

1. 원통좌표계( $r, \phi, z$ )에서 벡터  $\mathbf{A} = r \sin \phi \hat{\mathbf{r}} + 2r \cos \phi \hat{\phi} + 2z^2 \hat{\mathbf{z}}$ 로 주어질 때, 이 벡터의 발산( $\nabla \cdot \mathbf{A}$ )을 나타낸 것은?

- ① 0                                      ②  $4z$   
③  $2 \sin \phi$                               ④  $2 \cos \phi$

2. 자유공간 위에 두 개의 동일한 점전하  $Q = 20 \text{ [nC]}$ 가  $x = 2 \text{ [m]}$ 와  $x = 4 \text{ [m]}$ 에 위치하고 있다. 원점에서의 전위[V]는?  
(단,  $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$ 로 한다.)

- ① 135                                      ② 198  
③ 261                                      ④ 459

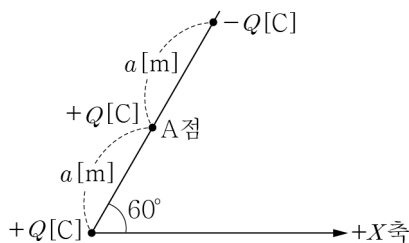
3. 인덕터 코일에 전류를 1초 동안  $20 \text{ [A]}$ 에서  $10 \text{ [A]}$ 로 감소시켰더니  $10 \text{ [V]}$ 의 유도기전력이 발생하였다. 이 코일의 인덕턴스 값은?

- ①  $0.5 \text{ mH}$                                       ②  $0.5 \text{ H}$   
③  $1 \text{ H}$                                       ④  $2 \text{ H}$

4. 직각 좌표계에서 2개의 동일한 균일 선전하가  $x$ 축과  $y$ 축을 따라 놓여 있다. 선전하밀도가  $\rho_\ell = 20 \text{ [}\mu\text{C/m]}$ 일 때, P점  $(3, 3, 3) \text{ [m]}$ 에서의 전속밀도  $\vec{D} \text{ [}\mu\text{C/m}^2\text{]}$ 는?  
(단,  $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ 는 각각 직각좌표계에서  $x, y, z$  축의 단위 방향 벡터이다.)

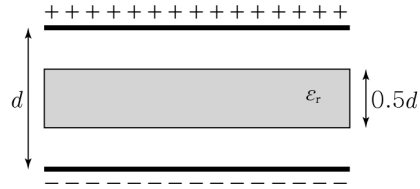
- ①  $\frac{20}{2\pi(3\sqrt{2})} \left( \frac{\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}}{\sqrt{2}} \right)$   
②  $\frac{20}{2\pi(3\sqrt{2})} \left( \frac{\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}}{\sqrt{3}} \right)$   
③  $\frac{20}{2\pi(3\sqrt{3})} \left( \frac{\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}}{\sqrt{2}} \right)$   
④  $\frac{20}{2\pi(3\sqrt{3})} \left( \frac{\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}}{\sqrt{3}} \right)$

5. 자유공간 위에 3개의 점전하가 주어진 그림과 같이 일직선 상에 위치해 있을 때, A점에 위치한 점전하에 작용하는 수평 방향(+X축)으로의 총전기력의 크기[N]는?



- ①  $\frac{\sqrt{2} Q^2}{8\pi\epsilon_0 a^2}$                                       ②  $\frac{\sqrt{3} Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$   
③  $\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 a^2}$                                       ④  $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$

6. 다음 그림과 같이, 내부가 자유공간으로 채워진 두 개의 평판 도체 사이에 비유전율이  $\epsilon_r$ 인 평판 유전체가 위치해 있을 때, 정전용량은? (단, 두 도체 및 유전체의 면적은 A로 동일하며,  $\epsilon_0$ 는 자유공간의 유전율을 나타내고, 프린징 효과는 무시한다.)



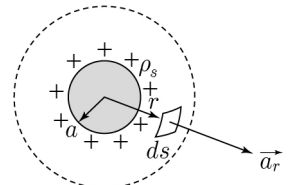
- ①  $\frac{A\epsilon_0\epsilon_r}{d(1+\epsilon_r)}$                                       ②  $\frac{2A\epsilon_0\epsilon_r}{d(1+\epsilon_r)}$   
③  $\frac{A\epsilon_0\epsilon_r}{2d(1+\epsilon_r)}$                                       ④  $\frac{A\epsilon_0\epsilon_r}{4d(1+\epsilon_r)}$

7. 다음 중 정전계의 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?  
(단, 도체는 완전도체로 가정한다.)

