**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**

Кафедра ИУ-4

«Проектирование и технология производства ЭС»

Журнал

**практических работ**

по курсу: «Физические основы микроэлектроники»

**Для студентов приборостроительных специальностей**

**20 / учебный год**

Студент Группа

(фамилия, и. о.)

Преподаватель\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Допуск к экзамену (зачету)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Подпись\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(фамилия, и. о.) (число)

Москва

2019

# 

Программа

к учебному плану направления подготовки 551100 (654300)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ,

специальностям

220500 Проектирование и технология электронно-вычислительных средств и

200800 Проектирование и технология радиоэлектронных средств.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Виды учебных работ | Объем работ в часах | | |
|  |  | Всего | 6 сем. |  |
|  | На дисциплину | **144** | **144** |  |
| 1 | Аудиторная работа | **85** | **85** |  |
| 1.1 | - лекции | **51** | **51** |  |
| 1.2 | - семинары | **17** | **17** |  |
| 1.3 | - лабораторные занятия | **17** | **17** |  |
| 1.4 | Самостоятельная работа: | **59** | **59** |  |
|  | Домашние задания: | - | - |  |
|  | Курсовая работа | - | - |  |
|  | Самостоятельное изучение раздела |  |  |  |
| 1.5 | Виды отчетности по дисциплине |  |  |  |
|  | Контрольная работа |  |  |  |
|  | Рубежный контроль |  | РК3 (15) |  |
|  | Зачеты | - | - |  |
|  | Экзамены |  | **экзамен** |  |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Отчет по практической работе № 5**  **«Расчет плотности тока электронов при отсутствии электрического поля в однородном слаболегированных полупроводниках Si, Ge, AsGa, InSb n-типа с использованием MATLAB»** | | | |
| дата | Оценка | Бонус за  сложность | подпись |

Цели работы:

\_Изучение принципов расчета плотности тока электронов при отсутствии электрического поля в однородном слаболегированном полупроводнике, приобретение практических навыков по реализации принципов расчета в среде MATLAB.

Задачи работы:

-знакомство с методикой расчета плотности тока электронов при отсутствии электрического поля в однородном слаболегированном полупроводнике на примере вышеуказанных полупроводников -n типа

-практическая реализация методики в среде MATLAB с получением конкретных числовых результатов.

- найти, плотность диффузионного тока электронов в Si,Ge, AsGa, InSbпри отсутствии электрического поля, пользуясь справочными данными и формулами теоретической части.

**Задание повышенной сложности (бонус за сложность – 2 балла):**

-реализация в среде MATLAB методики расчета плотности тока как электронов, так и дырок при отсутствии электрического поля в однородном слаболегированном полупроводнике с автоматизированным заполнением таблицы результатов с возможностью вывода на печать.

**Краткий конспект теоретической части** (ответы на контрольные вопросы Диффузионный.docx)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Понятие диффузионного тока \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Понятие плотности диффузионного тока и чему она пропорциональна \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Направление течения диффузионного тока дырок по отношению к градиенту концентрации ?  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Направление течения диффузионный тока электронов по отношению к градиенту концентрации?  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Понятие коэффициента диффузии электронов и дырок?  \_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Влияние увеличения коэффициента диффузии на величину диффузионного тока?  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Понятие встроенного поля?  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Формула для расчета диффузионной плотности тока электронов \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Ознакомление с необходимыми справочными данными:  Заряд электрона q=1.6\*1e-19; Кл  Постоянная Больцмана *k =* 1,38\*10-23 Дж/К  Размер области градиента концентрации одинаковый для всех п/п и равен 2\*10-4 см   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Параметр | Обозначение | Si | Ge | GaAs | InSb | | Концентрация электронов при x1=0 мкм при 300К, см-3 | nx1 | 1017 | 1016 | 1016 | 1017 | | Концентрация электронов при x2=2 мкм при300К, см-3 | nx2 | 6\*1016 | 1015 | 1015 | 4\*1016 | | Подвижность ,см2\*В-1\*с-1 | μ | 1000 | 4000 | 7000 | 77000 |   Этапы расчетов и представления результатов \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

**Разработка m.-файла расчета в среде MATLAB**

1. Согласно руководству пользователя запустите программную среду MATLAB, в окне редактора (EDITOR) вбейте первую строку следующего содержания:

% Расчет плотности тока электронов при отсутствии электрического поля в однородном

% слаболегированных полупроводникахSi, Ge, AsGa, InSb n-типа.

Это будет заголовок программного модуля в среде MATLAB.

2. Сохраните .m-файл под вашим именем.

3. Последовательно введите значения справочных данных, соблюдая следующие рекомендуемые обозначения:

% Расчет плотности тока электронов при отсутствии электрического поля в однородном

% слаболегированных полупроводникахSi, Ge, AsGa, InSb n-типа.

k=1.38\*1e-23; %Дж/К - постоянная Больцмана

q=1.6\*1e-19; %Кл - заряд электрона

MnSi = 1000 %см2\*В-1\*с-1 - подвижность электронов

T = 300; %К - температура

n\_Si\_x2 = 6\*1e16; %см-3 - Концентрация электронов при Х2=2мм

n\_Si\_x1 = 1\*1e17; %см-3 - Концентрация электронов при Х1=0мм

delta\_x\_Si = 2\*1e-4; %см

..............

**вместо многоточия необходимо вставить конкретные значения по другим полупроводникам, взятые из справочника.**

4. Введите расчетные формулы, используя следующие обозначения:

delta\_n\_Si- линейный размер зоны изменения градиента концентрацииSi n-типа

Dn= - Градиент изменения концентрации электронов

jn - плотность диффузионного тока электронов

.........................

Аналогично ввести расчетные формулы для Ge, GaAs и InSb.

**При вводе формул обратить особое внимание на необходимость соблюдения размерности всех значений в системе СИ.**

5. Осуществить необходимые расчеты и полученные значения записать в таблицы:

**Т=300К**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Si** | **Ge** | **GaAs** | **InSb** |
| Dn |  |  |  |  |
| Jn, А/м2 | 8.2800e-07 |  |  |  |

6. Построить точечную диаграмму в осях Dn, Jn, на которую нанести значения из таблицы п.5. Каждую точку подписать в виде названия полупроводника его химической формулой.

7. Вклеить или нарисовать полученную диаграмму. Желательно все графические зависимости разместить на одном листе.

Место для вклеивания или рисования диаграммы

8. Вклеить листинг программного кода

Место для вклеивания листинга

Пример листинга программного кода (вклеить свой)

% Расчет плотности тока электронов при отсутствии электрического поля в однородном

% слаболегированных полупроводникахSi, Ge, AsGa, InSb n-типа.

k=1.38\*1e-23; %Дж/К

% 1 Дж = 1 кг·м?/с? = 1 Н·м = 1 Вт·с = Кл·В

q=1.6\*1e-19; %Кл

MnSi = 1000 %см2\*В-1\*с-1

T = 300; %К

n\_Si\_x2 = 6\*1e16; %см-3

n\_Si\_x1 = 1\*1e17; %см-3

delta\_x\_Si = 2\*1e-4; %см % далее преобразовать в метры

delta\_n\_Si = n\_Si\_x1 - n\_Si\_x2% далее результат преобразовать в м-3

Dn=k.\*T.\*MnSi./q/10000 % делим на 10000 чтобы из см перейти в метры

% полученная при расчете размерность Dn - м2/с

jn=q\*Dn\*delta\_n\_Si/10000/delta\_x\_Si/100%делим на 10000 для перехода из

%см в метры и на 10 из см в метры для расстояния delta\_x\_Si

%правильный результат jn= 8.2800e-08 A/м2jn - плотность диффузионного тока

%электронов

.................................................

..................................................

|  |
| --- |
| 9. Сформулируйте выводы по работе |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

#### Контрольные вопросы

1. Какойток называетсядиффузионным?
2. Чему пропорциональна плотность диффузионного тока?
3. В каком направлении течет диффузионный ток дырок, если градиент концентрации имеет направление слева на право?
4. В каком направлении течет диффузионный ток электронов, если градиент концентрации имеет направление слева на право?
5. Что характеризует коэффициент диффузии электронов и дырок?
6. Как влияет увеличение коэффициента диффузии на величину диффузионного тока?
7. Что такое тепловой или температурный потенциал?
8. Какое поле называется встроенным?
9. От каких параметров зависит диффузионный ток электронов?
10. От каких параметров зависит диффузионный ток дырок?

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Андреев В.В., Столяров А.А. Физические основы наноинженерии. - М.: Изд-во МГТУим.Н.Э.Баумана. 2011.
2. Гуртов В.А. Твердотельная электроника.-М.: Техносфера. 2005.
3. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., ГридчинВ.А. Основы наноэлектроники.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000.

4. Шик А.Я., БакуеваЛ.Г., МусихинС.Ф., Рыков С.А. Физика низкоразмерных систем,

СПб, Наука, 2001.

5. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники, СПб, 2003.

6. СтепаненкоИ.П. Основы микроэлектроники: учебное пособие для вузов. − 2-е изд. –

М.: Лаборатория базовых знаний, 2001.

7. СтаросельскийВ.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учебное

пособие. – М.: Юрайт, 2011.

8. Зиненко, В.И. Основы физики твердого тела [Текст]: учеб.пособие для вузов / В.И.

Зиненко, Б.И. Сорокин, Р.И. Турчин. – М.: Издательство физико-

математическойлитературы, 2001. 336с.

9. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника: Учебное пособие для вузов / Под

ред. Н.Д. Федорова. М.: Радио и связь, 2002.

10. ЗегряГ.Г., ПерельВ.И. Основы физики полупроводников. М.: Физматлит, 2009.

Н.А. Афанасьева, Л.П. Булат. Физические основы электроники. Учебное пособие. СПб.:

СПБ ГУНиПТ, 2010. -181с.

11. Андреев В.В., БалмашновА.А., Корольков В.И., Лоза О.Т., МилантьевВ.П. Физическая

электроника и ее современные приложения. Учеб.пособие. М.: РУДН, 2008. – 383 с.