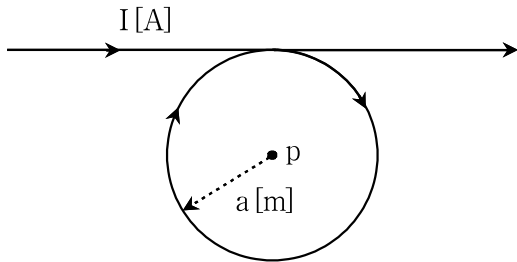


전기자기학

문 1. 전위함수가 $V = 3xy + z + 1$ [V]일 때, 점 $(2, -2, 1)$ [m]에서 전기장의 세기 [V/m]는?

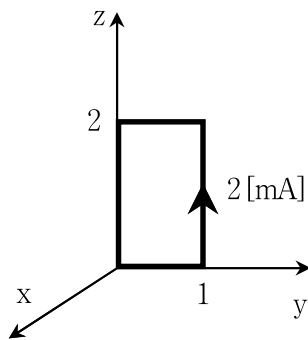
- ① $3\vec{a}_x - 2\vec{a}_y - \vec{a}_z$
 ② $6\vec{a}_x - 5\vec{a}_y - \vec{a}_z$
 ③ $5\vec{a}_x - 6\vec{a}_y - \vec{a}_z$
 ④ $6\vec{a}_x - 6\vec{a}_y - \vec{a}_z$

문 2. 다음 그림과 같이 전류 I [A]가 흐르는 직선 도선이 원을 한 번 이룬 후 다시 직진할 때, 원의 중심점 p 에서의 자기 $\vec{H}$ 의 크기 [A/m]는? (단, 직선 도선은 무한히 긴 것으로 가정한다)



- ① $\frac{I}{2a}$
 ② $\frac{I}{2a}(\frac{\pi+1}{\pi})$
 ③ $\frac{I}{2a}(\frac{\pi-1}{\pi})$
 ④ $\frac{I}{2\pi a}$

문 3. 다음 그림과 같이 균일한 자속밀도 $\vec{B} = \vec{a}_x - 2\vec{a}_y + 3\vec{a}_z$ [T]가 인가된 공간의 yz 평면 상에 1 [m] $\times$ 2 [m]의 사각형 도선 루프가 놓여 있다. 이 루프에 2 [mA]의 전류가 흐르는 경우 도선 루프가 받게 되는 토크(Torque) [mN $\cdot$ m]는?



- ① $4\vec{a}_x$
 ② $4\vec{a}_x - 8\vec{a}_y$
 ③ $-8\vec{a}_y + 12\vec{a}_z$
 ④ $-12\vec{a}_y - 8\vec{a}_z$

문 4. 도전율 10 [S/m], 유전율 $5\epsilon_0$ 이고 단면적이 A [m²]인 도선에 주파수 f 인 전류가 흐르고 있다. 도선 상의 전도전류(conduction current)가 변위전류(displacement current) 크기의 10배가 되는 주파수 f [GHz]는? (단, $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$ 이다)

- ① 1.2
 ② 2.4
 ③ 3.6
 ④ 4.8

문 5. 80 [MHz]에서 임의의 무손실 전송선로의 특성 임피던스는 300 [Ω]이다. 전송선로 상의 전자파 파장이 2.5 [m]라면 전송선로의 인덕턴스 [μ H/m]는?

- ① 0.25
 ② 0.67
 ③ 1.0
 ④ 1.5

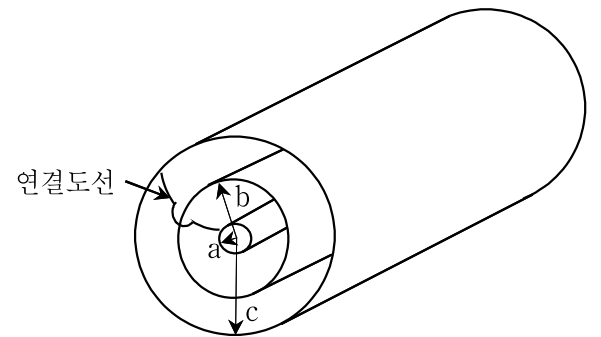
문 6. $x = 0$ 을 기준으로 나뉜 두 영역의 경계에 표면전류 $\vec{K} = 10\vec{a}_z$ 가 존재한다. $x < 0$ 인 영역에서의 자계가 $\vec{H}_1 = 12\vec{a}_y$ [A/m]이면 $x > 0$ 인 영역에서의 자계 $\vec{H}_2$ [A/m]는?

- ① $2\vec{a}_y$
 ② $-2\vec{a}_y$
 ③ $22\vec{a}_y$
 ④ $-22\vec{a}_y$

문 7. 자속밀도 $\vec{B} = 2\vec{a}_z$ [T]인 xy 평면 상에 단위 길이 당 저항이 1 [Ω /m]인 원형 도선이 1회 감겨 있다. 도선의 반지름 r 이 시간 t 에 대하여 $r(t) = t$ 로 변할 때 이 원형 도선에 흐르는 전류 [A]는?

- ① $\frac{1}{2}$
 ② 1
 ③ 2
 ④ 4

문 8. 동축 상에 반지름이 각각 a, b, c ($a < b < c$)인 세 개의 도체 원통이 그림과 같이 배치되어 있고, 반지름 a 인 원통과 반지름 c 인 원통을 도선으로 연결하였다. 반지름 a 인 원통과 반지름 b 인 원통 간의 단위 길이 당 정전용량 [F/m]은? (단, 원통의 두께는 길이에 비하여 무시할 수 있을 정도로 얇다)

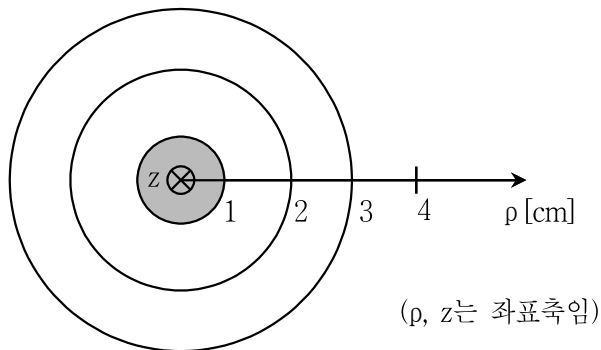


- ① $2\pi\epsilon\left(\frac{1}{\ln\frac{b}{a}} + \frac{1}{\ln\frac{c}{b}}\right)$
 ② $2\pi\epsilon\left(\frac{1}{\ln\frac{b}{a}} - \frac{1}{\ln\frac{c}{b}}\right)$
 ③ $2\pi\epsilon\left(\frac{1}{\ln\frac{b}{a} + \ln\frac{c}{b}}\right)$
 ④ $2\pi\epsilon\left(\frac{1}{\ln\frac{b}{a} - \ln\frac{c}{b}}\right)$

문 9. 고유 임피던스 $\eta = 30\pi$ [Ω], 비투자율 $\mu_r = 2$ 인 무손실 매질에 $\vec{H} = 5\cos(\omega t - 0.8z)\vec{a}_x - 2\sin(\omega t - 0.8z)\vec{a}_y$ [A/m]의 자계가 주어졌다. 이 경우 비유전율 ϵ_r 과 각주파수 ω [rad/s]는?

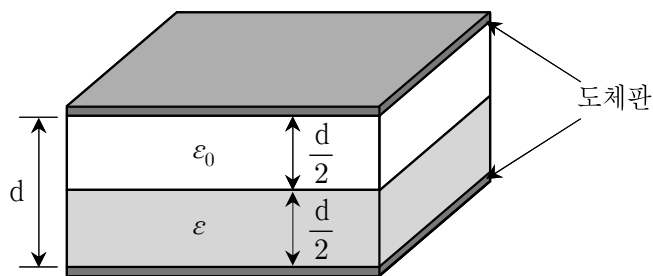
- ① 16, 3×10^6
 ② 16, 3×10^7
 ③ 32, 3×10^6
 ④ 32, 3×10^7

