

전기자기학

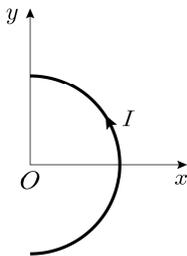
문 1. 길이가 50 [cm]이고 권선수가 400회인 원형 솔레노이드 내부에 비투자율이 2,000인 철심을 넣고 10 [A]의 전류를 흘려줄 때, 솔레노이드 내부의 자속밀도 \mathbf{B} 의 크기[Wb/m²]는? (단, 자유공간의 투자율 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m]이고, 솔레노이드의 길이는 철심의 반지름에 비해 매우 길다)

- ① 3.2π
- ② 4.8π
- ③ 5.6π
- ④ 6.4π

문 2. 자유공간에서 $\rho_{s1} = 3$ [nC/m²]인 무한 면전하가 평면 $x = 8$ [m]에, $\rho_{s2} = -4$ [nC/m²]인 무한 면전하가 평면 $x = 4$ [m]에, $\rho_{s3} = -4$ [nC/m²]인 무한 면전하가 평면 $x = -1$ [m]에 놓여 있을 때, 점(0, 3, 4) [m]에서 전계[V/m]는? (단, 자유공간의 유전율 $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ [F/m]이다)

- ① $-\mathbf{a}_x 54\pi$
- ② $\mathbf{a}_x 54\pi$
- ③ $-\mathbf{a}_x 108\pi$
- ④ $\mathbf{a}_x 108\pi$

문 3. xy 평면 위에 있는 반지름이 1 [cm]인 반원 모양의 도선에 반시계 방향으로 10 [mA]의 전류가 흐를 때, 원점에서 자계 \mathbf{H} 의 크기[A/m]는?



- ① $\frac{1}{2}$
- ② $\frac{1}{4}$
- ③ $\frac{1}{4\pi}$
- ④ $\frac{1}{8\pi}$

문 4. 자유공간에서 시변전계가 $\mathbf{E}(z, t) = \mathbf{a}_y 10^3 \sin(\omega t - \beta z)$ [V/m]일 때, 시변자계 $\mathbf{H}(z, t)$ [A/m]는? (단, ω 는 각주파수[rad/s], β 는 위상상수[rad/m]이고, 자유공간의 고유임피던스는 120π [Ω]이다)

- ① $\mathbf{a}_y \frac{10^3}{120\pi} \sin(\omega t - \beta z)$
- ② $-\mathbf{a}_x \frac{10^3}{120\pi} \sin(\omega t - \beta z)$
- ③ $-\mathbf{a}_y \frac{10^3}{120\pi} \cos(\omega t - \beta z)$
- ④ $\mathbf{a}_x \frac{10^3}{120\pi} \cos(\omega t - \beta z)$

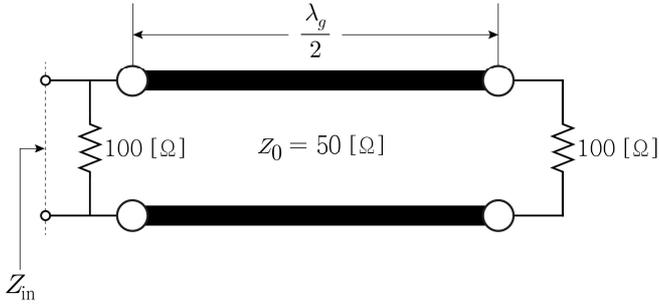
문 5. 자유공간에 자속밀도 $\mathbf{B} = \mathbf{a}_x y^2 + \mathbf{a}_y z^2 + \mathbf{a}_z x^2$ [Wb/m²]가 주어졌을 때, $x = 3$ [m], $0 \leq y \leq 1$ [m], $1 \leq z \leq 4$ [m] 영역을 통과하는 자속[Wb]은?

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4

문 6. 유전율 ϵ_1 인 매질 1에서 유전율 ϵ_2 인 매질 2로 입사하는 전자기파의 입사각과 굴절각이 각각 θ_i, θ_t 일 때, 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 두 매질의 투자율은 동일하고, $\epsilon_1 > \epsilon_2$ 이다)

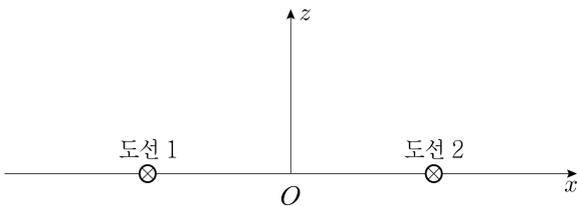
- ① Snell의 법칙에 의해 $\frac{\sin\theta_t}{\sin\theta_i}$ 는 $\sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}}$ 이다.
- ② 입사각과 굴절각 θ_i, θ_t 는 경계면에 수직인 법선을 기준으로 측정한다.
- ③ Snell의 법칙은 편파 특성과 무관하다.
- ④ $\theta_t = \frac{\pi}{2}$ 일 때의 입사각을 임계각 θ_c 라 할 때, $\theta_i < \theta_c$ 인 경우 경계면을 투과하는 전력은 없다.

