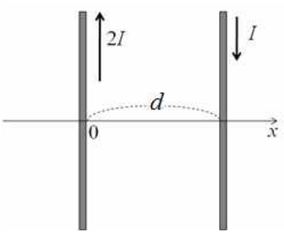
<< 문제지에 풀이와 답을 작성하여 제출하십시오. >>

0000 년 00 학기 00 고사		과목명	물리학 20장 기출문제 답안지	학 과		학 년		감독 교수 확인	
출 제	공동 출제			학 번					
편 집	송 현 석			성 명					
		○		○				점 수	
시험일시	0000. 00. 00								

[주의 사항] 1. 계산기는 사용할 수 없습니다.
2. 단위가 필요한 답에는 반드시 SI 체계로 단위를 표기하시오.

[2013년 2학기 중간고사 10번] - 예제 20.1

1. 그림과 같이 무한히 긴 직선 도선 두 개가 나란히 있다. 두 도선은 거리 d 만큼 떨어져 있고, 왼쪽 도선과 오른쪽 도선에는 각각 $2I$와 I의 전류가 서로 반대 방향으로 흐르고 있다. 왼쪽 도선의 x 좌표를 0으로 둘 때, 두 도선에 의해 형성되는 합성 자기장이 0이 되는 위치의 x 좌표를 구하여라.



$$B=\frac{\mu_0 i}{2\pi r} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} B_{왼}=\dfrac{\mu_0}{2\pi}\dfrac{i_1}{x_1}=\dfrac{\mu_0}{2\pi}\dfrac{2I}{x} \\ B_{오}=\dfrac{\mu_0}{2\pi}\dfrac{i_2}{x_2}=\dfrac{\mu_0}{2\pi}\dfrac{I}{x-d} \end{cases}$$

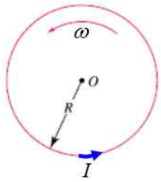
$$\frac{2}{x}=\frac{1}{x-d} \quad \Rightarrow \quad 2(x-d)=x \quad \Rightarrow \quad 2x-2d=x \quad \Rightarrow \quad x=2d$$

($x=$ $2d$)

[2007년 2학기 중간고사 12번] - 예제 20.3, 연습문제 20.4 참고
[2006년 2학기 중간고사 주관식 2번]

2. 반지름이 R인 원형 고리가 총 전하량 Q로 대전되어 있다. 이 고리가 중심 O점을 회전축으로 각속력 ω로 돌고 있다. 이때, O점의 위치에 발생하는 자기장의 세기는 얼마인가?

(힌트: 비오-사바르 법칙을 사용 $\vec{B}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\displaystyle\int\frac{I\,d\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$)



$$I=\frac{dq}{dt}=\frac{Q}{T}=\frac{Q\omega}{2\pi} \qquad \left\langle \omega=2\pi f=\frac{2\pi}{T} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{T}=\frac{\omega}{2\pi} \right\rangle$$

$$d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,d\vec{l}\times\hat{r}}{R^2} \quad \Rightarrow \quad dB=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,dl}{R^2} \quad \langle 크기 \rangle$$

$$\Rightarrow \quad B=\int dB=\int\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,dl}{R^2}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{R^2}\int dl$$

$$=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{1}{R^2}\left(\frac{Q\omega}{2\pi}\right)(2\pi R)=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Q\omega}{R}$$

($B=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{Q\omega}{R}$)

[2012년 2학기 중간고사 11번] - 예제 19.5, 20.2, 연습문제 19.15 참고

3. 반지름이 R인 원형 고리에 일정한 전류 I가 흐르고 있다. 이 원형 고리의 자기쌍극자 모멘트가 μ일 때, 고리 중심에서 자기장의 세기를 R, I, μ와 투과상수 μ_0를 이용하여 나타내시오.

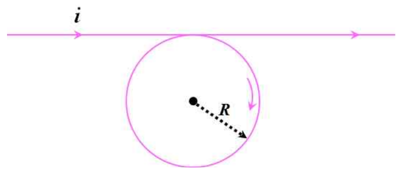
$$\mu=IA=I\pi R^2 \quad \Rightarrow \quad I=\frac{\mu}{\pi R^2}$$

$$B=\frac{\mu_0 I}{2R}=\frac{\mu_0}{2R}\left(\frac{\mu}{\pi R^2}\right)=\frac{\mu_0\mu}{2\pi R^3}$$

($B=\dfrac{\mu_0\mu}{2\pi R^3}$)

[2014년 2학기 중간고사 12번] - 예제 20.1, 20.2, 연습문제 20.3, 20.17 참고
[2011년 2학기 중간고사 10번]

4. 그림과 같이 전류 i가 흐르는 긴 도선을 구부려서 반지름이 R인 원형으로 한 번 감겨 지나가게 하였다. 이 때, 원형도선의 중심에 발생하는 자기장의 크기를 구하시오. (단, 투과 상수는 μ_0이다.)

