

Sh.M. O‘rinbayev

*Toshkent Irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti
milliy tadqiqot universiteti assistenti,
sharofiddinurinbaev@gmail.com*

G.E. Nurmetova

*Toshkent tibbiyot akademiyasi assistenti
[+998907249677](tel:+998907249677)*

YARIMO‘TKAZGICHLARDA POTENSIAL TO‘SIQNING TEMPERATURAGA BOG‘LIQLIGINI PHYTON DASTURIDA MODELLASHTIRISH

Abstract: Ushbu maqolada yarimo‘tkazgichlardagi potensial to‘siq balandligining temperaturaga bog‘liqligi va uning modellashtirilishi o‘rganiladi. Potensial to‘siqning temperaturaga bog‘liqligi yarimo‘tkazgich materiallarda ko‘plab muhim elektr xususiyatlarni aniqlashda katta ahamiyatga ega. Bu ishda to‘siq balandligining temperatura o‘zgarishi bilan qanday eksponensial kamayishini ifodalovchi matematik model keltirilgan. Modellashtirish Python dasturlash tili yordamida amalga oshiriladi, bunda parametrlar sifatida to‘siqning boshlang‘ich balandligi, temperaturaga bog‘liqlik koeffitsienti va Boltzman doimiyligidan foydalaniladi. Natijalar potensial to‘siq balandligining temperaturaga eksponensial ravishda bog‘liqligini ko‘rsatuvchi grafik shaklida taqdim etilgan va natijalarning fizik interpretatsiyasi berilgan. Ushbu ish yarimo‘tkazgich qurilmalarning elektr xususiyatlarini aniqlashda va ularni optimallashtirishda foydali bo‘lishi mumkin.

Kalit so‘zlar: yarimo‘tkazgichlar, potensial to‘siq, diodlar, tranzistorlar, phyton

Kirish

Yarimo‘tkazgichlar zamonaviy elektron qurilmalar va texnologiyalar uchun asosiy komponentlar sifatida muhim rol o‘ynaydi. Ular tranzistorlar, diodlar va boshqa elektron elementlar ishlab chiqarish uchun foydalaniladi. Yarimo‘tkazgichlarning ishlash prinsipi ko‘p jihatdan potensial to‘siqlarga bog‘liq bo‘lib, bu to‘siqlar elektron va teshiklarning harakatini belgilaydi. Potensial to‘siqlar yarimo‘tkazgichning elektrofizik xususiyatlarini, shuningdek, uning harorat, bosim va boshqa fizik parametrlar ta‘siriga qanday javob berishini aniqlaydi. Temperatura yarimo‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi va ularning xatti-harakatini o‘zgartirishda muhim omil hisoblanadi. Harorat o‘zgarganda potensial to‘siqlarning o‘zgarishi elektronlarning harakatlanishiga va yarimo‘tkazgich materiallarining xususiyatlariga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Masalan, temperatura oshgan sari, potensial to‘siqlar kamayishi mumkin, bu esa elektronlarning energiya darajalarini o‘zgartiradi va natijada, yarimo‘tkazgichlarining elektr o‘tkazuvchanligini oshiradi.

Ushbu maqolada biz yarimo‘tkazgichlarda potensial to‘siqlarning temperaturaga bog‘liqligini modellashtirish uchun Python dasturlash tilidan foydalanamiz. Arrhenius tenglamasi yordamida potensial to‘siqlarning harorat bilan qanday o‘zgarishini aniqlashga harakat qilamiz va natijada, yarimo‘tkazgichlarning xususiyatlarini tushunishni yaxshilashga yordam beramiz. Buning natijasida, kelajakda yangi yarimo‘tkazgich materiallarini ishlab chiqishda va mavjudlarini takomillashtirishda samarali yondashuvlar yaratish imkonini beruvchi muhim bilimlarga ega bo‘lamiz.

Potensial to‘siq balandligini aniqlash formulasini tushuntirish uchun misollar bilan birga keltiramiz. Potensial to‘siq balandligi ko‘pincha yarimo‘tkazgichlar va boshqa fizik tizimlarda elektr yoki energiya to‘siqlari sifatida qaraladi.

