

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

풀이

【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
 ㉢ 스토크스의 정리 ㉣ 암페어의 법칙

풀이

가우스의 발산 정리는 면적 적분과 체적 적분과의 변환식이다. 【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 무엇이라 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?
 ㉠ $0.41 \mathbf{a}_x - 0.41 \mathbf{a}_y + 0.82 \mathbf{a}_z$
 ㉡ $-0.33 \mathbf{a}_x + 0.33 \mathbf{a}_y - 0.66 \mathbf{a}_z$
 ㉢ $-0.41 \mathbf{a}_x + 0.41 \mathbf{a}_y - 0.82 \mathbf{a}_z$
 ㉣ $0.33 \mathbf{a}_x - 0.33 \mathbf{a}_y + 0.66 \mathbf{a}_z$

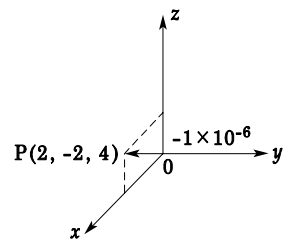
풀이

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

$$E = 9 \times 10^9 \times \frac{-1 \times 10^{-6}}{(\sqrt{24})^2} = -\frac{9}{24} \times 10^3 \text{ [V/m]}$$

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.

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

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.
 - 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 [개/m²]=1 [N/C]), 전기력선의 접선 방향은 전계의 방향이다.
 - ⑧ 도체면(등전위면)에서 전기력선은 수직으로 출입한다.
 - ⑨ 단위 전하 ±1 [C]에서는 1/ε₀개의 전기력선이 출입한다.
- 【답】 ㉠

7. 전기력선의 성질에 대하여 틀린 것은?

- ㉠ 전하가 없는 곳에서 전기력선은 발생, 소멸이 없다.
- ㉡ 전기력선은 그 자신만으로 폐곡선이 되는 일은 없다.
- ㉢ 전기력선은 등전위면과 수직이다.
- ㉣ 전기력선은 도체내부에 존재한다.

풀이

도체 내부에는 전기력선이 존재하지 않는다. 【답】 ㉣

8. 거리 r 에 반비례하는 전계의 세기를 주는 대전체는?

- ㉠ 점전하 ㉡ 구전하
- ㉢ 전기 쌍극자 ㉣ 선전하

풀이

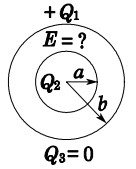
점전하에 의한 전계 $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

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】 ㉣

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



- ㉠ 0 ㉡ $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 a}$
- ㉢ $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 b}$ ㉣ $\frac{Q_1}{\epsilon_0}$

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】 ㉠

10. 무한장 직선도체에 선전하밀도 λ [C/m]의 전하가 분포되어 있는 경우 직선도체를 축으로 하는 반경 r 의 원통면상의 전계는 몇 [V/m]인가?

- ㉠ $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r}$
- ㉡ $E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r^2}$
- ㉢ $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r^2}$
- ㉣ $E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r}$

풀이

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

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

- ㉠ $\frac{\epsilon_0 \sigma^2}{2}$ ㉡ $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

㉠ $\frac{\sigma^2}{\epsilon_0}$ ㉡ $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$

풀이

전하 밀도 σ [C/m²]에서 나오는 전기력선 밀도는

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

가 된다. 반지름 a [m]인 도체구에서도 역시 표면 전계의

세기는 $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$ [V/m]이다.

【답】 ㉠

12. 전하 e [C], 질량 m [kg]인 전자가 전계 E [V/m]내에 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 x와 반대 방향으로 $m \frac{d^2x}{dt^2}$ [N]의 힘으로 운동한다면, 이때의 운동 방정식은

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = eE \text{ [N]}$$

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

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

$$\therefore v = \frac{eE}{m} t \text{ [m/s]}$$

【답】 ㉢

13. 전위 경도 V와 전계 E의 관계식은?

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

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

풀이

$$\text{전계 } E = -\text{grad } V = -\nabla V$$

【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

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

$$= -i2x - j2y = -2(ix + jy) = iE_x + jE_y$$

전기력선의 방정식

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

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

$$k_1 x = k_2 y \quad \therefore y = \frac{k_1}{k_2} x = Ax$$

【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

$$\oint_C E \cdot dl = 0$$

$$\text{rot } E = \nabla \times E = 0$$

【답】 ㉢

17. 등전위면을 따라 전하 Q [C]을 운반하는데 필요한 일은?

㉠ 전하의 크기에 따라 변한다.

㉡ 전위의 크기에 따라 변한다.

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

- ㉠ 등전위면과 전기력선에 의하여 결정된다.
- ㉡ 항상 0이다.

풀이

미소길이를 운반하는데 필요한 일은

$dW = q\mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = qE \cos \theta dl [J]$ 로 나타내어 지는데 전계와 등전위면(dl)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
 - ㉢ 600 [kV] 이상 ㉣ 1200 [kV] 이상

풀이

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

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

단, G는 구의 표면에 있어서의 전위 경도이다.

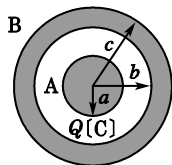
$$V \geq Gr = 3 \times 10^6 [V/m] \times \frac{40}{2} \times 10^{-2} [m]$$

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

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

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

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



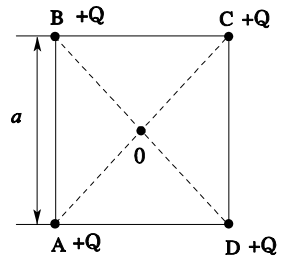
풀이

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

【답】 ㉣

20. 한 변의 길이가 a [m]인 정사각형 A, B, C, D의 각 정점에 각각 Q [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

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

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

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

21. 공간적 전하분포를 갖는 유전체 중의 전계 \mathbf{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 윗식은

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

㉠ 전기량 전위차

풀이

정전 용량의 역수를 일래스턴스라 하므로

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

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

$$V_1 = P_{11}Q, \quad V_2 = P_{21}Q \text{의 관계식이 성립한다. 여기서}$$

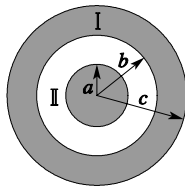
$$P_{11} = \frac{V_1}{Q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 c}$$

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

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

도체구 I, II 사이의 전위차=0이므로

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



【답】 ㉡

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 n와 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

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

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

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

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.

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

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

풀이

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

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

- ㉠ 직선 ㉡ 쌍곡선
 ㉢ 포물선 ㉣ 원형곡선

풀이

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

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 기준으로 전압을 인가하면 된다. 0.01 [μF]이 최초로 파괴되므로 0.01 [μF]에서 기준한다.

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

$$V_1 = \frac{4}{7} V \rightarrow V = \frac{7}{4} \times 1,000 = 1,750 \text{ [V]} \quad \text{【답】 ㉠}$$

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

전속은 매질에 관계없이 그 수가 불변이므로 전속선 수는

$$\text{전속선 수} = \int_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q = 16 \times 10^{-6} \text{ [개]}$$

주어진 영역은 구 표면의 $\frac{1}{8}$ 에 해당되므로

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

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

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

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

				수험번호	성명	감독위원 확인인
자격종목 및 등급(선택분야) 전기(산업)기사	종목코드	시험시간	문제지형별		동일출판사	

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】 ㉞

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

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

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

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

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

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 상태

이므로 (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?

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

풀이

$$E = \frac{\sigma - \sigma_b}{\epsilon_0} = \frac{D - P}{\epsilon_0} [V/m],$$

$$D = \epsilon_0 E + P = \epsilon_0 \epsilon_s E [C/m^2]$$

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

41. 공기 중의 전계 $E_1 = 10$ [kV/cm]이 30° 의 입사각으로 기름의 경계에 닿을 때, 굴절각 θ_2 와 기름 중의 전계 E_2 [V/m]는? 단, 기름의 비유전율은 3이라 한다.

- ㉠ $60^\circ, \frac{10^6}{\sqrt{3}}$ ㉡ $60^\circ, \frac{10^3}{\sqrt{3}}$
 ㉢ $45^\circ, \frac{10^6}{\sqrt{3}}$ ㉣ $45^\circ, \frac{10^3}{\sqrt{3}}$

풀이

$$\frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{1}{3}, \quad 3 \tan \theta_1 = \tan \theta_2$$

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

$$\therefore E_2 = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} E_1 = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} \times E_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 10 \times \frac{10^3}{10^{-2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{3}} \times 10^6 = \frac{10^6}{\sqrt{3}} [V/m] \quad \text{【답】 ㉠}$$

