

SETUP DRILL 13

電流と磁場 設定別ドリル

磁場の設定を6つに分けた。

この分野の公式は**3本**しかない —— 電流がつくる磁場、電流が受ける力 IBL 、電荷が受ける力 qvB 。

難しいのは式ではなく**向き**。だから毎回**右手（または左手）を実際に動かす**。それを6回くり返す。

使い方

1周目 設定の見出しと公式を読んでから5問続けて解く。

2周目 向きを聞かれたら、**必ず手を動かしてから**答える。

3周目 見出しを隠して、 IBL か qvB かを言い当ててから解く。

紙面の表から裏へ向かう向きを「奥向き」と書く。

1章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

2章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

3章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

4章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

5章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

6章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

問 題 編

解説は後半にまとめてある。先に見ないこと。

向きは手を動かして確かめること。

SETUP 01

電流がつくる磁場

記号の約束

I 電流 r 導線からの距離 H 磁場の強さ B 磁束密度 μ 透磁率 n 単位長さあたりの巻数

この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「直線電流」「円形電流」「ソレノイド」
2. → 形ごとに式が決まっている（3つ覚えるだけ）
3. → 向きは右ねじ（右手）で決める

この設定で使う公式

- 直線電流： $H = \frac{I}{2\pi r}$ （距離に反比例）
- 円形電流の中心： $H = \frac{I}{2r}$
- ソレノイドの内部： $H = nI$ （半径によらず一様）
- 磁束密度： $B = \mu H$

1-1 直線電流 ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

まっすぐな導線に電流 I が流れている。

1. 距離 r の点での磁場の強さを求めよ。
2. 距離を2倍にすると何倍か。
3. 磁力線はどんな形か。

1-2 3つの式 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

次のそれぞれについて、磁場の強さを表す式を書け。

1. 直線電流 I から距離 r の点。
2. 半径 r の円形電流 I の中心。
3. 単位長さあたり n 巻のソレノイドに電流 I を流したときの内部。

1-3 合成 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

平行な2本の直線導線が距離 $2a$ 離れており、どちらにも同じ向きに電流 I が流れている。

1. 2本のちょうど真ん中の点での磁場を求めよ。
2. 電流が逆向きだったらどうなるか。

1-4 ソレノイド ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

長さ L 、全巻数 N のソレノイドに電流 I を流した。透磁率を μ とする。

1. 単位長さあたりの巻数を求めよ。
2. 内部の磁場の強さを求めよ。
3. 内部の磁束密度を求めよ。

1-5 H と B ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

磁場の強さ H と磁束密度 B について答えよ。

1. 2つの関係を書け。
2. ソレノイドの中に鉄心を入れると、どちらが変わるか。
3. 力の式にはどちらが入るか。

SETUP 02

電流が磁場から受ける力

記号の約束

L 磁場の中にある導線の長さ F 電流が受ける力 θ 電流と磁場のなす角

この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「磁場の中に置いた導線」「電流を流すと動いた」
2. $\rightarrow F = IBL$ (垂直のとき)
3. $\rightarrow$ 向きはフレミングの左手 (中指 = 電流、人差し指 = 磁場、親指 = 力)

この設定で使う公式

- $F = IBL \sin \theta$ (θ は電流と磁場のなす角)
- 平行 ($\theta = 0$) なら力は 0
- 力は電流にも磁場にも垂直

2-1 基本 ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

磁束密度 B の一様な磁場の中に、磁場と垂直に長さ L の導線を置き、電流 I を流した。

1. 導線が受ける力の大きさを求めよ。
2. 力の向きはどうやって決めるか。
3. 導線を磁場と平行に置いたらどうなるか。

2-2 斜め ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

磁束密度 B の一様な磁場の中に、磁場と角 θ をなす向きに長さ L の導線を置き、電流 I を流した。

1. 受ける力の大きさを求めよ。
2. $\theta = 90^\circ$ と $\theta = 30^\circ$ で何倍違うか。

2-3 レール上の棒 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

間隔 L の水平なレールの上に、質量 m の導体棒を垂直に置く。鉛直上向きに磁束密度 B の一様な磁場をかけ、棒に電流 I を流した。レールと棒の間の静止摩擦係数を μ とする。

1. 棒が受ける力の向きと大きさを求めよ。
2. 棒が動き出す条件を求めよ。

2-4 斜面上の棒 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

傾角 θ のなめらかな斜面上に、間隔 L のレールを最大傾斜の向きに敷き、質量 m の導体棒を水平に置いた。鉛直上向きに磁束密度 B の磁場をかけ、棒に電流 I を流したところ、棒は静止した。

