는 μs가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

1차 RL 회로에서는 먼저 스위칭 후 회로를 확정하고, 독립 전원을 0으로 만든 다음, 인덕터가 바라보는 R_{th}를 구해 $\tau = L/R_{\text{th}}$에 대입한다. 마지막으로 $\text{mH}/\text{k}\Omega = \mu\text{s}$인지를 검산한다.

암기 포인트

RL 시정수는 $\tau = L/R_{\text{th}}$이며, R_{th}는 전원을 0으로 한 뒤 인덕터 단자에서 바라본 저항이다.

NoteBase

10. 정전용량 C인 커패시터가 전압 V_s에 의해 완전히 충전되어 있다. 이어서 전원을 분리시키고 전혀 충전되어 있지 않은 동일한 정전용량 C인 커패시터를 병렬로 결합하였다. 병렬 결합 후 커패시터 양단의 공통전압은 얼마이며, 결합 후 두 커패시터에 저장된 총 에너지는 결합 전 에너지에 비해 어떻게 되는가?

① V_s, 저장된 총 에너지는 동일하다.

② V_s, 저장된 총 에너지는 절반으로 줄어든다.

③ $\frac{1}{2}V_s$, 저장된 총 에너지는 동일하다.

④ $\frac{1}{2}V_s$, 저장된 총 에너지는 절반으로 줄어든다.

정답 4번

출제 포인트

동일한 두 커패시터의 전하 재분배에서 전하 보존으로 공통전압을 구하고, 결합 전후의 저장 에너지를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 커패시터의 정전용량은 C, 전압은 V_s이고, 다른 커패시터는 정전용량이 C이며 전혀 충전되지 않았다.
구해야 할 값: 병렬 결합 후의 공통전압과 두 커패시터의 총 저장 에너지 변화이다.
주의할 조건: 전원을 분리한 뒤 두 커패시터만 연결하므로 전체 전하는 보존되지만, 저장 에너지는 보존되지 않는다.

사용할 공식

커패시터의 전하와 저장 에너지는 각각 다음과 같다.
$Q = CV, \qquad U = \frac{1}{2}CV^2$
이 공식을 쓰는 이유는 병렬 결합 전후의 전체 전하를 같게 두어 공통전압을 구한 뒤, 그 전압으로 각 커패시터의 에너지를 계산할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 결합 전 전체 전하와 에너지는 다음과 같다.

$Q_i = CV_s, \qquad U_i = \frac{1}{2}CV_s^2$

2. 결합 후 두 커패시터의 등가 정전용량은 $2C$이다. 전하 보존을 적용하면 다음과 같다.

$CV_s = (2C)V_f$

따라서 공통전압은 $V_f = \frac{1}{2}V_s$이다.

3. 결합 후 두 커패시터의 총 에너지는 다음과 같다.

$U_f = 2\left(\frac{1}{2}C\left(\frac{V_s}{2}\right)^2\right) = \frac{1}{4}CV_s^2 = \frac{1}{2}U_i$

따라서 공통전압은 $\frac{1}{2}V_s$이고, 총 저장 에너지는 결합 전의 절반으로 줄어든다.

선지 판단

① X — 공통전압이 V_s라는 표현과 총 에너지가 동일하다는 표현이 모두 틀리다. 올바르게는 공통전압이 $\frac{1}{2}V_s$이고 총 에너지는 절반으로 줄어든다.

② X — 총 에너지가 절반으로 줄어든다는 부분은 맞지만, 공통전압이 V_s라는 표현이 틀리다. 올바르게는 공통전압이 $\frac{1}{2}V_s$이다.

③ X — 공통전압이 $\frac{1}{2}V_s$라는 부분은 맞지만, 총 에너지가 동일하다는 표현이 틀리다. 올바르게는 총 에너지가 결합 전의 절반으로 줄어든다.

④ O — 전하 보존으로 구한 공통전압은 $\frac{1}{2}V_s$이고, 결합 후 두 커패시터의 총 에너지는 결합 전의 절반이므로 두 진술이 모두 맞다.

오답 포인트

전하가 보존된다는 사실을 에너지도 보존된다는 뜻으로 혼동하기 쉽다. 전하가 동일한 두 커패시터에 나뉘면 전압은 절반이 되고, 저장 에너지는 전압의 제곱에 비례하므로 두 커패시터의 에너지를 합해도 처음의 절반만 남는다.

다시 나오면 이렇게 판단

전원을 분리한 커패시터 연결 문제에서는 먼저 전체 전하 보존으로 최종 전압을 구하고, 그다음 $U = \frac{1}{2}CV^2$를 각 커패시터에 적용해 총 에너지를 비교한다.

암기 포인트

동일한 충전·무충전 커패시터를 병렬 연결하면 전압은 절반, 총 저장 에너지도 절반이 된다.

NoteBase

11. 퓨즈는 회로에 허용된 것보다 큰 전류가 흐를 때 금속 요소가 녹아 전류를 차단해 기기·배선·인명에 대한 손상과 화재를 예방하는 안전장치라고 할 수 있다. 예를들어, 전압 220 [V]인 어떤 가정에서 소비전력 1100 [W]인 다리미와 1540 [W]인 에어컨을 동시에 함께 사용하고자 한다면, 필요한 퓨즈의 최소 정격 전류는 몇 [A]이상이어야 하는가?

① 3 [A]
② 6 [A]
③ 9 [A]
④ 12 [A]

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동시에 사용하는 전기기구의 소비전력을 합한 뒤 $I = P/V$를 적용하여 퓨즈의 최소 정격 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압 $220V$, 다리미 소비전력 $1100W$, 에어컨 소비전력 $1540W$이다.
구해야 할 값: 두 기기를 동시에 사용할 때 필요한 퓨즈의 최소 정격 전류이다.
주의할 조건: 두 기기를 동시에 사용하므로 소비전력을 합산해야 하며, 퓨즈의 정격 전류는 정상 부하전류 이상이어야 한다.

사용할 공식

전력 관계식은 $P = VI$이므로 전류는 $I = P/V$이다. 두 기기가 같은 $220V$ 전원에서 동시에 작동하므로 전체 소비전력을 합하여 전체 전류를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 소비전력은 $1100W + 1540W = 2640W$이다.
2. 전체 부하전류는
$I = \frac{P}{V} = \frac{2640W}{220V} = 12A$
이다.
3. 정상 사용 중 퓨즈가 끊어지지 않으려면 정격 전류가 부하전류 이상이어야 하므로 최소 정격 전류는 $12A$이다.

