

# Fizica stării solide 2

## - examen -

14 iunie 2022

Durata examenului este de două ore. Tratați, în scris, următoarele subiecte.

1. **(3p)** Se măsoară efectul Seebeck în cazul unui semiconductor, la temperatura  $T = 80$  K.
  - (a) Configurația experimentală este cea indicată în figura 1. Precizați tipul de conducție al semiconductorului (care sunt purtătorii de sarcină majoritari?).

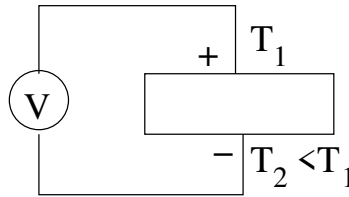


Figura 1: Configurația experimentului de măsurare a coeficientului Seebeck al unui semiconductor.

- (b) Coeficientul Seebeck măsurat este  $S = -0.7$  mV/K. Semiconductorul se află în regim de epuizare a impurităților. Se știe că masa efectivă a densității de stări în banda de energie relevantă este  $m = 0.553m_0$ , iar mecanismul dominant de împrăștiere a purtătorilor de sarcină liberi este cel pe fononi acustici ( $r = -\frac{1}{2}$ ). Să se determine densitatea centrilor de impuritate electric activi cu care este dopat semiconductorul. Se dau:  $h = 6.626 \times 10^{-34}$  J · s,  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$  J/K,  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$  kg.
  - (c) Mobilitatea purtătorilor majoritari, determinată la aceeași temperatură din măsurări de efect Hall este  $\mu = 3.39$  m<sup>2</sup>/V.s. Evaluați conductivitatea termică asociată purtătorilor de sarcină majoritari ai acestui semiconductor, la 80 K.
2. **(3p)** Un semiconductor omogen și izotrop cu conducție de tip p este iluminat uniform cu lumină absorbită slab, astfel încât rata de generare optică a purtătorilor în exces este uniformă în volum. Grosimea semiconductorului  $d$  este mult mai mare decât lungimea de difuzie a purtătorilor de sarcină minoritari ( $\alpha d \rightarrow 0$ ,  $d \gg L_n$ ,  $L_n = \sqrt{D_n \tau_n}$  este lungimea de difuzie a electronilor,  $D_n$  și  $\tau_n$  sunt coeficientul de difuzie, respectiv timpul de viață al electronilor). Practic, în aceste condiții, puteți considera  $d \rightarrow \infty$ . Viteza de recombinare a purtătorilor în exces pe suprafața iluminată este  $s$  (Fig. 2). Calculați fotoconductivitatea

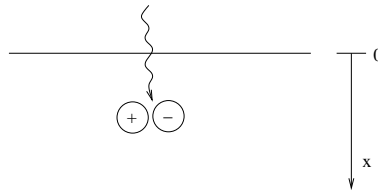


Figura 2: Generarea de perechi de purtători în exces cu lumină slab absorbită.

în acest caz.

3. **(3p)** Se consideră un sistem semiconductor 2D. Legile de dispersie ale benzilor de valență și de conducție sunt parabolice și izotrope:

$$\begin{aligned} \epsilon_c(\vec{k}) &= \epsilon_c + \frac{\hbar^2 k^2}{2m_n} \\ \epsilon_v(\vec{k}) &= \epsilon_v - \frac{\hbar^2 k^2}{2m_n}, \end{aligned}$$

cu  $\vec{k} = (k_x, k_y)$ . Evaluați densitatea de stări optică

$$g_{\text{opt}}(\hbar\omega) = \frac{1}{(2\pi)^d} \oint_S \frac{dS}{|\nabla_{\vec{k}} \epsilon_{cv}(\vec{k})|},$$

în vecinătatea pragului absorbției fundamentale  $\epsilon_g = \epsilon_c - \epsilon_v$  (tranziții directe permise), unde  $d = 2$  este dimensiunea sistemului,  $S(\hbar\omega)$  este hiper-suprafața (aici curba) definită de  $\epsilon_{cv}(\vec{k}) = \epsilon_c(\vec{k}) - \epsilon_v(\vec{k}) = \hbar\omega$ . Schițați calitativ forma spectrului de absorbție în vecinătatea pragului.

Se acordă **1p** din oficiu.

**Succes!**