

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

제 1 과 목 : 전기자기학

1. 모든 장소에서 $\vec{V} \cdot \vec{D} = 0$, $\vec{V} \times \frac{\vec{D}}{\epsilon} = 0$ 와 같은 관계가 성립하면 $\vec{D}$ 는 어떤 성질을 가져야 하는가?

- ㉠ x 의 함수 ㉡ y 의 함수
㉢ z 의 함수 ㉣ 상수

【답】 ㉣

2. $\int_s \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \int_v \nabla \cdot \mathbf{E} dV$ 은 다음 중 어느 것에 해당되는가?

- ㉠ 발산의 정리 ㉡ 가우스의 정리
㉢ 스톡스의 정리 ㉣ 암페어의 법칙

- (풀이) 가우스의 발산 정리는 면적 적분과 체적 적분과의 변환식이
다. 【답】 ㉡

3. 정전계란?

- ㉠ 전계 에너지가 최소로 되는 전하 분포의 전계이다.
㉡ 전계 에너지가 최대로 되는 전하 분포의 전계이다.
㉢ 전계 에너지가 항상 0인 전기장을 말한다.
㉣ 전계 에너지가 항상 ∞ 인 전기장을 말한다.

- (풀이) 모든계는 주어진 조건에서 보유 에너지가 최소가 되도록 전계가 형성된다.

【답】 ㉠

4. 전계 중에 단위 점전하를 놓았을 때 그것에 작용하는 힘을 그 점에 있어서의 무엇이냐 하는가?

- ㉠ 전계의 세기 ㉡ 전위
㉢ 전위차 ㉣ 변화 전류

- (풀이) 전계의 세기 : 전계중에 단위 전하를 놓았을 때 작용하는 힘
전위 : 단위 전하가 갖는 전기적 위치 에너지

전위차 : 두 점의 전위차

변위 전류 : 전속 밀도의 시간적 변화에 따른 전류

【답】 ㉢

5. 원점에 $-1[\mu\text{C}]$ 의 점전하가 있을 때 점 $P(2, -2, 4)$ [m]인 전계 세기 방향의 단위 벡터[m]는?

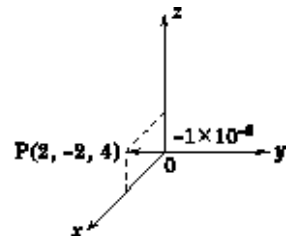
- ㉠ $0.41 \mathbf{a}_x - 0.41 \mathbf{a}_y + 0.82 \mathbf{a}_z$
㉡ $-0.33 \mathbf{a}_x + 0.33 \mathbf{a}_y - 0.66 \mathbf{a}_z$
㉢ $-0.41 \mathbf{a}_x + 0.41 \mathbf{a}_y - 0.82 \mathbf{a}_z$
㉣ $0.33 \mathbf{a}_x - 0.33 \mathbf{a}_y + 0.66 \mathbf{a}_z$

- (풀이) 그림과 같이 전하 $-1[\mu\text{C}]$ 이 존재하는 점과 점 P간의 거리는
 $\sqrt{2^2 + (-2)^2 + 4^2} = \sqrt{24}$ 이므로 전계 세기의 크기는

$$E = 9 \times 10^9 \times \frac{-1 \times 10^{-6}}{(\sqrt{24})^2}$$

$$= -\frac{9}{24} \times 10^3 [\text{V/m}] \text{ 전계 방향의 단위}$$

벡터



$$\mathbf{r}_0 = \frac{-\mathbf{E}}{E} = \frac{-\mathbf{r}}{r} = \frac{(-2 \mathbf{a}_x + 2 \mathbf{a}_y - 4 \mathbf{a}_z)}{\sqrt{24}}$$

$$= -0.41 \mathbf{a}_x + 0.41 \mathbf{a}_y - 0.82 \mathbf{a}_z \quad \text{【답】 ㉢}$$

6. 전기력선의 기본 성질에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ㉠ 전기력선의 방향은 그 점의 전계의 방향과 일치한다.
㉡ 전기력선은 전위가 높은 점에서 낮은 점으로 향한다.
㉢ 전기력선은 그 자신만으로 폐곡선이 된다.
㉣ 전계가 0이 아닌 곳에서 전기력선은 도체 표면에 수직으로 만난다.

- (풀이) 전기력선의 성질은 다음과 같다.

- ① 전기력선은 정전하에서 시작하여 부전하에서 그친다.
② 전하가 없는 곳에서는 전기력선의 발생, 소멸이 없고 연속적이다.
③ 전위가 높은 점에서 낮은 점으로 향한다.

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

- ④ 그 자신만으로 폐곡선이 되는 일은 없다.
 ⑤ 전계가 0이 아닌 곳에서는 2개의 전기력선은 교차하지 않는다.
 ⑥ 도체 내부에는 전기력선이 없다.
 ⑦ 수직 단면의 전기력선 밀도는 전계의 세기이고($1[\text{개}/\text{m}^2]=1[\text{N/C}]$), 전기력선의 접선 방향은 전계의 방향이다.
 ⑧ 도체면(등전위면)에서 전기력선은 수직으로 출입한다.
 ⑨ 단위 전하 $\pm 1[\text{C}]$ 에서는 $1/\epsilon_0$ 개의 전기력선이 출입한다. 【답】 ㉔

7. 전기력선의 성질에 대하여 틀린 것은?

- ㉔ 전하가 없는 곳에서 전기력선은 발생, 소멸이 없다.
 ㉔ 전기력선은 그 자신만으로 폐곡선이 되는 일은 없다.
 ㉔ 전기력선은 등전위면과 수직이다.
 ㉔ 전기력선은 도체내부에 존재한다.

【풀이】도체 내부에는 전기력선이 존재하지 않는다. 【답】 ㉔

8. 거리 r 에 반비례하는 전계의 세기를 주는 대전체는?

- ㉔ 점전하 ㉔ 구전하
 ㉔ 전기 쌍극자 ㉔ 선전하

【풀이】점전하에 의한 전계 $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

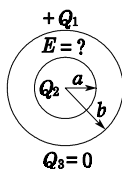
구전하에 의한 전계 $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

전기 쌍극자에 의한 전계 $E = \frac{M\sqrt{1+3\cos^2\theta}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$

선전하에 의한 전계 $E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r}$ 【답】 ㉔

9. 중공 도체의 중공부 내에 전하를 놓지 않으면 외부에서 준 전하는 외부 표면에 만 분포한다. 도체 내의 전계[V/m]는 얼마인가?

- ㉔ 0 ㉔ $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 a}$
 ㉔ $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 b}$ ㉔ $\frac{Q_1}{\epsilon_0}$



【풀이】

도체 내의 전계 $E=0$ 도체 밖의 전계 $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} (r > b)$

도체 1의 전위 $V_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 b}$ 도체 2의 전위 $V_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 b}$ 【답】 ㉔

10. 무한장 직선도체에 선전하밀도 $\lambda[\text{C/m}]$ 의 전하가 분포되어 있는 경우 직선도체를 축으로 하는 반경 r 의 원통면상의 전계는 몇 [V/m]인가?

- ㉔ $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r}$
 ㉔ $E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r^2}$
 ㉔ $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r^2}$
 ㉔ $E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r}$

【풀이】무한 선전하에 의한 전계는 $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} [\text{V/m}]$ 로 거리에 반비례한다. 【답】 ㉔

11. 진공 중에 있는 임의의 구도체 표면 전하 밀도가 σ 일 때의 구도체 표면의 전계 세기[V/m]는?

- ㉔ $\frac{\epsilon_0 \sigma^2}{2}$ ㉔ $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
 ㉔ $\frac{\sigma^2}{\epsilon_0}$ ㉔ $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$

【풀이】전하 밀도 $\sigma[\text{C/m}^2]$ 에서 나오는 전기력선 밀도는

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} [\text{개}/\text{m}^2] = \frac{\sigma}{\epsilon_0} [\text{V/m}]$$

가 된다. 반지름 $a[\text{m}]$ 인 도체구에서도 역시 표면 전계의 세기는 $\frac{\sigma}{\epsilon_0} [\text{V/m}]$ 이다. 【답】 ㉔

12. 전하 $e[\text{C}]$, 질량 $m[\text{kg}]$ 인 전자가 전계 $E[\text{V/m}]$ 내에

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

놓여 있을 때 최초에 정지해 있었다고 한다면 t [s] 후에 전자는 어떠한 속도를 얻게 되는가?

㉠ $v = meEt$ ㉡ $v = \frac{me}{E} t$

㉢ $v = \frac{mE}{e} t$ ㉣ $v = \frac{Ee}{m} t$

(풀이) 정전력 eE [N]에 의하여 x 와 반대 방향으로 $m \frac{d^2x}{dt^2}$ [N]의 힘으로 운동한다면, 이때의 운동 방정식은

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = eE$$

$$\text{전자의 속도 } v = \frac{dx}{dt} = \frac{eE}{m} t + A$$

초기 조건은 $t=0$, $v = \frac{dx}{dt} = 0$ 이므로 $A=0$ 이 되어

$$\therefore v = \frac{eE}{m} t \text{ [m/s]} \quad \text{【답】 ㉣}$$

13. 전위 경도 V 와 전계 E 의 관계식은?

㉠ $E = \text{grad } V$ ㉡ $E = \text{div } V$

㉢ $E = -\text{grad } V$ ㉣ $E = -\text{div } V$

(풀이) 전계 $E = -\text{grad } V = -\nabla V$ 【답】 ㉢

14. $V = x^2 + y^2$ [V]인 전위 분포를 가진 전계의 전기력선 방정식은 어느 것인가?

㉠ $xy = A$ ㉡ $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = A$

㉢ $y = Ax^2$ ㉣ $y = Ax$

(풀이) $E = -\text{grad } V = -\left(i \frac{\partial}{\partial x} + j \frac{\partial}{\partial y} + k \frac{\partial}{\partial z}\right)(x^2 + y^2)$

$$= -i2x - j2y = -2(i\hat{x} + j\hat{y}) = iE_x + jE_y$$

전기력선의 방정식

$$\frac{dx}{E_x} = \frac{dy}{E_y}, \quad \frac{dx}{-2x} = \frac{dy}{-2y}$$

$$\therefore \ln x + \ln k_1 = \ln y + \ln k_2$$

$$k_1 x = k_2 y \quad \therefore y = \frac{k_1}{k_2} x = Ax \quad \text{【답】 ㉣}$$

15. 대전 도체 내부의 전위는?

㉠ 0 전위이다. ㉡ 표면전위와 같다.

㉢ 대지전위와 같다. ㉣ 무한대이다.

(풀이) 대전 도체 내부는 전계(전기력선)가 없다. 즉 전위차가 발생하지 않는다. 따라서 내부의 전위와 표면전위는 같다(도체는 등전위이다).

【답】 ㉡

16. 시간적으로 변화하지 않는, 보존적(conservative)인 전하가 비회전성이라는 의미를 나타낸 식은?

㉠ $\nabla E = 0$ ㉡ $\nabla \cdot E = 0$

㉢ $\nabla \times E = 0$ ㉣ $\nabla^2 E = 0$

(풀이) $\oint_C E \cdot d\mathbf{l} = 0 \quad \text{rot } E = \nabla \times E = 0$ 【답】 ㉢

17. 등전위면을 따라 전하 Q [C]을 운반하는데 필요한 일은?

㉠ 전하의 크기에 따라 변한다.

㉡ 전위의 크기에 따라 변한다.

㉢ 등전위면과 전기력선에 의하여 결정된다.

㉣ 항상 0이다.

(풀이) 미소길이를 운반하는데 필요한 일은

$dW = qE \cdot d\mathbf{l} = qE \cos \theta d\mathbf{l}$ [J]로 나타내어 지는데 전계와 등전위면($d\mathbf{l}$)은 항상 $\theta = 90^\circ$ 의 각을 이루므로 일은 0이다. 【답】 ㉣

18. 공기 중에 고립하고 있는 지름 40 [cm]인 구도체의 전위를 몇 [V] 이상으로 하면, 구 표면의 공기 절연이 파괴되는가? 단, 공기의 절연 내력은 30 [kV/cm]라 한다.

㉠ 300 [kV] 이상 ㉡ 450 [kV] 이상

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

㉠ 600 [kV] 이상 ㉡ 1200 [kV] 이상

(풀이)

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} [\text{V}]$$

$$G = E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} [\text{V/m}]$$

단, G 는 구의 표면에 있어서의 전위 경도이다.

$$V \geq Gr = 3 \times 10^6 [\text{V/m}] \times \frac{40}{2} \times 10^{-2} [\text{m}]$$

$$= 0.6 \times 10^6 [\text{V}] = 600 [\text{kV}]$$

즉, 600 [kV] 이상으로 하면 구 표면의 절연이 파괴된다. 【답】 ㉠

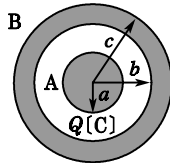
19. 그림과 같이 동심구에서 도체 A에 $Q[\text{C}]$ 을 줄 때 도체 A의 전위[V]는? 단, 도체 B의 전하는 0이다.

㉠ $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 C}$

㉡ $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$

㉢ $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$

㉣ $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right)$



(풀이) $V_A = - \int_{\infty}^c E dr - \int_b^a E dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right) [\text{V}]$

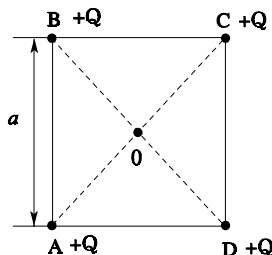
【답】 ㉣

20. 한 변의 길이가 $a[\text{m}]$ 인 정사각형 A, B, C, D의 각 정점에 각각 $Q[\text{C}]$ 의 전하를 놓을 때 정사각형 중심 O의 전위는 몇 [V]인가?

㉠ $\frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 a}$

㉡ $\frac{3Q}{\pi\epsilon_0 a}$

㉢ $\frac{\sqrt{2}Q}{\pi\epsilon_0 a}$



㉣ $\frac{2Q}{\pi\epsilon_0 a}$

(풀이)

$$r = \frac{1}{\sqrt{2}} a [\text{m}]$$

$$1\text{점 전위 } V_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{a}{\sqrt{2}} \right)} = \frac{Q}{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a} [\text{V}]$$

$$\text{중점 전위 } \therefore V_0 = 4V_1 = \frac{\sqrt{2}Q}{\pi\epsilon_0 a} [\text{V}]$$

【답】 ㉣

21. 공간적 전하분포를 갖는 유전체 중의 전계 E 에 있어서, 전하밀도 ρ 와 전하분포 중의 한 점에 대한 전위 V 와의 관계 중 전위를 생각하는 고찰점에 ρ 의 전하분포가 없다면 $\nabla^2 V = 0$ 이 된다는 것은?

㉠ Laplace의 방정식

㉡ Poisson의 방정식

㉢ Stokes의 정리

㉣ Thomson의 정리

(풀이) 전하 밀도 ρ 와 전위 V 의 관계식

$\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$ 를 Poisson의 방정식이라 하고, 고찰점에 전하가 존재하지

않는 경우 즉, $\rho=0$ 인 경우 위식은 $\nabla^2 V = 0$ 로 표시되며 이 식을 Laplace 방정식이라 한다. 【답】 ㉠

22. 전기 쌍극자에 의한 전계의 세기는 쌍극자로부터의 거리 r 에 대해서 어떠한가?

㉠ r 에 반비례한다.

㉡ r^2 에 반비례한다.

㉢ r^3 에 반비례한다.

㉣ r^4 에 반비례한다.

(풀이)

$$\text{전기 쌍극자에 의한 전위 } V = \frac{M \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} [\text{V}]$$

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

전기 쌍극자에 의한 전기장 $E = \frac{M\sqrt{1+3\cos^2\theta}}{4\pi\epsilon_0 r^3} [V/m] \propto \frac{1}{r^3}$ 【답】㉞

23. Poisson이나 Laplace의 방정식을 유도하는데 관련이 없는 식은?

- ㉠ $E = -\text{grad } V$ ㉡ $\text{rot } E = -\frac{\partial B}{\partial t}$
 ㉢ $\text{div } D = \rho$ ㉣ $D = \epsilon E$

【풀이】

도체계에서 $\text{rot } E = -\frac{\partial B}{\partial t}$

정전계에서 $\text{rot } E = 0$

【답】㉡

24. 공기 중 원점의 점전하에서 0.5, 2[m] 거리의 전위가 각각 30, 15[V]일 때, 1[m] 거리인 점의 전위[V]는?

- ㉠ 25 ㉡ 22.5
 ㉢ 20 ㉣ 17.5

【풀이】

$$\begin{cases} 15 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \times 2} + A & \dots\dots ① \\ 30 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \times 0.5} + A & \dots\dots ② \\ V_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \times 1} + A & \dots\dots ③ \end{cases}$$

$$\begin{array}{ccccccc} 1(C) & V_A=80(V) & V_c & & V_B=15(V) & & \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & & \\ 0 & 0.5 & 1 & & 2 & & \end{array}$$

①식에서 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = (15 - A) \times 2$ 이므로

②식은 $30 = (15 - A) \times 2 \times 2 + A$

$\therefore A = 10$

따라서,

$$\therefore \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = (15 - 10) \times 2 = 10$$

$$\therefore V_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} + A = 10 + 10 = 20 [V]$$

【답】㉢

25. 전위함수에서 라플라스 방정식을 만족하지 않는 것은?

- ㉠ $V = \rho \cos \theta + \varphi$ ㉡ $V = x^2 - y^2 + z^2$
 ㉢ $V = \rho \cos \varphi + z$ ㉣ $V = \frac{V_0}{d} x$

㉠

㉢

【풀이】전위 : $V = x^2 - y^2 + z^2$ 은

라플라스 방정식 :

$$\begin{aligned} \nabla^2 V &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x^2 - y^2 + z^2) \\ &+ \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x^2 - y^2 + z^2) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} (x^2 - y^2 + z^2) = 0 \end{aligned}$$

【답】㉡

26. 일래스턴스(elastance)란?

- ㉠ $\frac{1}{\text{전위차} \times \text{전기량}}$
 ㉡ $\text{전위차} \times \text{전기량}$
 ㉢ $\frac{\text{전위차}}{\text{전기량}}$
 ㉣ $\frac{\text{전기량}}{\text{전위차}}$

【풀이】정전 용량의 역수를 일래스턴스라 하므로

$l = \frac{1}{C} = \frac{V}{Q} \left[\frac{\text{전위차}}{\text{전하량}} \right]$ 이며 단위는 [V/C] 또는 [daraf]를 사용한다.

【답】㉢

27. 도체 I, II 및 III이 있을 때 도체 II가 도체 I에 완전 포위되어 있음을 나타내는 것은?

- ㉠ $P_{11} = P_{21}$ ㉡ $P_{11} = P_{31}$ ㉢ $P_{11} = P_{33}$
 ㉣ $P_{12} = P_{22}$

【풀이】그림과 같이 반지름 $a[m]$ 인 도체구 II를 안 반지름 $b[m]$, 바깥 반지름 $c[m]$ 인 동심 도체구 I로 포위하는 경우 도체 I에만 $+Q[C]$ 의 전하를 주었다면 $V_1 = P_{11}Q$, $V_2 = P_{21}Q$ 의 관계식이 성립한다. 여기서

$$P_{11} = \frac{V_1}{Q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 c}$$

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

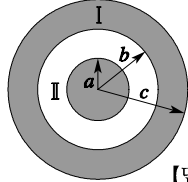
감독위원
확인인

도체구 I의 외부 표면 전위는 $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 c}$

$$P_{21} = \frac{V_2}{Q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 c}$$

도체구 I, II 사이의 전위차=0이므로

$$\therefore P_{11} = P_{21}$$



【답】㉞

28. 진공 중에서 떨어져 있는 두 도체 A, B가 있다. A에만 1[C]의 전하를 줄 때 도체 A, B의 전위가 각각 3, 2[V]였다. 지금 A, B에 각각 2, 1[C]의 전하를 주면 도체 A의 전위[V]는?

- ㉠ 6 ㉡ 7
㉢ 8 ㉣ 9

(풀이)

$$V_A = P_{AA}Q_A + P_{AB}Q_B$$

$$V_B = P_{BA}Q_A + P_{BB}Q_B$$

$Q_A = 1[C]$, $Q_B = 0$ 일 때 $P_{AA} = V_A = 3$, $P_{BA} = 2[V/C]$ 가 되어

$$\therefore V_A = P_{AA}Q_A + P_{AB}Q_B = 3Q_A + 2Q_B = 3 \times 2 + 2 \times 1 = 8[V]$$

【답】㉢

29. Q와 -Q로 대전된 두 도체 n과 r 사이의 전위차를 전위계수로 표시하면?

- ㉠ $(P_{nn} - 2P_{nr} + P_{rr})Q$
㉡ $(P_{nn} + 2P_{nr} + P_{rr})Q$
㉢ $(P_{nn} + P_{nr} + P_{rr})Q$
㉣ $(P_{nn} - P_{nr} + P_{rr})Q$

(풀이)

$$V_1 = P_{nn}Q_1 + P_{nr}Q_2$$

$$V_2 = P_{rn}Q_1 + P_{rr}Q_2 \text{ 에서}$$

$Q_1 = Q$, $Q_2 = -Q$ 를 대입하면

$$V_1 = P_{nn}Q - P_{nr}Q$$

$$V_2 = P_{rn}Q - P_{rr}Q$$

$$\text{전위차 } V = V_1 - V_2 = (P_{nn} - 2P_{nr} + P_{rr})Q$$

【답】㉠

30. 모든 전기 장치에 접지시키는 근본적인 이유는?

- ㉠ 지구의 용량이 커서 전위가 거의 일정하기 때문이다.
㉡ 편의상 지면을 영전위로 보기 때문이다.
㉢ 영상 전하를 이용하기 때문이다.
㉣ 지구는 전류를 잘 통하기 때문이다.

(풀이) 지구는 정전 용량이 크므로 많은 전하가 축적되어도 지구의 전위는 일정하다. 모든 전기 장치를 접지시키고 대지를 실용상 등전위로 한다.

