

**Олимпиада студентов и выпускников «Высшая лига» – 2022 г.
Методические рекомендации и демонстрационная версия заключительного этапа
по направлению «390. Электроника и микроэлектроника»**

Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний

1. Общая физика (раздел электричество: электростатика, напряженность электрического поля, электрический потенциал, напряжение)
2. Физика полупроводников (зонная теория, статистика равновесных и неравновесных носителей заряда, электропроводность, диоды, транзисторы)
3. Электротехника и электроника (постоянный и переменный ток, переходные процессы, законы Ома, законы Кирхгофа, цепи с нелинейными элементами)

Информация о первом (отборочном) этапе

Продолжительность состязания – 90 минут.

Задание первого (отборочного) этапа включает 20 тестовых вопросов с автоматической проверкой ответов. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 5 балла. В сумме участник может набрать 100 баллов.

Информация о втором (заключительном) этапе

Продолжительность состязания – 240 минут.

Все задачи в сумме оцениваются в 100 баллов. Ниже указаны максимальные баллы за каждое задание.

Задачи №1, №2 и №3 каждая оценивается из 5 баллов.

Задача №4 оценивается из 15 баллов.

Задача №5 оценивается из 20 баллов.

Задача №6 и №7 каждая оценивается из 25 баллов.

Указанные баллы начисляются за полностью выполненную задачу и правильно оформленный и аргументированный ответ. Максимальный балл может быть снижен, если задача решена не полностью.

При выполнении заданий можно пользоваться калькулятором любой сложности.

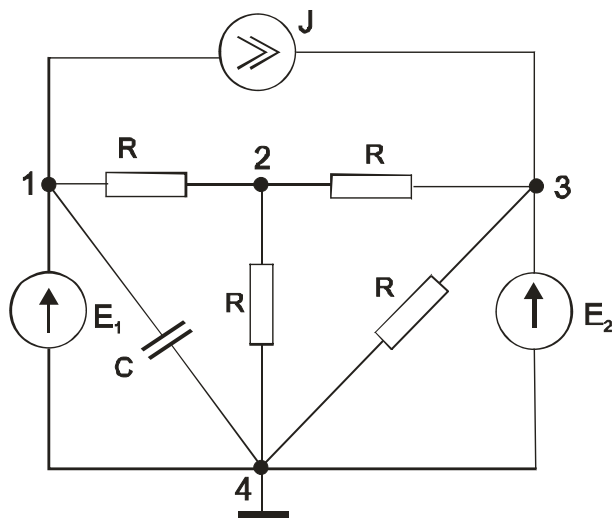
При себе обязательно иметь линейку с миллиметровой шкалой и карандаш для выполнения графических операций.

Список рекомендуемой литературы

1. Трофимова Т.И., Курс физики, М., изд. Цент «Академия», 2012
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. – М.: Гардарики, 2007;
3. В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин, А.Д. Полупроводниковые приборы. СПб.: Лань, 2003.
4. К.В. Шалимова, Физика полупроводников, СПб.: Лань, 2010.

Демонстрационный вариант второго (заключительного) этапа

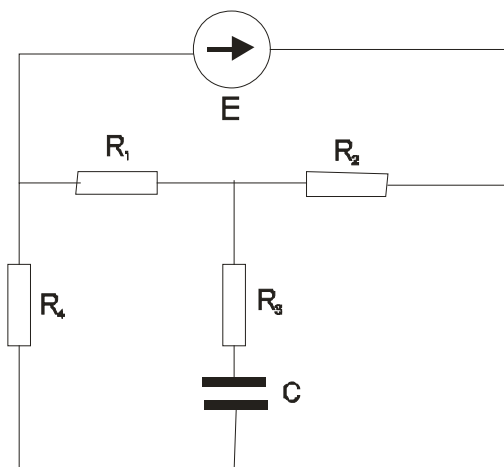
Задача №1 (5 баллов)



Дано: $E_1 = 5 \text{ В}$, $E_2 = 20 \text{ В}$, ток источника тока 2 А , $C = 100 \text{ пФ}$, $R = 50 \text{ Ом}$. Определить разность потенциалов между точками 3 и 4.

