

## Олимпиада для студентов и выпускников вузов «Высшая лига» – 2021 г.

### Методические рекомендации и демонстрационная версия заключительного этапа по направлению

#### «380. Электроника и нанoeлектроника»

##### 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 25 тестовых вопросов с автоматической проверкой ответов. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 4 балла. В сумме участник может набрать 100 баллов.

##### Информация о втором (заключительном) этапе

Продолжительность состязания – 240 минут.

Олимпиадное задание по направлению «Электроника и нанoeлектроника» включает в себя семь задач.

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.

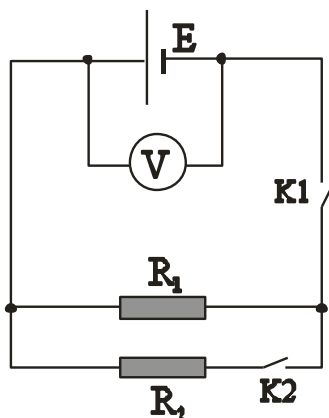
Указанные баллы начисляются за полностью выполненную задачу и правильно оформленный и аргументированный ответ. Максимальный балл может быть снижен, если задача решена не полностью.

При выполнении заданий можно пользоваться калькулятором любой сложности.

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

## Демонстрационный вариант второго (заключительного) этапа

### Задача №1

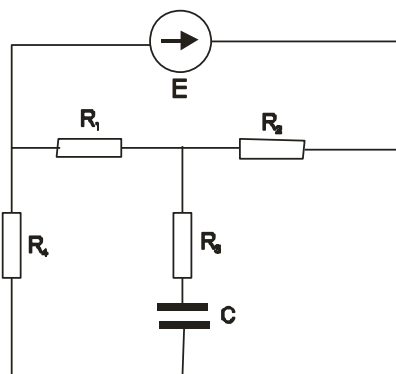


Вольтметр подключен к зажимам батареи с ЭДС 100 В и внутренним сопротивлением  $r = 5$  Ом;  $R_1 = 20$  Ом,  $R_2 = 5$  Ом. Определить показания вольтметра:

- При разомкнутых ключах
- При замкнутом ключе K1
- При замкнутых ключах K1 и K2

### Задача 2

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

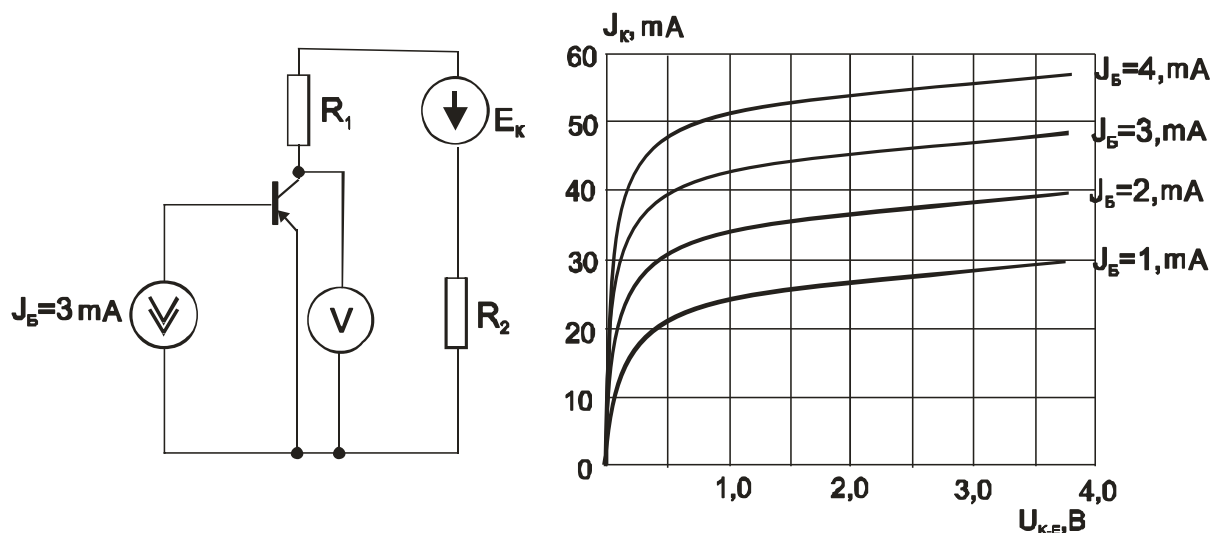


Определить величину заряда на обкладках конденсатора.

