

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
"Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники"

Кафедра микроэлектроники

И.И. Абрамов

**Задания к курсовым работам по дисциплине
«Квантовая механика и статистическая физика»**

для студентов специальности 41 01 03
«Квантовые информационные системы»
дневной формы обучения

Минск 2004

УДК 530.145.6+53:519.25 (075.8)

ББК 22.314+22.317 я 73

А 16

Абрамов И.И.

А 16 Задания к курсовым работам по дисц. «Квантовая механика и статистическая физика» для студ. спец. 41 01 03 «Квантовые информационные системы» дневн. формы обуч. / И.И. Абрамов. – Мн.:БГУИР, 2004. – 14 с.: ил.
ISBN 985-444-713-8

В издании приведены задания к курсовым работам по дисциплине «Квантовая механика и статистическая физика».

Предназначено для студентов II курса, обучающихся по специальности 41 01 03 «Квантовые информационные системы», а также студентов специальности «Микро- и нанoeлектронные технологии и системы».

УДК 530.145.6+53:519.25 (075.8)

ББК 22.314+22.317 я 73

ISBN 985-444-713-8

© Абрамов И.И., 2004

© БГУИР, 2004

Содержание

- Курсовая работа 1 «Расчет уровней энергии частицы в прямоугольной потенциальной яме»
- Курсовая работа 2 «Расчет уровней энергии частицы в поле потенциальной энергии»
- Курсовая работа 3 «Расчет коэффициента прохождения частицы через потенциальный барьер»
- Курсовая работа 4 «Расчет коэффициента отражения частицы от потенциальной стенки»
- Курсовая работа 5 «Расчет коэффициента прохождения частицы через колокольный потенциальный барьер»
- Курсовая работа 6 «Расчет электрического поля около примесного положительного иона»
- Курсовая работа 7 «Расчет коэффициента отражения частицы от прямоугольной потенциальной стенки»
- Курсовая работа 8 «Расчет коэффициента отражения частицы от потенциального барьера»
- Курсовая работа 9 «Расчет коэффициента прохождения частицы для потенциальной стенки»
- Курсовая работа 10 «Расчет коэффициента отражения частицы от колокольного потенциального барьера»
- Курсовая работа 11 «Расчет коэффициента прохождения частицы через прямоугольную потенциальную стенку»
- Курсовая работа 12 «Расчет предельной чувствительности усилителя»
- Литература

Курсовая работа 1 «Расчет уровней энергии частицы в прямоугольной потенциальной яме»

Задание (рис.1): а) найти уравнения, определяющие уровни энергии частицы для потенциальной ямы; б) записать уравнения, определяющие уровни энергии для симметричной ямы ($U_1 = U_2$); в) найти ширину ямы a , при которой не будет существовать ни одного дискретного уровня энергии в яме; г) изобразить вид уровней энергии для a , для которого они существуют.

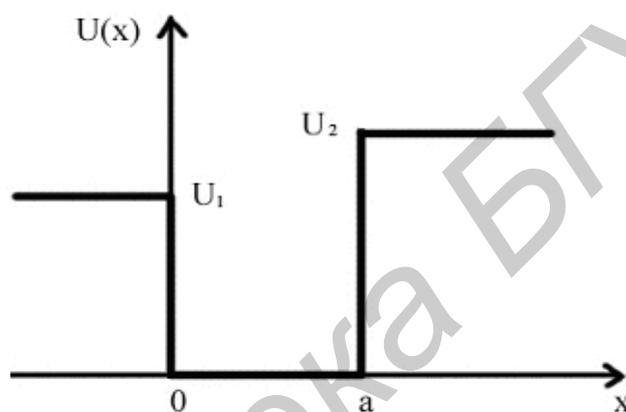


Рис.1

Вариант 1

а) электрон;

б) $U_1 = 1$ эВ;

$U_2 = 2$ эВ.

Вариант 2

а) электрон;

б) $U_1 = 1$ эВ;

$U_2 = 10$ эВ.

Вариант 3

а) электрон;

б) $U_1 = 0,1$ эВ;

$U_2 = 0,5$ эВ.

Вариант 4

а) электрон;

б) $U_1 = 0,1$ эВ;

$U_2 = 10$ эВ.

Вариант 5

а) электрон;

б) $U_1 = 1$ эВ;

$U_2 = 5$ эВ.

Литература: [1], с. 88-90.

