

자격증 및 등급 (선택분야) 전기자기학 추가문제	종목코드	시험시간	형별	설명
--------------------------------------	------	------	----	----

[문 1] 어떤 삼각형의 두변을 표시하는 벡터가 $A = i + 4j + k$, $B = -i + 2j + 2k$ 일 때 이 삼각형의 면적은 얼마인가?(단, 모든 단위는 [m]이다.)

- ① 2.5 ② 3.5
③ 4.5 ④ 13.5

[해설]

삼각형의 면적은 평행사변형 면적의 $\frac{1}{2}$ 이므로

$$S = \frac{1}{2} \times |A \times B|$$

$$A \times B = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & 4 & 1 \\ -1 & 2 & 2 \end{vmatrix} = i(8-2) + j(-1-2) + k(2+4)$$

$$= 6i - 3j + 6k \text{ 이므로 } S = \frac{1}{2} \times \sqrt{6^2 + (-3)^2 + 6^2} = 4.5$$

【정답】 ③

[문 2] $\nabla^2 \left(\frac{1}{r}\right)$ 의 값은 얼마인가?

단, $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ 이다.

- ① 0 ② 1
③ -1 ④ 3

[해설]

$$\nabla^2 \left(\frac{1}{r}\right) = \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial z^2} \text{ 이때}$$

$$\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x}$$

$$\begin{aligned} 1\text{번 미분 } \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} (x^2 + y^2 + z^2) - \frac{1}{2} \\ &= -\frac{1}{2} (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} 2x = -x(x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} \end{aligned}$$

$$2\text{번 미분 } \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x}$$

$$= \frac{\partial}{\partial x} \left\{ -x \cdot (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} \right\}$$

$$\text{PS } [f(x)g(x)]' = f'(x)g(x) + f(x)g'(x)$$

$$= - (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} - \left\{ x \cdot -\frac{3}{2} (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{5}{2}} \cdot 2x \right\}$$

$$\textcircled{1} \quad \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2} = -(x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} + 3x^2 (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{5}{2}}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial y^2} = -(x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} + 3y^2 (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{5}{2}}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial z^2} = -(x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} + 3z^2 (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{5}{2}}$$

$$\nabla^2 \left(\frac{1}{r}\right) = \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial z^2}$$

$$\textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} = -3 (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}}$$

$$+ 3(x^2 + y^2 + z^2)(x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{5}{2}}$$

$$= -3 (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} + 3(x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}} = 0$$

【정답】 ① 답만 보세요

[문 3] 간격 d [m]의 평행판 도체에 V [V]의 전위차를 주었을 때 음극 도체판을 초속도 0으로 출발한 전자 e [C] 이 양극 도체판에 도달 할 때의 속도는 몇 [m/s]인가? (단 m [kg]은 전자의 질량이다)

$$\textcircled{1} \quad \sqrt{\frac{eV}{m}} \quad \textcircled{2} \quad \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

$$\textcircled{3} \quad \sqrt{\frac{eV}{2m}} \quad \textcircled{4} \quad \frac{2eV}{m}$$

[해설]

전계의 에너지 $W = QV = eV$ [J]

운동계 에너지 $W = \frac{1}{2}mv^2$ [J], $eV = \frac{1}{2}mv^2$ [J] 이므로

여기서 전자 e [C], 전위차 V [V], 질량 m [kg], 속도 v [m/s]

위 식을 정리하면 $v^2 = \frac{2eV}{m}$,

$$\text{속도 } v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} \text{ [m/s]}$$

【정답】 ②

[문 4] 진공중에 있는 대전 도체구의 표면 전하밀도가 $\sigma [C/m^2]$, 전위가 $V[V]$ 일 때 도체 표면의 법선 방향(바깥쪽)을 n 이라 할 때 성립되는 관계식은?

$$\textcircled{1} \quad \frac{\partial V}{\partial n} = -\sigma$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{\partial V}{\partial n} = -\frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{\partial V}{\partial n} = -\frac{2\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{\partial V}{\partial n} = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

【해설】

전위의 기울기를 이용하면 $E = -\nabla \cdot V = -\frac{\partial V}{\partial n}$ 이고
구도체 표면에 전하밀도 $\sigma [C/m^2]$ 일 때 전계 $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ 이므로
이를 대입하면

$$\frac{\partial V}{\partial n} = -E = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} \text{ 라 할 수 있다}$$

【정답】 $\textcircled{2}$

[문 5] 도체 2를 $Q[C]$ 로 대전된 도체 1에 접속하면 도체 2가 얻는 전하는 몇 [C]이 되는지를 전위 계수로 표시하면? (단 $P_{11}, P_{12}, P_{22}, P_{21}$ 은 전위 계수이다)

$$\textcircled{1} \quad \frac{P_{11} - P_{12}}{P_{11} - 2P_{12} + P_{22}} Q$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{P_{11} + P_{12}}{P_{11} - 2P_{12} + P_{22}} Q$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{P_{11} - P_{12}}{P_{11} + 2P_{12} + P_{22}} Q$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{P_{11} + P_{12}}{P_{11} + 2P_{12} + P_{22}} Q$$

【해설】

$$V_1 = P_{11}Q_1 + P_{12}Q_2, \quad V_2 = P_{21}Q_1 + P_{22}Q_2$$

에서 접속 후에는 전위가 같으므로 $V_1 = V_2$, 접속 후
도체 1에 남아 있는 전하 Q_1 은 $Q_1 = Q - Q_2$ 로 감
소하므로 이를 정리하면

$$V_1 = P_{11}(Q - Q_2) + P_{12}Q_2 = V_2 = P_{21}(Q - Q_2) + P_{22}Q_2$$

$$P_{11}Q - P_{11}Q_2 + P_{12}Q_2 = P_{21}Q - P_{21}Q_2 + P_{22}Q_2$$

$$\text{여기서 } P_{12} = P_{21}$$

$$(P_{11} - P_{12})Q = (P_{11} - P_{12} - P_{21} - P_{22})Q_2$$

$$Q_2 = \frac{P_{11} - P_{12}}{P_{11} - 2P_{12} + P_{22}} Q [C]$$

【정답】 $\textcircled{1}$

[문 6] 반지름 10[cm]인 도체구에 9[C]의 전하가
분포되어 있다 이 도체구에 반지름 5[cm]인 도체구 B를
접촉 시켰을 때 도체구 B로 이동한 전하는 몇[C]인가?

