

전기자기학

1. 전계 $\vec{E} = 2\vec{a}_x - 3\vec{a}_y + 4\vec{a}_z$ [V/m] 내에서 전하 $Q = 2$ [μC]를 원점 $O(0, 0, 0)$ 에서 자유공간의 한 점 $P(3, 0, -2)$ 로 옮기는 데 필요한 일[J]은? (단, 좌표상의 거리는 [m] 기준이다)

- ① 4×10^{-6}
 ② 4×10^{-3}
 ③ 4×10^3
 ④ 4×10^6

2. 자유공간에서 점전하 $Q = 6$ [nC]이 원점에 있을 때, 점전하로부터 거리 $r = 2$ [m]에서의 전위[V]는? (단, 무한원점에서의 전위는

$$V = 0 \text{ [V]이고, } \epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \text{ [F/m]이다}$$

- ① -54
 ② -27
 ③ 27
 ④ 54

3. 무한균질의 두 등방성 유전체가 $z=0$ 인 평면을 경계로 접해 있고, $z \geq 0$ 인 영역에는 비유전율 $\epsilon_{r1} = 4$ 인 매질, $z < 0$ 에는 비유전율 $\epsilon_{r2} = 3$ 인 매질이 놓여 있다. $z \geq 0$ 인 영역에서의 전계 $\vec{E}_1 = 5\vec{a}_x - 2\vec{a}_y + 3\vec{a}_z$ [kV/m]라고 할 때, $z < 0$ 에서의 전계 \vec{E}_2 [kV/m]는? (단, 두 매질의 경계면에 존재하는 표면전하밀도 $\rho_s = 0$ [C/m²]이다)

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

4. -3 [C]의 점전하가 전계 $\vec{E} = \vec{a}_x - 2\vec{a}_y + \vec{a}_z$ [V/m] 내에 있을 때, 점전하에 작용하는 힘 \vec{F} [N]은?

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

5. 전계 \vec{E} 와 자계 \vec{H} 로 구성된 전자파의 특징으로 옳지 않은 것은?

- ① 전자파는 $\vec{E} \times \vec{H}$ 방향으로 진행한다.
 ② 전계 \vec{E} 와 자계 \vec{H} 의 비는 $\frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}}$ 이다.
 ③ 전계와 자계는 공존하면서 상호 직각 방향으로 진동한다.
 ④ 진공에서 전계와 자계의 위상차는 없다.

6. 자유공간에서 진행하는 전자파의 전계 $\vec{E} = 10 \sin(\omega t - 3x - 4z)\vec{a}_y$ [V/m]일 때, 각주파수 ω [rad/s]는? (단, 자유공간에서 빛의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

- ① 1.5×10^9
 ② 3.0×10^9
 ③ 4.5×10^9
 ④ 6.0×10^9

7. 체적전하밀도 $\rho_v [C/m^3]$ 로 균일하게 분포된 반지름 $r = 5 [m]$ 인 구(sphere)가 있을 때, $r = 2 [m]$ 영역 내의 총 전하 $Q [C]$ 는?

- ① $\frac{4\pi}{3}\rho_v$
 ② $\frac{8\pi}{3}\rho_v$
 ③ $\frac{16\pi}{3}\rho_v$
 ④ $\frac{32\pi}{3}\rho_v$

8. 전류 $5 [A]$ 가 흐르고 있는 길이 $10 [m]$ 의 도체를 자속밀도가 $1 [Wb/m^2]$ 인 균일 자계에 대해 30° 로 놓았을 때, 이 도체가 받는 힘[N]은?

- ① 20
 ② 25
 ③ 30
 ④ 35

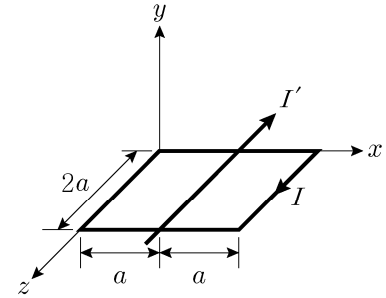
9. 전속밀도와 자속밀도의 발산에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 둘 다 영(zero)이다.
 ② 전속밀도에 대해서는 영이다.
 ③ 자속밀도에 대해서는 영이다.
 ④ 둘 다 시간상으로 변하지 않으면 영이고, 시변 상태에서는 영이 아니다.

10. 비유전율 $\epsilon_r = 36$, 비투자율 $\mu_r = 1$ 인 액체 속에서 전자파의 주파수가 $200 [MHz]$ 일 때, 파장[m]은? (단, 자유공간에서 빛의 속도는 $3 \times 10^8 [m/s]$ 이다)

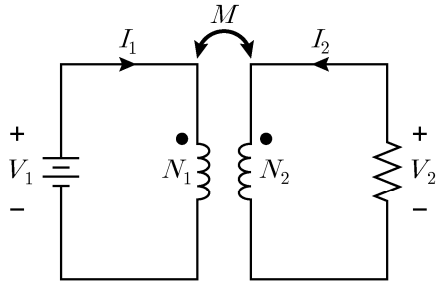
- ① 0.18
 ② 0.25
 ③ 0.5
 ④ 0.72

11. 그림과 같이 자유공간에서 한 변의 길이가 $2a [m]$ 인 정사각형 루프에 전류 $I [A]$ 가 흐르고 있다. $x = a$ 지점에 전류 I' 가 흐르는 무한도선이 놓인 경우, 루프가 받는 힘의 세기[N]는?



- ① $\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$
 ② $\frac{\mu_0 I'}{2\pi a}$
 ③ $\frac{\mu_0 II'}{\pi}$
 ④ $\frac{2\mu_0 II'}{\pi}$

12. 1차 코일의 권선수 $N_1 = 20$ 이고, 2차 코일의 권선수 $N_2 = 80$ 일 때, 1차 코일의 자기인덕턴스 $L_1 = 10$ [mH]인 경우 두 코일 간의 상호인덕턴스 M [mH]는? (단, 누설자속은 없다)

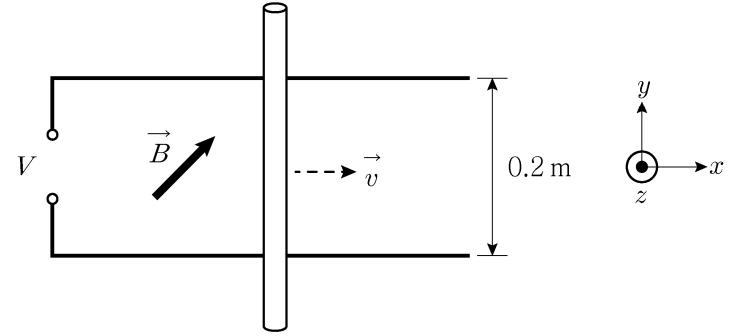


- ① 0
② 10
③ 20
④ 40

13. 자유공간에서 자계가 $\vec{H} = -600\vec{a}_y$ [A/m]일 때, 원점에서 반지름 $r = 1$ [cm]인 구(sphere)의 내부 영역에 저장된 에너지[J]는?

- ① $0.12\pi\mu_0$
② $0.24\pi\mu_0$
③ $0.36\pi\mu_0$
④ $0.48\pi\mu_0$

14. 그림과 같이 균일한 자속밀도 $\vec{B} = 3\vec{a}_x + 4\vec{a}_y + 5\vec{a}_z$ [Wb/m²]가 인가된 자유공간의 xy 평면에 간격이 0.2 [m]인 ㄷ자형 고정도선이 있다. $t = 0$ [s]에 y 축에 평행한 도체막대가 $x = 1$ [m] 지점을 출발하여 $\vec{v} = 2t\vec{a}_x$ [m/s]의 속도로 이동할 때, 유도되는 기전력의 크기[V]는?



- ① 0
② 2
③ $2t$
④ $1 + 2t$

15. 유전율 $\epsilon = 36\epsilon_0$ [F/m]이고, 투자율 $\mu = \mu_0$ [H/m]인 비도전 유전체에서 진행하는 전자파의 전계강도 $\vec{E}(z, t) = 3\cos(10^8t - \beta z)\vec{a}_y$ [V/m]이다. 시간 $t = \tau$ 이고 위치 $z_1 = \frac{\pi}{4}$ [m] ($z > 0$)에서 전계강도가 처음 0 [V/m]이 되었다고 할 때, 전계강도가 0 [V/m]이 되는 다음 첫 번째 위치 z_2 [m]는? (단, $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ [F/m]이고 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m]이다)

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

16. $z \geq 0$ 의 영역은 매질 1(비투자율 $\mu_{r1} = 1$), $z < 0$ 의 영역은 매질 2(비투자율 $\mu_{r2} = 1.5$)로 구성되어 있다. 두 매질의 경계인 xy 평면에 표면전류 $\vec{J} = 3\vec{a}_x$ [A/m]가 있을 때, $z \geq 0$ 에서의 자계강도 $\vec{H}_1 = 7\vec{a}_x + 11\vec{a}_y + 18\vec{a}_z$ [A/m]라면 $z < 0$ 인 영역에서의 자계강도 \vec{H}_2 [A/m]는?

- ① $7\vec{a}_x + 8\vec{a}_y + 12\vec{a}_z$
 ② $7\vec{a}_x + 8\vec{a}_y + 27\vec{a}_z$
 ③ $7\vec{a}_x + 14\vec{a}_y + 12\vec{a}_z$
 ④ $7\vec{a}_x + 14\vec{a}_y + 27\vec{a}_z$

17. 특성임피던스가 50 [Ω]인 무왜곡 전송선로의 단위길이당 커패시턴스 $C = 1$ [pF/m]이고, 감쇄상수 $\alpha = 1 \times 10^{-3}$ [Np/m]이다. 이때, 단위길이당 컨덕턴스 G [μ S/m]는?

- ① 20
 ② 50
 ③ 200
 ④ 500

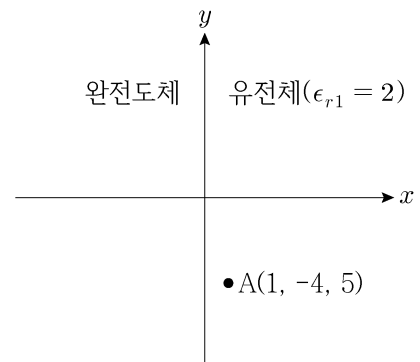
18. 자유공간에서 z 축을 따라 선전하밀도 $\rho_l = 3\pi \times 10^{-3}$ [C/m]가 무한한 길이에 균일하게 분포해 있을 때, 무한 직선도체로부터 1 [m]와 3 [m] 떨어진 두 지점 사이의 전위차 [V]는?

- ① $\frac{10^{-3}}{3\epsilon_0} \ln 3$
 ② $\frac{10^{-3}}{\epsilon_0} \ln 3$
 ③ $\frac{3 \times 10^{-3}}{2\epsilon_0} \ln 3$
 ④ $\frac{3 \times 10^{-3}}{\epsilon_0} \ln 3$

19. 반지름 $a = 3 \times 10^{-3}$ [m], 길이 $l = 18 \times \pi \times 10^3$ [m]인 원통형 도체의 저항 $R = 2$ [Ω]이다. 해당 도체의 도전율 σ [S/m]는?

- ① 1×10^9
 ② 3×10^9
 ③ 6×10^9
 ④ 9×10^9

20. 그림과 같이 $x \leq 0$ 인 영역은 무한평면의 완전도체이고, $x > 0$ 인 영역은 유전체(비유전율 $\epsilon_{r1} = 2$)이다. 도체의 표면에 2 [nC/m²]의 표면전하밀도가 있을 때, A(1, -4, 5) 지점의 전기장 \vec{E} [V/m]는?
 (단, $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ [F/m]이다)



- ① $36\vec{a}_x$
 ② $36\pi\vec{a}_x$
 ③ $36\vec{a}_y$
 ④ $36\pi\vec{a}_y$

21. 자유공간에서 $z=0$ 평면에 $\vec{K}=6\vec{a}_x$ [A/m]인 면전류가 있고, 점 P(0, 0, 3)를 지나고, x 축과 평행하게 놓여 있는 무한히 긴 도선에 x 방향으로 9π [A]의 전류가 흐르고 있다. 이때, 자계가 0 [A/m]이 되는 지점으로 옳은 것은?

- ① P(0, 0, 1)
 ② P(0, 0, 1.5)
 ③ P(0, 0, 2)
 ④ P(0, 0, 2.5)

22. 다음에서 폐회로를 채교하는 자기장 세기가 시간에 따라 변동할 때, 기전력이 발생한다는 현상과 관련이 없는 식은? (단, e 는 유도 기전력이다)

- ① $e = -\frac{d\Phi}{dt}$
 ② $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
 ③ $\vec{E} = -\int_s \vec{B} \cdot d\vec{s}$
 ④ $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{s}$

23. 간격이 d [m]이고, 면적이 A [m²]인 두 개의 평행한 도체판 사이에 유전율 ϵ 과 도전율 σ 의 유전체가 채워진 커패시터가 있다. 이 커패시터에 $v(t)=v_o \cos(\omega t)$ [V]의 교류 전압을 인가할 때, 발생하는 변위전류 I_d [A]는?

- ① $\frac{A\sigma v_o}{d} \cos(\omega t)$
 ② $-\frac{A\sigma v_o}{d} \sin(\omega t)$
 ③ $\frac{A\epsilon\omega v_o}{d} \cos(\omega t)$
 ④ $-\frac{A\epsilon\omega v_o}{d} \sin(\omega t)$

24. 무손실 유전체에서 진행하는 균일 평면파의 전계가 $\vec{E} = 2\cos(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_x - \sin(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_y$ [V/m]일 때, 자계 \vec{H} [A/m]는?

(단, $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ [F/m], $\mu_r = 1$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m], 자유 공간에서 빛의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

- ① $\frac{1}{120\pi} [\sin(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_x + 2\cos(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_y]$
 ② $\frac{1}{120\pi} [-\sin(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_x + 2\cos(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_y]$
 ③ $\frac{1}{60\pi} [\sin(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_x + 2\cos(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_y]$
 ④ $\frac{1}{60\pi} [-\sin(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_x + 2\cos(10^8 t - \frac{2}{3}z)\vec{a}_y]$

25. 비유전율 $\epsilon_r = 5$ 인 유전체에 전위 $V = -4x + 3y$ [V]를 인가했을 때,

분극의 세기 P [C/m²]는? (단, $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ [F/m]이다)

- ① $\frac{5 \times 10^{-9}}{36\pi}$
 ② $\frac{10^{-9}}{9\pi}$
 ③ $\frac{10^{-9}}{36\pi}$
 ④ $\frac{5 \times 10^{-9}}{9\pi}$