

두 나 를 개



김보석 지음

여러분, 그리고 이책

우선 “물리학Ⅱ”라는 영역에 도전하는 여러분들에게 박수를 보냅니다.
주변의 만류와 여러 유혹을 이겨내고 한 길을 달려간다는 것은 결코 쉬운 길이 아닙니다.
여러분들의 목표를 생각하며 꾸준한 노력으로 끝까지 결승선까지 완주하시길 바랍니다.
이전 교육과정 “물리Ⅱ”라는 과목을 공부함에 있어 항상 불편했던 점은 자료가 부족하다는 것과 흔한 문제집 중 하나인 기출문제집조차 시중에 없다는 것이었습니다. 이전 교육과정 물리Ⅱ에 비해선 콘텐츠의 수가 어느 정도 많아졌지만 여전히 다른 탐구과목에 비해선 자료가 부족한 것이 사실입니다.
이제 이 책 “두날개”를 통해 물리학Ⅱ에 대한 콘텐츠의 부족을 어느 정도 해소해 줄 수 있는 자료가 되었으면 좋겠습니다.

첫째로 책의 제목대로 이 책이 여러분의 물리학Ⅱ 공부를 한 걸음 더 나아가게 해줄 수 있는 ‘두 날개’ 같은 존재가 되길 바랍니다.

이 책의 구성은 수능 원년도부터 2024학년도 수능까지의 모든 기출문제와 이전 교육과정 물리Ⅰ에서 현 교육과정 물리학Ⅱ로 바뀐 단원들의 문제, 좀 더 심화문제에 도전하고 싶은 분들을 위한 PEET 기출 문제들로 이루어져 있습니다. 또한 현 교육과정 물리학Ⅱ로 넘어오면서 새로 만들어진 내용의 경우 자체 제작 문항과 고등과학 문항을 삽입하였습니다.

개념을 완전히 숙지하신 후 개념에 대한 확신에서 문제와의 연결로 이어지게끔 하고, 천천히 차근차근 집중하며 푸는 버릇이 실전에서의 속도감을 만들 것입니다.

이번 두날개는 개정 물리학Ⅱ의 교육과정을 반영한 다섯 번째 두날개로, 범위 내의 문항들을 선별하기 위해 검토진분들과 함께 최대한 노력하였고 여러분들에게 최대한 많은 도움이 되었으면 좋겠습니다.

둘째로 양치기에 의존하는 물리가 아닌 생각하는 힘을 기르는 물리가 되도록 해주세요.

물론 두날개의 첫 집필의도는 콘텐츠가 부족한 물리Ⅱ 영역에 양치기를 통해 콘텐츠 부족을 해소하자라는 취지였지만,

노력이라는 한 단어로 스스로를 채찍질해가며 양으로 승부하는 물리보다 “왜”라는 질문을 던지며 과학적 표현을 관찰하고, 인과관계를 이해하는 습관이 물리적 사고과정을 생각하는 힘을 길러줄 것이라 믿습니다. 따라서 반드시 개념에서만큼은 “왜”라는 질문이 하나도 없는 상태에서 기출분석을 시작하시길 권장합니다. 그리고 틀린 문제를 분석할 땐 단순히 풀이 방법을 머릿속으로 아는 것이 아닌, 왜 자신이 문제를 푸는데 필요한 개념을 생각해 내지 못했는지에 대한 답을 꼭 확인하고 넘어가시길 바랍니다.

셋째로 가장 드리고 싶은 말씀입니다.

투과목 선택 하나가 여러분이 고3이든 N수생이든 그동안 쌓아왔던 노력들을 한순간에 날릴 수 있습니다.

본인의 현재 위치를 현실적으로 생각해주세요. 작년 수능을 제외하면 매년 3000명도 안되는 응시생들과 물리에 능통한 학생들이 모여있는 표본, 16수능 2등급 증발사태, 3점문항 하나만 틀려도 2등급인 17수능의 48점이라는 1등급 컷, 심지어는 16수능의 상황과 비슷한 2021학년도 수능의 1등급 컷 50점 등이 물리학Ⅱ 뿐만이 아닌 여러분들이 반드시 투과목의 현실을 자각하고 위험성을 명심하고 또 명심해야 할 이유를 설명해 줍니다.

