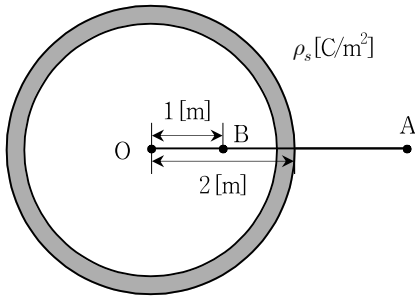


전기자기학

문 1. 완전도체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 완전도체는 도전율이 무한대인 이상적인 도체이다.
- ② 외부 전계에 의해 대전된 완전도체의 표면은 등전위가 된다.
- ③ 완전도체의 내부에서 전계의 크기는 0이다.
- ④ 완전도체와 자유공간의 경계면에서 전계의 법선 성분은 0이다.

문 2. 그림과 같이 반지름이 2[m]인 도체구각(conductor shell) 위에 면전하 밀도가 $\rho_s[\text{C/m}^2]$ 인 전하가 분포해 있다. 원점 O로부터 4[m] 떨어진 점 A에서 전계의 크기를 $E[\text{V/m}]$ 라고 할 때, 원점 O로부터 1[m] 떨어진 점 B에서 전계의 크기[V/m]는?



- ① $-E$
- ② $-0.5E$
- ③ 0
- ④ $0.5E$

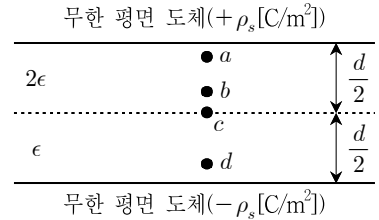
문 3. 저항 24 $[\Omega]$ 의 코일을 지나는 자속이 $0.3\cos(800t)[\text{Wb}]$ 일 때, 코일에 흐르는 유도 전류의 최댓값[A]은?

- ① 10
- ② 20
- ③ 30
- ④ 40

문 4. 전자기파에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, ϵ 은 유전율, μ 는 투자율이다)

- ① 일반적인 전자기파의 물리적인 현상을 맥스웰 방정식으로 설명할 수 있다.
- ② 균일하고 등방성의 일반 매질에서 전자기파의 전파속도 v 는 $\sqrt{\epsilon\mu}$ 이다.
- ③ 균일하고 등방성의 일반 매질에서 고유 임피던스 η 는 $\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$ 이다.
- ④ 균일 평면파는 전계와 자계의 진동방향에 대하여 수직인 방향으로 진행한다.

문 5. 그림과 같이 표면전하밀도 $+\rho_s[\text{C/m}^2]$, $-\rho_s[\text{C/m}^2]$ 가 각각 분포하고 있는 두 개의 무한 도체 평판이 거리 d 로 서로 평행하게 놓여 있고, 평판 사이에 유전율이 ϵ , 2ϵ 인 두 유전체가 각각 존재하고 있다. 점 a , b , c , d 에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 점 c 는 두 유전체의 경계면에 있다)



- ① 점 a 에서의 전계의 크기는 점 b 에서의 전계의 크기보다 크다.
- ② 점 a 에서의 전계의 크기는 점 d 에서의 전계의 크기보다 크다.
- ③ 점 b 와 점 d 에서 전속 밀도의 크기는 동일하다.
- ④ 점 c 에서 전위는 불연속이다.

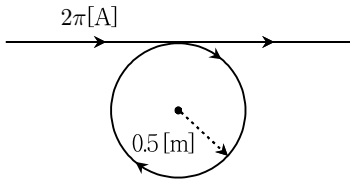
문 6. 무손실의 자유공간을 진행하고 있는 균일 평면파의 시변 전계가 $\vec{E} = -E_0\cos(\omega t - kz)\vec{a}_y[\text{V/m}]$ 이다. 평면파의 전계 크기 E_0 는 2[V/m], 주파수는 300 [MHz]일 때, 균일 평면파가 갖는 시평균 전력밀도[W/m²]는? (단, $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}[\text{F/m}]$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}[\text{H/m}]$ 이다)

- ① $\frac{1}{180\pi}$
- ② $\frac{1}{120\pi}$
- ③ $\frac{1}{60\pi}$
- ④ $\frac{1}{30\pi}$

문 7. 선형, 등방성과 균질성(linear homogeneous isotropic) 유전체에서 힘, 전계, 전위 그리고 에너지에 대한 설명이다. 다른 모든 조건의 변화는 없고 유전체의 비유전율만 증가할 때, 일어날 수 있는 현상으로 옳지 않은 것은?

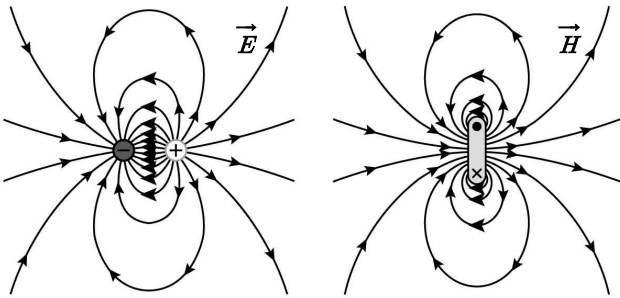
- ① 유전체 내부의 한 점에서 같은 거리에 있는 점전하로부터 받는 힘의 크기가 감소한다.
- ② 평행판 커패시터의 두 도체판 사이에 존재하는 전계의 크기가 감소한다.
- ③ 유전체 내부에 존재하는 전하에 대한 전위가 감소한다.
- ④ 평행판 커패시터에 저장된 정전에너지가 감소한다.

문 8. 그림과 같이 전류 $2\pi[\text{A}]$ 가 흐르는 무한 직선 도선이 반지름 $0.5[\text{m}]$ 인 원을 한 번 이룬 후 다시 직진할 때, 원의 중심점에서의 자기 $\vec{H}[\text{A/m}]$ 의 크기는?



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

문 9. 그림과 같이 전기쌍극자와 자기쌍극자에 의해 발생하는 전기($\vec{E}$)와 자기($\vec{H}$)를 나타냈다. 전기쌍극자의 스칼라 전위(V)와 자기쌍극자의 벡터 자위($\vec{A}$)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
(단, $\vec{E} = -\nabla V$, $\vec{H} = \frac{1}{\mu} \nabla \times \vec{A}$ 이며, μ 는 투자율이다)



- ① 자기쌍극자의 루프 반지름이 증가하면 발생하는 벡터 자위의 크기가 증가한다.
- ② 전기쌍극자의 두 점전하 사이의 거리가 증가하면 발생하는 스칼라 전위가 증가한다.
- ③ 주위 매질의 투자율이 증가하면 자기쌍극자에 의해 발생하는 벡터 자위의 크기가 증가한다.
- ④ 주위 매질의 유전율이 증가하면 전기쌍극자에 의해 발생하는 스칼라 전위가 증가한다.

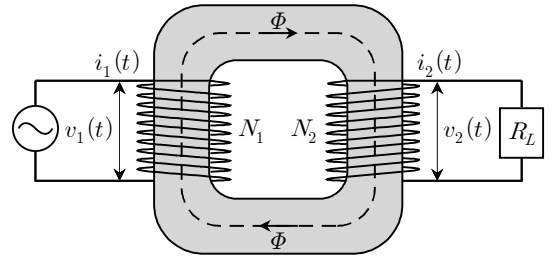
문 10. 원천(source)이 없는($\rho_v = \vec{J} = 0$) 무손실 자유공간을 진행하는 시변전계가 $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kz) \vec{a}_x [\text{V/m}]$ 일 때, 시변자기 $\vec{H}[\text{A/m}]$ 는? (단, ω 는 각주파수, k 는 파수(wave number), ρ_v 는 체적전하밀도, $\vec{J}$ 는 전류밀도, μ_0 는 자유공간의 투자율이다)

- ① $E_0 \frac{k}{\mu_0 \omega} \cos(\omega t - kz) \vec{a}_y$
- ② $E_0 \frac{\mu_0 \omega}{k} \sin(\omega t - kz) \vec{a}_y$
- ③ $E_0 \frac{k}{\mu_0 \omega} \sin(\omega t - kz) \vec{a}_z$
- ④ $E_0 \frac{\mu_0 \omega}{k} \cos(\omega t - kz) \vec{a}_z$

문 11. 자유공간에서 시변전계와 시변자기에 대한 설명으로 옳은 것은?

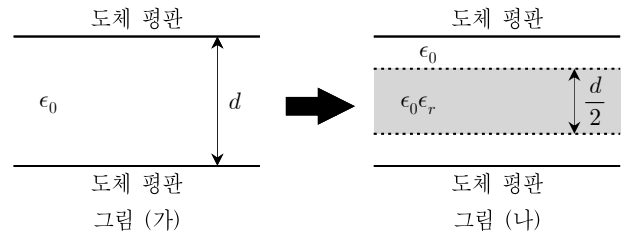
- ① 전속밀도의 시간 변화율 $\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ 의 단위는 $[\text{A/m}^3]$ 이다.
- ② 시변전계와 시변자계는 독립적으로 서로 무관하다.
- ③ 자계가 시간에 따라 변화가 있을 때 $\nabla \cdot \vec{H} = 0$ 이다.
- ④ 전계가 시간에 따라 변화가 있을 때 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ 이 된다.

문 12. 그림과 같이 각각 권선수 N_1 과 N_2 를 가지는 변압기가 존재한다. 이상적인 변압기일 경우, 부하 저항과 전원 쪽에 작용하는 유효 부하저항($(R_1)_{eff}$)간의 관계식은? (단, $i_1(t)$, $i_2(t)$ 는 전류, $v_1(t)$, $v_2(t)$ 는 전압, R_L 은 부하 저항이다)



- ① $(R_1)_{eff} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$
- ② $(R_1)_{eff} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 R_L$
- ③ $(R_1)_{eff} = \frac{N_1}{N_2} R_L$
- ④ $(R_1)_{eff} = \frac{N_2}{N_1} R_L$

문 13. 그림 (가)와 같이 정전용량이 $1[\text{pF}]$ 인 평행판 커패시터가 있다. 이 커패시터의 평행판 사이에 비유전율 ϵ_r 이 3이고, 두께가 평행판 사이 간격의 $\frac{1}{2}$ 이 되는 유전체 평판이 그림 (나)와 같이 삽입되었을 때, 정전용량[pF]은?



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

문 14. 선형, 등방성과 균질성(linear homogeneous isotropic) 물질에서 도전율이 $5[\text{S/m}]$ 이고 비유전율이 ϵ_r 이다. 주파수 $1[\text{GHz}]$ 에서 이 물질에 대해 전도전류밀도(conduction current density)의 크기와 변위전류밀도(displacement current density)의 크기가 같다.

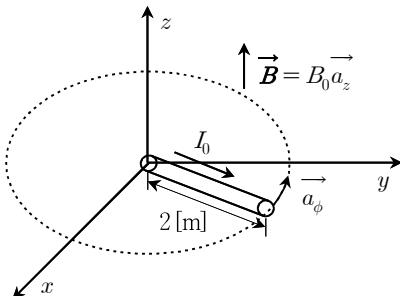
이 물질의 비유전율은? (단, $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}[\text{F/m}]$ 이다)

- ① 1
② 18
③ 30
④ 90

문 15. 선형, 등방성과 균질성(linear homogeneous isotropic) 자성체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, χ_m 은 자화율, μ_0 는 자유공간의 투자율, μ_r 은 비투자율, $\vec{M}$ 은 자화, $\vec{B}$ 는 자속밀도, $\vec{J}_b$ 는 속박전하에 의한 체적전류밀도, $\vec{J}_f$ 는 자유전하에 의한 체적전류밀도이다)

- ① 자화율과 비투자율이 상수이다.
② $\vec{\nabla} \cdot \vec{M} = 0$
③ $\vec{J}_b = \mu_r \vec{J}_f$
④ $\vec{M} = \frac{\chi_m}{(1 + \chi_m)\mu_0} \vec{B}$

문 16. 그림과 같이 xy 평면에 놓인 길이 $2[\text{m}]$ 인 도선에 전류 $I_0 = 2[\text{A}]$ 가 원통 좌표계 ρ 축 방향을 따라 흐르고, 일정한 크기 $B_0 = 2[\text{T}]$ 인 균일 자속밀도가 z 방향으로 존재한다. 이때, 도선이 일정한 속도를 가지고 반시계방향으로 한 바퀴 회전하여, 제자리로 오도록 하는데 필요한 일[J]은? (단, 중력은 무시한다)

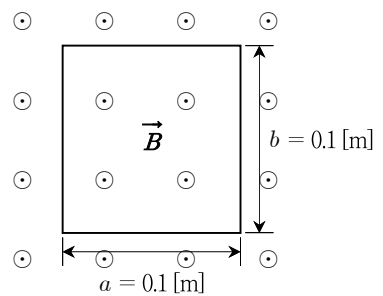


- ① 4π
② 16π
③ 24π
④ 32π

문 17. 자유공간에서 균일 자속밀도가 $\vec{B} = B_1 \vec{a}_x + B_2 \vec{a}_z [\text{T}]$ 이고, 한 변의 길이가 $a[\text{m}]$ 인 정사각형 루프가 $z=0$ 인 xy 평면에 놓여 있다. 이 루프에 반시계방향으로 전류 $I[\text{A}]$ 가 흐를 때, 이 루프에 작용하는 힘[N]과 토크(torque)[$\text{N} \cdot \text{m}$]의 크기는?

- ① $Ia|B_1 - B_2|, Ia^2 B_1$
② $Ia|B_1 - B_2|, Ia^2 B_2$
③ $0, Ia^2 B_1$
④ $0, Ia^2 B_2$

문 18. 그림과 같이 정지해 있는 사각형 루프를 균일 시변 자속밀도가 수직으로 통과하고 있다. 시변 자속밀도가 $B = 0.1 \sin(100\pi t) [\text{T}]$ 이며, $a = 0.1[\text{m}]$, $b = 0.1[\text{m}]$ 일 때, 루프상의 유도 기전력[V]은? (단, $\odot$ 는 균일 자속밀도가 지면에서 나오는 방향이다)



- ① $-0.1\pi \sin(100\pi t)$
② $-0.1\pi \cos(100\pi t)$
③ $-\pi \cos(100\pi t)$
④ $-\pi \sin(100\pi t)$

문 19. 원점을 기준으로 반지름이 $a[\text{m}]$ 인 도체구가 자유공간에 놓여 있고, 전위 분포가 다음과 같이 주어져 있을 때, 저장된 정전 에너지[J]는? (단, ϵ_0 는 자유공간의 유전율이다)

$$V = \begin{cases} V_0 [\text{V}], & r \leq a \\ \frac{a V_0}{3r^3} [\text{V}], & r > a \end{cases}$$

- ① $\frac{2\pi\epsilon_0 V_0^2}{5a^4}$
② $\frac{2\pi\epsilon_0 V_0^2}{5a^3}$
③ $2\pi\epsilon_0 V_0^2$
④ $2\pi a \epsilon_0 V_0^2$

문 20. 균일 평면파가 매우 큰 도전율을 갖는 양도체(good conductor)에 입사되었을 때의 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 양도체에 큰 전도전류가 흘러 저항성 손실이 발생한다.
② 양도체에서 감쇠상수(attenuation constant)와 위상상수(phase constant)는 같은 값을 갖는다.
③ 양도체의 표피두께(skin depth)는 주파수의 제곱근에 반비례한다.
④ 전계의 최대점과 자계의 최대점은 90도 위상차가 난다.