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

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

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

풀이

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

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

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

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

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

따라서

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

【답】 ㉣

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

- ㉠ 1.83
- ㉡ 18.3

- ㉢ 0.055
- ㉣ 0.55

풀이

$$C = \frac{2C_0}{1 + \frac{1}{\epsilon_s}} = \frac{2 \times 0.03 \times 10^{-6}}{1 + \frac{1}{10}} = 0.055 [\mu\text{F}]$$

【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

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

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

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

45. 간격 d [m], 면적 S [m²]의 평행판 커패시터 사이에 유전율 ϵ 를 갖는 절연체를 넣고 전극간에 V [V]의 전압을 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

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

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

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

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

자격종목 및 등급(선택분야) 전기(산업)기사	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명	감독위원 확인인
				동일출판사		

㉠ Gauss의 정리

풀이

【답】 ㉠

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

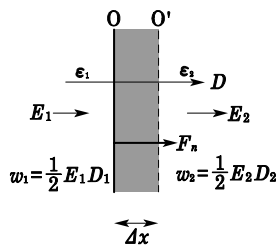
- ㉠ $f = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right) D^2$ 의 힘이 ϵ_1 에서 ϵ_2 로 작용한다.
- ㉡ $f = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_1} - \frac{1}{\epsilon_2} \right) E^2$ 의 힘이 ϵ_2 에서 ϵ_1 로 작용한다.
- ㉢ $f = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_1} - \frac{1}{\epsilon_2} \right) D^2$ 의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

풀이

그림과 같이 유전율 ϵ_1 , ϵ_2 인 두 유전체가 경계면을 이루고 있을 때, 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

$\Delta W = (w_1 - w_2)\Delta x \cdot S$ [J] (S : 경계면의 면적)
따라서, 가상 변위의 정리에 의해 힘을 구하면

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



단위 면적당 작용하는 힘은

$$f_n = w_2 - w_1 = \frac{1}{2} E_2 D_2 - \frac{1}{2} E_1 D_1$$

인데, 경계면에서 수직으로 입사되므로 $D_1 = D_2$ 로

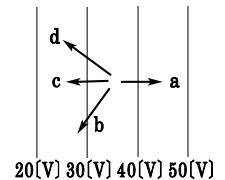
$$f_n = \frac{1}{2} (E_2 - E_1) D = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right) D^2$$

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.

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

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

풀이

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

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

$$= -2.25 \times 10^9 \times \frac{Q^2}{\epsilon_0 a^2} [N]$$

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

$$F = \frac{-Q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0(2r)^2} = -\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 r^2} [N] \quad \text{【답】 ㉣}$$

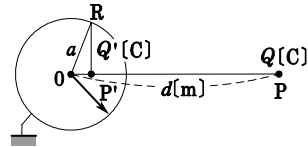
52. 반지름 $a[m]$ 인 접지 도체구 중심으로부터 $d[m]$ ($> a$)인 곳에 점전하 $Q[C]$ 이 있으면 구도체에 유기되는 전하량[C]은?

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

풀이

점 P'의 영상 전하는 도체에 유기되는 전하를 대표할 수

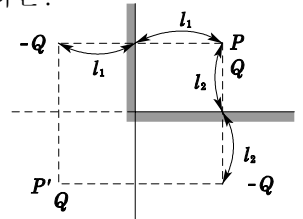
있으므로 그 값은 $Q' = -\frac{a}{d} Q[C]$ 이고(실제로 유기된 구도체상의 전하 밀도는 불균일) 중심으로부터의 거리 $\overline{OP'} = \frac{a^2}{d} [m]$ 이다.



【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)

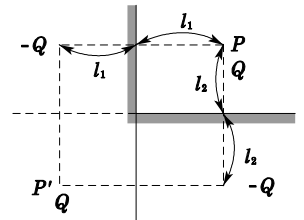
$\therefore n = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1 = 3$ (개)이다.

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 $\lambda[C/m]$)가 지면으로부터 받는 힘[N/m]은?

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

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

자격종목 및 등급(선택분야) 전기(산업)기사	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명	감독위원 확인인
				동일출판사		

풀이

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

$$f = -\lambda E = -\lambda \cdot \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0(2h)} = \frac{-\lambda^2}{4\pi\epsilon_0 h} \propto \frac{1}{h}$$

【답】 ㉠

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

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

풀이

키르히호프의 전류 법칙은

$$\sum I = 0 = \int_S i \cdot dS = \int_V \text{div } i \, dv$$

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

56. 옴(Ohm)의 법칙을 미분형으로 표시하면?