Курсовая работа 2 «Расчет уровней энергии частицы в поле потенциальной энергии»

Задание: а) найти уравнения, определяющие уровни энергии частицы для поля потенциальной энергии (рис.2):

$$U(x) = A(e^{-2\alpha x} - 2e^{-\alpha x});$$

б) найти параметр, при котором дискретный спектр отсутствует; в) изобразить вид уровней энергии для параметра, для которого они существуют.

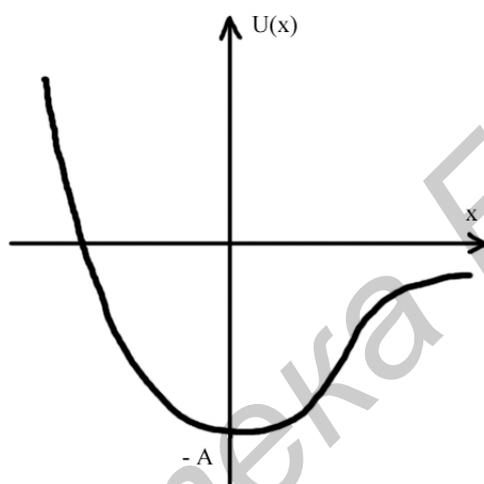


Рис.2

Вариант 1

а) электрон;

б) $A = 10$ эВ

Вариант 2

а) электрон;

б) $A = 0,1$ эВ

Вариант 3

а) электрон;

б) $\alpha = 0,1$ нм⁻¹

Вариант 4

а) электрон;

б) $\alpha = 0,05$ нм⁻¹

Вариант 5

а) электрон;

б) $A = 5$ эВ.

Литература: [1], с. 96-97.

Курсовая работа 3 «Расчет коэффициента прохождения частицы через потенциальный барьер»

Задание: а) найти соотношение для коэффициента прохождения частицы через прямоугольный потенциальный барьер (рис.3); б) рассчитать коэффициент прохождения при $E = E_1$; в) рассчитать коэффициент прохождения при $E = E_2$; г) найти коэффициент отражения.

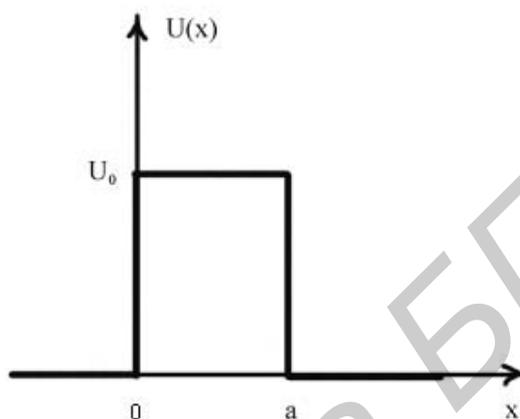


Рис.3

Вариант 1

а) электрон;

б) $U_0 = 1$ эВ;

$E_1 = 2$ эВ;

$E_2 = 0,1$ эВ;

$a = 10$ нм.

Вариант 2

а) электрон;

б) $U_0 = 0,5$ эВ;

$E_1 = 10$ эВ;

$E_2 = 0,4$ эВ;

$a = 15$ нм.

Вариант 3

а) электрон;

б) $U_0 = 10$ эВ;

$E_1 = 11$ эВ;

$E_2 = 5$ эВ;

$a = 40$ нм.

Вариант 4

а) электрон;

б) $U_0 = 2$ эВ;

$E_1 = 6$ эВ;

$E_2 = 0,1$ эВ;

$a = 1$ нм.

Вариант 5

а) электрон;

б) $U_0 = 5$ эВ;

$E_1 = 6$ эВ;

$E_2 = 1$ эВ;

$a = 10$ нм.

Литература: [1], с. 103-104.

Курсовая работа 4 «Расчет коэффициента отражения частицы от потенциальной стенки»

Задание: а) найти соотношение для коэффициента отражения частицы от потенциальной стенки, определяемой формулой

$$U(x) = U_0 / (1 + e^{-\alpha x});$$

б) найти коэффициенты отражения и прохождения.

Вариант 1

а) электрон;

б) $U_0 = 1$ эВ;

$E = 10$ эВ;

$\alpha = 1$ нм⁻¹.

Вариант 2

а) электрон;

б) $U_0 = 2$ эВ;

$E = 2,2$ эВ;

$\alpha = 0,1$ нм⁻¹.

