

令和4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. 質量 m の電子が長さ L の一次元線上 (x 軸上) に存在し, その両端にある無限大の障壁によって束縛されているものとする。ただし, 長さ L の線上では電子は自由に運動しているとする。以下の間に答えよ。

- 1) 電子の波動関数 $\Phi(x)$ の境界条件は, $\Phi(0) = \Phi(L) = 0$ である。なぜ $\Phi(0) = \Phi(L) = 0$ なのか, その物理的理由を述べよ。
- 2) $x > L$ での電子の波動関数 $\Phi(x)$ を求めよ。
- 3) この系の Schrödinger 波動方程式は, E を系のエネルギーとして

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \Phi(x) = E\Phi(x)$$

で与えられる。これより系のエネルギー E 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_{hkl} を、原子散乱因子 f を用いて計算し、消滅則を説明せよ。
- 2) $L1_0$ 型規則格子において、A原子が単位胞の 000 , $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$ 位置を、B原子が $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$, $0\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ 位置を占有するとする。 (hkl) 面に対する結晶構造因子 F_{hkl} を計算し、基本格子反射、規則格子反射、禁制反射を分類せよ。ただし、A, Bの原子散乱因子をそれぞれ f_A , f_B とする。
- 3) $L1_0$ 型規則格子に $[110]$ および $[101]$ から電子線を入射した場合、電子線回折パターンはそれぞれどのようなになるか。基本格子反射を◎, 規則格子反射を○として図示し、指数を付けよ。

問3. 右図は、 $+Ze$ の電荷をもつ原子核の周りを、 $-e$ の電荷をもつ電子が回っている原子模型を表わす。遠心力 $F_1 = m_0 v^2 / r$ とクーロン引力 $F_2 = -Ze^2 / (4\pi\epsilon_0 r^2)$ のつり合いの式と、ド・ブロイの関係 $p = h/\lambda$ およびボーアの量子条件 $2\pi r = n\lambda$ (n は整数)を用いると、軌道半径がとびとびの値をとることが導ける。 n 番目の軌道の半径 r_n を e , m_0 , ϵ_0 , h , Z , n を用いて表わせ。ここで m_0 を電子の質量, v を速度, ϵ_0 を真空中の誘電率, h をプランク定数, p を運動量, λ を波長とする。

