



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI
UNIVERSITATEA "BABES-BOLYAI" din CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE FIZICĂ

III

Concursul Național studențesc „ DRAGOMIR HURMUZESCU ”
Etapa națională
Cluj-Napoca 13 aprilie 2013

Subiectul 1. Se consideră mișcarea unei particule de masă m într-un potențial periodic unidimensional ("pieptenele lui Dirac"):

$$V(x) = -\lambda \sum_{j=0}^{N-1} \delta(x - ja), \quad \lambda > 0,$$

unde $\delta(x)$ este funcția delta a lui Dirac. Modelul dă o descriere calitativă a electronilor dintr-un solid care resimt atracția ionilor localizați în nodurile rețelei cristaline și a căror comportament este dictată în principal de periodicitatea potențialului:

$$V(x+a) = V(x).$$

Teorema lui Bloch demonstrează că pentru un potențial periodic, soluția ecuației lui Schrödinger

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

satisface condiția

$$\psi(x+a) = e^{iKa} \psi(x)$$

pentru o constantă oarecare K .

Considerând condiții la limită periodice pentru întregul sistem,

$$\psi(x+Na) = \psi(x),$$

să se efectueze următoarele calcule:

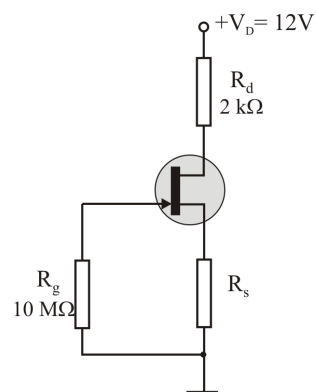
- Să se determine valorile pe care le poate lua numărul K .
- Să se scrie forma generală a funcției de undă pentru intervalul $0 < x < a$ și, pe baza teoremei Bloch, pentru intervalul $-a < x < 0$ în funcție de numărul de undă $k = \sqrt{2mE}/\hbar$.
- Considerând ecuația lui Schrödinger pentru $-a < x < a$, să se calculeze saltul primei derivate a funcției de undă în $x = 0$, adică $d\psi/dx|_{x=+0} - d\psi/dx|_{x=-0}$.
- Impunând condiția de continuitate în $x = 0$ pentru funcțiile de undă din domeniile $0 < x < a$ și $-a < x < 0$ determinate la punctul 2, și utilizând saltul derivatei $(d\psi/dx)_{x=+0} - (d\psi/dx)_{x=-0}$ determinat la punctul 3, să stabilească condiția de cuantificare pentru numărul de undă $k = \sqrt{2mE}/\hbar$.
- Să se scrie condiția satisfăcută de benzile de energie interzise.

Subiect propus de prof.dr. Titus Beu

Subiect 2. Un foton de lungime λ_1 este împrăștiat pe un electron liber în mișcare. Ca urmare electronul se oprește, iar fotonul rezultat, de lungime de undă λ_0 , împrăștiat la unghiul $\theta=60^\circ$ față de direcția fotonului incident, este din nou împrăștiat pe un al doilea electron aflat în repaus. În al doilea proces de împrăștiere Compton, fotonul împrăștiat de lungime de undă $\lambda_f=1.25 \text{ \AA}$ este deviat sub unghiul $\theta=60^\circ$ față de direcția fotonului de lungime de undă λ_0 . Aflați lungimea de undă de Broglie a primului electron înainte de interacție. Se cunosc: $h=6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $m=9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Subiect propus de prof.dr. Vasile Chis

Subiectul 3. Un tranzistor cu efect de câmp cu joncțiune cu canal de tip n are tensiunea de blocare $U_{GS(\text{blocare})} = -4\text{V}$. Pentru $U_{GS} = -2\text{V}$ se măsoară o intensitate a curentului de drenă $I_D = 4\text{mA}$. **(a)** Care este intensitatea curentului de drenă de saturație, I_{DSS} , atunci când $U_{GS} = 0 \text{ V}$? **(b)** Care este panta de semnal mic (transconductanța, g_m) în punctul static de funcționare caracterizat de $I_D = 4 \text{ mA}$? **(c)** Tranzistorul este polarizat în curent continuu conform schemei alăturate. Ce valoare veți alege pentru rezistența rezistorului R_s pentru ca tranzistorul să funcționeze în punctul static de funcționare caracterizat de $I_D = 4 \text{ mA}$? Care este valoarea tensiunii drenă-sursă în acest caz? **(d)** Dacă tensiunea dintre poartă și sursă variază cu $\pm 10 \text{ mV}$ (variații considerate mici) în jurul valorii corespunzătoare punctului static de funcționare, între ce valori variază tensiunea dintre drenă și sursă? Ce relație este între fazele celor două variații?



Subiect propus de prof.univ.dr. Sorin Dan Anghel