

[第6回目] 磁場とローレンツ力

考える内容

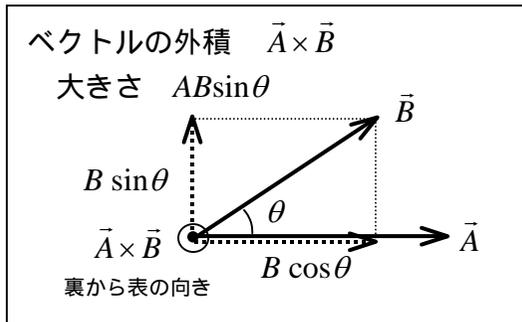
- ・ 磁気力と磁場の定義

今日の授業の目標

速度  $\vec{v}$  で運動する電荷  $q$  に働く磁気力

ローレンツ力

$$\vec{F}_{\text{磁}} = q\vec{v} \times \vec{B}$$



磁束密度 (ベクトル)  $\vec{B}$  の定義 単位: [T] (テスラ) (= [N·s/C·m] = [N/A·m])

学習到達目標 (3) ローレンツ力の式が書け, 記号の意味がわかる

[参考: 磁荷  $q_m$  (磁石) に働く力から決めた磁場  $\vec{H}$  の定義と定数倍しか変わらない  $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$  ]

(磁場を表すときは, 「磁束密度が  $\vec{B}$  の磁場」などと言う。)

電流  $I$  が流れる長さ  $l$  の導線が受ける磁気力 (フレミングの左手の法則と同じ)

$$\vec{F}_{\text{磁}} = I \vec{l} \times \vec{B}$$

$\vec{l}$ : 導線の長さ と 電流の向き を 表すベクトル

次回予定 [第7回目] 電流の磁気作用 (教科書 121 ページ下から 4 行目まで)

\*\*\*\*\*

レポート問題 第6回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつけること!

問1 ジュール熱, 電力

100 V で使用するモーターの回転軸に質量  $m$  [kg] のおもりを糸でつり下げる。モーターを回転させ, 10 秒間かけて一定の速さでおもりを 10m 引き上げた。摩擦や電気抵抗はなく, 電気エネルギーはすべておもりを引き上げる仕事に使われたとする。モーターがした仕事  $W$ , 仕事率 (消費電力)  $P$ , モーターに流れる電流  $I$  を求めよ。

100 V の電源に  $I = 8$  A の電流が流れるオーブントースターを接続しスイッチを ON した。このオーブントースターの消費電力  $P$  を求めよ。このトースターを 5 分間使用したときの発熱量  $Q$  を求めよ。ただし電気エネルギーは全て熱に変わったものとする。

問2

ローレンツ力の式を外積を使って書き, その大きさを表す式を書け。[式 (5.76), (5.74)]

磁束密度の大きさが  $B = 0.1$  T の磁場中を,  $q = 1$  C の電荷が速さ  $v = 10$  m/s で磁場の向きと垂直に運動しているとき ( $\theta = 90^\circ$ ), 電荷に働くローレンツ力の大きさ  $F_{\text{磁}}$  を求めよ。

磁束密度の大きさが  $B$  の磁場中に, 磁場の向きと垂直 ( $\theta = 90^\circ$ ) に置かれた断面積  $S$  で長さ  $l$  の導線の中を,  $q = -e$  の電子が速さ  $v$  で流れている。導線中の電子の数が  $N = nSl$ , 電流が  $I = nevS$  で表されることを使って導線に働く磁気力を,  $I, l, B$  で表せ。

問3 教科書の図 5.49 のような電子の比電荷測定装置を考える。

速さ  $v$ , 半径  $R$  の等速円運動の向心加速度の大きさ  $a_{\text{向}}$  の式を書け。[式 (5.80) を参考]

磁場中を運動する電子に働くローレンツ力の大きさ  $F_{\text{磁}}$  を書け。[電子の電荷は  $q = -e$ ]

と から, ニュートンの運動方程式の法線成分の式  $ma_{\text{向}} = F_{\text{磁}}$  を作れ。[式 (5.78)]

の結果から, 等速円運動の速さ  $v$  [m/s] を求めよ。

電圧  $V$  の電子銃の力学的エネルギー保存則 [式 (5.37)] と から, 比電荷  $e/m$  を求めよ。

問4

強さ  $I$  の電流が流れる長さ  $l$  の導線が, 磁場中で受ける磁気力の式を書け。[式 (5.81)]

磁束密度の大きさが  $B = 0.5$  T の磁場中に, 磁場の向きと垂直に導線をおき ( $\theta = 90^\circ$ ),  $I = 1$  A の電流を流した。長さ  $l = 1$  m 当りの導線が受ける磁気力の大きさ  $F_{\text{磁}}$  を求めよ。

解答用紙 ( 曜 限) 学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること！

問1  $W =$  [            ],  $P =$  [            ]

$I =$  [            ]

$P =$  [            ], 発熱量  $Q =$  [            ]

問2

大きさ：

$F_{\text{磁}} =$

問3

$a_{\text{向}} =$

$F_{\text{磁}} =$

速さ  $v =$

教科書の式(5.37)に の結果を代入する

問4

$F_{\text{磁}} =$

このレポートをやるのに \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分，

それ以外に基礎物理 の予習復習を \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分した。