

**Wstęp do Optyki i Fizyki Materii Skondensowanej**  
zadania domowe - seria 3

1. Dla sieci krystalicznej tetragonalnej prostej (tzn. bez centrowania), w której wektory translacji prymitywnych są dane zależnościami:  $\vec{a}_1 = a \cdot \vec{e}_x$ ,  $\vec{a}_2 = a \cdot \vec{e}_y$ ,  $\vec{a}_3 = b \cdot \vec{e}_z$ , gdzie  $\vec{e}_x$ ,  $\vec{e}_y$ ,  $\vec{e}_z$  są wersorami kartezjańskimi oraz  $a \neq b$ , znaleźć wektory bazowe sieci odwrotnej. Wyznaczyć pierwszą strefę Brillouina.
2. Sieć tetragonalna centrowana objętościowo posiada dodatkową pozycję węzłową na przecięciu się przekątnych prostopadłościanu określonego w zadaniu 1. Jak wybrać wektory translacji prostych i wektory bazy atomowej aby opisać położenia atomów w takiej strukturze, jak wybrać komórkę elementarną?
3. W sieci heksagonalnej największego upakowania (hcp) położenia atomowe w jednej warstwie heksagonalnej (warstwa A) można przedstawić jako wierzchołki trójkątów równobocznych o boku  $a$  wypełniających całą płaszczyznę. W kolejnej warstwie (B) położenia atomowe występują nad środkami co drugiego trójkąta warstwy A. Kolejna warstwa ma położenia atomowe nad położeniami atomów w pierwszej warstwie A. Translacje proste mają długości  $a$ ,  $a$  (w warstwie heksagonalnej) oraz  $c$  (odległość między kolejnymi warstwami A). Jak wybrać wektory translacji prostych i wektory bazy atomowej aby opisać tę strukturę? Napisać geometryczny czynnik strukturalny dla struktury hcp jeśli we wszystkich pozycjach atomowych są atomy jednego pierwiastka o czynniku atomowym równym  $f_{At}$  (istnieje niestabilna termodynamicznie faza glinu o strukturze hcp).
4. Znaleźć zależność położenia poziomu Fermiego od koncentracji elektronów w całkowicie zdegenerowanym półprzewodnikowym drucie kwantowym.
5. Koncentracja elektronów w studni kwantowej wynosi  $n = 2 \cdot 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ , a poziom Fermiego znajduje się 5 meV powyżej dna pasma przewodnictwa. Znaleźć masę efektywną i wektor falowy Fermiego  $k_f$ .  
Uwagi: Elektrony o wektorze falowym  $k_f$  mają energię równą poziomowi Fermiego,  $E(k_f) = E_f$ . Założyć paraboliczny kształt pasma.
6. W domieszkowanym półprzewodniku występuje odbicie plazmowe podobne do obserwowanego np. w metalach. Rozważyć półprzewodnik o energii Fermiego  $E_f = 0.1 \text{ eV}$  powyżej dna pasma przewodnictwa (parabolicznego), masie efektywnej  $m^* = 0.1 m_e$  i stałej dielektrycznej  $\epsilon_L = 9$ . Znaleźć częstość plazmową oraz współczynnik odbicia dla dwóch długości fali:  $\lambda_1 = 1 \mu\text{m}$ ,  $\lambda_2 = 100 \mu\text{m}$ .  
 $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .