

0000 년 00 학기 00 고사		과 목 명	물리학 21장 기출문제 답안지	학 과		학 년		감 독 교 수 확 인	
출 제	공동 출제			학 번					
편 집	송 현 석			성 명					
시험일시	0000. 00. 00	○ ○							

[주의 사항] 1. 계산기는 사용할 수 없습니다.

2. 단위가 필요한 답에는 반드시 SI 체계로 단위를 표기하십시오.

[2007년 2학기 기말고사 1번] - 연습문제 21.19 참고

1. 다음 중에서 유도 전류가 발생하지 않는 경우는 어느 것인가? (④)

- ① 원형 회로에 자석을 가까이 가져갈 때
- ② 원형 회로를 자석에서 멀리 가져갈 때
- ③ 균일한 자기장에 원형 회로를 수직으로 (자기장이 회로 속을 통과하도록) 두고 자기장의 세기를 바꿀 때
- ④ 균일한 자기장에 원형 회로를 수직으로 두고 원형 회로를 일정한 방향으로 병진운동 시킬 때
- ⑤ 균일한 자기장에 원형 회로를 수직으로 두고 원형 회로의 한 지름을 축으로 회전시킬 때

[2010년 2학기 중간고사 12번] - 예제 21.1, 연습문제 21.2 참고

2. 한 변의 길이가 10 cm 인 정사각형 회로의 면에 수직으로 균일한 자기장이 통과하고 있다. 0.05 초 동안에 자기장이 2.0 T에서 0 T까지 일정한 비율로 변화하였을 때, 이 시간 동안 유도되는 기전력의 세기를 구하여라.

$$\Delta\Phi_B = \Phi_f - \Phi_i = B_f A - B_i A = (B_f - B_i)A$$

$$= (0 \text{ T} - 2.0 \text{ T}) \times 0.01 \text{ m}^2 = -0.02 \text{ T} \cdot \text{m}^2 = -0.02 \text{ Wb}$$

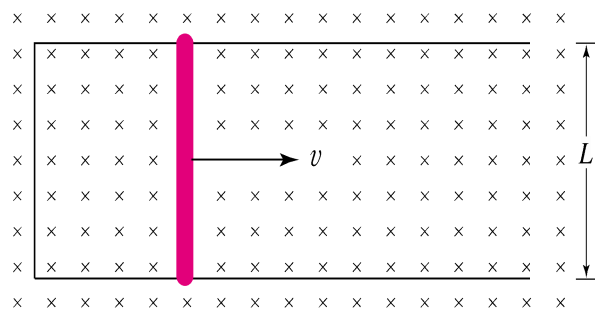
$$\epsilon = - \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = - \frac{-0.02 \text{ Wb}}{0.05 \text{ s}} = 0.4 \text{ Wb/s} = 0.4 \text{ V}$$

($\epsilon = 0.4 \text{ V}$)

[2008년 2학기 중간고사 11번] - 예제 21.2, 연습문제 21.5, 21.18 참고

[2013년 2학기 기말고사 1번]

3. 그림과 같이 저항이 없는 C-자형 도선이 있고, 세기가 B로 일정한 자기장이 모든 영역에서 지면에 수직하게 존재한다. 저항이 R이고 길이가 L인 금속 막대를 일정한 속력 v로 잡아당기면, 금속 막대를 통해 흐르는 전류의 세기는 얼마인가?



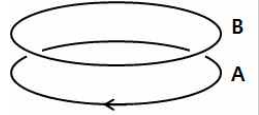
$$\epsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} = - \frac{d}{dt}(BLx) = -BL \frac{dx}{dt} = -BLv$$

$$\Rightarrow I = \frac{\epsilon}{R} = - \frac{BLv}{R} \quad < \text{반시계방향} > \quad < \text{윗방향} >$$

($I = \frac{BLv}{R}$)

[2010년 2학기 중간고사 12번] - 예제 21.1, 연습문제 21.9 참고

4. 두 개의 원형 코일 A와 B가 오른쪽 그림과 같이 서로 나란히 놓여 있다. 코일 A에는 전류가 흐르고 있는데, 그 전류가 점점 커질 때 코일 B에는 A와 (a) 방향의 전류가 유도되며 코일 A와 B는 서로 (b). 이때, a와 b에 들어갈 내용을 순서대로 바르게 배열한 것은? (④)



- ① a: 같은, b: 당긴다. ② a: 같은, b: 밀어낸다.
- ③ a: 반대, b: 당긴다. ④ a: 반대, b: 밀어낸다.
- ⑤ a: 같은, b: 움직이지 않는다.

코일 A의 전류가 점점 커지면 코일 B를 통과하는 자기선속이 점점 커지고, **렌츠의 법칙**에 따라 이를 상쇄하기 위해 코일 B에는 코일 A와 **반대 방향**의 전류가 유도되며, 서로 반대 방향으로 전류가 흐르는 두 코일은 서로 **밀어낸다**.

[2014년 2학기 기말고사 1번] - 예제 21.3 참고

5. 단위 길이 당 감은 수가 n이며, 코일의 단면적이 S, 길이가 l인 솔레노이드의 인덕턴스는 얼마인가? (솔레노이드 내부 자기장의 세기 $B = \mu_0 ni$ 이고, 여기서 μ_0 는 진공의 투과상수, i는 전류이다.)

$$L = \frac{\Phi_B}{i} = \frac{N \vec{B} \cdot \vec{S}}{i} = \frac{NBS \cos 0^\circ}{i} = \frac{NBS}{i} = \frac{(nl)(\mu_0 ni)S}{i} = \mu_0 n^2 l S$$

$$\text{or } \epsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} = - \frac{d}{dt}(N \vec{B} \cdot \vec{S}) = - \frac{d}{dt}(NBS \cos 0^\circ) = - \frac{d}{dt}(NBS)$$

$$= - \frac{d}{dt}(N \mu_0 ni S) = - N \mu_0 n S \frac{di}{dt} = - \mu_0 n^2 l S \frac{di}{dt} = - L \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow L = \mu_0 n^2 l S$$

($L = \mu_0 n^2 l S$)

[2008년 2학기 중간고사 12번] - 예제 21.6, 연습문제 21.12, 21.20 참고

6. 반지름이 R인 원형 고리 모양의 도선이 균일한 자기장 B 속에 놓여 있다. 원형 도선을 한 지름을 축으로 초당 f번 회전시켜 얻을 수 있는 최대 유도 기전력은 얼마인가?

$$\epsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} = - \frac{d}{dt}[BA \cos(\omega t)] = - \frac{d}{dt}[BA \cos(2\pi f t)]$$

$$= -BA \frac{d}{dt}[\cos(2\pi f t)] = +2\pi f BA \sin(2\pi f t) = +\epsilon_{\max} \sin(2\pi f t)$$

$$\Rightarrow \epsilon_{\max} = 2\pi f BA = 2\pi f B(\pi r^2) = 2\pi^2 r^2 f B$$

($\epsilon_{\max} = 2\pi^2 r^2 f B$)

[2014년 2학기 기말고사 2번] - 예제 21.7, 연습문제 21.14, 21.15 참고

7. 어떤 발전소에서는 전압 500 V , 전류 10 A 인 전력을 생산한 후 변압기를 이용하여 전압을 $20,000\text{ V}$ 로 올려서 송전한다. 이때, 전선에서의 전력 손실이 $P_{\text{손실}}$ 이었다. 만약, 승압하지 않고 송전한다면 전선에서 손실되는 전력은 몇 배 더 커지는가?

$$\begin{cases} P = IV \\ P' = I' V' \end{cases} \Rightarrow P' = P \Rightarrow I' = \frac{V}{V'} I = \frac{500\text{ V}}{20000\text{ V}} I = \frac{1}{40} I$$

$$\begin{cases} P_{\text{원래}} = I^2 R \\ P_{\text{손실}} = I'^2 R \end{cases} \Rightarrow \frac{P_{\text{원래}}}{P_{\text{손실}}} = \frac{I^2 R}{I'^2 R} = \frac{I^2 R}{\left(\frac{1}{40} I\right)^2 R} = 1600$$

(1600 배)