위와 같은 상황들을 비추어 봤을 때 “물리학Ⅱ”라는 과목은 난이도에 상관없이 원점수 50점이 아니면 안되는 과목임을 인지해 주세요. 특히나 대학별 환산점수 0.1점에 당락이 결정되는 상위권 입시에서 잘못된 탐구선택은 몇 년간 공부해왔던 노력을 한순간에 날리는 선택입니다. 패기와 자신감에 젖어 그동안 바친 노력, 학업에 들어간 돈, +1수를 하게 될 경우의 소중한 20대의 1년을 헛되이 날리게 될 수 있습니다. 부족함을 깨닫고 I 과목으로 과목을 바꾸는 건 실패가 아닌 더 좋은 대학, 원하는 학과로 가기 위한 발판입니다. 특히 2024학년도 입시부터 서울대학교와 한국과학기술원에서 과학탐구Ⅱ 과목 필수응시를 폐지하였기 때문에 투과목을 함으로써 얻는 3점 또는 5점의 조정점수보다는 최고난도의 문제와 최악의 컨디션 속에서도 완벽한 만점을 받을 I 과목 실력을 만드는 것이 좀 더 안정적인 입시 전략이 될 수 있습니다.

끝으로 출판 전 항상 응원과 좋은 말씀을 해주신 분들, 그리고 작년 두날개의 오타자에 대해 지적해주시고 조언해주신 분들께 다시 한번 감사드립니다. 또한 이제 막 고3이 되거나, 더 좋은 결과를 얻기 위해 다시 도전하는 학생들, 또는 현장에서 학생들을 가르치는 선생님들, 위에서 말씀드린 모든 난관을 뒤로한 채 물리학Ⅱ에 도전하는 이 책을 보는 모든 분들에게 다시 한번 박수와 감사의 말씀을 드립니다.

우리의 목표는 1등급이 아닌 만점입니다. 집필의도대로 두날개가 여러분들 즉, 물투러들이 짧은 시간에 효율적으로 기출분석을 하고 책의 한 줄 표어처럼 물리학Ⅱ 만점을 향하는 발걸음에 두 날개를 달아줄 수 있다면 그보다 더 큰 보람은 없을겁니다.

많은 분들의 수고 덕분에 또 한 권의 책이 세상에 모습을 드러냅니다. 매년 새로운 시작이고, 매 순간 새로운 도전이지만 행복한 2025년을 향해 달려가시는 여러분들에게 이 책 “두날개”는 꾸준한 노력을 해온 지금까지의 모습 그대로 이후에도 목표달성을 위한 험난한 여정에 든든한 동반자가 될 것입니다. 두날개와 함께하는 여러분들의 미래의 입시성공과 더불어 좋은 소식만 가득하길 소망합니다.

감사합니다.

목차

content

1

역학적 상호 작용

| | 22 수능 | 23 수능 | 24 수능 |
|----------------------|----------|----------|----------|
| I 힘과 운동 | | | |
| 1. 힘의 합성과 분해 | 08 | | |
| 2. 일과 에너지 | | | |
| ① 힘이 한 일 | 13 | ✓ | |
| ② 마찰력이 한 일 | 23 | | ✓ |
| 3. 역학적 에너지 보존 | 26 | ✓ | |
| 4. 물체의 평형 | | | |
| ① 알짜힘의 평형 | 43 | | ✓ |
| ② 돌림힘의 평형 | 45 | ✓ | |
| II 물체의 운동 | | | |
| 1. 운동의 기술 | 66 | | |
| 2. 직선, 평면운동 | 88 | ✓ | ✓ |
| 3. 포물선 운동 | 112 | ✓ | ✓ |
| 4. 등속 원운동 | 151 | ✓ | ✓ |
| 5. 단진자 | 183 | ✓ | |
| 6. 케플러 법칙과 뉴턴 중력 법칙 | 196 | ✓ | ✓ |
| III 일반 상대성 이론 | | | |
| 1. 가속 좌표계와 관성력 | 221 | ✓ | ✓ |
| 2. 등가 원리 | 233 | ✓ | |
| 3. 중력 렌즈와 블랙홀 | 237 | | |
| IV 열에너지 | | | |
| 1. 열의 일당량 | 244 | | |
| 2. 열역학 제1법칙 | 261 | | |

