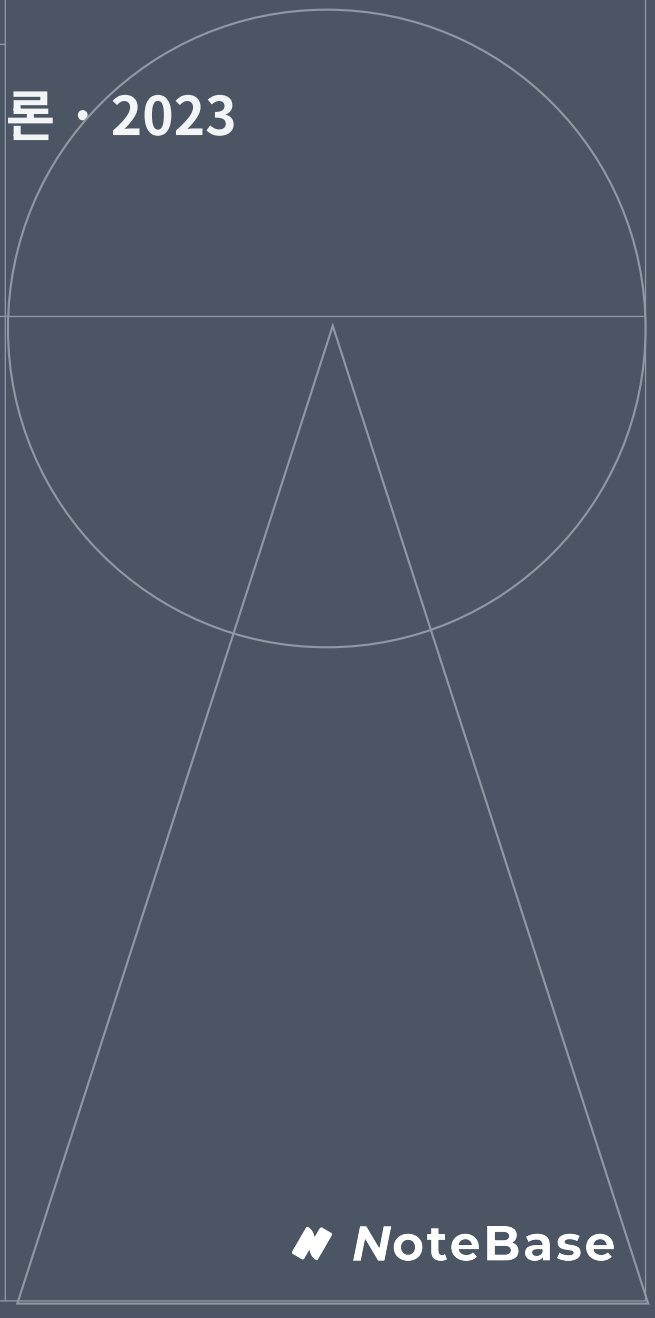
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2023

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2023

문 1. 정격용량 180 [W]의 전기 제품을 정격용량으로 30초 동안 사용할 때 소모한 전력량[Wh]은?

① 1.5

② 6

③ 90

④ 5,400

정답 1번

간단한 해설

전력량은 **소비전력에 사용 시간을 곱한 값**이다. 30초를 시간(h) 단위로 환산하여 180 W에 곱하면 소모 전력량은 1.5 Wh이다.

계산 과정

전력량 E는 일정 시간 동안 소비한 전기에너지이다. **정격용량으로 사용**하므로 소비전력 P는 180 W로 일정하며, 사용 시간 t를 곱한 $E = Pt$로 전력량을 구한다.

구하려는 단위가 Wh이므로 **사용 시간을 시간(h) 단위로 환산**한다. 1시간은 3,600초이므로 $t = \frac{30}{3600} = \frac{1}{120}$ h 이다.

전력과 환산한 시간을 곱하면 $E = 180 \times \frac{1}{120} = 1.5$ Wh이다. 이는 180 W의 전력을 30초 동안 사용하여 소비한 전기에너지이며, ①의 1.5에 해당한다.

NoteBase

문 2. 다음 설명에서 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 용량성 리액턴스는 전류에 비례한다.
ㄴ. 용량성 리액턴스는 주파수에 비례한다.
ㄷ. 용량성 리액턴스에는 에너지의 손실이 없다.
ㄹ. 용량성 리액턴스는 커패시턴스에 반비례한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

용량성 리액턴스는 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$이므로 같은 주파수에서 **커패시턴스에 반비례**한다. 이상적인 커패시터는 에너지를 저장했다가 회로로 돌려주므로 **에너지를 소모하지 않는다**.

보기별 해설

용량성 리액턴스는 커패시터가 정현파 교류 전류의 흐름을 방해하는 정도이며, 단위는 Ω이다. 이상적인 커패시터의 용량성 리액턴스는 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$이다. 여기서 f는 주파수(Hz), C는 커패시턴스(F)이다.

ㄱ. X: 용량성 리액턴스는 **주파수와 커패시턴스로 결정**되며 전류에 비례하지 않는다. 두 값이 일정하면 인가 전압을 높여 전류가 증가해도 용량성 리액턴스는 변하지 않는다.

ㄴ. X: 커패시턴스가 일정할 때 용량성 리액턴스는 주파수에 비례하는 것이 아니라 **반비례**한다. 공식의 분모에 주파수 f가 있으므로 주파수가 2배가 되면 용량성 리액턴스는 절반이 된다.

ㄷ. O: 이상적인 커패시터는 충전할 때 전기장에 에너지를 저장하고 방전할 때 이를 회로로 되돌려준다. 저항처럼 에너지를 열로 소모하지 않으므로 **한 주기 동안의 평균 소비전력은 0**이다. 이는 실제 소자의 누설저항 등에 의한 손실을 제외한 이상적인 용량성 리액턴스의 성질이다.

ㄹ. O: 주파수가 일정할 때 용량성 리액턴스는 **커패시턴스에 반비례**한다. 커패시턴스 C가 공식의 분모에 있으므로 C가 2배가 되면 용량성 리액턴스는 절반이 된다.

옳은 보기는 ㄷ, ㄹ이며, 이 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 3. $R-L-C$ **직렬공진회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 공진 시 전류가 최소로 된다.

② 전압과 전류가 동상이다.

③ 임피던스 $Z=R$인 회로이다.

④ $wL-\frac{1}{wC}=0$이다.

정답 1번

간단한 해설

직렬공진에서는 코일과 커패시터의 리액턴스가 상쇄되어 **임피던스의 크기가 최소**가 된다. 따라서 전원 전압의 크기가 일정하면 전류는 최소가 아니라 **최대**가 된다.

선지별 해설

R, L, C는 각각 저항, 인덕턴스, 정전용량이고, w는 전원의 각주파수이다. 정현파 정상상태에서 전원 전압의 크기와 저항이 일정한 직렬회로를 기준으로 판단한다.

① X: 직렬회로의 임피던스 크기는 $|Z|=\sqrt{R^2+(wL-\frac{1}{wC})^2}$ 이다. 공진 시에는 리액턴스 항이 0이 되어 임피던스 크기가 최솟값 R이 된다. 전원 전압의 크기 V가 일정할 때 전류의 크기는 $I=\frac{V}{|Z|}$이므로, 공진 시 전류는 **최대**가 된다.

② O: 공진 시에는 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스가 상쇄되어 회로 전체가 순저항처럼 작용한다. 따라서 전원 전압과 회로 전류 사이의 **위상차가 0**이므로 동상이다.

