

<https://youtube.com/@elec>

1. 맥스웰 방정식: 자속의 발산

- **문제:** 맥스웰의 전자 방정식에 대한 설명으로 옳은 것은?
 - **해설:** 맥스웰 방정식 중 하나인 가우스의 자기 법칙($\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$)은 자기장의 발산이 없다는 것을 의미합니다. 이는 자석의 N극과 S극이 항상 쌍으로 존재하며, 고립된 자극(자하)은 존재할 수 없다는 물리적 현상을 수학적으로 표현한 것입니다. 따라서 임의의 폐곡면을 통해 들어오는 자속과 나가는 자속의 합은 항상 0이 됩니다.
 - **정답:** 2. 폐곡면을 통해서 나오는 자속은 0이다.
-

2. 영상 전하

- **문제:** 무한 평면 도체 앞에 점전하 $+Q$ 가 있을 때, 도체면에 유도되는 영상 전하의 값은?
 - **보기:** (영상에서 명확한 보기가 제시되지 않았습니다.)
 - **해설:** 영상법에 따라, 무한 평면 도체는 거울과 같이 작용합니다. 도체로부터 거리 d 만큼 떨어진 곳에 $+Q$ 가 있다면, 도체 내부의 반대편 거리 d 만큼 떨어진 곳에 크기는 같고 부호가 반대인 $-Q$ 의 영상 전하가 있는 것과 같이 전기장이 형성됩니다.
 - **정답:** $-Q$
-

3. 초전도 현상

- **문제:** 초전도 현상(Superconductivity effect)에 대한 설명으로 옳은 것은?
 - **보기:**
 1. 극저온이 되면 도전율이 증가한다.
 - **해설:** 초전도 현상은 특정 물질을 임계 온도 이하의 극저온으로 냉각했을 때 전기 저항이 0이 되는 현상입니다. 전기 저항이 0이 된다는 것은 도전율(전기가 통하는 정도)이 무한대가 되는 것을 의미하므로, '도전율이 증가한다'는 설명은 맞습니다.
 - **정답:** 1. 극저온이 되면 도전율이 증가한다.
-

4. 환상 코일의 상호 인덕턴스

- **문제:** 철심이 들어 있는 환상 코일에서 1차 코일의 권수가 100회, 자기 인덕턴스(L_1)가 0.01H이고, 2차 코일의 권수가 200회일 때, 두 코일 사이의 상호 인덕턴스(M)는 몇 H인가? (단, 결합계수 $k=1$)
 - **보기:**
 1. 0.01
 2. 0.02
 - **해설:** 이상적인 코일($k=1$)에서 상호 인덕턴스 M 과 자기 인덕턴스 L , 권수 N 사이에는 다음과 같은 관계가 성립합니다: $M = (N_2/N_1) \times L_1$. 주어진 값을 대입하면, $M = (200/100) \times 0.01 = 2 \times 0.01 = 0.02$ H입니다.
 - **정답:** 2. 0.02 H
-

5. 전류의 연속성

- **문제:** 전류의 연속성을 나타내는 맥스웰 방정식은?
 - **보기:**
 1. $\nabla \cdot D = \rho$
 2. $\nabla \cdot J = 0$
 - **해설:** 전류의 연속성은 전하량 보존 법칙을 의미하며, 특정 공간으로 들어온 전류와 나간 전류의 양이 같다는 것을 뜻합니다. 이를 수학적으로 표현하면 전류 밀도(J)의 발산(divergence)이 0이라는 것이며, $\nabla \cdot J = 0$ 으로 나타냅니다.
 - **정답:** 2. $\nabla \cdot J = 0$ (영상에서는 I 로 표기되었으나, 전류밀도 J 가 더 정확한 표현입니다.)
-

