

平成 28 年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(平成 27 年 11 月実施)

【電気電子工学専攻】

専門科目 2

(電子物性と量子物理)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の本文は、1 ページです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせて下さい。
4. 監督者の指示に従って、解答用紙の受験番号欄に受験番号を正しく記入して下さい。
5. 解答用紙のおもて面には、既に受験科目名と問題番号が記入されています。解答は解答用紙のおもて面の所定の位置に記入してください。
6. 必要に応じて計算過程も記入して下さい。
7. 解答用紙は白紙も含めてすべて提出して下さい。
8. 試験終了後、問題冊子及び草案用紙は持ち帰って下さい。

専門科目 2：電子物性と量子物理

解答は導出過程も示すこと。数値を求める問題では有効数字 3 桁で解答し、単位も明記せよ。必要に応じて次の物理定数を用いること。なお、 π は 3.141592 とする。

真空中の光速	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$	ボルツマン定数	$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
アボガドロ数	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	真空の透磁率	$\mu_0 = 1.257 \times 10^{-6} \text{ H m}^{-1}$
プランク定数	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$	電子の静止質量	$m_0 = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
真空の誘電率	$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$	電子の電荷	$-e = -1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

1. 以下の問いに答えよ。

- (1) シリコン (Si) の原子量は 28.09 で、密度は 2.329 g/cm^3 である。体積 1.00 cm^3 のシリコン中に含まれる原子数を求めよ。
- (2) 光子 (フォトン) のエネルギーが 0.800 eV の光の波長を求めよ。光は波長によって呼称が異なる。この波長の光の一般的な呼称を答えよ。
- (3) 速度が $4.00 \times 10^6 \text{ m/s}$ で真空中を飛行する電子のドブロイ波の波長を求めよ。計算の際に、飛行中の電子の質量は静止時の質量と等しいと仮定してよい。
- (4) 直径 1.00 mm で長さ 10.0 m の均質な金属線に、 1.00 A の電流を流したところ、その両端に 2.00 V の電位差を生じた。この金属の抵抗率と導電率を求めよ。

2. 自由電子をキャリアとする直方体の固体試料に、図のように磁束密度 $B [\text{Wb/m}^2]$ の磁場を印加しながら、電流 $I [\text{A}]$ を一様に流してホール効果を測定する。以下の問いに答えよ。

- (1) 試料 (幅 W , 厚み t , 長さ L) 内に均一に電流 I を流したとき、電流密度 J の大きさを求めよ。
- (2) 試料に流れる自由電子のドリフト速度 v_d を、電流密度 J , 自由電子の密度 n , 電子の電荷 $-e$ で表せ。
- (3) ホール起電力 V_H はホール係数 R_H を用いると、

$$V_H = R_H \frac{IB}{t}$$

と表される。ホール起電力 V_H を求め、ホール係数 R_H を V_H 以外の与えられた記号を用いて表せ。

- (4) 自由電子の移動度を μ とする。この試料の導電率が $\sigma (=ne\mu)$ であるときに、自由電子の移動度 μ をホール係数 R_H を使って表せ。

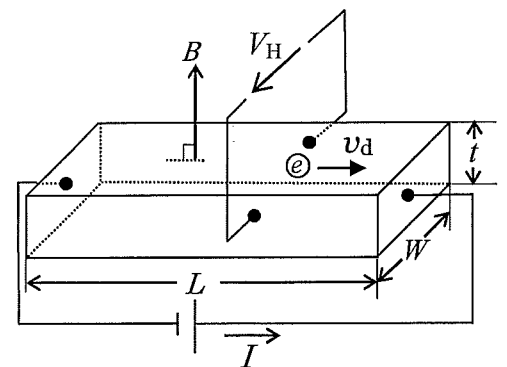


図 ホール効果の測定