③ O: 직렬회로의 임피던스는 저항 성분과 리액턴스 성분으로 이루어진다. 공진 시에는 **전체 리액턴스가 0**이 되어 저항 성분만 남으므로 $Z=R$이다.

④ O: 유도성 리액턴스는 wL, 용량성 리액턴스의 크기는 $\frac{1}{wC}$이며, 두 성분은 서로 반대 부호로 작용한다. 공진은 **두 리액턴스의 크기가 같아지는 조건**이므로 $wL-\frac{1}{wC}=0$이다.

NoteBase

문 4. 입력이 40 [W]인 전원 공급기가 30 [W]를 출력하고 있다. 이때 이 전원 공급기의 운전 효율[%]과 전력 손실[W]은?

① 운전 효율: 45, 전력 손실: 20

② 운전 효율: 45, 전력 손실: 10

③ 운전 효율: 75, 전력 손실: 20

④ 운전 효율: 75, 전력 손실: 10

정답 4번

간단한 해설

입력 전력 중 출력으로 전달되는 비율이 **운전 효율**이므로 75%이고, **입력과 출력의 차이**가 전력 손실이므로 10 W이다.

계산 과정

운전 효율: 입력 전력은 40 W, 출력 전력은 30 W이다. 효율은 **입력 전력을 기준으로 출력 전력이 차지하는 비율**이다. 출력과 입력의 비는 $\frac{30}{40} = 0.75$이므로, 입력 전력의 75%가 출력으로 전달된다. 따라서 운전 효율은 $\eta = \frac{30}{40} \times 100 = 75\%$이다.

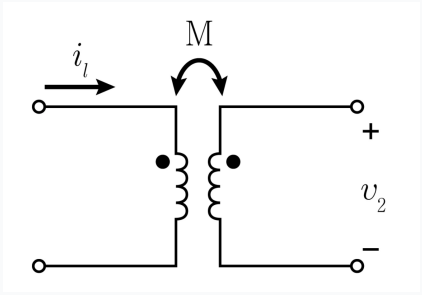
전력 손실: 입력 전력은 출력 전력과 손실 전력의 합이다. 따라서 **출력으로 전달되지 않은 전력**인 손실은 입력에서 출력을 빼서 구하며, 40 − 30 = 10 W이다.

운전 효율 75%, 전력 손실 10 W이므로 ④의 값과 일치한다.

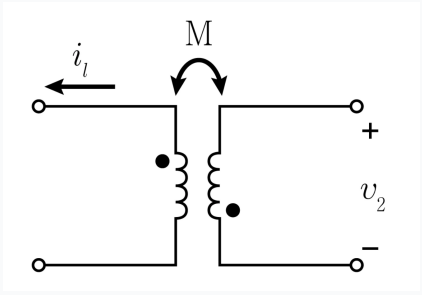
NoteBase

문 5. 상호인덕턴스 M을 갖는 자기 결합회로에서 v_2 값이 다른 하나는?

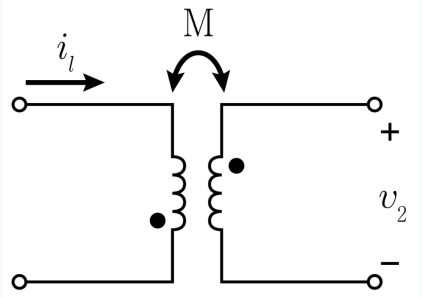
①



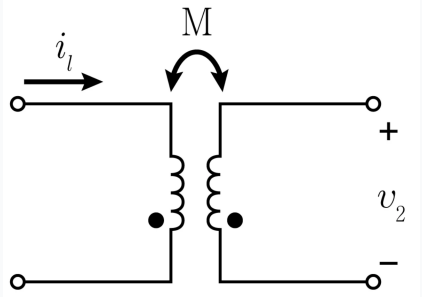
②



③



④



정답 3번

간단한 해설

③은 전류가 왼쪽 코일의 **비점표시 단자로 들어가고**, 전압의 +극은 오른쪽 코일의 점표시 단자에 있다. 따라서 그림의 전류 방향을 기준으로 한 유도전압은 $v_2 = -M\frac{di}{dt}$이며, 다른 회로와 부호가 반대이다.

NoteBase

선지별 해설

각 그림의 화살표 방향으로 흐르는 왼쪽 전류를 i라 하자. 오른쪽 코일은 개방되어 전류가 흐르지 않으므로, v_2는 왼쪽 전류의 변화에 의한 상호유도 전압이다. 점표시 규칙에 따라, 왼쪽 전류가 점표시 단자로 들어가며 증가하면 오른쪽 점표시 단자의 전위가 비점표시 단자보다 높아진다. 전류 기준 방향이나 전압 기준 극성 중 하나만 뒤집으면 상호유도 항의 부호가 바뀐다.

① 왼쪽 전류는 위쪽의 **점표시 단자로 들어가고**, 오른쪽 전압의 +극도 위쪽의 점표시 단자이다. 전류와 전압이 모두 점표시 규칙의 기준에 맞으므로 $v_2 = M\frac{di}{dt}$이다.

② 왼쪽 전류는 위쪽의 **점표시 단자에서 나오고**, 오른쪽 전압의 +극은 위쪽의 **비점표시 단자**이다. 점표시 규칙에 비해 전류 방향과 전압 극성이 모두 반대이므로 두 부호 반전이 상쇄되어 $v_2 = M\frac{di}{dt}$이다.

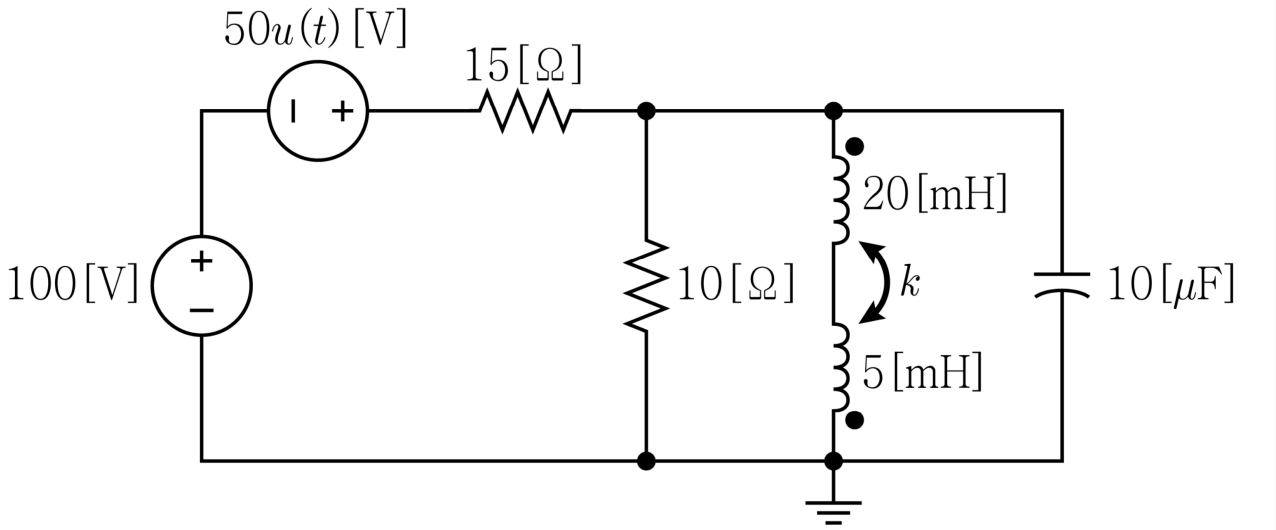
③ 왼쪽 점표시는 아래쪽에 있으므로, 위쪽으로 들어가는 전류는 **비점표시 단자로 들어간다**. 반면 오른쪽 전압의 +극은 위쪽의 점표시 단자이다. 전류 기준 방향만 점표시 규칙과 반대이므로 $v_2 = -M\frac{di}{dt}$이다.