문 10. 반지름 1 [cm]인 원통 내부에 체적전하밀도 $\rho_v = 200 [\text{nC/m}^3]$ 인 전하가 z 축 상에 분포되어 있으며 이와 동축으로 반지름이 2 [cm], 3 [cm]인 속이 빈 원통에 표면전하밀도 $-2 [\text{nC/m}^2]$, $\rho_s [\text{nC/m}^2]$ 의 전하가 각각 분포되어 있다. $\rho = 4 [\text{cm}]$ 에서 전계의 세기가 0이 되기 위한 $\rho_s [\text{nC/m}^2]$ 는? (단, 원통은 자유공간 상에 있다고 가정한다)



- ① 1
② -1
③ 2
④ -2

문 11. 평판 도체 사이의 거리가 d 인 평행평판 공기 커패시터가 있다. 다음 그림과 같이 평판 도체 사이에 비유전율이 3, 두께가 $\frac{d}{2}$ 인 유전체를 삽입할 때 합성 정전용량의 변화는? (단, 가장자리 효과는 무시한다)

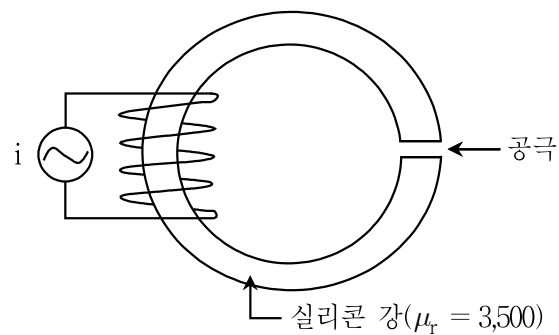


- ① 변함없다.
② 유전체 삽입 전에 비해 $\frac{1}{2}$ 배가 된다.
③ 유전체 삽입 전에 비해 $\frac{3}{2}$ 배가 된다.
④ 유전체 삽입 전에 비해 2배가 된다.

문 12. 길이 g [m]의 공극(air gap)이 있는 원형 철심에 촘촘하게 코일이 감겨있다. 이 코일에 전류를 흘려 철심에서의 자속밀도가 B [T]일 때 공극에 작용하는 힘 [N]은? (단, 공극의 길이 g 는 매우 짧아 자계가 균일하며 철심과 공극의 단면적은 A [m²], 철심과 공극의 투자율은 각각 μ 와 μ_0 로 가정한다)

- ① $\frac{BA}{2\mu g}$ ② $\frac{BA}{2\mu_0 g}$
③ $\frac{B^2 A}{2\mu}$ ④ $\frac{B^2 A}{2\mu_0}$

문 13. 다음 그림과 같이 강자성체인 실리콘 강과 공극으로 구성된 토로이드(환상 솔레노이드)에 코일을 감고 전류를 흘렸다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 실리콘 강과 공극의 자로 길이의 비는 100:1로 가정한다)



- ① 실리콘 강과 공극을 통과하는 자속은 같다.
② 자속의 형성을 위한 기자력은 공극에 비해 실리콘 강 내부에서 더 크다.
③ 릴럭턴스는 공극 부분이 실리콘 강에 비해 크다.
④ 실리콘 강의 경우 자계와 자속밀도는 선형적인 관계가 성립하지 않는다.

문 14. 투자율이 $3 \times 10^{-3} [\text{H/m}]$, 단면적이 $10 [\text{cm}^2]$, 평균 자로의 길이가 20 [cm], 권선수가 500회인 토로이드(환상 솔레노이드)의 코일에 2 [A]의 전류가 흐르고 있다. 토로이드 내부의 자속 [Wb]은?