문 7. 그림과 같이 특성 임피던스(Z_0)가 $50 [\Omega]$ 이고 길이가 $\frac{\lambda_g}{2}$ 인 무손실 전송선로를 저항 $100 [\Omega]$ 으로 종단하고, 입력단에 저항 $100 [\Omega]$ 을 병렬로 연결했을 때, 입력 임피던스 $Z_{in} [\Omega]$ 은? (단, λ_g 는 전송선로에서 전파하는 신호의 파장이다)



- ① 25
- ② 50
- ③ 75
- ④ 100

문 8. 그림과 같이 자유공간에 $0.2 [\text{m}]$ 떨어져 있는 무한히 길고 매우 얇은 도선 1과 도선 2에 각각 $10 [\text{A}]$ 의 전류가 같은 방향으로 흐른다. 도선 1에 의해 도선 2가 받는 단위 길이당 자기력 $[\text{N/m}]$ 은? (단, 자유공간의 투자율 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} [\text{H/m}]$ 이다)



- ① $-\mathbf{a}_x 10^{-5}$
- ② $-\mathbf{a}_z 10^{-5}$
- ③ $-\mathbf{a}_x 10^{-4}$
- ④ $-\mathbf{a}_z 10^{-4}$

문 9. 입사파의 전기계 $\mathbf{E}_i(z) = E_0(\mathbf{a}_x - j\mathbf{a}_y)e^{-j\beta z} [\text{V/m}]$ 가 평면 $z=0$ 에 있는 완전 도체면에 수직 입사할 때, 반사파의 전기계 $\mathbf{E}_r(z) [\text{V/m}]$ 는?

- ① $E_0(-\mathbf{a}_x + j\mathbf{a}_y)e^{j\beta z}$
- ② $E_0(\mathbf{a}_x + j\mathbf{a}_y)e^{j\beta z}$
- ③ $E_0(-\mathbf{a}_x - j\mathbf{a}_y)e^{j\beta z}$
- ④ $E_0(\mathbf{a}_x - j\mathbf{a}_y)e^{j\beta z}$

문 10. 자유공간에 크기가 $1 [\text{nC}]$ 으로 동일한 세 양전하가 각각 $P_1 = (1, 0) [\text{m}]$, $P_2 = (-\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}) [\text{m}]$, $P_3 = (-\frac{1}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{2}) [\text{m}]$ 에 놓여 있다. 이 전하계에 저장된 정전에너지 $[\text{nJ}]$ 는? (단, 자유공간의 유전율 $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} [\text{F/m}]$ 이다)

- ① $18\sqrt{3}$
- ② $12\sqrt{3}$
- ③ $9\sqrt{3}$
- ④ $6\sqrt{3}$

문 11. 비유전율 $\epsilon_r = 2$, 도전율 $\sigma = 2 \times 10^{-3} [\text{S/m}]$ 인 얼음판에 주파수 $f = 15 [\text{MHz}]$ 의 전자기파가 가해졌을 때, 손실 탄젠트는? (단, 자유공간의 유전율 $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} [\text{F/m}]$ 이다)

- ① 3.6
- ② 1.8
- ③ 1.2
- ④ 0.6

문 12. 자속밀도 $0.8 [\text{Wb/m}^2]$ 인 균일한 자계와 30° 의 각을 이루는 길이 $20 [\text{cm}]$ 인 직선 도선이 있다. 이 도선에 $10 [\text{A}]$ 의 전류가 흐를 때, 도선이 받는 힘 $[\text{N}]$ 은?

