

Омский Государственный Технический Университет

ОЦЕНКА ИНТЕРВАЛА РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР ОДНОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

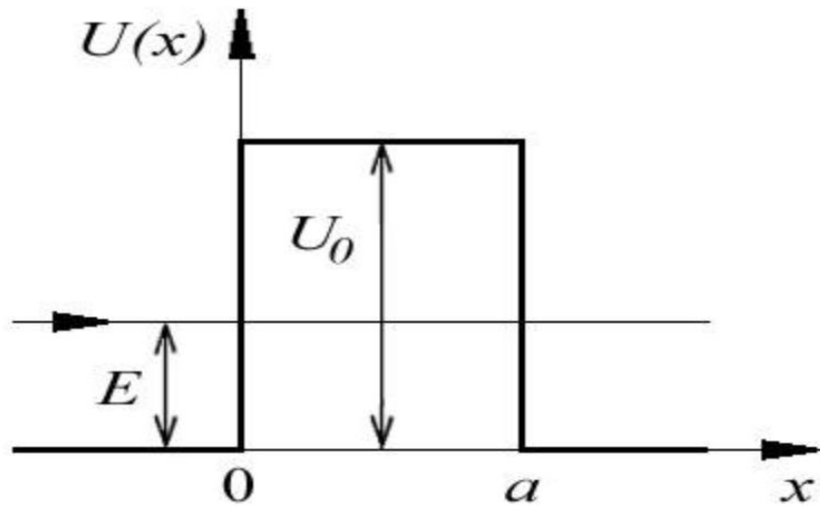
Туймитова М.Н.

Цель

- Объяснение туннельного эффекта и его роли в работе одноэлектронных приборов.

Основные определения

- Одноэлектронные приборы – это устройства, использующие для передачи, хранения и преобразования информации отдельные электроны.
- Прохождение частицы через потенциальный барьер, высота которого превышает энергию частицы, получило название туннельного эффекта.
- Явление отсутствия тока при приложении напряжения к туннельному переходу называется кулоновской блокадой



Одномерный прямоугольный потенциальный барьер: E – энергия частицы, U_0 – потенциальный барьер, x – координата частицы

Уравнения Шредингера:

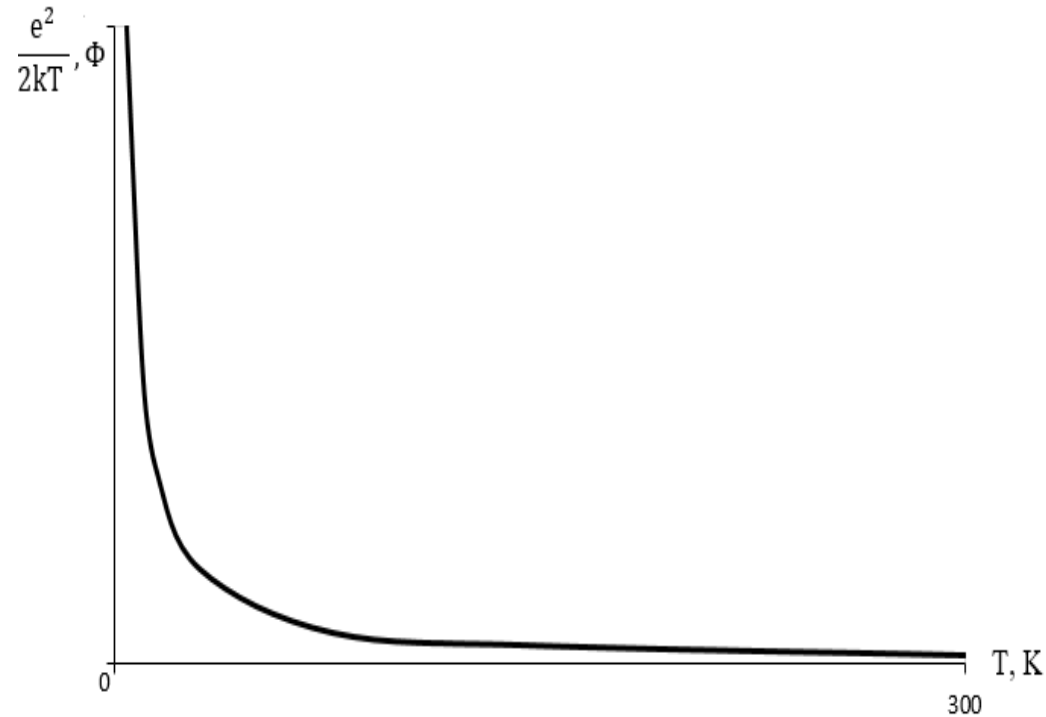
$$D \approx \exp \left\{ -\frac{2a}{h} \sqrt{2m_0(U_0 - E)} \right\}$$

где a – ширина барьера, m_0 – масса частицы, h – постоянная Планка

Изменение энергии

$$\Delta E = \frac{e^2}{2C}$$

где e – заряд электрона, C – емкость туннельного перехода.



Зависимость емкости туннельного перехода от температуры (e – заряд электрона, k - постоянная Больцмана, T - температура)

Т, К	Емкость туннельного перехода, Ф
4,2	$2 \cdot 10^{-16}$
77	$1 \cdot 10^{-17}$
300	$3 \cdot 10^{-18}$

Выводы

- В основе принципа действия одноэлектронных приборов лежит туннельный эффект.
- Согласно результатам расчета интервал рабочих температур таких приборов зависит от технологии изготовления.
- При увеличении значений рабочей температуры геометрические размеры одноэлектронных приборов и емкость туннельного перехода будут уменьшаться
- Комнатной температуре будет соответствовать ширина перехода меньше 3 нм, емкость меньше 10^{-18} Ф.
- В области низких температур емкость туннельного перехода больше 10^{-16} Ф.

Литература

- Алиев А.Р., Ахмедов С.А., Алиев З.А. Туннельный эффект и оценка вероятности предпереходных явлений в области структурных фазовых превращений в кристаллах // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tunnelnyy-effekt-i-otsenka-veroyatnosti-predperehodnyh-yavleniy-v-oblasti-strukturnyh-fazovyh-prevrascheniy-v-kristallah> (дата обращения: 25.10.2023)
- Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика (Нерелятивистская теория). М.: Наука, 1989.
- Д.О. Рынков, В.В. Чеча, А.А. Щука. Одноэлектронные приборы // Нано- и микросистемная техника. 2005. №4. С. 8 – 23.