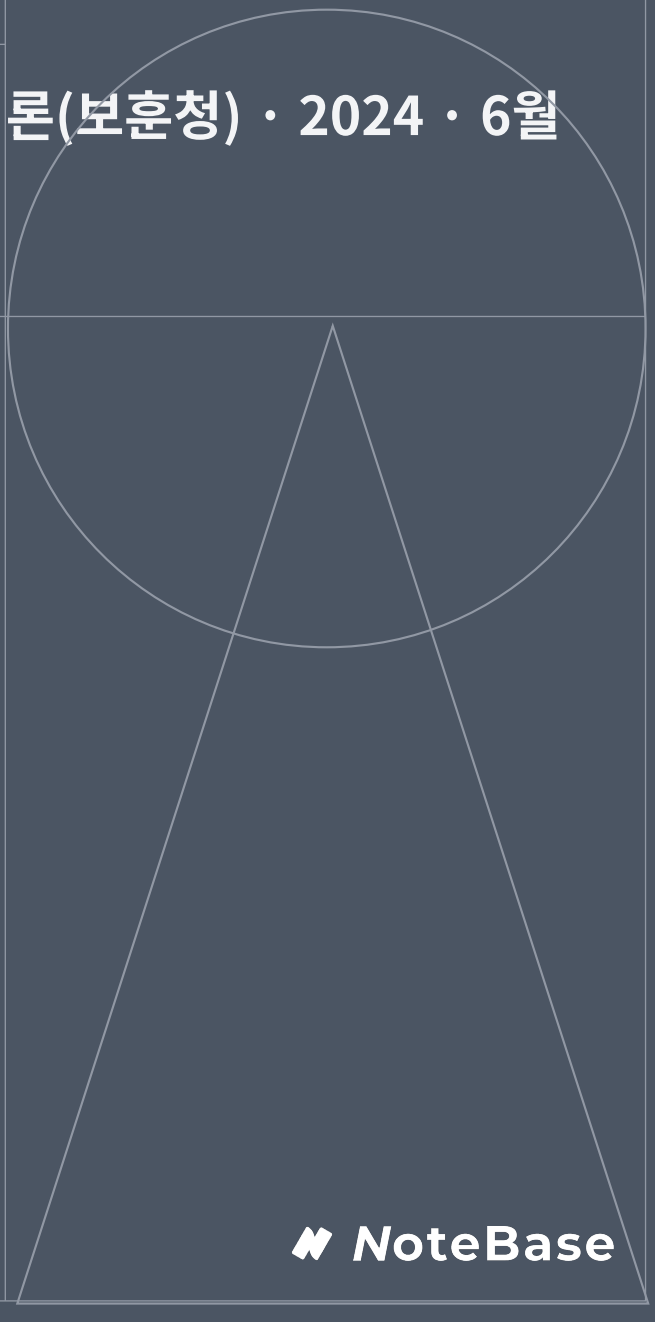
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 전기이론(보훈청) · 2024 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 전기이론(보훈청) · 2024 · 6월

공무원/서울시/9급 · 전기이론(보훈청) · 2024 · 6월

문 1. 어떤 콘덴서에 1[A]의 전류가 흘러 들어가고 있으며, 콘덴서의 전압 변화율은 10[V/s]이다. 해당 콘덴서의 정전용량으로 알맞은 것은?

① 10[mF]

② 0.1[F]

③ 1[F]

④ 10[F]

정답 2번

간단한 해설

콘덴서의 정전용량은 **전류를 전압 변화율로 나눈 값**이다. 전류 1 A와 전압 변화율 10 V/s를 적용하면 정전용량은 0.1 F이다.

계산 과정

정전용량 C가 일정한 콘덴서에서 저장 전하 q와 전압 v는 $q = Cv$의 관계를 갖는다. 전류 i는 단위 시간당 전하의 변화량이므로, **전류와 전압 변화율의 관계**는 $i = C\frac{dv}{dt}$이다.

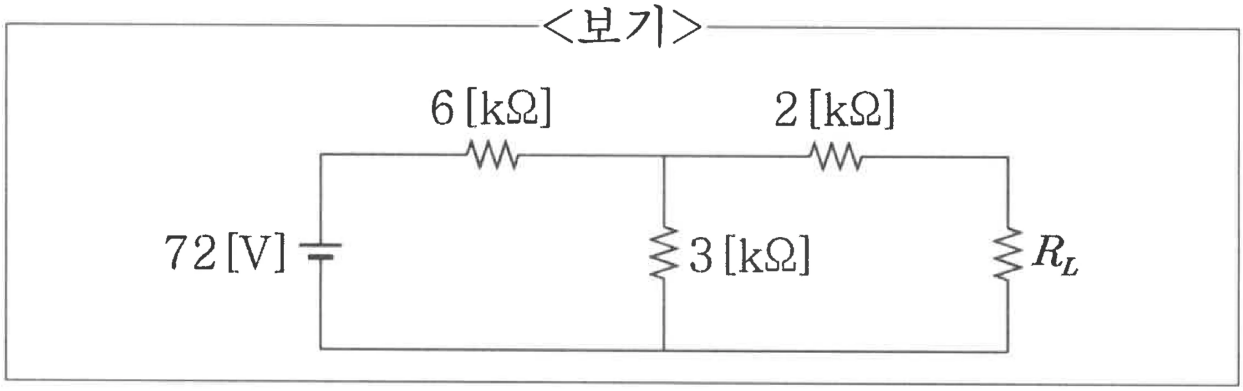
주어진 전류는 1 A이고 전압 변화율은 10 V/s이므로, $C = \frac{i}{dv/dt} = \frac{1}{10} = 0.1\text{F}$이다. 이는 전압을 1 V 높이는 데 전하 0.1 C가 필요하다는 뜻이다.

따라서 정전용량은 0.1 F이며, ②의 0.1[F]에 해당한다.

NoteBase

문 2. <보기>의 회로에서 테브난 등가회로의 저항[kΩ]과 전압[V]은?

<보기>



① 테브난 저항[kΩ]: 3, 테브난 전압[V]: 12

② 테브난 저항[kΩ]: 4, 테브난 전압[V]: 24

③ 테브난 저항[kΩ]: 5, 테브난 전압[V]: 36

④ 테브난 저항[kΩ]: 6, 테브난 전압[V]: 48

정답 2번

간단한 해설

부하를 개방하면 2 kΩ 저항에 전류가 흐르지 않아, **3 kΩ 저항의 분압인 24 V**가 테브난 전압이 된다. 테브난 저항은 전압원을 단락한 뒤 구하므로, 6 kΩ과 3 kΩ의 병렬값에 2 kΩ을 더한 4 kΩ이다.