- ① 1.5×10^{-2}
② 2×10^{-2}
③ 2.5×10^{-3}
④ 3×10^{-3}

문 15. 두 도체판 사이를 유전체로 채우고 어떤 전압을 인가한 평행평판 커패시터에서 도체판에 작용하는 힘이 F [N]이다. 대전 전하량을 2배, 유전체의 유전율을 2배로 하면 도체판에 작용하는 힘 [N]은? (단, 도체판의 면적 및 도체판 사이의 간격은 일정하다)

- ① 0.5F
② F
③ 2F
④ 4F

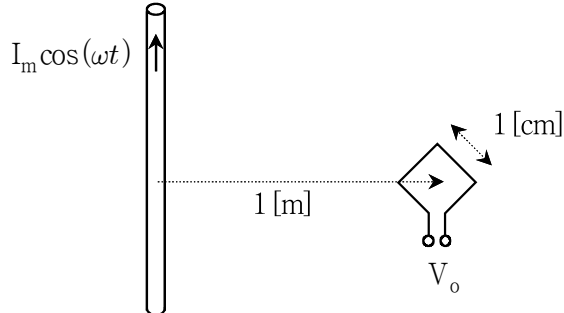
문 16. 벡터포텐셜이 특정주파수에서 $\vec{A} = -j2\mu_0 e^{j5z} \vec{a}_x$ 로 주어진 경우 원천 없는(source-free) 자유공간에 생기는 전계 및 자계는? (단, 페이지 표기법에 따라 시간변화분 $e^{j\omega t}$ 는 생략한다)

- ① $\vec{E} = -\frac{5}{\omega\epsilon_0} e^{j5z} \vec{a}_x$, $\vec{H} = 5e^{j5z} \vec{a}_y$
② $\vec{E} = -\frac{10}{\omega\epsilon_0} e^{j5z} \vec{a}_x$, $\vec{H} = 10e^{j5z} \vec{a}_y$
③ $\vec{E} = -\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} 5e^{j5z} \vec{a}_x$, $\vec{H} = 5e^{j5z} \vec{a}_y$
④ $\vec{E} = -\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} 10e^{j5z} \vec{a}_x$, $\vec{H} = 10e^{j5z} \vec{a}_y$

- 문 17. 1 [MHz]의 평면파가 순수한 물 속을 진행할 때 공기 중에서 진행하는 경우에 비하여 커지는 값은? (단, 순수한 물의 $\mu_r = 1$, $\epsilon_r = 81$ 로 가정한다)
- ① 위상상수
 - ② 고유임피던스
 - ③ 위상속도
 - ④ 파장

- 문 18. 자유공간에서 균일 평면파의 전계가 $\vec{E}(z, t) = 40\cos(\omega t - \beta z)\vec{a}_x$ [V/m]일 때, z 축에 수직한 평면 상에 위치한 반지름 $r = 3$ [m]인 원을 통과하는 평균전력 [W]은?
- ① 30
 - ② 40
 - ③ 50
 - ④ 60

- 문 19. 다음 그림과 같이 $I_m \cos(\omega t)$ 의 큰 전류가 흐르는 무한 직선 도선에서 1 [m] 떨어진 위치에 한 변이 1 [cm]인 정사각형의 검출기를 이용하여 I_m 을 구하려 한다. 검출기에서 측정되는 개방 전압(무부하 전압)의 최댓값 $|V_o|$ 과 I_m 의 관계는? (단, 검출기는 완전한 정사각형 루프로 가정한다)



- ① $I_m \approx \frac{|V_o|}{\mu_0 f} 10^3 [\text{A}]$
- ② $I_m \approx \frac{4|V_o|}{\mu_0 f} 10^3 [\text{A}]$
- ③ $I_m \approx \frac{|V_o|}{\mu_0 f} 10^4 [\text{A}]$
- ④ $I_m \approx \frac{4|V_o|}{\mu_0 f} 10^4 [\text{A}]$

- 문 20. 임의의 부하로 종단된 75 [Ω]의 특성 임피던스를 갖는 무손실 전송선로의 정재파비가 3이다. 부하로부터 0.25 [m] 떨어진 전송선로 상에서 최초로 전압의 최소점이 나타나고 0.5 [m] 떨어진 곳에서 두 번째 최소점이 나타났다. 이 때 부하 임피던스 [Ω]는?
- ① $25 - j15$
 - ② 25
 - ③ $50 - j30$
 - ④ 50