2

전기와 자기

| | 22 수능 | 23 수능 | 24 수능 |
|--------------------------|----------|----------|----------|
| I 전기 | | | |
| 1. 전기장과 전기력선 | 266 | | |
| 2. 정전기 유도 | 303 | | |
| II 자기 | | | |
| 1. 전류에 의한 자기장 | 311 | ✓ | |
| 2. 전자기 유도 | 331 | | ✓ |
| 3. 상호 유도 | 358 | | ✓ |
| III 회로와 능 · 수동 소자 | | | |
| 1. 직류 회로 | 366 | | |
| 2. 트랜지스터 | 409 | | |
| 3. 축전기 | | ✓ | ✓ |
| ① 축전기의 전기 용량과 유전체 | 415 | ✓ | ✓ |
| ② 축전기의 연결 | 432 | ✓ | ✓ |

3

파동과 빛

| | 22 수능 | 23 수능 | 24 수능 |
|---------------------|----------|----------|----------|
| I 파동의 발생과 전달 | | | |
| 1. 파동의 간섭과 회절 | 449 | | |
| 2. 이중 슬릿의 간섭 실험 | 462 | ✓ | ✓ |
| 3. 전자기파의 발생과 수신 | 486 | ✓ | ✓ |
| 4. 전기 신호의 조절 | 495 | | |
| 5. 도플러 효과 | 511 | ✓ | ✓ |
| II 빛의 이용 | | | |
| 1. 볼록렌즈의 구조와 원리 | 526 | ✓ | ✓ |

4

현대 물리

| | 22 수능 | 23 수능 | 24 수능 |
|---------------------|----------|----------|----------|
| I 빛과 물질의 이중성 | | | |
| 1. 빛의 입자성 | 538 | ✓ | ✓ |
| 2. 입자의 파동성 | 546 | ✓ | |
| 3. 불확정성 원리 | 551 | | |
| 4. 현대적 원자 모형 | 553 | ✓ | ✓ |

두날개
2025

1

↔
역학적 상호 작용

- I 힘과 운동
- II 물체의 운동
- III 일반 상대성 이론
- IV 열에너지

2-1 전기

1. 전기장과 전기력선

(1) 전기장 : 대전체 주위에 전하를 놓으면 전하는 대전체에 의한 힘이 작용한다. 즉, 어떤 공간에 전하량이 Q 인 전하를 놓으면 주위 공간은 다른 전하에 전기력을 미칠 수 있는 공간으로 변한다. 이와 같이 전하를 가져가면 전기력을 미치게 하는 공간을 전기장이라고 한다.

① 전기장의 세기 : 전기장 내의 한 점에 단위 양전하(+1C)를 놓았을 때 이 단위 양전하에 작용하는 전기력의 크기를 그 점의 전기장의 세기라 하고, 기호 E 로 표시한다. 전하량이 q 인 전하를 놓았을 때 전하에 작용하는 전기력을 F 라고 하면 전기장의 세기 E 는 다음과 같다.

$$E = \frac{F}{q} \quad (\text{단위: N/C})$$

② 전기장의 방향 : 어떤 지점에서 양(+전하)에 작용하는 전기력의 방향이다.

(2) 전기력선

① 전기력선 : 전기장에 있는 전하에 작용하는 전기력의 방향을 공간에 따라 연속적으로 연결한 선을 전기력선이라고 한다. 전기력선의 방향은 양(+전하)에 작용하는 전기력의 방향과 같다.

② 전기력선의 특징

- 양(+전하)에서 나가는 방향, 음(-전하)로 들어가는 방향이다.
- 서로 교차하거나 분리되거나 끊어지지 않는다.
- 전기력선 위의 한 점에서 그 접선의 방향이 그 점에서의 전기장의 방향이다.
- 전기력선의 수는 전하량이 클수록 상대적으로 많이 그린다.
- 전기력선의 밀도(전기장에 수직인 단위 면적을 지나는 전기력선의 수)가 클수록 전기장의 세기가 큰 곳이다.