계산 과정

부하 R_L이 연결된 두 단자에서 왼쪽 회로를 바라본다. 테브난 전압 V_{Th}는 부하를 떼어 낸 개방 단자 전압이고, 테브난 저항 R_{Th}는 독립 전원을 0으로 만든 뒤 같은 단자에서 본 저항이다.

테브난 전압: R_L을 제거하면 오른쪽 단자가 개방되어 2 kΩ 저항의 전류가 0이 된다. 따라서 **2 kΩ 저항의 전압강하도 0**이므로, 출력 전압은 3 kΩ 저항 양단의 전압과 같다. 6 kΩ과 3 kΩ은 72 V 전원에 직렬로 연결되어 있으므로 전압분배법칙을 적용한다. $V_{Th} = 72 \cdot \frac{3}{6+3} = 24\text{V}$이다. 전원의 위쪽이 양극이므로 출력의 위쪽 단자가 아래쪽보다 24 V 높다.

테브난 저항: 부하를 제거한 상태에서 **72 V 독립 전압원을 단락**한다. 그러면 6 kΩ과 3 kΩ은 같은 두 노드 사이에 연결되어 병렬이 된다. 그 병렬 등가저항은 $\frac{6 \cdot 3}{6+3} = 2\text{k}\Omega$이다. 출력 단자에서 보면 이 병렬 등가저항과 오른쪽의 2 kΩ 저항이 직렬이므로, $R_{Th} = 2 + 2 = 4\text{k}\Omega$이다.

테브난 저항 4 kΩ, 테브난 전압 24 V의 조합은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 3. 선로의 직렬 임피던스가 $Z = R + j\omega L$[Ω]이며, 병렬 어드미턴스가 $Y = G + j\omega C$[S]이다. 선로가 무손실 선로일 때, 선로의 특성 임피던스는?

① $\sqrt{\frac{C}{L}}$
② $\sqrt{\frac{L}{C}}$
③ $\sqrt{LC}$
④ $\sqrt{L^2C}$

정답 2번

간단한 해설

무손실 선로에서는 저항과 누설 컨덕턴스가 모두 0이므로, 특성 임피던스는 **인덕턴스와 정전용량의 비의 제곱근**인 $\sqrt{\frac{L}{C}}$이다.

공통 해설

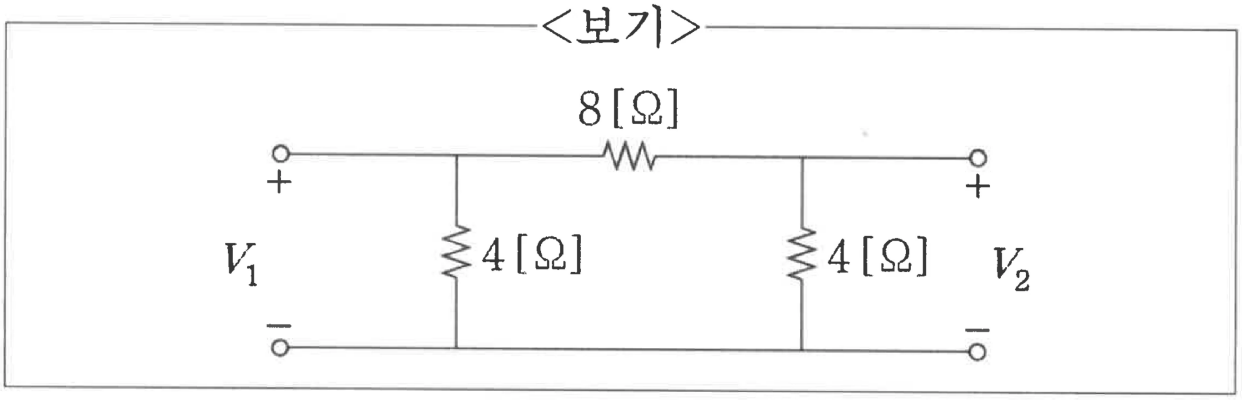
특성 임피던스는 선로를 따라 진행하는 파의 전압과 전류의 비이다. 직렬 임피던스가 Z, 병렬 어드미턴스가 Y인 선로에서는 $Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$로 나타낸다. 여기서 L은 인덕턴스, C는 정전용량이다.

무손실 조건은 **저항 R과 누설 컨덕턴스 G가 모두 0**이라는 뜻이다. 따라서 $Z = j\omega L$, $Y = j\omega C$가 되며, 이를 특성 임피던스 관계식에 적용하면 $Z_0 = \sqrt{\frac{j\omega L}{j\omega C}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$이다. 공통 인자인 $j\omega$가 약분되어 L이 분자, C가 분모에 놓이며, 특성 임피던스의 단위는 Ω이다.

NoteBase

문 4. <보기>의 4단자망 회로에서 ABCD 파라미터 값은?

<보기>



① A: 2, B: 1, C: 3, D: 2

② A: 3, B: 1, C: 8, D: 3

③ A: 2, B: 3, C: 1, D: 2

④ A: 3, B: 8, C: 1, D: 3

정답 4번

간단한 해설

8 Ω 저항에는 **출력 전류와 오른쪽 4 Ω 저항의 전류가 합쳐져** 흐른다. 이 관계로 입력 전압과 입력 전류를 나타내면 A = D = 3, B = 8 Ω, C = 1 S를 얻는다.

NoteBase

계산 과정

전류 방향과 정의: 입력 전류 I_1은 왼쪽 위 단자로 들어가고, 출력 전류 I_2는 오른쪽 위 단자에서 나가는 방향으로 잡는다. 이때 ABCD 파라미터는 $V_1 = AV_2 + BI_2$, $I_1 = CV_2 + DI_2$의 계수이다. A와 D는 무차원, B의 단위는 Ω, C의 단위는 S이다.

A와 B 계산: 그림에서 양쪽 4 Ω 저항은 각각 입력과 출력의 위아래 단자 사이에 연결되어 있다. 8 Ω 저항을 왼쪽에서 오른쪽으로 흐르는 전류를 I_x라 하면, 출력 쪽에서 전류가 갈라지므로 $I_x = I_2 + \frac{V_2}{4\Omega}$이다. 즉, **8 Ω 저항의 전류는 출력 전류만이 아니다**. 입력 전압은 출력 전압에 8 Ω 저항의 전압 강하를 더한 값이므로 $V_1 = V_2 + (8\Omega)I_x$이다. 앞의 전류식을 대입하면 $V_1 = 3V_2 + (8\Omega)I_2$이므로 A = 3, B = 8 Ω이다.