④ 왼쪽 점표시는 아래쪽에 있으므로 전류는 위쪽의 비점표시 단자로 들어가고, 오른쪽 전압의 +극도 위쪽의 비점표시 단자이다. 점표시 규칙에 비해 **전류 방향과 전압 극성이 모두 반대**이므로 $v_2 = M\frac{di}{dt}$이다.

①·②·④는 $v_2 = M\frac{di}{dt}$이고, ③만 $v_2 = -M\frac{di}{dt}$이므로 상호유도 전압의 부호가 다른 회로는 ③이다.

NoteBase

문 6. 그림의 회로에서 $t = \infty$일 때, 결합 인덕터에 저장되는 에너지가 0.75 [J]이다. 결합계수 k는? (단, $u(t)$는 단위계단 함수이다)



① 0.1

② 0.5

③ 0.8

④ 1

정답 2번

간단한 해설

직류 정상상태에서 코일 전류는 10 A이고, 두 코일은 **자속이 서로 상쇄되는 직렬 연결**이다. 저장 에너지로 구한 합성 인덕턴스 15 mH를 이용하면 상호 인덕턴스는 5 mH, 결합계수는 k = 0.5이다.

NoteBase

계산 과정

1. 정상상태의 코일 전류: $t=\infty$에서는 단위계단 함수의 값이 1이므로 두 전압원이 만드는 전압은 100 + 50 = 150 V이다. 직류 정상상태에서 인덕터 양단 전압은 0이 되어 코일 가지는 **단락으로 취급**하고, 커패시터 가지는 개방으로 취급한다. 코일 가지와 병렬인 10 Ω 저항에도 전압이 걸리지 않아 전류가 흐르지 않는다. 따라서 15 Ω 저항을 통과한 전류가 모두 코일로 흐르며, 그 값은 $I=\frac{150}{15}=10\text{A}$이다.

2. 결합 방향과 합성 인덕턴스: 위쪽 코일의 자기 인덕턴스를 $L_1=20\text{mH}$, 아래쪽을 $L_2=5\text{mH}$, 상호 인덕턴스를 M이라 둔다. 전류는 위에서 아래로 흐르므로 위쪽 코일의 점 표시 단자로 들어가고 아래쪽 코일의 점 표시 단자로 나온다. 따라서 두 코일의 자속은 서로 반대 방향으로 작용하며, 합성 인덕턴스는 **상호 인덕턴스 항을 빼서** $L_{\text{eq}}=L_1+L_2-2M$으로 구한다.

3. 저장 에너지에서 합성 인덕턴스 계산: 직렬 코일에는 같은 전류 I가 흐르므로 결합 인덕터 전체의 저장 에너지는 $W=\frac{1}{2}L_{\text{eq}}I^2$이다. 여기서 합성 인덕턴스에는 두 코일 사이의 상호작용까지 포함된다. W = 0.75 J와 I = 10 A를 대입하면 $L_{\text{eq}}=\frac{2\cdot 0.75}{10^2}=0.015\text{H}$, 즉 15 mH이다.

4. 상호 인덕턴스와 결합계수 계산: 인덕턴스를 모두 mH 단위로 맞추면 $15=20+5-2M$이므로 $M=\frac{25-15}{2}=5\text{mH}$이다. 결합계수는 두 코일의 자기 인덕턴스와 상호 인덕턴스의 관계 $M=k\sqrt{L_1L_2}$로 정의된다. 따라서 $k=\frac{5}{\sqrt{20\cdot 5}}=0.5$이며, 단위가 없는 값으로 ②의 0.5에 해당한다.

NoteBase

문 7. 자기회로를 구성하는 요소에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 자기장을 형성하는 기자력은 전류와 턴수의 곱이다.

② 릴럭턴스는 투자율에 비례한다.

③ 기자력을 릴럭턴스로 나누면 자속이 된다.

④ 릴럭턴스의 역수는 퍼미언스다.

정답 2번

간단한 해설

릴럭턴스는 자속이 형성되기 어려운 정도를 나타낸다. 자기경로의 길이와 단면적이 같으면 릴럭턴스는 **투자율에 반비례**하므로, 투자율이 클수록 작아진다.

선지별 해설

① O: 기자력은 코일에 전류를 흘려 자기장을 만드는 작용의 크기이다. 코일의 턴수를 N, 전류를 I라 하면 기자력은 $F = NI$로, **전류와 턴수의 곱**이다.

② X: 길이 l, 단면적 A, 투자율 μ가 일정한 균일 자기경로의 릴럭턴스는 $R_m = \frac{l}{\mu A}$이다. 따라서 길이와 단면적이 같으면 릴럭턴스는 투자율에 비례하는 것이 아니라 **투자율에 반비례**한다. 투자율이 큰 재료일수록 같은 기자력으로 더 큰 자속을 만들 수 있다.

③ O: 자기회로에서 기자력 F, 자속 Φ, 릴럭턴스 R_m 사이에는 $F = \Phi R_m$의 관계가 성립한다. 이를 자속에 관해 정리하면 $\Phi = \frac{F}{R_m}$이므로, **기자력을 릴럭턴스로 나누면 자속**이 된다.

④ O: 퍼미언스는 자기회로에서 자속이 형성되기 쉬운 정도를 나타내며, **릴럭턴스의 역수**로 정의한다. 퍼미언스를 P라 하면 $P = \frac{1}{R_m}$이므로, 릴럭턴스가 작을수록 퍼미언스는 커진다.

NoteBase

문 8. 전하량 2 [C]를 갖는 금속 도체구 표면의 전위가 3×10^9 [V]이면, 이 도체구의 반지름[m]은? (단, $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9$ [m/F])

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 4번

간단한 해설

도체구의 표면 전위는 $V = kQ/r$이므로 반지름은 $r = kQ/V$로 구한다. 주어진 전하량과 전위를 대입하면 반지름은 **6 m**이다.