- ㉠ $i = \frac{E}{\rho}$ ㉡ $i = \rho E$
 ㉢ $i = \nabla E$ ㉣ $i = \text{div } E$

풀이

$$dI = -\frac{dV}{R} = i \cdot dS \text{에서 } i = -\frac{dV}{R \cdot dS}$$

여기서 -의 부호는 전위가 감소하는 쪽으로 전류가 흐름을 나타냄.

$$R = \rho \frac{l}{S} \text{에서 } R \cdot S = \rho \cdot l \text{이므로}$$

$$i = \frac{dV}{R \cdot dS} = -\frac{dV}{\rho \cdot dl} \text{이고 전위의 기울기}$$

$$\frac{dV}{dl} = -E \text{이므로 } i = \frac{1}{\rho} E = kE \text{이다.}$$

【답】 ㉡

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

- ㉠ $i = kE$ ㉡ $i = \frac{E}{k}$
 ㉢ $i = \rho E$ ㉣ $i = -kE$

풀이

$$I = \frac{-dV}{R} = idS$$

$$i = -\frac{dV}{RdS} = -\frac{1}{\rho} \frac{dV}{dl} = \frac{E}{\rho} = kE$$

i 와 E 는 같은 방향이므로 $i = kE$ 이다.

【답】 ㉠

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

- ㉠ 톰슨 효과 ㉡ 제베크 효과
 ㉢ 볼타 효과 ㉣ 펠티에 효과

풀이

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

59. 다음은 도체의 전기 저항에 대한 설명이다. 틀린 것은?

- ㉠ 고유 저항은 백금보다 구리가 크다.
 ㉡ 단면적에 반비례하고 길이에 비례한다.
 ㉢ 도체 반지름의 제곱에 반비례한다.
 ㉣ 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】 ㉠

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

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

- 가) $RC = \rho\epsilon$ 나) $\frac{R}{C} = \frac{\epsilon}{\rho}$
 다) $\frac{C}{R} = \rho\epsilon$ 라) $R = \epsilon C\rho$

풀이

$R = \rho \frac{l}{S}, c = \frac{\epsilon S}{l}$ 에서 $RC = \rho\epsilon$ **【답】 가)**

61. 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 $\rho = 10^{11}$ [$\Omega \cdot \text{m}$]이다.

- 가) 4.2 나) 5.13
 다) 54.5 라) 61

풀이

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

【답】 나)

62. 대지의 고유 저항이 ρ [$\Omega \cdot \text{m}$]일 때 반지름 a [m]인 반구형 접지극의 접지 저항은?

- 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
 $\therefore R = \frac{\rho\epsilon}{C} = \frac{\rho\epsilon}{2\pi\epsilon a} = \frac{\rho}{2\pi a}$ [Ω] **【답】 라)**

63. 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]에서 $\therefore F = \frac{Bm}{\mu_0\mu_s}$ [N] **【답】 가)**

64. 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

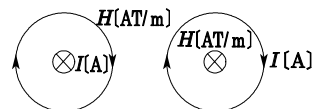
진공 중에서 m [Wb]의 자하로부터 나오는 자력선의 수는,
 $\Phi = \frac{m}{\mu_0} = \frac{4\pi}{\mu_0} = \frac{4\pi}{4\pi \times 10^{-7}} = 10^7$ [개] **【답】 나)**

65. 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

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

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

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

$$\therefore \Phi = \int_a^{d+a} d\Phi = \frac{\mu_0 b I}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d} \text{ [Wb]} \quad \text{【답】 ㉔}$$

71. 임의의 폐곡선 C 와 쇄교하는 지속수 Φ 를 벡터 퍼텐셜 A 로 표시하면?

- ㉔ $\Phi = \oint_C A \cdot dl$
- ㉓ $\Phi = \int_S A \cdot ndS$
- ㉒ $\Phi = \int_V \text{div} A dv$
- ㉑ $\Phi = \text{rot} A$

풀이

임의의 폐곡선 C 와 쇄교하는 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

$$\Phi = \int_S B \cdot dS = \int_S \text{rot} A \cdot dS = \oint_C A \cdot dl \text{ [Wb]} \quad \text{【답】 ㉔}$$

72. 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?