C와 D 계산: 입력 전류는 **왼쪽 4 Ω 저항의 전류와 8 Ω 저항의 전류의 합**이므로 $I_1 = \frac{V_1}{4\Omega} + I_x$이다. 여기에 위에서 구한 입력 전압과 I_x를 대입한다. V_2의 계수는 $\frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 1$ S이고, I_2의 계수는 2 + 1 = 3이다. 따라서 $I_1 = (1\text{S})V_2 + 3I_2$이므로 C = 1 S, D = 3이다.

구한 값은 A = 3, B = 8 Ω, C = 1 S, D = 3으로, ④의 수치 조합과 일치한다.

NoteBase

문 5. 반지름이 1[m]인 환상 솔레노이드 코일에 6.28[A]의 전류가 흘렀을 때 내부자계의 세기가 150[AT/m]인 것으로 나타났다. 해당 환상 솔레노이드의 권선수는? (단, 원주율 π=3.14로 계산한다.)

① 50

② 100

③ 150

④ 200

정답 3번

간단한 해설

환상 솔레노이드는 **원주 길이**를 자기 경로의 길이로 사용하므로 내부 자계는 $H = \frac{NI}{2\pi r}$이다. 주어진 값을 적용하면 권선수는 150회이다.

계산 과정

권선수를 N, 전류를 I, 내부 자계의 세기를 H, 자기 경로의 길이를 ℓ이라 하자. 환상 솔레노이드 내부에서 원주를 따라 암페어의 주회 법칙을 적용하면 $H\ell = NI$이다. 즉, **자계의 세기와 자기 경로 길이의 곱**은 코일의 기자력 NI와 같다.

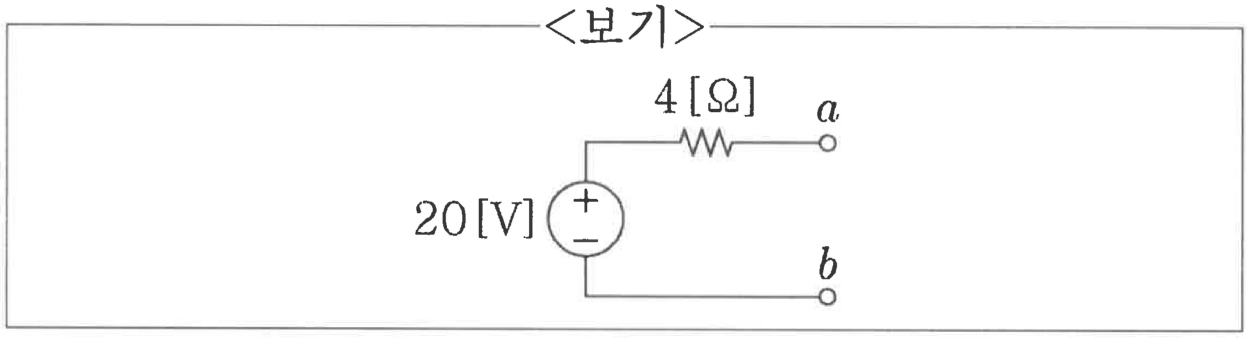
반지름 r = 1 m이고 π = 3.14이므로 자기 경로의 길이는 $\ell = 2\pi r = 2 \cdot 3.14 \cdot 1 = 6.28\text{m}$이다. H = 150 AT/m를 곱하면 $H\ell = 150 \cdot 6.28 = 942\text{AT}$이며, 이는 주어진 자계를 만드는 데 필요한 기자력이다.

전류 I = 6.28 A이므로 기자력을 전류로 나누어 권선수를 구한다. $N = \frac{H\ell}{I} = \frac{942}{6.28} = 150$이므로 권선수는 150회이며, ③의 150에 해당한다.

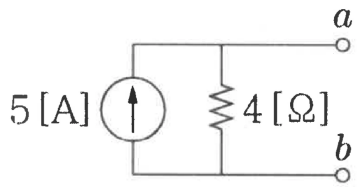
NoteBase

문 6. <보기>의 회로의 전압원을 전류원으로 변환 시 등가 변환 회로도로 적절한 것은?

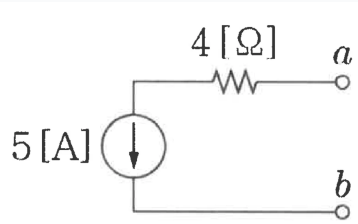
<보기>



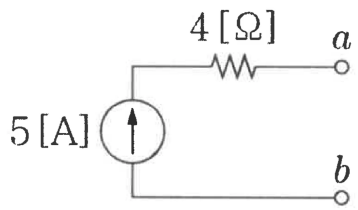
①



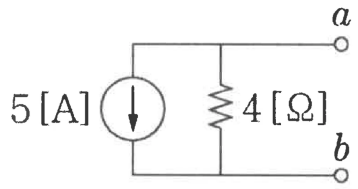
②



③



④



정답 1번

간단한 해설

전압원과 직렬인 저항은 전류원으로 변환할 때 **전류원과 병렬**로 연결한다. 전류는 5 A이며, a단자가 양극이므로 전류원의 화살표는 **b에서 a로** 향해야 한다.

NoteBase

공통 해설

전원 등가 변환은 외부의 a–b단자에서 보았을 때 전압과 전류의 관계가 같도록 전원의 표현을 바꾸는 것이다. 전압 V인 이상 전압원과 저항 R이 직렬로 연결되어 있으면, 이를 전류 $I = \frac{V}{R}$인 이상 전류원과 **같은 저항 R의 병렬 연결**로 바꿀 수 있다. 이때 전류원의 화살표는 원래 전압원의 음극 쪽에서 양극 쪽을 향한다.

보기에서는 전압이 20 V이고 직렬 저항이 4 Ω이므로 전류원의 크기는 $I = \frac{20}{4} = 5\text{A}$이다. 변환 후에도 저항은 4 Ω이며, 전류원과 저항을 모두 a–b단자 사이에 병렬로 연결해야 한다.

