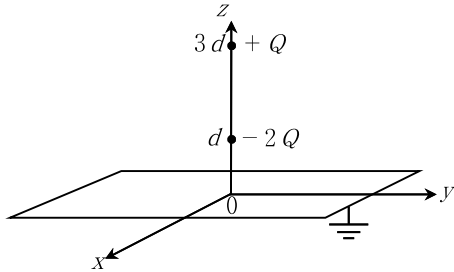


전기자기학

문 1. 공기로 채워져 있는 평행판 커패시터에 전위를 일정하게 유지시키며 도체판 사이에 유전체를 넣을 때, 도체판에 모이는 전하량과 도체판 사이의 전계에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 가장자리 효과는 무시한다)

- ① 전하량 Q 는 증가하고, 전계 E 는 증가한다.
 ② 전하량 Q 는 증가하고, 전계 E 는 불변이다.
 ③ 전하량 Q 는 불변이고, 전계 E 는 증가한다.
 ④ 전하량 Q 는 불변이고, 전계 E 는 불변이다.

문 2. 그림과 같이 자유공간에서 전위가 0인 무한 평면 도체가 $z=0$ 평면에 놓여있고, 원점으로부터 d 와 $3d$ 만큼 떨어진 곳에 두 개의 점전하 $-2Q[C]$ 와 $+Q[C]$ 가 놓여있다. 이 때 점전하 $+Q$ 가 받는 힘의 크기 $[N]$ 는? (단, ϵ_0 는 자유공간의 유전율이다)



- ① $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{55Q^2}{144d^2}$ ② $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{29Q^2}{72d^2}$
 ③ $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{17Q^2}{36d^2}$ ④ $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{2d^2}$

문 3. 자유공간에서 전계는 $\vec{E} = [\vec{a}_x \cos(\omega t - kz) + \vec{a}_y \sin(\omega t - kz)]$ $[V/m]$ 이고, 자계는 $\vec{H} = \frac{1}{\eta} [\vec{a}_y \cos(\omega t - kz) - \vec{a}_x \sin(\omega t - kz)]$ $[A/m]$ 일 때, 포인팅 벡터(Poynting vector) $\vec{P}[W/m^2]$ 는? (단, ω 는 각주파수, η 는 고유임피던스, k 는 파수를 나타낸다)

- ① $\frac{1}{\eta} \vec{a}_z$ ② 0
 ③ $\eta \vec{a}_z$ ④ $\vec{a}_z$

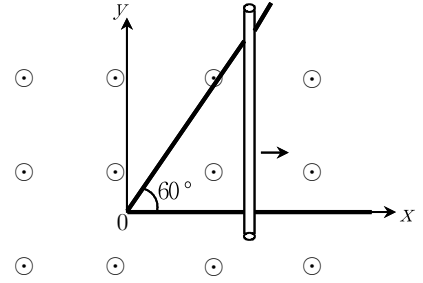
문 4. 무손실 전송선로의 단위길이당 커패시턴스와 인덕턴스가 각각 $C' = 200[pF/m]$ 과 $L' = 500[nH/m]$ 일 때, 전송선로 상의 전자파의 속도 $v_p[m/s]$ 와 특성임피던스 $Z_0[\Omega]$ 는?

- ① $10^7, 100$ ② $10^7, 50$
 ③ $10^8, 100$ ④ $10^8, 50$

문 5. 50[Hz]에서 1[A]의 전도전류(conduction current)가 흐르는 금속 도선이 있다. 유전율, 투자율, 도전율이 각각 $\epsilon = 2\epsilon_0[F/m]$, $\mu = 2\mu_0[H/m]$, $\sigma = \sigma_c[S/m^2]$ 일 때, 변위전류(displacement current) $[A]$ 크기는? (단, ϵ_0 와 μ_0 는 자유공간의 유전율과 투자율이다)

- ① $100\pi \frac{\mu_0}{\sigma_c}$ ② $200\pi \frac{\mu_0}{\sigma_c}$
 ③ $100\pi \frac{\epsilon_0}{\sigma_c}$ ④ $200\pi \frac{\epsilon_0}{\sigma_c}$

문 6. 그림과 같이 60° 를 이루고 있는 V형 도선 위를 y 축에 평행한 무한히 긴 단락 도체 막대가 속도 $\vec{u} = 3\vec{a}_x[m/s]$ 로 움직이고 있다. 자속밀도 $\vec{B} = 1\vec{a}_z[T]$ 일 때, 시간 $t = t_0(t_0 > 0)$ 에서의 유도 기전력 $[V]$ 은? (단, 도체 막대는 $t = 0$ 일 때 원점을 통과한다)

