

МАГИСТРЫ
Физика сверхпроводниковых и нанoeлектронных устройств

Билет № 1

1. Периодические структуры. Прямая и обратная решётки. Газ свободных электронов. Поверхность Ферми.
2. Заряд квазичастицы в сверхпроводнике. Время релаксации квазичастиц. Физические реализации границы между n- и s-фазами в сверхпроводнике.
3. 2) Определить значения длины когерентности и глубины проникновения $\xi(0)$ и $\lambda(0)$ для Nb.

Билет № 2

1. CMOS микросхемы. Принцип комплементарности. Параметры микросхемы, влияющие на энергопотребление.
2. Одноэлектронные молекулярные и атомные устройства. Оценка размеров и энергетических величин. Характерная энергия размерного квантования и кулоновского взаимодействия.
3. Сверхпроводящий сплав Nb_3Sn имеет $H_{c2} = 16 \text{ T}/\mu_0$ и $\kappa = 23$, $T_c = 16.6 \text{ K}$. Найти первое критическое поле, величины $\xi(8K)$ и $\lambda(8K)$.

Билет № 3

1. Туннелирование между металлами в нормальном и сверхпроводящем состояниях при $T = 0$ (SIN, SIS) структуры. Выражения для туннельного квазичастичного тока. Условия наблюдения Андреевского тока.
2. Одноэлектронный транзистор. Принцип работы. Модуляционные и вольт-амперные характеристики
3. В одноатомном одноэлектронном транзисторе атом, который является зарядовым центром транзистора, содержит всего один энергетический уровень, через который может идти туннельный транспорт, и на котором может находиться только один электрон. Вероятности туннелирования электрона между левым электродом и атомом и правым электродом и атомом составляют 10^{10} и $2 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$, соответственно. Оцените максимальное значение электрического тока через транзистор в амперах. Постройте граф состояний и переходов транзистора. Вероятности туннелирования не зависят от приложенного туннельного напряжения.

Билет № 4

1. Принцип работы сканирующего атомно-силового микроскопа. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Сканирующие элементы (сканеры) зондовых микроскопов
- Термоэлектрические эффекты в сверхпроводниках. Физические характеристики материалов при низких температурах. Электронные термоэффекты. Термоэлектрические эффекты в джозефсоновских переходах.
3. Допированный азотом Nb имеет $H_{c2} = 0.5 \text{ T}/\mu_0$, $\kappa = 1.8$. Вычислить магнитный момент единицы объема NbN в поле $0.1 \text{ T}/\mu_0$.