

Контрольні завдання №1

для студентів ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

7 семестру 4 року навчання

до курсу

Функціональні матеріали нетрадиційної енергетики

Завдання 1: Визначити яка частина акустичних коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.5 T_D$? T_D – температура Дебая.

Задача 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100$ С, $T_2 = 55$ С.

Визначити якийсь матеріал (кремній або германій) досліджувався в експерименті.

Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К), Німеччина – 70 Вт/(м*К).

Завдання 3: Напишіть розподіл Фермі-Дірака . Вважаючи ширину перехідної зони, що дорівнює kT , оцінити частку вільних електронів при $T = 100$ К . $E_F = 3$ еВ.

Завдання 4: Для електропостачання будинку необхідно 150 кВт * год на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 500 Вт на кв. м., визначити площу сонячних батарей із кремнію необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт використовуваного фотоелектричного перетворювача з урахуванням аморфного кремнію напівпровідників - 15% .

Завдання 5: За якої довжини хвилі електромагнітного випромінювання виникне фотопровідність у Німеччині?

Ширина енергетичної щілини у Німеччині $W_g = 0.75$ еВ; $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Завдання 1: Визначити частину “зайнятих” станів акустичних коливань за температури $T = 0.3 T_D$.

Завдання 2: До торця циліндричного кремнієвого образу діаметром 4 см підводиться стала теплова потужність $P = 30$ Вт. Зразок має довжину $l = 1$ див. Визначити температуру на вході, якщо температура навколишнього середовища 20°C . Теплопровідність кремнію $150 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$

Завдання 3: Розрахуйте максимальну кінетичну енергію вільного електрона натрію при абсолютному нулі. Яка максимальна швидкість електрона?

Натрій - ОЦК, постійні грати натрію - $4,28 \text{ \AA}$.

Маса електрона - $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ г}$, $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Завдання 4 : Для електропостачання будинку необхідно $300 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 400 Вт на кв. м. , визначити вартість сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт промислового фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників – 14% . Вартість 1 кв. м. батарей із аморфного кремнію – 1000 євро .

Завдання 5: Визначити ширину забороненої зони за даними вимірів:

1) $T = 97 \text{ C}$, $\sigma = 4,38 \cdot 10^{-3} \text{ 1 / (Ом}\cdot\text{см)}$ 2) $T = 277 \text{ C}$ $\sigma = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1 / (Ом}\cdot\text{см)}$

Вважати ширину забороненої зони незмінною; $k = 8,617 \cdot 10^{-5} \text{ eV / K}$

Завдання 1: Визначити яка частина коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.2 T_D$? T_D – температура Дебая.

Завдання 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100$ С , $T_2 = 55$ С
Визначити матеріал кремній або германій . Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К), Німеччина – 70 Вт/(м*К)

Завдання 3: Напишіть поділ Фермі-Дірака . Вважаючи ширину перехідної зони рівною kT оцінити частку вільних електронів за кімнатної температури використовуючи розподіл Фермі-Дірака. $E_F = 2$ еВ.

Завдання 4: Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 400 Вт на кв. м., визначити площу сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку з місячним споживанням енергії 200 кВт*год. Коефіцієнт використовуваного фотоелектричного перетворювача з урахуванням аморфного кремнію напівпровідників - 14 %.

Завдання 5: Знайти відношення концентрації домішкових носіїв до власного кремнію допированном 1% фосфору при кімнатній температурі.

Ширина забороненої зони Si становить 1,12 еВ. Допований рівень відстань від зони провідності на 0.05 еВ. $k = 8,617 * 10^{-5} \text{ eV} / K$

Завдання 1: Визначити частину “зайнятих” станів акустичних коливань за температури $T = 0.1$ температури Дебая.

Завдання 2: До торця циліндричного образу германієвого діаметром 4 см підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт. Зразок має довжину $l = 1$ див.

Визначити температуру на вході, якщо температура навколишнього середовища 20°C .

Теплопровідність германію – $70 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$

Завдання 3: Обчислити максимальну енергію електронів у міді еВ при абсолютному нулі.

Прийняти, що у кожний атом міді доводиться однією електрону.

Мідь - ГЦК, постійні грати міді - 3.6 \AA .

Маса електрона - $9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Завдання 4: Для електропостачання будинку необхідно $400 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 300 Вт на кв. м., визначити вартість сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт промислового фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників – 14% . Вартість 1 кв. м. батарей із аморфного кремнію – 800 євро .

Завдання 5: За якої довжини хвилі електромагнітного випромінювання виникне фотопровідність у кремнії?