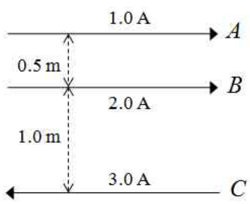


$$B=B_{직선}+B_{원형}=\frac{\mu_0 i}{2\pi R}+\frac{\mu_0 i}{2R}$$

($B=\dfrac{\mu_0 i}{2\pi R}+\dfrac{\mu_0 i}{2R}$)

[2012 2학기 중간고사 12번] - 예제 20.4, 연습문제 20.6 참고

5. 오른쪽 그림과 같이 동일 평면에서 평행하고 무한히 긴 세 개의 직선 도선에 전류가 화살표 방향으로 흐르고 있다. 도선 B에 $1\,m$ 당 작용하는 자기력의 크기는 얼마인가?
(단, 투과상수 μ_0는 $4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A$ 이다.)



$$\frac{F}{l}=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

$$\frac{F_B}{l}=\frac{F_{BA}}{l}+\frac{F_{BC}}{l}=\frac{\mu_0 I_B I_A}{2\pi d_{BA}}+\frac{\mu_0 I_B I_C}{2\pi d_{BC}}=\frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_B I_A}{d_{BA}}+\frac{I_B I_C}{d_{BC}}\right)$$

$$=\frac{(4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A)}{2\pi}\times\left(\frac{(2.0\,A)\times(1.0\,A)}{(0.5\,m)}+\frac{(2.0\,A)\times(3.0\,A)}{(1.0\,m)}\right)$$

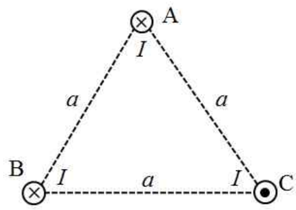
$$=2.0\times10^{-6}\,T\cdot A$$

$$=2.0\times10^{-6}\,N/m \qquad 위쪽\ 방향$$

($F_B=$ $2.0\times10^{-6}\,N$)

[2013년 2학기 중간고사 12번] - 예제 20.4, 연습문제 20.7 참고

6. 우측 그림과 같이 서로 거리 a만큼 떨어져 정삼각형을 형성하는 세 개의 평행한 도선 A, B, C에 크기가 I로 동일한 전류가 흐르고 있다. 도선 A와 B의 전류는 지면 안으로 들어가는 방향이고, 도선 C의 전류는 지면 밖으로 나오는 방향이다. 이때, 도선 A가 받는 단위길이당 자기력의 세기를 a, I와 투과상수 μ_0를 이용하여 나타내어라.



$$\frac{F}{l}=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \qquad (전류가\ 같은\ 방향이면\ 인력,\ 반대\ 방향이면\ 척력)$$

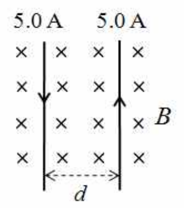
$$\frac{F}{l}=2\times\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\times\cos 60^\circ=2\times\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\times\frac{1}{2}=\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a} \qquad (좌측\ 방향)$$

($\dfrac{F}{l}=\dfrac{\mu_0 I^2}{2\pi a}$)

<뒷 면에 단답형 문제 더 있음.>

[2011년 2학기 중간고사 11번] - 연습문제 20.8 참고

7. 우측 그림과 같이 긴 평행 도선에 $5.0\,A$의 전류가 서로 반대 방향으로 흐르고 있고, 크기가 $2.5\times10^{-4}\,T$인 균일한 자기장 B가 지면에 들어가는 방향으로 존재하고 있다. 도선에 작용하는 힘이 0이 되려면 두 도선 사이의 거리 d는 얼마가 되어야 하는가?
(단, 투과상수 μ_0는 $4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A$이다.)



