

[第6回目] 磁場とローレンツ力

今日の授業の目標 磁気力と磁場の定義
速度 \vec{v} で運動する点電荷 q に働く磁気力

ローレンツ力

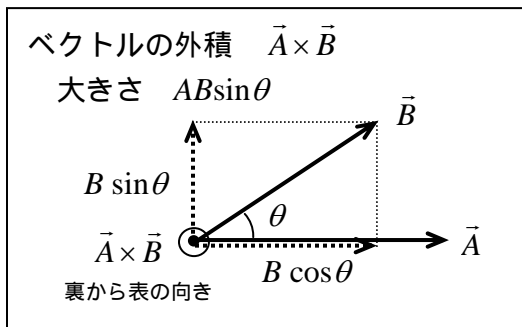
$$\vec{F}_{\text{磁}} = q\vec{v} \times \vec{B}$$



磁束密度(ベクトル) \vec{B} の定義

単位: [T] (テスラ)

$$([N \cdot s / C \cdot m] = [N / A \cdot m])$$



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違わない $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$]

(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} : 導線の長さで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(重力加速度の大きさは $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を使え)

- B... 100 V で使用するモーターの回転軸に質量 $m = 5.0 \text{ kg}$ 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 $h = 2.0 \text{ m}$ 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 を数値で求めよ。
- B... 100 V の電源に $I = 8 \text{ A}$ 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

- A... 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)]
- B... 磁束密度の大きさが $B = 0.1 \text{ T}$ の磁場中を、 $q = 1 \text{ C}$ の電荷が速さ $v = 10 \text{ m/s}$ 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。
- C... 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。

- B... 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]
- B... 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 $q = -e$]
- B... 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)]
- C... の結果から、等速円運動の速さ v [m/s] を求めよ。
- C... 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

- A... 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)]
- B... 磁束密度の大きさが $B = 0.5 \text{ T}$ の磁場中に、磁場の向きと垂直に導線をおき($\theta = 90^\circ$)、 $I = 1 \text{ A}$ の電流を流した。長さ $l = 1 \text{ m}$ 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 $W = mgh =$ [], $P =$ []

$I =$ []

$P =$ [], 発熱量 $Q =$ []

問2

大きさ：

$F_{\text{磁}} =$

問3

$a_{\text{向}} =$

$F_{\text{磁}} =$

$ma_{\text{向}} = F_{\text{磁}}$ に と の式を代入すると、

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。