선지 판단

① X — $3A$는 전체 부하전류 $12A$보다 작아 정상 동시 사용 중에도 퓨즈가 끊어진다. 틀린 값 $3A$는 최소 $12A$로 고쳐야 한다.
② X — $6A$는 전체 부하전류 $12A$의 절반에 불과하여 필요한 전류를 허용하지 못한다. 틀린 값 $6A$는 최소 $12A$로 고쳐야 한다.
③ X — $9A$도 전체 부하전류 $12A$보다 작으므로 두 기기를 동시에 사용할 수 없다. 틀린 값 $9A$는 최소 $12A$로 고쳐야 한다.
④ O — 전체 소비전력 $2640W$를 전압 $220V$로 나누면 $12A$이므로 필요한 최소 정격 전류와 일치한다.

오답 포인트

두 기기를 동시에 사용한다는 조건을 놓치고 한 기기의 소비전력만 계산하거나, 전체 소비전력을 전압으로 나누지 않는 것이 함정이다. 다리미 전류는 $1100/220 = 5A$, 에어컨 전류는 $1540/220 = 7A$이므로 합계가 $12A$라는 방식으로도 검산할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

동시에 사용하는 기기의 소비전력을 모두 합산한 뒤 $I = P/V$로 전체 부하전류를 구하고, 그 전류 이상인 퓨즈 정격 중 최솟값을 선택한다.

암기 포인트

동시 사용 부하는 전력을 먼저 합산하며, 퓨즈의 최소 정격 전류는 I=P_합계/V 이상이다.

NoteBase

12. 독립전원을 포함하는 복잡한 선형회로를 테브난(Thevenin) 등가회로로 변환하는 경우 테브난 등가저항(R_{th})을 구하기 위해 회로 내의 독립전압원과 독립전류원을 처리하는 방법에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 독립전압원, 독립전류원을 모두 개방(Open)한다.
② 독립전압원, 독립전류원을 모두 단락(Short)한다.
③ 독립전압원은 개방(Open), 독립전류원은 단락(Short)한다.
④ 독립전압원은 단락(Short), 독립전류원은 개방(Open)한다.

정답 4번

출제 포인트

테브난 등가저항 R_{th}을 구할 때 독립 전압원과 독립 전류원을 비활성화하는 방법의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

독립 전압원: 전압을 0 V로 만들면 양단의 전위차가 0이므로 단락으로 바꾼다.
독립 전류원: 전류를 0 A로 만들면 가지에 전류가 흐르지 않으므로 개방으로 바꾼다.
따라서 독립 전압원은 단락, 독립 전류원은 개방으로 처리한 뒤 단자에서 바라본 등가저항을 구한다. 종속원이 있다면 종속원은 제거하지 않고 그대로 둔다.

NoteBase

선지별 해설

① X
독립전류원을 개방하는 것은 맞지만, 독립전압원까지 개방한다는 부분이 틀리다. 독립전압원은 단락하고 독립전류원은 개방해야 한다.

② X
독립전압원을 단락하는 것은 맞지만, 독립전류원까지 단락한다는 부분이 틀리다. 독립전압원은 단락하고 독립전류원은 개방해야 한다.

③ X
두 전원의 처리 방법을 서로 뒤바꾼 선지이다. 독립전압원은 개방이 아니라 단락하고, 독립전류원은 단락이 아니라 개방해야 한다.

④ O
독립전압원은 전압을 0 V로 만드는 단락으로, 독립전류원은 전류를 0 A로 만드는 개방으로 처리하므로 옳다.

오답 포인트

전원을 없앤다는 말을 모두 개방하거나 모두 단락하는 것으로 오해하기 쉽다. 전원의 종류가 아니라 0으로 만드는 물리량을 기준으로 판단해야 한다. 전압 0은 단락, 전류 0은 개방이다.

다시 나오면 이렇게 판단

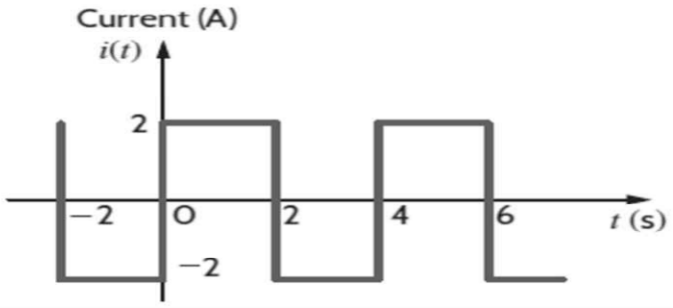
테브난 등가저항을 구하는 문항에서는 먼저 독립전원을 비활성화한다. 독립 전압원은 0 V이므로 단락, 독립 전류원은 0 A이므로 개방에 대응시킨다.

암기 포인트

독립 전압원은 단락, 독립 전류원은 개방이다.

NoteBase

13. 다음과 같은 주기적인 교류 전류신호의 실효값으로 가장 적절한 것은?



① 0 [A]
② $\sqrt{2}$ [A]
③ 2 [A]
④ $2\sqrt{2}$ [A]

정답 3번

출제 포인트

주기적인 교류 전류의 실효값을 제곱평균제곱근(RMS) 정의로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류는 한 주기 동안 $+2A$와 $-2A$를 각각 $2s$씩 유지한다.
구해야 할 값: 전류의 실효값 I_{rms}이다.
주의할 조건: 실효값은 전류의 평균값이 아니라 전류를 제곱한 값의 평균에 제곱근을 취한 값이다. 파형의 주기는 $T = 4s$이다.

사용할 공식

$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t)dt}$
이 공식을 쓰는 이유: 크기와 부호가 시간에 따라 바뀌는 주기 전류이므로, 같은 열효과를 내는 직류값인 실효값을 RMS 정의로 구해야 하기 때문이다.

계산 과정

한 주기 $0 \le t < 4s$에서 $i(t) = +2A$ 또는 $-2A$이므로 어느 구간에서나 $i^2(t) = 4A^2$이다.
$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{4}\left(\int_0^2 2^2 dt + \int_2^4 (-2)^2 dt\right)}$
$= \sqrt{\frac{1}{4}(4 \times 2 + 4 \times 2)} = \sqrt{4} = 2A$
따라서 전류의 실효값은 $2A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $0A$는 양의 구간과 음의 구간을 그대로 평균한 평균값이다. 실효값의 올바른 값은 $2A$이다.
② X — $\sqrt{2}A$는 진폭을 $\sqrt{2}$로 나누는 정현파 공식을 이 구형파에 잘못 적용한 값이다. 올바르게는 구형파의 크기가 계속 $2A$이므로 실효값도 $2A$이다.
③ O — 제곱하면 전 구간에서 $4A^2$이므로 제곱평균의 제곱근은 $2A$이다.
④ X — $2\sqrt{2}A$는 실효값을 구하면서 오히려 진폭에 $\sqrt{2}$를 곱한 값이다. 올바르게는 RMS 정의를 적용하여 $2A$이다.
계산 결과가 $2A$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

파형의 양·음 면적이 상쇄되어 평균값은 0이지만, 실효값 계산에서는 먼저 제곱하므로 부호가 사라진다. 또한 $I_{rms} = I_m/\sqrt{2}$는 정현파에 대한 관계이며 이 구형파에는 적용되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

한 주기를 정한 뒤 각 구간의 전류를 제곱하고, 시간에 따른 가중평균을 구한 다음 제곱근을 취한다. 크기가 일정하고 부호만 바뀌는 구형파라면 실효값은 그 일정한 크기와 같다.

