

2023년 국가직 9급 전기이론 나책형 해설

01. ①	02. ④	03. ③	04. ③	05. ①	06. ①	07. ②	08. ④	09. ②	10. ②
11. ③	12. ②	13. ④	14. ②	15. ④	16. ④	17. ③	18. ②	19. ③	20. ①

1. 【정답】 ①

$$\vec{E} = -\nabla V = -(6y, 6x + 8y, 0)$$

따라서 $+x$ 방향의 전기의 세기 $-6 \times (-1) = 6 [V/m]$ 이다.

2. 【정답】 ④

자성체에 자기장을 인가할 때, 내부 자속밀도가 큰 자성체부터 순서대로 나열하면 ‘페리자성체, 상자성체, 반자성체’이다.

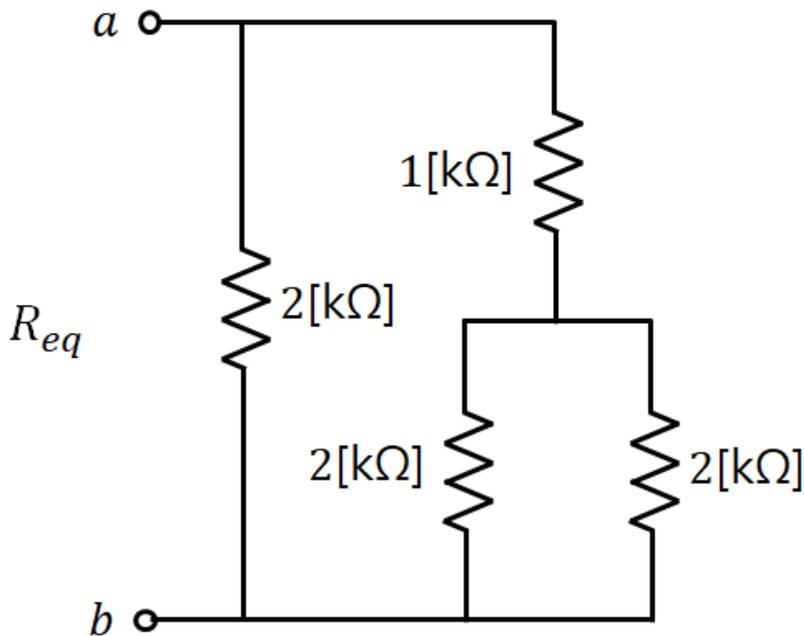
3. 【정답】 ③

$$E = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 5^2 = 250 [J]$$

4. 【정답】 ③

임의의 닫힌 공간에서 외부로 나가는 전기선속과 공간 내부의 총 전하량의 관계를 나타내는 법칙은 ‘가우스 법칙’이다.

5. 【정답】 ①



회로를 다시 그리면 다음과 같다.

$$R_{eq} = 2 \parallel (1 + 2 \parallel 2) = 2 \parallel 2 = 1 [k\Omega]$$

6. 【정답】 ①

전압과 전류의 위상이 45° 만큼 차이므로 임피던스의 위상 45° 이다.
따라서 임피던스의 실수부와 허수부는 같다.

$$R = 2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}, \quad L = \frac{R + \frac{1}{2\pi fC}}{2\pi f} \text{ [H]}$$

7. 【정답】 ②

$$\text{평균전력 } P_{\text{avg}} = \left(\frac{100}{\sqrt{2}}\right)\left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)\cos\left(\frac{\pi}{3} - \theta\right) = 125\sqrt{3} \text{ [W]}$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{3} - \theta\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \frac{\pi}{3} - \theta = \frac{\pi}{6}, \quad \theta = \frac{\pi}{6} \text{ [rad]}$$

8. 【정답】 ④

스위치 개방 전 10 [mH] 에 흐르는 전류 $I_0 = \frac{10}{5} = 2 \text{ [A]}$

스위치를 개방한 후 저항 $R \text{ [}\Omega\text{]}$ 사이의 전압을 v 라 하면

$$\text{KCL : } 100 \times 10^{-6} \frac{dv}{dt} + \frac{1}{10 \times 10^{-3}} \int_0^t v d\tau + 10 + \frac{v}{10} + \frac{v}{R} = 0$$

$$\text{양변을 미분하면 } 10^{-4} \frac{d^2v}{dt^2} + \frac{10+R}{10R} \frac{dv}{dt} + 100v = 0$$