계산 과정

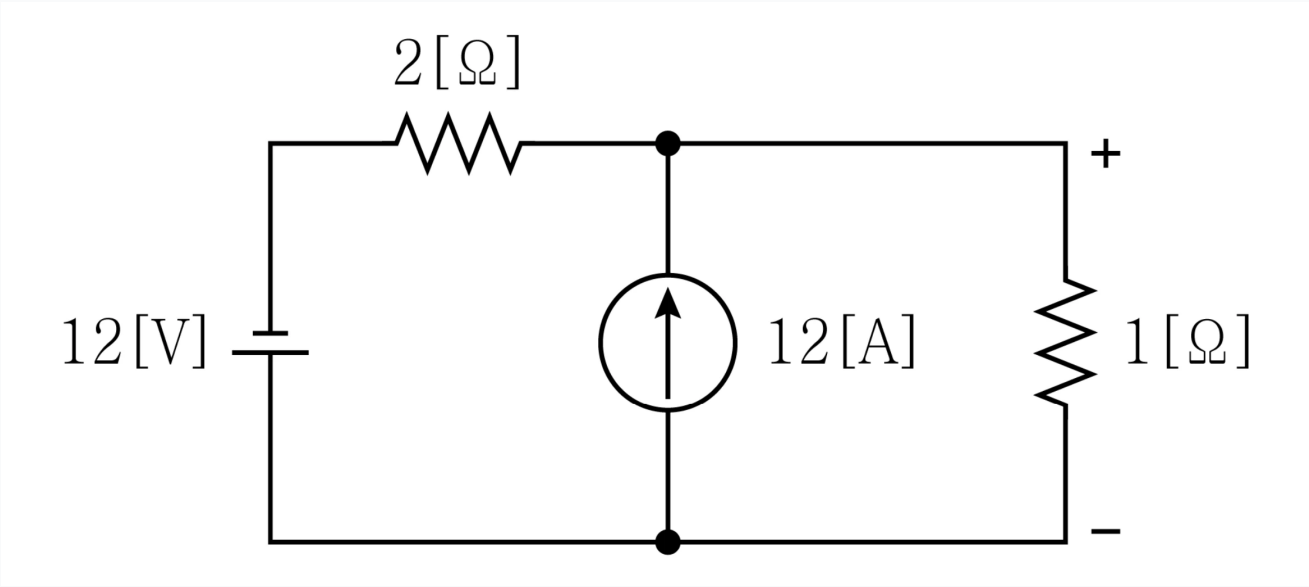
무한원점의 전위를 0으로 두면, 전하량 Q인 도체구의 표면 전위는 $V = \frac{kQ}{r}$이다. 여기서 $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$이고, r은 도체구의 반지름이다. 구 바깥의 전위는 전체 전하가 중심에 모인 점전하의 전위와 같으므로, 표면에서는 **중심에서 표면까지의 거리 r**을 사용한다.

주어진 값은 Q = 2 C, $V = 3\times10^9$ V, $k = 9\times10^9$ m/F이다. 전위 식을 반지름에 대해 정리하면 $r = \frac{kQ}{V}$이므로, $r = \frac{9\times10^9\cdot 2}{3\times10^9} = 6$ m이다. 단위도 $\frac{(\mathrm{m/F})\cdot\mathrm{C}}{\mathrm{V}} = \mathrm{m}$로 반지름의 단위와 일치한다.

따라서 도체구의 반지름은 6 m이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 9. 그림의 회로에서 1 [Ω] 저항 양단에 걸리는 전압[V]은?



① 2

② 4

③ 6

④ 12

정답 2번

간단한 해설

전압원의 **긴 선이 아래쪽이므로 아래쪽이 양극**이다. 이 극성을 반영해 위쪽 접점에서 전류의 합을 계산하면, 1 Ω 저항의 위쪽 전위가 아래쪽보다 4 V 높다.

NoteBase

계산 과정

아래쪽 공통 접점의 전위를 0 V, 1 Ω 저항의 위쪽 접점 전위를 v라 둔다. 구하려는 전압은 그림의 +, − 표시에 따라 위쪽 전위에서 아래쪽 전위를 뺀 값이다. 왼쪽 12 V 전압원은 **긴 선이 아래쪽인 양극**이므로, 전압원 위쪽 단자의 전위는 −12 V이다.

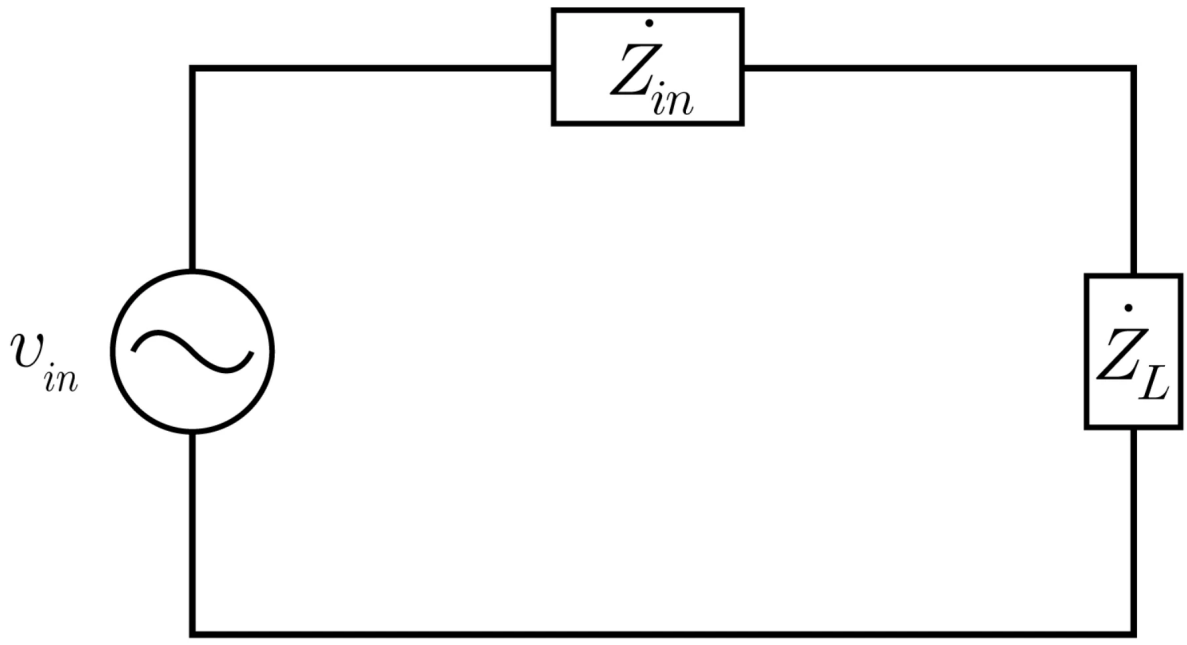
위쪽 접점에서 나가는 방향으로 두 저항의 전류를 잡는다. 옴의 법칙에 따라 1 Ω 저항의 전류는 $I_1 = \frac{v}{1\Omega}$, 2 Ω 저항의 전류는 $I_2 = \frac{v + 12\mathrm{V}}{2\Omega}$이다. 2 Ω 저항의 양단 전압은 위쪽 접점의 전위에서 왼쪽 단자의 전위를 뺀 $v - (-12\mathrm{V})$이다.

12 A 전류원의 화살표는 위쪽을 향하므로 위쪽 접점으로 12 A가 들어온다. **접점으로 들어오는 전류와 나가는 전류의 합이 같다**는 키르히호프 전류 법칙을 적용하면 $\frac{v}{1\Omega} + \frac{v + 12\mathrm{V}}{2\Omega} = 12\mathrm{A}$이다. 양변에 2 Ω을 곱하면 $2v + v + 12\mathrm{V} = 24\mathrm{V}$이므로 $3v = 12\mathrm{V}$, $v = 4\mathrm{V}$이다.

따라서 1 Ω 저항 양단의 전압은 위쪽이 +인 4 V이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 10. 그림의 회로에서 $\dot{Z}_L = 10\angle 60^\circ\,[\Omega]$일 때, 부하 임피던스 $\dot{Z}_L$에서 최대전력 10 [W]를 소비한다면, 정현파 입력전압 v_{in}의 최댓값[V]은?



① 5

② 10

③ 20

④ 40

정답 3번

간단한 해설

최대전력 전달 시에는 입력 측 임피던스와 부하 임피던스가 **켤레 정합**되어 리액턴스가 상쇄된다. 전체 저항 10 Ω과 부하전력 10 W로 구한 입력전압의 실효값은 $10\sqrt{2}\,\mathrm{V}$이며, 정현파의 **최댓값은 실효값의 √2배**이므로 20 V이다.