암기 포인트

실효값은 '제곱 → 한 주기 평균 → 제곱근'이다. $\pm A$ 구형파의 실효값은 A이다.

NoteBase

14. J-K 플립플롭에서 입력 J = 1, K = 1인 상태에서 클럭(Clock) 펄스가 인가될 때, 출력 Q의 상태 변화에 대해 설명한 것으로 가장 적절한 것은?
① 출력 Q값은 '0'으로 리셋(Reset) 된다.
② 출력 Q값은 '1'로 셋(Set) 된다.
③ 이전 상태에서 반전(Toggle) 된다.
④ 이전 상태의 값이 그대로 유지된다.

정답 3번

출제 포인트

J-K 플립플롭에서 두 입력의 조합에 따라 클록 펄스가 인가된 뒤 출력이 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

J-K 플립플롭은 클록의 유효 시점에서 J와 K의 조합에 따라 다음 출력 상태가 결정되는 기억 소자이다.
입력 조합별 동작은 $J=0, K=0$이면 유지, $J=0, K=1$이면 리셋, $J=1, K=0$이면 세트, $J=1, K=1$이면 반전이다.
따라서 $J=1, K=1$일 때 다음 출력은 $Q_{next}=\overline{Q}$가 된다.

선지별 해설

① X — '0으로 리셋된다'는 설명이 틀리다. 리셋은 $J=0, K=1$일 때의 동작이며, 주어진 $J=1, K=1$에서는 출력이 이전 상태의 반대값으로 바뀐다.
② X — '1로 세트된다'는 설명이 틀리다. 세트는 $J=1, K=0$일 때의 동작이며, 주어진 입력에서는 출력이 반전된다.
③ O — $J=1, K=1$에서 클록 펄스가 인가되면 출력은 $Q_{next}=\overline{Q}$가 되어 이전 상태에서 반전된다.
④ X — '이전 상태의 값이 그대로 유지된다'는 설명이 틀리다. 상태 유지는 $J=0, K=0$일 때의 동작이며, 주어진 입력에서는 이전 출력의 반대값이 된다.

오답 포인트

J와 K를 각각 세트와 리셋 입력으로만 따로 해석하면 ①이나 ②를 고르기 쉽다. 두 입력이 모두 1일 때는 어느 한쪽 동작으로 고정되지 않고 이전 출력이 반전된다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 J와 K의 입력 조합을 확인한 뒤 00은 유지, 01은 리셋, 10은 세트, 11은 반전으로 대응한다.

NoteBase

암기 포인트

J-K 입력은 00 유지, 01 리셋, 10 세트, 11 반전이다.

NoteBase

15. 16진수로 표현된 수 'A3'을 8진수로 표현한 것으로 가장 적절한 것은?

① 243_8

② 257_8

③ 343_8

④ 412_8

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 16진수의 각 자리 값을 10진수로 계산한 뒤, 같은 값을 나타내는 8진수를 찾는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $A3_{16}$이며, 16진수에서 $A = 10$이다.
구해야 할 값: $A3_{16}$과 같은 값을 나타내는 8진수이다.
주의할 조건: 진법을 바꿔도 수의 값은 같아야 한다.

사용할 공식

각 자리의 값은 숫자 × 밑^자리 지수로 계산한다.

이 공식을 쓰는 이유: 16진수와 8진수는 자리의 밑이 서로 다르므로, 먼저 공통 기준인 10진수 값으로 바꾸면 같은 수인지 정확히 비교할 수 있다.

계산 과정

1. 16진수 $A3_{16}$을 10진수로 바꾼다.
$A3_{16} = 10 \times 16^1 + 3 \times 16^0 = 160 + 3 = 163_{10}$
2. 163을 8의 거듭제곱으로 나타낸다.
$163 = 2 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 3 \times 8^0$
3. 따라서 $163_{10} = 243_8$이므로 $A3_{16} = 243_8$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $243_8 = 2 \times 64 + 4 \times 8 + 3 = 163_{10}$이므로 $A3_{16}$과 같다.
② X — $257_8 = 2 \times 64 + 5 \times 8 + 7 = 175_{10}$이므로 163이 아니다. 틀린 표현 257_8은 올바르게는 243_8이다.
③ X — $343_8 = 3 \times 64 + 4 \times 8 + 3 = 227_{10}$이므로 163이 아니다. 틀린 표현 343_8은 올바르게는 243_8이다.
④ X — $412_8 = 4 \times 64 + 1 \times 8 + 2 = 266_{10}$이므로 163이 아니다. 틀린 표현 412_8은 올바르게는 243_8이다.
계산 결과 $A3_{16} = 243_8$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

16진수의 문자 A를 10으로 바꾸지 않거나, 16진수의 자릿값과 8진수의 자릿값을 섞어 계산하기 쉽다. 특히 8진수에서는 각 자리가 8^2, 8^1, 8^0의 계수라는 점을 지켜야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

서로 다른 진법의 수는 각각 10진수로 바꾸어 값이 같은지 비교한다. 16진수의 문자 숫자를 수치로 바꾼 뒤 자릿값을 계산하고, 마지막에 역산하여 검산한다.

암기 포인트

16진수에서 $A = 10$이고, $A3_{16} = 163_{10} = 243_8$이다.

NoteBase

16. 평행한 무한히 긴 두 도선에 동일한 크기의 전류가 같은 방향으로 흐르는 경우에 두 도선 간의 거리에 따라 작용하는 힘의 크기와 방향에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 힘은 도선간 거리에 반비례하며, 서로 끌어당기는 방향이다.

② 힘은 도선간 거리에 반비례하며, 서로 밀어내는 방향이다.

③ 힘은 도선간 거리의 제곱에 반비례하며, 서로 끌어당기는 방향이다.

④ 힘은 도선간 거리의 제곱에 반비례하며, 서로 밀어내는 방향이다.