원래 회로의 a–b단자를 개방하면 저항에 전류가 흐르지 않아 a의 전위가 b보다 20 V 높다. 변환한 회로에서도 이 극성을 유지하려면 전류원이 b에서 a로 5 A를 보내야 한다. 그러면 개방 상태에서 그 전류가 4 Ω 저항을 따라 a에서 b로 흐르며 $5 \times 4 = 20$ V가 형성된다. 따라서 등가 회로는 **화살표가 위쪽인 5 A 전류원과 4 Ω 저항의 병렬 회로**이다. 저항을 직렬로 두거나 화살표를 아래쪽으로 바꾸면 원래 회로와 같은 단자 특성을 얻을 수 없다.

NoteBase

문 7. 어떠한 교류 전압원이 순수 용량성 부하에 연결되었을 때, 해당 부하에 흐르는 전류의 위상은 교류 전압원에 비해 (가)이며, 해당 회로망의 역률은 (나)이다. (가)와 (나)에 해당하는 것을 옳게 짝지은 것은?

① (가): 진상, (나): 0

② (가): 지상, (나): 0

③ (가): 진상, (나): 1

④ (가): 지상, (나): 1

정답 1번

간단한 해설

순수 용량성 부하에서는 전류가 전압보다 90° 앞서는 **진상**이다. 전압과 전류의 위상차가 90°이므로 **역률은 0**이다.

빈칸별 해설

(가) 진상: 순수 용량성 부하는 저항 성분이 없는 이상적인 축전기 부하이다. 축전기에서는 $i = C\frac{dv}{dt}$가 성립하며, C는 정전용량, v와 i는 각각 순간 전압과 순간 전류이다. 정현파 정상상태에서 전압을 미분하면 위상이 90° 앞서므로, 전류는 전압보다 **90° 앞서는 진상**이다. 지상은 전류의 위상이 전압보다 뒤지는 경우를 뜻한다.

(나) 0: 정현파 정상상태의 역률은 전압과 전류의 위상차를 ϕ라 할 때 $\cos\phi$이다. 순수 용량성 부하에서는 위상차의 크기가 90°이므로 $\cos 90^\circ = 0$이다. 축전기는 에너지를 저장했다가 전원으로 돌려주므로 **한 주기 평균 유효전력이 0**이다. 역률 1은 전압과 전류의 위상차가 0°인 순수 저항성 부하에 해당한다.

따라서 (가)는 진상, (나)는 0으로, ①의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 8. 인덕터에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 동일한 자성체에 권선을 2회 감아준 인덕터와 4회 감아준 인덕터의 인덕턴스는 4배 차이이다.

② 동일한 자성체의 형상과 권수를 가지지만, 자성체의 투자율이 다른 두 인덕터가 존재한다. 이때, 투자율이 더 큰 자성체를 지닌 인덕터의 인덕턴스가 더 크다.

③ 자성체의 투자율, 권수, 자로의 길이가 같지만, 자성체의 단면적이 다른 두 인덕터가 존재한다. 이때, 자성체의 단면적이 좁은 인덕터의 인덕턴스가 더 크다.

④ 공극이 없던 인덕터에 공극을 추가하면 인덕터의 인덕턴스는 줄어든다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '단면적이 좁은 인덕터의 인덕턴스가 더 크다'는 관계가 반대이다. 투자율·권수·자로 길이가 같으면 인덕턴스는 **자성체의 단면적에 비례**하므로, 단면적이 넓은 인덕터의 인덕턴스가 더 크다.

선지별 해설

단면적이 일정한 자로에서 자기포화와 누설자속을 무시하면 인덕턴스는 $L = \frac{\mu N^2 A}{\ell}$이다. 여기서 μ는 투자율, N은 권수, A는 자성체의 단면적, ℓ은 자로의 길이이다. 투자율은 물질이 자속을 얼마나 쉽게 형성하게 하는지를 나타낸다.

① O: 동일한 자성체에서는 투자율·단면적·자로 길이가 같으므로 인덕턴스는 **권수의 제곱에 비례**한다. 따라서 4회 감은 인덕터의 인덕턴스는 2회 감은 것의 $\left(\frac{4}{2}\right)^2 = 4$배이다.

② O: 자성체의 형상과 권수가 같으면 인덕턴스 식에서 투자율만 달라진다. **투자율이 클수록** 같은 전류로 더 많은 자속이 형성되므로 인덕턴스도 커진다.

③ X: 투자율·권수·자로 길이가 같으면 단면적이 넓을수록 자속이 흐르기 쉬워져 같은 전류에서 더 많은 자속이 형성된다. 따라서 '단면적이 좁은'을 **'단면적이 넓은'**으로 고쳐야 한다.

④ O: 공기의 투자율은 자성체의 투자율보다 매우 작다. 따라서 공극을 추가하면 자속이 흐르기 어려운 정도인 **자기저항이 증가**한다. 전체 자기저항을 $\mathcal{R}$이라 할 때 $L = \frac{N^2}{\mathcal{R}}$이므로, 권수가 같으면 인덕턴스가 감소한다.

NoteBase

문 9. 전계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전계 내의 한 점 a에서 다른 한 점 b로 10[C]의 전하를 30[J]의 에너지를 들여 이동시켰을 때, a점과 b점의 전위차의 크기는 3[V]이다.

② 두 콘덴서가 동일한 유전체와 전극의 면적을 지닐 때, 전극 간 거리가 더 먼 콘덴서가 더 큰 정전용량을 갖는다.

③ 두 콘덴서가 동일한 유전체와 전극 간 거리를 지닐 때, 전극의 면적이 더 넓은 콘덴서가 더 큰 정전용량을 갖는다.

④ 두 콘덴서를 병렬로 연결하면 등가 정전용량은 더 커진다.

정답 2번

간단한 해설

②의 전극 간 거리가 멀수록 정전용량이 커진다는 설명은 반대이다. 동일한 유전체와 전극 면적에서는 정전용량이 **전극 간 거리에 반비례**하므로, 거리가 멀수록 정전용량은 작아진다.

선지별 해설

① O: 전위차의 크기는 단위 전하를 이동시키는 데 필요한 에너지이다. 전하량을 Q, 이동에 필요한 에너지를 W라 하면 $|\Delta V| = \frac{W}{Q}$이다. 따라서 $|\Delta V| = \frac{30}{10} = 3\text{V}$이며, 이는 **전하 1 C당 3 J의 에너지**가 필요하다는 뜻이다.