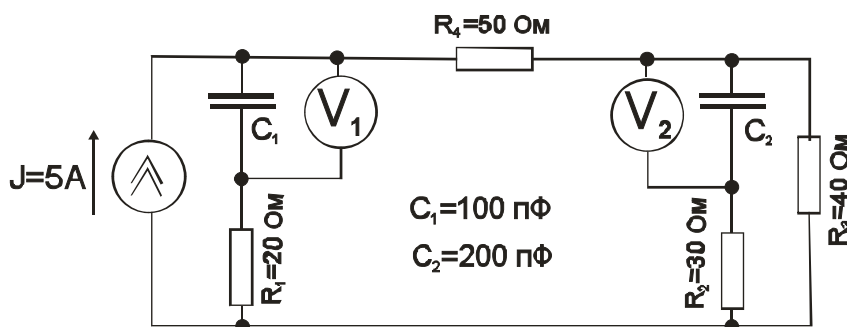
Задача 2 (5 баллов)

Дано: $E = 100 \text{ В}$, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 100 \text{ Ом}$, $C = 200 \text{ пФ}$



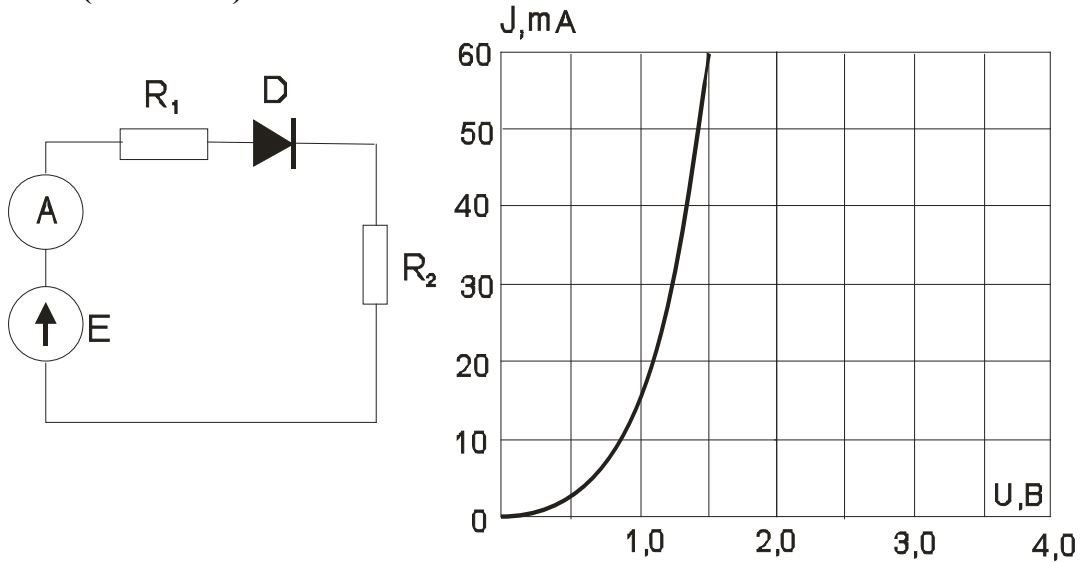
Определить величину заряда на обкладках конденсатора.

Задача №3 (5 баллов)



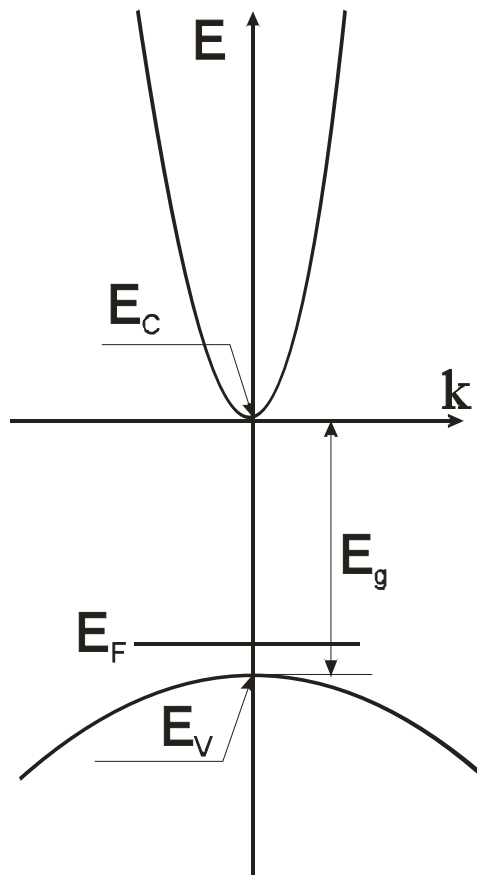
Для данной схемы найти показания вольтметров. Решение объяснить.

Задача №4 (15 баллов)



Дано: $E = 4 \text{ В}$; $R_1 = 20$; $R_2 = 60 \text{ Ом}$ и график реальной вольтамперной характеристики диода. Определить показания амперметра. Решение объяснить.