2. 정전기 유도

(1) 도체와 절연체

① 자유 전자 : 원자핵 주위를 돌고 있는 전자는 원자핵으로부터 인력을 받고 있어 대부분 원자핵 주위를 돌며 속박되어 있다. 그러나 원자핵에 약하게 속박되어 있는 일부 외각 전자는 특정한 원자에 속박되어 있지 않고 원자 사이를 자유롭게 돌아다닐 수 있다. 이러한 전자를 자유 전자(free electron)라고 한다.

② 도체 : 도체 내부에는 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐른다.
 · 도체 내부의 전기장은 0이다.
 · 도체에 유입된 전하는 표면에만 분포하고 뾰족한 곳에 많이

분포한다.

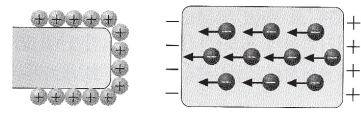
· 전기력선은 도체 표면에 수직이다.

③ 부도체(절연체) : 부도체에는 자유 전자가 거의 없고 원자핵에 속박된 전자뿐이다.

④ 반도체 : 전기 전도도가 도체와 절연체 사이의 중간을 띠는 물질이다.

(2) 도체와 부도체에서의 정전기 유도

① 도체에서의 정전기 유도 : 그림과 같이 양(+전하) 대전된 대전체를 도체 가까이 가져가면 도체 내에 있는 자유 전자는 대전체의 양(+전하)로부터 인력을 받아 대전체 쪽으로 끌리므로 대전체에 가까운 쪽에는 음(-)전하가 유도되고, 먼 쪽에 있는 전자가 이동하였으므로 대전체에서 먼 쪽에는 양(+전하)가 유도된다. 이와 같이 도체에 대전체를 가까이하면 대전체와 가까운 쪽에는 대전체와 반대 종류의 전하가 유도되고, 먼 쪽에는 대전체와 같은 종류의 전하가 유도되는 현상을 정전기 유도라고 한다.



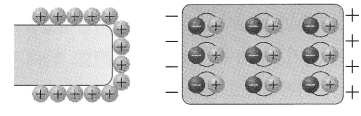
▲ 도체에서의 정전기 유도

· 도체에서의 정전기 유도 현상은 자유 전자의 이동에 의해 일어난다.

· 중성인 도체에 유도된 양(+전하)와 음(-전하)의 전하량은 서로 같다.

· 도체에서의 정전기 유도에서 도체를 양분하면 유도된 양(+전하)와 음(-전하)로 분리된다.

② 부도체에서의 정전기 유도(유전 분극) : 부도체에는 자유 전자가 없으나 부도체에 대전체를 가까이 하면 분자 내의 전자가 영향을 받아 분자들이 극성을 띠게 되고, 그 극성을 띤 분자들에게 대전체에 의한 힘이 작용하여 그림과 같이 배열하게 된다.



▲ 부도체에서의 정전기 유도(유전 분극)

(3) 검전기 : 도체에서 정전기 유도 현상을 이용하여 대전체의 전하량의 대소 관계, 전하의 종류를 알아보기 위한 기구이다.

(4) 접지 : 감전이나 정전기 현상에 의한 화재나 고장 등을 방지할 목적으로 전기 기기를 지면과 도선으로 연결하는 것을 접지라고 한다.

(5) 방전 : 대전된 물체가 전하를 잃고 전기적으로 중성화되거나, 기체 등의 절연체가 강한 전기장으로 인해 절연성을 상실하고 전류가 흐르는 현상을 말한다.

II 자기

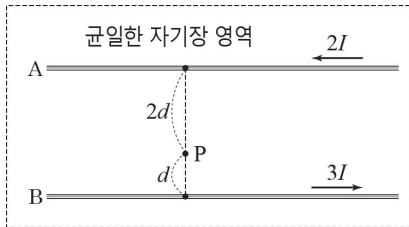
1. 전류에 의한 자기장

해설편 p.144

01

2013년 7월 교육청 11번

그림은 종이면에 수직 방향으로 세기가 B_0 인 균일한 자기장 영역에서 서로 평행하게 고정된 가늘고 무한히 긴 직선 도선 A, B에서 서로 반대 방향으로 각각 $2I$, $3I$ 의 전류가 흐르는 것을 나타낸 것이다. P점에서 A, B까지의 거리는 각각 $2d$, d 로 일정하고, P에서의 자기장의 세기는 0이다.