[2013년 2학기 기말고사 2번] - 예제 21.7, 연습문제 21.14, 21.15 참고

8. 전압이 500 V 이고 전류가 10 A 인 전기를 생산하는 발전기를 생각하자. 이 전기를 전력 손실이 없는 변압기를 이용하여 $10,000\text{ V}$ 까지 전압을 올린 후, 총 저항이 100Ω 인 송전선을 이용하여 전력을 수송하였다. 이때, 송전선에서의 전력 손실은 원래 발전된 전력의 몇 퍼센트인가?

$$\begin{cases} P = IV \\ P' = I' V' \end{cases} \Rightarrow P' = P \Rightarrow I' = \frac{V}{V'} I = \frac{500\text{ V}}{10,000\text{ V}} \times 10\text{ A} = 0.5\text{ A}$$

$$\begin{cases} P = IV = I' V' = P' \\ P_{\text{손실}} = I'^2 R \end{cases} \Rightarrow \frac{P_{\text{손실}}}{P} = \frac{I'^2 R}{IV} = \frac{(0.5\text{ A})^2 (100\Omega)}{(10\text{ A})(500\text{ V})} = 0.005$$

(0.5 %)

[2011년 2학기 기말고사 2번] - 예제 21.7, 연습문제 21.14, 21.15 참고

9. 어떤 발전기에서 전압이 500 V 이고 전류가 10 A 인 전기를 생산한다. 이 전기를 전력 손실이 없는 변압기를 이용하여 송전 전압을 $5,000\text{ V}$ 로 올린 후, 1 km 당 저항이 0.4Ω 인 길이 10 km 의 송전선을 이용하여 전력을 수송한다. 송전 도중에 송전선의 발열로 손실되는 전력은 원래 발전된 전력의 몇 %인가?

$$\begin{cases} P = IV \\ P' = I' V' \end{cases} \Rightarrow P' = P \Rightarrow I' = \frac{V}{V'} I = \frac{500\text{ V}}{5,000\text{ V}} \times 10\text{ A} = 1.0\text{ A}$$

$$R = (0.4\Omega/\text{km})(10\text{ km}) = 4.0\Omega$$

$$\begin{cases} P = IV = I' V' = P' \\ P_{\text{손실}} = I'^2 R \end{cases} \Rightarrow \frac{P_{\text{손실}}}{P} = \frac{I'^2 R}{IV} = \frac{(1.0\text{ A})^2 (4.0\Omega)}{(10\text{ A})(500\text{ V})} = 0.0008$$

(0.08 %)

[2010년 2학기 기말고사 2번] - 예제 21.7, 연습문제 21.14, 21.15 참고

10. 1 km 당 저항이 0.5Ω 인 길이 20 km 의 송전선을 이용하여 100 kW 의 전력을 수송하려고 한다. 송전 도중 송전선의 발열 손실을 4% 이하로 하려면 송전 전압을 몇 V 이상으로 해야 하는가?

$$R = (0.5\Omega/\text{km})(20\text{ km}) = 10\Omega$$

$$P_{\text{손실}} = I'^2 R \leq 0.04P$$

$$\Rightarrow I' \leq \sqrt{\frac{0.04P}{R}} = \sqrt{\frac{0.04 \times (100 \times 10^3\text{ W})}{10\Omega}} = 20\text{ A}$$

$$\begin{cases} P = IV \\ P' = I' V' \end{cases} \Rightarrow P' = P \Rightarrow V' = \frac{P}{I'} = \frac{(100\text{ kW})}{20\text{ A}} = 5\text{ kV}$$

($V' = 5\text{ kV}$)

[2010년 2학기 기말고사 3번] - 예제 21.8 참고

11. 아래 전자기파들에서 파장이 긴 것에서부터 짧은 순서대로 기호를 나열하시오. (② -> ④ -> ③ -> ①)

① 감마선 ② 마이크로파 ③ 자외선 ④ 적외선

[2012년 2학기 기말고사 1번] - 예제 21.8 참고

12. 전자기파에 관한 다음 설명 주 옳은 것을 모두 고르시오. (①, ④)

- ① 적외선은 엑스선보다 진동수가 작다.
 ② 자외선은 가시광선보다 파장이 같다. 짧다.
 ③ 마이크로파의 속력은 감마선의 속력보다 작다. 같다.
 ④ 파란색의 광자는 빨간색의 광자보다 에너지가 크다. (26장 내용임~!!)