【답】㉠

31. 반지름 a[m], 선간 거리 d[m]인 평행 도선간의 정전 용량[F/m]은? 단, $d \gg a$ 이다.

- ㉠ $\frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{d}{a}}$ ㉡ $\frac{1}{2\pi\epsilon_0 \ln \frac{d}{a}}$ ㉢ $\frac{1}{2\epsilon_0 \ln \frac{d}{a}}$ ㉣ $\frac{\pi\epsilon_0}{\ln \frac{d}{a}}$

(풀이)

$$\begin{aligned} C &= \frac{\lambda}{V} = \frac{\lambda}{-\int_{d-a}^a E dr} \\ &= \frac{\lambda}{\frac{-\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_{d-a}^a \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{d-r} \right) dr} = \frac{\pi\epsilon_0}{\ln \frac{d-a}{a}} \doteq \frac{\pi\epsilon_0}{\ln \frac{d}{a}} \end{aligned}$$

【답】㉣

32. 도체의 전계 에너지는 도체 전위에 대하여 어떤 형태로 증가하는가?

- ㉠ 직선 ㉡ 쌍곡선
㉢ 포물선 ㉣ 원형곡선

(풀이)

$$W = \frac{1}{2} C V^2 [J] \text{ 이므로 } W \propto V^2 (\text{포물선})$$

【답】㉢

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

33. W_1, W_2 의 에너지를 갖는 두 콘덴서를 병렬로 연결한 경우 총 에너지 W 는? 단, $W_1 \neq W_2$ 이다.

- ㉠ $W_1 + W_2 = W$
 ㉡ $W_1 + W_2 > W$
 ㉢ $W_1 + W_2 < W$
 ㉣ $W_1 - W_2 = W$

(풀이) 전위가 다르게 충전된 콘덴서를 병렬로 접속시 전위차가 같아지도록 높은 전위 콘덴서의 전하가 낮은 전위 콘덴서 쪽으로 이동하며 이에 따른 전하의 이동(전류)으로 도선에서 전력 소모가 발생

【답】 ㉡

34. 내압이 1[kV]이고, 용량이 0.01[μF], 0.02[μF], 0.04[μF]인 3개의 콘덴서를 직렬로 연결하였을 때 전체 내압은 몇 [V]가 되는가?

- ㉠ 1,750 ㉡ 1,950
 ㉢ 3,500 ㉣ 7,000

(풀이) 최초로 파괴되는 콘덴서를 기준하여 전압을 인가하면 된다. 0.01[μF]이 최초로 파괴되므로 0.01[μF]에서 기준한다.

$$V_1 : V_2 : V_3 = \frac{1}{0.01} : \frac{1}{0.02} : \frac{1}{0.04} = 4 : 2 : 1$$

$$V_1 = \frac{4}{7} V \rightarrow V = \frac{7}{4} \times 1,000 = 1,750 [V]$$

【답】 ㉠

35. 다음 물질 중 비유전율이 가장 큰 것은?

- ㉠ 산화티탄 자기 ㉡ 종이
 ㉢ 운모 ㉣ 변압기 기름

(풀이) 중요한 유전체의 비유전율을 나타내면 다음과 같다.

종이 : 2~2.6 변압기 기름 : 2.2~2.4 유리 : 5.4 ~ 9.9
 운모 : 5.5~6.6 산화티탄 자기 : 115~5000

【답】 ㉢

36. 절연유($\epsilon_r=2.5$) 중의 점전하 16[μC]을 중심으로

하는 구면상에서 $r=5[m]$, $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$, $0 \leq \phi \leq \frac{\pi}{2}$ 인

표면을 지나는 전속선은 몇 [lines]인가?

- ㉠ 0.8×10^{-6} ㉡ 1.6×10^{-6}
 ㉢ 2×10^{-6} ㉣ 4×10^{-6}

(풀이) 전속선은 매질에 관계없이 그 수가 불변이므로 전속선 수는 전속선 수 $= \int_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q = 16 \times 10^{-6} [\text{개}]$

주어진 영역은 구 표면의 $\frac{1}{8}$ 에 해당되므로

$$N = \frac{1}{8} \times Q = \frac{1}{8} \times 16 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-6} [\text{개}]$$

【답】 ㉢

37. 폐곡면으로부터 나오는 유전속(dielectric flux)의 수가 N 일 때 폐곡면 내의 전하량은 얼마인가?

- ㉠ N ㉡ $\frac{N}{\epsilon_0}$
 ㉢ $\epsilon_0 N$ ㉣ $\frac{N}{2\epsilon_0}$

(풀이) 유전속에 관한 가우스의 정리

$$\oint_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q$$

즉, 폐곡면 S를 나오는 유전속 수 = 폐곡면 S내의 진전하임을 의미한다.

【답】 ㉢

38. 공기 중 두 점전하 사이에 작용하는 힘이 5[N]이었다. 두 전하 사이에 유전체를 넣었더니 힘이 2[N]으로 되었다면 유전체의 비유전율은 얼마인가?

- ㉠ 15 ㉡ 10
 ㉢ 5 ㉣ 2.5

(풀이) 공기 중 두 점전하 사이에 작용하는 힘 F_1 은

$$F_1 = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} [N]$$

유전체를 두 전하 사이에 넣었을 때 힘 F_2 는

$$F_2 = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2} [N]$$

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}}{\frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_s r^2}} = \epsilon_s$$

즉, 유전체를 넣으면 힘은 진공일 때의 $1/\epsilon_s$ 배가 된다.

$$\therefore \epsilon_s = \frac{F_1}{F_2} = \frac{5}{2} = 2.5 \quad \text{【답】 라}$$

39. 일정 전압을 가하고 있는 공기 콘덴서에 비유전율 ϵ_s 인 유전체를 채웠을 때 일어나는 현상은?

- ㉠ 극판간의 전계가 ϵ_s 배 된다.
- ㉡ 극판간의 전계가 $1/\epsilon_s$ 배 된다.
- ㉢ 극판의 전하량이 ϵ_s 배 된다.
- ㉣ 극판의 전하량이 $1/\epsilon_s$ 배 된다.

【풀이】전원을 가하여 충전이 된 후 Q 가 일정하면 전계의 세기는 $1/\epsilon_s$ 가 된다. 그러나 문제에서는 전압을 가하고 있는 상태이므로 (V 일정)전계의 세기는 $E = \frac{V}{d}$ 로 변하지 않는다.

또, $Q = CV$ 에서 V 가 일정하므로 Q 는 C 와 비례하고 C 가 유전율과 비례하므로 전하량은 ϵ_s 배가 된다. 【답】 ㉢

40. 유전체 내의 전계의 세기 E 와 분극의 세기 P 와의 관계를 나타내는 식은?

- ㉠ $P = \epsilon_0(\epsilon_s - 1)E$
- ㉡ $P = \epsilon_0\epsilon_s E$
- ㉢ $P = \epsilon_0(1 - \epsilon_s)E$
- ㉣ $P = (1 - \epsilon_s)E$

$$\text{【풀이】 } E = \frac{\sigma - \sigma_p}{\epsilon_0} = \frac{D - P}{\epsilon_0} [\text{V/m}],$$

$$D = \epsilon_0 E + P = \epsilon_0 \epsilon_s E [\text{C/m}^2] \therefore P = \epsilon_0(\epsilon_s - 1)E [\text{C/m}^2] \quad \text{【답】 ㉠}$$

41. 공기 중의 전계 $E_1 = 10[\text{kV/cm}]$ 이 30° 의 입사각으로 기름의 경계에 닿을 때, 굴절각 θ_2 와 기름 중의 전

계 $E_2 [\text{V/m}]$ 는? 단, 기름의 비유전율은 3이라 한다.

$$\text{㉠ } 60^\circ, \frac{10^6}{\sqrt{3}} \quad \text{㉡ } 60^\circ, \frac{10^3}{\sqrt{3}}$$

$$\text{㉢ } 45^\circ, \frac{10^6}{\sqrt{3}} \quad \text{㉣ } 45^\circ, \frac{10^3}{\sqrt{3}}$$

$$\text{【풀이】 } \frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{1}{3}, \quad 3 \tan \theta_1 = \tan \theta_2$$

$$\therefore \theta_2 = \tan^{-1}(3 \tan 30^\circ) = \tan^{-1}\left(\frac{3}{\sqrt{3}}\right) = 60^\circ$$

$$\begin{aligned} \therefore E_2 &= \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} E_1 = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} \times E_1 = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \times 10 \times \frac{10^3}{10^{-2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{3}} \times 10^6 = \frac{10^6}{\sqrt{3}} [\text{V/m}] \end{aligned} \quad \text{【답】 ㉠}$$

42. $0.03 [\mu\text{F}]$ 인 평행판 공기자유 공간에 반지름 a 인 도체가 있고 반지름 $r = a \sim b$ 사이 ($b > a$)를 유전율 ϵ 인 유전체로 덮은 경우 정전 용량[F]의 값은?

$$\text{㉠ } C = \frac{4\pi}{\frac{1}{b\epsilon_0} + \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)\frac{1}{\epsilon}}$$

$$\text{㉡ } C = \frac{4\pi}{\frac{1}{b\epsilon_0} + \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right)\frac{1}{\epsilon}}$$

$$\text{㉢ } C = \frac{4\pi}{\frac{1}{b\epsilon} + \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)\frac{1}{\epsilon_0}}$$

$$\text{㉣ } C = \frac{4\pi}{\frac{1}{b\epsilon} + \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right)\frac{1}{\epsilon_0}}$$

【풀이】두 도체 사이의 정전 용량은 각 도체에 $\pm Q [\text{C}]$ 을 준 경우 전위차를 V_{AB} 라 하면 $C = \frac{Q}{V_{AB}} [\text{F}]$ 로 정의되므로 고립 도체구에 $+Q$, 무한대에 $-Q$ 를 준 경우

$$V_{AB} = - \int_{\infty}^b \mathbf{E}_1 \cdot d\mathbf{l} - \int_b^a \mathbf{E}_2 \cdot d\mathbf{l} [\text{V}] \text{에서}$$

$$E_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

$E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_1 r^2}$ 를 대입하여 정리하면

$$V_{AB} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 b} + \frac{Q}{4\pi\epsilon} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) [V]$$

따라서

$$C = \frac{Q}{V_{AB}} = \frac{1}{\frac{1}{4\pi} \left[\frac{1}{\epsilon_0 b} + \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) \right]} = \frac{4\pi}{\frac{1}{\epsilon_0 b} + \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)}$$

[F] 【답】 ㉠

43. 콘덴서의 극판간에 그 간격이 절반 두께에 비유전율을 10인 유리판을 평행하게 넣었다면 이 콘덴서의 정전 용량 [μF]은?

- ㉠ 1.83 ㉡ 18.3
㉢ 0.055 ㉣ 0.55

【풀이】 $C = \frac{2C_0}{1 + \frac{1}{\epsilon_s}} = \frac{2 \times 0.03 \times 10^{-6}}{1 + \frac{1}{10}} = 0.055 [\mu F]$ 【답】 ㉢

44. 그림과 같이 유전율이 ϵ_1 , ϵ_2 인 두 유전체의 경계면에 중심을 둔 반지름 a [m]인 도체구의 정전 용량은?

- ㉠ $4\pi a(\epsilon_1 + \epsilon_2)$
㉡ $2\pi a(\epsilon_1 + \epsilon_2)$
㉢ $\frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2\pi a}$
㉣ $\frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{4\pi a}$

【풀이】 유전율 ϵ_1 인 유전체 내부 도체의 전위 V_a 는

$$V_a = - \int_0^a \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \int_0^a \frac{Q}{4\pi\epsilon_1 r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_1 a} [V]$$

따라서, 반구의 정전 용량은 $2\pi\epsilon_1 a$ [F], ϵ_2 의 유전체 내의 반구의 정전 용량은 $2\pi\epsilon_2 a$ [F]

$$\therefore C = 2\pi\epsilon_1 a + 2\pi\epsilon_2 a = 2\pi a(\epsilon_1 + \epsilon_2) [F] \quad \text{【답】 ㉡}$$

45. 간격 d [m], 면적 S [m^2]의 평행판 커패시터 사이에 유전율 ϵ 를 갖는 절연체를 넣고 전극간에 V [V]의 전

압을 가할 때, 양 전극판을 떼어내는데 필요한 힘의 크기는 몇 [N]인가?

- ㉠ $\frac{1}{2\epsilon} \frac{V^2}{d^2} S$
㉡ $\frac{1}{2\epsilon} \frac{dV^2}{S}$
㉢ $\frac{1}{2} \epsilon \frac{V}{d} S$
㉣ $\frac{1}{2} \epsilon \frac{v^2}{d^2} S$

【풀이】 $F = f \cdot S = \frac{1}{2} \epsilon E^2 \cdot S = \frac{1}{2} \epsilon \left(\frac{V}{d} \right)^2 \cdot S [N]$ 【답】 ㉢

46. $\text{div } \mathbf{D} = \rho$ 와 가장 관계 깊은 것은?

- ㉠ Ampere의 주회 적분 법칙
㉡ Faraday의 전자 유도 법칙
㉢ Laplace의 방정식
㉣ Gauss의 정리

【답】 ㉣

47. $\epsilon_1 > \epsilon_2$ 의 두 유전체의 경계면에 전계가 수직으로 입사할 때 경계면에 작용하는 힘은?

- ㉠ $f = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right) D^2$ 의 힘이 ϵ_1 에서 ϵ_2 로 작용한다.
㉡ $f = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_1} - \frac{1}{\epsilon_2} \right) E^2$ 의 힘이 ϵ_2 에서 ϵ_1 로 작용한다.
㉢ $f = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_1} - \frac{1}{\epsilon_2} \right) D^2$ 의 힘이 ϵ_1 에서 ϵ_2 로 작용한다.
㉣ $f = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right) E^2$ 의 힘이 ϵ_1 에서 ϵ_2 로 작용한다.

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

(풀이) 그림과 같이 유전율 ϵ_1, ϵ_2 인 두 유전체가 경계면 O에 수직으로 전계가 가해져 힘 F_n 을 받아 면 O가 Δx 만큼 변위하여 O'가 되었다면 빗금 친 부분은 ϵ_2 에서 ϵ_1 으로, 즉 에너지 밀도가 w_2 에서 w_1 으로 변화하여 에너지 총 변화량은

$$\Delta W = (w_1 - w_2)\Delta x \cdot S \text{ [J]} \quad (S : \text{경계면의 면적})$$

따라서, 가상 변위의 정리에 의해 힘을 구하면

$$F_n = -\frac{\Delta W}{\Delta x} = -(w_1 - w_2)S = (w_2 - w_1) \cdot S \text{ [N]}$$

단위 면적당 작용하는 힘은

$$f_n = w_2 - w_1 = \frac{1}{2} E_2 D_2 - \frac{1}{2} E_1 D_1 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

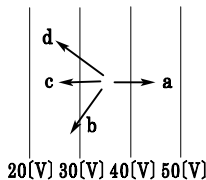
인데, 경계면에서 수직으로 입사되므로 $D_1 = D_2$ 로

$$f_n = \frac{1}{2} (E_2 - E_1) D = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right) D^2 \text{ [N/m}^2\text{]} \text{이다.}$$

또한 $f_n > 0$ 가 되려면 $\epsilon_1 > \epsilon_2$ 이어야 한다. 즉 유전율이 큰 유전체가 작은 유전체 쪽으로 끌려 들어가는 힘(인장 응력)을 받는다. 이 힘을 맥스웰(Maxwell)의 응력이라 한다. 【답】 ㉠

48. 그림과 같이 등전위면이 존재하는 경우 전계의 방향은?

- ㉠ a의 방향
- ㉡ b의 방향
- ㉢ c의 방향
- ㉣ d의 방향



(풀이) 전계의 방향(전기력선)은 전위가 높은 점에서 낮은 점으로 향한다. 【답】 ㉢

49. 전기석과 같은 결정체를 냉각시키거나 가열시키면 전기 분극이 일어난다. 이와 같은 것을 무엇이라 하는가?

- ㉠ 압전기 현상(Piezoelectric phenomena)
- ㉡ Pyro 전기(Pyro electricity)

- ㉢ 톰슨 효과(Thomson effect)
- ㉣ 강유전성(ferroelectric effect)

(풀이) 압전 현상 : 압력을 가하면 전기 분극이 발생

파이로 전기 : 열을 가하면 전기 분극이 발생

톰슨 효과 : 동일 종류 금속 접촉면에서의 열전 현상

【답】 ㉠

50. 무한 평면 도체로부터 거리 a [m]인 곳에 점전하 Q [C]이 있을 때 Q [C]과 무한 평면 도체간의 작용력[N]은? 단, 공간 매질의 유전율은 ϵ [F/m]이다.

- ㉠ $\frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 a^2}$
- ㉡ $\frac{-Q^2}{16\pi\epsilon_0 a^2}$
- ㉢ $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon a^2}$
- ㉣ $\frac{-Q^2}{16\pi\epsilon a^2}$

(풀이) 점전하 Q [C]과 무한 평면 도체간의 작용력[N]은 영상 전하 $-Q$ [C]과의 작용력[N]이므로

$$F = \frac{-Q^2}{4\pi\epsilon(2a)^2} \text{ [N]} = \frac{-Q^2}{16\pi\epsilon a^2} \text{ [N]}$$

$$= -2.25 \times 10^9 \times \frac{Q^2}{\epsilon a^2} \text{ [N]}$$

여기서, (-)는 흡인력이다. 매질이 공기(또는 진공)가 아니므로 ϵ_0 가 아닌 ϵ 임에 주의해야 한다.

【답】 ㉣

51. 그림과 같이 진공 중에 놓인 무한 평면 도체의 표면에서 r [m] 떨어진 점에 점전하 Q [C]을 놓았을 때 이 전하에 작용하는 힘을 MKS 유리 단위로 나타내면?

- ㉠ $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
- ㉡ $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
- ㉢ $\frac{Q}{16\pi\epsilon_0 r^2}$
- ㉣ $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 r^2}$

(풀이) $F = \frac{-Q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0 (2r)^2} = -\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 r^2} \text{ [N]}$

【답】 ㉣

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

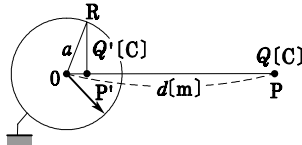
자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

52. 반지름 a [m]인 접지 도체구 중심으로부터 d [m] ($> a$)인 곳에 점전하 Q [C]이 있으면 구도체에 유기되는 전하량[C]은?

- ㉠ $-\frac{a}{d}Q$ ㉡ $\frac{a}{d}Q$
 ㉢ $-\frac{d}{a}Q$ ㉣ $\frac{d}{a}Q$

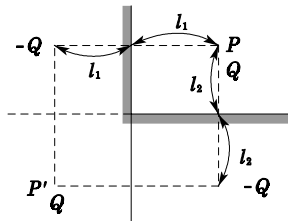
(풀이) 점 P' 의 영상 전하는 도체에 유기되는 전하를 대표할 수 있으므로 그 값은 $Q' = -\frac{a}{d}Q$ [C]이고(실제로 유기된 구도체상의 전하 밀도는 불균일) 중심으로부터의 거리 $\overline{OP'} = \frac{a^2}{d}$ [m]이다.



【답】 ㉠

53. 그림과 같은 직교 도체 평면상 P점에 Q [C]의 전하가 있을 때 P' 점의 영상 전하는?

- ㉠ Q^2
 ㉡ Q
 ㉢ $-Q$
 ㉣ 0



(풀이) 직교이면 영상 전하 개수는 $n = \frac{360^\circ}{\theta} - 1$ (개)

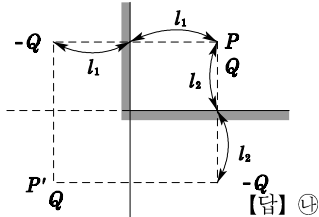
$\therefore n = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1 = 3$ (개)이다.

2상 안에 영상 전하가

$Q' = -Q$, 3상 안에 $Q' = +Q$

4상 안에 $Q' = -Q$ 가 된다.

그러므로 P' 점 영상 전하는 Q [C]이다.



【답】 ㉡

54. 대지면에 높이 h [m]로 평행 가설된 매우 긴 선전하 (선전하 밀도 λ [C/m])가 지면으로부터 받는 힘[N/m]은?

- ㉠ h 에 비례한다. ㉡ h 에 반비례한다.
 ㉢ h^2 에 비례한다. ㉣ h^2 에 반비례한다.

(풀이) 지상의 높이 h [m]와 같은 거리에 선전하 밀도 $-\lambda$ [C/m]인 영상 전하를 고려하여 선전하간의 작용력을 구하면

$$f = -\lambda E = -\lambda \cdot \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0(2h)} = \frac{-\lambda^2}{4\pi\epsilon_0 h} \propto \frac{1}{h} \quad \text{【답】 ㉡}$$

55. 그림과 같이 CD와 PQ의 2개의 저항을 연결하고, A, B 사이에 일정 전압을 공급한다. 이런 경우 PD에 흐르는 전류를 최소로 하려면 CP와 PD의 저항의 비를 얼마로 하면 좋은가?

- ㉠ 1:1 ㉡ 1:2
 ㉢ 2:1 ㉣ 1:3

(풀이) CP를 흐르는 전류 I 는

$$I = \frac{E}{R_{CP} + \frac{R_{PD} \cdot R_{PQ}}{R_{PD} + R_{PQ}}}$$

PD를 흐르는 전류 I_{PD} 는

$$I_{PD} = I \times \frac{R_{PQ}}{R_{PD} + R_{PQ}}$$

I_{PD} 가 최소가 되려면 $\frac{d}{dR_{PD}}(I_{PD}) = 0$ 가 되어야 하므로

$$\begin{aligned} \frac{d}{dR_{PD}}(I_{PD}) &= \frac{d}{dR_{PD}} \left(\frac{R_{PQ}E}{R_{CD}R_{PD} - R_{PD}^2 + R_{CP}R_{PQ}} \right) \\ &= \frac{R_{CD} - 2R_{PD}}{(R_{CD}R_{PD} - R_{PD}^2 + R_{CP}R_{PQ})^2} = 0 \end{aligned}$$

$$R_{CD} - 2R_{PD} = 0$$

$$\therefore R_{PD} = \frac{1}{2} R_{CD}$$

$$\therefore R_{CP} : R_{PD} = 1 : 1$$

【답】 ㉠

56. 공간 도체 중의 정상 전류 밀도가 i , 전하 밀도가 ρ 일 때, 키르히호프의 전류 법칙을 나타내는 것은?