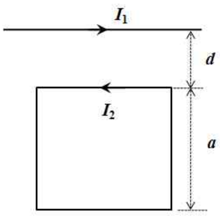
$$\begin{cases} F_B = IlB \quad \Rightarrow \quad \dfrac{F_B}{l} = IB \\ \dfrac{F}{l} = \dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{F}{l} = \dfrac{\mu_0 I^2}{2\pi d} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad IB = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi d}$$

$$\Rightarrow \quad d = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} = \frac{(4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A)\times(5.0\,A)}{2\pi\times(2.5\times10^{-4}\,T)} = 4.0\times10^{-3}\,m$$

($d = 4.0\times10^{-3}\,m$)

[2010년 2학기 중간고사 10번] - 예제 20.5 참고

8. 우측 그림과 같이 긴 직선 도선에 전류 I_1이 흐르고 있으며 d만큼 떨어진 곳에 한 변의 길이가 a인 정사각형 도선에 전류 I_2가 흐르고 있다.
$I_2 = I_1 = I$이고 $a = 2d$일 때, 정사각형 도선에 작용하는 자기력의 크기를 μ_0, I, a를 이용하여 나타내어라.



직선 도선에 의한 자기장 $B = \dfrac{\mu_0 i}{2\pi r}$

직선 도선에 의한 자기력 $F = ilB\sin\theta$

$$F = F_{상} + F_{하} + F_{좌} + F_{우} = -I_2 a B_{상} + I_2 a B_{하} + 0 + 0$$

$$= -I_2 a\left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}\right) + I_2 a\left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi(d+a)}\right) = -\frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi}\left\{\frac{1}{d} - \frac{1}{d+a}\right\}$$

$$= -\frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi}\,\frac{a}{d(d+a)} = -\frac{\mu_0 I_1 I_2 a^2}{2\pi d(d+a)}$$

$$= -\frac{\mu_0 I^2 (2d)^2}{2\pi d(d+2d)} = -\frac{2\mu_0 I^2}{3\pi}$$

($F = \dfrac{2\mu_0 I^2}{3\pi}$)

[2010년 2학기 중간고사 9번] - 예제 20.6 참고

9. 반지름 R인 원통형 도선에 전류 I가 도선의 단면적에 균일한 분포로 흐르고 있다. 이때, 도선의 중심에서 $R/3$만큼 떨어진 지점에서 자기장의 크기를 구하여라.

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

$$\Rightarrow \quad B = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi R^2}\right)\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{\mu_0 I}{6\pi R}$$

($B = \dfrac{\mu_0 I}{6\pi R}$)

[2013년 2학기 중간고사 11번] - 예제 20.6 참고

10. 반지름이 R인 긴 원통형 도선의 내부에 전류 I가 균일하게 흐르고 있다. 도선 외부에 도선의 중심으로부터 거리가 $4R$인 곳의 자기장의 크기를 B라고 하면, 도선의 내부에 자기장의 크기가 B가 되는 곳은 도선 중심으로부터 얼마만큼 떨어져 있는가?

$$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$$

$$\begin{cases} \text{내부}: \quad B\,2\pi r = \mu_0\left(\dfrac{r^2}{R^2}I\right) \quad \Rightarrow \quad B = \left(\dfrac{\mu_0 I}{2\pi R^2}\right)r \\ \text{외부}: \quad B\,2\pi r = \mu_0 I \quad \Rightarrow \quad B = \left(\dfrac{\mu_0 I}{2\pi}\right)\dfrac{1}{r} \end{cases}$$

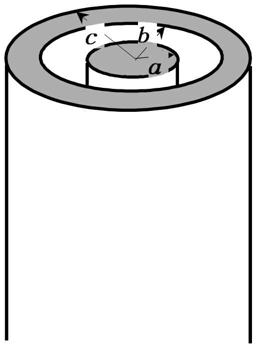
$$\Rightarrow \quad \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi R^2}\right)r = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi}\right)\frac{1}{4R} \quad \Rightarrow \quad \frac{r}{R^2} = \frac{1}{4R} \quad \Rightarrow \quad r = \frac{1}{4}R$$

($r = \dfrac{1}{4}R$)

[2009년 2학기 중간고사 12번] - 예제 20.6, 연습문제 20.10 참고

[2008년 2학기 중간고사 10번]

11. 오른쪽 그림과 같이 반지름이 a인 원통형 금속막대가 있고 그 바깥에 (같은 축을 가지며) 안쪽 반지름이 b이고 바깥쪽 반지름이 c인 원형 금속관이 있다. 가운데 있는 금속막대와 바깥의 금속관에 크기가 같고 방향이 반대인 전류가 흐르고 있다. 중심축으로부터의 거리 r이 $a < r < b$인 빈 공간의 자기장을 구하여라.



$$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$$

$$B\,2\pi r = \mu_0 I \quad \Rightarrow \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