[2011년 2학기 기말고사 1번] - 예제 21.8 참고

13. 진동수가 100 MHz 인 전자기파가 자유 공간에서 진행하고 있다. 이 전자기파의 파장은 얼마인가?

$$v = f\lambda = c \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{(3.0 \times 10^8\text{ m/s})}{(1.0 \times 10^8/\text{s})} = 3.0\text{ m}$$

($\lambda = 3.0\text{ m}$)

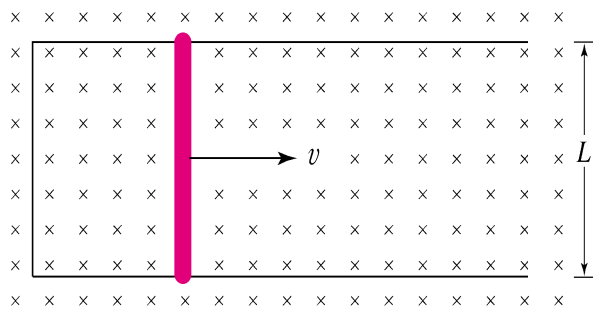
[주의 사항] 주관식 문제는 상세한 풀이과정이 없으면 영점처리 됩니다.

[2012년 2학기 중간고사 주관식 1번] - 예제 21.2 연습문제 21.5, 21.18 참고

[2011년 2학기 중간고사 주관식 3번]

[주관식 1] [20점]

아래 그림과 같이 저항이 없는 ∞ -자형 도선이 있고, 세기가 B 로 일정한 자기장이 모든 영역에서 지면에 수직하게 존재한다. 저항이 R 이고 길이가 L 인 금속 막대가 도선 위에 놓여 있고, 이 막대를 일정한 속력 v 로 끌어당긴다. 이 때, 다음 질문들에 대한 답을 B , R , v , L 로 나타내시오.



(1) 금속 막대에 유도되는 기전력의 크기를 구하시오. [5점]

$$\epsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}(BLx) = -BL\frac{dx}{dt} = -BLv$$

($|\epsilon| = BLv$)

(2) 금속 막대에 흐르는 전류의 크기와 방향을 구하시오. [5점]

$$I = \frac{\epsilon}{R} = -\frac{BLv}{R} \quad \text{<반시계 방향 or 금속 막대 위 방향>}$$

($|I| = \frac{BLv}{R}$, **위** or **반시계 방향**)

(3) 금속 막대에서 소비되는 전력을 구하시오. [5점]

$$P = i^2 R = \left(\frac{BLv}{R}\right)^2 R = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$$

or $P = I\epsilon = \left(\frac{BLv}{R}\right)(BLv) = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$ ($P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$)

(4) 금속 막대가 일정한 속력으로 움직이도록 끌어당기는 힘의 크기를 구하시오. [5점]

$$F_B = ILB = \left(-\frac{BLv}{R}\right)LB = -\frac{B^2 L^2 v}{R} \quad \text{<좌측 방향>}$$

발생된 자기력과 같은 크기의 힘을 <우측 방향>으로 가해야 한다.

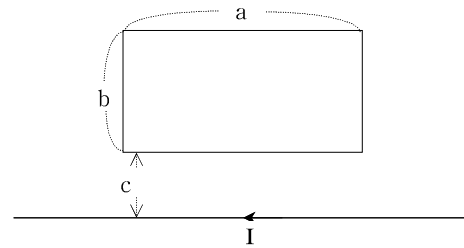
($F = \frac{B^2 L^2 v}{R}$)

[2009년 2학기 중간고사 주관식 2번] - 연습문제 21.4 참고

[주관식 2] [20점]

아래 그림과 같이 전류 I 가 흐르는 매우 긴 도선이 가로와 세로의 길이가 각각 a 와 b 인 직사각형 도선 옆에 놓여 있다. 직사각형 도선의 저항은 R 이다.

다음 질문들에 답하시오.