- ㉠ $i = \frac{\partial \rho}{\partial t}$ ㉡ $\text{div } i = 0$
 ㉢ $i = 0$ ㉣ $\text{div } i = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

(풀이) 키르히호프의 전류 법칙은

$$\sum I = 0 = \int_S \mathbf{i} \cdot d\mathbf{S} = \int_V \text{div } \mathbf{i} dv$$

가 되어 $\text{div } \mathbf{i} = 0$ 이다. 즉 단위 체적당의 전류의 발산은 없다.(전류의 연속성) 【답】 ㉔

57. 옴(Ohm)의 법칙을 미분형으로 표시하면?

- ㉑ $i = \frac{E}{\rho}$ ㉒ $i = \rho E$
 ㉓ $i = \nabla E$ ㉔ $i = \text{div } E$

(풀이) $dI = -\frac{dV}{R} = i \cdot dS$ 에서 $i = -\frac{dV}{R \cdot dS}$

여기서 -의 부호는 전위가 감소하는 쪽으로 전류가 흐름을 나타냄.

$R = \rho \frac{l}{S}$ 에서 $R \cdot S = \rho \cdot l$ 이므로 $i = \frac{dV}{R \cdot dS} = -\frac{dV}{\rho \cdot dl}$ 이고 전위의 기울기 $\frac{dV}{dl} = -E$ 이므로 $i = \frac{1}{\rho} E = kE$ 이다. 【답】 ㉑

58. 다음 중 옴의 법칙은 어느 것인가? 단, k 는 도전율, ρ 는 고유 저항, E 는 전기장의 세기이다.

- ㉑ $i = kE$ ㉒ $i = \frac{E}{k}$
 ㉓ $i = \rho E$ ㉔ $i = -kE$

(풀이) $I = \frac{-dV}{R} = i dS$, $i = -\frac{dV}{R dS} = -\frac{1}{\rho} \frac{dV}{dl} = \frac{E}{\rho} = kE$

i 와 E 는 같은 방향이므로 $i = kE$ 이다. 【답】 ㉑

59. 두 종류의 금속으로 된 회로에 전류를 통하면 각 접속점에서 열의 흡수 또는 발생이 일어나는 현상은?

- ㉑ 톰슨 효과 ㉒ 제베크 효과
 ㉓ 볼타 효과 ㉔ 펠티에 효과

(풀이) 2종류의 이종 금속선을 폐회로로 만들어 전류를 공급하면 금속선의 접합점에서 열이 흡수되거나 발생하는 현상을 펠티에 효과(Peltier effect)라 한다. 【답】 ㉔

60. 다음은 도체의 전기 저항에 대한 설명이다. 틀린 것은?

- ㉑ 고유 저항은 백금보다 구리가 크다.
 ㉒ 단면적에 반비례하고 길이에 비례한다.
 ㉓ 도체 반지름의 제곱에 반비례한다.
 ㉔ 같은 길이, 단면적에서도 온도가 상승하면 저항이 증가한다.

(풀이) 20[°C]에서의 고유 저항은

구리 : $1.69 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$, 백금 : $10.5 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$ 【답】 ㉑

61. 전기저항 R 과 정전 용량 C , 고유저항 ρ 및 유전율 ϵ 사이의 관계는?

- ㉑ $RC = \rho \epsilon$ ㉒ $\frac{R}{C} = \frac{\epsilon}{\rho}$
 ㉓ $\frac{C}{R} = \rho \epsilon$ ㉔ $R = \epsilon C \rho$

(풀이) $R = \rho \frac{l}{S}$, $C = \frac{\epsilon S}{l}$ 에서 $RC = \rho \epsilon$ 【답】 ㉑

62. 액체 유전체를 넣은 콘덴서의 용량이 20[μF]이다. 여기에 500[kV]의 전압을 가하면 누설 전류[A]는? 단, 비유전율 $\epsilon_s = 2.2$, 고유저항 $\rho = 10^{11} [\Omega \cdot m]$ 이다.

- ㉑ 4.2 ㉒ 5.13
 ㉓ 54.5 ㉔ 61

(풀이) $RC = \rho \epsilon [s]$ $R = \frac{\rho \epsilon}{C} [\Omega]$

$$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{CV}{\rho \epsilon} = \frac{CV}{\rho \epsilon_0 \epsilon_s} = \frac{20 \times 10^{-6} \times 500 \times 10^3}{10^{11} \times 8.855 \times 10^{-12} \times 2.2} = 5.13$$

【답】 ㉒

63. 대지의 고유 저항이 $\rho [\Omega \cdot m]$ 일 때 반지름 $a [m]$ 인 반구형 접지극의 접지 저항은?

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

- 가 $2\pi\rho a$ 나 $\frac{2\pi\rho}{a}$
 다 $\frac{\rho}{4\pi a}$ 라 $\frac{\rho}{2\pi a}$

(풀이) $RC = \rho\epsilon$ 에서 반구의 정전 용량 $C = \frac{4\pi\epsilon a}{2} = 2\pi\epsilon a$ 이므로

$$\therefore R = \frac{\rho\epsilon}{C} = \frac{\rho\epsilon}{2\pi\epsilon a} = \frac{\rho}{2\pi a} [\Omega] \quad \text{【답】 라}$$

64. 비투자율 μ_s , 자속 밀도 B 인 자계 중에 있는 m [Wb]의 자극이 받는 힘은?

- 가 $\frac{Bm}{\mu_0\mu_s}$ 나 $\frac{Bm}{\mu_0}$
 다 $\frac{\mu_s\mu_0}{Bm}$ 라 $\frac{Bm}{\mu_s}$

(풀이) 자계 중의 자극이 받는 힘은 $F = mH$ [N], $H = \frac{B}{\mu_0\mu_s}$ [A/m]에

$$\text{서 } \therefore F = \frac{Bm}{\mu_0\mu_s} [\text{N}] \quad \text{【답】 가}$$

65. 진공 중에서 4π [Wb]의 자하(磁荷)로부터 발산되는 총 자력선의 수는?

- 가 4π 나 10^7
 다 $4\pi \times 10^7$ 라 $\frac{10^7}{4\pi}$

(풀이) 진공 중에서 m [Wb]의 자하로부터 나오는 자력선의 수는,

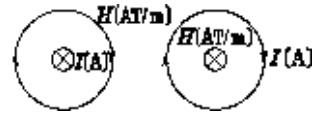
$$\Phi = \frac{m}{\mu_0} = \frac{4\pi}{\mu_0} = \frac{4\pi}{4\pi \times 10^{-7}} = 10^7 [\text{개}] \quad \text{【답】 나}$$

66. 전류에 의한 자계의 방향을 결정하는 법칙은?

- 가 렌츠의 법칙
 나 플레밍의 오른손 법칙

- 다 플레밍의 왼손 법칙
 라 암페어의 오른손 법칙

(풀이) 전류에 의한 자계의 방향은 암페어의 오른 나사 법칙에 따르며 그림과 같은 방향이다.



플레밍의 오른손 법칙(엄지 : 도체의 운동 방향, 인지 : 자계의 방향, 중지 : 기전력의 방향)은 자계 중에서 도체가 운동할 때 유기 기전력의 방향을 결정(발전기의 경우)해 주고, 플레밍의 왼손 법칙은 자계 중에 있는 도체에 전류를 흘릴 때의 도체의 운동 방향을 결정(전동기의 경우)해 주며, 렌츠의 법칙은 도체 주위의 자속이 변화할 때 유기되는 기전력의 방향이 그 자속의 변화를 방해하는 방향으로 생긴다는 것을 규정해 주는 법칙이다.

【답】 라

67. 그림과 같이 권수 1이고 반지름 a [m]인 원형전류 I [A]가 만드는 자계의 세기는 몇 [AT/m]인가?

- 가 $\frac{I}{a}$ 나 $\frac{I}{2a}$
 다 $\frac{I}{3a}$ 라 $\frac{I}{4a}$

$$(풀이) H = \frac{NI}{2a} [\text{AT/m}] = \frac{1 \times I}{2a}$$

【답】 나

68. 반지름 a [m]인 원형 코일에 전류 I [A]가 흘렀을 때 코일 중심의 자계의 세기[AT/m]는?

- 가 $\frac{I}{2a}$ 나 $\frac{I}{4a}$
 다 $\frac{I}{2\pi a}$ 라 $\frac{I}{4\pi a}$

$$(풀이) H_0 = \oint dH = \int_0^{2\pi a} \frac{Idl \sin \theta}{4\pi a^2} \\ = \int_0^{2\pi a} \frac{Idl}{4\pi a^2} = \frac{I}{4\pi a^2} \int_0^{2\pi a} dl = \frac{I}{2a} [\text{AT/m}]$$

또는

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

$$H_x = \frac{I}{2} \cdot \frac{a^2}{(a^2 + x^2)^{3/2}}$$

에서 원형 코일 중심의 자계의 세기 H_0 는 $x=0$ 이므로

$$\therefore H_0 = \frac{I}{2a} [\text{AT/m}]$$

【답】 ㉞

69. 한 변의 길이가 10[cm]인 철선으로 정사각형을 만들고 직류 5[A]를 흘렸을 때 그 중심점의 자계의 세기 [AT/m]는?

- ㉠ 40 ㉡ 45
㉢ 160 ㉣ 180

【풀이】 $H_0 = \frac{2\sqrt{2}I}{\pi l} = \frac{2\sqrt{2} \times 5}{\pi \times 10 \times 10^{-2}} = \frac{\sqrt{2} \times 10^2}{\pi} = 45 [\text{AT/m}]$

【답】 ㉡

70. 반지름 a [m]인 원에 내접하는 정 n 변형의 회로에 I [A]가 흐를 때, 그 중심에서의 자계의 세기 [AT/m]는?

- ㉠ $\frac{nItan \frac{\pi}{n}}{2\pi a}$ ㉡ $\frac{nIsin \frac{\pi}{n}}{2\pi a}$ ㉢ $\frac{nItan \frac{\pi}{n}}{\pi a}$ ㉣ $\frac{nIsin \frac{\pi}{n}}{\pi a}$

【풀이】 $H_{AB} = \frac{I}{4\pi a \cos \frac{\pi}{n}} \left(2 \sin \frac{\pi}{n} \right) = \frac{I}{2\pi a} \tan \frac{\pi}{n}$

정 n 변형 회로의 중심 자계의 세기는,

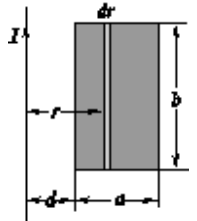
$$H_0 = nH_{AB} = \frac{nItan \frac{\pi}{n}}{2\pi a} [\text{AT/m}]$$

【답】 ㉠

71. 그림과 같이 무한장 직선 도체에 I [A]의 전류가 흐를 때 도체에서 d [m] 떨어진 곳에 있는 가로, 세로가 각각 a [m], b [m]인 구형의 면적을 통과하는 자속[Wb]

은?

- ㉠ $\frac{\mu_0 b I}{2\pi} \ln \frac{d}{d+a}$
㉡ $\frac{\mu_0 b I}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d}$
㉢ $\frac{\mu_0 b I}{\pi} \ln \frac{d}{d+a}$
㉣ $\frac{\mu_0 b I}{\pi} \ln \frac{d+a}{d}$



【풀이】 r [m]의 거리에 폭 dr 의 미소면적 $dS = bdr$ [m²]를 생각한다.

r 위치의 자계 H 는

$$H = \frac{I}{2\pi r} [\text{A/m}]$$

dS 에 있어서의 자속은

$$d\Phi = \mu_0 H dS = \frac{\mu_0 I b dr}{2\pi r} [\text{Wb}]$$

장방형 전부를 통과하는 자속은

$$\therefore \Phi = \int_d^{d+a} d\Phi = \frac{\mu_0 b I}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d} [\text{Wb}]$$

【답】 ㉡

72. 임의의 폐곡선 C 와 쇠교하는 지속수 Φ 를 벡터 퍼텐셜 A 로 표시하면?

- ㉠ $\Phi = \oint_C A \cdot dl$
㉡ $\Phi = \int_S A \cdot ndS$
㉢ $\Phi = \int_v \text{div } A dv$
㉣ $\Phi = \text{rot } A$

【풀이】 임의의 폐곡선 C 와 쇠교하는 자속의 총화 Φ 는 C 로 둘러싸인 임의의 면을 S 라 하고 면상의 자속 밀도를 B 라 하면

$$\Phi = \int_S B \cdot dS [\text{Wb}]$$

자속 밀도 B 를 벡터 퍼텐셜 A 로 표시하면 $B = \text{rot } A$ 가 되므로

$$\Phi = \int_S B \cdot dS = \int_S \text{rot } A \cdot dS = \oint_C A \cdot dl [\text{Wb}]$$

【답】 ㉠

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

73. 전하 q [C]가 진공 중의 자계 H [AT/m]에 수직 방향으로 v [m/sec]의 속도로 움직일 때 받는 힘은 몇 [N]인가?

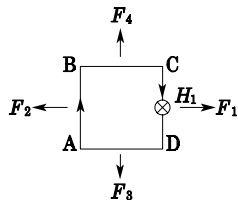
- ㉠ $\frac{qH}{\mu_0 v}$ ㉡ qvH
 ㉢ $\frac{1}{\mu_0} qVH$ ㉣ $\mu_0 qvH$

(풀이) 자계 내에 놓여진 운동 전하가 받는 힘은 $F = qvB \sin \theta = qv\mu_0 H \sin \theta$ [N]인데, $\theta = 90^\circ$ 이므로 $F = qv\mu_0 H$ [N]이다. 【답】 ㉣

74. 그림과 같이 가요성 전선으로 직사각형의 회로를 만들어 대전류를 흘렸을 때 일어나는 현상은?

- ㉠ 변함이 없다.
 ㉡ 원형이 된다.
 ㉢ 마주보는 변끼리 합쳐진다.
 ㉣ 이웃하는 변끼리 합쳐진다.

(풀이) 그림과 같이 $\overline{AB}$ 에 흐르는 전류 I 에 의한 자계 H_1 과 $\overline{CD}$ 에 흐르는 전류 I 에 작용하는 힘 F_1 은 플레밍의 왼손 법칙에 의하여 그림과 같은 방향으로 받는다. 같은 방법으로 4개의 변의 밖으로 힘 F_2, F_3, F_4 가 작용하게 되므로 원형이 된다.



【답】 ㉡

75. 자극의 세기 4×10^{-6} [Wb], 길이 10 [cm]인 막대자석을 150 [AT/m]의 평등 자계 내에 자계와 60° 의 각도로 놓았을 때 자석이 받는 회전력 [N·m]은?

- ㉠ $\sqrt{3} \times 10^{-4}$ ㉡ $3\sqrt{3} \times 10^{-5}$
 ㉢ 3×10^{-4} ㉣ 3×10

(풀이) $T = mH \sin \theta = 4 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-2} \times 150 \times \sin 60^\circ$

$$= 3\sqrt{3} \times 10^{-5} \text{ [N} \cdot \text{m]} \quad \left(\because \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \quad \text{【답】 ㉡}$$

76. 전계 E [V/m] 내에 모멘트 P [C·m]인 쌍극자가 놓여 있을 때 쌍극자가 받는 회전 모멘트 [N·m]는?

- ㉠ $P \cdot E$ ㉡ $E \cdot P$
 ㉢ $E \times P$ ㉣ $P \times E$

(풀이) 전기 쌍극자를 전계 E [V/m] 내에 놓았을 때의 회전 모멘트는 $T = P \times E$ [N·m]이다. 여기서 P [C·m]는 전기 쌍극자 모멘트이다. 【답】 ㉣

77. 평행 도선에 같은 크기의 왕복 전류가 흐를 때 두 도선 사이에 작용하는 힘과 관계되는 것 중 옳은 것은?

- ㉠ 간격의 제곱에 반비례
 ㉡ 간격의 제곱에 반비례하고 투자율에 반비례
 ㉢ 전류의 제곱에 비례
 ㉣ 주위 매질의 투자율에 반비례

(풀이) $F = I_1 I_2 B \sin \theta = I_1 \times \frac{\mu I_2}{2\pi r} = \frac{\mu I_1^2 l}{2\pi r}$ 【답】 ㉣

78. 평행한 두 도선간의 전자력은? 단, 두 도선간의 거리는 r [m]라 한다.

- ㉠ r^2 에 반비례 ㉡ r^2 에 비례
 ㉢ r 에 반비례 ㉣ r 에 비례

(풀이) 평행도선 단위길이당 작용하는 힘은 간격(거리)을 r [m]라 할 때 $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} = \frac{2I_1 I_2}{r} \times 10^{-7}$ [N/m]로 두 전류의 곱에 비례하고, 간격(거리)에 반비례하며 두 전류의 방향이 같은 방향이면 흡인력, 다른 방향(왕복전류)이면 반발력이 작용한다. 【답】 ㉠

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

79. 평등 자계 내에 수직으로 돌입한 전자의 궤적은?
 ㉠ 원운동을 하는데, 원의 반지름은 자계의 세기에 비례한다.
 ㉡ 구면 위에서 회전하고 반지름은 자계의 세기에 비례한다.
 ㉢ 원운동을 하고 반지름은 전자의 처음 속도에 비례한다.
 ㉣ 원운동을 하고, 반지름은 자계의 세기에 비례한다.

(풀이)플레밍의 왼손 법칙에 의하여 전자가 받는 힘은 운동 방향에 수직하므로 전자는 원운동을 한다. $v[m/s]$ 의 속도를 가진 전자가 $B[Wb/m^2]$ 인 평등 자계에 직각으로 돌입할 때 전자가 받는 힘은

$$F = e(v \times B), \text{ 크기는 } F = evB, \text{ 이때의 구심력 } F_0 = \frac{mv^2}{r} \text{ 이고}$$

$$F_0 = F \text{ 이므로 } evB = \frac{mv^2}{r}$$

$$\therefore r = \frac{mv}{eB} [m] \propto v \quad \text{【답】 ㉢}$$

80. 영구 자석에 관한 설명 중 옳지 않은 것은?
 ㉠ 히스테리시스 현상을 가진 재료만이 영구 자석이 될 수 있다.
 ㉡ 보자력이 클수록 자계가 강한 영구 자석이 된다.
 ㉢ 잔류 자속 밀도가 높을수록 자계가 강한 영구 자석이 된다.
 ㉣ 자석 재료로 폐회로를 만들면 강한 영구 자석이 된다.

(풀이)외부에서 큰 자계를 가해야 자화되어 영구자석이 된다. 【답】 ㉣

81. 자화된 철의 온도를 높일 때 자화가 서서히 감소하다가 급격히 강자석이 상자성으로 변하면서 강자성을 잃어 버리는 온도는?
 ㉠ 켈빈(Kelvin) 온도

- ㉡ 연화 온도(Transition)
 ㉢ 전이 온도
 ㉣ 퀴리(Curie) 온도

(풀이)자화된 철의 온도를 높이면 자화가 서서히 감소하다가 690 ~ 870 [°C](순철에서는 790 [°C])에서 급속히 강자석이 상자성으로 변하면서 강자성을 잃어 버리는데 이것은 철의 결정을 구성하는 원자의 열운동이 심해져서 자구(磁區)의 배열이 파괴되기 때문이다. 이 변하는 온도를 임계 온도 또는 퀴리점이라 한다. 【답】 ㉣

82. 강자성체의 자속 밀도 B 의 크기와 자화의 세기 J 의 크기 사이에는 어떤 관계가 있는가?

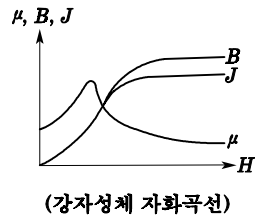
- ㉠ J 는 B 와 같다.
 ㉡ J 는 B 보다 약간 작다.
 ㉢ J 는 B 보다 대단히 크다.
 ㉣ J 는 B 보다 약간 크다.

(풀이)강자성체는 $\mu_s \gg 1$ 이므로

$$J = \frac{\mu_s - 1}{\mu_s} B \text{ 에서}$$

$$\frac{\mu_s - 1}{\mu_s} \text{ 은 1보다 약간 작으므로 } J \text{ 도 } B$$

보다 약간 작다.



【답】 ㉣

83. 다음의 관계식 중 성립할 수 없는 것은? 단, μ 는 투자율, χ 는 자화율, μ_0 는 진공의 투자율, J 는 자화의 세기이다.

- ㉠ $\mu = \mu_0 + \chi$ ㉡ $B = \mu H$
 ㉢ $\mu_s = 1 + \frac{\chi}{\mu_0}$ ㉣ $J = \chi B$

$$(풀이) J = \chi H [Wb/m^2]$$

$$B = \mu_0 H + J = \mu_0 H + \chi H = (\mu_0 + \chi) H = \mu_0 \mu_s H [Wb/m^2]$$

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

$$\mu = \mu_0 + \chi [H/m], \mu_s = \mu/\mu_0 = 1 + \chi$$

$$B = \mu H [Wb/m^2], \mu_s = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{\mu_0 + \chi}{\mu_0} = 1 + \frac{\chi}{\mu_0} \quad \text{【답】 라}$$

84. 내부 장치 또는 공간을 물질로 포위시켜 외부 자계의 영향을 차폐시키는 방식을 자기 차폐라 한다. 자기 차폐에 좋은 물질은?

- ㉠ 강자성체 중에서 비투자율이 큰 물질
- ㉡ 강자성체 중에서 비투자율이 작은 물질
- ㉢ 비투자율이 1보다 작은 역자성체
- ㉣ 비투자율에 관계없이 물질의 두께에만 관계되므로 되도록 두꺼운 물질

(풀이) 투자율이 큰 자성체의 중공부를 평등 자계 안에 놓으면 대부분의 자속은 자성체 내부로만 통과하므로 내부 공간의 자계는 외부 자계에 비하여 대단히 작다. 이러한 현상을 자기 차폐라고 한다. 【답】 ㉣

85. 감자력은?