1. 棒が受ける磁気力の向きを答えよ。
2. 電流の大きさを求めよ。

2-5 コイルにはたらく力 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

一様な磁場の中に置いた長方形のコイルに電流を流す。コイルの面が磁場と平行のときを考える。

1. 向かい合う2辺が受ける力の向きの関係を述べよ。
2. コイル全体はどうなるか。
3. コイルの面が磁場と垂直のときはどうか。

SETUP 03

平行に流れる2本の電流

記号の約束

d 2本の導線の間隔

この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「平行な2本の導線」「間隔 d 」
2. → 一方がつくる磁場に、他方が置かれていると読む
3. → 2段構え：磁場を出す → IBL に入れる

この設定で使う公式

- 1本がつくる磁束密度： $B = \frac{\mu I_1}{2\pi d}$
- 長さ L あたりの力： $F = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$
- 同じ向きなら引き合い、逆向きなら反発する

3-1 力の向き ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

平行な2本の直線導線に、同じ向きに電流が流れている。

1. 引き合うか反発するか。
2. 逆向きのときはどうか。
3. 電荷の場合（同符号は反発）と比べて何が違うか。

3-2 力の大きさ ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

間隔 d の平行な2本の導線に、それぞれ電流 I_1 、 I_2 が流れている。透磁率を μ とする。

1. I_1 が I_2 の位置につくる磁束密度を求めよ。
2. I_2 の導線が長さ L あたりに受ける力を求めよ。

3-3 距離を変える ★3周チェック ☐ ☐ ☐

平行電流の間にはたらく力について答えよ。

1. 間隔を2倍にすると力は何倍か。
2. 両方の電流を2倍にすると何倍か。

3-4 3本目 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

同一平面上に、平行な3本の導線が間隔 d で等間隔に並んでおり、すべてに同じ向きに電流 I が流れている。

1. 真ん中の導線が受ける力を求めよ。
2. 両端の導線が受ける力の向きを答えよ。

3-5 つり合わせる ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

水平に固定した導線の真上、距離 d のところに、質量が長さ L あたり m の導線を浮かせて静止させたい。透磁率を μ とする。

1. 2つの電流の向きの関係はどうあるべきか。
2. 電流が等しく I のとき、 I を求めよ。

SETUP 04

荷電粒子が磁場から受ける力（円運動）

記号の約束

q 電荷 v 速さ m 質量 r 円運動の半径

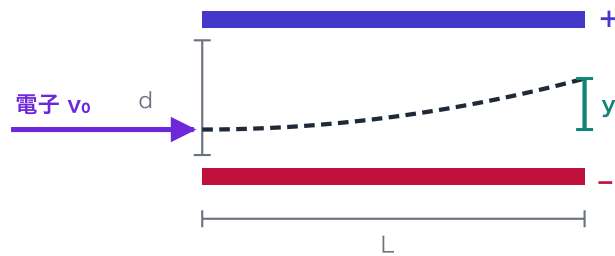
この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「磁場に垂直に打ち込む」「荷電粒子」
2. $\rightarrow F = qvB$ 。速度に垂直なので仕事をしない＝速さが変わらない
3. $\rightarrow$ 等速円運動になるので、円運動の式に入れる

この設定で使う公式

- $qvB = m \frac{v^2}{r} \rightarrow r = \frac{mv}{qB}$
- 周期： $T = \frac{2\pi m}{qB}$ （速さによらない）
- 力は速度に垂直 $\rightarrow$ 速さは一定

磁束密度 B の一様な磁場に垂直に、質量 m 、電気量 q の粒子を速さ v で打ち込んだ。



電子は負電荷なので

磁場に打ち込まれた荷電粒子

1. 粒子が受ける力の大きさを求めよ。
2. 運動方程式を書け。
3. 円の半径を求めよ。

4-2 周期 ★★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

同じ設定について答えよ。

1. 1周にかかる時間を求めよ。
2. それは速さによるか。
3. この性質は何に使われているか。

4-3 仕事をしない ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

磁場が荷電粒子にする仕事について答えよ。

1. 仕事はいくらか。
2. 運動エネルギーはどうなるか。
3. 電場の場合と何が違うか。

4-4 斜めに入れる ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

一様な磁場に、磁場と角 θ をなす向きに速さ v で荷電粒子を打ち込んだ。

1. 磁場に垂直な速度成分を求めよ。
2. 磁場に平行な成分はどうなるか。
3. 運動はどんな形になるか。

4-5 比電荷 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

電圧 V で加速した質量 m 、電気量 q の粒子を、磁束密度 B の磁場に垂直に打ち込んだところ、半径 r の円を描いた。

1. 加速後の速さを求めよ。
2. $\frac{q}{m}$ を V 、 B 、 r で表せ。

SETUP 05

電場と磁場を同時にかける

記号の約束

E 電場の強さ

この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「電場と磁場を直交させて」「まっすぐ通り抜けた」
2. → 2つの力がつり合っている
3. → $qE = qvB$ から q が消えて、速さだけが決まる

この設定で使う公式

- 速度選別器： $qE = qvB \rightarrow v = \frac{E}{B}$
- 電気量にも質量にもよらない
- 電場で加速、磁場で曲げる、が基本の役割分担

5-1 速度選別器 ★★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

互いに垂直な一様電場 E と磁束密度 B の中に、両方に垂直な向きから荷電粒子を打ち込んだところ、まっすぐ進み抜けた。

1. 粒子にはたらく2つの力を書け。
2. つり合いの式を書け。
3. 粒子の速さを求めよ。

5-2 速い遅い ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

速度選別器に、 $v = \frac{E}{B}$ より速い粒子を入れた。

1. どちらの力が大きくなるか。
2. 粒子はどちらに曲がるか。
3. 遅い粒子はどうなるか。

5-3 質量分析 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

速度選別器で速さ v にそろえた、電気量 q の粒子を、磁束密度 B' の磁場に垂直に入れたところ半径 r の円を描いた。

1. 粒子の質量を求めよ。
2. 質量が2倍の粒子の半径は何倍か。

5-4 ホール効果 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

幅 d 、厚さ t の板状の導体に電流 I を流し、板に垂直に磁束密度 B をかけた。

1. 導体中を動く電子はどちらに寄せられるか。
2. その結果、板の両側面の間に何が生じるか。
3. 定常状態で何がつり合うか。

5-5 役割分担 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

荷電粒子を扱う装置について答えよ。

1. 粒子を加速するのは電場か磁場か。
2. 粒子の進む向きを曲げるのはどちらか。
3. その理由を述べよ。

SETUP 06

どの式を使うか（見分けの総まとめ）

記号の約束

Φ 磁束

この設定を見分ける手がかり

1. 電流がつくる磁場を聞かれた → 形ごとの3つの式
2. 導線が受ける力 → $F = IBL \sin \theta$
3. 粒子1個が受ける力 → $F = qvB$

この設定で使う公式

- つくる側： $H = \frac{I}{2\pi r}$ 、 $\frac{I}{2r}$ 、 nI
- 受ける側（導線）： $F = IBL \sin \theta$
- 受ける側（粒子）： $F = qvB \rightarrow$ 円運動へ

6-1 式を選ぶ ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

次の場面で使う式を答えよ。

1. ソレノイドの中の磁束密度。
2. 磁場の中の導線が受ける力。
3. 磁場に入った電子の軌道半径。

6-2 2つの力の関係 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

$F = IBL$ と $F = qvB$ の関係を考える。断面積 S の導線に、数密度 n 、電気量 e の自由電子が平均の速さ v で動いているとする。

1. 長さ L の導線の中の電子の個数を求めよ。
2. 電子1個が受ける力の合計を求めよ。
3. IBL と一致することを示せ。

6-3 向きの規則 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

向きを決める規則について答えよ。

1. 電流がつくる磁場の向きはどう決めるか。
2. 電流が磁場から受ける力の向きはどう決めるか。
3. この2つを取り違えないコツは。

6-4 総合 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

間隔 d の平行な2本の導線に、それぞれ電流 I が同じ向きに流れている。透磁率を μ とする。

1. 一方が他方の位置につくる磁束密度を求めよ。
2. 他方が長さ L あたりに受ける力を求めよ。
3. 向きを答えよ。

6-5 何が仕事をするか ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

磁場に関するエネルギーについて答えよ。

1. 磁場が荷電粒子にする仕事はいくらか。
2. モーターが仕事をするのは磁場のおかげか。
3. 説明せよ。

解説編

各問の冒頭にどの向きの規則を使ったかを書いてある。

設定 1 電流がつくる磁場

1-1 距離に反比例

■(1) $H = \frac{I}{2\pi r}$

■(2) $\frac{1}{r}$ に比例するので $\frac{1}{2}$ 倍
(クーロン力の $\frac{1}{r^2}$ とは違う。)

■(3) 導線を中心とする同心円。

右手の親指を電流の向きに向けたとき、他の4本の指が回る向き。

答 (1) $\frac{I}{2\pi r}$ (2) 1/2 倍 (3) 導線を中心とする同心円

1-2 形で選ぶ

■(1) $H = \frac{I}{2\pi r}$

■(2) $H = \frac{I}{2r}$

■(3) $H = nI$

ソレノイドだけ r が入らない。

内部はどこでも同じ強さ（一様な磁場）になるのが特徴。

答 (1) $\frac{I}{2\pi r}$ (2) $\frac{I}{2r}$ (3) nI

1-3 ベクトルで足す

■(1) それぞれが $\frac{I}{2\pi a}$ の磁場をつくるが、

同じ向きの電流では、間で磁場が逆向きになる。

→ 打ち消して 0

■(2) 間で同じ向きになるので足し合わせる

$$H = \frac{I}{2\pi a} \times 2 = \frac{I}{\pi a}$$

電場のとくと逆（同符号の電荷は間で打ち消したが、同向き電流も間で打ち消す）。

手を動かして確かめること。

答 (1) 0 (2) $\frac{I}{\pi a}$

1-4 nI に入れる

■(1) $n = \frac{N}{L}$

■(2) $H = nI = \frac{NI}{L}$

■(3) $B = \mu H = \frac{\mu NI}{L}$

「全巻数」と「単位長さあたりの巻数」の取り違えが最頻出のミス。

問題文の N と n を必ず区別すること。

答 (1) $\frac{N}{L}$ (2) $\frac{NI}{L}$ (3) $\frac{\mu NI}{L}$

1-5 $B = \mu H$

■(1) $B = \mu H$

■(2) $H = nI$ は電流と巻数だけで決まるので変わらない。

μ が大きくなるので B が大きくなる。

■(3) B 。 $F = IBL$ 、 $F = qvB$ どちらも B 。

H は「つくる側」、 B は「効く側」と覚えるとよい。

答 (1) $B = \mu H$ (2) B が変わる (3) B

設定 2 電流が磁場から受ける力

2-1 IBL に入れる

■(1) $F = IBL$

■(2) フレミングの左手。

中指を電流、人差し指を磁場に合わせると、親指が力の向き。

■(3) $\sin 0 = 0$ なので 力は 0。

磁場に沿って流れる電流は力を受けない。

答 (1) IBL (2) フレミングの左手 (3) 0

2-2 $\sin$ をかける

■(1) $F = IBL \sin \theta$

■(2) $\sin 90^\circ = 1$ 、 $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$