Potensial to‘siq balandligini aniqlash

Potensial to‘siq balandligini hisoblash uchun Arrhenius tenglamasidan foydalanamiz:

$$\varphi(T) = \varphi_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right)$$

Bu yerda:

- $\varphi(T)$ — temperaturaga bog'liq potentsial to'siq balandligi (eV),
- φ_0 — boshlang'ich potentsial to'siq balandligi (eV),
- E_a — aktivatsion energiya (eV),
- k — Boltzmann doimiysi (8.617×10^{-5} eV)
- T — harorat (Kelvin).

Misol 1: Oddiy Hisoblash

Ma'lumotlar:

- Boshlang'ich potentsial to'siq $\varphi_0 = 1.0$ eV
- Aktivatsion energiya $E_a = 0.5$ eV
- Harorat $T = 300$ K

Hisoblash:

$$\varphi(300) = 1.0 \cdot \exp(-0.5/8.617 \times 10^{-5} \cdot 300) \approx 4.04 \times 10^{-9} \text{ eV}$$

Misol 2: Yuqori Harorat

Ma'lumotlar:

- Boshlang'ich potentsial to'siq $\varphi_0 = 1.0$ eV
- Aktivatsion energiya $E_a = 0.5$ eV
- Harorat $T = 600$ K

Hisoblash:

$$\varphi(600) = 1.0 \cdot \exp(-0.5/8.617 \times 10^{-5} \cdot 600) \approx 5.65 \times 10^{-5} \text{ eV}$$

Endi esa bu misollarni phyton dasturi yordamida ishlab turli temperaturalar uchun grafiklarini chizib ko'ramiz va natijalarni tahlil qilamiz. Buning uchun phyton dasturiy ta'minotida quyidagicha dastur yaratamiz.

1. Kutubxonalarni import qilish

numpy: NumPy - raqamli hisoblash uchun ishlatiladigan kutubxona, matematik funksiyalar va massivlar bilan ishlashda qulay.

matplotlib.pyplot: Grafik chizish uchun ishlatiladigan kutubxona. Grafiklar yaratish va ularni ko'rsatish uchun qulay interfeys taqdim etadi.

2. Parametrlarni aniqlash

V_0 : Boshlang'ich potentsial to'siq balandligi. Bu qiymat yarimo'tkazgichning potentsial to'siq balandligini bildiradi.

E_a : Aktivatsion energiya. Yarimo'tkazgichda elektronlar ko'tarilish uchun zarur bo'lgan energiya.

k : Boltzmann doimiysi, ideal gazlar va yarimo'tkazgichlar uchun termodinamik hisoblashlarda ishlatiladi.

3. Potentsial to'siq balandligini hisoblash formulasi

potential_barrier(T): Bu funksiya berilgan harorat T uchun potentsial to'siq balandligini hisoblaydi. Bu yerda eksponensial funksiya TTT haroratiga bog'liq ravishda potentsial to'siqning o'zgarishini ifodalaydi.

4. Harorat oralig'ini aniqlash

np.linspace(100, 600, 500): 100 K dan 600 K gacha bo'lgan 500 nuqta hosil qiladi. Bu nuqtalar harorat oralig'ini ifodalaydi.

V_values: potential_barrier funksiyasidan foydalanib, har bir T uchun potentsial to'siq balandligini hisoblaydi.

5. Grafikni chizish

`plt.figure(figsize=(10, 6))`: Grafikning o'lchamini 10x6 dyuymga belgilaydi.

`plt.plot(T_values, V_values, ...)`: X o'qi bo'yicha temperatura va Y o'qi bo'yicha potentsial to'siq balandligini chizadi.

`plt.title`, `plt.xlabel`, `plt.ylabel`: Grafikga sarlavha va o'qlar uchun nomlar qo'shadi.

`plt.yscale('log')`: Y o'qi logarifmik miqyosta bo'ladi, bu esa eksponensial o'zgarishlarni ko'rsatishda yordam beradi.

