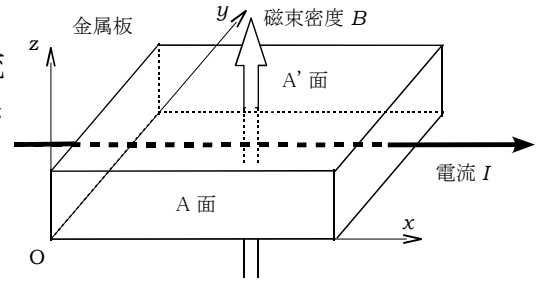


入試問題研究 第77回 2004年 神戸大学 ③ 電磁気 (ホール効果)

3 次の問1~4に答えなさい。

右の図のように、金属板の x 軸の正の方向に一定電流 (大きさが I) を流し、 z 軸の正の方向に磁界 (磁束密度の大きさが B) をかけた。



問題の解答に必要な物理量を表す記号はすべて各自が定義し、明示しなさい。

問1 金属に流れる荷電粒子は、磁界からローレンツ力を受ける。荷電粒子に働くローレンツ力の大きさとその向きを答えなさい。

問2 磁界からのローレンツ力が金属に流れる荷電粒子に働いた結果、図の手前の面(A面)または図の奥の面(A'面)に電荷が移動して帯電し、 y 軸の正の方向又は負の方向に電界ができる。この状態で十分時間が経過すると、荷電粒子に電界から働く力とローレンツ力がつりあって、これ以上の帯電は進まなくなる。このときの電界の大きさを E としたとき、 E と B との関係を求めなさい。

問3 電界の大きさを E を、磁束密度の大きさ B 、電流の大きさ I 、金属中の荷電粒子の単位体積当たりの数 N を含む式で表しなさい。

問4 測定可能な物理量を明記して、以上の関係式から荷電粒子の電荷の正負が決められることを示しなさい。また、金属中の荷電粒子の単位体積当たりの数 N が求められることを示しなさい。ただし、荷電粒子の電荷の大きさは分かっているものとする。

入試問題研究 第77回 2004年 神戸大学 ③ 電磁気(ホール効果) 解答解説

3 次の問1~4に答えなさい。

右の図のように、金属板の x 軸の正の方向に一定電流(大きさが I)を流し、 z 軸の正の方向に磁界(磁束密度の大きさが B)をかけた。

問題の解答に必要な物理量を表す記号はすべて各自が定義し、明示しなさい(ここがポイントです)

問1 金属に流れる荷電粒子は電子である。電子の電気量を $-e$ 、電子の速度を v として、荷電粒子(電子)に働くローレンツ力の大きさは $f = evB$ 、その向きは y 軸負の向き(A面側への向き)。

問2 磁界からのローレンツ力が金属に流れる荷電粒子に働いた結果、図の手前の面(A面)に電子が移動して、マイナスに帯電し、A面が負になる。一方A'面は電子が減少するため、A'面は正となる。そのため、 y 軸の負の方向に電界ができる。

この状態で十分時間が経過すると、荷電粒子に電界から働く力とローレンツ力が釣りあって、これ以上の帯電は進まなくなる。このとき電界の大きさとローレンツ力が釣りあうから、 $eE = evB$ が成立する。よって $E = vB$ との関係が成立する。

問3 電流は1秒間に流れる電気量である。試料の電流が流れる方向(x 軸方向)の断面積を S として、 $I = eNSv$ である。問2の $E = vB$ に代入して、 v を消去すればよい。電界の大きさを E を、磁束密度の大きさ B 、電流の大きさ I 、金属中の荷電粒子の単位体積当たりの数 N を使って表すと、発生する電界の強さは $E = \frac{IB}{eNS}$ と表すことができる。

問4 荷電粒子の正負は、試料の y 軸方向に生じる電界の向きで判別できる。A面が正(A'面が負)なら荷電粒子が正、A面が負(A'面が正)なら荷電粒子が負である。

問3より、荷電粒子(電子)の密度は $N = \frac{IB}{eES}$ となる。

測定可能な物理量として、電流、磁束密度、荷電粒子の電荷、断面積、電界(y 軸方向の電位差を電圧計で測定、 y 軸方向の試料の長さで割れば求まる)、全て測定可能であるので、荷電粒子の密度が求められる。

※ 内容は教科書、セミナーにあるホール効果そのものだ。自分から主導して問題に不足している部分を補う(必要な物理量を定義し、それを使うことができる)ことができるかどうか勝負の分かれ目。神戸大学の問題設定だから、受験する以上はこれになれるようにするしかない。過去問を含めてこのタイプの問題設定に慣れておくべきところだ。