정답 1번

출제 포인트

평행한 두 도선 사이에 작용하는 자기력의 크기가 도선 간 거리와 어떤 관계인지, 같은 방향의 전류일 때 힘의 방향이 어떠한지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

두 도선은 서로 평행하고 충분히 길며, 두 전류의 크기는 같고 방향도 같다. 도선 간 거리를 d, 각 전류의 크기를 I라고 하면 힘의 크기는 거리 d에 반비례하고, 힘의 방향은 서로 끌어당기는 방향이다.

사용할 공식

두 평행 도선 사이의 단위 길이당 힘은

$$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

이다. 두 전류의 크기가 같으므로 $I_1 = I_2 = I$를 대입하면 $F/\ell = \mu_0 I^2/(2\pi d)$가 된다. 따라서 힘의 크기는 d의 제곱이 아니라 d에 반비례한다. 또한 평행한 도선에서 전류 방향이 같으면 인력이, 반대이면 척력이 작용한다.

계산 과정

1. 공식의 분모에 도선 간 거리 d가 1차로 들어가므로 $F/\ell \propto 1/d$이다.
2. 두 전류가 같은 방향이므로 두 도선은 서로 끌어당긴다.
3. 두 조건을 함께 만족하는 설명은 '거리에 반비례하며 서로 끌어당긴다'이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 힘은 도선 간 거리 d에 반비례하고, 같은 방향의 전류 사이에는 인력이 작용하므로 옳다.
② X — '서로 밀어내는 방향'이 틀렸다. 올바르게는 힘은 도선 간 거리에 반비례하며 서로 끌어당기는 방향이다.
③ X — '도선 간 거리의 제곱에 반비례'가 틀렸다. 올바르게는 힘은 도선 간 거리의 1제곱, 즉 거리에 반비례하며 서로 끌어당기는 방향이다.
④ X — '거리의 제곱에 반비례'와 '서로 밀어내는 방향'이 모두 틀렸다. 올바르게는 힘은 도선 간 거리에 반비례하며 서로 끌어당기는 방향이다.

오답 포인트

점전하 사이의 쿨롱 힘이 거리의 제곱에 반비례한다는 사실을 이 문제에 그대로 적용하면 ③이나 ④를 고르게 된다. 무한히 긴 직선 도선이 만드는 자기장은 $1/d$에 비례하므로 도선 사이의 힘도 $1/d$에 비례한다. 또한 '같은 방향이면 인력, 반대 방향이면 척력'의 방향 관계를 뒤집으면 ②를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

평행 도선 문제에서는 먼저 $F/\ell = \mu_0 I_1 I_2/(2\pi d)$로 거리 의존성이 $1/d$인지 확인하고, 이어서 전류가 같은 방향이면 인력, 반대 방향이면 척력으로 판단한다.

암기 포인트

평행 도선의 힘은 거리의 1제곱에 반비례한다. 전류 방향이 같으면 끌어당기고, 반대이면 밀어낸다.

NoteBase

17. 진성반도체에 특정 불순물을 첨가함으로써 p형 혹은 n형 반도체를 만들 수 있다. 실리콘(Si) 반도체에 불순물로 갈륨(Ga)을 인위적으로 첨가하는 경우에 (A)형 반도체가 되며, 인듐 (In)을 인위적으로 첨가하는 경우에 (B)형 반도체가 된다. 이 경우 (A), (B)에 들어갈 것으로 가장 적절한 것은?

① (A) : p, (B) : p
② (A) : p, (B) : n
③ (A) : n, (B) : p
④ (A) : n, (B) : n

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 4가 원소인 실리콘에 3가 불순물을 첨가할 때 생성되는 반도체의 형을 묻는 문제이다.

핵심 개념

p형 반도체: 실리콘보다 원자가전자가 하나 적은 3가 불순물을 첨가하여 정공이 다수 운반자가 되는 반도체이다. 3가 불순물은 전자를 받아들이는 억셉터로 작용한다.
n형 반도체: 실리콘보다 원자가전자가 하나 많은 5가 불순물을 첨가하여 전자가 다수 운반자가 되는 반도체이다. 5가 불순물은 전자를 내놓는 도너로 작용한다.
갈륨(Ga)과 인듐(In)은 모두 3가 원소이므로 실리콘에 첨가하면 각각 p형 반도체가 된다.

선지별 해설

① O — (A)를 p형, (B)를 p형으로 본다. Ga와 In은 모두 3가 불순물이므로 두 경우 모두 정공이 다수 운반자인 p형 반도체가 된다.
② X — 틀린 표현은 '(B): n'이다. In은 3가 불순물이므로 올바르게는 '(B): p'이다.
③ X — 틀린 표현은 '(A): n'이다. Ga는 3가 불순물이므로 올바르게는 '(A): p'이다. (B)를 p형으로 본 부분은 맞다.
④ X — 틀린 표현은 '(A): n, (B): n'이다. Ga와 In은 모두 3가 불순물이므로 올바르게는 '(A): p, (B): p'이다.

오답 포인트

Ga와 In의 원소 이름만 보고 서로 다른 형의 반도체를 만든다고 판단하는 것이 함정이다. 불순물의 종류가 아니라 원자가전자 수를 기준으로 보아야 하며, 두 원소는 모두 3가이므로 결과도 모두 p형이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

실리콘은 4가 원소이므로 첨가 불순물의 원자가전자 수를 4와 비교한다. 3가 불순물이면 결합 전자 하나가 부족하여 정공이 생기므로 p형이고, 5가 불순물이면 여분의 전자 하나가 생기므로 n형이다.

암기 포인트

3가 억셉터는 정공의 p형, 5가 도너는 전자의 n형이다. Ga와 In은 모두 3가이므로 모두 p형이다.

NoteBase

18. 신호 $x(t)$의 푸리에 변환이 $X(j\omega)$ 일 때, $x(2t)$의 푸리에 변환으로 가장 적절한 것은?

① $X(j2\omega)$

② $\frac{1}{2}X(j2\omega)$

③ $X(j\frac{\omega}{2})$

④ $\frac{1}{2}X(j\frac{\omega}{2})$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 푸리에 변환의 시간 척도 변환 성질을 이용해 $x(2t)$의 푸리에 변환을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 관계: $x(t) \leftrightarrow X(j\omega)$

구해야 할 관계: $x(2t)$의 푸리에 변환

주의할 조건: 시간축을 2배 압축하면 주파수축은 2배 확대되므로 ω를 2로 나누고, 크기에는 1/2을 곱한다.

사용할 공식

시간 척도 변환 성질은 다음과 같다.