- ㉠ 자계에 반비례한다.
- ㉡ 자극의 세기에 반비례한다.
- ㉢ 자화의 세기에 비례한다.
- ㉣ 자속에 반비례한다.

$$(풀이) H' = \frac{N}{\mu_0} J \propto J \quad \text{【답】 ㉣}$$

86. 자계의 세기 $H [AT/m]$, 자속 밀도 $B [Wb/m^2]$, 투자율 $\mu [H/m]$ 인 곳의 자계의 에너지 밀도 $[J/m^3]$ 는?

- ㉠ BH
- ㉡ $\frac{1}{2\mu} H^2$
- ㉢ $\frac{1}{2} \mu H$
- ㉣ $\frac{1}{2} BH$

(풀이) 자성체 단위 체적당 저장되는 에너지, 즉 에너지 밀도는

$$w = \frac{BH}{2} = \frac{B^2}{2\mu} = \frac{1}{2} \mu H^2 [J/m^3] \text{이다.} \quad \text{【답】 라}$$

87. 공극(air gap)을 가진 환상 솔레노이드에서 총 권수 N [회], 철심의 투자율 $\mu [H/m]$, 단면적 $S [m^2]$, 길이 $l [m]$ 이고 공극의 길이 δ 일 때 공극부에 자속 밀도 $B [Wb/m^2]$ 를 얻기 위해서는 몇 [A]의 전류를 흘려야 하는가?

- ㉠ $\frac{N}{B} \left(\frac{l}{\mu} + \frac{\delta}{\mu_0} \right)$
- ㉡ $\frac{N}{B} \left(\frac{l}{\mu_0} + \frac{\delta}{\mu} \right)$
- ㉢ $\frac{B}{N} \left(\frac{l}{\mu} + \frac{\delta}{\mu_0} \right)$
- ㉣ $\frac{B}{N} \left(\frac{l}{\mu_0} + \frac{\delta}{\mu} \right)$

$$(풀이) \phi = \frac{NI}{\frac{\delta}{\mu_0 S} + \frac{l}{\mu S}} = BS$$

$$\therefore I = \frac{BS}{N} \left(\frac{\delta}{\mu_0 S} + \frac{l}{\mu S} \right) = \frac{B}{N} \left(\frac{\delta}{\mu_0} + \frac{l}{\mu} \right) \quad \text{【답】 ㉢}$$

88. 전자석의 흡인력은 자속 밀도를 B 라 할 때 어떻게 되는가?

- ㉠ B 에 비례
- ㉡ $B^{\frac{3}{2}}$ 에 비례
- ㉢ $B^{1.6}$ 에 비례
- ㉣ B^2 에 비례

(풀이) 그림의 N 극의 강자성체를 Δx 움직일 때의 에너지의 증가 ΔW 는(가상 변위의 원리)

$$\Delta W = \frac{1}{2\mu} B^2 \Delta x S - \frac{1}{2\mu_0} B^2 \Delta x S$$

$$F_x = - \frac{\Delta W}{\Delta x} = \left(\frac{B^2}{2\mu_0} - \frac{B^2}{2\mu} \right) S [N]$$

$$\text{위의 식에서 } \frac{B^2}{2\mu_0} \gg \frac{B^2}{2\mu}$$

이다($\because$ 강자성체에서는 $\mu_0 \ll \mu$). 따라서

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

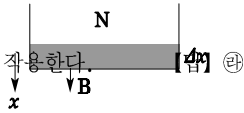
2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

$$\therefore F_x = \frac{B^2}{2\mu_0} S [\text{N}] \text{ (흡인력)}$$

또, S극의 강자성체에도 같은 크기의 흡인력이 작용한다. **【답】 ㉠**



89. $\phi = \phi_m \sin \omega t [\text{Wb}]$ 인 정현파로 변화하는 자속이 권수 N 인 코일과 쇠교할 때의 유기 기전력의 위상은 자속에 비해 어떠한가?

- ㉠ $\frac{\pi}{2}$ 만큼 빠르다. ㉡ $\frac{\pi}{2}$ 만큼 늦다.
 ㉢ π 만큼 빠르다. ㉣ 동위상이다.

【풀이】
$$e = -N \frac{d\phi}{dt} = -N \frac{d}{dt} (\phi_m \sin \omega t) = -N \phi_m \omega \cos \omega t$$

$$= N \phi_m \omega \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) [\text{V}]$$

따라서, 자속보다 $\frac{\pi}{2}$ 만큼 늦다. **【답】 ㉡**

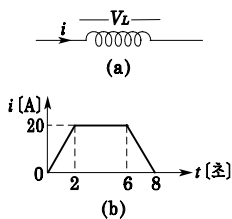
90. N 회의 권선에 최대값 $1 [\text{V}]$, 주파수 $f [\text{Hz}]$ 인 기전력을 유기시키기 위한 쇠교 자속의 최대값 $[\text{Wb}]$ 은?

- ㉠ $\frac{f}{2\pi N}$ ㉡ $\frac{2N}{\pi f}$
 ㉢ $\frac{1}{2\pi f N}$ ㉣ $\frac{N}{2\pi f}$

【풀이】
$$E_m = \omega N \phi_m = 2\pi f N \phi_m [\text{V}] \quad \therefore \phi_m = \frac{E_m}{2\pi f N} = \frac{1}{2\pi f N}$$

【답】 ㉢

91. 그림 (a)의 인덕턴스에 전류가 그림 (b)와 같이 흐를 때 2초에서 6초 사이의 인덕턴스 전압 $V_L [\text{V}]$ 은?

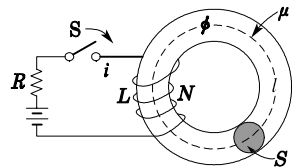


- ㉠ 0 ㉡ 5
 ㉢ 10 ㉣ -5

【풀이】 $2 \leq t \leq 6$ 인 구간에서는 전류의 변화가 없으므로 자속이 변화하지 않는다. 따라서 $V_L = 0$ 이다. **【답】 ㉠**

92. 그림에서 $S = 5 [\text{cm}^2]$, $l = 50 [\text{cm}]$, $\mu_s = 1000$, $N = 100$ 이라 하고 $1 [\text{A}]$ 의 전류를 흘렸을 때 자계에 저장되는 에너지 $[\text{J}]$ 를 구하면?

- ㉠ 3.14×10^{-3}
 ㉡ 6.28×10^{-3}
 ㉢ 9.42×10^{-3}
 ㉣ 13.56×10^{-3}



【풀이】
$$L = \frac{N\phi}{I} = \frac{N^2}{R_m} = \frac{\mu_s N^2}{l}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 5 \times 10^{-4} \times 100^2}{0.5} = 4\pi \times 10^{-3} [\text{H}]$$

$$\therefore W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 4\pi \times 10^{-3} \times 1^2 = 6.28 \times 10^{-3} [\text{J}]$$
 【답】 ㉡

93. 와전류의 방향은?

- ㉠ 일정치 않다.
 ㉡ 자력선 방향과 동일
 ㉢ 자계와 평행되는 면을 관통
 ㉣ 자속에 수직되는 면을 회전

【풀이】 와전류는 도체내에 국부적으로 흐르는 맴돌이 전류로 $\text{rot } \mathbf{i} = -K \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$ 로 자속의 변화를 방해하기 위한 역자속을 만드는 전류이다. 따라서 이 전류는 자속의 수직되는 면을 회전한다. **【답】 ㉣**

94. 2개의 회로 C_1 , C_2 가 있을 때 각 회로상에 취한 미

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

소 부분을 $d\mathbf{l}_1$, $d\mathbf{l}_2$, 두 미소 부분간의 거리를 r 이라 하면 C_1 , C_2 회로간의 상호 인덕턴스[H]는 어떻게 표시되는가? 단, μ 는 투자율이다.

- ㉠ $\frac{\mu}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} \frac{d\mathbf{l}_1 \cdot d\mathbf{l}_2}{r}$ ㉡ $\frac{\mu}{2\pi} \oint_{C_1} \oint_{C_2} \frac{d\mathbf{l}_1 \times d\mathbf{l}_2}{r}$
- ㉢ $\frac{\mu\epsilon}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} d\mathbf{l}_1 d\mathbf{l}_2$ ㉣ $\oint_{C_2} \oint_{C_1} \log r d\mathbf{l}_1 \cdot d\mathbf{l}_2$

(풀이) 그림과 같이 두 개의 전기 회로 C_1 과 C_2 와의 상호 인덕턴스 M_{21} 을 구하는 방법으로 노이만의 공식이 있다.

지금 C_1 에 전류 I_1 이 흐를 때 dS_2 부분에 생기는 벡터 퍼텐셜 $\mathbf{A}_1$ 은

$$\mathbf{A}_1 = \frac{\mu}{4\pi} \oint_{C_1} \frac{I_1}{r} d\mathbf{l}_1$$

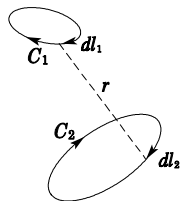
C_2 와 쇄교하는 자속 ϕ_{21} 은

$$\phi_{21} = \oint_{C_2} \mathbf{A}_1 \cdot d\mathbf{l}_2 = \frac{\mu I_1}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} \frac{I_1}{r} d\mathbf{l}_1 \cdot d\mathbf{l}_2$$

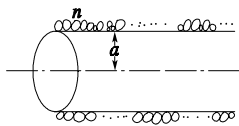
$$M_{21} = \frac{\mu}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} \frac{d\mathbf{l}_1 \cdot d\mathbf{l}_2}{r}$$

$d\mathbf{l}_1$ 과 $d\mathbf{l}_2$ 와의 각을 θ 라 하면

$$\begin{aligned} \therefore M_{21} &= \frac{\mu}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} \frac{\cos \theta d\mathbf{l}_1 d\mathbf{l}_2}{r} \\ &= \frac{\mu}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} \frac{d\mathbf{l}_1 \cdot d\mathbf{l}_2}{r} \quad (\text{노이만의 공식}) \end{aligned} \quad \text{【답】 ㉠}$$



95. 그림과 같은 1[m]당 권선수 n , 반지름 a [m]의 무한장 솔레노이드가 자기 인덕턴스[H/m]는 n 과 a 사이에 어떠한 관계가 있는가?



- ㉠ a 와는 상관없고 n^2 에 비례한다.
 ㉡ a 와 n 의 곱에 비례한다.

- ㉢ a^2 과 n^2 의 곱에 비례한다.
 ㉣ a^2 에 반비례하고 n^2 에 비례한다.

(풀이) 전류 I 가 흐를 때 자계는 식 $H = nI$ 에서 자속 ϕ 는,

$$\phi = \int B dS = \mu H n a^2 = \mu n I n a^2$$

$$\therefore L = \frac{n\phi}{I} = \mu n^2 a^2 \text{ [H/m]} \quad \text{【답】 ㉡}$$

96. 단면적 S [m²], 자로의 길이 l [m], 투자율 μ [H/m]의 환상 철심에 1[m]당 N 회 균등하게 코일을 감았을 때 자기 인덕턴스[H]는?