→ 2倍違う (90° のほうが大きい)。

$\cos$ ではなく $\sin$ 。

磁場に垂直な成分だけが力を生むため。

答 (1) $IBL \sin \theta$ (2) 2倍

2-3 力学とつなぐ

■(1) 電流は水平 (レールに垂直)、磁場は鉛直。

力は両方に垂直なのでレールに沿った水平向き

$$F = IBL$$

■(2) 最大静止摩擦 μmg を超えればよい

$$IBL > \mu mg \rightarrow I > \frac{\mu mg}{BL}$$

磁場の力を力学の問題に足すだけ。

電磁気の力学問題は、力の一覧に1本足す作業。

答 (1) レールに沿った水平向き $\cdot IBL$ (2) $I > \frac{\mu mg}{BL}$

2-4 分解する

■(1) 電流は水平（斜面を横切る向き）、磁場は鉛直上向き。

力は両方に垂直なので水平で、斜面を上る向き。

■(2) 斜面方向のつり合い。磁気力の斜面方向成分は $IBL \cos \theta$

$$IBL \cos \theta = mg \sin \theta$$

$$I = \frac{mg \tan \theta}{BL}$$

力は水平なので、斜面方向には $\cos \theta$ をかける。

重力は鉛直なので $\sin \theta$ 。かける三角関数が違うので注意。

答 (1) 水平で斜面を上る向き (2) $\frac{mg \tan \theta}{BL}$

2-5 回転させる

■(1) 2辺では電流の向きが逆なので、力も逆向き。

■(2) 合力は 0 だが、偶力になって回転する。

モーターの原理。

■(3) 磁場と平行な2辺は力を受けず、

垂直な2辺の力はコイルを引き伸ばす向きになって回転しない。

→ この位置が安定なつり合い。

実際のモーターは整流子でここを通過させ続ける。

答 (1) 逆向き (2) 回転する（偶力） (3) 回転せず、引き伸ばす力になる

設定 3 平行に流れる2本の電流

3-1 2段で考える

■(1) 引き合う。

■(2) 反発する。

■(3) 電荷とは逆の関係になっている。

同符号の電荷は反発するが、同じ向きの電流は引き合う。

「同じだから反発」と思い込まないこと。

確かめ方：一方がつくる磁場の向きを右手で決め、

他方が受ける力をフレミングの左手で決める。

答 (1) 引き合う (2) 反発する (3) 電荷と逆の関係

3-2 磁場→力

■(1) $B = \mu H = \frac{\mu I_1}{2\pi d}$

■(2) $F = I_2 BL = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$

I_1 と I_2 について対称なので、

I_1 の導線が受ける力も同じ大きさ（作用・反作用）。

答 (1) $\frac{\mu I_1}{2\pi d}$ (2) $\frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$

3-3 比を読む

■(1) $\frac{1}{d}$ に比例するので $\frac{1}{2}$ 倍

■(2) $I_1 I_2$ に比例するので 4倍

答 (1) 1/2 倍 (2) 4倍

3-4 合成する

■(1) 両側から逆向きに同じ大きさの力で引かれるので

合力は 0

■(2) 両端の導線は、内側の2本からどちらも内向きに引かれる。

→ 中央へ向かう向き。

全体としては3本が束になろうとする。

電流の束が細くなろうとする現象（ピンチ効果）の原因。

答 (1) 0 (2) 中央へ向かう向き

3-5 力学と組む

■(1) 上の導線を反発で持ち上げる必要があるので、

電流は互いに逆向き。

■(2) つり合い

$$\frac{\mu I^2 L}{2\pi d} = mg$$
$$I = \sqrt{\frac{2\pi d m g}{\mu L}}$$

まず向きを決め、次に大きさをつり合わせる。

答 (1) 互いに逆向き (2) $\sqrt{\frac{2\pi d m g}{\mu L}}$

設定 4 荷電粒子が磁場から受ける力（円運動）

4-1 円運動の式へ

■(1) $F = qvB$

■(2) この力が向心力になる

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

■(3) $r = \frac{mv}{qB}$

速いほど大きく回る、磁場が強いほど小さく回る。

答 (1) qvB (2) $qvB = m \frac{v^2}{r}$ (3) $\frac{mv}{qB}$

4-2 v が消える

■(1) $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$

■(2) よらない。 v が約分で消える。

速い粒子は大きな円を速く回るので、1周の時間は同じ。

■(3) サイクロトロン（粒子加速器）。

周期が一定だから、一定の周波数の交流で加速し続けられる。

答 (1) $\frac{2\pi m}{qB}$ (2) よらない (3) サイクロトロン

4-3 速度に垂直

■(1) 0。力がつねに速度に垂直だから。

■(2) 変わらない（速さが一定）。

■(3) 電場の力は速度と平行な成分をもてるので仕事をし、

粒子を加速・減速できる。

磁場は向きを変えるだけ、電場は速さを変える。

加速器で加速するのは電場、曲げるのは磁場。

答 (1) 0 (2) 変わらない (3) 電場は仕事をして速さを変えられる

4-4 らせんになる

■(1) $v \sin \theta$ (これが円運動をつくる)

■(2) $v \cos \theta$ 。この向きには力を受けないので等速のまま。

■(3) 円運動と等速直線運動を重ねたもの=らせん (つる巻き)。

半径は $\frac{mv \sin \theta}{qB}$ 。

オーロラは、太陽風の粒子が地球の磁力線に沿ってらせんを描いて極地方に降り注ぐことで起きる。

答 (1) $v \sin \theta$ (2) 変わらない (3) らせん

4-5 q/m を測る

■(1) $qV = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$

■(2) $r = \frac{mv}{qB}$ に代入

$$r = \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm}{q}}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

q と m は別々には出せず、比だけが決まる。

トムソンが電子を発見したときの測定がこれ。質量分析器も同じ原理。

答 (1) $\sqrt{\frac{2qV}{m}}$ (2) $\frac{2V}{B^2 r^2}$

設定 5 電場と磁場を同時にかける

5-1 つり合わせる

■(1) 電場からの力 qE と、磁場からの力 qvB 。

まっすぐ進むには互いに逆向きでなければならない。

■(2) $qE = qvB$

■(3) $v = \frac{E}{B}$

q が消えるので、電気量にも質量にもよらない。

だから「この速さの粒子だけを選び出す」装置になる。

答 (1) qE と qvB (2) $qE = qvB$ (3) $\frac{E}{B}$

5-2 つり合いが崩れる

■(1) qvB は v に比例するので磁場の力が大きくなる。

(qE は v によらない。)