($B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$)

[2011년 2학기 중간고사 12번] - 예제 20.7 참고

12. 길이가 $20\,cm$, 감은 회수 100회인 솔레노이드 코일이 있다. 이 솔레노이드 코일에 전류를 흘려주어 내부에 $5\pi\times10^{-6}\,T$의 자기장을 생성하려고 한다. 코일에 흘려주어야 할 전류의 크기는 얼마인가?
(단, 투과상수 μ_0는 $4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A$이다.)

$$B_{솔} = \mu_0 n I = \mu_0\frac{N}{l}I$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{lB_{솔}}{\mu_0 N} = \frac{(0.2\,m)\times(5\pi\times10^{-6}\,T)}{(4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A)\times(100)} = 0.025\,A$$

($I = 0.025\,A$)

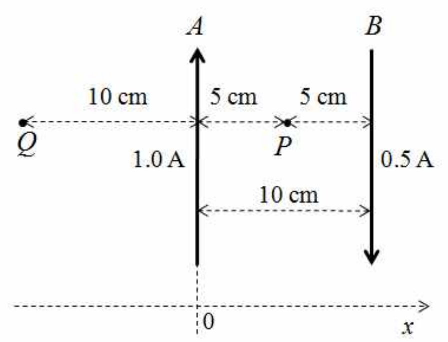
<뒷 면에 주관식 문제 있음.>

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

[2012년 2학기 중간고사 주관식 3번] - 예제 20.1

[주관식 1] [15점]

아래 그림과 같이 무한히 긴 두 직선 도선 A와 B가 평행하게 $10\,cm$ 떨어져서 화살표 방향으로 각각 $1.0\,A$와 $0.5\,A$의 전류가 흐르고 있다. 이 때, 다음 질문들에 답하여라. (단, 투과상수 μ_0는 $4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A$이다.)



$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

(1) 두 도선 사이의 중간 P지점에서 자기장의 크기와 방향을 구하여라. 이 때, 자기장이 지면 밖으로 나오는 방향을 (+), 지면 안으로 들어가는 방향을 (-)로 표시하시오. [5점]

$$B_P=B_A+B_B=-\frac{\mu_0 I_A}{2\pi R_A}-\frac{\mu_0 I_B}{2\pi R_B}=-\frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_A}{R_A}+\frac{I_B}{R_B}\right)$$

$$=-\frac{(4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A)}{2\pi}\left\{\frac{(1.0\,A)}{(0.05\,m)}+\frac{(0.5\,A)}{(0.05\,m)}\right\}$$

$$=-6.0\times10^{-6}\,T$$ <지면 안으로 들어가는 방향>

($B_P=$ $6.0\times10^{-6}\,T$, (-) 방향)

(2) 도선 A의 왼쪽에 $10\,cm$만큼 떨어진 Q지점에서 자기장의 크기와 방향을 구하여라. 이 때, 자기장이 지면 밖으로 나오는 방향을 (+), 지면 안으로 들어가는 방향을 (-)로 표시하시오. [5점]

$$B_Q=B_A+B_B=\frac{\mu_0 I_A}{2\pi R_A}-\frac{\mu_0 I_B}{2\pi R_B}=\frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_A}{R_A}-\frac{I_B}{R_B}\right)$$

$$=\frac{(4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A)}{2\pi}\left\{\frac{(1.0\,A)}{(0.1\,m)}-\frac{(0.5\,A)}{(0.2\,m)}\right\}$$

$$=1.5\times10^{-6}\,T$$ <지면 안으로 들어가는 방향>

($B_P=$ $1.5\times10^{-6}\,T$, (+) 방향)

(3) 두 도선이 만드는 합성 자기장이 0이 되는 위치는 도선 A로부터 얼마나 떨어져 있는가? 즉, 그림에서 도선 A의 좌표를 0으로 둘 때, 합성 자기장이 0이 되는 위치의 x 좌표를 구하여라. [5점]

$$B_x=B_A+B_B=\frac{\mu_0 I_A}{2\pi R_A}+\frac{\mu_0 I_B}{2\pi R_B}=\frac{\mu_0}{2\pi}\left\{\frac{(1.0\,A)}{x}-\frac{(0.5\,A)}{(x-0.1\,m)}\right\}=0$$

$$\Rightarrow\ \frac{(1.0\,A)}{x}-\frac{(0.5\,A)}{(x-0.1\,m)}=0\ \Rightarrow\ \frac{(1.0\,A)(x-0.1\,m)-(0.5\,A)x}{x(x-0.1\,m)}=0$$

$$\Rightarrow\ (1.0\,A)x-(1.0\,A)(0.1\,m)-(0.5\,A)x=0\ \Rightarrow\ (0.5\,A)x=0.1\,A\cdot m$$