Вариант 3

а) электрон;

б) $U_0 = 5$ эВ;

$E = 7$ эВ;

$\alpha = 0,05$ нм⁻¹.

Вариант 4

а) электрон;

б) $U_0 = 1$ эВ;

$E = 1,1$ эВ;

$\alpha = 10$ нм⁻¹.

Вариант 5

а) электрон;

б) $U_0 = 3$ эВ;

$E = 5$ эВ;

$\alpha = 1$ нм⁻¹.

Литература: [1], с. 104 – 105.

Курсовая работа 5 «Расчет коэффициента прохождения частицы через колокольный потенциальный барьер»

Задание (рис.4): а) найти соотношение для коэффициента прохождения частицы через потенциальный барьер

$$U(x) = \frac{U_0}{ch^2 \alpha x},$$

энергия частицы $E < U_0$;

б) рассчитать коэффициент прохождения; в) найти коэффициент отражения.

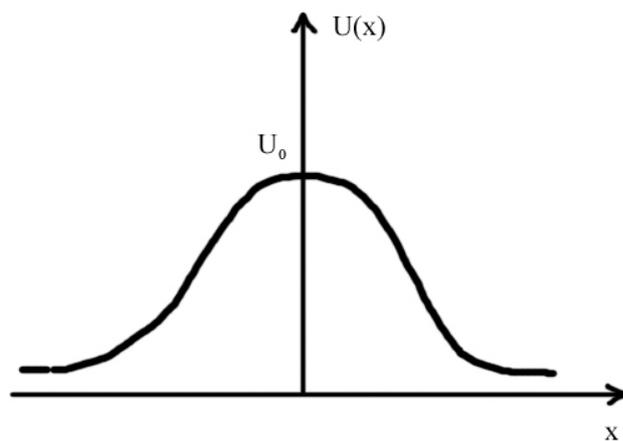


Рис.4

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
а) электрон;	а) электрон;	а) электрон;	а) электрон;
б) $U_0 = 1$ эВ;	б) $U_0 = 0,5$ эВ;	б) $U_0 = 2$ эВ;	б) $U_0 = 4$ эВ;
$E = 0,5$ эВ;	$E = 0,1$ эВ;	$E = 0,01$ эВ;	$E = 3$ эВ;
$\alpha = 1$ нм ⁻¹ .	$\alpha = 10$ нм ⁻¹ .	$\alpha = 1$ нм ⁻¹ .	$\alpha = 2$ нм ⁻¹ .

Литература: [1], с. 105 – 106.

Курсовая работа 6 «Расчет электрического поля около примесного положительного иона»

Задание: а) найти уравнение для электростатического потенциала около примесного иона (положительного иона), окруженного облаком свободных электронов с концентрацией n при условии $e\phi/kT \ll 1$; б) найти радиус экранирования.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
а) электроны;	а) электроны;	а) электроны;
б) $n = 2 \cdot 10^{10}$ см ⁻³ ;	б) $n = 1,7 \cdot 10^{10}$ см ⁻³ ;	б) $n = 1,9 \cdot 10^{10}$ см ⁻³ ;
в) полупроводник – кремний;	в) полупроводник – кремний;	в) полупроводник – кремний;
г) $T = 300$ К.	г) $T = 300$ К.	г) $T = 300$ К.

Вариант 4

а) электроны;

б) $n = 1,8 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$;

в) полупроводник –
кремний;

г) $T = 300 \text{ К}$.

Литература: [2], с. 67 – 68.

Курсовая работа 7 «Расчет коэффициента отражения частицы от прямоугольной потенциальной стенки»

Задание (рис.5): а) найти соотношение для коэффициента отражения частицы от прямоугольной потенциальной стенки; б) энергия частицы $E > U_0$; в) найти коэффициенты отражения и прохождения.