- ① 0.8
- ② 0.6
- ③ 0.4
- ④ 0.2

문 13. 유전율 $\epsilon = 9\epsilon_0$ 이고, 투자율 $\mu = \mu_0$ 인 비전도성 유전체에서 전자기파의 시변전계가 $\mathbf{E}(z, t) = \mathbf{a}_y 5 \cos(10^9 t - \beta z) [\text{V/m}]$ 일 때, $\beta [\text{rad/m}]$ 는? (단, 자유공간에서 위상속도는 $3 \times 10^8 [\text{m/s}]$ 이다)

- ① 1
- ② 5
- ③ 10
- ④ 20

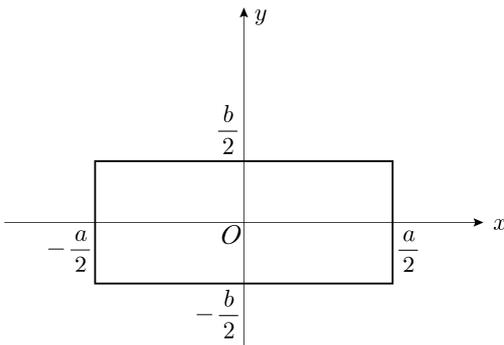
문 14. 직각좌표계에서 $z \leq 0$ 인 영역(영역 1)에 유전율이 $4\epsilon_0$ 인 유전체로 채워져 있고, 자유공간인 $z > 0$ 영역(영역 2)에 균일한 전계 $\mathbf{E}_2 = a_x 3 - a_y 4 + a_z 20$ [V/m]가 존재할 경우, 유전체 영역에서의 전계 \mathbf{E}_1 [V/m]는? (단, 경계면에서 자유전하는 없다)

- ① $a_x + a_y 4 + a_z 5$
- ② $a_x 3 - a_y 4 + a_z 5$
- ③ $a_x 3 - a_y + a_z 5$
- ④ $a_x 3 + a_y 4 - a_z 5$

문 15. 자성체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

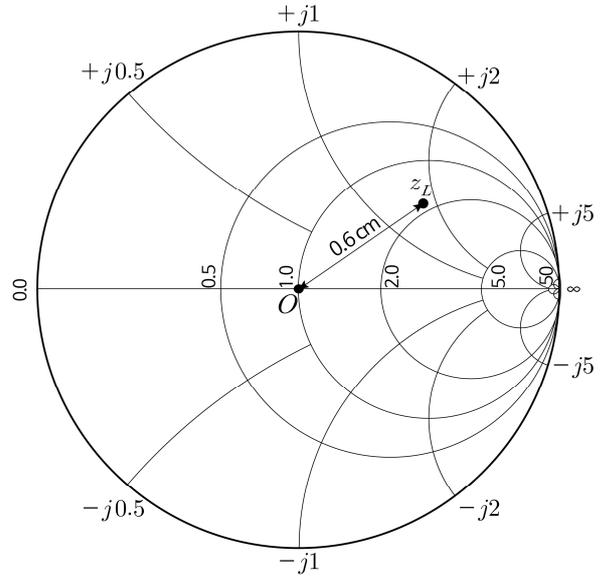
- ① 강자성체는 자기 포화 특성이 있다.
- ② 강자성체는 상자성체와 반자성체에 비해 투자율이 매우 크다.
- ③ 강자성체에서 자기이력곡선의 면적은 단위 체적당 에너지 손실에 해당한다.
- ④ 강자성체는 퀴리(Curie) 온도보다 낮을 때, 강자성의 성질이 없어지고 상자성체가 된다.

문 16. 그림과 같이 직사각형 도체 루프에 시변 자속밀도 $\mathbf{B}(y,t) = a_z B_0 \cos(\omega t - \beta y)$ [Wb/m²]가 가해질 때, 유도기 전력의 최댓값[V]은? (단, B_0, ω, β 는 양의 상수이다)



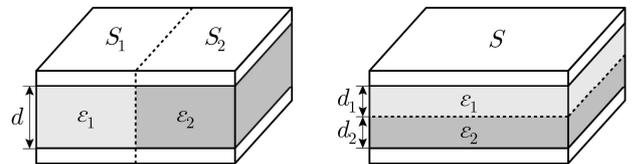
- ① $B_0 \omega \cos\left(\frac{\beta b}{2}\right)$
- ② $B_0 \omega \sin\left(\frac{\beta b}{2}\right)$
- ③ $\frac{2B_0 a \omega}{\beta} \sin\left(\frac{\beta b}{2}\right)$
- ④ $\frac{2B_0 a \omega}{\beta} \cos\left(\frac{\beta b}{2}\right)$

문 17. 그림은 간략화한 스미스 차트(Smith chart)에 어떤 무손실 전송선로의 정규화된 부하 임피던스(z_L)를 표시한 것이다. 스미스 차트의 원점 O 에서 z_L 까지의 길이가 0.6 [cm]일 때, 이 부하 임피던스에서 정재파비는? (단, 주어진 스미스 차트의 최외각 원의 반지름은 1.5 [cm]이다)



