

전기자기학

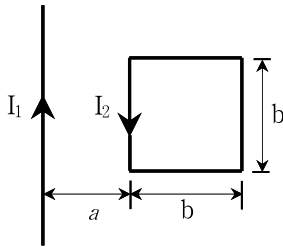
문 1. 권선수 N , 평면 면적이 $S[\text{m}^2]$ 인 평면 코일이 균일 자속밀도 $B[\text{T}]$ 를 가지는 자계 내에 놓여있다. 평면 코일이 자계와 수직인 회전축을 중심으로 1초에 f 번 회전할 때, 코일에 유도되는 실효 전압[V]은?

- ① $\frac{\pi f B S N}{\sqrt{2}}$
 ② $\pi f B S N$
 ③ $\sqrt{2} \pi f B S N$
 ④ $2 \pi f B S N$

문 2. 원의 단면적이 $400[\text{mm}^2]$, 길이가 $400[\text{mm}]$ 인 종이 원통의 표면에 코일이 1000회 균일하게 감겨진 솔레노이드의 인덕턴스[mH]는?
 (단, 원통 내부의 매질은 공기이며 솔레노이드의 길이는 원통 지름에 비해 매우 길다. 공기의 투자율은 $4\pi \times 10^{-7}[\text{H/m}]$ 이다)

- ① 0.642 ② 1.256
 ③ 2.424 ④ 4.754

문 3. 전류 I_1 이 흐르는 무한 직선 도선 가까이에 전류 I_2 가 흐르는 정사각형 도선(한변의 길이 b)이 놓일 때 나타나는 현상으로 옳지 않은 것은?
 (단, 무한 직선 도선과 정사각형 도선은 같은 평면상에 존재하며 각각의 전류 방향은 그림과 같다)



- ① 정사각형 도선은 무한 직선 도선 쪽으로 힘을 받는다.
 ② 정사각형 도선이 받는 힘의 크기는 I_1 에 비례한다.
 ③ 정사각형 도선이 받는 힘의 크기는 I_2 에 비례한다.
 ④ $a \gg b$ 일 경우, 정사각형 도선이 받는 힘은 a^2 에 반비례한다.

문 4. 전기장의 페이저가 $\vec{E}_s = 5e^{j2x}\vec{a}_z [\text{V/m}]$ 로 주어질 때, 시간영역에서의 전기장 $\vec{E} [\text{V/m}]$ 는?

(단, 전기장의 각속도와 시간은 각각 ω 와 t 로 나타낸다)

- ① $5\sin(\omega t + j2x)\vec{a}_z$
 ② $5\sin(\omega t + 2x)\vec{a}_z$
 ③ $5\cos(\omega t + j2x)\vec{a}_z$
 ④ $5\cos(\omega t + 2x)\vec{a}_z$

문 5. 간격 $d[\text{m}]$, 면적 $A[\text{m}^2]$ 인 두 개의 평행판 사이가 유전율 ϵ 인 유전체로 채워져 있다. 두 개의 평행판 간에 $V = V_0 \sin \omega t$ 의 전압을 인가했을 때, 변위 전류 밀도 $[\text{A/m}^2]$ 는?

(단, 유전체는 선형 등방성이며 전기장의 가장자리 효과는 무시한다)

- ① $\frac{V_0}{\epsilon d} \omega \cos \omega t$ ② $\frac{V_0}{\epsilon d} \omega \sin \omega t$
 ③ $\epsilon \frac{V_0}{d} \omega \sin \omega t$ ④ $\epsilon \frac{V_0}{d} \omega \cos \omega t$

문 6. $x=0$ 을 경계로 $x \leq 0$ 영역(영역 1)에 도체가 있고 $x > 0$ 영역(영역 2)에 공기가 있다. $x=0$ 의 도체 표면에 표면전류 $\vec{K} = 6.5\vec{a}_z [\text{A/m}]$ 가 흐르고 있고, $x=0$ 에 접한 영역 1에서의 자기장 $\vec{H}_1 = 10\vec{a}_y [\text{A/m}]$ 로 주어질 때, $x=0$ 에 접한 영역 2에서의 자기장 $\vec{H}_2 [\text{A/m}]$ 는?

- ① $3.5\vec{a}_y$ ② $6.5\vec{a}_y$
 ③ $16.5\vec{a}_y$ ④ $21.5\vec{a}_y$

문 7. 양의 z 축 방향으로 전파하는 평면파의 전기장이 다음과 같이 측정되었다. $z=0$ 에서 양의 z 축 방향으로 바라볼 때, 시간에 따른 전기 벡터 끝점의 궤적은?