Ширина енергетичної щілини у Німеччині $E_g = 1.1 \text{ eV}$; $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

Завдання 1 : Визначити яка частина коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.5 T_D$?

Завдання 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100^\circ \text{C}$, $T_2 = 55^\circ \text{C}$.
Визначити матеріал кремній або германій .

Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К) , Німеччина – 70 Вт/(м*К)

Завдання 3: Напишіть поділ Фермі-Дірака . Вважаючи ширину перехідної зони рівною kT оцінити частку вільних електронів при $T = 100 \text{ K}$ використовуючи розподіл Фермі-Дірака.
 $E_F = 3 \text{ eV}$.

Завдання 4: Вважаючи потік сонячних променів на кв. м, 500 Вт на кв. м. , визначити площу сонячних батарей з кремнію (арсеніду галію) необхідну для електропостачання будинку із споживанням енергії 200 кВт*годину на місяць.

Вважати коефіцієнт фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників - 20%, арсеніду галію - 30%

Завдання 5: Знайти відношення концентрації домішкових носіїв до власного кремнію допированном 0.5% бору при кімнатній температурі.

Ширина забороненої зони Si становить $1,12 \text{ eV}$. Допований рівень відстань від зони провідності на 0.06 eV . $k = 8,617 * 10^{-5} \text{ eV / K}$.

Завдання 1: Визначити яка частина акустичних коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.5 T_D$? T_D – температура Дебая.

Задача 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100$ С, $T_2 = 55$ С.

Визначити якийсь матеріал (кремній або германій) досліджувався в експерименті. Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К), Німеччина – 70 Вт/(м*К).

Завдання 3: Напишіть розподіл Фермі-Дірака . Вважаючи ширину перехідної зони, що дорівнює kT , оцінити частку вільних електронів при $T = 100$ К . $E_F = 3$ еВ.

Завдання 4: Для електропостачання будинку необхідно 150 кВт * год на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 500 Вт на кв. м., визначити площу сонячних батарей із кремнію необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт використовуваного фотоелектричного перетворювача з урахуванням аморфного кремнію напівпровідників - 15% .

Завдання 5: За якої довжини хвилі електромагнітного випромінювання виникне фотопровідність у Німеччині?

Ширина енергетичної щілини у Німеччині $W_g = 0.75$ еВ; $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Завдання 1: Визначити частину “зайнятих” станів акустичних коливань за температури $T = 0.3 T_D$.

Завдання 2: До торця циліндричного кремнієвого образу діаметром 4 см підводиться стала теплова потужність $P = 30$ Вт. Зразок має довжину $l = 1$ див.

Визначити температуру на вході, якщо температура навколишнього середовища 20°C .

Теплопровідність кремнію $150 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$

Завдання 3: Розрахуйте максимальну кінетичну енергію вільного електрона натрію при абсолютному нулі. Яка максимальна швидкість електрона?

Натрій - ОЦК, постійні грати натрію - $4,28 \text{ \AA}$.

Маса електрона - $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ г}$, $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Завдання 4 : Для електропостачання будинку необхідно $300 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 400 Вт на кв. м. , визначити вартість сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт промислового фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників – 14% . Вартість 1 кв. м. батарей із аморфного кремнію – 1000 євро .

Завдання 5: Визначити ширину забороненої зони за даними вимірів:

1) $T = 97 \text{ C}$, $\sigma = 4,38 \cdot 10^{-3} \text{ 1 / (Ом}\cdot\text{см)}$ 2) $T = 277 \text{ C}$ $\sigma = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1 / (Ом}\cdot\text{см)}$

Вважати ширину забороненої зони незмінною; $k = 8,617 \cdot 10^{-5} \text{ eV / K}$

Завдання 1: Визначити яка частина коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.2 T_D$? T_D – температура Дебая.

Завдання 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100$ С , $T_2 = 55$ С
Визначити матеріал кремній або германій . Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К), Німеччина – 70 Вт/(м*К)

Завдання 3: Напишіть поділ Фермі-Дірака . Вважаючи ширину перехідної зони рівною kT оцінити частку вільних електронів за кімнатної температури використовуючи розподіл Фермі-Дірака. $E_F = 2$ еВ.

Завдання 4: Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 400 Вт на кв. м., визначити площу сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку з місячним споживанням енергії 200 кВт*год. Коефіцієнт використовуваного фотоелектричного перетворювача з урахуванням аморфного кремнію напівпровідників - 14 %.

Завдання 5: Знайти відношення концентрації домішкових носіїв до власного кремнію допированном 1% фосфору при кімнатній температурі.

