

Демоверсия
Олимпиада для студентов и выпускников вузов – 2014 г.
Направление «Электроника и телекоммуникация»

Профили:

«Инжиниринг в микро и нанoeлектронике»

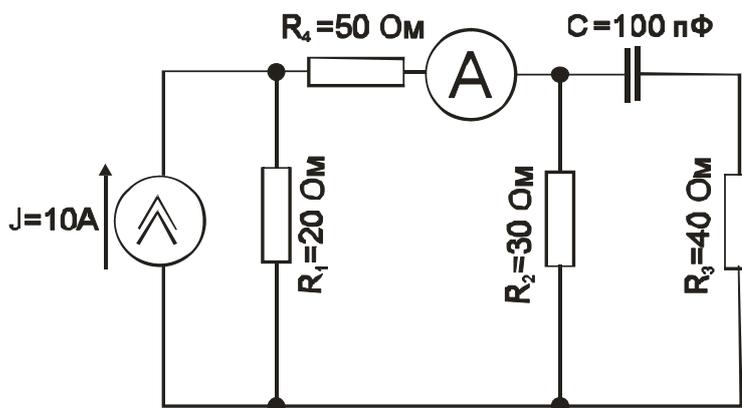
«Измерительные технологии nanoиндустрии»

«Прикладная физика»

Время выполнения задания – 180 мин.

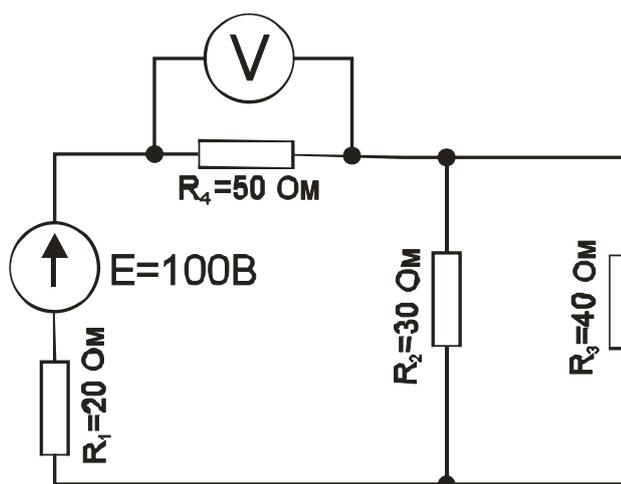
I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Задача №1



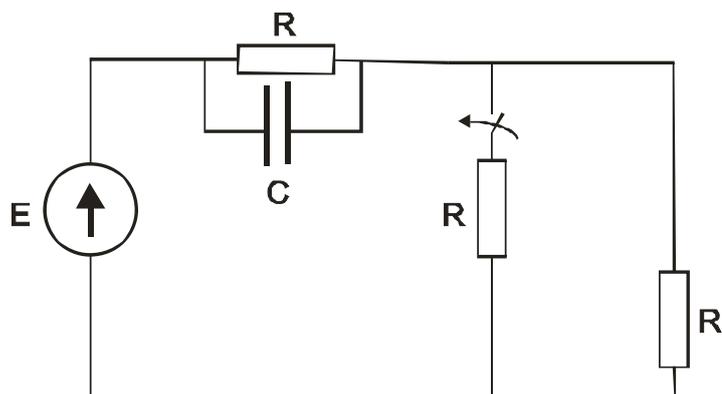
Найти показание амперметра. Решение объяснить.

