

試験問題例と実施後の分析

科目名	物理	学年類型	3 年理型	単元名	電気と磁気－電流と磁場
単元の観点ごとの目標					
知識及び技能		思考力，判断力，表現力等		学びに向かう力，人間性等	
電流がつくる磁場，磁場中で荷電粒子が受ける力について理解するとともに，それらの観察，実験などの技能を身に付けること。		単元の内容について，生じる磁力線を表現し，荷電粒子の運動の方向を判断できるようにすること。 単元に関わる運動について，特徴や物理量の導出過程を，根拠を明確にして表現できるようにすること。		単元の内容について，実験結果や物理法則から，科学的にモデル化したり解釈したりしようとする態度を養うこと。	
単元の観点ごとの評価規準					
知識・技能		思考・判断・表現		主体的に学習に取り組む態度	
電流がつくる磁場，磁場中で荷電粒子が受ける力について理解している。 単元の内容に関する実験等の基本操作，記録の方法などの技能を身に付けている。		単元の内容について，生じる磁力線を表現し，荷電粒子の運動を判断，表現できる。 単元に関わる運動について，特徴や物理量の導出過程を，根拠を明確にして表現できる。		単元の内容について，実験結果や物理法則から，モデル化したり解釈したりする意義を主体的に理解し，科学的に探究しようとしている。	
考查名	2 学期中間考查			想定解答時間	7 分

<本校生徒の実態>

全日制普通科で、1 学年 9 クラスからなる生徒数の多い学校である。学習や学校行事、部活動とさまざまな活動に対して、真面目で意欲的に取り組む生徒が多い。ただし、基礎学力の高い生徒が多いものの、文章を作成したり、文章で解答したりすることに苦手意識をもっている生徒は多いように感じる。

<出題の意図>

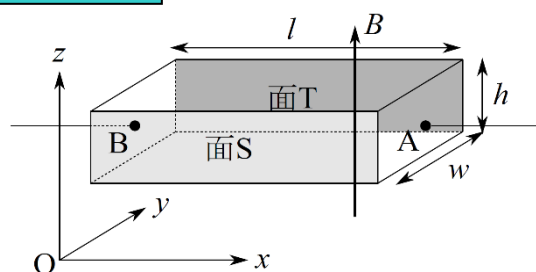
- ・ ホール効果について、その現象を正しく理解しているか確認する。
- ・ p 型半導体のキャリアについて、実験結果から根拠とともに正しく説明できるか確認する。

<作成上の留意点>

「思考・判断・表現」を見取することに該当する問題は、小問(5)である。論点を明らかにし、正しい流れで説明するにはやや難度が高いため、問題文に解答に必要な要点とその順番を示した。

<問題>〔ホール効果〕 観点別学習状況の評価 思考・判断・表現

図のような長さ l 、幅 w 、厚さ h の直方体の導体を考え、 x 、 y 、 z 軸を図中に示すようにとる。導体の各辺は座標軸に対して平行に設置している。 xz 平面に平行であり、 y 座標の小さい側を面 S、大きい側を面 T とする。導体のキャリアである自由電子の電荷を $-e$ ($e > 0$)、単位体積当たりの自由電子の数を n とする。この導体を磁束密度の大きさ B 、 z 軸の正の方向の様な磁場中に置いた。A と B をそれぞれ電池の正極及び負極につないだところ、導体内を電流が A から B へ流れた。導線より端子 B から導体中に入った自由電子は、 x 軸正の向きに速さ v の速度をもっている。なお、導体中の電場や電流は一様であるとする。



- (1) この自由電子が受けるローレンツ力の大きさと向きを求めよ。

- (2) 面Sと面Tの間には電場が発生している。この電場の大きさ E と向きを求めよ。
- (3) 面Sと面Tの間の電位差 V を求めよ。
- (4) このときの導体に流れている電流の大きさを I とすると、磁束密度の大きさ B を I, e, n, h 及び(3)の V を用いて表せ。