- ㉔ $\frac{qH}{\mu_0 v}$ ㉓ qvH
- ㉒ $\frac{1}{\mu_0} qvH$ ㉑ $\mu_0 qvH$

풀이

자계내에 놓여진 운동 전하가 받는 힘은

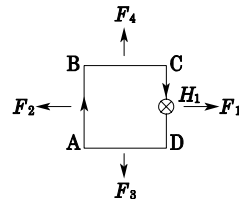
$$F = qvB \sin \theta = qv\mu_0 H \sin \theta \text{ [N]} \text{인데, } \theta = 90^\circ \text{이므로}$$

$$F = qv\mu_0 H \text{ [N]} \text{이다.} \quad \text{【답】 ㉓}$$

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

- ㉔ 변함이 없다.
- ㉓ 원형이 된다.
- ㉒ 마주보는 변끼리 합쳐진다.
- ㉑ 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】 ㉓

74. 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?

- ㉔ $\sqrt{3} \times 10^{-4}$ ㉓ $3\sqrt{3} \times 10^{-5}$
- ㉒ 3×10^{-4} ㉑ 3×10

풀이

$$\begin{aligned} T &= mH \sin \theta = 4 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-2} \times 150 \times \sin 60^\circ \\ &= 3\sqrt{3} \times 10^{-5} \text{ [N} \cdot \text{m]} \\ (\because \sin 60^\circ &= \frac{\sqrt{3}}{2}) \end{aligned} \quad \text{【답】 ㉓}$$

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

- ㉔ $P \cdot E$ ㉓ $E \cdot P$

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

자격종목 및 등급(선택분야) 전기(산업)기사	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명	감독위원 확인인
				동일출판사		

- ㉠ $E \times P$ ㉡ $P \times E$

풀이

전기 쌍극자를 전기 E [V/m] 내에 놓았을 때의 회전 모멘트는

$$T = P \times E \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

이다. 여기서 P [C · m]는 전기 쌍극자 모멘트이다.

【답】 ㉡

76. 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

$$F = I_1 I_2 \sin \theta = I_1 \times \frac{\mu I_2}{2\pi r} = \frac{\mu I_1^2 l}{2\pi r} \quad \text{【답】 ㉢}$$

77. 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

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} = \frac{2 I_1 I_2}{r} \times 10^{-7} \text{ [N/m]}$$

로 두 전류의 곱에 비례하고, 간격(거리)에 반비례하며 두 전류의 방향이 같은 방향이면 흡인력, 다른 방향(왕복전류)이면 반발력이 작용한다. 【답】 ㉢

78. 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/m²]인 평등 자계에 직각으로 돌입할 때 전자가 받는 힘은

$$F = e(v \times B), \text{ 크기는 } F = evB, \text{ 이때의 구심력}$$

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

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

79. 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】 ㉣

80. 자화된 철의 온도를 높일 때 자화가 서서히 감소하다가 급격히 강자석이 상자성으로 변하면서 강자성을 잃어 버리는 온도는?

- ㉠ 켈빈(Kelvin) 온도
 ㉡ 연화 온도(Transition)

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

- ㉠ 전이 온도
- ㉡ 퀴리(Curie) 온도

풀이

자화된 철의 온도를 높이면 자화가 서서히 감소하다가 690~870 [°C](순철에서는 790 [°C])에서 급속히 강자성이 상자성으로 변하면서 강자성을 잃어 버리는데 이것은 철의 결정 구조를 구성하는 원자의 열운동이 심해져서 자기(磁區)의 배열이 파괴되기 때문이다. 이 변하는 온도를 임계 온도 또는 퀴리 점이라 한다. 【답】 ㉡

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

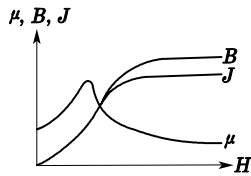
- ㉠ J 는 B 와 같다.
- ㉡ J 는 B 보다 약간 작다.
- ㉢ J 는 B 보다 대단히 크다.
- ㉣ J 는 B 보다 약간 크다.

