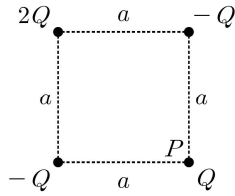
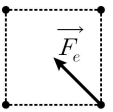
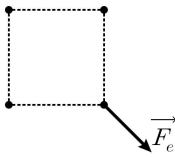
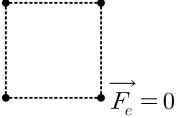
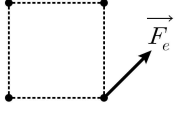


## 전기자기학

- 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/m<sup>3</sup>]에 대한 옳은 표현식은? (단,  $B$ 는 자속밀도[Wb/m<sup>2</sup>],  $H$ 는 자계[A/m]의 크기이다)

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

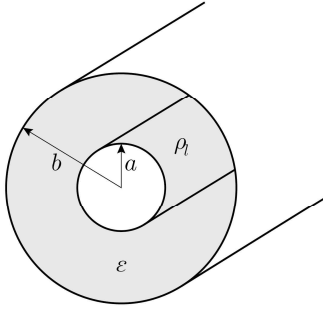
- 문 5. 외부 자계가 인가되면 내부 자기모멘트의 영향으로 내부 자속밀도가 외부 자속밀도보다 커지고, 외부 자계가 제거되더라도 물질의 자계 상태가 잔류되는 자성체는?

- 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?

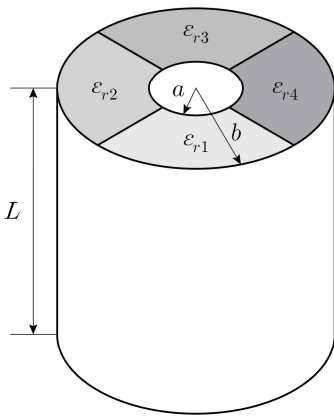
- ① 1  
 ②  $\frac{1}{2}$   
 ③  $\frac{1}{2\sqrt{2}}$   
 ④  $\frac{1}{4}$

- 문 7. 그림과 같이 자유공간에 놓인 각각 반지름이  $a$  [m]와  $b$  [m]인 두 동심 원통 도체 사이에 유전율  $\varepsilon$  [F/m]인 유전체가 채워져 있다. 내부 도체에 선전하  $\rho_l$  [C/m]이 균일하게 분포되어 있다고 할 때,  $a \leq \rho \leq b$ 에서 분극벡터의 크기[C/m<sup>2</sup>]는? (단, 자유공간의 유전율은  $\varepsilon_0$ 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,  $\varepsilon_0$ 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  $\frac{16\pi\varepsilon_0}{5\ln(2)}$

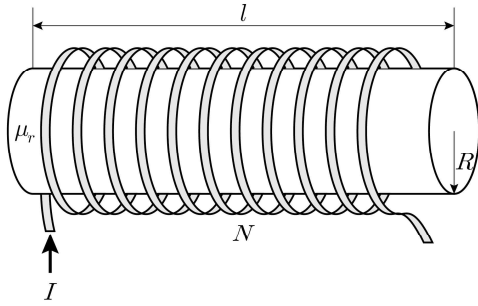
- 문 9. 전극판의 면적이  $S$  [m<sup>2</sup>]이고 간격이  $d$  [m]인 평행판 커패시터에 유전율이  $\varepsilon$  [F/m]인 수지를 가득 채우고 두 전극판 사이에  $V$  [V]의 전압을 인가한다면 전극판에 작용하는 힘[N]은?

- 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?

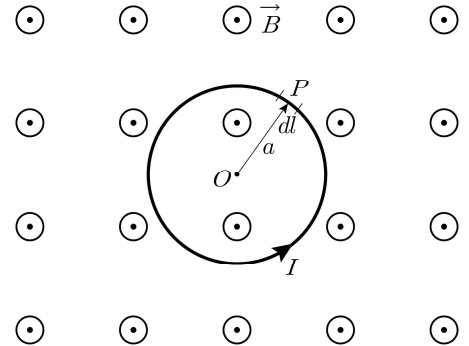


- ① 코일 감은 수  $N$ 을 증가시킨다.
- ② 자성체의 반지름  $R$ 을 증가시킨다.
- ③ 자성체의 비투자율  $\mu_r$ 을 증가시킨다.
- ④ 솔레노이드에 인가하는 전류  $I$ 를 증가시킨다.

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( $a \leq \rho \leq b$ ,  $\rho$ 는 동축 케이블 중심으로부터의 반지름)에서의 단위 길이당 자기 인덕턴스 $[\text{H/m}]$ 는? (단, 동축 케이블 내부의 절연체는 비자성 물질이며, 도체는 매우 얇고,  $\mu_0$ 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.

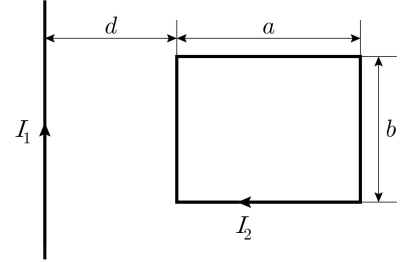
문 16. 자유공간에서 평면  $z=0$ 에 면전류  $\vec{J}_s = 8\vec{a}_x$  [A/m]가 흐르고, 직선  $y=0, z=4$  [m]에 선전류  $I$  [A]가 흐르고 있다. 위치  $(0, 0, 2)$  [m]에서 측정한 자계가  $\vec{H} = 0$ 이라면, 직선에 흐르는 선전류  $I$  [A]의 크기와 방향은?

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

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/m<sup>2</sup>] 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/m<sup>2</sup>]의 자속밀도가 주어질 때, 매질 II에서의 자속밀도  $\vec{B}_2$  [mWb/m<sup>2</sup>]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  $120\pi$  [ $\Omega$ ]이고, 자유공간의 광속은  $3 \times 10^8$  [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  $\lambda$  [m] 및 위상 상수  $k$  [rad/m]는? (단, 자유공간의 광속은  $3 \times 10^8$  [m/s]이고, 바닷물은 무손실 매질로 가정한다)

- |   | $\frac{v_p}{\text{m/s}}$ | $\frac{\lambda}{\text{m}}$ | $\frac{k}{\text{rad/m}}$ |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| ① | $3 \times 10^8$          | 30                         | $\frac{2\pi}{30}$        |
| ② | $3 \times 10^7$          | 0.3                        | $\frac{2\pi}{3}$         |
| ③ | $3 \times 10^7$          | 3                          | $\frac{2\pi}{3}$         |
| ④ | $3 \times 10^6$          | 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 [ $\Omega$ ]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/m<sup>2</sup>]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  $\Gamma$  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  $\Gamma$  평면의 특정한 점을 지난다.