`plt.grid(True, ...)`: Grafikda to'rni ko'rsatadi.

`plt.legend()`: Grafikdagi belgilarni ko'rsatadi.

`plt.xlim(100, 600)`: X o'qining chegaralarini belgilaydi.

`plt.show()`: Grafikka chiqadi va ko'rsatadi.

6. Haroratlar uchun hisob-kitob

T_1 va T_2 : 300 K va 600 K uchun harorat qiymatlari.

V_1 va V_2 : Har bir harorat uchun potentsial to'siq balandligini hisoblaydi va natijalarni ekranga chiqaradi. .6f formatida to'liq raqamlar ko'rsatiladi.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Parametrlar
V0 = 1.0 # Boshlang'ich potentsial to'siq (eV)
Ea = 0.5 # Aktivatsion energiya (eV)
k = 8.617e-5 # Boltzmann doimiysi (eV/K)

# Funksiya: Potentsial to'siq balandligini hisoblash
def potential_barrier(T):
    return V0 * np.exp(-Ea / (k * T))

# Harorat oralig'i
T_values = np.linspace(100, 600, 500) # 100 K dan 600 K gacha bo'lgan 500 nuqta
V_values = potential_barrier(T_values) # Har bir T uchun V ni hisoblash

# Grafikni chizish
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(T_values, V_values, color='blue', label="Potentsial to'siq balandligi")
plt.title("Yarimo'tkazgichlarda Potentsial To'siq Balandligining Temperaturaga B")
plt.xlabel("Temperatura (K)")
plt.ylabel("Potentsial To'siq Balandligi (eV)")
plt.yscale('log') # Y o'qida log miqyosdan foydalanamiz
plt.grid(True, which="both", linestyle="--", linewidth=0.5)
plt.legend()
plt.xlim(100, 600)
plt.show()

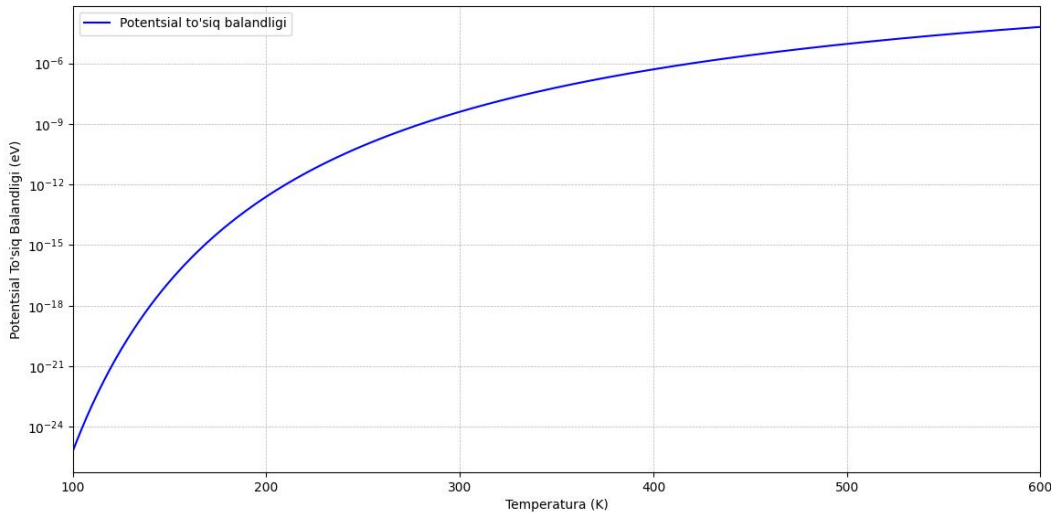
# 300 K va 600 K uchun hisob-kitob
T1 = 300
V1 = potential_barrier(T1)
print(f"300 K da potentsial to'siq balandligi: {V1:.6f} eV")

