

令和5年度長崎大学大学院工学研究科

博士前期課程 総合工学専攻一般入試

化学・物質工学コース 専門科目 A

固体物理学

この分野の問題を選択する場合は左の枠内に○を付け、選択しない場合は×を付けること。

受験番号 _____

※用紙の2枚目以降には決して受験番号を記入しないこと。

この線の下には受験者は何も記入しないこと。

整理番号 _____

問1. エネルギー幅が $0 \leq E \leq d$ で定義される価電子バンドを考える。この価電子バンドで、 \uparrow 及び \downarrow のスピンも考慮に入れた状態密度 $D(E)$ が、次式で表現されるとしよう。

$$D(E) = C_0 E(d - E)$$

ただし、 C_0 は任意の正の定数であり、この系の温度 T は 0 K とする。以下の問に答えよ。

- 1) この価電子バンドに存在する電子数 N を求めよ。
- 2) この価電子バンドにおける電子の平均エネルギー $\langle E \rangle$ を求めよ。

問2. 以下の問に答えよ。

- 1) 面心立方格子の (hkl) 面に対する結晶構造因子 F を計算し、消滅則を説明せよ。ただし、原子散乱因子を f とする。
- 2) 面心立方構造(格子定数 3 \AA)をもつ多結晶試料に対する電子線回折リングの模式図を図1に示す。Oスポットを000とし、ア、イ、ウのリングに指数を付け、 $L\lambda = 3 \text{ cm\AA}$ であることを示せ。ただし、ア、イ、ウのリングの半径をそれぞれ $\sqrt{3} \text{ cm}$, 2 cm , $2\sqrt{2} \text{ cm}$ とする。ここで、 L はカメラ長、 λ は電子線の波長である。
- 3) 図2に面心立方構造(格子定数 3 \AA)をもつ単結晶の電子線回折図形の模式図を示す。Oスポットを000として、A, B, Cスポットに指数を付け、電子線の入射方向を求めよ。ただし、 $\overline{OA} = \overline{OB} = \overline{OC} = 2\sqrt{2} \text{ cm}$, $\angle AOB = \angle BOC = 60^\circ$ とし、2)で求めた $L\lambda$ を使用せよ。

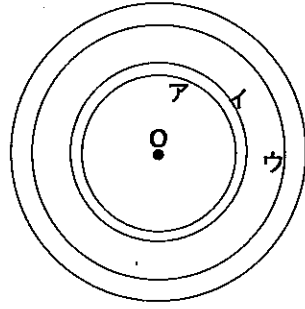


図1

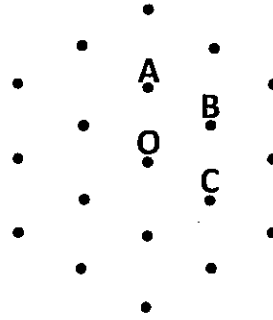


図2

問3. 固体の比熱に関するデュロン-プティの法則, アインシュタインの理論, デバイの理論について, それぞれ説明せよ。