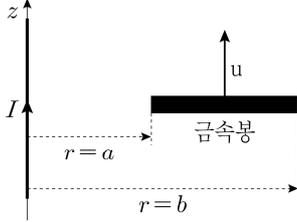
- ① $\frac{7}{3}$
- ② $\frac{5}{3}$
- ③ $\frac{7}{2}$
- ④ $\frac{5}{2}$

문 18. 면적이 S 인 평행판 커패시터의 전극판 사이에 유전율이 다른 두 유전체를 그림과 같이 배치하였다. 유전체 표면의 면적이 $S_1 = S_2 = \frac{S}{2}$ 이고, 유전율이 $\epsilon_2 = 2\epsilon_1$ 일 때, 두 커패시터가 동일한 정전용량을 갖기 위한 유전체 두께(d, d_1, d_2)사이의 관계식은?



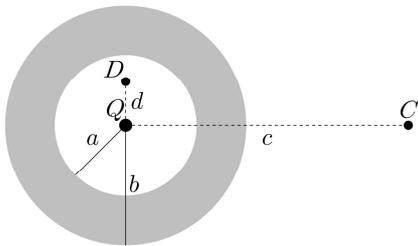
- ① $2d = 6d_1 + 3d_2$
- ② $4d = 6d_1 + 3d_2$
- ③ $2d = 2d_1 + d_2$
- ④ $4d = 2d_1 + d_2$

문 19. 그림과 같이 자유공간에 무한히 긴 도선에 전류 $I=10$ [A]가 $+z$ 축 방향으로 흐르고 있다. 이 도선으로부터 a [m] 떨어진 거리에 길이 $\ell = (b-a)$ [m]인 금속봉이 $+z$ 축 방향으로 일정한 속도 $\mathbf{u} = \mathbf{a}_z u_z$ [m/s]로 움직인다고 할 때, 발생하는 전자기적 현상으로 옳지 않은 것은? (단, u_z 는 양의 상수이고, V_{ab} 는 b 지점에서의 전압에 대한 a 지점에서의 상대적인 전압을 의미한다)



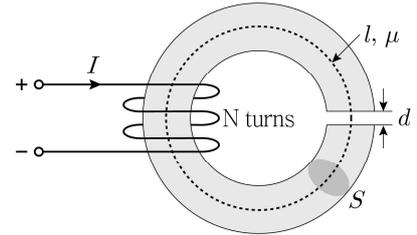
- ① $|V_{ab}|$ 는 전류의 크기 I 에 비례한다.
- ② 변수 $\frac{b}{a}$ 가 증가하면 $|V_{ab}|$ 는 증가한다.
- ③ V_{ab} 의 부호는 음수이다.
- ④ 무한히 긴 도선에 의한 자속밀도 \mathbf{B} 의 크기는 도선으로부터의 거리 r 에 반비례한다.

문 20. 그림과 같이 자유공간에 양전하 Q [C]가 원점에 놓여 있고 도체 껍질(shell)이 전하를 감싸고 있다. 도체 껍질의 내부와 외부 반지름이 각각 a [m]와 b [m]일 때, 도체 껍질 바깥 점 C 와 도체 껍질 안쪽 점 D 사이의 전위차[V]는? (단, 원점으로부터 점 C 와 점 D 까지 거리는 각각 c [m]와 d [m]이고, 자유공간의 유전율은 ϵ_0 이다)



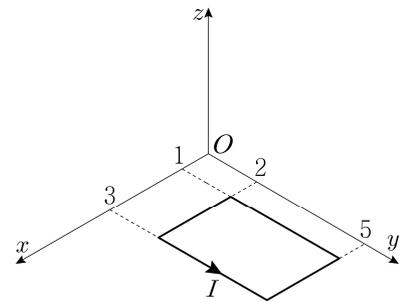
- ① $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{d} - \frac{1}{c} \right]$
- ② $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{b} - \frac{1}{c} \right]$
- ③ $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{b} - \frac{1}{c} + \frac{1}{d} - \frac{1}{a} \right]$
- ④ $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{c} - \frac{1}{a}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

문 21. 그림과 같이 평균 길이 $l=20$ [cm], 단면적 $S=1$ [cm²], 투자율 $\mu = 2,000\mu_0$ 인 원통형 철심과 간격이 $d=0.2$ [mm]인 공극으로 구성된 토로이드가 있다. 권선수 $N=100$ 인 코일에 전류 $I=3$ [A]가 흐를 때의 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $l \gg d$ 이며, 공극에서의 가장자리효과와 누설 자속은 무시하고, 공기의 투자율은 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m]이다)