- ㉠ $\mu N^2 l S$ ㉡ $\frac{\mu N^2 l}{S}$
- ㉢ $\mu N l S$ ㉣ $\frac{\mu N^2 S}{l}$

(풀이) 자기 인덕턴스 L 은 $L = \frac{\mu S (Nl)^2}{l} = \mu N^2 l S$ [H] 【답】 ㉠

97. 반지름 r 의 직선상 도체에 전류 I 가 고르게 흐를 때 도체 내의 전자 에너지와 관계없는 것은?

- ㉠ 투자율 ㉡ 도체의 단면적
- ㉢ 도체의 길이 ㉣ 전류의 크기

(풀이) 도체 내의 전자 에너지는

$$W_i = \frac{1}{2} L_i I^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu l}{8\pi} I^2 = \frac{\mu l}{16} I^2 \text{ [J]}$$

으로서 반지름 r 과는 무관하므로 도체의 단면적과도 관계없다. 【답】 ㉢

98. 다음 중 자기 인덕턴스의 성질을 옳게 표현한 것은?

- ㉠ 항상 부(負)이다.
 ㉡ 항상 정(正)이다.
 ㉢ 항상 0이다.
 ㉣ 유도되는 기전력에 따라 정(正)도 되고 부(負)도 된다.

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

(풀이) 자기 인덕턴스란 자신의 회로에 단위 전류가 흐를 때의 자속 쇄교수를 말하며 항상 정(+)의 값을 갖는다. 반면에 상호 인덕턴스는 두 회로 사이의 관계로 두 코일에 흐르는 전류가 만드는 자속이 같은 방향이면 정(+)의 값을, 반대 방향이면 부(-)의 값을 갖는다. 【답】 ㉠

99. 맥스웰은 전극간의 유도체를 통하여 흐르는 전류를 () 전류라 하고 이것도 ()를 발생한다고 가정하였다. ()안에 알맞은 것은?

- ㉠ () 전도 () 자계
㉡ () 변위 () 자계
㉢ () 전도 () 전계
㉣ () 변위 () 전계

(풀이) 전도 전류 : 도체에 전장(기전력)을 가할 때 흐르는 전류 $J_c = \sigma E$
변위 전류 : 유전체(공기)에 전속 밀도의 시간적 변화에 의한 전류 $J_d = \frac{dD}{dt}$
전도, 변위 전류도 자장을 발생시킨다. 【답】 ㉠

100. 간격 d [m]인 2개의 평행판 전극 사이에 유전율 ϵ 의 유전체가 있다. 전극 사이에 전압 $v = V_m \cos \omega t$ [V]를 가했을 때 변위 전류 밀도 $[A/m^2]$ 는?

- ㉠ $\frac{\epsilon}{d} V_m \cos \omega t$
㉡ $-\frac{\epsilon}{d} \omega V_m \sin \omega t$
㉢ $\frac{\epsilon}{d} \omega V_m \cos \omega t$
㉣ $\frac{\epsilon}{d} V_m \sin \omega t$

(풀이) 변위 전류 밀도
 $i_d = \frac{\partial D}{\partial t} = \frac{\partial(\epsilon E)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \epsilon \left(\frac{v}{d} \right) = \frac{\epsilon}{d} V_m \frac{\partial}{\partial t} \cos \omega t$
 $= -\frac{\omega \epsilon}{d} V_m \sin \omega t [A/m^2]$ 【답】 ㉡

101. 자유 공간에 있어서 변위 전류가 만드는 것은?

- ㉠ 전계 ㉡ 전속
㉢ 자계 ㉣ 자속

(풀이) 변위 전류 밀도 $i_d = \frac{\partial D}{\partial t}$ 이고 $\text{rot } H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$ 【답】 ㉡

102. 유전체 역률($\tan \delta$)과 무관한 것은?

- ㉠ 주파수 ㉡ 정전 용량
㉢ 인가 전압 ㉣ 누설 저항

(풀이) $\tan \delta = \frac{I_R}{I_c} = \frac{E}{R} \bigg/ \frac{E}{\frac{1}{\omega C}} = \frac{1}{\omega CR} = \frac{1}{2\pi f_c R}$ 【답】 ㉡

103. 다음 중 전자계에 대한 맥스웰의 기본 이론이 아닌 것은?

- ㉠ 자계의 시간적 변화에 따라 전계의 회전이 생긴다.
㉡ 전도 전류와 변위 전류는 자계를 발생시킨다.
㉢ 고립된 자극이 존재한다.
㉣ 전하에서 전속선이 발산된다.

(풀이) 단자극은 존재하지 않는다.

$\text{div } B = 0$

【답】 ㉢

104. 공간 도체 내에서 자속이 시간적으로 변할 때 성립되는 식은 다음 중 어느 것인가? 단, E 는 전계, H 는 자계, B 는 자속이다.

- ㉠ $\text{rot } E = \frac{\partial H}{\partial t}$
㉡ $\text{rot } E = -\frac{\partial B}{\partial t}$

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원 확인인

㉠ $\text{div } \mathbf{E} = \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$

㉡ $\text{div } \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$

(풀이) 맥스웰의 제 2 기본 방정식으로 자계와 전계의 관계를 정량적으로 표시하는 식은 다음과 같다.

$\text{rot } \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$

【답】 ㉠

105. 맥스웰(Maxwell)의 전자 방정식이 아닌 것은?

㉢ $\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{i} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$

㉣ $\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$

㉤ $\nabla \cdot \mathbf{i} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$

㉥ $\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$

(풀이) $\nabla \cdot \mathbf{i} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$: 전류의 연속 방정식

【답】 ㉤

106. 맥스웰(Maxwell)의 전자계에 관한 제1기본 방정식은?

㉦ $\text{rot } \mathbf{D} = \mathbf{i} + \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$

㉧ rot

$\mathbf{H} = \mathbf{i} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$

㉨ $\text{rot } \mathbf{i} = \mathbf{H} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$

㉩ rot

$\left(\mathbf{i} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \right) = \mathbf{H}$

(풀이) 암페어의 주회적분의 법칙은

$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \sum \mathbf{I} = \mathbf{I}_c + \mathbf{I}_D = \int_s \left(\mathbf{i} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \right) \cdot \mathbf{n} dS$

인데 $\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l}$ 을 Stokes 정리로 변환하고 윗식을 다시 쓰면

$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int \text{rot } \mathbf{H} \cdot \mathbf{n} dS = \int \left(\mathbf{i} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \right) \cdot \mathbf{n} dS$

양변을 미분하면

$\text{rot } \mathbf{H} = \nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{i} \times \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$

이 식이 맥스웰의 전자 방정식 중 첫째 식으로 암페어의 주회 적분 법칙에서 유도한 식이다.

둘째 식은 패러데이의 전자 유도 법칙에서 유도한 식으로

$e = -\frac{d\phi}{dt} = -\int \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot \mathbf{n} dS [\text{V}]$

$e = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$ 을 Stokes의 정리로 변환하고 윗식을 쓰면

$e = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \int \text{rot } \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} dS = -\int \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot \mathbf{n} dS$

가 된다. 양변을 미분하면

$\text{rot } \mathbf{E} = \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$ 이다.

【답】 ㉣

107. 안테나에서 파장 40[cm]의 평면파가 자유 공간에 방사될 때 발신 주파수는 몇 [MHz]인가?

㉪ 650

㉫ 700

㉬ 750

㉭ 800

(풀이) 전자파 속도를 $v[\text{m/s}]$ (자유공간 $v = 3 \times 10^8 [\text{m/s}]$), 주파수를

$f[\text{Hz}]$ 라 하면 전자파 파장은 $\lambda = \frac{v}{f} [\text{m}]$ 이다. 따라서

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{0.4} = 750 \times 10^6 [\text{Hz}] = 750 [\text{MHz}]$

【답】 ㉬

108. 유전율 ϵ , 투자율 μ 의 공간을 전파하는 전자파의 전파 속도 v 는?

㉮ $v = \sqrt{\epsilon \mu}$

㉯ $v = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}}$

㉺ $v = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$

㉻ $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$

【답】 ㉻

109. 자유 공간의 특성 임피던스는? 단, ϵ_0 는 유전율,

● 국가기술자격검정 필수암기문제 ●

2004년도 기사 일반검정 제 X 회대비

자격종목 및 등급(선택분야)	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명
전기공사(산업)기사/전기(산업)기사					동일출판사

감독위원
확인인

μ_0 는 투자율이다.

㉠ $\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$

㉡ $\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$

㉢ $\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$

㉣ $\sqrt{\frac{1}{\epsilon_0\mu_0}}$

(풀이) $Z_0 = \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$

【답】 ㉣

110. 다음에서 무손실 전송 회로의 특성 임피던스를 나타낸 것은?

㉠ $Z_0 = \sqrt{\frac{C}{L}}$

㉡ $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$

㉢ $Z_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

㉣ $Z_0 = \sqrt{LC}$

【답】 ㉣

111. z 방향으로 진행하는 평면파(plane wave)로 맞지 않는 것은?

㉠ z 성분이 0이다.

㉡ x 의 미분 계수(도함수)가 0이다.

㉢ y 의 미분 계수가 0이다.

㉣ z 의 미분 계수가 0이다.

【답】 ㉣

112. 전기 E [V/m], 자계 H [AT/m] 의 전자계가 평면파를 이루고, 자유 공간으로 전파될 때 단위 시간에 단위 면적당 에너지[W/m²]는?

㉠ $\frac{1}{2} EH$

㉡ $\frac{1}{2} EH^2$

㉢ EH^2

㉣ EH

(풀이) 전기와 자계가 함께 존재하는 경우 에너지 밀도는

$$w = \frac{1}{2} (\epsilon E^2 + \mu H^2) \text{ [J/m}^3\text{]}$$

가 되는데 $H = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E$, $E = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} H$ 이므로 이를 위 식에 대입하면

$$w = \frac{1}{2} \left(\epsilon \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} EH + \mu \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} EH \right) = \sqrt{\epsilon\mu} EH \text{ [J/m}^3\text{]}$$

가 된다.

이것이 평면 전자파가 갖는 에너지 밀도[J/m³]가 되는데 평면 전자파는 전기와 자계의 진동 방향에 대하여 수직인 방향으로 속도 $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$ [m/s]로 전파되기 때문에 진행 방향에 수직인 단위 면적을 단위 시간에 통과하는 에너지는

$$P = w \cdot v = \sqrt{\epsilon\mu} EH \times \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = EH \text{ [J/s} \cdot \text{m}^2\text{]} = EH \text{ [W/m}^2\text{]}$$

평면 전자파는 E 와 H 가 수직이므로 이것을 벡터로 표시하면

$$P = E \times H \text{ [W/m}^2\text{]}$$

가 되고 이 벡터를 포인팅(Pointing) 벡터, 또는 방사(radiation) 벡터라 하며 이 방향은 진행 방향과 평행이다. 【답】 ㉣

오타가 있을 수 있습니다.
오타를 지적해 주세요. 즉시 회신해 드리겠습니다.