Задача №2



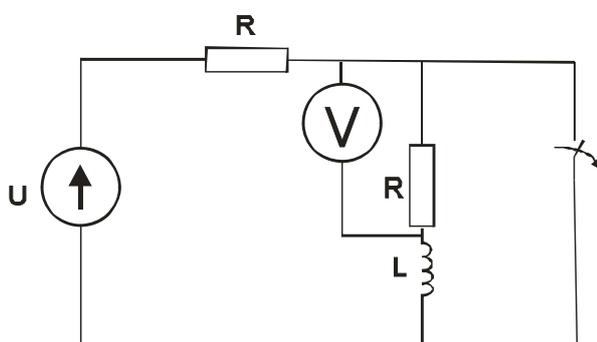
Найти показание вольтметра. Решение объяснить

Задача №3



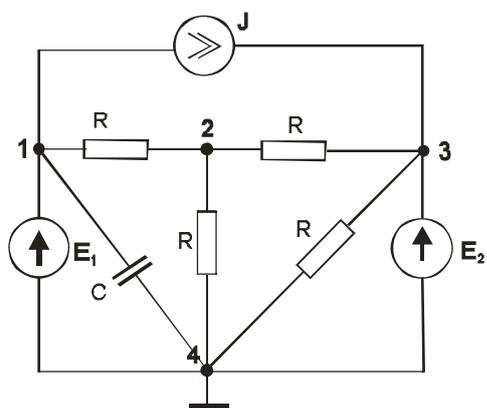
Нарисовать зависимость $U_C(t)$. Решение объяснить

Задача №4



Нарисовать зависимость показаний вольтметра от времени после размыкания ключа. Решение объяснить

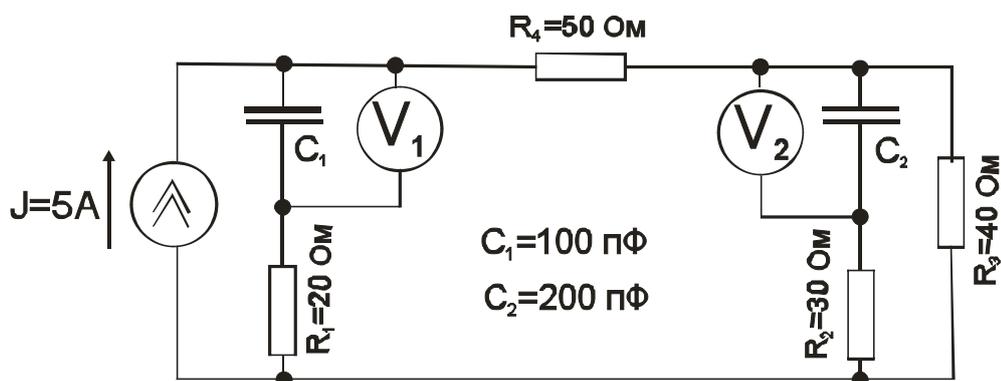
Задача №5



Дано: $E_1 = 5$ В, $E_2 = 20$ В, ток источника тока 2 А, $C = 100$ пФ, $R = 50$ Ом.

Определить разность потенциалов между точками 3 и 4. Решение объяснить

Задача № 6



Найти показания вольтметров. Решение объяснить

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

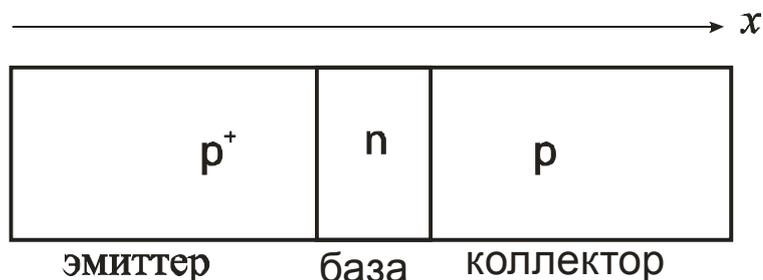
- Предварительные критерии оценивания
- Все задачи общей и специальной части оцениваются в 100 баллов. Каждая задача общей части оценивается из 8 баллов.
- Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний
 1. Общая физика (раздел: электричество: электростатика, напряженность электрического поля, электрический потенциал, напряжение)
 2. Электротехника и электроники (постоянный и переменный ток, переходные процессы, законы Ома, законы Кирхгофа, цепи с нелинейными элементами)
 - Список рекомендуемой литературы по общей части
 1. Трофимова Т.И., Курс физики, М., изд. Цент «Академия», 2012
 2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. – М.: Гардарики, 2007;

II. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В соответствии со своим выбором программы магистерской подготовки выберите и выполните только один из следующих блоков заданий специальной части.