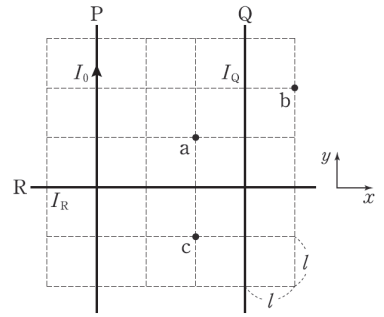
B에 흐르는 전류의 방향만을 반대로 바꾸었을 때 P에서의 자기장의 세기는? [3점]

- ① 0 ② $\frac{1}{2}B_0$ ③ B_0
 ④ $\frac{3}{2}B_0$ ⑤ $2B_0$

02

2015학년도 6월 평가원 20번

그림은 xy 평면에서 전류가 흐르는 무한히 가늘고 긴 직선 도선 P, Q, R와 점 a, b, c를 나타낸 것이다. P에는 $+y$ 방향으로 세기가 I_0 인 전류가 흐르고, Q, R에는 세기가 각각 I_Q , I_R 인 전류가 흐른다. a에서의 자기장은 b에서의 자기장과 세기는 같고 방향이 반대이며, b와 c에서 자기장은 세기와 방향이 모두 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

→ 보기 ←

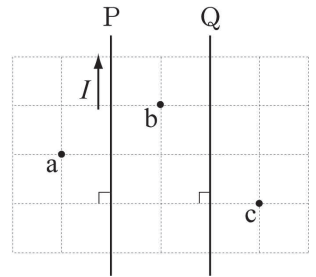
ㄱ. $I_R = \frac{1}{2}I_0$ 이다.
 ㄴ. $I_Q = I_R$ 이다.
 ㄷ. c에서 자기장 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

2014년 7월 교육청 12번

그림은 전류가 흐르는 직선 도선 P, Q와 그 주위의 세 점 a, b, c가 같은 평면에 있는 것을 나타낸 것이다. P에 위쪽 방향으로 흐르는 전류가 I 이고, a에서 자기장은 0이다. b, c에서 자기장의 세기를 각각 B_b , B_c 라 할 때, $\frac{B_c}{B_b}$ 는? (단, 지구 자기장은 무시하고, 눈금의 간격은 일정하다.) [3점]



각 B_b , B_c 라 할 때, $\frac{B_c}{B_b}$ 는? (단, 지구 자기장은 무시하고, 눈금의 간격은 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{2}{3}$ ③ 1
 ④ $\frac{4}{3}$ ⑤ $\frac{5}{3}$

해설

Explanation

1

역학적 상호 작용

- I 힘과 운동
- II 물체의 운동
- III 일반 상대성 이론
- IV 열에너지

1. 전류에 의한 자기장

| | | | | | | | |
|----|---|----|---|----|---|----|---|
| 1 | ④ | 2 | ⑤ | 3 | ② | 4 | ④ |
| 5 | ① | 6 | ② | 7 | ② | 8 | ② |
| 9 | ① | 10 | ⑤ | 11 | ② | 12 | ⑤ |
| 13 | ④ | 14 | ④ | 15 | ② | 16 | ② |
| 17 | ④ | 18 | ① | 19 | ⑤ | 20 | ① |
| 21 | ③ | 22 | ② | 23 | ④ | 24 | ① |
| 25 | ⑤ | 26 | ② | 27 | ② | 28 | ② |
| 29 | ③ | 30 | ⑤ | 31 | ⑤ | 32 | ② |
| 33 | ④ | 34 | ⑤ | 35 | ④ | 36 | ② |
| 37 | ② | 38 | ③ | 39 | ③ | 40 | ⑤ |
| 41 | ② | 42 | ④ | 43 | ④ | 44 | ② |
| 45 | ③ | 46 | ④ | 47 | ④ | 48 | ② |
| 49 | ① | 50 | ② | 51 | ② | 52 | ② |
| 53 | ② | 54 | ③ | 55 | ② | 56 | ⑤ |
| 57 | ④ | 58 | ④ | 59 | ④ | 60 | ③ |
| 61 | ② | 62 | ③ | 63 | ⑤ | | |

01 정답 ④

지면을 뚫고 나오는 방향의 자기장을 (+)로 하고 A의 전류가 P점에 형성하는 자기장을 +B라 두면, B의 전류가 P점에 형성하는 자기장은 +3B이다. 따라서 $B_0 = -4B$ 이다. B에 흐르는 전류의 방향만을 반대로 하면, P점에서의 자기장은 $B - 3B - 4B = -6B$ 이므로 P점에서 자기장의 세기는 $\frac{3}{2}B_0$ 이다.