Ширина забороненої зони Si становить 1,12 еВ. Допований рівень відстань від зони провідності на 0.05 еВ. $k = 8,617 * 10^{-5}$ eB / K

Завдання 1: Визначити частину “зайнятих” станів акустичних коливань за температури $T = 0.1$ температури Дебая.

Завдання 2: До торця циліндричного образу германієвого діаметром 4 см підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт. Зразок має довжину $l = 1$ див.

Визначити температуру на вході, якщо температура навколишнього середовища 20°C .

Теплопровідність германію – $70 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$

Завдання 3: Обчислити максимальну енергію електронів у міді еВ при абсолютному нулі. Прийняти, що у кожний атом міді доводиться однією електрону.

Мідь - ГЦК, постійні грати міді - 3.6 \AA .

Маса електрона - $9.1 \cdot 10^{-28} \text{ г}$, $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $1 \text{ еВ} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Завдання 4: Для електропостачання будинку необхідно $400 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 300 Вт на кв. м., визначити вартість сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт промислового фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників – 14% . Вартість 1 кв. м. батарей із аморфного кремнію – 800 євро .

Завдання 5: За якої довжини хвилі електромагнітного випромінювання виникне фотопровідність у кремнії?

Ширина енергетичної щілини у Німеччині $W_g = 1.1 \text{ еВ}$; $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$.

Завдання 1 : Визначити яка частина коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.5 T_D$?

Завдання 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100^\circ \text{C}$, $T_2 = 55^\circ \text{C}$.
Визначити матеріал кремній або германій .

Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К) , Німеччина – 70 Вт/(м*К)

Завдання 3: Напишіть поділ Фермі-Дірака . Вважаючи ширину перехідної зони рівною kT оцінити частку вільних електронів при $T = 100 \text{ K}$ використовуючи розподіл Фермі-Дірака.
 $E_F = 3 \text{ eV}$.

Завдання 4: Вважаючи потік сонячних променів на кв. м, 500 Вт на кв. м. , визначити площу сонячних батарей з кремнію (арсеніду галію) необхідну для електропостачання будинку із споживанням енергії 200 кВт*годину на місяць.

Вважати коефіцієнт фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників - 20% , арсеніду галію - 30%

Завдання 5: Знайти відношення концентрації домішкових носіїв до власного кремнію допированном 0.5% бору при кімнатній температурі.

Ширина забороненої зони Si становить $1,12 \text{ eV}$. Допований рівень відстань від зони провідності на 0.06 eV . $k = 8,617 * 10^{-5} \text{ eV / K}$.

Завдання 1: Визначити яка частина акустичних коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.5 T_D$? T_D – температура Дебая.

Задача 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100$ С, $T_2 = 55$ С.

Визначити якийсь матеріал (кремній або германій) досліджувався в експерименті. Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К), Німеччина – 70 Вт/(м*К).

Завдання 3: Напишіть розподіл Фермі-Дірака . Вважаючи ширину перехідної зони, що дорівнює kT , оцінити частку вільних електронів при $T = 100$ К . $E_F = 3$ еВ.

Завдання 4: Для електропостачання будинку необхідно 150 кВт * год на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 500 Вт на кв. м., визначити площу сонячних батарей із кремнію необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт використовуваного фотоелектричного перетворювача з урахуванням аморфного кремнію напівпровідників - 15% .

Завдання 5: За якої довжини хвилі електромагнітного випромінювання виникне фотопровідність у Німеччині?

Ширина енергетичної щілини у Німеччині $W_g = 0.75$ еВ; $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Завдання 1: Визначити частину “зайнятих” станів акустичних коливань за температури $T = 0.3 T_D$.

Завдання 2: До торця циліндричного кремнієвого образу діаметром 4 см підводиться стала теплова потужність $P = 30$ Вт. Зразок має довжину $l = 1$ див.

Визначити температуру на вході, якщо температура навколишнього середовища 20°C .

Теплопровідність кремнію $150 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$

Завдання 3: Розрахуйте максимальну кінетичну енергію вільного електрона натрію при абсолютному нулі. Яка максимальна швидкість електрона?

Натрій - ОЦК, постійні грати натрію - $4,28 \text{ \AA}$.

Маса електрона - $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ г}$, $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Завдання 4 : Для електропостачання будинку необхідно $300 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 400 Вт на кв. м. , визначити вартість сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт промислового фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників – 14% . Вартість 1 кв. м. батарей із аморфного кремнію – 1000 євро .

