

전기자기학

문 1. 전기 $\vec{E} = 2(x^2 + y^2)\vec{a}_x$ [V/m]인 자유공간에서 점(3, 2, 1) [m]에서의 전하밀도 ρ_v [C/m³]는? (단, 자유공간의 유전율은 ϵ_0 이다)

- ① $12\epsilon_0$ ② $24\epsilon_0$
③ $36\epsilon_0$ ④ $48\epsilon_0$

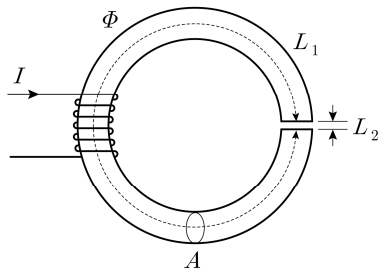
문 2. 라디오방송 신호가 주파수 800 [kHz]인 균일 평면파라고 할 때, 이 평면파가 비유전율 $\epsilon_r = 6$, 비투자율 $\mu_r = 1.5$ 인 선형, 균질, 무손실 매질 내를 전파할 때의 속도[m/s]는? (단, 공기 중에서의 전파속도는 3.0×10^8 [m/s]이다)

- ① 0.5×10^8 ② 1.0×10^8
③ 2.0×10^8 ④ 3.0×10^8

문 3. $z < 0$ 에서 매질1($\mu_1 = 4\mu_0$)과 $z \geq 0$ 에서 매질2($\mu_2 = 2\mu_0$)가 xy 평면을 경계로 접해 있다. 매질1에 자기 $\vec{H}_1 = 3\vec{a}_x + 4\vec{a}_y + 6\vec{a}_z$ [A/m]가 존재할 때, 매질2에서 자기 \vec{H}_2 [A/m]는? (단, 자유공간의 투자율은 μ_0 이다)

- ① $3\vec{a}_x + 4\vec{a}_y + 6\vec{a}_z$
② $3\vec{a}_x + 4\vec{a}_y + 12\vec{a}_z$
③ $6\vec{a}_x + 4\vec{a}_y + 6\vec{a}_z$
④ $6\vec{a}_x + 8\vec{a}_y + 12\vec{a}_z$

문 4. 그림과 같이 길이 $L_1 = 2.5$ [m], 투자율 $\mu = 100\mu_0$ 인 자성체 코어 토로이드에 권선수 100회의 도선이 촘촘히 감겨 있다. 공극의 길이 $L_2 = 0.25$ [mm], 코어와 공극의 단면적 $A = 2.5$ [cm²]일 때, 전류 $I = 1.01$ [A]를 인가하는 경우 발생하는 자속(Φ) [Wb]은? (단, μ_0 는 자유공간의 투자율이고, 공극에서 누설자속은 없다)



- ① $0.01\mu_0$ ② $0.1\mu_0$
③ μ_0 ④ $10\mu_0$

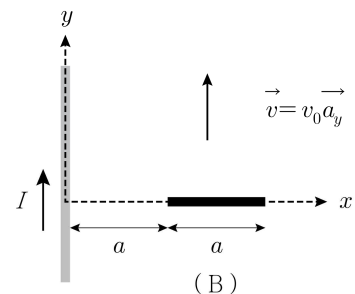
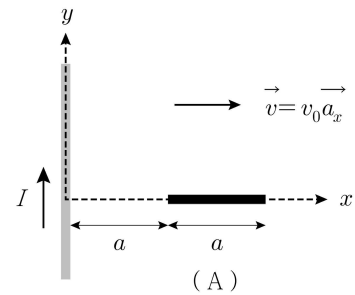
문 5. 벡터자기포텐셜 $\vec{A} = -\frac{\rho^2}{4}\vec{a}_z$ [Wb/m]인 자유공간에서, $1 \leq \rho \leq 2$ [m], $\phi = \frac{\pi}{2}$, $0 \leq z \leq 4$ [m]인 영역의 면을 지나가는 자속[Wb]의 크기는?

- ① 3 ② 6
③ 30 ④ 60

문 6. 무손실 매질에서 전파하는 균일 평면파의 전기 $\vec{E} = 10\cos(10^8t + 3z)\vec{a}_y$ [V/m]로 주어질 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 평면파의 진행방향은 $+\vec{a}_y$ 이다.
② 평면파의 포인팅벡터의 방향은 $+\vec{a}_y$ 이다.
③ 평면파의 주파수는 100 [MHz]이다.
④ 이 평면파는 자유공간이 아닌 매질에서 전파하고 있다.

문 7. 그림(A), (B)와 같이 자유공간에 놓인 무한길이 직선도선에 전류 I [A]가 흐르고 있다. 길이 a [m]의 막대도체가 일정한 속도 \vec{v} [m/s]로 이동할 때, 각각의 막대도체에 유도되는 기전력 [V]의 크기는? (단, 자유공간의 유전율과 투자율은 각각 ϵ_0 와 μ_0 이다)

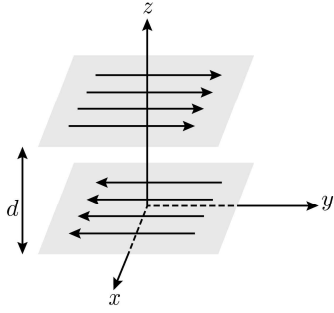


- | | (A) | (B) |
|---|---------------------------------|---------------------------------|
| ① | 0 | 0 |
| ② | 0 | $\frac{v_0\mu_0 I}{2\pi} \ln 2$ |
| ③ | $\frac{v_0\mu_0 I}{2\pi} \ln 2$ | 0 |
| ④ | $\frac{v_0\mu_0 I}{2\pi} \ln 2$ | $\frac{v_0\mu_0 I}{2\pi} \ln 2$ |

문 8. 전도성이 좋은 매질($\frac{\sigma}{\omega\epsilon} \gg 1$)내에서 전자기파의 위상상수(phase constant) $\beta = \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}}$ 로 주어질 때, 군속도(group velocity) v_g 는? (단, ω 는 전자기파의 각주파수이며, 매질의 유전율 ϵ , 투자율 μ , 도전율 σ 는 주파수와 무관하다)

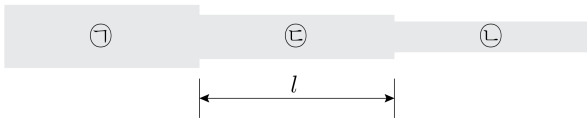
- ① $\sqrt{\frac{\mu\sigma}{2\omega}}$ ② $\sqrt{\frac{2\omega}{\mu\sigma}}$
③ $2\sqrt{\frac{\mu}{2\omega\sigma}}$ ④ $2\sqrt{\frac{2\omega}{\mu\sigma}}$

- 문 17. $z=0$ [m]과 $z=d$ [m]인 무한 평면에 각각 크기가 10 [A/m]인 균일한 면전류밀도가 서로 반대 방향으로 흐르고 있을 때, 점 $(0, 0, \frac{d}{2})$ [m]와 점 $(0, 0, 2d)$ [m]에서 각각의 자계 \vec{H} [A/m]는?



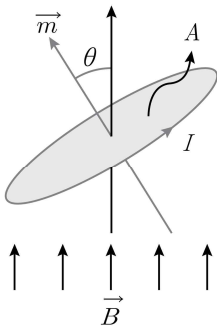
- ① $0, 10\vec{a}_x$ ② $0, -10\vec{a}_x$
 ③ $10\vec{a}_x, 0$ ④ $-10\vec{a}_x, 0$

- 문 18. 100 [MHz]에서 동작하는 전송선로 ㉠과 ㉡의 임피던스가 각각 49 [Ω]과 100 [Ω]일 때, $\frac{1}{4}\lambda_g$ 길이를 갖는 전송선로 ㉢을 이용하여 그림과 같이 임피던스 정합을 하고자 한다. ㉢의 단위길이당 인덕턴스 $L = 19.6$ [$\mu\text{H}/\text{m}$]으로 주어질 때, 전송선로 ㉢의 길이 l [m]은? (단, 전송선로는 무손실이고, λ_g 는 전송선로에서 전파하는 신호의 한 파장 길이를 의미한다)



- ① $\frac{1}{4\sqrt{784}}$ ② $\frac{1}{4\sqrt{392}}$
 ③ $\frac{1}{4\sqrt{196}}$ ④ $\frac{1}{4\sqrt{98}}$

- 문 19. 균일한 자속밀도 \vec{B} [Wb/m^2]인 자유공간에 놓인 단면적 A [m^2], 권선수 N 회인 원형코일에 I [A]의 전류가 그림과 같이 흐르고 있을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 그림에서 \vec{m} [$\text{A}\cdot\text{m}^2$]은 원형코일이 갖는 자기모멘트, T [$\text{N}\cdot\text{m}$]은 원형코일에 작용하는 토크의 크기이다)



- ① 최대토크는 $\theta=0^\circ$ 일 때 발생한다.
 ② 자속밀도 \vec{B} 의 크기는 $\frac{T}{NIA\sin\theta}$ 이다.
 ③ 토크의 방향은 자기모멘트 \vec{m} 의 방향과 평행이다.
 ④ 토크의 방향은 자속밀도 \vec{B} 의 방향과 평행이다.

- 문 20. 3차원 공간에서 xy 평면을 기준면으로 영역1($z < 0$)은 유전율 ϵ_1 , 투자율 μ_1 의 매질이 채워져 있고, 영역2($z \geq 0$)는 유전율 ϵ_2 , 투자율 μ_2 의 매질로 채워져 있다. 균일 평면파가 영역1에서 영역2를 향하여 입사할 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 모든 매질은 무손실, 선형, 등방성, 균질 매질이고, $\epsilon_1 \neq \epsilon_2$, $\mu_1 = \mu_2 = \mu_0$ 이며 μ_0 는 자유공간의 투자율이다)

- ① 전반사(total reflection)가 발생하기 위해서는 $\epsilon_1 > \epsilon_2$ 이어야만 한다.
 ② 영역1과 영역2에서 전계 및 자계를 각각 3차원 벡터 \vec{E} 와 \vec{H} 로 표현할 때, \vec{E} 와 \vec{H} 는 수직편파와 수평편파로 분리하여 나타낼 수 있다.
 ③ 경계면에 직각으로 입사하는 경우 입사편파에 상관없이 $1 + \Gamma = T$ 로 표현할 수 있다. (단, Γ 와 T 는 경계면에서의 반사 및 투과계수이다)
 ④ 브루스터 각도(Brewster angle)는 수직 및 수평편파에 모두 존재한다.