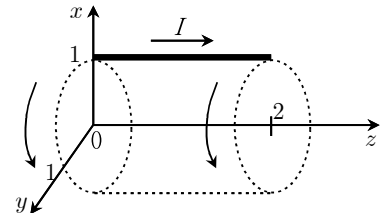


- ① $-9\sqrt{3}t_0$ ② $-9\sqrt{3}$
 ③ $-3\sqrt{3}t_0$ ④ $-3\sqrt{3}$

문 7. 전속밀도가 $\vec{D} = z\rho\cos^2\phi\vec{a}_z[C/m^2]$ 로 주어졌을 때, 반경이 1[m]이고 높이가 $-2 \leq z \leq 2[m]$ 인 원통 내부에 있는 전하들의 총 전하량 $[C]$ 은? (단, ρ, ϕ, z 는 원통좌표계의 좌표성분이다)

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

문 8. 그림과 같이 길이가 2[m]이며 10[A]의 전류 I 가 흐르는 선형 도체가, $\vec{B} = 2 \times 10^{-3}\rho\vec{a}_\rho[T]$ 인 자계 안에서 z 축을 중심으로 한 바퀴 회전할 때 소요되는 에너지 $[J]$ 는? (단, ρ 는 원통좌표계의 좌표성분이며, 중력은 무시한다)



- ① $8\pi \times 10^{-2}$ ② $4\pi \times 10^{-2}$
 ③ $\pi \times 10^{-2}$ ④ $0.5\pi \times 10^{-2}$

문 9. $y < 0$ 인 영역 I에는 비유전율이 4인 유전체가, $y > 0$ 인 영역 II에는 비유전율이 2인 유전체가 있다. 두 유전체의 경계면에서 영역 I의 전계가 $\vec{E}_1 = -30\vec{a}_x + 50\vec{a}_y + 70\vec{a}_z[V/m]$ 일 때, 영역 II에서의 전계 $\vec{E}_2[V/m]$ 는? (단, 두 유전체의 경계면에 자유전하는 없다)

- ① $-30\vec{a}_x + 100\vec{a}_y + 70\vec{a}_z$ ② $-60\vec{a}_x + 50\vec{a}_y + 70\vec{a}_z$
 ③ $-30\vec{a}_x + 100\vec{a}_y + 140\vec{a}_z$ ④ $-60\vec{a}_x + 50\vec{a}_y + 140\vec{a}_z$

문 10. 자유공간에서 $z=0$ 평면에 $\vec{K} = 6\vec{a}_x[A/m]$ 인 면전류가 있고, 점 $P(0, 0, 3)[m]$ 를 지나고 x 축과 평행하게 놓여 있는 무한히 긴 도선에 전류가 흐르고 있다. 점 $Q(0, 0, 1.5)[m]$ 에서 자계가 $\vec{H} = 0$ 이라면, 도선에 흐르는 전류 $[A]$ 는?

- ① 3π ② 6π
 ③ 9π ④ 12π

- 문 11. 균일한 자계 내에 자계에 수직으로 입사한 전자의 운동 궤적과 자기력의 방향이 옳은 것은? (단, 중력의 영향은 무시한다)
- ① 타원운동, 타원 중심으로 들어가는 방향
 - ② 타원운동, 타원 중심에서 나가는 방향
 - ③ 원운동, 원 중심으로 들어가는 방향
 - ④ 원운동, 원 중심에서 나가는 방향
- 문 12. 패러데이의 전자기 유도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 정지되어 있는 폐회로에 쇠교하는 자속이 시간에 따라 변하면 기전력이 발생한다.
 - ② 균일 정자계 내에서 폐회로가 회전 운동하면 기전력이 발생할 수 있다.
 - ③ 시변 자계 내에서 폐회로가 직선 운동하면 기전력이 발생할 수 없다.
 - ④ 폐회로에 흐르는 전류의 방향은 그 전류를 발생시킨 자속의 변화를 방해하는 방향이며 이를 렌츠의 법칙이라 한다.
- 문 13. 이상적인 솔레노이드(solenoid)와 이상적인 토로이드(toroid)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 솔레노이드 내부의 자계는 권선수 밀도에 비례한다.
 - ② 토로이드 내부의 자계는 권선수에 비례한다.
 - ③ 솔레노이드 내부의 자계는 중심축으로부터의 거리에 반비례한다.
 - ④ 토로이드 내부의 자계는 중심축으로부터의 거리에 반비례한다.
- 문 14. 특성임피던스가 $50 [\Omega]$ 인 무손실 전송선로를 이용하여 부하 임피던스를 측정하려 한다. 부하가 있는 위치에서 측정한 반사계수의 크기는 0.5, 위상은 90° 였다. 이때 부하임피던스 $[\Omega]$ 는?
- ① $20 + j30$
 - ② $30 + j40$
 - ③ $40 + j50$
 - ④ $60 + j70$
- 문 15. 내경이 $a[m]$ 이고 외경이 $b[m]$ 인 무한 길이의 동축케이블에서 자계 및 자속밀도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 내부도체에서 전류 I 는 $+z$ 방향으로 균일하게 흐르고 있고, ρ 와 z 는 원통좌표계의 좌표성분이다)
- ① $a < \rho < b$ 에서 $\nabla \times \vec{H} = 0$ 이다.
 - ② $a < \rho < b$ 에서 $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ 이다.
 - ③ $\rho < a$ 에서 $\nabla \times \vec{H} = \frac{I}{\pi a^2} \vec{a}_z$ 이다.
 - ④ $\rho < a$ 에서 $\nabla \cdot \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{\pi a^2}$ 이다.
- 문 16. 균일 평면파가 공기로부터 비유전율 2, 비투자율 1인 선형 완전 유전체로 수직으로 입사하고 있다. 유전체 내부의 평면파를 입사 평면파와 비교할 때 변화된 것만을 모두 고른 것은?