T2 = 600
V2 = potential_barrier(T2)
print(f"600 K da potentsial to'siq balandligi: {V2:.6f} eV")
```

1-rasm. Potensial to'siqning temperaturaga bog'liqligini modellashtirish uchun dastur simulyatsiyasi.

Ushbu kod yarimo'tkazgichlarda potensial to'siq balandligini temperaturaga bog'liq ravishda hisoblash va grafik ko'rinishida tasvirlash imkonini beradi. Kodni ishga tushirganda, natijalar va grafik orqali potensial to'siq balandligining haroratga bog'liqligini kuzatishingiz mumkin.

Quyidagi rasmda 300 K va 600 K temperaturalarda biz olgan natijani ko'rishingiz mumkin.



2-rasm. Potensial to'siq balandligining temperaturaga bog'liqlik grafiqi

Xulosa

Yarimo'tkazgichlarda potensial to'siq balandligining temperaturaga bog'liqligi asosiy omillardan biri bo'lib, u materialning elektr o'tkazuvchanligini sezilarli darajada belgilaydi. Keltirilgan misollar va hisob-kitoblarga asoslanib quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

- Potensial to'siqning temperaturaga bog'liqligi:** Potensial to'siq balandligi harorat oshishi bilan eksponensial ravishda kamayadi. Bu yarimo'tkazgichdagi elektronlar uchun energetik to'siq kamayishini bildiradi va bu holat materialda zaryad tashuvchilarining harakatlanishi uchun qulay sharoit yaratadi.
- Elektr o'tkazuvchanlik:** Potensial to'siqning pasayishi bilan elektronlarning zaryad tashish imkoniyati ortadi, ya'ni yarimo'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi oshadi. Shu sababli, yarimo'tkazgichli materiallar yuqori haroratlarda o'zlarini yaxshi o'tkazuvchilar sifatida namoyon qilishi mumkin.
- Yarimo'tkazgich qurilmalari uchun amaliy ahamiyati:** Yarimo'tkazgichlar ishlatiladigan elektronik qurilmalarda haroratning material xususiyatlariga ta'sirini oldindan bilish muhim ahamiyatga ega, chunki yuqori haroratda o'tkazuvchanlikning oshishi tranzistorlar va boshqa yarimo'tkazgich qurilmalarining ishlashiga ta'sir ko'rsatadi.
- Ilmiy va texnologik muhimlik:** Potensial to'siq va harorat o'rtasidagi bog'liqlikni modellashtirish yarimo'tkazgichli materiallarning xususiyatlarini oldindan taxmin qilish va ular asosida yuqori samaradorlikka ega yangi materiallarni yaratish imkoniyatini beradi. Shu sababli, bu tadqiqotlar zamonaviy elektronika va yarimo'tkazgich texnologiyalarining rivojlanishiga xizmat qiladi. Umuman olganda, potensial to'siq balandligining haroratga bog'liqligini chuqur tushunish elektronika va yarimo'tkazgichlar sohasida yangi va samarali texnologiyalar yaratishga yo'l ochadi.



Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. M.A.Bobojonova, H.Sh.Rustamov “PYTHON DASTURLASH TILIDA MASALALAR VA UNING YECHIMLARI” o‘quv qo‘llanma
2. С. ЗАЙНОБИДДИНОВ, Х. АКРАМОВ “ЯРИМУТКАЗГИЧЛАР ПАРАМЕТРЛАРИНИ АНИКЛАШ УСУЛЛАРИ” ТОШКЕНТ “УЗБЕКИСТОН” 2001
3. Sh.M. O‘rinbayev, G.E. Nurmetova, R.A.Farxodovich “KIRISHMALI YARIMO‘TKAZGICHLARDA FERMI SATHINI JOYLASHISHINI PHYTON DASTURIY TA‘MINOTIDA MODELLASHTIRISH”
4. Adilova Xalida Shamshetdin qızı, Akimbaev Ruslan Farxodovich, O‘rinbayev Sharofiddin Maksudbay o‘g‘li “SIGNIFICANCE OF SEMICONDUCTORS IN MODERN USE”
5. Adilova Xalida Shamshetdin qızı, Akimbaev Ruslan Farxodovich, O‘rinbayev Sharofiddin Maksudbay o‘g‘li “PRIVATE ATOMS IN METALS”