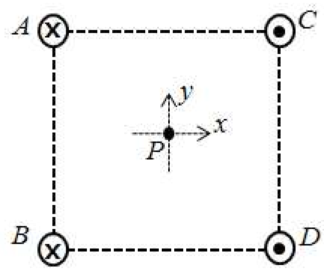
$$\Rightarrow\ x=\frac{0.1\,A\cdot m}{0.5\,A}=0.2\,m$$

($x=$ $0.2\,m$)

[2010년 2학기 중간고사 주관식 2번] - 연습문제 20.20 참고

[주관식 2] [10점]

네 개의 평행한 긴 직선 도선 A, B, C, D에 동일한 크기의 전류 I가 흐르고 있다. 아래 그림은 도선에서 전류가 흘러가는 단면을 나타내는데, 네 개의 도선은 한 변의 길이가 a인 정사각형을 형성한다. 도선 A와 B에서는 전류가 지면 안으로 들어가는 방향이고 (x로 표시됨), 도선 C와 D에서는 전류가 지면에서 나오는 방향이다. (•로 표시됨). 이때, 다음 물음에 답하여라.



$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\qquad \frac{F}{l}=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

(1) 정사각형의 중심에 있는 점 P에서 자기장의 크기와 방향을 구하시오. [10점] (자기장의 방향은 $+x$, $-x$, $+y$, $-y$ 등으로 답하시오.)

$$B=4\times\frac{\mu_0 I}{2\pi\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)}\times\cos45^\circ=4\times\frac{\mu_0 I}{2\pi\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)}\times\frac{\sqrt{2}}{2}=\frac{2\mu_0 I}{\pi a}$$

($B_P=$ $\frac{2\mu_0 I}{\pi a}$, $-y$ 방향)

(2) 그림에서 도선 D를 제거하여 도선 A, B, C가 남아 있는 상태에 있다. 이 때, 도선 B와 C가 도선 A에 단위길이당 작용하는 자기력의 합력의 크기를 구하시오. [10점]

$$\begin{cases}\frac{F_x}{l}=-\frac{F_{AC}}{l}=-\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\\ \frac{F_y}{l}=-\frac{F_{AB}}{l}=-\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\end{cases}\ \Rightarrow\ \frac{F}{l}=\sqrt{\left(\frac{F_x}{l}\right)^2+\left(\frac{F_y}{l}\right)^2}$$

$$\Rightarrow\ \frac{F}{l}=\sqrt{\left(-\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\right)^2+\left(-\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\right)^2}=\sqrt{2\left(-\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\right)^2}=\frac{\mu_0 I^2}{\sqrt{2}\,\pi a}$$

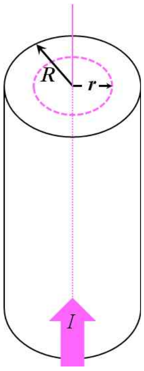
($\frac{F}{l}=$ $\frac{\mu_0 I^2}{\sqrt{2}\,\pi a}$)

<뒷 면에 주관식 문제 더 있음.>

[2014년 2학기 중간고사 주관식 1번] - 예제 20.4, 20.6 참고

[주관식 3] [15점]

그림과 같이 반지름 R인 무한히 긴 직선 도선의 단면적을 통해 균일한 전류 I가 흐르고 있을 때, 아래 물음에 답하시오. (단, 투과상수는 μ_0이다.)



(1) 암페어 법칙을 이용하여 도선의 중심으로부터 거리 r이 도선의 반지름 R보다 클 때($r > R$), 자기장의 크기 $B(r)$ 를 구하시오. [5점]

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

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

(2) 암페어 법칙을 이용하여 도선의 중심으로부터 거리 r이 도선의 반지름 R보다 작을 때($r < R$), 자기장의 크기 $B(r)$를 구하시오. [5점]

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

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

(3) 이제 같은 모습의 다른 도선을 거리 d 만큼 떨어진 지점에 평행하게 두고, 같은 크기의 전류 I를 반대 방향으로 흘릴 경우, 두 도선 간에 작용하는 단위길이 당 힘의 크기와 방향을 구하시오. [5점]

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi d}$$ <척력>

($\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi d}$, 척력)

<수고하셨습니다.>