6. 고유 임피던스

- **문제:** 자유 공간과 같은 유전체 내에서 전계(E)와 자계(H)의 크기의 비(E/H)는?
 - **해설:** 매질 내에서 전파되는 전자기파의 전계와 자계의 크기 비율을 고유 임피던스(또는 파동 임피던스, η)라고 합니다. $\eta = E/H = \sqrt{\mu/\epsilon}$ 입니다. (μ : 투자율, ϵ : 유전율)
 - **정답:** $\eta = \sqrt{\mu/\epsilon}$
-

7. 접지 구도체와 점전하 사이의 힘

- **문제:** 접지된 구도체와 그 앞에 놓인 점전하 사이에는 어떤 힘이 작용하는가?
- **해설:** 점전하가 접지 구도체 가까이 있으면, 정전기 유도 현상에 의해 점전하와 반대 부호의 전하가 구도체 표면에 유도됩니다. 서로 다른 부호의 전하 사이에는 항상 끌어당기는 힘, 즉 흡인력이 작용합니다.
- **정답:** 흡인력

8. 막대자석의 회전력(토크)

- **문제:** 자극의 세기가 8×10^{-6} Wb, 길이가 30cm인 막대자석을 120 AT/m의 평등 자계와 30° 의 각도로 놓았을 때, 자석이 받는 회전력(토크)은 몇 N·m인가?
 - **보기:**
 1. 1.44×10^{-4} N·m
 - **해설:**
 1. 자기 쌍극자 모멘트 $m = (\text{자극의 세기}) \times (\text{길이}) = (8 \times 10^{-6}) \times 0.3 = 2.4 \times 10^{-6}$ Wb·m.
 2. 토크 $T = m \times H \times \sin\theta = (2.4 \times 10^{-6}) \times 120 \times \sin(30^\circ)$.
 3. $T = 2.88 \times 10^{-4} \times 0.5 = 1.44 \times 10^{-4}$ N·m.
 - **정답:** 1.44×10^{-4} N·m
-

9. 감자율이 0인 자성체

- **문제:** 다음 중 감자율이 0에 가장 가까운 것은?
 - **해설:** 감자율은 자성체의 모양에 따라 결정되며, 외부 자기장과 반대 방향으로 형성되는 내부 자기장(감자계)의 비율을 나타냅니다. 환상 솔레노이드는 자기장이 외부로 거의 누설되지 않고 내부에만 형성되는 이상적인 폐자로 구조이므로, 감자계가 거의 발생하지 않아 감자율이 0에 가깝습니다.
 - **정답:** 환상 솔레노이드
-

10. 대칭 전하 분포의 중심 전계

- **문제:** 정육각형의 각 꼭짓점에 동일한 크기의 양전하 $+Q$ 를 놓았을 때, 정육각형의 중심에서의 전계의 세기는?
 - **해설:** 각 꼭짓점에 있는 전하가 중심에 만드는 전기장은 크기는 같고 방향은 꼭짓점에서 중심으로 향하는 벡터입니다. 정육각형의 대칭성 때문에, 마주 보는 꼭짓점의 전하가 만드는 전기장은 서로 방향이 반대이고 크기가 같아 완벽하게 상쇄됩니다. 모든 전하에 의한 전기장이 상쇄되므로 중심에서의 총 전계는 0입니다.
 - **정답:** 0
-

11. 평행판 콘덴서의 단위 면적당 정전용량

- **문제:** 극판 간격이 d 이고 무한히 넓은 평행판 콘덴서의 단위 면적당 정전 용량은? (단, 극판 사이는 진공)
 - **보기:**
 1. ϵ_0/d
 - **해설:** 평행판 콘덴서의 정전용량 $C = \epsilon(S/d)$ 입니다. 단위 면적당 정전용량은 C/S 이므로, $C/S = \epsilon/d$ 입니다. 진공 상태이므로 $\epsilon = \epsilon_0$, 따라서 단위 면적당 정전용량은 ϵ_0/d 입니다.
 - **정답:** 1. ϵ_0/d
-

12. 전자석의 재료 (연철)