### Задача №3

Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено тремя слоями диэлектриков одинаковой толщины  $d = 2$  мм но разной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_1 = 7$ ,  $\epsilon_2 = 2$ ,  $\epsilon_3 = 5$ . Разность потенциалов между обкладками  $U = 200$  В. Построить график зависимости напряженности электрического поля от координаты. Координатная ось перпендикулярна пластинам конденсатора.

### Задача № 4



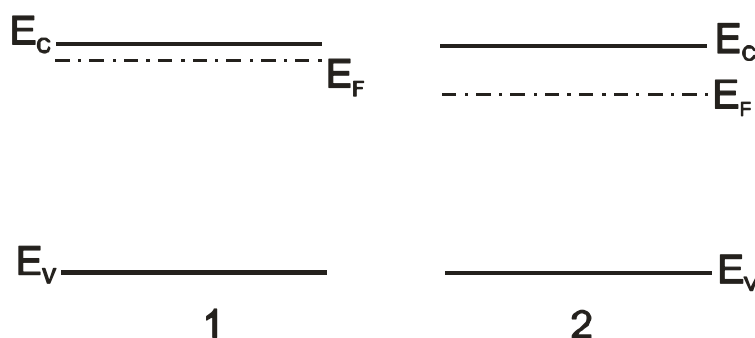
Для схемы, изображенной на рисунке, определить показания вольтметра. Для транзистора известно семейство его выходных характеристик;  $E_k = 4$  В;  $R_1 = 60$  Ом;  $R_2 = 20$  Ом; Решение объяснить

### Задача 5

Имеется два кремниевых выпрямительных диода, выполненных на базе ступенчатых (резких)  $p^+ - n$ -переходов одинаковых геометрических размеров, при комнатной температуре. Напряжение электрического пробоя первого диода больше, чем у второго. Сравнить (на одном графике) вольт-фарядные характеристики (зависимости  $C_{бар}^{-2} = f(V)$ ) для этих диодов.  $C_{бар}$  – барьерная (зарядовая) емкость  $p - n$ -перехода,  $V$  - напряжение смещения.

Ответ объяснить.

### Задача №6

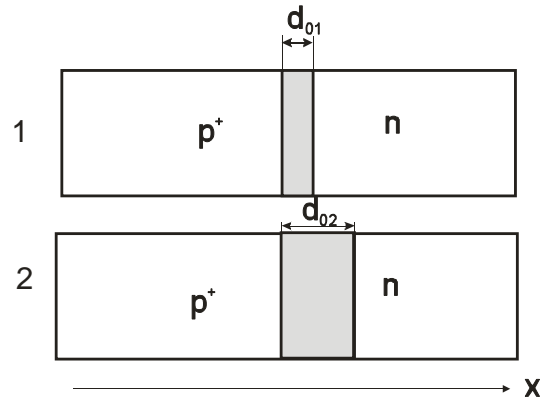


На рисунке приведены энергетические диаграммы двух кремниевых кристаллов при одинаковой температуре. Провести качественное сравнение:

- концентрации свободных электронов
- концентрации свободных дырок
- подвижности электронов
- подвижности дырок
- удельной электропроводности

Ответы аргументировать.

### Задача 7



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  $x$ . Сравнить также значения напряжения электрического пробоя. Ответ подробно аргументировать.

#### Список рекомендуемой литературы для подготовки

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.