$\textcircled{1} \quad 3$

$\textcircled{3} \quad 18$

$\textcircled{2} \quad 9$

$\textcircled{4} \quad 24$

【해설】

두 도체구를 접촉시키면 중화현상에 의해 전위는 공통
전위이므로

$C_2 [F]$ 에 분배 받는 전하

$$Q_2 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} Q = \frac{C_2}{C_1 + C_2} (Q_1 + Q_2) [C]$$

반지름 10[cm] 도체구 $C_1 = 4\pi\epsilon_0 r_1 [F]$ 전하 $Q_1 = 9[C]$

반지름 5[cm] 도체구 $C_2 = 4\pi\epsilon_0 r_2 [F]$ 전하 $Q_2 = 0[C]$

이를 위 식에 대입 정리 하면

$$Q_2 = \frac{r_2}{r_1 + r_2} Q_1 = \frac{5}{5 + 10} \times 9 = 3 [C]$$

별해

$$V = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1} = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2} [V] \text{ 로 성립하면}$$

$$Q_2 = \frac{4\pi\epsilon_0 r_2}{4\pi\epsilon_0 r_1} Q_1 = \frac{r_2}{r_1} Q_1$$

여기서 전하분배법칙 $Q = Q_1 + Q_2$ 이므로

$$Q_2 = \frac{r_2}{r_1} Q_1 = \frac{r_2}{r_1} (Q - Q_2) = \frac{5}{10} (9 - Q_2)$$

$Q_2 = 4.5 - 0.5Q_2, 4.5 = Q_2 + 0.5Q_2, 4.5 = 1.5Q_2$ 이므로 이
때 $Q_2 = 3[C]$

【정답】 $\textcircled{1}$

[문 7] 서로 멀리 떨어져 있는 두 도체를
 $V_1, V_2 (V_1 > V_2)$ 의 전위로 충전한 후 가느다란 도선
으로 연결하였을 때 그 도선을 흐르는 전하 $Q[C]$ 는?
(단, C_1, C_2 는 두 도체의 정전용량이라 한다.)

$$\textcircled{1} \quad \frac{C_1^2}{C_1 + C_2} (V_1 - V_2)$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{(C_1 + C_2)^2}{C_1 C_2} (V_1 - V_2)$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} (V_1 - V_2)$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{1}{2} \left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \right) (V_1 - V_2)$$

【해설】 병렬연결시 각각 충전 후 두 개를 가는 선으로
연결 시 공통 전위

$$V = \frac{\text{합성전하량}}{\text{합성정전용량}} = \frac{Q_1 + Q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2} [V] \text{ 가 된다.}$$

여기서 $Q = Q_1 + Q_2 = Q_1 + Q_2 = C_1 V + C_2 V [C]$

그래서 도체를 흐르는 전하량 $Q[C]$ 는

$$Q = Q_1 - Q_2 = C_1 V_1 - C_2 V_2 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} (V_1 - V_2) [C]$$

【정답】 ③

[문 8] 점 (-2, 1, 5)[m]와 점 (1, 3, -1)[m]에 각각 위치해 있는 점전하 $1[\mu\text{C}]$ 과 $4[\mu\text{C}]$ 에 의해 발생 된 전위장 내에 저장된 정전에너지지는 약 몇 [mJ]

- ① 2.57 ② 5.14
③ 7.71 ④ 10.28

[해설] 두 전하사이에 떨어진 거리는

$$\vec{r} = (1 - (-2))\hat{i} + (3 - 1)\hat{j} + (-1 - 5)\hat{k} = -3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k} [m]$$

$$|\vec{r}| = \sqrt{3^2 + 2^2 + 6^2} = 7 [m]$$

두 지점에 전하가 전위장내 분포시 축적되는 에너지

$$W = \frac{1}{2} (Q_1 V_1 + Q_2 V_2) [J] \text{ 이를 정리하면}$$

$$W = \frac{1}{2} \left(Q_1 \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r} + Q_2 \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r} \right) = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$W = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{7} \times 10^3 = 5.142 \approx 5.14 [\text{mJ}]$$

【정답】 ②

[문 9] 정전용량 $5[\mu\text{F}]$ 인 콘덴서를 $200[\text{V}]$ 로 충전하여 자기인덕턴스 $20[\text{mH}]$, 저항 $0[\Omega]$ 인 코일을 통해 방전할 때 생기는 전기진동 주파수 f 는 약 몇 [Hz]이며, 코일에 축적되는 에너지 W 는 몇 [J]인가?

- ① $f = 500 [\text{Hz}]$, $W = 0.1 [\text{J}]$
② $f = 50 [\text{Hz}]$, $W = 1 [\text{J}]$
③ $f = 500 [\text{Hz}]$, $W = 1 [\text{J}]$
④ $f = 5000 [\text{Hz}]$, $W = 0.1 [\text{J}]$

[해설]

방전시에 콘덴서에서 방전되는 전류로 코일에 축적되므로

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times (200)^2 = 0.1 [\text{J}]$$

진동주파수는 공진주파수 이므로

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{20 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-6}}} = 503 \approx 500 [\text{Hz}]$$

【정답】 ①

[문 10] 간격에 비해서 충분히 넓은 평행판 콘덴서의 판 사이에 비유전율 ϵ_s 인 유전체를 채우고 외부에 판에 수직 방향으로 전계 E_0 를 가할 때 분극전하에 의한 전계의 세기는 몇 [V/m]인가?

- ① $\frac{\epsilon_s + 1}{\epsilon_s} \times E_0$ ② $\frac{\epsilon_s - 1}{\epsilon_s} \times E_0$
③ $\frac{\epsilon_s + 1}{\epsilon_s} \times E_0$ ④ $\epsilon_0(\epsilon_s - 1)\sigma_P$

[해설]

$$P = D = \frac{D}{\epsilon_s} = \epsilon_0 \epsilon_s E_0 - \frac{\epsilon_0 \epsilon_s E_0}{\epsilon_s} = \frac{\epsilon_s - 1}{\epsilon_s} \epsilon_0 E_0 \text{이 되고}$$

$$E = \frac{D}{\epsilon_0} = \frac{\epsilon_s - 1}{\epsilon_s} E_0 [\text{V/m}] \text{가 된다}$$

【정답】 ②

[문 11] 유전체내의 전속밀도를 정하는 원천은?

- ① 유전체의 유전율이다.
② 분극 전하만이다.
③ 진전하만이다.
④ 진전하와 분극전하이다.

[해설]

-전속밀도 = 진전하밀도 ($D = \sigma$)

-분극의 세기(분극도) = 분극전하밀도 ($P = \sigma_P$)

따라서 전속밀도 D 는 진전하 밀도 σ 를 의미하고, 도체 전극에 공급된 진전하가 원천이 된다.

【정답】 ③

[문 12] 유전체의 경계의 조건에 대한 설명이 옳지 않은 것은?

- ① 표면전하밀도란 구속 전하의 표면 밀도를 말하는 것이다.
② 완전 유전체 내에서는 자유 전하는 존재하지 않는다.
③ 경계면에 외부전하가 있으면, 유전체의 내부와 외부의 전하는 평형되지 않는다.
④ 특수한 경우를 제외하고 경계면에서 표면전하 밀도는 영(zero)이다.

[해설]

유전체에서의 표면 전하 밀도란 유전체내의 구속전하의 변위현상에 의해 발생되는 것이다

【정답】 ①

[문 13] 유전율 ϵ_1 과 ϵ_2 인 두 유전체가 경계를 이루어 접하고 있는 경우 유전율이 ϵ_1 인 영역에 전하 Q 가 존재할 때 이 전하에 작용하는 힘에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① $\epsilon_1 > \epsilon_2$ 인 경우 반발력이 작용한다.
- ② $\epsilon_1 > \epsilon_2$ 인 경우 흡인력이 작용한다.
- ③ ϵ_1 과 ϵ_2 값에 상관없이 반발력이 작용한다.
- ④ ϵ_1 과 ϵ_2 값에 상관없이 흡인력이 작용한다.

[해설]

매질 ϵ_1 중의 전계는 모든 매질을 ϵ_1 로 하고 Q 의 대칭점(거리 2a)에 $Q' = \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_2 + \epsilon_1} Q$ 의 전하가 있는 경우와 같다.

즉, Q 에 작동하는 힘 F 는 거리 2a가 떨어진 경우의 쿠仑력과 같으며

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_1} \cdot \frac{QQ'}{(2a)^2} = -\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_1 a^2} \cdot \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_2 + \epsilon_1} [N]$$

$\therefore \epsilon_1 > \epsilon_2$ 이며 F 는 (+)가 되어 반발력이 작용한다.

[정답] ①

[문 14] $E[V/m]$ 의 평등전계를 가진 절연유(비유전율 ϵ_r)중에 있는 구형기포 내의 전계의 세기는 몇 $[V/m]$ 인가?

- ① $\frac{2\epsilon_r}{3\epsilon_r + 1} E$
- ② $\frac{\epsilon_r}{2\epsilon_r + 1} E$
- ③ $\frac{3\epsilon_r}{2\epsilon_r + 1} E$
- ④ $\frac{\epsilon_r}{3\epsilon_r + 1} E$

[해설]

구형 기포내의 전계의 세기 $E_i = \frac{3\epsilon_1}{2\epsilon_1 + \epsilon_2} E$

절연유 $\epsilon_1 = \epsilon_0 \epsilon_r$ 기포 $\epsilon_2 = \epsilon_0$ 를 대입하면

$$E_i = \frac{3\epsilon_1}{2\epsilon_1 + \epsilon_2} E = \frac{3\epsilon_r}{2\epsilon_r + 1} E$$

[정답] ③ 답만보세요

[문 15] 유전율 $\epsilon_1 [F/m]$, $\epsilon_2 [F/m]$ 인 두종류의 유전체가 무한 평면을 경계로 접해있다 유전체 내에서 경계면으로부터 $r[m]$ 만큼 떨어진 점P에 점전하 $Q[C]$ 이 있을 때 점전하와 유전체 $\epsilon_2 [F/m]$ 사이에 작용하는 힘[N]은?

- ① $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_1 r^2} \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$
- ② $\frac{Q}{4\pi\epsilon_1 r^2} \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$
- ③ $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_1 r^2} \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$
- ④ $\frac{Q}{16\pi\epsilon_1 r^2} \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$

[해설]

매질 ϵ_1 중의 전계는 모든 매질을 ϵ_1 로 하고 Q 의 대칭점(거리 2a)에 $Q' = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} Q$ 의 전하가 있는 경우와 같다.

즉, Q 에 작동하는 힘 F 는 거리 2a가 떨어진 경우의 쿠仑력과 같으며

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_1} \cdot \frac{QQ'}{(2r)^2} = -\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_1 r^2} \cdot \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} [N]$$

[정답] ③ 앞에 공식만 확인 하시면 됩니다

[문 16] 비유전율이 ϵ_r 인 유전체 표면에서 d_1 만큼 떨어져있는 점전하 Q 에 작용하는 힘의 크기와 유전체 표면에서 d_2 만큼 떨어져 있는 점전하 $2Q$ 에 작용하는 힘의 크기가 같을 때 d_2 는?

- ① $d_2 = 0.5d_1$
- ② $d_2 = d_1$
- ③ $d_2 = 1.5d_1$
- ④ $d_2 = 2d_1$

$$[해설] F = \frac{1}{4\pi\epsilon_1} \cdot \frac{QQ'}{(2d)^2} = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_1 d^2} \cdot \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$$

1) 점전하 Q , d_1 , $\epsilon_1 = \epsilon_0$, $\epsilon_2 = \epsilon_0 \epsilon_r$ 으로부터

$$F = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 d_1^2} \cdot \frac{\epsilon_0 - \epsilon_0 \epsilon_r}{\epsilon_0 + \epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 d_1^2} \cdot \frac{1 - \epsilon_r}{1 + \epsilon_r} [N]$$

2) 점전하 $2Q$, d_1 , $\epsilon_1 = \epsilon_0$, $\epsilon_2 = \epsilon_0 \epsilon_r$ 으로부터

$$F = \frac{(2Q)^2}{16\pi\epsilon_0 d_2^2} \cdot \frac{\epsilon_0 - \epsilon_0 \epsilon_r}{\epsilon_0 + \epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{4Q^2}{16\pi\epsilon_0 d_2^2} \cdot \frac{1 - \epsilon_r}{1 + \epsilon_r} [N]$$

3) $F_1 = F_2$ 조건

$$d_2^2 = 4d_1^2 \quad d_2 = 2d_1$$

[정답] ④

[문 17] 길이가 1[cm], 지름이 5[mm]인 동선에 1[A]의 전류를 흘렸을 때 전자가 동선에 흐르는데 걸린 평균 시간은 대략 얼마인가?(단, 동선에서의 전자 밀도는 $1 \times 10^{28}[\text{개}/\text{m}^3]$ 라고 한다.)

- ① 3초 ② 31초 ③ 314초 ④ 3147초

[해설]

동선의 단위체적당 전자수(전자밀도) n , 전자 한 개의 전하량 e 이고 체적 $v = Sl [\text{m}^3]$ 하면 총 전하량

$$Q = neSl \text{ 이므로 } I = \frac{Q}{t} \text{에서 시간 } t \text{는 이므로}$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{neSl}{I} = \frac{ne \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) l}{I}$$

$$t = 1 \times 10^{28} \times 1.602 \times 10^{-19} \times \frac{\pi (5 \times 10^{-3})^2}{4} \times 1 \times 10^{-2} \approx 314[\text{초}]$$

【정답】 ③

[문 18] 구리 중에는 1[cm³]에 8.5×10^{22} 개의 자유 전자가 있다. 단면적 2[mm²]의 구리선에 10[A]의 전류가 흐를 때의 자유 전자의 평균 속도는 약 몇 [cm/s]인가?