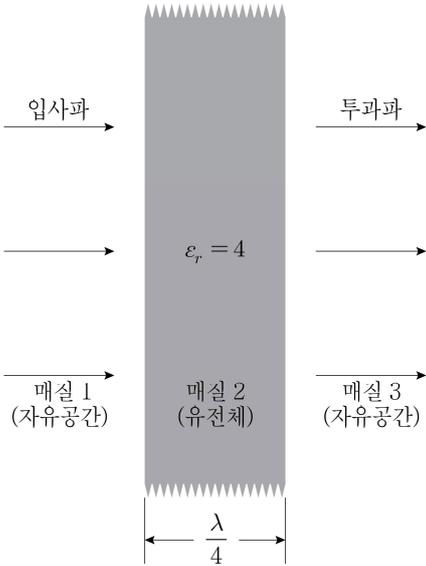
- ① 공극에 걸리는 기자력은 100 [A · t]이다.
- ② 공극에서의 자기저항은 $\frac{1}{2\pi} \times 10^7$ [A · t/Wb]이다.
- ③ 공극에서의 자속밀도는 0.4π [Wb/m²]이다.
- ④ 전체 자기저항은 $\frac{3}{4\pi} \times 10^7$ [A · t/Wb]이다.

문 22. 자유공간에서 자속밀도 $\mathbf{B} = -\mathbf{a}_x 3x + \mathbf{a}_y 5y - \mathbf{a}_z 2z$ [Wb/m²]가 가해지고, 그림과 같이 사각형 도체 루프에 반시계 방향으로 전류 $I=3$ [A]가 흐를 때, 이 루프가 받는 자기력[N]은? (단, 루프는 평면 $z=0$ 에 놓여 있고, 모든 길이의 단위는 [m]이다)



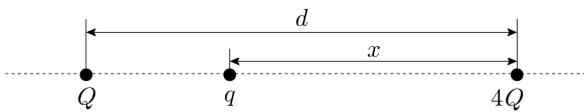
- ① 0
- ② $\mathbf{a}_z 24$
- ③ $\mathbf{a}_z 36$
- ④ $-\mathbf{a}_z 36$

문 23. 그림과 같이 비유전율 $\epsilon_r = 4$ 이며, 두께가 $\frac{\lambda}{4}$ 인 매우 넓은 무손실 비자성 유전체 슬랩(dielectric slab)이 자유공간에 있을 때, 이 슬랩에 균일 평면파가 수직 입사하는 경우 매질 1과 매질 2의 경계면에서의 반사계수는? (단, λ 는 유전체 슬랩 내부에서 균일 평면파의 파장이다)



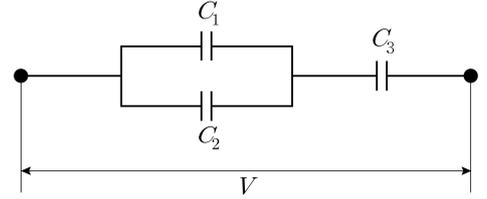
- ① $-\frac{1}{3}$
- ② $-\frac{3}{5}$
- ③ $\frac{1}{3}$
- ④ $\frac{3}{5}$

문 24. 자유공간에 놓인 두 개의 양전하 $Q, 4Q$ 가 거리 d 만큼 떨어져 있다. 또 다른 전하 q 를 두 전하 사이에 위치시켜 전체 전하계 전기력의 평형을 이루고자 할 때, q 와 x 는?



- ① $\frac{q}{9}Q$ $\frac{x}{3}d$
- ② $-\frac{4}{9}Q$ $\frac{1}{3}d$
- ③ $\frac{4}{9}Q$ $\frac{2}{3}d$
- ④ $-\frac{4}{9}Q$ $\frac{2}{3}d$

문 25. 그림과 같이 정전용량이 각각 $C_1 = 1[\mu\text{F}]$, $C_2 = 3[\mu\text{F}]$, $C_3 = 2[\mu\text{F}]$ 인 세 개의 커패시터가 전위차가 V 인 기전력원에 연결되어 있다. 정전에너지가 큰 커패시터를 순서대로 바르게 나열한 것은?



- ① C_1, C_2, C_3
- ② C_3, C_2, C_1
- ③ C_2, C_1, C_3
- ④ C_1, C_3, C_2