Завдання 5: Визначити ширину забороненої зони за даними вимірів:

1) $T = 97 \text{ C}$, $\sigma = 4,38 \cdot 10^{-3} \text{ 1 / (Ом}\cdot\text{см)}$ 2) $T = 277 \text{ C}$ $\sigma = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1 / (Ом}\cdot\text{см)}$

Вважати ширину забороненої зони незмінною; $k = 8,617 \cdot 10^{-5} \text{ eV / K}$

Завдання 1: Визначити яка частина коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.2 T_D$? T_D – температура Дебая.

Завдання 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100$ С , $T_2 = 55$ С
Визначити матеріал кремній або германій . Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К), Німеччина – 70 Вт/(м*К)

Завдання 3: Напишіть поділ Фермі-Дірака . Вважаючи ширину перехідної зони рівною kT оцінити частку вільних електронів за кімнатної температури використовуючи розподіл Фермі-Дірака. $E_F = 2$ еВ.

Завдання 4: Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 400 Вт на кв. м., визначити площу сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку з місячним споживанням енергії 200 кВт*год. Коефіцієнт використовуваного фотоелектричного перетворювача з урахуванням аморфного кремнію напівпровідників - 14 %.

Завдання 5: Знайти відношення концентрації домішкових носіїв до власного кремнію допированном 1% фосфору при кімнатній температурі.

Ширина забороненої зони Si становить $1,12$ еВ. Допований рівень відстань від зони провідності на 0.05 еВ. $k = 8,617 * 10^{-5}$ еВ / К

Завдання 1: Визначити частину “зайнятих” станів акустичних коливань за температури $T = 0.1$ температури Дебая.

Завдання 2: До торця циліндричного образу германієвого діаметром 4 см підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт. Зразок має довжину $l = 1$ див.

Визначити температуру на вході, якщо температура навколишнього середовища 20°C .

Теплопровідність германію – $70 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$

Завдання 3: Обчислити максимальну енергію електронів у міді еВ при абсолютному нулі. Прийняти, що у кожний атом міді доводиться однією електрону.

Мідь - ГЦК, постійні грати міді - 3.6 \AA .

Маса електрона - $9.1 \cdot 10^{-28} \text{ г}$, $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $1 \text{ еВ} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Завдання 4: Для електропостачання будинку необхідно $400 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ на місяць.

Вважаючи середній потік сонячних променів на кв. м, 300 Вт на кв. м., визначити вартість сонячних батарей з кремнію, необхідну для електропостачання будинку.

Коефіцієнт промислового фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників – 14% . Вартість 1 кв. м. батарей із аморфного кремнію – 800 євро .

Завдання 5: За якої довжини хвилі електромагнітного випромінювання виникне фотопровідність у кремнії?

Ширина енергетичної щілини у Німеччині $W_g = 1.1 \text{ еВ}$; $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$.

Завдання 1 : Визначити яка частина коливань буде "виморожена" при температурі $T = 0.5 T_D$?

Завдання 2: В експериментальній установці вимірювання теплопровідності підводиться постійна теплова потужність $P = 30$ Вт до торця циліндричного образу діаметром 2 см. Зразок має довжину $l = 7$ см. Після встановлення стаціонарного процесу відведення тепла були вимірювані температури двох кінців зразка. $T_1 = 100^\circ \text{C}$, $T_2 = 55^\circ \text{C}$.
Визначити матеріал кремній або германій.

Теплопровідність кремнію 150 Вт/(м*К) , Німеччина – 70 Вт/(м*К)

Завдання 3: Напишіть поділ Фермі-Дірака. Вважаючи ширину перехідної зони рівною kT оцінити частку вільних електронів при $T = 100 \text{ К}$ використовуючи розподіл Фермі-Дірака.
 $E_F = 3 \text{ еВ}$.

Завдання 4: Вважаючи потік сонячних променів на кв. м, 500 Вт на кв. м. , визначити площу сонячних батарей з кремнію (арсеніду галію) необхідну для електропостачання будинку із споживанням енергії 200 кВт*годину на місяць.

Вважати коефіцієнт фотоелектричного перетворення батарей на основі кремнієвих напівпровідників - 20%, арсеніду галію - 30%

Завдання 5: Знайти відношення концентрації домішкових носіїв до власного кремнію допированном 0.5% бору при кімнатній температурі.

Ширина забороненої зони Si становить $1,12 \text{ еВ}$. Допований рівень відстань від зони провідності на 0.06 еВ . $k = 8,617 * 10^{-5} \text{ еВ / К}$.