- ① 0.037 ② 0.37
③ 3.7 ④ 37

[해설] 전도 전류 밀도는

$$i_c = \frac{I_c}{S} = kE = \frac{E}{\rho} = nev = Qv [\text{A}/\text{m}^2]$$

$$\text{전도전류 } I_c = i_c \cdot S = kES = \frac{E}{\rho} S = nevS = QvS [\text{A}]$$

$$i_c = \frac{I_c}{S} = \frac{10}{2 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^6 [\text{A}/\text{m}^2] = 500 [\text{A}/\text{cm}^2]$$

속도

$$v = \frac{I}{n e S} = \frac{i}{ne} = \frac{500}{8.5 \times 10^{22} \times 1.602 \times 10^{-19}} = 0.0367 [\text{cm}/\text{s}]$$

【정답】 ①

[문 19] 다음 중 20[°C]에서 저항온도계수(temperature coefficient of resistance)가 가장 큰 것은?

- ① Ag ② Cu
③ Al ④ Ni

[해설]

저항 온도계수

- 은 : 0.00405 • 구리 : 0.00393
- 알루미늄 : 0.0042 • 니켈 : 0.0054

【정답】 ④

[문 20] $\nabla \cdot J = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$ 에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① “-” 부호는 전류가 폐곡면에서 유출되고 있음을 뜻한다.

② 단위 체적당 전하 밀도의 시간당 증가 비율이다.

③ 전류가 정상 전류가 흐르면 폐곡면에 통과하는 전류는 0(ZERO)이다.

④ 폐곡면에서 수직으로 유출되는 전류밀도는 미소체적인 한 점에서 유출되는 단위 체적당 전류가 된다.

[해설] 전류의 연속 방정식 $\nabla \cdot J = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$ 으로부터 전류 밀도의 발산을 체적전하밀도의 단위시간당 감소(-)비율을 의미하고, 정상전류에서는 $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ (ρ 일정) 이므로 $\nabla \cdot J = 0$ 이다.

【정답】 ②

[문 21] 원점 주위의 전류 밀도가 $J = \frac{2}{r}ar [\text{A}/\text{m}^2]$ 의 분포를 가질 때 반지름 5[cm]의 구면을 지나가는 전 전류는 몇 [A]인가?

- ① 0.1 π ② 0.2 π
③ 0.3 π ④ 0.4 π

[해설]

전류 $I = i \cdot S [\text{A}]$ 전류밀도 $i = i_c = J = \frac{I}{S} [\text{A}/\text{m}^2]$

전류밀도 $J = \frac{2}{r}ar [\text{A}/\text{m}^2]$ 여기서 a_r 을 단위벡터로 보면 $a_r = 1$

구의 표면적 $S = 4\pi r [\text{m}^2]$ 여기서 $r [\text{m}]$ 은 반지름

$$I = J \cdot S = J \cdot 4\pi r^2 = \frac{2}{r} \times 4\pi r^2 = 8\pi r^2 = 8\pi \times 5 \times 10^{-2} = 0.4\pi [\text{A}]$$

【정답】 ④

[문 22] 임의의 폐곡선 C 와 쇄교하는 자속수 ϕ 를 벡터 퍼텐셜 A 로 표시하면?

$$\textcircled{1} \quad \phi = \oint_C A dl$$

$$\textcircled{2} \quad \phi = \int_S A \cdot nds$$

$$\textcircled{3} \quad \phi = \int_v \operatorname{div} A dv$$

$$\textcircled{4} \quad \phi = \operatorname{rot} A$$

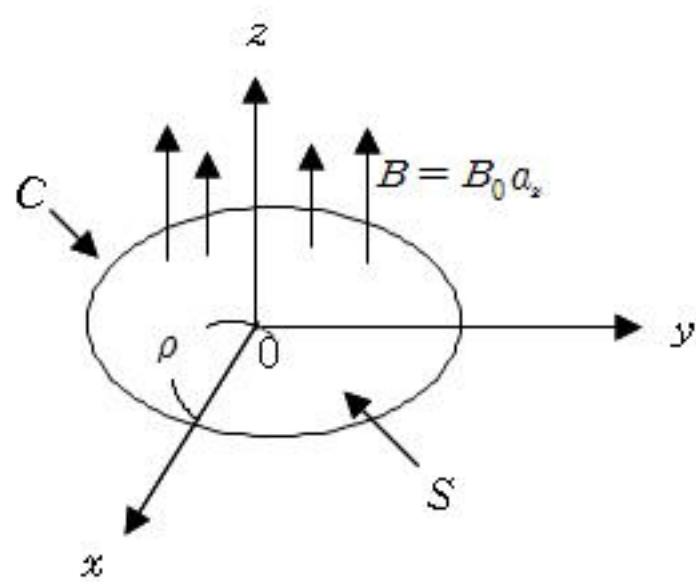
[해설]

$$\phi = B \cdot S = \int_S BdS = \int_S \operatorname{rot} \cdot AdS \text{ 스토크스의 정리를}$$

$$\text{이용하면 } \phi = \int_S \operatorname{rot} \cdot AdS = \oint_C A dl$$

【정답】 ①

[문 23] 그림과 같은 반지름 $r[m]$ 인 원형 영역에 걸쳐 균등 자속밀도가 $B = B_0 a_z [T]$ 로 측정되었다면 그 원형 영역내의 벡터포텐셜 $A[Wb/m]$ 는 얼마인가?



$$\textcircled{1} \quad \frac{\rho B_0}{2\pi} a_z$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{\rho B_0}{2\pi} a_\varphi$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{\rho B_0}{2} a_z$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{\rho B_0}{2} a_\varphi$$

[해설]

$$B = \operatorname{rot} A = \nabla \times A, \text{ 스토크스정리 이용}$$

$$\phi = B \cdot S = \int_S BdS = \int_S \operatorname{rot} \cdot AdS = \oint_C A dl$$

$$S = \pi r^2 = \pi \rho^2 [m^2] \text{ 를 이용}$$

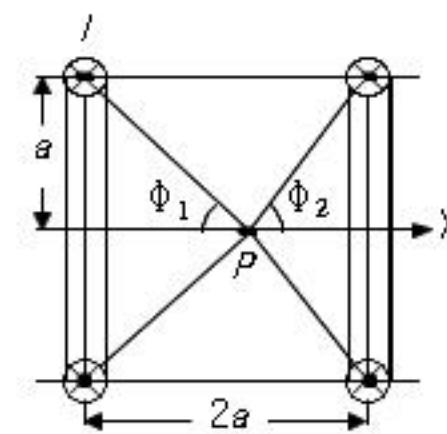
$$\oint_C A \cdot dl = \int_0^{2\pi\rho} A dl = A \cdot 2\pi\rho$$

$$\phi = B_0 \cdot \pi \rho^2 = A \cdot 2\pi\rho \text{ 라 한다면 } A = \frac{\pi \rho^2 B_0}{2\pi\rho} = \frac{\rho B_0}{2}$$

$$A = A a_\varphi = \frac{\rho B_0}{2} a_\varphi$$

【정답】 ④ 답만 보세요

[문 24] 각각 반지름이 $a[m]$ 인 두 개의 원형코일이 그림과 같이 서로 $2a[m]$ 떨어져 있고 전류 $I[A]$ 가 표시된 방향으로 흐를 때 중심선상의 P 점의 자계의 세기는 몇 $[AT/m]$ 인가?