- **문제:** 전자석의 재료로 연철을 사용하는 이유로 옳은 것은?
 - **보기:**
 1. 보자력이 작고 잔류 자기가 작다.
 - **해설:** 전자석은 전류가 흐를 때만 강한 자석이 되고 전류가 끊어지면 자성을 쉽게 잃어야 합니다. 이러한 특성을 갖기 위해서는 자화는 쉽지만, 자화 상태를 유지하는 능력(잔류 자기와 보자력)이 작은 재료가 적합합니다. 연철이 바로 이러한 특성을 가지고 있습니다. 반대로 영구자석은 보자력과 잔류 자기가 큰 경찰을 사용합니다.
 - **정답:** 1. 보자력이 작고 잔류 자기가 작다.
-

13. 콘덴서의 전위차

- **문제:** $2\mu F$ (마이크로페럿) 콘덴서에 $100\mu C$ (마이크로쿨롬)의 전하가 축적되어 있을 때, 양단 간의 전위차는 몇 V인가?
 - **보기:**
 1. $50 V$
 - **해설:** 전하량 Q , 정전용량 C , 전압 V 사이의 관계식은 $Q = CV$ 입니다. 따라서 $V = Q/C = (100 \times 10^{-6} C) / (2 \times 10^{-6} F) = 50 V$ 입니다.
 - **정답:** 1. $50 V$
-

14. 코일의 쇄교 자속

- **문제:** 권수가 500회이고 자기 인덕턴스가 $0.05H$ 인 코일에 $5A$ 의 전류가 흐를 때, 쇄교 자속(자속 세교수)은 몇 $Wb \cdot turn$ 인가?
- **보기:**
 1. 0.01
 2. 0.25

- **해설:** 쇄교 자속($N\Phi$)과 인덕턴스(L), 전류(I) 사이의 관계식은 $N\Phi = LI$ 입니다. 따라서 쇄교 자속 = $0.05 \text{ H} \times 5 \text{ A} = 0.25 \text{ Wb}\cdot\text{turn}$ 입니다.
 - **정답:** 2. $0.25 \text{ Wb}\cdot\text{turn}$
-

15. 자계 내 도체가 받는 힘 (로렌츠 힘)

- **문제:** 전류 $I=30\text{A}$ 가 x 축 방향으로, 자속밀도 $B=0.4\text{T}$ 가 z 축 방향으로 작용할 때, 길이 $L=5\text{m}$ 인 도체가 받는 힘의 크기와 방향은?
 - **해설:** 자계 속에서 전류가 흐르는 도체가 받는 힘(로렌츠 힘) $F = I \times L \times B \times \sin\theta$ 입니다. 전류(x 축)과 자기장(z 축)은 서로 수직이므로 $\theta=90^\circ$, $\sin 90^\circ = 1$ 입니다. 힘의 크기 $F = 30 \times 5 \times 0.4 = 60 \text{ N}$. 힘의 방향은 플레밍의 원손 법칙에 따라 y 축 방향입니다.
 - **정답:** 60 N (y 축 방향)
-

16. 동심 구도체의 전위

- **문제:** 내부 도체 반지름이 a , 외부 도체 껍질의 내반경과 외반경이 각각 b , c 인 동심 구도체에서 내부 도체에만 전하 $+Q$ 를 주었을 때, 내부 도체의 전위는?
 - **보기:**
 1. $Q/(4\pi\epsilon_0) \times (1/a)$
 2. $Q/(4\pi\epsilon_0) \times (1/a - 1/b)$
 3. $Q/(4\pi\epsilon_0) \times (1/a + 1/b - 1/c)$
 4. $Q/(4\pi\epsilon_0) \times (1/a - 1/b + 1/c)$
 - **해설:**
 1. 내부 도체 자체에 의한 전위: $V_a = Q/(4\pi\epsilon_0 a)$
 2. 외부 도체 껍질 내면에 유도되는 $-Q$ 전하에 의한 전위: $V_b = -Q/(4\pi\epsilon_0 b)$
 3. 외부 도체 껍질 외면에 유도되는 $+Q$ 전하에 의한 전위: $V_c = +Q/(4\pi\epsilon_0 c)$
 4. 내부 도체의 총 전위는 이 세 전위의 합입니다: $V = V_a + V_b + V_c = Q/(4\pi\epsilon_0) \times (1/a - 1/b + 1/c)$
 - **정답:** 4. $Q/(4\pi\epsilon_0) \times (1/a - 1/b + 1/c)$
-

