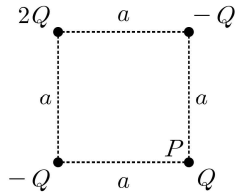


전기자기학

- 문 1. 그림과 같이 네 개의 점전하가 변의 길이가 a 인 정사각형의 꼭짓점에 위치할 때, 점 P 에 위치한 전하에 작용하는 전기력 \vec{F}_e 의 크기와 방향으로 적절한 것은?



- ① ② ③ ④

- 문 2. $z=0$ [cm]와 $z=4$ [cm]에 놓인 완전도체 무한평판 사이에 비유전율이 2인 유전체가 채워져 있다. 아래에 놓인 평판의 전위가 5[V]이고, 위에 놓인 평판의 전위가 -5[V]일 경우, 두 평판 사이의 전계분포[V/m]는?

- ① $125\vec{a}_z$
 ② $-125\vec{a}_z$
 ③ $250\vec{a}_z$
 ④ $-250\vec{a}_z$

- 문 3. 정전계에서 도체의 성질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 도체 내부의 전계세기는 0이다.
 ② 도체 표면의 접선방향에서 전계 \vec{E} 의 선적분 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l}$ 의 값은 0이 아니다.
 ③ 도체 표면에서 전계의 법선성분 크기는 표면전하밀도에 비례한다.
 ④ 도체 표면은 등전위면이다.

- 문 4. 등방이고 선형인 자성체의 자기에너지밀도[J/m³]에 대한 옳은 표현식은? (단, B 는 자속밀도[Wb/m²], H 는 자계[A/m]의 크기이다)

- ① $\frac{BH}{2}$
 ② BH
 ③ $\frac{H^2}{2}$
 ④ $\frac{B^2}{2}$

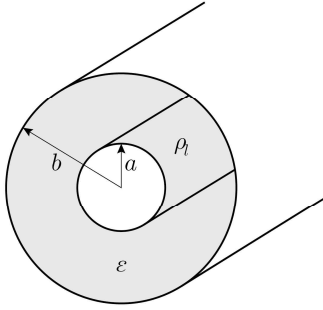
- 문 5. 외부 자계가 인가되면 내부 자기모멘트의 영향으로 내부 자속밀도가 외부 자속밀도보다 커지고, 외부 자계가 제거되더라도 물질의 자계 상태가 잔류되는 자성체는?

- ① 반자성체
 ② 상자성체
 ③ 강자성체
 ④ 반강자성체

- 문 6. 구좌표계의 원점에 전하량이 2[C]인 점전하가 놓여 있는 자유 공간에서 $r=2$ [m], $\frac{\pi}{3} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$, $0 \leq \phi \leq 2\pi$ 인 영역의 구표면을 통과하는 전속[C]은?

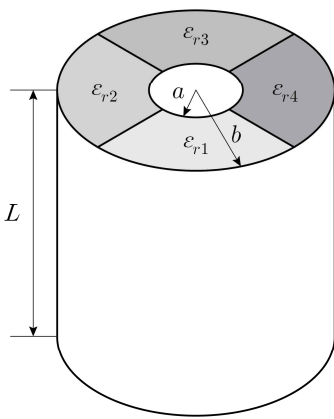
- ① 1
 ② $\frac{1}{2}$
 ③ $\frac{1}{2\sqrt{2}}$
 ④ $\frac{1}{4}$

- 문 7. 그림과 같이 자유공간에 놓인 각각 반지름이 a [m]와 b [m]인 두 동심 원통 도체 사이에 유전율 ε [F/m]인 유전체가 채워져 있다. 내부 도체에 선전하 ρ_l [C/m]이 균일하게 분포되어 있다고 할 때, $a \leq \rho \leq b$ 에서 분극벡터의 크기[C/m²]는? (단, 자유공간의 유전율은 ε_0 이다)



- ① $\frac{\rho_l}{2\pi\rho}$
 ② $\frac{\rho_l}{2\pi\varepsilon\rho}$
 ③ $\frac{\rho_l}{2\pi\varepsilon_0\rho}$
 ④ $\frac{\rho_l}{2\pi\rho}\left(1 - \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}\right)$

- 문 8. 그림과 같이 각각 반지름이 a 와 b 인 두 동심 도체 원통 사이에 비유전율이 서로 다른 유전체가 균등하게 4등분으로 채워져 있을 때 정전용량[F]은? (단, ε_0 는 자유공간의 유전율이고, $\varepsilon_{r1}=2$, $\varepsilon_{r2}=4$, $\varepsilon_{r3}=8$, $\varepsilon_{r4}=16$, $a=1$ [cm], $b=2$ [cm], $L=6$ [m]이다)



- ① $90\pi\varepsilon_0$
 ② $\frac{16\pi\varepsilon_0}{5}$
 ③ $\frac{90\pi\varepsilon_0}{\ln(2)}$
 ④ $\frac{16\pi\varepsilon_0}{5\ln(2)}$

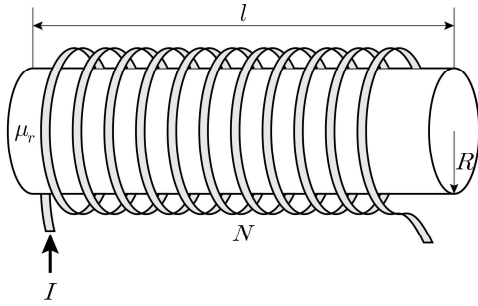
- 문 9. 전극판의 면적이 S [m²]이고 간격이 d [m]인 평행판 커패시터에 유전율이 ε [F/m]인 수지를 가득 채우고 두 전극판 사이에 V [V]의 전압을 인가한다면 전극판에 작용하는 힘[N]은?

- ① $\frac{1}{4}\varepsilon S\left(\frac{V}{d}\right)^2$
 ② $\frac{1}{2}\varepsilon S\left(\frac{V}{d}\right)^2$
 ③ $\varepsilon S\left(\frac{V}{d}\right)^2$
 ④ $2\varepsilon S\left(\frac{V}{d}\right)^2$

- 문 10. 변의 길이가 각각 a [m], $\sqrt{3}a$ [m]인 직사각형 회로에 전류 I [A]가 흐를 때, 회로의 중심에서 자계 \vec{H} 의 크기[A/m]는?

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

문 11. 그림과 같이 원통형 자성체에 코일을 감은 형태인 솔레노이드의 인덕턴스를 증가시키는 방법으로 옳지 않은 것은?

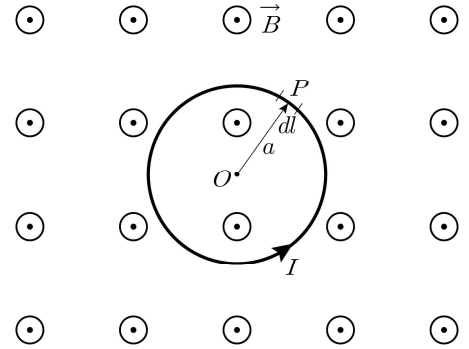


- ① 코일 감은 수 N 을 증가시킨다.
- ② 자성체의 반지름 R 을 증가시킨다.
- ③ 자성체의 비투자율 μ_r 을 증가시킨다.
- ④ 솔레노이드에 인가하는 전류 I 를 증가시킨다.

문 12. 특성 임피던스가 $Z_0 [\Omega]$ 인 무손실 전송 선로의 길이가 $\ell [m]$ 이고 위상 상수가 $k [\text{rad/m}]$ 이며 부하 임피던스 $Z_L [\Omega]$ 로 종단되어 있는데, Z_L 이 단락 회로(short circuit)일 경우 이 전송 선로 입력단에서 바라본 입력 임피던스 $[\Omega]$ 는?

- ① $-jZ_0 \cot(k\ell)$
- ② $-jZ_0 \tan(k\ell)$
- ③ $jZ_0 \tan(k\ell)$
- ④ $jZ_0 \cot(k\ell)$

문 13. 그림과 같이, 균일 자속밀도 \vec{B} 가 있는 공간에 반지름이 a 인 원형 도체에 반시계 방향으로 전류 I 가 흐를 때, 점 P 에서 미소 길이 dl 이 받는 미소 자기력의 방향은? (단, O 는 원형 도체의 중심, P 는 원형 도체상의 임의의 점, \odot 는 지면을 뚫고 나오는 방향이다)



- ① 벡터 \overrightarrow{OP} 방향
- ② 벡터 \overrightarrow{PO} 방향
- ③ 자속밀도 \vec{B} 의 방향
- ④ 원형 도체의 접선방향

문 14. 동축 케이블의 내부 도체의 반지름이 $a [m]$ 이고, 외부 도체의 반지름이 $b [m]$ 일 때, 동축 케이블의 내부($a \leq \rho \leq b$, ρ 는 동축 케이블 중심으로부터의 반지름)에서의 단위 길이당 자기 인덕턴스 $[\text{H/m}]$ 는? (단, 동축 케이블 내부의 절연체는 비자성 물질이며, 도체는 매우 얇고, μ_0 는 자유공간의 투자율이다)

- ① $\frac{2\mu_0}{\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$
- ② $\frac{2\mu_0}{\pi} \ln\left(\frac{a}{b}\right)$
- ③ $\frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$
- ④ $\frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{a}{b}\right)$

문 15. 전자기파에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 초음파는 가청음파보다 주파수가 높은 전자기파이다.
- ② 와이파이(Wi-Fi) 공유기가 공기 중으로 방사한 전자기파는 공기 중의 가시광선보다 파장이 길다.
- ③ 동일한 핸드폰이 방사한 전자기파의 전파 속도는 공기 중에서도 물속에서 같다.
- ④ 손실 매질에서 전파하는 균일 평면 전자기파의 전계와 자계는 서로 수직이 아니다.

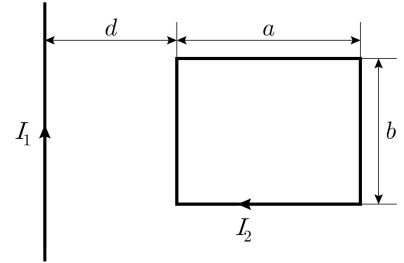
문 16. 자유공간에서 평면 $z=0$ 에 면전류 $\vec{J}_s = 8\vec{a}_x$ [A/m]가 흐르고, 직선 $y=0, z=4$ [m]에 선전류 I [A]가 흐르고 있다. 위치 $(0, 0, 2)$ [m]에서 측정한 자계가 $\vec{H} = 0$ 이라면, 직선에 흐르는 선전류 I [A]의 크기와 방향은?

- | 크기 | 방향 |
|-----------|--------------|
| ① 8π | $-\vec{a}_x$ |
| ② 8π | \vec{a}_x |
| ③ 16π | $-\vec{a}_x$ |
| ④ 16π | \vec{a}_x |

문 17. 속도 $\vec{v} = (5\vec{a}_x - 6\vec{a}_y) \times 10^5$ [m/s]로 움직이는 전자가 자속밀도 $\vec{B} = 10\vec{a}_x + 20\vec{a}_z$ [mWb/m²] 내의 한 점에서 힘을 받지 않을 경우, 이때 전자에 가해진 전계 \vec{E} [kV/m]는?

- ① $-12\vec{a}_x - 10\vec{a}_y + 6\vec{a}_z$
- ② $12\vec{a}_x + 10\vec{a}_y - 6\vec{a}_z$
- ③ $12\vec{a}_x - 10\vec{a}_y - 6\vec{a}_z$
- ④ $-12\vec{a}_x + 10\vec{a}_y + 6\vec{a}_z$

문 18. 그림과 같이 무한히 긴 가는 도선에 전류 I_1 이 흐르고 있고, 도선과 나란하게 놓인 직사각형 루프에 전류 I_2 가 흐르고 있다. 도선과 직사각형 루프의 상호 인덕턴스에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① a 와 b 를 고정하고, d 만 줄이면 상호 인덕턴스가 증가한다.
- ② b 와 d 를 고정하고, a 만 줄이면 상호 인덕턴스가 감소한다.
- ③ a 와 d 를 고정하고, b 만 줄이면 상호 인덕턴스가 감소한다.
- ④ 전류 I_1 과 I_2 를 크게 하면 상호 인덕턴스가 증가한다.

문 19. $z > 0$ 인 영역에 투자율이 4 [μH/m]인 매질 I이 있고, $z < 0$ 인 영역에 투자율이 7 [μH/m]인 매질 II가 있다. 평면 $z=0$ 에 면전류 $\vec{J}_s = 2\vec{a}_x$ [kA/m]가 흐른다. 매질 I에서 $\vec{B}_1 = 2\vec{a}_x - 4\vec{a}_y + 4\vec{a}_z$ [mWb/m²]의 자속밀도가 주어질 때, 매질 II에서의 자속밀도 \vec{B}_2 [mWb/m²]는?

- ① $2\vec{a}_x - 4\vec{a}_y + 7\vec{a}_z$
- ② $0.5\vec{a}_x + 2\vec{a}_y + 7\vec{a}_z$
- ③ $2\vec{a}_x - 5\vec{a}_y + 4\vec{a}_z$
- ④ $3.5\vec{a}_x + 7\vec{a}_y + 4\vec{a}_z$

문 20. 100 [Ω] 특성 임피던스를 갖는 무손실 전송선로 종단에 50 [Ω] 저항성 부하가 연결되어 있다. 전송 선로의 길이는 인가된 전압의 파장에 비해 충분히 길며, 부하에서 측정된 전압이 50 [V]일 때 부하로 전달되는 시간 평균 전력의 크기[W]는?