NoteBase

계산 과정

1. 부하의 저항 성분: 부하 임피던스를 저항과 리액턴스로 나누면 $\dot{Z}_L = 5 + j5\sqrt{3}\,[\Omega]$이다. 여기서 j는 허수단위이며, 평균전력을 소비하는 저항 성분은 $R_L = 10\cos 60^\circ = 5\Omega$이다.

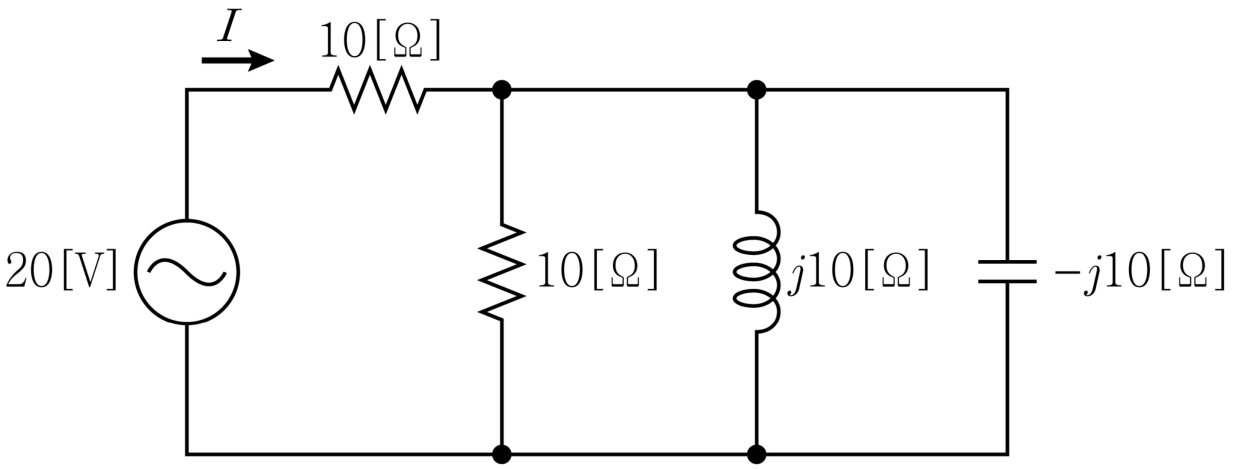
2. 최대전력 전달 조건: 그림에서 입력 측 임피던스 $\dot{Z}_{in}$과 부하 $\dot{Z}_L$은 직렬이다. 교류에서 부하에 전달되는 평균전력이 최대가 되려면 두 임피던스가 **저항은 같고 리액턴스는 부호가 반대**인 켤레 관계여야 한다. 따라서 $\dot{Z}_{in} = 5 - j5\sqrt{3}\,[\Omega]$이며, 합성 임피던스는 $\dot{Z}_{in} + \dot{Z}_L = 10\Omega$이다. 리액턴스가 상쇄되므로 전원에서 본 회로는 순저항 10 Ω이 된다.

3. 회로 전류의 실효값: 주어진 최대전력 10 W는 부하가 소비하는 평균전력이다. 전류 실효값을 I라 하면 **부하의 저항 성분**에 대해 $P_L = I^2 R_L$이 성립한다. 따라서 $I = \sqrt{\frac{10}{5}} = \sqrt{2}\,\mathrm{A}$이다. 직렬회로이므로 이 전류가 입력 측 임피던스와 부하에 공통으로 흐른다.

4. 입력전압의 최댓값: 입력전압의 실효값을 V_{in}, 최댓값을 V_m이라 하면, 전체 임피던스가 10 Ω이므로 $V_{in} = I \cdot 10 = 10\sqrt{2}\,\mathrm{V}$이다. 정현파는 $V_m = \sqrt{2}\,V_{in}$이므로 $V_m = \sqrt{2} \cdot 10\sqrt{2} = 20\mathrm{V}$이다. 구하는 최댓값은 20 V로 ③에 해당한다.

NoteBase

문 11. 그림의 교류 전원에 연결된 회로에서 전류 I[A]는?



① 1

② 1.5

③ 2

④ 8

정답 1번

간단한 해설

병렬로 연결된 코일과 커패시터의 **어드미턴스가 서로 상쇄**되므로 병렬부의 등가 임피던스는 10 Ω이다. 여기에 직렬 저항 10 Ω을 더하면 전체 임피던스는 20 Ω이므로 전원 전류는 1 A이다.

계산 과정

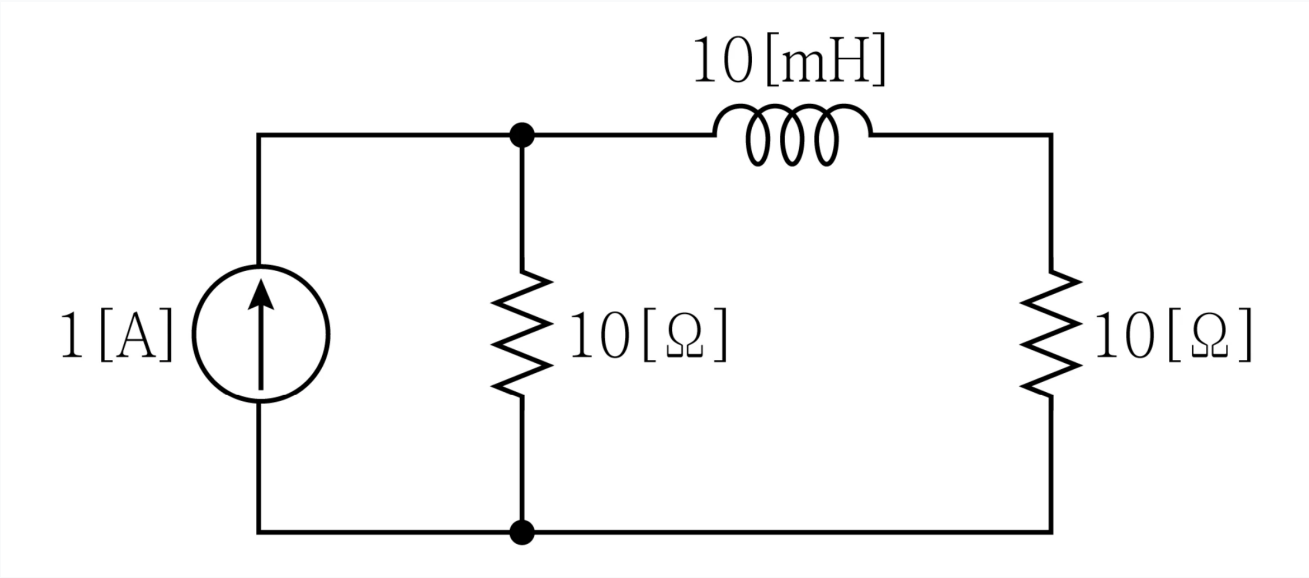
회로는 10 Ω 저항에, 10 Ω 저항·코일·커패시터로 이루어진 병렬부가 직렬로 연결된 구조이다. 교류 정상상태에서 코일의 임피던스는 $j10\,\Omega$, 커패시터의 임피던스는 $-j10\,\Omega$이며, j는 허수 단위이다.

