전기자기학

문 1. 완전도체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

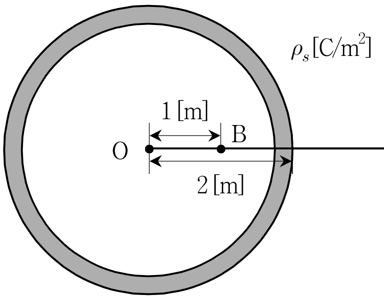
① 완전도체는 도전율이 무한대인 이상적인 도체이다.

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 ρ_s[C/m^2]인 전하가 분포해 있다. 원점 O로부터 4 [m] 떨어진 점 A에서 전계의 크기를 E[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 [Ω]의 코일을 지나는 자속이 $0.3\cos(800t)$[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, ϵ은 유전율, μ는 투자율이다)

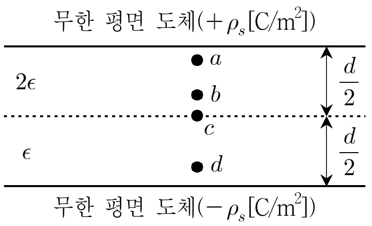
① 일반적인 전자기파의 물리적인 현상을 맥스웰 방정식으로 설명할 수 있다.

② 균일하고 등방성의 일반 매질에서 전자기파의 전파속도 v는 $\sqrt{\epsilon\mu}$ 이다.

③ 균일하고 등방성의 일반 매질에서 고유 임피던스 η는 $\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$ 이다.

④ 균일 평면파는 전계와 자계의 진동방향에 대하여 수직인 방향으로 진행한다.

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



① 점 a에서의 전계의 크기는 점 b에서의 전계의 크기보다 크다.

② 점 a에서의 전계의 크기는 점 d에서의 전계의 크기보다 크다.

③ 점 b와 점 d에서 전속 밀도의 크기는 동일하다.

④ 점 c에서 전위는 불연속이다.

문 6. 무손실의 자유공간을 진행하고 있는 균일 평면파의 시변 전계가 $\overrightarrow{E}=-E_0\cos(\omega t-kz)\overrightarrow{a_y}$[V/m]이다. 평면파의 전계 크기 E_0는 2 [V/m], 주파수는 300 [MHz]일 때, 균일 평면파가 갖는 시평균 전력밀도[W/m^2]는? (단, $\epsilon_0=\frac{1}{36\pi}\times 10^{-9}$[F/m], $\mu_0=4\pi\times 10^{-7}$[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?

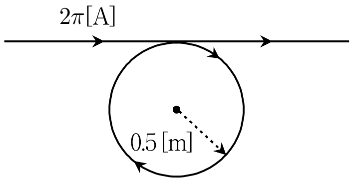
① 유전체 내부의 한 점에서 같은 거리에 있는 점전하로부터 받는 힘의 크기가 감소한다.

② 평행판 커패시터의 두 도체판 사이에 존재하는 전계의 크기가 감소한다.

③ 유전체 내부에 존재하는 전하에 대한 전위가 감소한다.

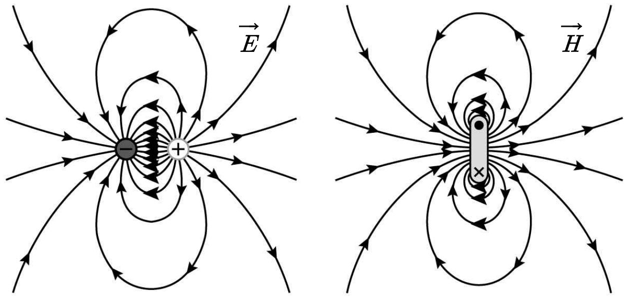
④ 평행판 커패시터에 저장된 정전에너지가 감소한다.

문 8. 그림과 같이 전류 2π[A]가 흐르는 무한 직선 도선이 반지름 0.5[m]인 원을 한 번 이룬 후 다시 직진할 때, 원의 중심점에서의 자계 $\overrightarrow{H}$[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 전계($\overrightarrow{E}$)와 자계($\overrightarrow{H}$)를 나타냈다. 전기쌍극자의 스칼라 전위(V)와 자기쌍극자의 벡터 자위($\overrightarrow{A}$)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $\overrightarrow{E}=-\overrightarrow{\nabla}V$, $\overrightarrow{H}=\frac{1}{\mu}\overrightarrow{\nabla}\times\overrightarrow{A}$이며, μ는 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.

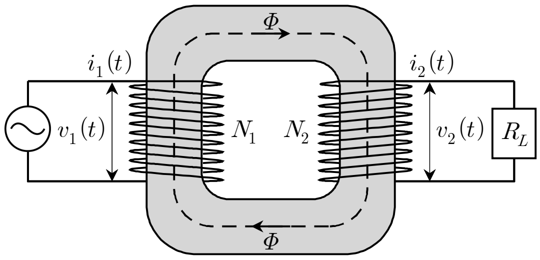
문 10. 원천(source)이 없는($\rho_v=\overrightarrow{J}=0$) 무손실 자유공간을 진행하는 시변전계가 $\overrightarrow{E}=E_0\cos(\omega t-kz)\overrightarrow{a_x}$[V/m]일 때, 시변자계 $\overrightarrow{H}$[A/m]는? (단, ω는 각주파수, k는 파수(wave number), ρ_v는 체적전하밀도, $\overrightarrow{J}$는 전류밀도, μ_0는 자유공간의 투자율이다)

① $E_0\frac{k}{\mu_0\omega}\cos(\omega t-kz)\overrightarrow{a_y}$
② $E_0\frac{\mu_0\omega}{k}\sin(\omega t-kz)\overrightarrow{a_y}$
③ $E_0\frac{k}{\mu_0\omega}\sin(\omega t-kz)\overrightarrow{a_z}$
④ $E_0\frac{\mu_0\omega}{k}\cos(\omega t-kz)\overrightarrow{a_z}$

문 11. 자유공간에서 시변전계와 시변자계에 대한 설명으로 옳은 것은?

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

문 12. 그림과 같이 각각 권선수 N_1과 N_2를 가지는 변압기가 존재한다. 이상적인 변압기일 경우, 부하 저항과 전원 쪽에 작용하는 유효부하저항($(R_1)_{eff}$)간의 관계식은? (단, $i_1(t)$, $i_2(t)$는 전류, $v_1(t)$, $v_2(t)$는 전압, R_L은 부하 저항이다)



① $(R_1)_{eff}=(\frac{N_1}{N_2})^2R_L$
② $(R_1)_{eff}=(\frac{N_2}{N_1})^2R_L$
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[pF]인 평행판 커패시터가 있다. 이 커패시터의 평행판 사이에 비유전율 ϵ_r이 3이고, 두께가 평행판 사이 간격의 $\frac{1}{2}$이 되는 유전체 평판이 그림 (나)와 같이 삽입되었을 때, 정전용량[pF]은?

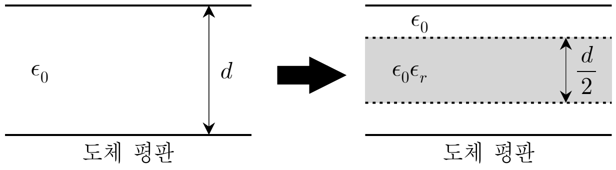


그림 (가) 그림 (나)

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 [S/m]이고 비유전율이 ϵ_r 이다. 주파수 1 [GHz]에서 이 물질에 대해 전도전류밀도(conduction current density)의 크기와 변위전류밀도(displacement current density)의 크기가 같다. 이 물질의 비유전율은? (단, $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$[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_m은 자화율, μ_0는 자유공간의 투자율, μ_r은 비투자율, $\overrightarrow{M}$은 자화, $\overrightarrow{B}$는 자속밀도, $\overrightarrow{J_b}$는 속박전하에 의한 체적전류밀도, $\overrightarrow{J_f}$는 자유전하에 의한 체적전류밀도이다)

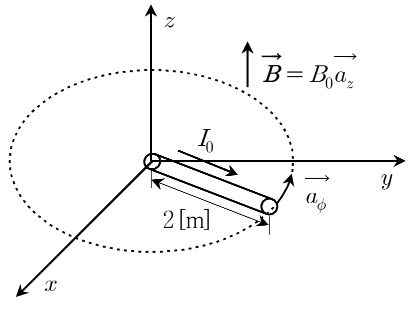
① 자화율과 비투자율이 상수이다.

② $\overrightarrow{\nabla} \cdot \overrightarrow{M} = 0$

③ $\overrightarrow{J_b} = \mu_r \overrightarrow{J_f}$

④ $\overrightarrow{M} = \frac{\chi_m}{(1+\chi_m)\mu_0} \overrightarrow{B}$

문 16. 그림과 같이 xy평면에 놓인 길이 2 [m]인 도선에 전류 $I_0 = 2$ [A]가 원통 좌표계 ρ축 방향을 따라 흐르고, 일정한 크기 $B_0 = 2$ [T]인 균일 자속밀도가 z방향으로 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 $\overrightarrow{B} = B_1 \overrightarrow{a_x} + B_2 \overrightarrow{a_z}$[T]이고, 한 변의 길이가 a[m]인 정사각형 루프가 $z=0$인 xy평면에 놓여 있다. 이 루프에 반시계방향으로 전류 I[A]가 흐를 때, 이 루프에 작용하는 힘[N]과 토크(torque)[N·m]의 크기는?

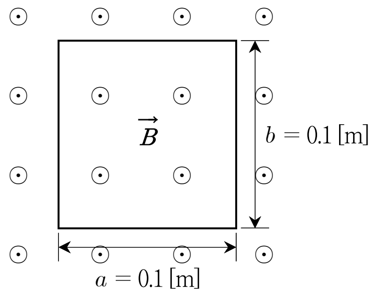
① $Ia|B_1 - B_2|$, $Ia^2 B_1$

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 $B = 0.1\sin(100\pi t)$[T]이며, $a = 0.1$ [m], $b = 0.1$ [m]일 때, 루프상의 유도 기전력[V]은? (단, ⊙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[m]인 도체구가 자유공간에 놓여 있고, 전위 분포가 다음과 같이 주어져 있을 때, 저장된 정전 에너지[J]는? (단, ϵ_0는 자유공간의 유전율이다)

$$V = \begin{cases} V_0 [\mathrm{V}], & r \le a \\ \dfrac{a V_0}{3r^3} [\mathrm{V}], & r > a \end{cases}$$

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.