풀이

강자성체는 $\mu_s \gg 1$ 이므로

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

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



(강자성체 자화곡선)

【답】 ㉣

82. 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

$$J = \chi H [\text{Wb/m}^2]$$

$$B = \mu_0 H + J = \mu_0 H + \chi H = (\mu_0 + \chi) H = \mu_0 \mu_s H$$

$$\mu = \mu_0 + \chi [\text{H/m}], \quad \mu_s = \mu / \mu_0 = 1 + \chi$$

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

【답】 ㉠

83. 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 중공구를 평등 자계에 안에 놓으면 대부분의 자속은 자성체 내부로만 통과하므로 내부 공간의 자계는 외부 자계에 비하여 대단히 작다. 이러한 현상을 자기 차폐라고 한다. 【답】 ㉠

84. 감자력은?

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

풀이

$$H' = \frac{N}{\mu_0} J \propto J$$

【답】 ㉢

85. 자계의 세기 H [AT/m], 자속 밀도 B [Wb/m²], 투자율 μ [H/m]인 곳의 자계의 에너지 밀도 [J/m³]는?

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

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원 확인인

풀이

자성체 단위 체적당 저장되는 에너지, 즉 에너지 밀도는

$$w = \frac{BH}{2} = \frac{B^2}{2\mu} = \frac{1}{2} \mu H^2 \text{ [J/m}^3\text{]} \text{이다.} \quad \text{【답】 ㉔}$$

86. 공극(air gap)을 가진 환상 솔레노이드에서 총 권수 N [회], 철심의 투자율 μ [H/m], 단면적 S [m²], 길이 l [m]이고 공극의 길이 δ 일 때 공극부에 자속 밀도 B [Wb/m²]를 얻기 위해서는 몇 [A]의 전류를 흘려야 하는가?

- ㉑ $\frac{N}{B} \left(\frac{l}{\mu} + \frac{\delta}{\mu_0} \right)$ ㉒ $\frac{N}{B} \left(\frac{l}{\mu_0} + \frac{\delta}{\mu} \right)$
 ㉓ $\frac{B}{N} \left(\frac{l}{\mu} + \frac{\delta}{\mu_0} \right)$ ㉔ $\frac{B}{N} \left(\frac{l}{\mu_0} + \frac{\delta}{\mu} \right)$

풀이

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

$$\therefore I = \frac{BS}{N} \left(\frac{\delta}{\mu_0 S} + \frac{l}{\mu S} \right) = \frac{B}{N} \left(\frac{\delta}{\mu_0} + \frac{l}{\mu} \right) \quad \text{【답】 ㉔}$$

87. 전자석의 흡인력은 자속 밀도를 B 라 할 때 어떻게 되는가?

- ㉑ B 에 비례 ㉒ $B^{\frac{3}{2}}$ 에 비례
 ㉓ $B^{1.6}$ 에 비례 ㉔ B^2 에 비례

풀이

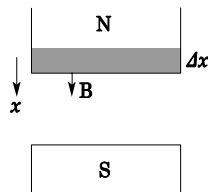
그림의 N 극의 강자성체를 Δx 움직일 때의 에너지의 증가 ΔW 는(가상 변위의 원리)

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

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

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

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



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

또, S 극의 강자성체에도 같은 크기의 흡인력이 작용한다. 【답】 ㉔

88. $\phi = \phi_m \sin \omega t$ [Wb]인 정현파로 변화하는 자속이 권수 N 인 코일과 쇠코일 때의 유기 기전력의 위상은 자속에 비해 어떠한가?

- ㉑ $\frac{\pi}{2}$ 만큼 빠르다. ㉒ $\frac{\pi}{2}$ 만큼 늦다.
 ㉓ π 만큼 빠르다. ㉔ 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】 ㉒

89. N 회의 권선에 최대값 1 [V], 주파수 f [Hz]인 기전력을 유기시키기 위한 쇠코 자속의 최대값[Wb]은?

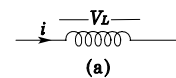
- ㉑ $\frac{f}{2\pi N}$ ㉒ $\frac{2N}{\pi f}$
 ㉓ $\frac{1}{2\pi f N}$ ㉔ $\frac{N}{2\pi f}$

풀이

$$E_m = \omega N \phi_m = 2\pi f N \phi_m \text{ [V]}$$

$$\therefore \phi_m = \frac{E_m}{2\pi f N} = \frac{1}{2\pi f N} \text{ [Wb]} \quad \text{【답】 ㉓}$$

90. 그림 (a)의 인덕턴스에 전류가 그림 (b)와 같이 흐를 때 2초에서 6초 사이의 인덕턴스 전압 V_L [V]은?

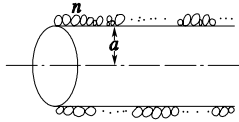


국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

자격종목 및 등급(선택분야) 전기(산업)기사	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명	감독위원 확인인
				동일출판사		

94. 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,

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

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

95. 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】 ㉠

96. 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】 ㉠**

97. 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.

풀이

자기 인덕턴스란 자신의 회로에 단위 전류가 흐를 때의 자속 쇠교수를 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】 ㉣**

98. 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】 ㉣**

99. 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/m²]는?

- ㉠ $\frac{\epsilon}{d} V_m \cos \omega t$

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

자격종목 및 등급(선택분야) 전기(산업)기사	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명	감독위원 확인인
				동일출판사		

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

풀이

변위 전류 밀도

$$i_d = \frac{\partial D}{\partial t} = \frac{\partial(\epsilon E)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \epsilon \left(\frac{v}{d} \right) = \frac{\epsilon}{d} V_m \frac{\partial}{\partial t} \cos \omega t$$

$$= -\frac{\omega \epsilon}{d} V_m \sin \omega t \text{ [A/m}^2\text{]} \quad \text{【답】 ㉡}$$

100. 자유 공간에 있어서 변위 전류가 만드는 것은?

- ㉠ 전계
- ㉡ 전속
- ㉢ 자계
- ㉣ 자속

풀이

변위 전류 밀도 $i_d = \frac{\partial D}{\partial t}$ 이고 $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial D}{\partial t}$

【답】 ㉡

101. 유전체 역률(tan δ)과 무관한 것은?

- ㉠ 주파수
- ㉡ 정전 용량
- ㉢ 인가 전압
- ㉣ 누설 저항

풀이

$$\tan \delta = \frac{I_R}{I_c} = \frac{E}{R} \left/ \frac{E}{\frac{1}{\omega C}} \right. = \frac{1}{\omega CR} = \frac{1}{2\pi f_c R}$$

【답】 ㉡

102. 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.

$$\text{div } \mathbf{B} = 0$$

【답】 ㉢

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

㉠ $\text{rot } \mathbf{E} = \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$

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

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

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

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】 ㉡

104. 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】 ㉢

105. 맥스웰(Maxwell)의 전자계에 관한 제1기본 방정식은?

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

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

자격종목 및 등급(선택분야) 전기(산업)기사	종목코드	시험시간	문제지형별	수험번호	성명	감독위원 확인인
동일출판사						

- ㉠ $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{i} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$
- ㉡ $\text{rot } \mathbf{i} = \mathbf{H} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$
- ㉢ $\text{rot} \left(\mathbf{i} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \right) = \mathbf{H}$

풀이

암페어의 주회적분의 법칙은

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

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

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

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 주회적분 법칙에서 유도한 식이다.

둘째 식은 패러데이의 전자 유도 법칙에서 유도한 식으로

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

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

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

가 된다. 양변을 미분하면

$$\text{rot } \mathbf{E} = \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \text{이다.} \quad \text{【답】 ㉠}$$

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

- ㉠ 650 ㉡ 700
- ㉢ 750 ㉣ 800

풀이

전자파 속도를 v [m/s] (자유공간 $v = 3 \times 10^8$ [m/s]), 주

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

따라서

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

【답】 ㉠

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

- ㉠ $v = \sqrt{\epsilon\mu}$ ㉡ $v = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}}$
- ㉢ $v = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$ ㉣ $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$

풀이

【답】 ㉣

108. 자유 공간의 특성 임피던스는? 단, ϵ_0 는 유전율, 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

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad \text{【답】 ㉣}$$

109. 다음에서 무손실 전송 회로의 특성 임피던스를 나타낸 것은?

- ㉠ $Z_0 = \sqrt{\frac{C}{L}}$ ㉡ $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$
- ㉢ $Z_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ㉣ $Z_0 = \sqrt{LC}$

풀이

【답】 ㉡

110. 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.

국가기술자격검정 필수암기문제

200□년도 기사 일반검정 제 □ 회대비

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

감독위원
확인인

풀이

【답】 ㉠

111. 전기 E [V/m], 자기 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

전계와 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 전계와 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.