$$\textcircled{1} \quad \frac{I}{2a} (\sin^3 \phi_1 + \sin^3 \phi_2)$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{I}{2a} (\sin^2 \phi_1 + \sin^2 \phi_2)$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{I}{2a} (\cos^3 \phi_1 + \cos^3 \phi_2)$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{I}{2a} (\cos^2 \phi_1 + \cos^2 \phi_2)$$

[해설]

원형코일 중심축상의 자계의 세기 $H [AT/m]$

① 반지름 $a[m]$ 이고 중심축상 거리가 $x[m]$ 인 원형코일 중심축상의 자계의 세기는

$$H_1 = \frac{\sigma^2 I}{2(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{I}{2a} \frac{\sigma^3}{[(a^2 + x^2)^{\frac{1}{2}}]^3} = \frac{I}{2a} \sin^3 \phi_1 [AT/m] \text{ 이다.}$$

㉡ 같은 방법으로 $H_2 = \frac{I}{2a} \sin^3 \phi_2 [AT/m]$ 가 된다. 이 때 P 점의 자계가 된다.

$$H_P = H_1 + H_2 = \frac{I}{2a} (\sin^3 \phi_1 + \sin^3 \phi_2) [AT/m]$$

[Tip]

$$\sqrt{a^2 + x^2} = (a^2 + x^2)^{\frac{1}{2}} \quad \sin \phi_1 = \frac{\text{높이}}{\text{빗변}} = \frac{a}{(a^2 + x^2)^{\frac{1}{2}}}$$

【정답】 ① 답만 보세요

[문 25] 평등자계내의 내부로 ①자계와 평행한 방향, ②자계와 수직인 방향으로 일정속도의 전자를 입사 시킬 때 전자의 운동 궤적을 바르게 나타낸 것은?

$$\textcircled{1} \quad \textcircled{a} : 원, \textcircled{b} : 타원$$

$$\textcircled{2} \quad \textcircled{a} : 직선 \textcircled{b} : 타원$$

$$\textcircled{3} \quad \textcircled{a} : 직선 \textcircled{b} : 원$$

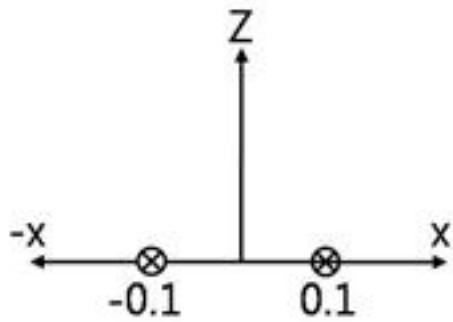
$$\textcircled{4} \quad \textcircled{a} : 원 \textcircled{b} : 원$$

[해설]

자계와 평행입사 $F = 0$ 이 되므로 처음과 같은 직선궤적
자계와 수직입사 $F = evB$ 가 되며 플레밍 원손법칙에 의해 원궤적

【정답】 ③

[문 25] 두 개의 길고 직선인 도체가 평행으로 그림과 같이 위치하고 있다. 각도체에는 10[A]의 전류가 같은 방향으로 흐르고 있으며, 이격거리는 0.2[m]일 때 오른 쪽 도체의 단위길이당 힘[N/m]은? (단 a_x , a_z 는 단위 벡터이다.)



- ① $10^{-2} (-a_z)$
- ② $10^{-4} (-a_z)$
- ③ $10^{-2} (-a_x)$
- ④ $10^{-4} (-a_x)$

[해설]

$$F = F \cdot \vec{n}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi d} = \frac{2I^2}{d} \times 10^{-7} = \frac{2 \times 10^2}{0.2} \times 10^{-7} = 10^{-4} [\text{N}/\text{m}]$$

전류가 같은 방향이므로 흡인력이 작용하여 그 방향은 플레밍의 원손 법칙에 의해 $\vec{n} = -a_z$

[정답] ②

[문 26] 진공 중의 MKS 유리화 단위계에서 정전하간의 정

$$\text{전력 } F = \frac{Q_1 Q_2}{\alpha_0 R^2} [\text{N}], \text{ 자하간의 자기력 } F = \frac{m_1 m_2}{\beta_0 R^2} [\text{N}] \text{ 및}$$

전류와 자계간의 전자력 $F = \frac{m I \sin\theta}{\gamma_0 R^2} [\text{N}]$ 이다. 상수

$\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ 상호간의 관계식 $\frac{\gamma_0^2}{\alpha_0 \beta_0}$ 의 값은?

- ① 3×10^8
- ② 3×10^{10}
- ③ 9×10^{16}
- ④ 9×10^{20}

[해설]

$$\text{정전하간의 정전력 } F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 R^2} [\text{N}] \quad \alpha_0 = 4\pi\epsilon_0$$

$$\text{자하간의 자기력 } F = \frac{m_1 m_2}{4\pi\mu_0 R^2} [\text{N}] \quad \beta_0 = 4\pi\mu_0$$

전류와 자계간의 전자력

$$F = B I \sin\theta = \mu_0 H I \sin\theta = \frac{\mu_0 I \sin\theta}{4\pi\mu_0 R^2} [\text{N}]$$

$$F = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi R^2} [\text{N}] \quad \gamma_0 = 4\pi \text{ 이므로}$$

$$\frac{\gamma_0^2}{\alpha_0 \beta_0} = \frac{(4\pi)^2}{4\pi \times 8.855 \times 10^{-12} \times 4\pi \times 10^{-7}} \\ = 8.98 \times 10^{16} \approx 9 \times 10^{16}$$

[정답] ③

[문 27] 다음 중 정상 자계(시불변 자계)의 원천이 아닌 것은?

- ① 도선을 흐르는 직류 전류
- ② 영구자석
- ③ 가속도를 가지고 이동하는 전하
- ④ 일정한 속도로 회전하는 대전원반

[해설]

시불변 자계란 전류에 의한 자계의 세기가 일정한 자계를 말한다

[정답] ③

[문 28] 다음 중 단위 체적당 발산 자화력 선수를 나타내는 식은?

- ① $\nabla \times P$
- ② $\nabla \times M$
- ③ $\nabla \cdot M$
- ④ $\nabla \cdot P$

[해설]

- 1) $\nabla \times P$: 단위 면적의 페루프내 회전 분극선수
- 2) $\nabla \times M$: 단위 면적의 페루프내 회전 자화력선수
- 3) $\nabla \cdot M$: 단위체적당 발산 자화력선수
- 4) $\nabla \cdot P$: 단위체적당 발산 분극선수

[정답] ③

[문 29] 균등자장 H_0 중에 비투자를 μ_s , 반지름 a 의 자성체구를 놓았을 때 자화의 세기가 M 이었다면 자성체 구의 내부자계의 세기는?

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

[해설]

z 축의 방향으로 균일하게 자화된 $M = Mk$ 인 자성체구를 생각한다면 구내부의 스칼라 자기포텐셜 ϕ 는 라플라스의 경계조건을 만족하므로 M 은

$$\gamma \text{ 및 } \theta \text{의 합성이므로 } \phi = \frac{1}{3} Mr \cos\theta = \frac{1}{3} Mk$$

$$H = -\text{grad}\phi = -\frac{1}{3}Mk$$

이때 $-k$ 는 자계는 자화의 세기와 반대방향을 의미한다

【정답】 ② 답만 보세요

[문 30] 자성체내에서 임의의 방향으로 배열되었던 자구가 외부자장의 힘이 일정치 이상이 되면 순간적으로 회전하여 자장의 방향으로 배열되기 때문에 자속밀도가 증가하는 현상은 ?

- ① 자기여효
- ② 바크하우젠 효과
- ③ 자기왜현상
- ④ 핀치효과

[해설]

* **바크하우젠 효과** : 자성체내에서 임의의 방향으로 배열되었던 자구가 외부자장의 힘이 일정치 이상이 되면 순간적으로 회전하여 자장의 방향으로 배열되기 때문에 자속밀도가 증가하는 현상 B-H곡선을 자세히 관찰하면 매끈한 곡선이 아니라 B가 계단적으로 증가 또는 감소함을 할 수가 있다

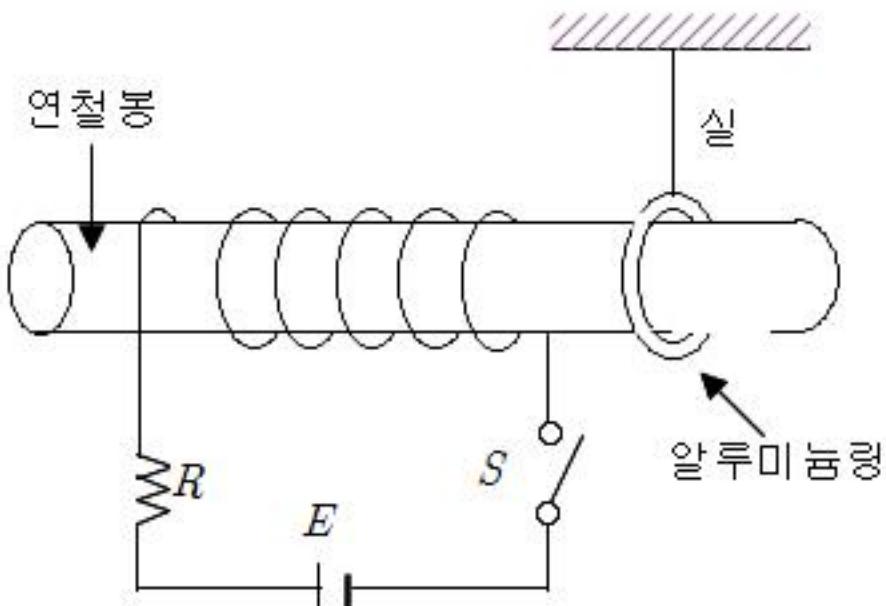
[문 31] B-H곡선을 자세히 관찰하면 매끈한 곡선이 아니라 B가 계단적으로 증가 또는 감소함을 할 수가 있다. 이러한 현상을 무엇이라 하는가 ?

- ① 퀴리점
- ② 자기왜 현상
- ③ 자기여자효과
- ④ 바크하우젠 효과

[해설] 30번 해설과 동일

【정답】 ④

[문 32] 그림과 같은 수평한 연철봉 위에 절연된 동선을 감아 이것에 저항, 전압, 스위치를 접속하여 연철봉의 한 끝에는 알루미늄령을 촉과 일치시켜 움직일 수 있도록 가느다란 실로 매달아 정지시켰을 때 다음 설명 중 옳은 것은 ?



① 전류를 계속하여 흘리고 있을 때 알루미늄령은 왼쪽으로 움직인다.

② 스위치 S를 닫아 전류를 흘리고 있다가 스위치 S를 개방하는 순간 알루미늄령은 좌우로 진동한다.

③ 스위치 S를 닫는 순간 알루미늄령은 오른쪽으로 움직인다.

④ 전류를 흘리고 있다가 스위치 S를 개방하는 순간 알루미늄령은 오른쪽으로 움직인다.

[해설]

- 1) 스위치 S를 ON(폐로)하는 순간 : 링 내부에 통과하는 자속수가 증가하여 방해(감소)하는 방향으로 유도전류가 발생한다 이는 렌츠의 법칙을 이용
- 2) 스위치 S를 닫힌 상태 : 자속수가 변화가 없이 일정하므로 유도전류는 발생하지 않는다
- 3) 스위치를 Off(개로)하는 순간 : 링내부네 통과하는 자속수가 감소하므로 방해(증가)하는 방향으로 유도전류가 발생

【정답】 ③

[문 33] 다음 중 국제 단위계(SI)에 있어서 인덕턴스 (Inductance)의 차원(次元)으로 옳은 것은 ?(단, L은 길이, M은 질량, T는 시간, I는 전류이다.)

- ① $LMT^{-2}I^{-2}$
- ② $L^2MT^{-2}I^{-2}$
- ③ $L^2MT^{-3}I^{-2}$
- ④ $L^{-2}M^{-1}T^4I^2$

[해설]

유도량	이름	기호	SI단위계
자기선속	웨버	Wb	$V_s = m^2 kgs^{-2} A^{-1}$
인덕턴스	헨리	H	$Wb/A = m^2 kg S^{-2} A^{-2}$

【정답】 ② 답만 보세요

[문 34] 다음 중 자기 유도(self inductance)를 구하는 방법이 아닌 것은 ?

- ① 자기 에너지법
- ② 자속쇄교법
- ③ 벡터 포텐셜법(Vector Potential Method)
- ④ 스칼라 포텐셜법(Scalar Potential Method)

[해설]

【정답】 ④

[문 35] 동축케이블의 단위길이당 자기인덕턴스는 ?

(단, 동축선 자체의 내부 인덕턴스는 무시하는 것으로 한다.)