② X: 평행판 콘덴서의 정전용량은 $C = \frac{\varepsilon S}{d}$이다. 여기서 ε는 유전체의 유전율, S는 마주 보는 전극의 면적, d는 전극 간 거리이다. 유전율과 면적이 같으면 정전용량은 **전극 간 거리에 반비례**한다. 따라서 거리가 더 먼 콘덴서의 정전용량은 더 작다.

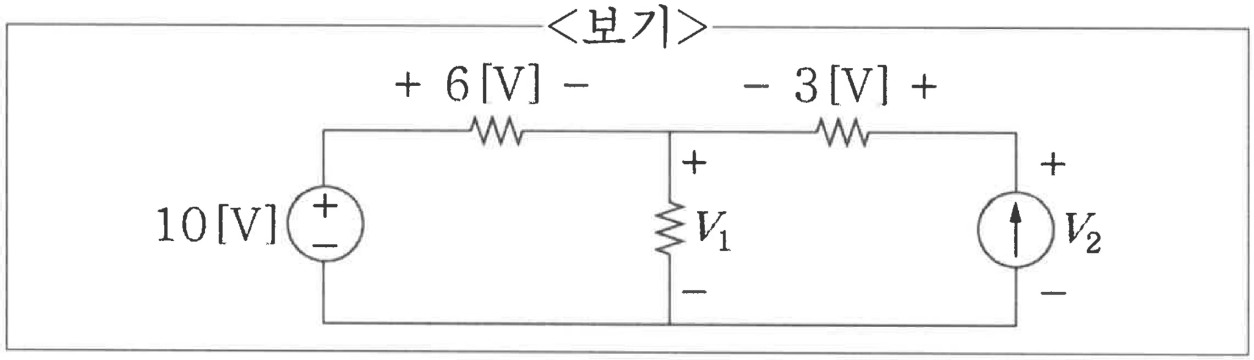
③ O: 평행판 콘덴서에서 유전체와 전극 간 거리가 같으면 $C = \frac{\varepsilon S}{d}$에 따라 정전용량은 **전극 면적에 비례**한다. 같은 전압에서 전극 면적이 넓을수록 더 많은 전하를 저장할 수 있으므로 정전용량이 커진다.

④ O: 병렬로 연결된 두 콘덴서는 **양단 전압이 같고 저장 전하량은 합해진다**. 정전용량이 전하량을 전압으로 나눈 값이므로, 등가 정전용량은 $C_{eq} = C_1 + C_2$이다. 따라서 각각의 콘덴서보다 등가 정전용량이 더 크다.

NoteBase

문 10. <보기>와 같은 회로에서 전압 V_1[V]과 V_2[V]는?

<보기>



① V_1[V]: 6, V_2[V]: 2

② V_1[V]: 2, V_2[V]: 6

③ V_1[V]: 4, V_2[V]: 7

④ V_1[V]: 7, V_2[V]: 4

정답 3번

간단한 해설

전압은 표시된 +단자의 전위에서 −단자의 전위를 뺀 값이다. 왼쪽 위 저항에서는 왼쪽에서 오른쪽으로 **6 V 낮아져** $V_1 = 4$V이고, 오른쪽 위 저항에서는 **3 V 높아져** $V_2 = 7$V이다.

계산 과정

기준 전위 설정: 아래쪽 도선은 세 소자의 아래 단자를 연결하는 공통 노드이므로 전위를 0 V로 정한다. 전압은 표시된 +단자의 전위에서 −단자의 전위를 뺀 값이다. 왼쪽 10 V 전압원은 위쪽이 +이므로 왼쪽 위 노드의 전위는 10 V이다.

V_1 계산: 왼쪽 위 저항은 왼쪽이 +, 오른쪽이 −로 표시되어 있으므로, 가운데 위 노드의 전위는 왼쪽 위 노드보다 **6 V 낮다**. 따라서 가운데 위 노드의 전위는 10 − 6 = 4 V이다. V_1은 가운데 위 노드와 공통 노드 사이의 전압이므로 $V_1 = 4 - 0 = 4$V이다.

V_2 계산: 오른쪽 위 저항은 왼쪽이 −, 오른쪽이 +이므로, 오른쪽 위 노드의 전위는 가운데 위 노드보다 **3 V 높다**. 따라서 오른쪽 위 노드의 전위는 4 + 3 = 7 V이다. V_2도 위쪽이 +, 아래쪽이 −로 표시되어 있으므로 $V_2 = 7 - 0 = 7$V이다.

계산한 $V_1 = 4$V, $V_2 = 7$V는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 11. 이상적인 전원의 전류원과 전압원에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 전류원의 내부저항은 0이고, 전압원의 내부저항은 ∞이다.

② 전류원의 내부저항은 일정하지 않고, 전압원의 내부저항은 일정하다.

③ 전류원 및 전압원의 내부저항은 흐르는 전류에 따라 변한다.

④ 전류원의 내부저항은 ∞이고, 전압원의 내부저항은 0이다.

정답 4번

간단한 해설

이상적인 전류원은 단자전압이 달라져도 일정한 전류를 공급하므로 **내부저항이 ∞**이다. 이상적인 전압원은 공급 전류가 달라져도 일정한 단자전압을 유지하므로 **내부저항이 0**이다.

선지별 해설

이상적인 전류원은 단자전압과 관계없이 정해진 전류를 공급하고, 이상적인 전압원은 공급 전류와 관계없이 정해진 단자전압을 유지한다. 전류원의 내부저항은 전류원에 병렬로, 전압원의 내부저항은 전압원에 직렬로 연결한 저항으로 나타낸다.

① X: 두 전원의 내부저항을 서로 바꾸어 썼다. 이상적인 전류원의 내부저항은 **∞**이고, 이상적인 전압원의 내부저항은 **0**이다. 전류원에 내부저항 0을 병렬로 연결하면 출력 단자가 단락되므로 이상적인 전류원의 특성을 나타낼 수 없다.

② X: 이상적인 전압원의 내부저항이 일정하다는 부분은 맞으며 그 값은 0이다. 그러나 이상적인 전류원의 내부저항도 변하는 값이 아니라 **항상 ∞로 두는 값**이다. 단자전압이 변해도 내부저항을 통해 전류가 빠져나가지 않아 공급 전류가 일정하게 유지된다.

③ X: 이상적인 전원의 내부저항은 **흐르는 전류에 따라 변하지 않는다**. 이상적인 전류원은 내부저항을 ∞로, 이상적인 전압원은 내부저항을 0으로 둔다. 전압원의 공급 전류가 달라져도 내부저항에서 전압 강하가 생기지 않으므로 단자전압이 일정하다.

④ O: 이상적인 전류원은 **병렬 내부저항이 ∞**이므로 내부저항으로 분류되는 전류가 없어 정해진 전류를 외부에 공급한다. 이상적인 전압원은 **직렬 내부저항이 0**이므로 전류가 흘러도 내부 전압 강하가 없어 정해진 단자전압을 유지한다.

NoteBase

문 12. 어느 직렬 RL회로의 자연응답 전류 수식이 $i(t) = 5e^{-10t}$[A]이다. 이 회로의 인덕턴스가 $L = 50$ [mH]일 때, 저항[Ω]은?

① 0.01

② 0.05

③ 0.1

④ 0.5

정답 4번

간단한 해설

직렬 RL회로의 자연응답에서 지수의 감쇠계수는 **저항과 인덕턴스의 비**이므로 $\frac{R}{L} = 10$이다. 인덕턴스 50 mH를 0.05 H로 환산하면 저항은 0.5 Ω이다.

계산 과정

자연응답은 외부 전원의 공급 없이 인덕터에 저장된 에너지가 저항에서 소모되며 전류가 감소하는 과정이다. 직렬 RL회로에는 $L\frac{di}{dt} + Ri = 0$이 성립하므로 전류는 $i(t) = i(0)e^{-(R/L)t}$로 나타난다. 여기서 R은 저항, L은 인덕턴스이며, **지수의 감쇠계수는 저항을 인덕턴스로 나눈 값**이다.

주어진 $i(t) = 5e^{-10t}$ A와 비교하면 $\frac{R}{L} = 10\text{s}^{-1}$이다. 앞의 5 A는 초기 전류이고, 10은 전류가 감소하는 속도를 정하는 감쇠계수이다.

감쇠계수와 곱할 인덕턴스는 **H 단위로 환산**하여 L = 50 mH = 0.05 H로 쓴다. 따라서 $R = 10\text{s}^{-1} \times 0.05\text{H} = 0.5\Omega$이다. 이는 ④의 0.5 Ω에 해당한다.

NoteBase

문 13. 어느 인덕터에 전류가 5[A]가 흐르고 있고 해당 인덕터에 저장된 에너지는 7.5[J]일 때, 인덕턴스[H]는?

① 0.6

② 0.8

③ 1

④ 1.5

정답 1번

간단한 해설

인덕터의 저장 에너지는 $W = \frac{1}{2}LI^2$이므로, 인덕턴스는 **저장 에너지의 2배를 전류의 제곱으로 나눈 값**이다.
주어진 값을 적용하면 0.6 H이다.

계산 과정

인덕턴스 L이 일정한 인덕터는 전류가 만드는 자기장에 에너지를 저장하며, 저장 에너지 W와 전류 I의 관계는 $W = \frac{1}{2}LI^2$이다. 여기서 W의 단위는 J, L의 단위는 H, I의 단위는 A이다.

주어진 전류는 I = 5 A이고 저장 에너지는 W = 7.5 J이다. 에너지 식을 L에 대해 정리하면 $L = \frac{2W}{I^2}$이므로, **전류를 제곱하여 분모에 넣어야 한다**. 따라서 $L = \frac{2 \times 7.5}{5^2} = \frac{15}{25} = 0.6$H이다.

구한 인덕턴스 0.6 H는 ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 14. 정격 전압에서 각각 100[W]의 전력을 소비하는 저항이 3개 있다. 이 저항 3개를 병렬 연결하고 정격의 90[%]인 전압을 인가할 때, 전체 저항의 소비전력[W]은?

① 192

② 210

③ 243

④ 270

정답 3번

간단한 해설

저항값이 일정하면 소비전력은 **전압의 제곱에 비례**한다. 전압이 정격의 90%이면 각 저항의 소비전력은 정격의 81%인 81 W가 되므로, 병렬 연결한 3개의 전체 소비전력은 243 W이다.

계산 과정

정격 전압을 V_0, 저항 한 개의 저항값을 R이라 하고, 저항값은 일정하다고 본다. **병렬 연결에서는 각 저항에 전원 전압이 그대로 걸리므로** 각 저항의 인가 전압은 $0.9V_0$이다.

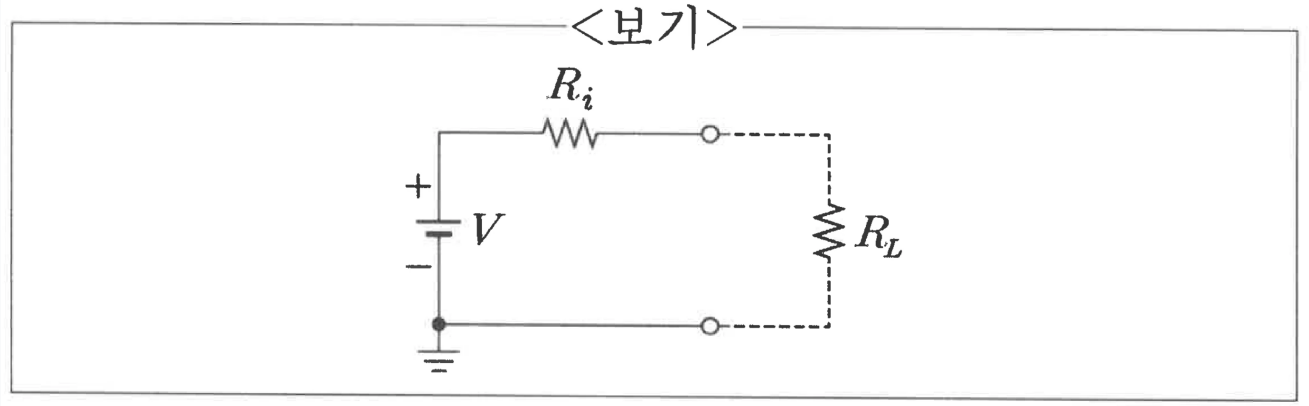
저항의 소비전력은 $P = \frac{V^2}{R}$이므로, 저항값이 일정하면 전압의 제곱에 비례한다. 따라서 전압이 정격의 0.9배이면 소비전력은 $(0.9)^2 = 0.81$배가 된다. 정격에서 한 개의 소비전력이 100 W이므로, 낮아진 전압에서 한 개의 소비전력은 $P = 100 \cdot (0.9)^2 = 81\text{W}$이다.

전체 소비전력은 각 저항의 소비전력을 합한 값이므로 $3 \times 81 = 243$ W이며, ③의 243 W에 해당한다.

NoteBase

문 15. <보기>의 회로에서 전압 V가 12[V]이며, 부하저항 R_L에 최대 전력이 공급될 때의 전력 값은 6[W]라고 한다. 이때, 합성저항 R[Ω]은? (단, R_i는 전원의 내부저항이다.)

<보기>



① 6

② 8

③ 12

④ 16

정답 3번

간단한 해설

최대 전력 전달 조건에서는 **부하저항과 내부저항이 같아** 부하에 전원 전압의 절반인 6 V가 걸린다. 부하 전력이 6 W이므로 부하저항은 6 Ω이고, 두 저항을 합한 합성저항은 12 Ω이다.

계산 과정

회로의 내부저항 R_i와 부하저항 R_L은 직렬로 연결되어 있으므로 합성저항은 $R = R_i + R_L$이다. 전원 전압과 내부저항이 일정한 저항 회로에서 부하가 최대 전력을 받는 조건은 **부하저항과 내부저항이 같은 것**, 즉 $R_L = R_i$이다.

두 저항이 같으면 전압도 절반씩 나뉘므로 부하에 걸리는 전압 V_L은 $V_L = \frac{12}{2} = 6\text{V}$이다. 저항에서 소비되는 전력은 $P_L = \frac{V_L^2}{R_L}$이므로, 주어진 최대 부하 전력 6 W를 대입하면 $R_L = \frac{6^2}{6} = 6\Omega$이다. 이 6 Ω은 **부하저항 하나의 값**이며, 내부저항도 6 Ω이다.

따라서 회로 전체의 합성저항은 $R = R_i + R_L$에 따라 6 + 6 = 12 Ω이다. 이는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 16. 권수가 1,000회이고, 저항이 10[Ω]인 솔레노이드에 전류가 10[A] 흐를 때, 자속 1×10^{-3}[Wb]가 발생하였다. 이 회로의 시정수[sec]는? (단, 솔레노이드의 내부 자기장은 균일하고, 외부 자기장은 무시할 만큼 작다.)

① 1

② 0.1

③ 0.01

④ 0.001

정답 3번

간단한 해설

솔레노이드의 인덕턴스는 쇄교자속을 전류로 나누어 구하면 0.1 H이다. RL 회로의 시정수는 **인덕턴스를 저항으로 나눈 값**이므로 $\tau = \frac{L}{R} = 0.01\text{s}$이다.

계산 과정

주어진 값은 권수 N = 1,000회, 저항 R = 10 Ω, 전류 I = 10 A, 자속 $\Phi = 1 \times 10^{-3}\text{Wb}$이다. 내부 자기장이 균일하고 외부 자기장을 무시하므로 각 권선에 같은 자속이 쇄교한다고 본다. 따라서 전체 권선에 연결된 자속을 합한 **쇄교자속**은 $\lambda = N\Phi$이다.

인덕턴스 L은 전류에 대한 쇄교자속의 비이므로 $L = \frac{N\Phi}{I}$이다. 수치를 대입하면 $L = \frac{1{,}000 \times 10^{-3}}{10} = 0.1\text{H}$이다. 이 값은 솔레노이드가 전류의 변화를 방해하는 자기유도 작용의 크기를 나타낸다.

저항과 인덕턴스로 이루어진 RL 회로에서 전류 변화의 빠르기를 결정하는 시정수는 $\tau = \frac{L}{R}$이다. 따라서 $\tau = \frac{0.1}{10} = 0.01\text{s}$이다. 인덕턴스가 클수록 전류 변화가 느려지고, 같은 인덕턴스에서는 저항이 클수록 시정수가 작아진다.

구한 시정수 0.01초는 ③의 0.01에 해당한다.

NoteBase

문 17. $R-L$ **직렬회로에** $e=90\sin 120\pi t$**[V]의 전압을 인가하였을 때,** $i=2\sin(120\pi t-45°)$**[A]의 전류가 흐른다. 이때, 저항의 근삿값[Ω]은? (단,** $\sqrt{2}=1.4$**로 계산한다.)**

① 22.5

② 32.14

③ 45

④ 64.29

정답 2번

간단한 해설

전압·전류의 최댓값 비는 임피던스의 크기 45 Ω이며, 저항은 **위상차를 반영한 저항 성분** $R=|Z|\cos 45\,^\circ$로 구한다. 주어진 근삿값을 적용하면 약 32.14 Ω이다.

계산 과정

1. 임피던스 크기: 주어진 전압과 전류의 최댓값은 각각 $E_m=90\text{V}$, $I_m=2\text{A}$이다. 정현파 교류에서 임피던스의 크기는 전압과 전류의 비이므로 $|Z|=\frac{E_m}{I_m}=\frac{90}{2}=45\Omega$이다. 이때 **전압과 전류를 모두 최댓값으로 맞추어** 비를 구했으므로 실횻값으로 바꾸지 않아도 된다.

2. 위상차와 저항의 관계: 전압의 위상은 0°, 전류의 위상은 −45°이므로 전류가 전압보다 45° 늦는다. 직렬 R-L 회로에서는 저항 전압이 전류와 동상이고 코일 전압은 전류보다 90° 앞서므로, 저항 전압은 전체 전압의 **전류와 동상인 성분**이다. 따라서 전압과 전류의 위상차를 φ라 하면 $R=|Z|\cos\varphi$가 성립한다.

3. 저항 계산: $\cos 45\,^\circ=\frac{1}{\sqrt{2}}$이므로 $R=\frac{45}{\sqrt{2}}\Omega$이다. 문제에서 정한 $\sqrt{2}=1.4$를 적용하면 $R\approx\frac{45}{1.4}\approx 32.14\Omega$이다. 이는 ②의 32.14에 해당한다.

NoteBase

문 18. 유전율(ε)이 2×10^{-12} [F/m]인 유전체로 채워진 정사각형의 평행판 콘덴서의 판 간 거리가 10[mm]이고, 판의 한 변의 길이가 100[mm]일 때, 이 콘덴서의 정전용량[pF]은?

① 2

② 4

③ 6

④ 8

정답 1번

간단한 해설

평행판 콘덴서의 정전용량은 **판의 면적에 비례하고 판 간 거리에 반비례**하므로 $C = \frac{\varepsilon A}{d}$로 구한다. 한 변 0.1 m인 판의 면적과 판 간 거리 0.01 m를 대입하면 정전용량은 2 pF이다.

계산 과정

유전체가 판 사이를 채우고 가장자리 전기장의 영향을 무시하는 평행판 콘덴서에서는 $C = \frac{\varepsilon A}{d}$를 적용한다. 여기서 C는 정전용량, ε은 유전체의 유전율, A는 서로 마주 보는 한쪽 판의 면적, d는 판 간 거리이다. 같은 전압에서 판의 면적이 클수록 더 많은 전하를 저장하고, 판 간 거리가 멀수록 저장하는 전하가 줄어드는 관계이다.

판의 한 변은 100 mm = 0.1 m이고, 판 간 거리는 10 mm = 0.01 m이다. 판은 정사각형이므로 **한 변의 길이를 제곱하여 면적**을 구한다. 따라서 $A = (0.1)^2 = 0.01\text{m}^2$이다.

주어진 유전율 $\varepsilon = 2 \times 10^{-12}\text{F/m}$과 면적, 거리를 대입하면 $C = \frac{(2 \times 10^{-12}) \cdot 0.01}{0.01} = 2 \times 10^{-12}\text{F}$이다.
$1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$이므로 정전용량은 2 pF이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. $\vec{V}_a = 7[V], \vec{V}_b = 4 - j4[V], \vec{V}_c = 4 + j4[V]$ **3상 불평형 전압일 때, 영상 전압** $V_0[V]$**은?**

① 0

② 5

③ 15

④ 26

정답 2번

간단한 해설

영상 전압은 **세 상 전압의 페이저 합을 3으로 나눈 값**이다. 주어진 전압의 허수부가 서로 상쇄되어 합이 15 V이므로, 영상 전압은 5 V이다.

계산 과정

영상 성분은 세 상에 크기와 위상이 같게 나타나는 전압 성분이다. 정상·역상 성분은 세 상의 합이 0이므로, 전체 전압을 더하면 영상 성분의 3배만 남는다. 따라서 **전압의 크기가 아니라 페이저를 더하여** $\vec{V}_0 = \frac{\vec{V}_a + \vec{V}_b + \vec{V}_c}{3}$으로 구한다.

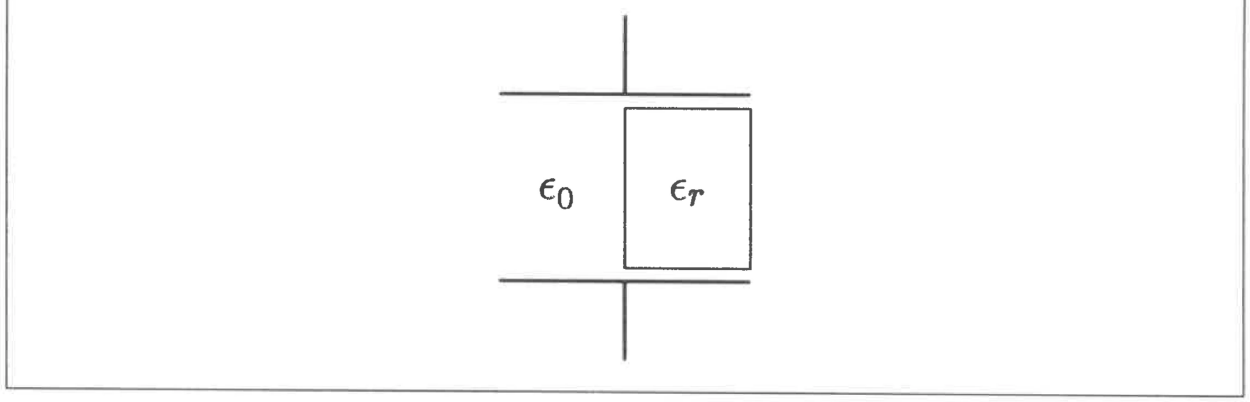
주어진 전압을 더하면 $\vec{V}_a + \vec{V}_b + \vec{V}_c = 7 + (4 - j4) + (4 + j4) = 15\text{V}$이다. 허수부의 −j4와 +j4가 상쇄되므로 합은 실수부만 남은 15 V이다.

이 합을 3으로 나누면 $\vec{V}_0 = \frac{15}{3} = 5\text{V}$이다. 따라서 영상 전압은 5 V이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 유전율이 ε_0, 극판면적이 S이고, 정전용량이 C_0인 평행판 콘덴서가 있다. <보기>와 같이 면적 S의 절반에 비유전율 ε□인 물질을 삽입하였더니 평행판 콘덴서의 합성 정전용량이 $2.5C_0$가 되었다고 할 때, 비유전율 ε□은?

<보기>



① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 4번

간단한 해설

유전체를 넣은 부분과 넣지 않은 부분은 **같은 전압이 걸리는 병렬 연결**로 볼 수 있다. 각 부분의 면적이 절반이므로 합성 정전용량은 $\frac{1+\varepsilon_r}{2}C_0$이며, 이것이 $2.5C_0$이므로 비유전율은 4이다.

NoteBase

계산 과정

극판 사이의 거리를 d라 하자. 가장자리 효과를 무시하는 평행판 콘덴서의 정전용량은 $C = \frac{\varepsilon S}{d}$이므로, 유전체를 넣기 전에는 $C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$이다.

그림에서 유전체는 극판 면적의 절반을 차지하며, 나머지 절반은 원래의 유전율 ε_0을 유지한다. 두 부분은 같은 위·아래 극판 사이에 놓여 **전압이 같으므로 병렬**로 취급한다. 따라서 두 부분의 정전용량을 더한다.

유전체를 넣지 않은 부분의 면적은 $S/2$이므로 정전용량은 $C_1 = \frac{\varepsilon_0 (S/2)}{d} = \frac{C_0}{2}$이다. 유전체 부분의 유전율은 $\varepsilon_0 \varepsilon_r$이고 면적도 $S/2$이므로, $C_2 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r (S/2)}{d} = \frac{\varepsilon_r C_0}{2}$이다. 즉, 같은 절반 면적에서 유전체 부분의 정전용량은 나머지 부분의 ε_r배이다.

합성 정전용량은 $C_1 + C_2 = \frac{1+\varepsilon_r}{2} C_0$이다. 주어진 $2.5C_0$와 같게 놓고 C_0로 나누면 $\frac{1+\varepsilon_r}{2} = 2.5$이다. 따라서 $1 + \varepsilon_r = 5$, $\varepsilon_r = 4$를 얻으며, ④의 값과 일치한다. 비유전율은 유전율의 비이므로 단위가 없다.

NoteBase