Задача 5 (20 баллов)

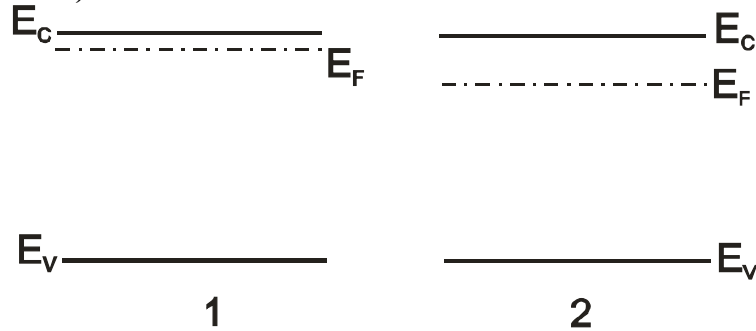


На рисунке изображены дисперсионные зависимости (зависимости полной энергии электрона E от волнового вектора k для зоны проводимости и валентной зоны) для гипотетического полупроводника. Температура полупроводника соответствует области истощения примеси.

1. Нарисовать для этого полупроводника зависимость $\ln(n_0)$ от обратной температуры ($1/T$) для области высоких температур и области истощения типозадающей примеси
2. Сравнить подвижности дырок и электронов (указать, чья подвижность больше и почему)

Ответ подробно аргументировать.

Задача №6 (25 баллов)



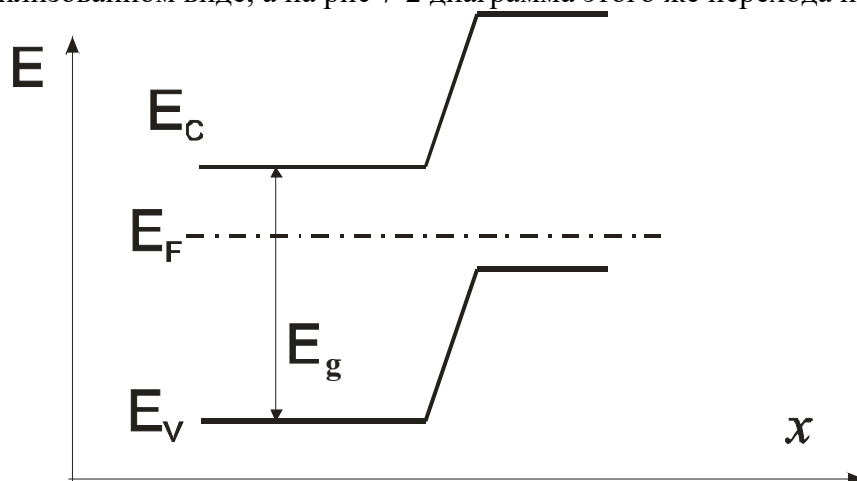
На рисунке приведены энергетические диаграммы двух кремниевых кристаллов при одинаковой температуре. Провести качественное сравнение:

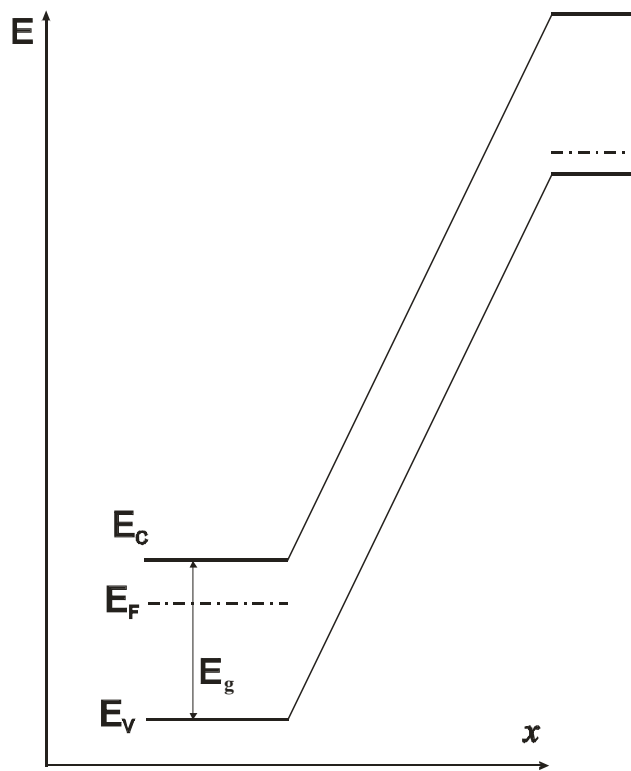
- концентрации свободных электронов
- концентрации свободных дырок
- подвижности электронов
- подвижности дырок
- удельной электропроводности
- времени релаксации импульса электронов и дырок соответственно

Ответы аргументировать.

Задача №7 (25 баллов)

На рисунке 7-1 изображена равновесная энергетическая диаграмма кремниевого р-п-перехода в стилизованном виде, а на рис 7-2 диаграмма этого же перехода под смещением.





1. Определить (примерно) величину и полярность приложенного к этому переходу напряжения.
2. Вклад каких носителей (дырок или электронов) больше в ток насыщения этого перехода.

Ответы должны быть подробно обоснованы (без обоснования ответы не засчитываются)