- ① 12.5
- ② 25
- ③ 50
- ④ 1250

문 21. 전계 $\vec{E}(z,t) = 40\pi \cos(2 \times 10^7 t - kz) \vec{a}_x$ [V/m]인 전자기파가 비유전율이 18, 비투자율이 2인 무손실 유전체 내에서 진행하고 있다. 이 전자기파의 위상 상수 k [rad/m]를 포함한 자계 $\vec{H}(z,t)$ [A/m]는? (단, 자유공간의 고유 임피던스는 120π [Ω]이고, 자유공간의 광속은 3×10^8 [m/s]이다)

- ① $\cos(2 \times 10^7 t - 0.4z) \vec{a}_y$
 ② $-\cos(2 \times 10^7 t - 4z) \vec{a}_y$
 ③ $2\cos(2 \times 10^7 t - 0.4z) \vec{a}_y$
 ④ $-2\cos(2 \times 10^7 t - 4z) \vec{a}_y$

문 22. 균일 평면파가 공기 중에서 바닷물로 수직 입사하여 진행한다. 이 균일 평면파의 주파수는 10 [MHz]이고, 바닷물의 비유전율이 100일 때, 바닷물에서의 이 균일 평면파의 위상 속도 v_p [m/s], 파장 λ [m] 및 위상 상수 k [rad/m]는? (단, 자유공간의 광속은 3×10^8 [m/s]이고, 바닷물은 무손실 매질로 가정한다)

- | | $\frac{v_p}{\text{m/s}}$ | $\frac{\lambda}{\text{m}}$ | $\frac{k}{\text{rad/m}}$ |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| ① | 3×10^8 | 30 | $\frac{2\pi}{30}$ |
| ② | 3×10^7 | 0.3 | $\frac{2\pi}{3}$ |
| ③ | 3×10^7 | 3 | $\frac{2\pi}{3}$ |
| ④ | 3×10^6 | 0.3 | $\frac{20\pi}{3}$ |

문 23. 공기 선로(air line)는 두 도체 사이의 유전체가 공기인 전송 선로이다. 주파수가 1 [GHz]에서 특성 임피던스가 50 [Ω]이고 위상 상수가 10 [rad/m]인 공기 선로의 단위 길이당 커패시턴스 [nF/m]는? (단, 공기 선로의 두 도체는 완전 도체로 가정한다)

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

문 24. 비자성 매질에서 평면파 $\vec{E}(x,t) = 20\sin(2\pi \times 10^8 t - 4x) \vec{a}_z$ [V/m]가 진행하고 있다. 이 평면파가 $x+y=1$ 평면을 통과하며 전달하는 시간 평균 전력 밀도[W/m²]는? (단, 자유공간의 유전율과 투자율은 각각 $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ [F/m], $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m]이다)

- ① $\frac{10}{\pi^2}$
 ② $\frac{5}{\pi^2}$
 ③ $\frac{5\sqrt{2}}{\pi^2}$
 ④ 0

문 25. 스미스 차트(Smith chart)는 정규화된 복소 부하 임피던스 ($z_L = r + jx$, $0 \leq r \leq \infty$ 이고 $-\infty \leq x \leq \infty$)와 복소 반사 계수($\Gamma = \Gamma_r + j\Gamma_i$)의 관계로부터 유도된 아래의 스미스 차트 방정식을 이용하여 그려진 그래프이다. 이 방정식으로부터 알려진 스미스 차트의 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

— <스미스 차트 방정식> —

$$\left(\Gamma_r - \frac{r}{1+r}\right)^2 + \Gamma_i^2 = \left(\frac{1}{1+r}\right)^2$$

$$(\Gamma_r - 1)^2 + \left(\Gamma_i - \frac{1}{x}\right)^2 = \left(\frac{1}{x}\right)^2$$

- ① z_L 의 조건하에서 스미스 차트의 가장 큰 원은 $x=0$ 일 때 얻을 수 있다.
 ② $r=\infty$ 이면 복소 Γ 평면의 특정 좌표로 수렴된다.
 ③ 스미스 차트 방정식은 각각 r 과 x 값에 따라 그려지는 원의 방정식이다.
 ④ 모든 r 과 x 값에 대하여 그려진 원들은 복소 Γ 평면의 특정한 점을 지난다.