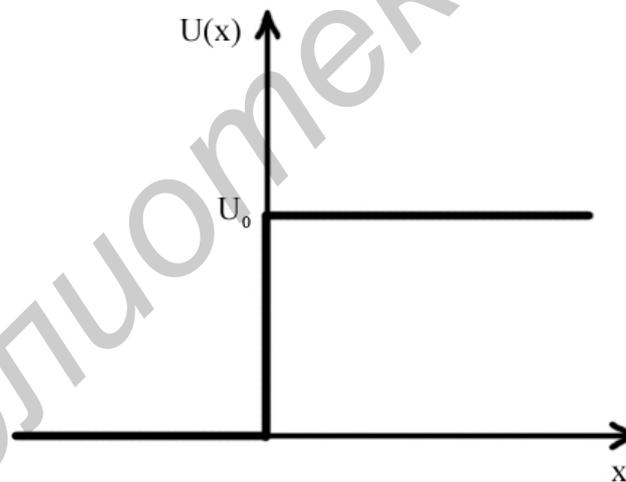


Рис.5

Вариант 1

а) электрон;

б) $U_0 = 1 \text{ эВ}$;

$E = 10 \text{ эВ}$.

Вариант 2

а) электрон;

б) $U_0 = 2 \text{ эВ}$;

$E = 2,2 \text{ эВ}$.

Вариант 3

а) электрон;

б) $U_0 = 5 \text{ эВ}$;

$E = 7 \text{ эВ}$.

Вариант 4

а) электрон;

б) $U_0 = 1 \text{ эВ}$;

$E = 1,1 \text{ эВ}$.

Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7
а) электрон;	а) электрон;	а) электрон;
б) $U_0 = 3$ эВ;	б) $U_0 = 4$ эВ;	б) $U_0 = 5$ эВ;
$E = 3,2$ эВ.	$E = 6$ эВ.	$E = 7$ эВ.

Литература: [1], с. 103.

Курсовая работа 8 «Расчет коэффициента отражения частицы от потенциального барьера»

Задание: а) найти соотношение для коэффициента отражения частицы от прямоугольного потенциального барьера (см. рис.3); б) рассчитать коэффициент отражения при $E = E_1$; в) рассчитать коэффициент отражения при $E = E_2$; г) найти коэффициент прохождения.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
а) электрон;	а) электрон;	а) электрон;
б) $U_0 = 3$ эВ;	б) $U_0 = 1$ эВ;	б) $U_0 = 0,5$ эВ;
$E_1 = 5$ эВ;	$E_1 = 2$ эВ;	$E_1 = 1$ эВ;
$E_2 = 1$ эВ;	$E_2 = 0,5$ эВ;	$E_2 = 0,1$ эВ;
$a = 5$ нм.	$a = 100$ нм.	$a = 1$ нм.

Вариант 4	Вариант 5
а) электрон;	а) электрон;
б) $U_0 = 10$ эВ;	б) $U_0 = 7$ эВ;
$E_1 = 11$ эВ;	$E_1 = 9$ эВ;
$E_2 = 0,01$ эВ;	$E_2 = 0,5$ эВ;
$a = 10$ нм.	$a = 2$ нм.

Литература: [1], с. 103-104.

Курсовая работа 9 «Расчет коэффициента прохождения частицы для потенциальной стенки»

Задание: а) найти соотношение для коэффициента прохождения частицы для потенциальной стенки, определяемой формулой

$$U(x) = U_0 / (1 + e^{-\alpha x});$$

б) найти коэффициенты прохождения и отражения.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
а) электрон;	а) электрон;	а) электрон;	а) электрон;
б) $U_0 = 1$ эВ;	б) $U_0 = 2$ эВ;	б) $U_0 = 5$ эВ;	б) $U_0 = 1$ эВ;
$E = 2$ эВ;	$E = 5$ эВ;	$E = 10$ эВ;	$E = 1,2$ эВ;
$\alpha = 2$ нм ⁻¹ .	$\alpha = 0,2$ нм ⁻¹ .	$\alpha = 0,1$ нм ⁻¹ .	$\alpha = 0,5$ нм ⁻¹ .

Литература: [1], с. 104-105.

Курсовая работа 10 «Расчет коэффициента отражения частицы от колокольного потенциального барьера»

Задание: а) найти соотношение для коэффициента отражения частицы от потенциального барьера (см. рис.4)

$$U = \frac{U_0}{ch^2 \alpha x}, E < U_0;$$

б) рассчитать коэффициент отражения; в) найти коэффициент прохождения.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
а) электрон;	а) электрон;	а) электрон;
б) $U_0 = 2$ эВ;	б) $U_0 = 0,5$ эВ;	б) $U_0 = 1$ эВ;
$E = 1$ эВ;	$E = 0,2$ эВ;	$E = 0,1$ эВ;
$\alpha = 2$ нм ⁻¹ .	$\alpha = 5$ нм ⁻¹ .	$\alpha = 1$ нм ⁻¹ .