02 정답 ⑤

Q에 위쪽으로 R에는 오른쪽으로 전류가 흐른다고 가정하면 각 지점에서의 자기장은 다음과 같다.(지면으로 들어가는 방향을 (+)로 하고 모눈 한 칸의 거리를 1로 한다.)

$$B_a : \frac{kI_0}{2} - kI_Q - kI_R, \quad B_b : \frac{kI_0}{4} + kI_Q - \frac{kI_R}{2},$$

$$B_c : \frac{kI_0}{2} - kI_Q + kI_R$$

ㄱ, ㄴ. 위의 세 식을 연립하여 풀면 $I_R = I_Q = \frac{1}{2}I_0$ 이다.

ㄷ. $B_c : \frac{kI_0}{2} - kI_Q + kI_R$ 식에서 $B_c = \frac{kI_0}{2}$ 로 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

03 정답 ②

직선전류에 의한 자기장의 세기 $B = k\frac{I}{r}$ 이다. a에서 자기장의 세기

는 0이므로 Q에 아래 방향으로 3I의 전류가 흐른다. P가 a에 만드는 자기장의 세기를 B라 하면 b, c의 자기장 세기 B_b, B_c 는 각각 $4B, \frac{8}{3}B$ 이다. $\therefore \frac{B_c}{B_b} = \frac{2}{3}$ 이다.

04 정답 ④

ㄱ, ㄴ. a점에서 A에 의한 자기장의 세기를 A, B에 의한 자기장의 세기를 B라 하면, $A + B = -4B_0$ 가 된다. b점에서 A에 의한 자기장의 세기는 $-\frac{A}{2} - 2B = 5B_0$ 이므로 $A = -2B_0, B = -2B_0$ 이다.

따라서 I_A 는 +x방향, I_B 는 +y방향의 전류이며 $B_{\text{직}} = k\frac{I}{r}$ 이므로 $I_A : I_B = 1 : 2$ 가 된다.

ㄷ. c점에서 A에 의한 자기장의 세기는 $-2B_0$, B에 의한 자기장의 세기는 $+4B_0$ 이므로 합성 자기장의 세기는 $2B_0$ 이다.

05 정답 ①

실험 I : 전류 1A에 의한 자기장은 $\frac{1}{3}B_0$ 이다.

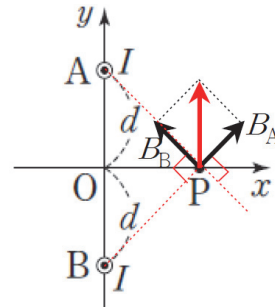
실험 II : 자기장이 상쇄되어 1A에 의한 효과만 발생한다.

실험 III : 반대 방향의 자기장이 완전히 상쇄된다.

06 정답 ②

ㄴ. O에서 A에 의한 자기장의 방향(+x방향)과 B에 의한 자기장의 방향(-x방향)은 반대 방향이고, 자기장의 세기는 같으므로 O에서 A, B에 의한 자기장은 0이다.

오답풀이



ㄱ. A가 있는 지점에서 B에 의한 자기장의 방향은 -x방향이고 A에 흐르는 전류의 방향이 xy 평면에서 나오는 방향이므로 A에 작용하는 자기력의 방향은 -y방향이다. 작용-반작용 법칙에 의해 A가 B에 작용하는 자기력의 방향은 +y방향이므로 A와 B는 서로 당기는 방향으로 자기력이 작용한다.

ㄷ. 그림과 같이 점 P는 전류의 세기가 같은 A와 B로부터 떨어진 거리가 같으므로 A와 B에 의한 자기장을 합성하면 P에서 자기장의 방향은 +y방향이다.