임계제동일 때 감쇠비 $\zeta = 1$ 이므로

$$\text{감쇠비 } \zeta = \frac{\frac{10+R}{10R}}{2\sqrt{\frac{100}{10^{-4}}}} = \frac{\frac{10+R}{10R}}{2 \times 10^3 \times 10^{-4}} = 1, \quad \frac{10+R}{10R} = \frac{1}{5}$$

$$R = 10 \text{ [}\Omega\text{]}$$

9. 【정답】 ②

$V_b = 0$ 으로 가정하면 (b 점의 전위는 ground (= 0))

$$\text{KCL : } \frac{20-4}{6} = \frac{4}{6} + I, \quad I = 2 \text{ [A]}$$

$$I = \frac{V_c}{3} = 2, \quad V_c = 6 \text{ [V]}$$

$$V_{ac} = V_a - V_c = 4 - 6 = -2 \text{ [V]}$$

10. 【정답】 ②

$$\text{저항 } R = \frac{V^2}{P} = \frac{100^2}{500} = 20 [\Omega]$$

교류전압 150 [V]가 인가될 때 흐르는 전류를 I 라 하면

$$I^2 \cdot 20 = 720, I = 6 [\text{A}]$$

$$I = \frac{150}{|Z|} = 6 [\text{A}] \text{에서 임피던스의 크기 } |Z| = 25 [\Omega]$$

$$\text{코일의 리액턴스 } X = \sqrt{25^2 - 20^2} = 15 [\Omega]$$

11. 【정답】 ③

$$\text{상전류의 크기 } |I| = \frac{V_p}{|Z|} = \frac{200}{\sqrt{6^2 + 8^2}} = \frac{200}{10} = 20 [\text{V}]$$

12. 【정답】 ②

② 선간전압의 위상이 상전압의 위상을 30° 앞선다.

13. 【정답】 ④

$$\text{입력의 라플라스 변환 : } \mathcal{L}\{e^{-t}u(t)\} = \frac{1}{s+1}$$

$$\text{출력의 라플라스 변환 : } \mathcal{L}\{10e^{-t}\cos(2t)u(t)\} = 10 \cdot \frac{s+1}{(s+1)^2 + 2^2} = \frac{10(s+1)}{s^2 + 2s + 5}$$

$$\text{시스템의 전달함수 : } \frac{\frac{10(s+1)}{s^2 + 2s + 5}}{\frac{1}{s+1}} = \frac{10(s+1)^2}{s^2 + 2s + 5}$$

14. 【정답】 ②

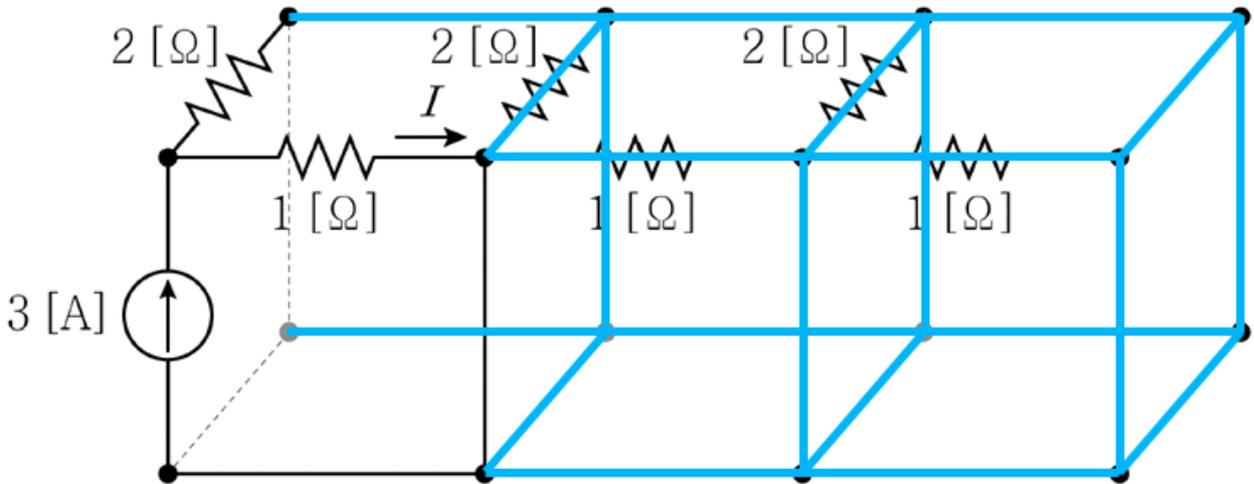
교류전압 \dot{V}_s 와 전류 \dot{I} 가 동상이려면 임피던스의 허수부가 0이어야 한다.

$$Z = 4.5 + j0.5 + \frac{-jX}{1-jX} = 4.5 + j0.5 + \frac{X^2 - jX}{1 + X^2}$$

$$\text{허수부 } j\left(0.5 - \frac{X}{1 + X^2}\right) = 0, X^2 - 2X + 1 = 0$$

$$X = 1 [\Omega]$$

15. 【정답】 ④



그림의 하늘색 선으로 나타낸 부분은 전위가 같아 전류가 흐르지 않는다.