- ① 두 원통의 반지름의 비에 정비례한다.
- ② 동축선의 투자율에 비례한다.
- ③ 동축선간 유전체의 투자율에 비례한다.
- ④ 동축선에 흐르는 전류의 세기에 비례한다.

[해설]

동축 케이블(원통)사이의 자기인덕턴스 이므로
동축선간 유전체의 투자율에 비례한다. 【정답】 ③

[문 36] 지상 h [m]의 높이에 가설된 반지름 a [m]인 전선에 교류를 흘렸을 경우 단위 길이당 인덕턴스[H/m]는?(단, 전선의 비투자율은 μ_s 이다.)

$$\textcircled{1} \quad L = \frac{\mu_0}{\pi} \left[\log \frac{h}{a} + \frac{\mu_s}{2} \right] \quad \textcircled{2} \quad L = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\log \frac{h}{2a} + \mu_s \right]$$

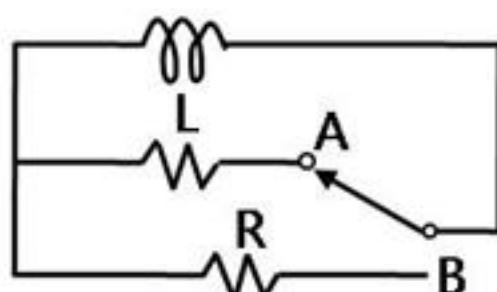
$$\textcircled{3} \quad L = \frac{\mu_0}{2\pi} \left[\log \frac{2h}{a} + \frac{\mu_s}{4} \right] \quad \textcircled{4} \quad L = \frac{\mu_0}{3\pi} \left[\log \frac{h}{3a} + \frac{\mu_s}{3} \right]$$

[해설]

$$L = \frac{\mu_0 l}{2\pi} l_n \frac{2h}{a} (\text{외부}) + \frac{\mu l}{8\pi} (\text{내부}) [\text{H}] \\ = \frac{\mu_0}{2\pi} l_n \frac{2h}{a} + \frac{\mu}{8\pi} [\text{H}/\text{m}] \quad = \frac{\mu_0}{2\pi} \left[l_n \frac{2h}{a} + \frac{\mu_0}{4} \right] [\text{H}/\text{m}]$$

【정답】 ③

[문 37] 그림과 같은 회로에서 스위치를 최초 A에 연결하여 일정 전류 I_0 [A]를 흘린 다음, 스위치를 급하게 B로 전환 할 때 저항 R [Ω]에는 1[s]간에 얼마만한 열량[cal]이 발생하는가?



- ① $\frac{1}{8.4} L I_0^2$
- ② $\frac{1}{4.2} L I_0^2$
- ③ $\frac{1}{2} L I_0^2$
- ④ $L I_0^2$

[해설]

코일의 축적에너지 (전자에너지) :

$$W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{\phi^2}{2L} = \frac{1}{2} \phi I [\text{J}]$$

코일에 전류를 인가시 축적되는 에너지 $W = \frac{1}{2} L I_0^2 [\text{J}]$ 는 저항에 의해 열에너지로 소모되므로

$$\text{열량 } H = 0.24 W = \frac{1}{4.2} W = \frac{1}{4.2} \times \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{8.4} L I_0^2 [\text{cal}] \text{ 가 된다}$$

【정답】 ①

[문 38] 150[H]인 같은 코일 2개를 직렬로 자속이 감쇠하는 방향으로 접속하였더니, 합성 인덕턴스가 10[H]였다. 이 때, 상호 인덕턴스[H]는?

- | | |
|-------|-------|
| ① 45 | ② 145 |
| ③ 200 | ④ 245 |

[해설]

직렬 연결시 자속이 감쇠하는 방향이라는 뜻은 전류가 반대로 흘렀다는 뜻이다. 그러므로 차동접속 $L = L_1 + L_2 - 2M$, $10 = 150 + 150 - 2M$

$$M = \frac{300 - 10}{2} = 145 [\text{H}]$$

【정답】 ②

[문 39] 서로 결합하고 있는 두 코일 C_1 과 C_2 의 자기 인덕턴스가 각각 L_1 , L_2 라고 한다. 이들을 직렬로 연결하여 합성 인덕턴스 값을 얻은 후 두 코일간 상호 인덕턴스의 크기 $|M|$ 을 얻고자 한다. 직렬로 연결할 때 두 코일 간 자속이 서로 가해져서 보강되는 방향이 있고, 서로 상쇄되는 방향이 있다. 전자의 경우 얻은 합성 인덕턴스의 값이 L_1 , 후자의 경우 얻은 합성인덕턴스의 값이 L_2 일 때 다음 중 알맞은 식은?

$$\textcircled{1} \quad L_1 < L_2, |M| = \frac{L_2 + L_1}{4} \quad \textcircled{2} \quad L_1 > L_2, |M| = \frac{L_1 + L_2}{4}$$

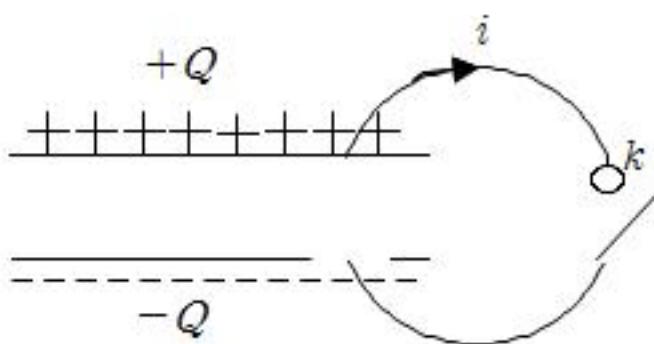
$$\textcircled{3} \quad L_1 < L_2, |M| = \frac{L_2 - L_1}{4} \quad \textcircled{4} \quad L_1 > L_2, |M| = \frac{L_1 - L_2}{4}$$

[해설]

$$L_1 \text{ 가동 } L_2 \text{ 차동 } \text{이므로 } L_1 > L_2, M = \frac{L_1 - L_2}{4}$$

【정답】 ④

[문 40] 그림에서 축전기를 $\pm Q$ 로 대전한 후 스위치 k 를 닫고 도선에 전류 i 를 흘리는 순간의 축전기 두 판 사이의 변위전류는?



- ① $+Q$ 판에서 $-Q$ 판 쪽으로 흐른다.
- ② $-Q$ 판에서 $+Q$ 판 쪽으로 흐른다.
- ③ 왼쪽에서 오른쪽으로 흐른다.
- ④ 오른쪽에서 왼쪽으로 흐른다.