병렬부의 등가 임피던스: 병렬 소자에는 같은 전압이 걸리고 각 가지 전류가 더해지므로, 임피던스의 역수인 어드미턴스를 더한다. 코일과 커패시터의 어드미턴스 합은 $\frac{1}{j10}+\frac{1}{-j10}=0$이다. 따라서 **병렬부 전체의 어드미턴스에는 저항 성분만 남는다**. 병렬부 어드미턴스를 Y_p, 등가 임피던스를 Z_p라 하면 $Y_p=\frac{1}{10}=0.1\mathrm{S}$이고, $Z_p=\frac{1}{Y_p}=10\Omega$이다.

전체 임피던스와 전류: 직렬로 연결된 임피던스는 더하므로 전체 임피던스는 10 + 10 = 20 Ω이다. 전원 전압 20 V에 교류 회로의 옴의 법칙을 적용하면 $I=\frac{20}{20}=1\mathrm{A}$이다. 이는 ①의 1 A와 일치한다.

NoteBase

문 12. 그림의 회로가 정상상태에서 동작할 때, 전원이 공급하는 전력[W]은?



① 2.5

② 5

③ 10

④ 20

정답 2번

간단한 해설

직류 정상상태에서 인덕터는 **단락으로 취급**하므로 두 10 Ω 저항이 병렬로 연결된다. 합성저항이 5 Ω이므로 1 A 전원이 공급하는 전력은 5 W이다.

NoteBase

계산 과정

정상상태의 등가회로: 그림의 1 A 직류 전류원에 의해 정상상태에 도달하면 인덕터 전류는 시간에 따라 변하지 않는다. 따라서 인덕터 전압은 $v_L = L\frac{di_L}{dt} = 0$이 되어, 10 mH 인덕터를 **도선으로 대체**할 수 있다.

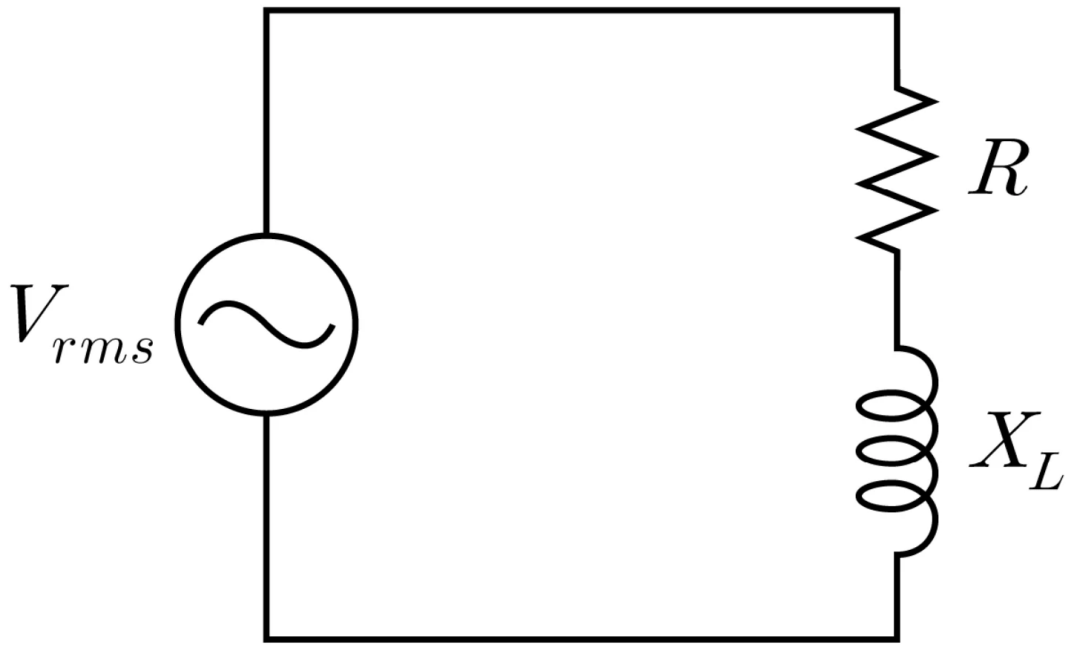
합성저항: 인덕터를 도선으로 바꾸면 가운데 10 Ω 저항과 오른쪽 10 Ω 저항은 같은 위·아래 두 노드 사이에 연결된다. 따라서 두 저항은 **병렬 연결**이며, 전류원에서 본 합성저항은 $R_{\text{eq}} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5\Omega$이다.

전원 양단 전압: 전류원에서 나온 전체 전류 1 A가 합성저항으로 흐르므로 옴의 법칙에 따라 $V = IR_{\text{eq}} = 1 \times 5 = 5\text{V}$이다. 이는 위쪽 노드가 아래쪽 노드보다 5 V 높다는 뜻이다.

공급 전력: 전류원의 전류는 전위가 낮은 아래쪽에서 높은 위쪽으로 흐르므로 전류원은 회로에 전력을 공급한다. 공급 전력은 $P = VI = 5 \times 1 = 5\text{W}$이다. 따라서 전원이 공급하는 전력은 5 W로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 13. 그림의 저항과 코일이 직렬로 연결된 회로에 $V_{rms} = 100$ [V]인 교류 전압을 인가하였다. 저항 R은 6 [Ω], 유도성 리액턴스 X_L이 8 [Ω]일 경우 이 회로에서 소모되는 유효전력[W]은?



① 200

② 400

③ 600

④ 800

정답 3번

간단한 해설

직렬 RL 회로의 임피던스 크기는 10 Ω이므로 전류의 실효값은 10 A이다. 유효전력은 **저항에서 소비되는 평균 전력**이므로 $P = I_{rms}^2 R$에 따라 600 W가 된다.

NoteBase

계산 과정

임피던스: 그림에서 저항 R = 6 Ω과 유도성 리액턴스 $X_L = 8\ \Omega$인 코일이 직렬로 연결되어 있다. 저항의 전압은 전류와 위상이 같고 코일의 전압은 전류보다 90° 앞서므로, 전체 임피던스는 **저항과 리액턴스를 직각 성분으로 합성**하여 구한다. 임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\ \Omega$이다.

전류: 직렬 회로이므로 저항과 코일에는 같은 전류가 흐른다. 전압의 실효값이 100 V이므로 전류의 실효값은 $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{|Z|} = \frac{100}{10} = 10$ A이다. 주어진 전압이 이미 실효값이므로 최댓값에서 실효값으로 바꾸는 환산은 필요하지 않다.

유효전력: 코일은 이상적인 인덕터로 취급하며, 자기장에 에너지를 저장했다가 전원에 돌려주므로 한 주기 평균 소비전력은 0이다. 따라서 회로의 유효전력은 **저항의 소비전력**으로 계산한다. $P = I_{rms}^2 R = 10^2 \cdot 6 = 600$ W이므로 ③의 600 W에 해당한다.

NoteBase

문 14. 교류 전력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유효전력은 순시 전력의 평균값이다.

② 역률은 평균전력과 복소전력의 비율이다.

③ 용량성 부하에서는 음의 무효전력이 전달된다.

④ 정현파 부하 전압과 부하 전류의 위상차가 0 °이면 역률이 최대이다.

정답 2번

간단한 해설

역률은 평균전력을 **복소전력의 크기인 피상전력**으로 나눈 값이다. 따라서 역률의 분모를 복소전력 자체로 설명한 부분을 고쳐야 한다.

선지별 해설

정현파 교류에서 V와 I는 각각 전압과 전류의 실효값이고, ϕ는 전압의 위상에서 전류의 위상을 뺀 값이다.