Вариант 4

а) электрон;

б) $U_0 = 4$ эВ;

$E = 2$ эВ;

$\alpha = 10$ нм⁻¹.

Вариант 5

а) электрон;

б) $U_0 = 4$ эВ;

$E = 3$ эВ;

$\alpha = 6$ нм⁻¹.

Литература: [1], с. 105-106.

Курсовая работа 11 «Расчет коэффициента прохождения частицы через прямоугольную потенциальную стенку»

Задание: а) найти соотношение для коэффициента прохождения частицы через прямоугольную потенциальную стенку (см. рис.5); б) найти коэффициенты прохождения и отражения.

Вариант 1

а) электрон;

б) $U_0 = 1$ эВ;

$E = 2$ эВ.

Вариант 2

а) электрон;

б) $U_0 = 1,5$ эВ;

$E = 2$ эВ.

Вариант 3

а) электрон;

б) $U_0 = 3$ эВ;

$E = 4$ эВ.

Вариант 4

а) электрон;

б) $U_0 = 2$ эВ;

$E = 2,1$ эВ.

Вариант 5

а) электрон;

б) $U_0 = 4$ эВ;

$E = 5$ эВ.

Литература: [1], с.103.

Курсовая работа 12 «Расчет предельной чувствительности усилителя»

Задание: а) найти соотношение для предельной чувствительности усилителя с большим коэффициентом усиления с резонансным контуром на входе (рис.6); б) рассчитать предельную теоретическую чувствительность.

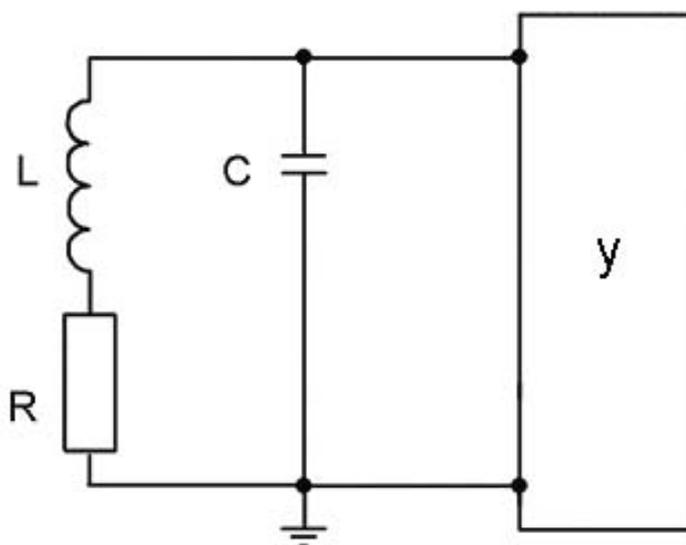


Рис.6

Вариант 1

$T = 300 \text{ K};$

$C = 5000 \text{ пФ.}$

Вариант 2

$T = 273 \text{ K};$

$C = 3000 \text{ пФ.}$

Вариант 3

$T = 350 \text{ K};$

$C = 1500 \text{ пФ.}$

Вариант 4

$T = 400 \text{ K};$

$C = 7000 \text{ пФ.}$

Вариант 5

$T = 320 \text{ K};$

$C = 700 \text{ пФ.}$

Вариант 6

$T = 380 \text{ K};$

$C = 1000 \text{ пФ.}$

Литература: [3], с. 112.

Автор выражает благодарность аспирантке Н.В. Коломейцевой за набор текста данного учебно-методического пособия.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Наука, 1974. – 752 с.
2. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. – М.: Наука, 1973. – 424 с.
3. Васильев А.М. Введение в статистическую физику. – М.: Высш. шк., 1980. – 272 с.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

Абрамов Игорь Иванович

**Задания к курсовым работам по дисциплине
«Квантовая механика и статистическая физика»**

для студентов специальности 41 01 03
«Квантовые информационные системы»
дневной формы обучения

Редактор Т.Н. Крюкова
Компьютерная верстка М.В. Шишло

Подписано в печать 13. 10. 2004.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Печать ризографическая.	Усл. печ. л. 1,05.
Уч.-изд. л. 0,8.	Тираж 100 экз.	Заказ 372.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0133108 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6