[해설] 변위 전류 : 전속밀도의 시간적 변화에 의한 것으로 하전체에 의하지 않는 전류로 유전체에서 전하의 이동으로 발생하는 전류이므로 스위치를 닫으면 축전기는 방전을 하는 상태이므로 방전시에는 도체를 흐르는 전도전류는 $+Q[C]$ 에서 $-Q[C]$ 로 흘러 들어가고 축전기내에 전해액(유전체)내에서는 $-Q[C]$ 에서 $+Q[C]$ 로 전도전류와 반대로 구속되지 않는 변위전류가 흐르게 된다

【정답】 ②

[문 41] 유전체내의 전계의 세기가 E , 분극의 세기가 P , 유전율이 ϵ_0 인 유전체내의 변위 전류 밀도는?

- | | |
|--|---|
| ① $\epsilon \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial t}$ | ② $\epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial t}$ |
| ③ $\left(\frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial t} \right)$ | ④ $\epsilon \left(\frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial t} \right)$ |

[해설]

$$\text{분극의 세기 } P = \epsilon_0(\epsilon_s - 1)E = \epsilon_0\epsilon_s E - \epsilon_0 E = D - \epsilon_0 E [\text{C/m}^2]$$

$$\text{분극시 전체 전속밀도 } D = P + \epsilon_0 E [\text{C/m}^2]$$

$$\text{변위 전류 밀도 } i_D = \frac{\partial D}{\partial t} = \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial t} [\text{A/m}^2]$$

【정답】 ②

[문 42] 도전율 $\sigma = 4[\text{S/m}]$, 비투자율 $\mu_s = 1$, 비유전율 $\epsilon_s = 81$ 인 바닷물 중에서 최소한 유전손실정점($\tan\delta$)이 100 이상이 되기 위한 주파수 범위[MHz]는?

- | | |
|-----------------|------------------|
| ① $f \leq 2.23$ | ② $f \leq 4.45$ |
| ③ $f \leq 8.89$ | ④ $f \leq 17.78$ |

[해설]

$$\tan\delta = \frac{i_c}{i_D} = \frac{kE}{w\epsilon E} = \frac{k}{2\pi\epsilon} \times \frac{1}{f} = \frac{f_c}{f}$$

$$\tan\delta = \frac{\sigma(k)}{2\pi f \epsilon} = \frac{4}{2\pi \times 8.855 \times 10^{-12} \times 81 \times f} \geq 100$$

$$f \leq 8.89 [\text{MHz}]$$

【정답】 ③

[문 43] 자유공간에서 전파

$E(z, t) = 10^3 \sin(\omega t - \beta z) a_y [\text{V/m}]$ 일 때 자파

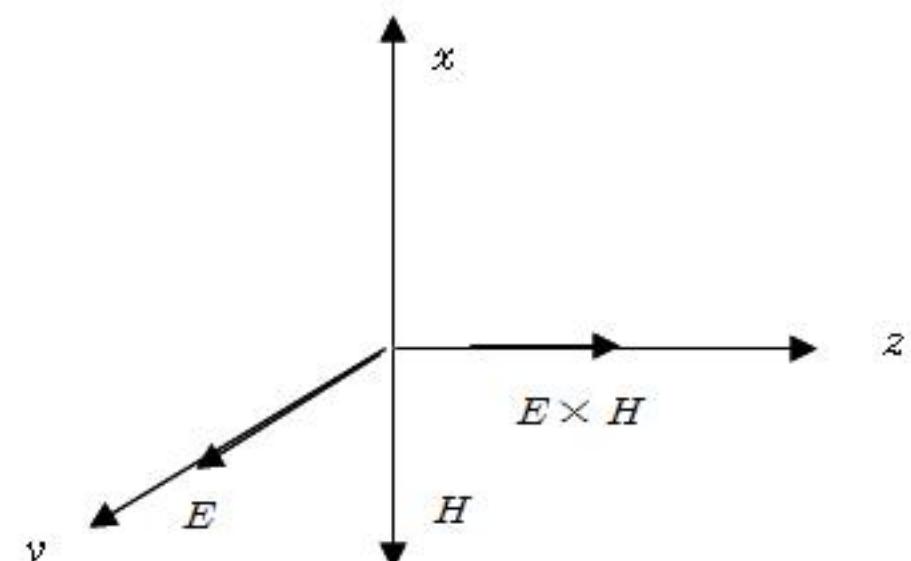
$H(z, t) [\text{A/m}]$ 는?

- | | |
|---|---|
| ① $\frac{10^3}{120\pi} \sin(\omega t - \beta z) a_z$ | ② $\frac{10^3}{120\pi} \sin(\omega t - \beta z) a_x$ |
| ③ $-\frac{10^3}{120\pi} \sin(\omega t - \beta z) a_z$ | ④ $-\frac{10^3}{120\pi} \sin(\omega t - \beta z) a_x$ |

[해설]

전파 E 의 크기는 a_y 방향 진행파는 a_z 방향 즉 z 의 방향이된다

전자파의 진행방향은 $E \times H$ 방향이므로 그림과 같이 자파 H 는 $-a_z$ 방향이 된다



이때 자파의 최대값은 $H = \frac{E}{Z}$ 이므로 최대값 $E_m = 10^3$

$H = \frac{10^3}{120\pi}$ 이된다

$H = (z, t) = -\frac{10^3}{120\pi} \sin(\omega t - \beta z) a_z$ 라 할 수 있다

【정답】 ④ 답만 보세요

[문 44] 전자계에서 전파 속도와 관계가 없는 것은 ?

- ① 도전율
- ② 유전율
- ③ 비투자율
- ④ 주파수

[해설]

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \lambda f [\text{m/s}]$$

유전율, 투자율, 주파수, 파장에 관계가 있다. 【정답】 ①

[문 45] 전계 및 자계가 Z 방향의 성분을 갖지 않는 동일한 전계와 자계를 합한 면이 Z축에 수직이 되는 파를 무엇이라 하는가?

- ① 직선파
- ② 전자파
- ③ 굴절파
- ④ 평면파

[해설]

평면파는 진행파의 진행방향에 대하여 수직인 무한평면내에 진행파의 크기 및 위상이 같은 파를 의미 한다

【정답】 ④

[문 46] 안지름 1[mm] 바깥지름이 10[mm] 인 동축케이블에서 내부도체와 외부 도체사이에 폴리에틸렌($\epsilon_s = 2.3$, $\mu_s = 1$)을 채우면 특성임피던스는 몇 [Ω]인가 ?

- ① 91
- ② 115
- ③ 135
- ④ 161

[해설]

동축케이블의 특성임피던스 $b > a$

$$Z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \ln \frac{b}{a} = \frac{377}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_s}{\epsilon_s}} \ln \frac{b}{a} [\Omega]$$

$$Z = \frac{377}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{2.3}} \ln \frac{10}{1} = 91.098 [\Omega]$$

【정답】 ①