- ① 도체의 표면은 등전위면이다.  
② 도체 내부의 전계는 존재한다.  
③ 전위가 불연속인 지점에서 전계의 세기는 무한대이다.  
④ 전계의 방향과 등전위면의 법선방향은 서로 평행이다.

8. 자유공간 위에 그림과 같이 반지름  $a \text{ [m]}$ 인 구 표면에 전하가 균일하게 분포해 있고, 이때 표면전하밀도가  $\rho_s \text{ [C/m}^2\text{]}$ 라면,  $r > a$ 인 가우시안 표면에서 전계의 크기[V/m]는?

- ①  $\frac{a\rho_s}{\epsilon_0 r^2}$                                       ②  $\frac{\rho_s}{a^2\epsilon_0 r^2}$   
③  $\frac{a^2 r^2 \rho_s}{\epsilon_0}$                                       ④  $\frac{a^2 \rho_s}{\epsilon_0 r^2}$

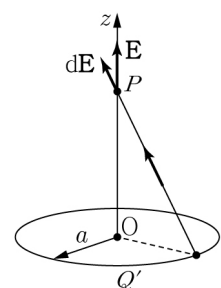


9. 동심 구형 콘덴서의 내외 반지름을 각각 4배로 증가시키면 정전용량은 몇 배가 되는가?

- ① 4                                      ② 8                                      ③ 10                                      ④ 16

10. 그림과 같이, 균일한 전하밀도  $Q' \text{ [C/m]}$ 의 선전하가 자유공간 내 원점 O를 중심으로 반지름  $a \text{ [m]}$ 인 원형 링의 원주 방향을 따라 분포되어 있다. 그림에서 링 평면의 수직 방향인  $z$ 축 상의 임의의 점  $P(0, 0, z)$ 에서의 전위[V]는?

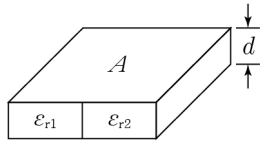
- ①  $\frac{Q'a}{4\epsilon_0} \frac{1}{\sqrt{z^2 + a^2}}$   
②  $\frac{Q'a}{2\epsilon_0} \frac{1}{\sqrt{z^2 + a^2}}$   
③  $\frac{\epsilon_0 Q'a}{2} \frac{1}{\sqrt{z^2 + a^2}}$   
④  $\frac{\epsilon_0 Q'a}{4} \frac{1}{\sqrt{z^2 + a^2}}$



11. 자유공간 중의 전기장  $E_1=15[\text{kV/m}]$ 가  $30^\circ$ 의 입사각으로 비유전율  $\epsilon_s = 3$ 인 기름에 닿을 때, 기름 중의 전기장  $E_2 [\text{kV/m}]$ 는?  
(단, 여기서 입사각은 두 매질의 경계면의 법선 축과의 각도이다.)

- ①  $\frac{15}{\sqrt{2}}$                       ②  $\frac{5}{\sqrt{2}}$   
③  $\frac{15}{\sqrt{3}}$                       ④  $\frac{5}{\sqrt{3}}$

12. 서로 다른 비유전율  $\epsilon_{r1} = 1$ ,  $\epsilon_{r2} = 2$ 를 갖는 동일한 크기의 두 유전체가 그림과 같이 존재할 때 커패시턴스[F]는?  
(단, 두 유전체의 부피는 동일하고,  $A=2[\text{m}^2]$ ,  $d=10^{-3}[\text{m}]$ 이며, 프링징 효과는 무시한다.)



- ①  $\epsilon_0 \times 10^3$   
②  $2\epsilon_0 \times 10^3$   
③  $3\epsilon_0 \times 10^3$   
④  $4\epsilon_0 \times 10^3$
13. 다음 중, 토로이드(toroid)형 철심 내부를 통과하는 자속의 크기를 2배로 증가시키기 위한 방법으로 옳지 않은 것은?  
(단, 철심의 단면은 원형이며, 누설자속은 0이라 가정한다.)
- ① 철심의 투자율을 2배로 증가  
② 철심에 감겨진 코일의 권선수를 2배로 증가  
③ 코일에 흐르는 전류를 2배로 증가  
④ 철심 단면의 반지름을 2배로 증가
14.  $+y$ 축 방향으로  $0.1[\text{A}]$ 의 전류가 흐르는 직선도선이 지면과 평행하게  $2[\text{m}]$  높이에 있을 때, 중력에 의해 도선이 받는 힘( $-z$ 축 방향)을 상쇄시키기 위해 필요한 자속밀도의 방향과 크기[T]는? (단, 도선의 길이는  $5[\text{cm}]$ , 도선의 질량은  $50[\text{g}]$ , 중력가속도는  $10[\text{m/s}^2]$ 라고 가정한다.)
- ①  $+z$ 축, 300  
②  $-z$ 축, 200  
③  $+x$ 축, 150  
④  $-x$ 축, 100
15. 자유공간에서 간격이  $1.5[\text{m}]$ 인 무한히 긴 평행한 두 송전선로가 가설되었다. 여기에  $6,600[\text{V}]$ ,  $3[\text{A}]$ 를 송전할 때 단위 길이당 작용하는 힘[N/m]은? (단,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ 으로 한다.)
- ①  $5.2 \times 10^{-6}$   
②  $1.2 \times 10^{-6}$   
③  $3.2 \times 10^{-6}$   
④  $7.2 \times 10^{-6}$