$x(at) \leftrightarrow \frac{1}{|a|}X(j\frac{\omega}{a})$

이 문제에서는 시간 변수 t가 $2t$로 바뀌었으므로 $a = 2$를 적용한다.

계산 과정

1. 시간 척도 계수는 $a = 2$이다.
2. 공식에 대입하면

$x(2t) \leftrightarrow \frac{1}{|2|}X(j\frac{\omega}{2}) = \frac{1}{2}X(j\frac{\omega}{2})$

3. 따라서 주어진 식과 일치하는 선지는 ④이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $X(j2\omega)$는 주파수 인자를 반대로 2배 하였고 크기 계수 1/2도 빠졌다. 올바르게는 $\frac{1}{2}X(j\omega/2)$이다.
② X — 크기 계수 1/2은 맞지만 $X(j2\omega)$가 틀렸다. 올바르게는 주파수 인자를 $X(j\omega/2)$로 바꾸어 $\frac{1}{2}X(j\omega/2)$로 써야 한다.
③ X — 주파수 인자 $X(j\omega/2)$는 맞지만 크기 계수 1/2이 빠졌다. 올바르게는 $\frac{1}{2}X(j\omega/2)$이다.
④ O — 시간 척도 변환 공식에 $a = 2$를 대입한 $\frac{1}{2}X(j\omega/2)$와 정확히 일치한다.

오답 포인트

시간축을 2배 압축한 것을 주파수 인자도 2ω로 바꾸는 것으로 착각하기 쉽다. 시간축과 주파수축의 척도는 서로 반대이므로 $2t$는 $\omega/2$에 대응하며, 동시에 크기 보정 계수 1/2도 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

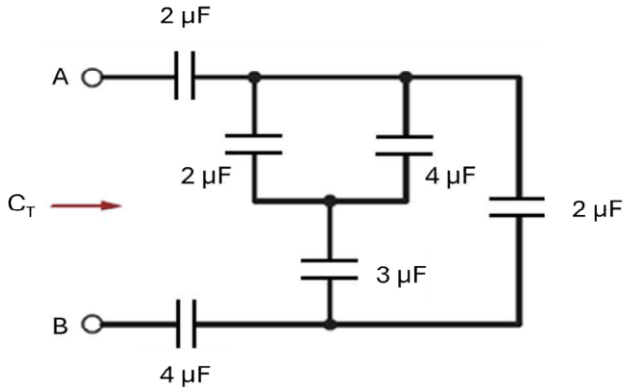
$x(at)$가 나오면 먼저 주파수 인자를 ω/a로 바꾸고, 앞에 $1/|a|$를 곱한다. 그다음 주파수 인자와 크기 계수가 모두 맞는지 선지별로 확인한다.

암기 포인트

시간 압축은 주파수 확대, 시간 확대는 주파수 압축이며, 크기에는 항상 $1/|a|$가 붙는다.

NoteBase

19. 다음 회로와 같이 A, B 단자 사이에 6개의 커패시터가 연결되어 있는 경우, AB 단자 간의 전체 등가 커패시턴스(C_T) 값으로 가장 적절한 것은?



① 1 [μF]
② 2 [μF]
③ 3 [μF]
④ 6 [μF]

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 같은 두 노드에 연결된 커패시터를 병렬로 합성하고, 나머지 커패시터를 직렬로 합성하여 AB 단자 사이의 전체 등가 커패시턴스 C_T를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A 쪽 직렬 커패시터는 $2\mu F$, B 쪽 직렬 커패시터는 $4\mu F$이다. 내부 위쪽 두 커패시터는 $2\mu F$와 $4\mu F$, 그 아래 커패시터는 $3\mu F$, 오른쪽 직접 연결 가지는 $2\mu F$이다.
구해야 할 값: AB 단자 사이의 전체 등가 커패시턴스 C_T이다.
주의할 조건: 내부의 $2\mu F$와 $4\mu F$는 같은 위·아래 노드에 연결되어 병렬이고, 이 병렬 합성값은 $3\mu F$와 직렬이다. 이 직렬 가지 전체는 오른쪽의 $2\mu F$ 가지와 병렬이다.

NoteBase

사용할 공식

병렬 연결은 $C_p = C_1 + C_2 + \cdots$
직렬 연결은 $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots$
같은 두 노드에 걸린 커패시터에는 같은 전압이 걸리므로 병렬 공식을 사용하고, 하나의 가지에서 차례로 연결된 커패시터에는 직렬 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 내부 위쪽의 $2\mu F$와 $4\mu F$를 병렬 합성한다.
$C_{p1} = 2 + 4 = 6\mu F$
2. 이 $6\mu F$와 아래의 $3\mu F$를 직렬 합성한다.
$C_{s1} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\mu F$
3. 이 가지는 오른쪽의 $2\mu F$와 병렬이므로 내부의 위·아래 노드 사이 등가값은 다음과 같다.
$C_{in} = 2 + 2 = 4\mu F$
4. A 쪽 $2\mu F$, 내부 등가 $4\mu F$, B 쪽 $4\mu F$는 직렬이다.
$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = 1$
따라서 $C_T = 1\mu F$ 이다.

선지 판단

① O — 전체 계산 결과가 $C_T = 1\mu F$이므로 옳다.
② X — $2\mu F$는 내부에서 $6\mu F$와 $3\mu F$를 직렬 합성한 한 가지의 값일 뿐, AB 단자 사이의 전체 등가값이 아니다. 올바른 전체 등가값은 $1\mu F$이다.
③ X — $3\mu F$는 내부 가지에 있는 단일 커패시터의 용량이며 전체 합성 결과가 아니다. 올바른 전체 등가값은 $1\mu F$이다.
④ X — $6\mu F$는 내부 위쪽의 $2\mu F$와 $4\mu F$만 병렬 합성한 중간값이며 전체 합성 결과가 아니다. 올바른 전체 등가값은 $1\mu F$이다.

오답 포인트

②의 $2\mu F$와 ④의 $6\mu F$는 내부망 계산 도중 얻는 중간값이다. 이를 전체 등가값으로 착각하기 쉽다. 또한 커패시터는 저항과 달리 병렬에서는 용량을 더하고 직렬에서는 역수의 합을 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 두 노드를 공유하는 소자를 찾아 병렬 합성하고, 한 경로에 차례로 놓인 소자를 직렬 합성한다.
내부망을 하나의 등가 커패시터로 바꾼 뒤 단자 쪽 소자까지 마지막으로 합성하며, 직렬 전체값은 가장 작은 개별 용량보다 작아지는지도 검산한다.

NoteBase

암기 포인트

커패시터는 병렬이면 합, 직렬이면 역수의 합이다. 중간 합성값에서 멈추지 않고 AB 단자까지 모두 합성해야 한다.