따라서 $I = \frac{2}{2+1} \times 3 = 2 \text{ [A]}$

16. 【정답】 ④

망전류 I_1 에 대한 KVL : $+15 - 20I_1 - (5 + 15)I_1 + (5 + 15)I_2 = 0$

$40I_1 - 20I_2 = 15, a_1 = 40$

망전류 I_2 에 대한 KVL : $-(15 + 5)I_2 + (15 + 5)I_1 - 10I_2 + 5 = 0$

$-20I_1 + 30I_2 = 5, a_2 = 30$

$a_1 + a_2 = 40 + 30 = 70$

17. 【정답】 ③

전체 피상전력

$P_a = 2\sqrt{P_1^2 + P_2^2 - P_1P_2} = 2\sqrt{50^2 + 100^2 - 50 \cdot 100} = 2\sqrt{7500} = 100\sqrt{3} \text{ [VA]}$

18. 【정답】 ②

평균전력 $P = VI\cos\theta = \frac{40}{\sqrt{2}} \cdot I \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 100, I = 5 \text{ [A]}$

평균전력 $P = I^2(2 + R) = 5^2 \cdot (2 + R) = 100, R = 2 \text{ [}\Omega\text{]}$

지상역률 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 이므로 임피던스의 허수부와 실수부의 크기가 같다.

$4 = 1000L \times 10^{-3} - \frac{1}{1000 \times 1 \times 10^{-3}}, L = 5 \text{ [mH]}$

19. 【정답】 ③

인덕턴스 $L = \frac{\mu \cdot (\pi \times r \times 10^{-2})^2 \cdot N^2}{l \times 10^{-2}} = \frac{\mu \pi r^2 N^2}{100l}$, 각 보기의 $\frac{r^2 N^2}{l}$ 값을 비교하면

① $\frac{0.5^2 \cdot 50^2}{25} = 25$ ② $\frac{0.5^2 \cdot 1000^2}{50} = 5 \times 10^3$ ③ $\frac{1.0^2 \cdot 2000^2}{100} = 4 \times 10^4$

④ $\frac{0.5^2 \cdot 3000^2}{150} = 6 \times 10^4$

따라서 인덕턴스가 가장 큰 것은 ③번이다.

20. 【정답】 ①

1) 라플라스 변환을 이용한 풀이

$\frac{1}{36}$ [F]의 커패시터 전압을 $v_c(t)$ 라 하면 $i(t) = -\frac{1}{36} \frac{dv_c(t)}{dt}$

$t > 0$ 에서 KVL : $v_c(t) - (32 + 8)i(t) - 4 \frac{di(t)}{dt} = 0$

$v_c(0) = 16$ [A], $i(0) = \frac{16}{8} = 2$ [A]

두 식을 각각 라플라스 변환하면

$I(s) = -\frac{1}{36}(sV(s) - 16)$, $V_c(s) - 40I(s) - 4(sI(s) - 2) = 0$

$V(s) = \frac{-36I(s) + 16}{s} = 40I(s) + 4(sI(s) - 2)$ 를 정리하면

$$I(s) = \frac{\frac{16}{s} + 8}{4s + 40 + \frac{36}{s}} = \frac{2s + 4}{s^2 + 10s + 9} = \frac{2s + 4}{(s + 1)(s + 9)} = \frac{1}{s + 1} + \frac{7}{s + 9}$$

역변환하면 $i(t) = \frac{1}{4}e^{-t} + \frac{7}{4}e^{-9t}$ [A]

2) 미분방정식을 이용한 풀이

$t > 0$ 에서 KVL : $\frac{-\int i(t)dt}{\frac{1}{36}} - (32 + 8)i(t) - 4 \frac{di(t)}{dt} = 0$

양변을 미분하면 $-36i(t) - 40 \frac{di(t)}{dt} - 4 \frac{d^2i(t)}{dt^2} = 0$

$\frac{d^2i(t)}{dt} + 10 \frac{di(t)}{dt} + 9i(t) = 0$, 특성방정식 $\lambda^2 + 10\lambda + 9 = 0$ 이므로 $\lambda = -1, -9$

따라서 $i(t) = Ae^{-t} + Be^{-9t}$ 로 나타낼 수 있다.

$$i(0^+) = \frac{16}{8} = 2 \text{ [A]}$$

$$t = 0^+ \text{에서 KVL : } 16 - (32 + 8) \cdot 2 - 4 \frac{di(t)}{dt} \Big|_{t=0^+} = 0, \quad \frac{di(t)}{dt} \Big|_{t=0^+} = -16 \text{ [A/s]}$$

$$i(0^+) = \frac{16}{8} = 2 \text{ [A]}, \quad \frac{di(t)}{dt} \Big|_{t=0^+} = -16 \text{ [A/s]} \text{의 초깃값 조건으로부터}$$

$$A + B = 2, \quad -A - 9B = -16$$

$$A = \frac{1}{4}, \quad B = \frac{7}{4} \quad i(t) = \frac{1}{4}e^{-t} + \frac{7}{4}e^{-9t} \text{ [A]}$$