16. 자유공간상의 자속밀도 벡터( $\vec{B}$ )에 대해  
 $\vec{B} = x^2 z^3 \hat{i} + (\frac{y^2 z}{x}) \hat{j} - xy^2 \hat{k} [\text{Wb/m}^2]$ 의 관계가 성립할 때, 표면 전류밀도 벡터  $\vec{J} [\text{A/m}^2]$ 는?

- ①  $\vec{J} = \frac{1}{\mu_0} \left[ -(\frac{y^2}{x} - 2xy) \hat{i} + (3x^2 z^2 - y^2) \hat{j} - (\frac{zy^2}{x^2}) \hat{k} \right]$   
②  $\vec{J} = \frac{1}{\mu_0} \left[ (\frac{y^2}{x} - 2xy) \hat{i} - (3x^2 z^2 + y^2) \hat{j} + (\frac{zy^2}{x^2}) \hat{k} \right]$   
③  $\vec{J} = \frac{1}{\mu_0} \left[ -(\frac{y^2}{x} + 2xy) \hat{i} + (3x^2 z^2 + y^2) \hat{j} - (\frac{zy^2}{x^2}) \hat{k} \right]$   
④  $\vec{J} = \frac{1}{\mu_0} \left[ (\frac{y^2}{x} + 2xy) \hat{i} + (3x^2 z^2 + y^2) \hat{j} + (\frac{zy^2}{x^2}) \hat{k} \right]$

17. 무손실 전송회로에서,  $L = 90[\text{mH/m}]$ ,  $C = 1[\mu\text{F/m}]$ 인 경우 특성임피던스[Ω]는?

- ①  $\frac{1}{300}$                       ②  $\frac{1}{100\sqrt{3}}$   
③ 300                      ④  $300\sqrt{3}$

18. 도체 표면의 전기장의 크기가  $E = 10^3 [\text{V/m}]$ 인 평행 평판전극 사이에 비유전율  $\epsilon_r = 10^3$ 인 유전체를 삽입할 때, 표면전하밀도[C/m<sup>2</sup>]는? (단,  $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$ 로 한다.)

- ①  $\rho_s = \left(\frac{1}{36\pi}\right) \times 10^{-3}$                       ②  $\rho_s = \left(\frac{1}{9\pi}\right) \times 10^{-6}$   
③  $\rho_s = \left(\frac{1}{4\pi}\right) \times 10^{-9}$                       ④  $\rho_s = 10^{-12}$

19. 도전율이  $k = 6 \times 10^{17} [\Omega/\text{m}]$ , 투자율  $\mu = \frac{6}{\pi} \times 10^{-7} [\text{H/m}]$ 인 평면도체 표면에  $10[\text{kHz}]$ 의 전류가 흐를 때 침투되는 깊이  $\delta[\text{m}]$ 는?

- ①  $\frac{1}{36} \times 10^{-7}$                       ②  $\frac{\pi}{36} \times 10^{-7}$   
③  $\frac{1}{6} \times 10^{-7}$                       ④  $\frac{\pi}{6} \times 10^{-7}$

20. 반지름이  $a$ 이고 전도율이  $\sigma$ 인 무한히 긴 원통형 도선에 직류전류  $I$ 가 흐를 경우, 이때 형성된 전기장과 자계에 의한 도선 표면에서의 포인팅 벡터의 크기는?

- ①  $\frac{I^2}{2\pi^2 \sigma a^3}$                       ②  $\frac{I^2}{2\pi^2 \sigma a^2}$   
③  $\frac{\sigma I^2}{2\pi^2 a^2}$                       ④  $\frac{\sigma I^2}{2\pi^2 a^3}$