(1) 암페어의 법칙을 이용하여 직선 도선으로부터 거리 r 만큼 떨어진 위치에서의 자기장의 세기를 구하시오. [5점]

$$\oint_l \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in} \Rightarrow B 2\pi r = \mu_0 I \Rightarrow B = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi}\right) \frac{1}{r}$$

($B = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi}\right) \frac{1}{r}$)

(2) 직선 도선과 직사각형 도선의 간격이 그림과 같이 c 일 때, 직사각형 도선을 통과하는 자기선속을 구하시오. [5점]

$$\begin{aligned} \Phi_B &= \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int B dA = \int_c^{c+b} B a dr = \int_c^{c+b} \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\right) a dr \\ &= \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \int_c^{c+b} \frac{1}{r} dr = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} [\ln r]_c^{c+b} = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \{\ln(c+b) - \ln(c)\} \\ &= \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln\left(\frac{c+b}{c}\right) \end{aligned}$$

($\Phi_B = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln\left(\frac{c+b}{c}\right)$)

(3) 직선도선에 흐르는 전류가 시간에 따라 일정한 비율로 증가할 때 (즉, $\frac{dI}{dt} = \alpha$ 일 정) 직사각형 도선에 유도되는 전류의 크기는 얼마인가? [5점]

$$\begin{aligned} \epsilon &= -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt} \left\{ \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln\left(\frac{c+b}{c}\right) \right\} = -\frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln\left(\frac{c+b}{c}\right) \frac{dI}{dt} \\ &= -\frac{\mu_0 a \alpha}{2\pi} \ln\left(\frac{c+b}{c}\right) \Rightarrow I = \frac{\epsilon}{R} = -\frac{\mu_0 a \alpha}{2\pi R} \ln\left(\frac{c+b}{c}\right) \end{aligned}$$

<반시계 방향>

($I = \frac{\mu_0 a \alpha}{2\pi R} \ln\left(\frac{c+b}{c}\right)$)

(4) 직사각형 도선을 긴 도선 쪽으로 움직일 때, 직사각형 도선에 유도되는 전류의 방향과 이유를 설명하시오. [5점]

(**반시계 방향**)

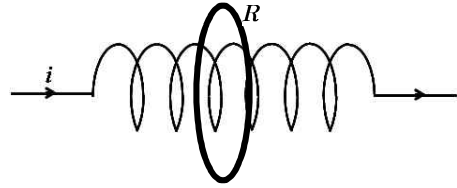
이유: 직사각형 도선을 긴 도선 쪽으로 움직이면 직사각형 도선에 지면으로 들어가는 방향의 자기선속이 증가하게 되고, **렌츠의 법칙**에 따라 이를 상쇄하기 위해 직사각형 도선에 지면에서 나오는 방향의 자기선속을 유도하기 위해 **반시계 방향**으로 유도 전류가 흐르게 된다.

<뒷 면에 주관식 문제 더 있음.>

[2008년 2학기 중간고사 주관식 2번] - 연습문제 21.8 참고

[주관식 3] [20점]

그림과 같이 단위길이당 감긴 수가 n 인 솔레노이드가 저항이 R 인 원형도선 속에 놓여 있다. (원형 고리의 축과 솔레노이드의 축은 동일하고 솔레노이드의 반지름은 a , 원형도선의 반지름은 b 이다.) 다음 질문들에 답하시오.



(1) 암페어의 법칙을 이용하여 솔레노이드에 전류 i 가 흐를 때 솔레노이드 내부에 생기는 자기장의 세기를 구하시오. (솔레노이드 외부의 자기장은 무시하고 내부의 자기장은 균일하다고 가정한다.) [10점]

$$\oint_l \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in} \Rightarrow B l = \mu_0 N i = \mu_0 n l i \Rightarrow B = \mu_0 \frac{N}{l} i = \mu_0 n i$$

($B = \mu_0 n i$)

(2) 전류 i 가 시간에 따라 일정하게 증가할 때 (즉, $\frac{dI}{dt} = \beta = \text{상수}$), 원형 고리에 유도되는 전류는 얼마인가? [10점]

$$\epsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} = - \frac{d}{dt} (B A) = - \frac{d}{dt} (\mu_0 n i \times \pi a^2) = - \mu_0 n \pi a^2 \frac{di}{dt} = - \mu_0 n \pi a^2 \beta$$

$$I = \frac{\epsilon}{R} = - \frac{\mu_0 n \pi a^2 \beta}{R} \quad \text{<솔레노이드에 흐르는 전류와 반대 방향>}$$

$$(I = \frac{\mu_0 n \pi a^2 \beta}{R})$$