NoteBase

20. 저항(R)과 커패시터(C)만을 사용하여 위상천이 네트워크를 구성하며, 오디오 주파수 대역과 같은 저주파대역용으로 주로 사용되는 발진기로 가장 적절한 것은?
① 하틀리 발진기(Hartley Oscillator)
② 콜피츠 발진기(Colpitts Oscillator)
③ 윈 브리지 발진기(Wien Bridge Oscillator)
④ 수정 발진기(Crystal Oscillator)

정답 3번

출제 포인트

저항(R)과 커패시터(C)만으로 주파수 선택성 정귀환 네트워크를 구성하는 저주파용 발진기를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

윈 브리지 발진기는 직렬 RC 회로와 병렬 RC 회로로 이루어진 윈 브리지 정귀환망을 이용하는 RC 발진기이며, 오디오 주파수와 같은 저주파 정현파 발생에 적합하다.
하틀리 발진기와 콜피츠 발진기는 인덕터(L)와 커패시터(C)를 사용하는 LC 발진기이다. 하틀리는 유도성 분압, 콜피츠는 용량성 분압을 이용한다.
수정 발진기는 수정 결정의 압전 공진을 이용하여 주파수 안정도가 매우 높은 발진기이다.

선지별 해설

① X — 하틀리 발진기는 코일의 유도성 분압과 커패시터로 공진 회로를 구성하므로 R과 C만 사용하는 발진기가 아니다. 틀린 표현은 '하틀리 발진기'이며, 올바르게는 '윈 브리지 발진기'이다.
② X — 콜피츠 발진기는 커패시터의 용량성 분압과 인덕터를 이용하는 LC 발진기이므로 제시된 조건에 맞지 않는다. 틀린 표현은 '콜피츠 발진기'이며, 올바르게는 '윈 브리지 발진기'이다.
③ O — 윈 브리지 발진기는 저항과 커패시터로 이루어진 윈 브리지 정귀환망을 사용하고, 저주파 및 오디오 주파수 대역의 정현파 발생에 주로 이용되므로 조건에 가장 적절하다.
④ X — 수정 발진기는 R과 C만으로 만든 정귀환망이 아니라 수정 결정의 기계적 공진과 압전 효과를 이용한다. 틀린 표현은 '수정 발진기'이며, 올바르게는 '윈 브리지 발진기'이다.

오답 포인트

콜피츠 발진기에 커패시터가 사용된다는 사실만 보고 ②를 고르기 쉽다. 그러나 콜피츠 발진기에는 인덕터도 필요하다. 이 문항의 결정적 단서는 'R과 C만 사용'과 '오디오 주파수와 같은 저주파 대역'이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

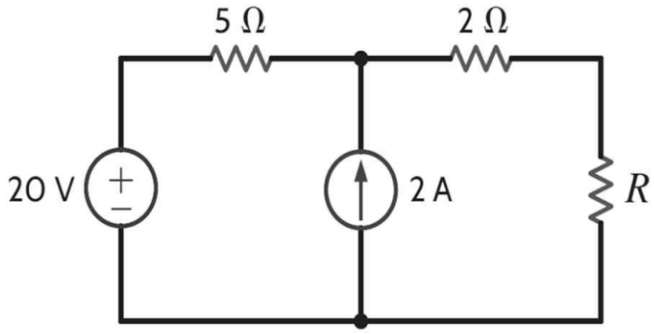
발진기의 주파수 선택 회로를 먼저 확인한다. RC만 사용하고 저주파 정현파를 발생시키면 윈 브리지, 코일과 커패시터를 사용하면 하틀리 또는 콜피츠, 수정 결정의 공진을 사용하면 수정 발진기로 판단한다.

암기 포인트

저주파 RC는 윈 브리지, 유도성 분압 LC는 하틀리, 용량성 분압 LC는 콜피츠, 고안정도 결정 공진은 수정 발진기이다.

NoteBase

21. 다음과 같이 독립전압원과 독립전류원을 포함하는 회로에서 $R = 3\,[\Omega]$ 인 경우 저항 R에서 소비하는 전력값으로 가장 적절한 것은?



① 12 [W]
② 18 [W]
③ 27 [W]
④ 36 [W]

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 중앙 노드에 키르히호프의 전류 법칙을 적용하여 저항 R에 흐르는 전류를 구하고, $P = I^2R$로 소비 전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 독립전압원 $20V$, 독립전류원 $2A$, 저항 5Ω, 2Ω, $R = 3\Omega$이다.
구해야 할 값: 저항 R에서 소비되는 전력이다.
주의할 조건: 오른쪽의 2Ω와 $R = 3\Omega$는 직렬이므로 합성저항은 5Ω이다.

사용할 공식

중앙 노드 전압을 V라 하면 키르히호프의 전류 법칙은
$\frac{V-20}{5} + \frac{V}{2+3} = 2$
이다. 오른쪽 가지 전류는 $I_R = V/(2+3)$이고, 저항의 소비 전력은 $P_R = I_R^2R$이다. 전류원이 중앙 노드로 $2A$를 공급하므로 노드에서 두 저항 가지로 나가는 전류의 합이 $2A$가 되어 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 중앙 노드에 전류 법칙을 적용한다.
$\frac{V-20}{5}+\frac{V}{5}=2$
2. 식을 풀면 $2V-20=10$이므로 $V=15V$이다.
3. 오른쪽 직렬 가지와 저항 R에 흐르는 전류는
$I_R=\frac{15}{2+3}=3A$
이다.
4. 따라서 저항 R의 소비 전력은
$P_R=I_R^2R=3^2\times 3=27W$
이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 $27W$이므로 $12W$는 틀리며, 올바른 값은 $27W$이다.
② X — R에 흐르는 전류가 $3A$이므로 $P_R=3^2\times 3=27W$이다. 따라서 $18W$는 틀리며, 올바른 값은 $27W$이다.
③ O — 중앙 노드 전압 $15V$에서 오른쪽 가지 전류가 $3A$이고, 이에 따른 R의 소비 전력은 $27W$이다.
④ X — 전류원의 $2A$를 그대로 R의 전류로 볼 수 없다. 실제로는 중앙 노드에서 왼쪽과 오른쪽 가지로 전류가 나뉘며 R에는 $3A$가 흐르므로, $36W$가 아니라 $27W$이다.

오답 포인트

전류원의 $2A$가 모두 저항 R로 흐른다고 보면 안 된다. $20V$ 전압원도 중앙 노드의 전류 분배에 영향을 주므로 먼저 노드 전압을 구해야 한다. 또한 R의 전력은 오른쪽 가지 전체의 전력이 아니라 3Ω인 R 하나에서 소비되는 전력이다.