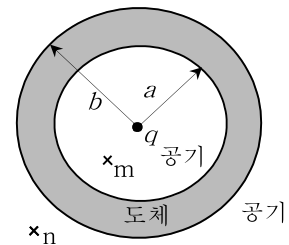
$$\vec{E} = (E_1 e^{-j\alpha} \vec{a}_x + E_2 e^{-j\beta} \vec{a}_y) e^{j(\omega t - kz)}$$

(단, 여기서 E_1, E_2, α, β 그리고 k 는 상수이다. 또 $E_1 = E_2$ 이고 $\alpha - \beta = \frac{\pi}{2}$ 이다)

- ① 반 시계방향 타원 ② 반 시계방향 원
 ③ 시계방향 타원 ④ 시계방향 원

문 8. 그림과 같이 도체 구각(spherical shell)의 내부 및 외부 반지름이 각각 a 와 b 이고, 구각 중심에 양전하 q 가 놓여 있다. 점 m 과 점 n 사이의 전위차는?

(단, 구의 중심으로부터 점 m 과 점 n 까지의 거리는 각각 c 와 d 이고, $c < a < b < d$ 이다. 공기의 유전율은 ϵ_0 이다)



- ① $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} [\frac{1}{d} - \frac{1}{c}]$ ② $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} [\frac{1}{c} - \frac{1}{d}]$
 ③ $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} [\frac{1}{a} - \frac{1}{c} + \frac{1}{b} - \frac{1}{d}]$ ④ $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} [\frac{1}{c} - \frac{1}{a} + \frac{1}{b} - \frac{1}{d}]$

문 9. $-4[\mu\text{C}]$ 과 $5[\mu\text{C}]$ 를 갖는 두 개의 점전하가 자유공간에서 각각 $(1, -1, 1)[\text{m}]$ 와 $(1, 4, -2)[\text{m}]$ 의 위치에 놓여 있다. 무한대에서의 전위를 0으로 할 때, $(1, 0, 1)[\text{m}]$ 위치에서의 전위[kV]는?

(단, 공기의 유전율은 $\frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} [\text{F/m}]$ 이다)

- ① -15 ② -18
 ③ -24 ④ -27

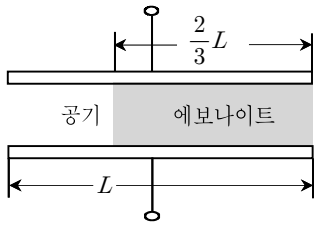
문 10. 자유공간에서 전속밀도가 $\vec{D} = 3y^2\vec{a}_x + 3x^2y\vec{a}_y + 5\vec{a}_z [\text{C/m}^2]$ 로 주어질 때, $0 \leq x \leq 1[\text{m}]$, $0 \leq y \leq 2[\text{m}]$, $0 \leq z \leq 3[\text{m}]$ 로 이루어진 공간안의 전체 전하량[C]은?

- ① 0 ② 1
 ③ 6 ④ 32

문 11. 길이 L , 특성 임피던스 Z_0 인 무손실 전송선로에 임피던스 Z_L 인 부하가 연결되었을 때, 스미스 도표(Smith chart)를 이용하여 구할 수 있는 것으로 옳지 않은 것은?

- ① 전압 반사계수
- ② 입력 임피던스
- ③ 정재파비
- ④ 공진주파수

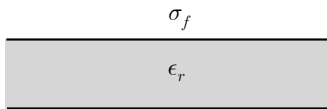
문 12. 정전용량이 $C_0[\mu\text{F}]$ 인 평행판 공기 콘덴서가 있다. 그림과 같이 판면적의 $\frac{2}{3}$ 에 해당하는 내부를 비유전율 ϵ_s 인 에보나이트 판으로 채울 경우, 이 콘덴서의 정전용량 $[\mu\text{F}]$ 은?



- ① $\frac{3}{1+\epsilon_s} C_0$
- ② $\frac{(1+2\epsilon_s)}{3} C_0$
- ③ $\frac{(1+\epsilon_s)}{3} C_0$
- ④ $\frac{2\epsilon_s}{3} C_0$

문 13. 그림과 같은 무한 평행판 콘덴서의 내부에 여기되는 분극(polarization) P 의 크기는?

(단, σ_f 는 평행판의 표면 전하밀도이고, ϵ_r 은 내부 유전체의 비유전율이다)



- ① $\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \sigma_f$
- ② $\frac{\epsilon_r}{\epsilon_r - 1} \sigma_f$
- ③ $\frac{\epsilon_r + 1}{\epsilon_r} \sigma_f$
- ④ $\frac{\epsilon_r}{\epsilon_r + 1} \sigma_f$

문 14. 자유공간에서 양의 z 축 방향으로 전파하는 균일 평면파의 전계가 $\vec{E}(z,t) = 12 \cos(\omega t - kz) \vec{a}_x [\text{V/m}]$ 로 주어진다. xy 평면상에 놓인 반경 2[m]의 원 내부를 통과하는 평면파의 평균 전력[W]은?