ㄱ. 전계 크기	ㄴ. 자계 크기	ㄷ. 속도
ㄹ. 주파수	ㅁ. 전파상수	

- ① ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㅁ
- ② ㄱ, ㄴ, ㄷ
- ③ ㄷ, ㄹ
- ④ ㄷ, ㅁ

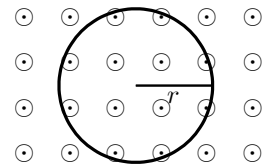
- 문 17. 자성체는 반자성체, 상자성체, 그리고 강자성체 등으로 구분될 수 있다. 자성체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 반자성체와 상자성체는 비투자율이 매우 작아 보통 비자성체(non-magnetic material)라고 한다.
- ② 반자성체 내부는 전자의 궤도에 의한 자기 쌍극자 모멘트가 없으며 알루미늄, 텅스텐, 백금 등이 대표적 물질이다.
- ③ 상자성체 내부는 전자의 궤도에 의한 자기 쌍극자 모멘트와 전자의 스핀에 의한 쌍극자 모멘트의 합이 존재하며, 내부의 자계가 외부 인가 자계보다 크다.
- ④ 강자성체 내부는 상쇄되지 못한 전자들의 스핀에 의해 상대적으로 큰 자기 쌍극자 모멘트를 가지며 철, 코발트, 니켈 등이 대표적 물질이다.

- 문 18. 자유공간에서 $1[C]$ 의 점전하가 원점에 놓여 있고, 또 다른 $1[C]$ 의 점전하가 점 $A(1, 0, 0)[m]$ 에 놓여 있다. $1[C]$ 의 점전하를 점 $B(0, 3, 0)[m]$ 에서 점 $C(0, 0, 1)[m]$ 로 이동시키는 데 필요한 에너지 $[J]$ 는? (단, ϵ_0 는 자유공간의 유전율이다)

- ① $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{10}} \right)$
- ② $-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{10}} \right)$
- ③ $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{4}{3} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{10}} \right)$
- ④ $-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{4}{3} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{10}} \right)$

- 문 19. 그림과 같이 시변자속밀도 $\vec{B}(t)$ 안에 원형 고리 도선이 자계 방향에 수직으로 놓여있다. 자계의 방향은 지면에서 나오는 방향이고 변화율은 $\frac{dB}{dt} = \alpha$ ($\alpha > 0$)이다. 도선의 반지름 r 이 일정한 속력으로 줄어드는 동안 어느 순간에 전류가 흐르지 않음이 관찰되었다. 이때의 자속밀도는 B_0 , 반지름은 r_0 이었다면, 도선의 반지름이 줄어드는 속력 v_r 은?



- ① $\frac{r_0 \alpha}{2B_0}$
- ② $\frac{r_0^2 \alpha}{2B_0}$
- ③ $\frac{r_0 \alpha}{B_0}$
- ④ $\frac{r_0^2 \alpha}{B_0}$

- 문 20. 도전율 $\sigma = 0$, 체적전하밀도 $\rho_v = 0$, 전류밀도 $\vec{J} = 0$ 인 영역에서 투자율 $\mu = 0.2 [H/m]$, 유전율 $\epsilon = 0.1 [F/m]$ 이고, $\vec{E} = (Kx - 10t) \vec{a}_y [V/m]$, $\vec{H} = (x + 20t) \vec{a}_z [A/m]$ 일 때, 맥스웰 방정식을 만족하는 $K [V/m^2]$ 는?

- ① -2
- ② -4
- ③ -5
- ④ -10