17. 도체 내부의 전속

- **문제:** 표면에만 전하가 분포하는 대전된 도체 내부의 전속은 얼마인가?
- **보기:**
 1. 0

- **해설:** 정전 평형 상태에 있는 도체 내부의 전기장(E)은 항상 0입니다. 전속밀도(D)와 전기장(E)의 관계는 $D = \epsilon E$ 이므로, E가 0이면 D도 0입니다. 따라서 도체 내부를 지나는 전속(전속밀도를 면적에 대해 적분한 값) 또한 0입니다.
 - **정답:** 1. 0
-

18. 구도체 연결 시 에너지 손실

- **문제:** 전하 Q 로 대전된 반지름 R 인 구도체를 대전되지 않은 반지름 $2R$ 인 구도체와 가는 도선으로 연결했을 때, 손실되는 정전 에너지는 처음 에너지의 몇 배인가?
 - **해설:** 처음 에너지 $W_1 = Q^2/(2C_1)$. 연결 후 총 정전용량 $C_{\text{total}} = C_1 + C_2$. 정전용량은 반지름에 비례하므로 $C_2 = 2C_1$. $C_{\text{total}} = 3C_1$. 연결 후 에너지는 $W_2 = Q^2/(2C_{\text{total}}) = Q^2/(6C_1) = W_1/3$. 따라서 손실된 에너지는 $W_1 - W_2 = W_1 - W_1/3 = (2/3)W_1$ 입니다. 처음 에너지의 2/3가 손실됩니다. (영상에서 답이 여러 번 바뀌어 혼란이 있었으나, 이론적으로 2/3가 맞습니다.)
 - **정답:** 처음 에너지의 2/3
-

19. 유전체 삽입과 정전용량

- **문제:** 공기로 채워진 평행판 콘덴서에 비유전율이 ϵ_s 인 유전체를 가득 채우면 정전용량은 어떻게 변하는가?
 - **해설:** 콘덴서의 정전용량 $C = \epsilon(S/d)$ 입니다. 공기 중의 유전율은 ϵ_0 , 유전체를 채웠을 때의 유전율은 $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_s$ 입니다. 따라서 정전용량은 $C' = \epsilon_0 \epsilon_s (S/d) = \epsilon_s \times C$ 가 되어, 처음의 ϵ_s 배로 늘어납니다.
 - **정답:** ϵ_s 배로 늘어난다.
-

20. 환상 솔레노이드의 자기 인덕턴스

- **문제:** 단면적이 3cm^2 , 자로의 평균 길이가 30cm , 코일의 권수가 3000 회, 비투자율이 1000 인 환상 솔레노이드의 자기 인덕턴스는 약 몇 H인가?
- **보기:**
 1. 5.6
 2. 8.5
 3. 11.3
- **해설:**
 1. 자기 인덕턴스 $L = \mu(N^2S/I) = \mu_0 \mu_r (N^2S/I)$.
 2. 단위를 MKS 단위계로 통일합니다: $S = 3\text{ cm}^2 = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, $I = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$.
 3. $L = (4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 3000^2 \times 3 \times 10^{-4}) / 0.3$

$$4. \ L = (4\pi \times 10^{-7} \times 10^3 \times 9 \times 10^6 \times 3 \times 10^{-4}) / 0.3 \approx 11.3 \text{ H}$$

● 정답: 3. 11.3 H