- ① $\frac{12}{10\pi}$
- ② 0.6
- ③ 2.4
- ④ 12.6

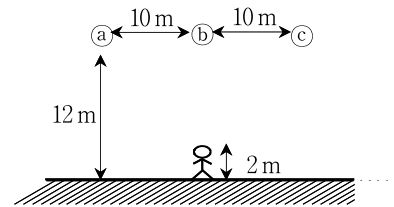
문 15. 반지름 $a[\text{m}]$, 권선수 N 인 원형 코일면이 지구 자기축과 수직이 되도록 놓여 있고, 코일에는 반시계방향으로 전류 $I[\text{A}]$ 가 흐른다. 코일면 중심에 지구 자기축 방향으로 자침을 놓을 때, 자침이 코일면과 이루는 각 θ 는? (단, 코일면상에서 코일면과 평행한 지구 자계 성분을 H_n 이라 하고, 코일면과 수직인 지구 자계 성분은 무시한다)

- ① $\tan^{-1} \frac{NI}{2aH_n}$
- ② $\tan^{-1} \frac{I}{2aNH_n}$
- ③ $\tan^{-1} \frac{I}{3aNH_n}$
- ④ $\tan^{-1} \frac{H_n}{4aNI}$

문 16. 투자율이 μ_1 인 자성체 1과 μ_2 인 자성체 2가 평면으로 접하고 있고, 두 투자율 간에는 $\mu_1 = \frac{1}{3}\mu_2$ 의 관계가 성립한다. 자성체 1과 자성체 2에서의 자계를 각각 \vec{H}_1 과 \vec{H}_2 라 할 때, \vec{H}_1 이 경계면에서 법선과 30° 를 이룬다면 \vec{H}_2 가 경계면에서 법선과 이루는 각은? (단, 경계면에서 표면 전류밀도는 0이며, 두 자성체는 무손실 선형 등방성이다)

- ① 30°
- ② 45°
- ③ 60°
- ④ 90°

문 17. 그림과 같이 3개의 전선 ①, ②, ③이 지면과 평행하게 사람의 머리 위를 지나가고 있다. 각 전선에 $2\pi[\text{A}]$ 의 직류 전류가 동일한 방향으로 흐르고 있을 때, 사람의 머리 위치에서 측정된 자계의 세기 $[\text{A/m}]$ 는? (단, 전선 ③은 사람의 머리 위 수직선상에 있다)



- ① $\frac{1}{5}$
- ② $\frac{1}{10}$
- ③ $\frac{1}{20}$
- ④ $\frac{1}{50}$

문 18. 균일 자속밀도 $0.25[\text{T}]$ 인 자계에 전자가 $20[\text{km/s}]$ 의 속도로 수직 입사하여 원운동할 때, 전자 원궤도의 반지름 $[\text{nm}]$ 은?

(단, 전자의 전하량은 $-1.6 \times 10^{-19}[\text{C}]$, 질량은 $9.1 \times 10^{-31}[\text{kg}]$ 이다)

- ① 156
- ② 248
- ③ 378
- ④ 455

문 19. FR4는 회로기판 제조에 적합한 유전체 물질이다. 이 FR4에 주파수 $1[\text{GHz}]$ 의 평면파를 입사시켰을 때의 측정 결과로 옳지 않은 것은? (단, $1[\text{GHz}]$ 에서 FR4의 비유전율은 4, 손실탄젠트는 0.002이며, 공기의 유전율은 ϵ_0 , 공기에서 전파속도는 $3 \times 10^8 [\text{m/s}]$ 이다)

- ① FR4 기판내에서 전파속도는 약 $1.5 \times 10^8 [\text{m/s}]$ 이다.
- ② FR4 기판내에서 전계와 자계사이의 위상차는 0이 아니다.
- ③ FR4 기판내에서 전자파의 파장은 약 $15 [\text{cm}]$ 이다.
- ④ FR4 기판의 전기 전도도는 약 $3.2 \times 10^7 \pi \epsilon_0 [\text{S/m}]$ 이다.

문 20. 자성체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 영구자석의 재료로는 잔류자속이 크고 보자력이 큰 자성체가 좋다.
- ② 자기차폐를 하기 위하여 상자성체로 차폐상자를 제작한다.
- ③ 강자성이 급격히 상자성으로 변하는 온도를 퀴리온도라 한다.
- ④ 인접한 영구자기쌍극자가 크기는 같으나, 방향이 서로 반대로 배열된 자성체를 반강자성체라 한다.