■(2) 磁場の力の向きに曲がる。

■(3) 逆に qE のほうが勝つので、電場の力の向きに曲がる。

→ ちょうどどの速さのものだけがまっすぐ進み、

その先のスリットを通り抜けられる。

答 (1) 磁場の力 (2) 磁場の力の向き (3) 電場の力の向きに曲がる

5-3 選別→円運動

■(1) $r = \frac{mv}{qB'} \rightarrow m = \frac{qB'r}{v}$

■(2) $r \propto m$ なので 2倍

速さをそろえてから曲げれば、半径が質量に比例する。

これで同位体を分けられる (質量分析器)。

答 (1) $\frac{qB'r}{v}$ (2) 2倍

5-4 横向きに電場が出る

■(1) 電子は磁場から力を受けて板の片側の側面に寄せられる。

(向きはフレミングの左手で決まるが、電子は負電荷なので
電流の向きと逆に動いている点に注意。)

■(2) 片側に負電荷、反対側に正電荷がたまり、横向きの電位差が生じる。

■(3) たまった電荷がつくる電場からの力と磁場からの力がつり合う。

$qE_H = qvB$ となって電荷の移動が止まる。

この電位差から B を測れる (ホール素子)。

答 (1) 片側の側面 (2) 横向きの電位差 (3) 電場からの力と磁場からの力

5-5 どちらが何をするか

■(1) 電場

■(2) 磁場

■(3) 磁場からの力はずねに速度に垂直なので仕事をせず、

速さを変えられない。向きしか変えられない。

電場からの力は速度と平行な成分をもてるので加速できる。

加速は電場、曲げるのは磁場と覚える。

答 (1) 電場 (2) 磁場 (3) 磁場の力は速度に垂直で仕事をしないから

設定 6 どの式を使うか (見分けの総まとめ)

6-1 つくる側か受ける側か

■(1) $B = \mu nI$ (つくる側)

■(2) $F = IBL \sin \theta$ (受ける側・導線)

■(3) $r = \frac{mv}{qB}$ (受ける側・粒子)

「つくる」か「受ける」かをまず分ける。

混ざると H と B を取り違える。

答 (1) $B = \mu nI$ (2) $F = IBL \sin \theta$ (3) $r = \frac{mv}{qB}$

6-2 実は同じもの

■(1) 体積 LS の中に nLS 個

■(2) 1個が evB を受けるので

$$F = nLS \cdot evB$$

■(3) $I = envS$ を使うと

$$F = (envS)BL = IBL$$

IBL は qvB を電子の数だけ足したもの。

2つは別の公式ではなく、同じ現象の見方の違い。

答 (1) nLS 個 (2) $nLSevB$ (3) $I = envS$ より IBL に一致

6-3 右手か左手か

■(1) 右ねじ (右手)。親指を電流に向け、指の回る向きが磁場。

■(2) フレミングの左手。中指=電流、人差し指=磁場、親指=力。

■(3) つくるのは右手、受けるのは左手と対応づける。

「電流が磁場を生む」=右手、

「電流が力を受ける」=左手。

答 (1) 右ねじの法則 (2) フレミングの左手 (3) つくる=右手、受ける=左手

6-4 2段構えで解く

■(1) つくる側の式

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

■(2) 受ける側の式

$$F = IBL = \frac{\mu I^2 L}{2\pi d}$$

■(3) 同じ向きなので引き合う。

「つくる → 受ける」の2段構えが、この分野の応用問題の骨格。

答 (1) $\frac{\mu I}{2\pi d}$ (2) $\frac{\mu I^2 L}{2\pi d}$ (3) 引き合う

6-5 エネルギーで見る

■(1) 0 (力が速度に垂直)。

■(2) 違う。

■(3) モーターが外に出す仕事のもとは電源。

磁場は力の向きを与えているだけで、エネルギーは電池から来ている。

実際、コイルが回ると誘導起電力が生じて電源に逆らい、

その分だけ電源が余分に仕事をしている (次の講)。

答 (1) 0 (2) 違う (3) エネルギーの出どころは電源