次に、この現象を用いて p 型半導体のキャリアについて考察する。p 型半導体では、ケイ素やゲルマニウムの結晶に 3 個の価電子をもつホウ素などの物質を微量含ませることで、電子が不足した部分（ホール）ができる。電圧をかけるとホールに電子が動くことで、ホールも移動する。導体の代わりに、同じ大きさの p 型半導体を図と同様に設置して同じ実験を行ったところ、面T側が高電位となった。

- (5) p 型半導体のキャリアについて、以下の三つの事項を順番に説明し、この実験結果から考えられる p 型半導体のキャリアについて記述せよ。

考察・推論

表現・伝達

- ・キャリアにはたらくローレンツ力の向き
- ・上の点から予想されるキャリアの電荷の符号と電流に対するキャリアの移動する向き
- ・この実験結果から解釈されるキャリアの本体（ホールまたは電子）

＜生徒の解答状況＞

正答（○）の例

電流はAからBに流れるので、ローレンツ力は面Sから面Tの向きにはたらく。また、面Tが高電位なので、キャリアは正の電荷を持ち、電流と同じ方向に移動すると考えられる。よってキャリアはホールである。

部分正答（△）の例

キャリアにはたらくローレンツ力の向きは、 y 軸正の向きである。キャリアの電子の符号は正で、電流に対するキャリアの移動する方向は反対向きである。よって電子がキャリアである。

誤答（×）の例

キャリアにはたらくローレンツ力の向きは、面T側が高電位となったことから、 z 軸負の向きに働いていることがわかる。このことと左手フレミングの法則より、キャリアは y 軸正の向きに移動する。したがって、電子がキャリアだとわかる。

【資料 1 小問(5)の解答状況】

解答	○	△	×	未記入
人数(人)	8	17	7	8
割合(%)	20.0	42.5	17.5	20.0

受査人数 40 名

(5) の配点：8 点、平均点 3.13 点

小問(5)の平均点は3.13点（配点8点、得点率39%）であり、40名中8名が未記入であったが、前回（9月実力考査）実施したときの記述式の問題よりは改善していた（資料1）。まずは、途中で書くことが大切であるということを指導し

てきたが、その点においての効果があったものとする。なお、小問(1)から(4)については、教科書で扱う内容を問う基本的な問題であった。(1)から(4)の合計点（15点満点）が高い生徒は、(5)についても正答率が高いものの、部分正答や不正解の生徒も2割強見られる（資料2）。これは、思考したことを表現する段階で躓いていると考えられ、授業において文章で答えるような問題を積極的に扱っていく必要があると感じる。

【資料 2 (1)～(4)の得点分布別の(5)の解答状況】

(1)～(4)の得点分布		○	△	×	未記載
11～15点	人数(人)	6	6	3	0
	割合(%)	15.0	15.0	7.5	0.0
6～10点	人数(人)	2	6	2	2
	割合(%)	5.0	15.0	5.0	5.0
0～5点	人数(人)	0	5	2	6
	割合(%)	0.0	12.5	5.0	15.0

<実施後の教師の指導改善・生徒の学習改善に向けた取組について>

- ・何が問われ、どのように答えることが求められているのかを理解することの重要性を伝える。
- ・苦手な生徒に対しては、考えたことの断片や議論が途中まででもその内容を記述することが大切であることを引き続き指導する。
- ・演習を行う際、文章で説明させる問題を積極的に扱う。

<模範解答例>

- (5) キャリアがホールか電子かにかかわらず、 p 型半導体内には x 軸負の向きに電流が流れているため、キャリアには y 軸正の向きにローレンツ力がはたらく。面 T 側が高電位となる実験事実から、キャリアの符号は正であることが分かり、電流と同じ向きに移動していることが分かる。以上よりこの実験からは、 p 型半導体のキャリアはホールであると解釈される。