① O: 순시 전력은 각 순간의 전압과 전류를 곱한 $p(t) = v(t)i(t)$이다. 이를 **한 주기 동안 평균한 값**이 유효전력 P이며, 부하에서 전기에너지가 열이나 일 등으로 변환되는 평균적인 속도를 나타낸다.

② X: 복소전력은 $S = P + jQ$로, 유효전력 P와 무효전력 Q를 함께 나타낸다. 역률은 평균전력 P를 **복소전력의 크기인 피상전력**으로 나눈 $\frac{P}{|S|}$이다. 정현파에서는 $|S| = VI$, $P = VI\cos\phi$이므로 역률은 $\cos\phi$가 된다. 따라서 평균전력과 복소전력 자체의 비율이라는 설명은 잘못되었다.

③ O: 부하가 흡수하는 무효전력을 기준으로 $Q = VI\sin\phi$이다. 용량성 부하에서는 **전류가 전압보다 앞서므로** $\phi < 0$이고 무효전력 Q는 음수가 된다. 이는 유도성 부하의 양의 무효전력과 반대 부호이다.

④ O: 정현파 전압과 전류의 위상차가 0 °이면 두 파형이 같은 위상이다. 이때 역률은 $\cos 0^\circ = 1$로 **최댓값 1**이 되고, 무효전력은 0이므로 유효전력과 피상전력이 같아진다.

NoteBase

문 15. 단상 교류 전원에 연결된 부하의 임피던스 $\dot{Z}_L = 10e^{j\frac{\pi}{6}}[\Omega]$에 전류 $I_{rms} = 10[A]$가 흐를 때 부하의 무효전력[var]은?

① 500

② $500\sqrt{3}$

③ 1,000

④ $1,000\sqrt{3}$

정답 1번

간단한 해설

무효전력은 **전류 실효값의 제곱과 리액턴스의 곱**이다. 주어진 임피던스의 리액턴스가 5 Ω이므로 무효전력은 500 var이다.

계산 과정

주어진 임피던스의 크기는 10 Ω, 위상각은 $\phi = \frac{\pi}{6} = 30\,^\circ$이며, 전류 실효값은 10 A이다. 단상 정현파 교류에서 부하의 무효전력은 $Q = I_{\text{rms}}^2 X$로 구한다. 여기서 X는 임피던스의 허수부인 리액턴스이며, **임피던스의 크기 전체를 곱하지 않는다**.

리액턴스 계산: 임피던스를 $\dot{Z}_L = R + jX$로 나타내면 $X = |\dot{Z}_L|\sin\phi$이다. 따라서 $X = 10\sin\frac{\pi}{6} = 5\Omega$이다. 이 값은 부하의 유도성 리액턴스이며, 양수이므로 무효전력도 양수이다.

무효전력 계산: 전류가 이미 **실효값으로 주어졌으므로** 이를 그대로 공식에 대입한다. $Q = 10^2 \cdot 5 = 500\text{var}$이다. 따라서 부하의 무효전력은 500 var이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 16. 평형 3상 교류 시스템에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 각 상의 순시 전압값을 합하면 한 상의 전압값이 된다.

② 각 상의 전압 크기가 같고 위상차는 120°이다.

③ 각 상의 주파수 값은 서로 다르다.

④ 평형 3상 부하에 흐르는 각 상의 순시 전류값을 합하면 항상 양수가 된다.

정답 2번

간단한 해설

평형 3상 교류는 세 상의 **전압 크기와 주파수가 같고**, 각 상 사이의 **위상차가 120°**인 교류이다. 위상차는 같은 파형이 시간상으로 한 주기의 3분의 1씩 어긋나 있음을 뜻한다.

선지별 해설

① X: 평형 3상 전압은 크기가 같고 위상이 120°씩 어긋나 있어, 같은 순간의 양·음의 전압값이 서로 상쇄된다. 따라서 각 상의 **순시 전압값의 합은 항상 0**이며, 한 상의 전압값이 되는 것이 아니다. 세 상을 a, b, c로 나타내면 $v_a(t) + v_b(t) + v_c(t) = 0$이다.

② O: 평형 3상 전압은 각 상의 최댓값과 실효값이 각각 같고, 주파수도 같다. 세 상의 위상은 한 주기인 360°를 세 등분한 간격으로 배치되므로 **각 상 사이의 위상차는 120°**이다. 여기서 전압 크기가 같다는 것은 최댓값이나 실효값이 같다는 뜻이며, 매 순간의 순시값까지 같다는 뜻은 아니다.

③ X: 각 상의 전압은 같은 주기로 반복되면서 시간상 위치만 다르다. 주파수는 한 주기 동안 걸리는 시간의 역수이므로 **각 상의 주파수는 서로 같다**. 120°의 위상차가 있다는 사실을 주파수가 다르다는 뜻으로 해석하면 안 된다.

④ X: 평형 3상 전압에 각 상의 임피던스가 같은 평형 부하를 연결하면, 각 상의 전류도 크기와 주파수가 같고 위상차가 120°인 평형 전류가 된다. 따라서 같은 방향을 기준으로 잡은 각 상의 **순시 전류값의 합은 항상 0**이다. 이를 $i_a(t) + i_b(t) + i_c(t) = 0$으로 나타내며, 항상 양수가 되는 것이 아니다.

NoteBase

문 17. 한 상의 임피던스가 $\dot{Z} = 40 + j30[\Omega]$인 Y결선 부하에 평형 3상 선간전압 실효값 $100\sqrt{3}[V]$가 인가될 때, 이 3상 평형회로의 유효전력[W]은?

① 160

② $160\sqrt{3}$

③ 360

④ 480

정답 4번

간단한 해설

Y결선의 상전압은 선간전압의 $1/\sqrt{3}$이므로 100 V이고, 상전류는 2 A이다. 유효전력은 **세 상의 저항 소비전력의 합**이므로 480 W이다.

계산 과정

상전압: 평형 Y결선에서는 선간전압의 크기가 상전압의 $\sqrt{3}$배이다. 각 상의 임피던스에 걸리는 **상전압의 실효값**을 V_{ph}라 하면, $V_{ph} = \frac{100\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 100\text{V}$이다.

상전류: 한 상의 임피던스는 $\dot{Z} = 40 + j30\Omega$이므로 저항 R은 40 Ω이고, 임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50\Omega$이다. 전류의 실효값은 상전압을 **임피던스의 크기**로 나누어 구한다. 따라서 $I_{ph} = \frac{100}{50} = 2\text{A}$이다.

유효전력: 한 상에서 소비하는 유효전력은 $I_{ph}^2 R$이다. 허수부의 리액턴스는 유효전력을 소비하지 않으므로 저항 R을 사용한다. 평형 부하에서는 세 상의 유효전력이 같으므로 전체 유효전력은 $P = 3I_{ph}^2 R$이다. 수치를 대입하면 $P = 3 \cdot 2^2 \cdot 40 = 480\text{W}$이며, 이는 ④의 480 W에 해당한다.

NoteBase

문 18. 권선수 2,000회인 자계 코일에 저항 12 [Ω]이 직렬로 연결되어 있다. 전류 10 [A]가 흐를 때의 자속은 $\Phi = 6 \times 10^{-2}$ [Wb]이다. 이 회로의 시정수[sec]는?