다시 나오면 이렇게 판단

독립전압원과 독립전류원이 함께 있는 회로에서는 기준 노드를 정하고 미지 노드 전압에 대해 전류 법칙을 세운다. 그다음 해당 저항의 전류를 구한 뒤 $P=I^2R$, $P=V^2/R$, $P=VI$ 중 직접 적용할 수 있는 식으로 전력을 계산한다.

암기 포인트

노드 전압 계산 → 해당 가지 전류 계산 → 해당 저항의 I^2R 계산 순서로 정리한다.

NoteBase

22. 항복 전압(Breakdown Voltage) 부근에서 전류가 급격히 변해도 전압이 거의 일정하게 유지되는 특성을 이용하여 주로 전압 조정기(Voltage Regulator)와 같은 정전압 회로에 사용되는 다이오드로 가장 적절한 것은?

① 버랙터 다이오드(Varactor Diode)
② 제너 다이오드(Zener Diode)
③ 쇼트키 다이오드(Shottky Diode)
④ 터널 다이오드(Tunnel Diode)

정답 2번

출제 포인트

역방향 항복 영역에서 전류가 크게 변해도 단자 전압이 거의 일정하게 유지되는 다이오드를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

제너 다이오드는 역방향 항복 영역에서 거의 일정한 전압을 유지하도록 만든 다이오드이며, 정전압 회로의 기준 전압 설정과 전압 안정화에 사용된다.
바렉터 다이오드는 역바이어스 전압에 따라 접합 정전용량이 변하는 소자이고, 쇼트키 다이오드는 낮은 순방향 전압 강하와 빠른 스위칭이 특징이며, 터널 다이오드는 터널링에 따른 부성 미분 저항 영역이 특징이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
바렉터 다이오드라는 선택이 틀리다. 바렉터 다이오드는 역바이어스 전압에 따라 접합 정전용량이 변하므로 동조회로 등에 사용된다. 올바르게는 항복 영역에서 전압을 일정하게 유지하는 제너 다이오드이다.

② O
제너 다이오드는 역방향 항복 영역에서 전류가 급격히 변해도 제너 전압이 거의 일정하게 유지되므로 전압 조정기와 같은 정전압 회로에 적합하다.

③ X
쇼트키 다이오드라는 선택이 틀리다. 쇼트키 다이오드는 금속과 반도체의 접합을 이용하여 순방향 전압 강하가 작고 스위칭이 빠른 소자이다. 올바르게는 역방향 항복 특성을 정전압 유지에 이용하는 제너 다이오드이다.

④ X
터널 다이오드라는 선택이 틀리다. 터널 다이오드는 양자역학적 터널링과 부성 미분 저항 특성을 이용하는 소자이다. 올바르게는 항복 전압 부근의 정전압 특성을 이용하는 제너 다이오드이다.

오답 포인트

모든 선지가 특수 목적 다이오드이지만 이용하는 특성이 서로 다르다. 문제의 '항복 전압 부근'과 '전압이 거의 일정'이라는 표현을 가변 정전용량, 낮은 순방향 전압 강하, 부성 미분 저항과 혼동하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

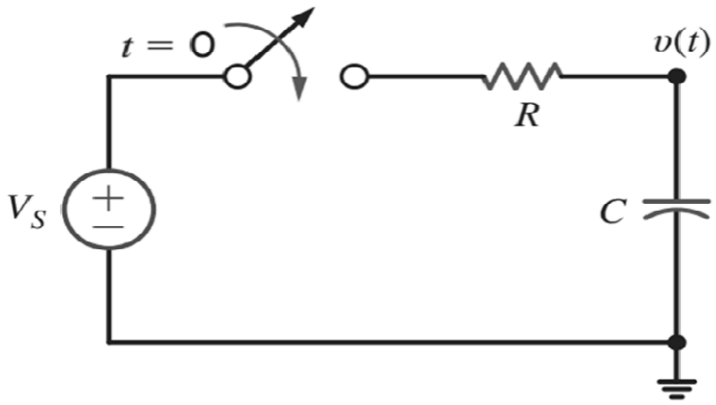
역방향 항복 영역과 일정 전압이 함께 제시되면 제너 다이오드로 판단한다. 역바이어스에 따른 정전용량 변화는 바렉터, 낮은 순방향 전압 강하와 고속 스위칭은 쇼트키, 터널링과 부성 미분 저항은 터널 다이오드에 연결한다.

암기 포인트

제너 다이오드 = 역방향 항복 전압을 이용한 정전압 소자이다.

NoteBase

23. 다음 그림의 회로와 같이 저항 R과 커패시터 C가 직렬로 연결된 회로에서 직류전압이 인가되는 경우 과도응답을 결정하는 시정수(Time Constant, τ)로 가장 적절한 것은?



① 1/RC
② RC
③ R/C
④ C/R

정답 2번

출제 포인트

직렬 RC 회로의 직류 계단응답에서 과도응답의 시간 척도를 결정하는 시간상수 τ를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 회로: 저항 R과 커패시터 C가 직렬로 연결된 1차 RC 회로이다.
구해야 할 값: 스위치가 $t = 0$에 닫힌 뒤 커패시터 전압 $v(t)$의 과도응답을 결정하는 시간상수 τ이다.
주의할 조건: 시간상수와 감쇠율은 서로 역수 관계이다.

사용할 공식

직렬 RC 회로의 시간상수는
$\tau = R_{eq}C$
이다. 이 회로에서 독립 전압원을 0으로 두고 커패시터가 바라본 등가저항은 $R_{eq} = R$이므로
$\tau = RC$
가 된다. 커패시터 전압의 과도항이 $e^{-t/(RC)} = e^{-t/\tau}$의 형태로 나타나기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 커패시터가 바라본 등가저항을 구하면 $R_{eq} = R$이다.
2. 1차 RC 회로의 공식 $\tau = R_{eq}C$에 대입한다.
3. 따라서 $\tau = RC$이다. 또한 $[\Omega][F] = s$이므로 시간의 차원과도 일치한다.

선지 판단

① X — $1/(RC)$는 시간상수가 아니라 지수응답의 감쇠율 또는 극점 크기에 해당한다. 틀린 표현 $\tau = 1/(RC)$는 $\tau = RC$로 고쳐야 한다.
② O — 직렬 RC 회로에서 커패시터가 바라본 등가저항이 R이므로 시간상수는 $\tau = RC$이다.
③ X — R/C는 저항과 커패시턴스를 곱해야 하는 시간상수 공식을 비로 잘못 나타낸 값이다. 틀린 표현 $\tau = R/C$는 $\tau = RC$로 고쳐야 한다.
④ X — C/R 역시 시간의 차원을 만들지 못하며 시간상수 공식의 곱을 비로 잘못 나타낸 값이다. 틀린 표현 $\tau = C/R$는 $\tau = RC$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

①의 $1/(RC)$를 시간상수로 고르는 것이 핵심 함정이다. RC는 시간상수이고 $1/(RC)$는 단위시간당 감쇠 정도를 나타내는 감쇠율이다. 또한 ③과 ④처럼 R과 C의 순서를 바꾸어 나누는 식은 시간의 차원이 되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

1차 RC 회로에서는 먼저 커패시터가 바라본 등가저항 R_{eq}을 구한 뒤 $\tau = R_{eq}C$를 적용한다. 마지막으로 저항과 커패시턴스의 곱이 시간 단위가 되는지 차원으로 검산한다.

암기 포인트

RC 회로는 $\tau = RC$, 감쇠율은 $1/\tau = 1/(RC)$이다.

NoteBase

24. 자유공간에서 균일하게 대전되어 있는 무한히 긴 도선으로부터 수직으로 1[m] 떨어진 곳의 전계강도(Electric Field Intensity)의 크기가 A였다. 이 경우 동일한 무한도선으로부터 수직거리로 2[m] 떨어진 곳의 전계강도의 크기로 가장 적절한 것은?

① A/8
② A/4
③ A/2
④ A

정답 3번

출제 포인트

균일하게 대전된 무한히 긴 도선의 전계강도가 도선으로부터의 수직거리 r에 반비례한다는 관계를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $r_1 = 1\text{m}$에서 $E_1 = A$이다.
구해야 할 값: 같은 도선에서 $r_2 = 2\text{m}$일 때의 전계강도 E_2이다.
주의할 조건: 무한히 긴 도선의 전계는 거리에 반비례하며, 점전하의 전계처럼 거리의 제곱에 반비례하지 않는다.

사용할 공식

무한 선전하의 전계강도는
$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$
이다. 같은 도선에서는 선전하밀도 λ와 유전율 ε_0가 같으므로 $E \propto 1/r$이고, 따라서
$\frac{E_2}{E_1} = \frac{r_1}{r_2}$
를 사용한다.

계산 과정

거리의 비는 $r_2/r_1 = 2/1 = 2$이다. 전계강도는 거리에 반비례하므로
$E_2 = E_1\frac{r_1}{r_2} = A \times \frac{1}{2} = \frac{A}{2}$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $A/8$은 거리를 2배로 할 때 전계가 거리의 세제곱에 반비례한다고 잘못 적용한 값이다. '$A/8$'은 틀리고, 올바르게는 '$A/2$'이다.
② X — $A/4$는 점전하의 $1/r^2$ 관계를 잘못 적용한 값이다. '$A/4$'는 틀리고, 올바르게는 '$A/2$'이다.
③ O — 무한히 긴 도선의 전계는 $1/r$에 비례하므로 거리가 1m에서 2m로 2배가 되면 전계강도는 $A/2$가 된다.
④ X — A는 거리가 달라져도 전계가 일정하다고 본 값이다. 'A'는 틀리고, 올바르게는 '$A/2$'이다.

오답 포인트

핵심 함정은 무한 선전하의 전계를 점전하의 전계와 혼동하는 것이다. 점전하는 $E \propto 1/r^2$이지만, 무한히 긴 도선은 가우스 법칙에 따라 $E \propto 1/r$이다. 이 차이를 놓치면 ②의 $A/4$를 선택하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전하 분포의 형태를 구분한다. 무한히 긴 도선이면 $E \propto 1/r$을 적용하고, 두 지점의 전계 비를 $E_2/E_1 = r_1/r_2$로 계산한다.

암기 포인트

점전하는 $1/r^2$, 무한 선전하는 $1/r$이다. 무한 도선에서 거리가 2배가 되면 전계는 절반이 된다.

NoteBase

25. 조합 논리회로(Combinational Logic Circuits)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 출력값이 현재의 입력만으로 즉시 결정된다.
② 조합 논리회로의 예로는 가산기, 비교기, 멀티플렉서 등이 있다.
③ 회로 내에 피드백 루프(Feedback Loop)가 존재하지 않는다.
④ 플립플롭(Flip - Flop)이 기본 구성 요소로 사용된다.

정답 4번

출제 포인트

조합 논리회로와 순차 논리회로를 현재 입력만으로 출력이 결정되는지, 기억 소자와 피드백을 사용하는지에 따라 구별하는 문제이다.

핵심 개념

조합 논리회로: 기억 기능이 없어 출력이 현재 입력의 조합으로 결정되는 회로이다. 키워드는 현재 입력, 무기억, 피드백 없음이다.
순차 논리회로: 현재 입력과 회로의 이전 상태에 따라 출력이 결정되는 회로이다. 키워드는 기억 소자, 상태, 피드백이며 플립플롭이 대표적인 구성 요소이다.

선지별 해설

① O — 조합 논리회로는 과거 상태를 저장하지 않으므로 출력값이 현재 입력의 조합에 따라 결정된다. 실제 회로에는 전파 지연이 있지만, 논리적 동작 원리는 현재 입력에 의해 출력이 정해지는 것이다.
② O — 가산기, 비교기, 멀티플렉서는 입력값을 조합하여 출력을 만드는 대표적인 조합 논리회로이다.
③ O — 조합 논리회로에는 이전 상태를 저장하기 위한 피드백 루프가 존재하지 않는다. 피드백과 기억 소자를 이용해 상태를 유지하는 것은 순차 논리회로의 특징이다.
④ X — 틀린 표현은 '플립플롭이 기본 구성 요소로 사용된다'이다. 올바르게는 플립플롭은 상태를 저장하는 순차 논리회로의 기본 구성 요소이며, 조합 논리회로는 논리 게이트를 조합하여 구성한다.

오답 포인트

플립플롭도 논리 게이트로 구현된다는 점 때문에 조합 논리회로의 구성 요소로 착각하기 쉽다. 그러나 플립플롭은 이전 상태를 기억하므로 조합 논리회로가 아니라 순차 논리회로를 구성하는 핵심 소자이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

출력이 현재 입력만으로 결정되면 조합 논리회로이고, 이전 상태까지 영향을 주며 플립플롭·래치·피드백이 등장하면 순차 논리회로로 판단한다.

암기 포인트

조합회로는 현재 입력만, 순차회로는 현재 입력과 이전 상태이다. 플립플롭은 순차회로의 기억 소자이다.

NoteBase