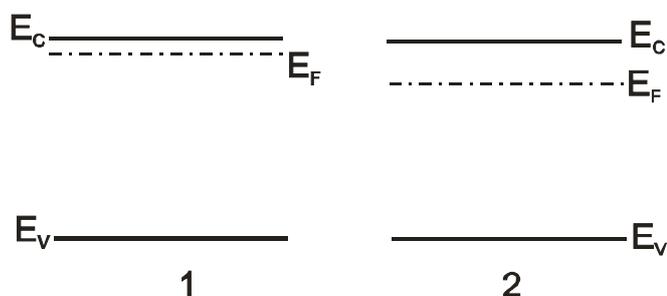
Блок 1. «Инжиниринг в микро и нанoeлектронике»

Задача №1.1



Для данной транзисторной структуры, находящейся в состоянии термодинамического равновесия, нарисовать зависимости плотности объемного заряда и электрического поля от координаты x . Ответ подробно аргументировать

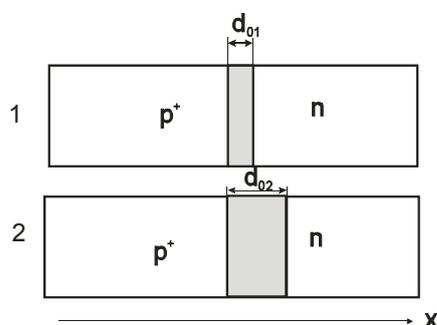
Задача №1.2



На рисунке приведены энергетические диаграммы двух полупроводников при одинаковой температуре. Изобразить качественно на одном графике зависимости логарифма концентрации основных и неосновных свободных носителей заряда от обратной температуры.

Ответ объяснить.

Задача №1.3



Дано: два p^+-n -перехода с разными значениями толщины слоя объемного заряда в состоянии термодинамического равновесия d_0

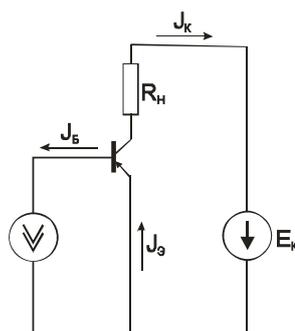
$$d_{01} < d_{02}$$

Сравнить для обоих переходов зависимости плотности объемного заряда и электрического поля от координаты x . Оба перехода находятся в состоянии термодинамического равновесия.

Сравнить также значения напряжения электрического пробоя

Ответ подробно аргументировать

Задача №1.4



Для данной схемы сравнить зависимости $J_K(J_B)$ для двух значений сопротивления нагрузки.

Ответ подробно аргументировать

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- Предварительные критерии оценивания
Каждая задача специальной части оцениваются из 13 баллов.
- Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний
Физика полупроводников (зонная теория, статистика свободных носителей заряда, основные и неосновные носители заряда, равновесные и неравновесные свободные носители заряда, статистика неравновесных носителей заряда, подвижность и электропроводность, время жизни и рекомбинация свободных носителей заряда)
Твердотельная электроника (контакт металл-полупроводник, физические процессы в р-п-переходе, физические процессы в транзисторе)
- Список рекомендуемой литературы
 1. Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М.: Энергоатомиздат, 1985;
 2. О.П. Спиридонов. Физические основы твердотельной электроники. Учебное пособие. М.: Высшая школа, 2008.
 3. В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин, А.Д. Полупроводниковые приборы. СПб.: Лань, 2003.

Блок 2. «Измерительные технологии наноиндустрии»

Задача 2.1.

С помощью мультиметра выполняются косвенные измерения мощности P цепи постоянного тока. Получены показания прибора: сила тока 1,245 А, напряжение 19,78 В. При проведении измерений силы тока был установлен диапазон 2 А, при измерении напряжения – 20В. Класс точности мультиметра в режиме измерения напряжения 0,2/0,1, в режиме измерения силы тока 0,5/0,2. Определите пределы погрешностей прямых и косвенных измерений и запишите результат измерений.

Задача 2.2.

Выполняются измерения постоянного напряжения на выходе источника. Внутреннее сопротивление источника 500 Ом. Класс точности используемого вольтметра нормирован по приведенной погрешности и равен 1,0. Установлен диапазон измерений 3 В. Входное сопротивление вольтметра составляет 50кОм \pm 3%. Получены показания вольтметра: 2,25 В. Определите методическую систематическую погрешность, пределы инструментальной и неисключённой систематической погрешности. Запишите результат измерений с учётом вычисленных составляющих погрешности.

Задача 2.3.

С помощью цифрового амперметра выполнен ряд из 10 наблюдений (мА):

4,663; 4,587; 4,482; 4,866; 4,893; 4,897; 4,906; 4,723; 4,881; 4,657

Выполните обработку результатов измерений (неисключёнными систематическими погрешностями можно пренебречь) и запишите результат измерений при $P_{\text{дов}} = 0,99$.

Задача 2.4.

Проводится исследование 50 образцов для сравнения двух методов обработки. Оценка СКО точности изготовления при использовании 1-го метода составила $\tilde{\sigma}_1 = 5,26$ мкм, 2-го метода – $\tilde{\sigma}_2 = 1,88$ мкм. При уровне значимости $\alpha = 0,1$ оцените, какой метод обработки обеспечивает лучшие показатели. Обоснуйте оценку.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- Предварительные критерии оценивания

Каждая задача специальной части оцениваются из 13 баллов.

- Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний

Метрология (Прямые однократные измерения, косвенные однократные измерения, однократные измерения при наличии систематической погрешности, однократные измерения при наличии систематической и случайной составляющих погрешности, многократные измерения, идентификация закона распределения результатов измерений, проверка результатов измерений на наличие грубых погрешностей).

- Список рекомендуемой литературы

1. В.А. Кузнецов, Г.В. Ялунина. Общая метрология М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
2. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В., Папуловский В.Ф. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 232 с.
3. Артемьев Б.Г. Метрология и метрологическое обеспечение – М.: Стандартинформ, 2010 – 568 с.
4. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: общая теория измерений – Спб.: Питер, 2010.
5. К.К. Ким, Г.Н. Анисимов. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника – Спб.: Питер 2006.

Блок 3. «Прикладная физика»

Задача 3.1.

Определите радиус орбиты искусственного спутника, запущенного в плоскости земного экватора так, что он все время находится в зените над одной и той же точкой земной поверхности.

Задача 3.2.

Одному моллю идеального газа сообщили $Q = 600$ Дж тепла, и его температура увеличилась на $\Delta T = 40$ К. Какую работу совершил газ? Изменялось ли давление газа?

Задача 3.3.

Какой максимальный ток можно измерить, имея два амперметра с пределами $I_1 = 10$ А, и $I_2 = 5$ А и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,02$ Ом и $r_2 = 0,03$ Ом?

Задача 3.4.

В магнитном поле с индукцией $B = 0,05$ Тл находится виток провода радиусом $r = 10$ см и сопротивлением $R = 3,1$ Ом, расположенный перпендикулярно вектору \mathbf{B} . Какой заряд протечет по витку, если поле выключить? Построить график зависимости заряда от радиуса витка.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- Предварительные критерии оценивания
Каждая задача специальной части оцениваются из 13 баллов.
- Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний
 1. Общая физика (раздел: электричество: электростатика, напряженность электрического поля, электрический потенциал, напряжение, механика, термодинамика, магнитное поле)

Список рекомендуемой литературы

1. Трофимова Т.И., Курс физики, М., изд. Цент «Академия», 2012