① 0.001

② 0.01

③ 0.1

④ 1

정답 4번

간단한 해설

직렬 RL 회로의 시정수는 **인덕턴스를 전체 저항으로 나눈 값**이다. 권선수와 자속, 전류로 구한 인덕턴스가 12 H이므로 시정수는 1초이다.

계산 과정

주어진 값은 권선수 N = 2,000회, 전류 I = 10 A, 자속 $\Phi = 6 \times 10^{-2}$ Wb, 저항 R = 12 Ω이다. 코일의 인덕턴스가 일정하고 회로의 전체 저항이 12 Ω인 직렬 RL 회로로 계산한다.

인덕턴스 L을 구할 때는 자속 자체가 아니라 **권선수까지 곱한 쇄교자속**을 사용한다. 쇄교자속은 $\lambda = N\Phi$이므로 $\lambda = 2{,}000 \cdot 0.06 = 120$ Wb·회이다. 인덕턴스는 전류에 대한 쇄교자속의 비이므로 $L = \frac{\lambda}{I} = \frac{120}{10} = 12$ H이다.

직렬 RL 회로에서 전류가 변화하는 빠르기를 나타내는 시정수는 $\tau = \frac{L}{R}$이다. 구한 인덕턴스와 회로의 전체 저항을 대입하면 $\tau = \frac{12}{12} = 1$초이다. 이는 ④의 1에 해당한다.

NoteBase

문 19. $R-C$ **또는** $R-L$ **직렬회로에 계단 함수의 직류 전압이 인가될 때, 다음 중 설명이 옳지 않은 것은?**

① $R-C$ 직렬회로에서 R이 작아지면 과도현상 시간이 줄어든다.

② $R-C$ 직렬회로에서 C가 커지면 과도현상 시간이 늘어난다.

③ $R-L$ 직렬회로에서 R이 작아지면 과도현상 시간이 줄어든다.

④ $R-L$ 직렬회로에서 L이 커지면 과도현상 시간이 늘어난다.

정답 3번

간단한 해설

③의 $R-L$ 직렬회로에서는 시정수가 $\tau=\frac{L}{R}$이므로, L이 일정할 때 R이 작아지면 시정수가 커진다. 따라서 과도현상 시간은 **줄어드는 것이 아니라 늘어난다**.

선지별 해설

과도현상은 전압·전류가 최종 정상상태로 변해 가는 과정이다. 정상값과의 차이는 $e^{-t/\tau}$에 비례하여 감소하며, 시정수 τ가 클수록 그 차이가 같은 비율로 줄어드는 데 더 오래 걸린다. 아래에서는 변화시키는 소자 이외의 소자값은 일정하다고 본다.

① O: $R-C$ 직렬회로의 시정수는 $\tau=RC$이다. C가 일정할 때 R이 작아지면 시정수가 작아져, 커패시터 전압이 정상값에 더 빠르게 접근한다. 따라서 **과도현상 시간이 줄어든다**.

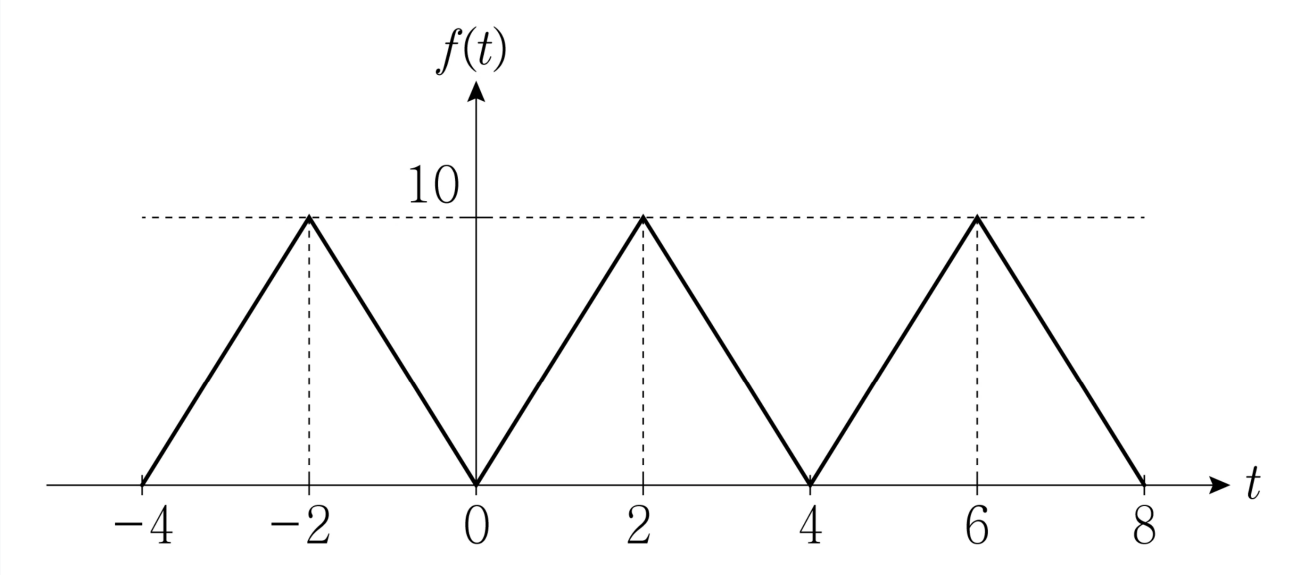
② O: $R-C$ 직렬회로에서 R이 일정할 때 C가 커지면 $\tau=RC$가 커진다. 커패시터는 같은 전압 변화에 더 많은 전하가 필요하므로 전압 변화가 느려지고, **과도현상 시간이 늘어난다**.

③ X: $R-L$ 직렬회로의 시정수는 $\tau=\frac{L}{R}$이다. L이 일정할 때 R이 작아지면 분모가 작아져 시정수가 커진다. 따라서 전류가 정상값에 같은 비율로 접근하는 데 더 오래 걸리므로, 선지의 '줄어든다'는 **'늘어난다'로 고쳐야 한다**.

④ O: $R-L$ 직렬회로에서 R이 일정할 때 L이 커지면 $\tau=\frac{L}{R}$이 커진다. 인덕턴스가 클수록 전류의 변화를 억제하는 작용이 커져, **과도현상 시간이 늘어난다**.

NoteBase

문 20. 비정현파는 푸리에 급수식 f(t)=a_0+Σ_n=1^∞a_n nω t+Σ_n=1^∞b_n nω t로 표현할 수 있다. 그림의 주기함수 파형을 푸리에 급수로 표현할 때 a_0는?



① 0

② 4

③ 5

④ 10

정답 3번

간단한 해설

주어진 푸리에 급수의 a_0는 파형의 **한 주기 평균값**이다. 한 주기가 밑변인 삼각형의 넓이를 주기로 나누면 높이 10의 절반인 5가 된다.

계산 과정

주어진 식에서 상수항은 a_0이다. 사인항과 코사인항은 한 주기 동안의 평균이 0이므로, a_0는 **직류 성분인 평균값**을 나타낸다. 주기를 T라 하면 $a_0 = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)dt$로 구한다.

그림에서 t = 0부터 t = 4까지 높이 10인 삼각형 파형 하나가 반복되므로 주기는 T = 4이다. 이 구간의 파형은 모두 시간축 위에 있으므로 적분값은 삼각형의 넓이와 같다. 한 주기 넓이는 $\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 10 = 20$이다.

이 넓이를 **한 주기의 길이로 나누면** 평균값이 된다. 따라서 $a_0 = \frac{20}{4} = 5$이며, 이는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase