

Лабораторна робота №3 - Розгалуження

Мета роботи: отримання практичних навичок з розробки програм, що реалізують алгоритми з розгалуженням.

До цього ми розглядали ситуації, коли обчислення результату функцій відбувалося без розгляду варіантів. Це можливий, але порівняно рідкісний випадок в програмуванні. Існує дуже багато завдань, де доводиться розглядати різні варіанти, і для цієї мети у мовах програмування існують конструкції *розгалуження*.

Максимум з двох

У якості простого прикладу розглянемо функцію, результат якої дорівнює найбільшому з її параметрів.

```
fun max(m: Int, n: Int) = if (m > n) m else n
```

KOTLIN

Тут **if..else** — *оператор* або *конструкція* розгалуження, перекладається з англійської як **якщо..інакше**. Після ключового слова **if** в дужках іде умова розгалуження $m > n$. Якщо умова *істинна*, в якості результату використовується вираз одразу за умовою розгалуження, в даному випадку m . Якщо ж умова *хибна*, використовується вираз після ключового слова **else**, в даному випадку n . Конструкцію можна прочитати як "Якщо $m > n$, (то) m , інакше n ". Функція `max`, аналогічна наведеним, існує в стандартній бібліотеці мови Kotlin.

Кількість коренів квадратного рівняння

Розглянемо більш складний приклад. Наступна функція обчислює *кількість* коренів квадратного рівняння

$$ax^2 + bx + c = 0$$

Нагадаємо, що квадратне рівняння має два корні, якщо його дискримінант більше 0, один корінь, якщо дискримінант дорівнює 0, і ноль коренів в іншому випадку. Для реалізації цього алгоритму слід спочатку розрахувати дискримінант, а потім застосувати конструкцію **if..else**. Функція мовою Kotlin може бути записана так:

```
fun quadraticRootNumber(a: Double, b: Double, c: Double): Int {  
    // Застосовуємо готову функцію з попередньої роботи  
    val d = discriminant(a, b, c)  
    // Для порівняння на рівність застосовуємо ==  
    return if (d > 0.0) 2 else if (d == 0.0) 1 else 0  
}
```

KOTLIN

Тут ми застосували запис функції у вигляді блоку та використали проміжну змінну `d`. Останній рядок функції читається як "повернути: якщо $d > 0.0$, (то) 2, інакше, якщо $d = 0.0$, (то) 1, інакше 0". Зверніть увагу на можливість так званого "каскадного" запису конструкції **if..else** у вигляді **if..else if..else if..else if..else** (з необмеженою кількістю проміжних елементів).

Операції порівняння

В обох прикладах в умовах ми використовували *операції порівняння*. Таких операцій є вісім:

- $>$ Строго більше;
- $>=$ Більше або дорівнює, аналог математичного \geq

- < Строго менше;
- <= менше або дорівнює, аналог математичного \leq
- $x \in a..b$ належить інтервалу від a до b , аналог математичного $a \leq x \leq b$;
- $x \notin a..b$ НЕ належить інтервалу від a до b ;
- != Не дорівнює, аналог математичного \neq
- == дорівнює (використовується два знака рівності, щоб не плутати дану операцію з ініціалізацією / обчисленням результату =).

Операції == та != в Kotlin застосовні для порівняння аргументів довільних типів. Зокрема, дозволяється порівнювати на рівність рядки - вони рівні, якщо мають рівну довжину, і відповідні їх символи збігаються: "abc" != "cba".

Решта операції застосовні тільки в тому випадку, якщо для аргументів визначена спеціальна функція порівняння compareTo - детальніше така функція розглядатиметься у наступних роботах. Наразі, нам доведеться застосовувати їх тільки для числових типів.

Математично, результат всіх операцій порівняння належить до типу Boolean, що має рівно два можливих значення: **true**, **false**.

Таблична форма розгалужень (when)

Каскадний запис **if..else if..else** часто можна представити більш витончено в табличній формі, використовуючи конструкцію **when** (коли). Для прикладу quadraticRootNumber це робиться так:

```
fun quadraticRootNumber(a: Double, b: Double, c: Double): Int {
    // Застосовуємо готову функцію з попередньої роботи
    val d = discriminant(a, b, c)
    // Для порівняння на рівність застосовуємо ==
    return when {
        d > 0.0 -> 2
        d == 0.0 -> 1
        else -> 0
    }
}
```

KOTLIN

Конструкція **when** складається з послдовності **записів** вигляду умова -> результат. В останньому запису умова замінюється на ключове слово **else** (інакше).

Частий випадок застосування **when** — ситуація, коли один й той самий вираз необхідно послдовно порівняти на рівність з кількома іншими. Для прикладу, розглянемо задачу формування словесної нотації для оцінки. Згідно існуючих домовленостей, оцінка "5" записується як "відмінно", "4" як "добре", "3" як "задовільно" і "2" як "незадовільно". Представимо подібне перетворення у вигляді функції мовою Kotlin, використовуючи **when**:

```
fun gradeNotation(grade: Int): String = when (grade) {
    5 -> "відмінно"
    4 -> "добре"
    3 -> "задовільно"
    2 -> "незадовільно"
    else -> "неіснуюча оцінка $grade"
}
```

KOTLIN

Ця функція приймає на вхід цілочисельну оцінку (grade) та формує на виході відповідний до неї рядок. Рядки в Kotlin мають тип String та записуються у подвійних лапках.

Для перевірки можливого значення `grade` ми використовуємо конструкцію `when (grade)`, в якій воно послідовно порівнюється з 5, 4, 3 та 2. Зверніть увагу, що в нашому запису **when** є ще і п'ятий випадок (`else`). Його присутність необхідна, оскільки функція повинна знати, який результат їй треба повертати на вихід, для будь-якого припустимого значення входу (в даному випадку це тип `Int` з його діапазоном допустимих значень). Строго кажучи, гілка **else** тут відповідає помилковій ситуації, яка може передбачати спеціальне опрацювання — но про це пізніше. В функції `gradeNotation` в такій ситуації ми формуємо рядок "неіснуюча оцінка", дописуючи до неї значення переданої оцінки, наприклад: "неіснуюча оцінка 0".

Логічні функції та операції

Умова в операторі **if** часто, в свою чергу обчислюється за допомогою функції з результатом типу `Boolean`. Нехай, наприклад, є коло на площині з центром в точці (x_0, y_0) і радіусом r , а також точка на площині з координатами (x, y) . Необхідно визначити, чи лежить точка всередині кола. Особливість даного завдання в тому, що у нього є тільки дві відповіді: ТАК чи НІ, або, більш формально, ІСТИННО (`true`) або ХИБНЕ (`false`).

Для вирішення даного завдання необхідно скористатися нерівністю кола:

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \leq r^2$$

Якщо точка (x, y) задовольняє цій нерівності, то вона лежить всередині кола, якщо ж ні, то вона знаходиться зовні. Функція дуже проста і записується так:

```
fun pointInsideCircle(x: Double, y: Double, x0: Double, y0: Double, r: Double) =  
    sqrt(x - x0) + sqrt(y - y0) <= sqrt(r)
```

KOTLIN

Тут знову використовується функція `sqrt` з попередньої роботи для обчислення квадратів чисел. Тип результату функції `pointInsideCircle` — `Boolean`. При написанні тестових функцій для неї зручно використовувати готові функції `assertTrue` і `assertFalse`, наприклад:

```
@Test  
fun pointInsideCircle() {  
    // (1, 1) inside circle: center = (0, 0), r = 2  
    assertTrue(pointInsideCircle(1.0, 1.0, 0.0, 0.0, 2.0))  
    // (2, 2) NOT inside circle: center = (0, 0), r = 2  
    assertFalse(pointInsideCircle(2.0, 2.0, 0.0, 0.0, 2.0))  
}
```

KOTLIN

Обидві функції мають один параметр типу `Boolean`. `assertTrue` (перевірити на істину) призводить до невдалого результату тесту, якщо її аргумент дорівнює **false**, та продовжує виконання тесту, якщо він дорівнює **true**. `assertFalse` (перевірити на хибність) працює з точністю до навпаки.

Функцію `pointInsideCircle`, в свою чергу можна використовувати для розв'язання більш складних задач. Наприклад, умова приналежності точки **перетину** або **об'єднанню** двох кіл може виглядати так:

```
// Фрагмент програми...
val x = 0.5
val y = 0.5
// Перетин: логічне І
if (pointInsideCircle(x, y, 0.0, 0.0, 1.0) && pointInsideCircle(x, y, 1.0, 1.0, 1.0)) {
    //...
}
// Об'єднання: логічне АБО
if (pointInsideCircle(x, y, 0.0, 0.0, 1.0) || pointInsideCircle(x, y, 1.0, 1.0, 1.0)) {
    //...
}
// Не належить
if (!pointInsideCircle(x, y, 0.0, 0.0, 1.0)) {
    //...
}
```

В цьому прикладі використовуються логічні *операції*:

- **&&** — логічне І, результат дорівнює **true**, якщо ОБИДВА аргументи **true**
- **||** — логічне АБО, результат дорівнює **true**, якщо ХОЧА Б ОДИН з аргументів дорівнює **true**
- **!** — логічне НЕ, результат дорівнює **true**, якщо аргумент **false**

Завдання

Завдання 3.1

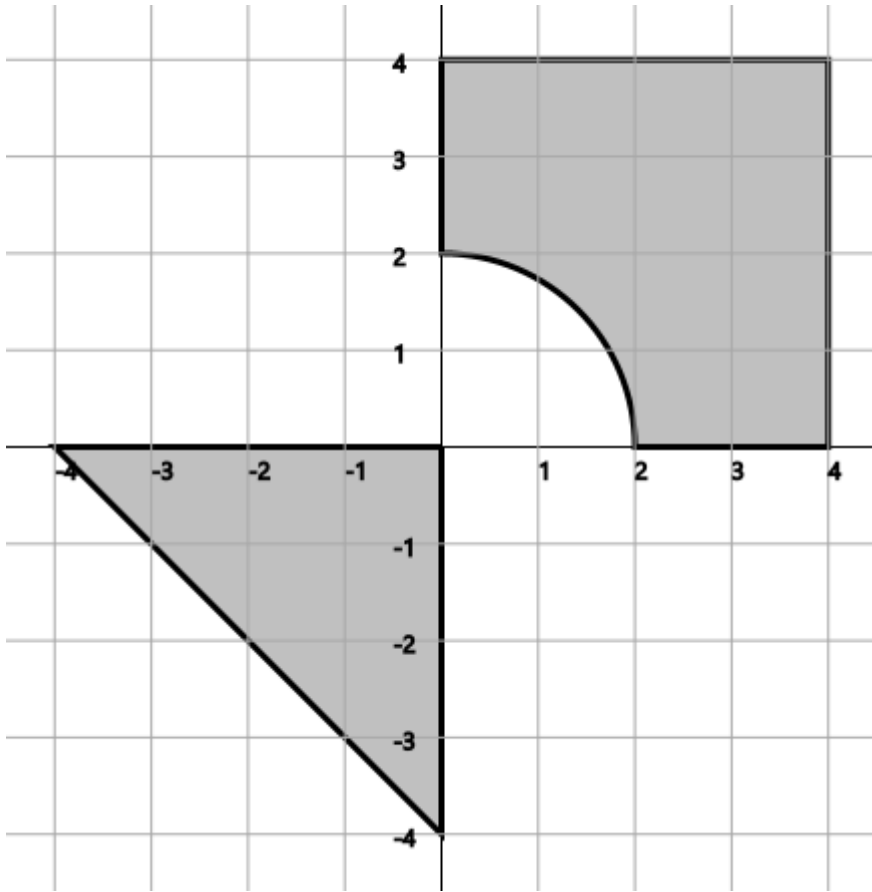
Представити математичний запис фрагмента програми та обчислити значення змінної X після його виконання. Позначення: n – номер варіанту.

Варіант	Фрагмент	Варіант	Фрагмент
1-2	<pre>val t = 17 * n var x = t if (t < 10 t > 30) x = 3 else if (t <= 20) x = 0</pre>	3-4	<pre>val t = n var x = 0 if (t < 0) x = -t else x = t</pre>
5-6	<pre>val a = n val b = 13 val c = 12 var x = a if (x < b) x = b if (x < c) x = c</pre>	7-8	<pre>val a = n val b = 17 val c = 18 var x = a if (b < x) x = b if (c < x) x = c</pre>
9-10	<pre>val t = n var x = 0 if (t > 10) x = t * t - n if (t < 10) x = t</pre>	11-12	<pre>val t = n var x = t % 4 if (t > 1 && t < 3) x = t if (t <= 1) x = 1</pre>
13-14	<pre>val t = n var x = t if (t > 0 && t < 10) x = 1 if (t >= 0) x = 1 / (exp(t) - 1)</pre>	15-16	<pre>var x = -7 val t = x.pow(n) if (t > 0) x = t.pow(1.0 / 3) else x = t * t * t</pre>

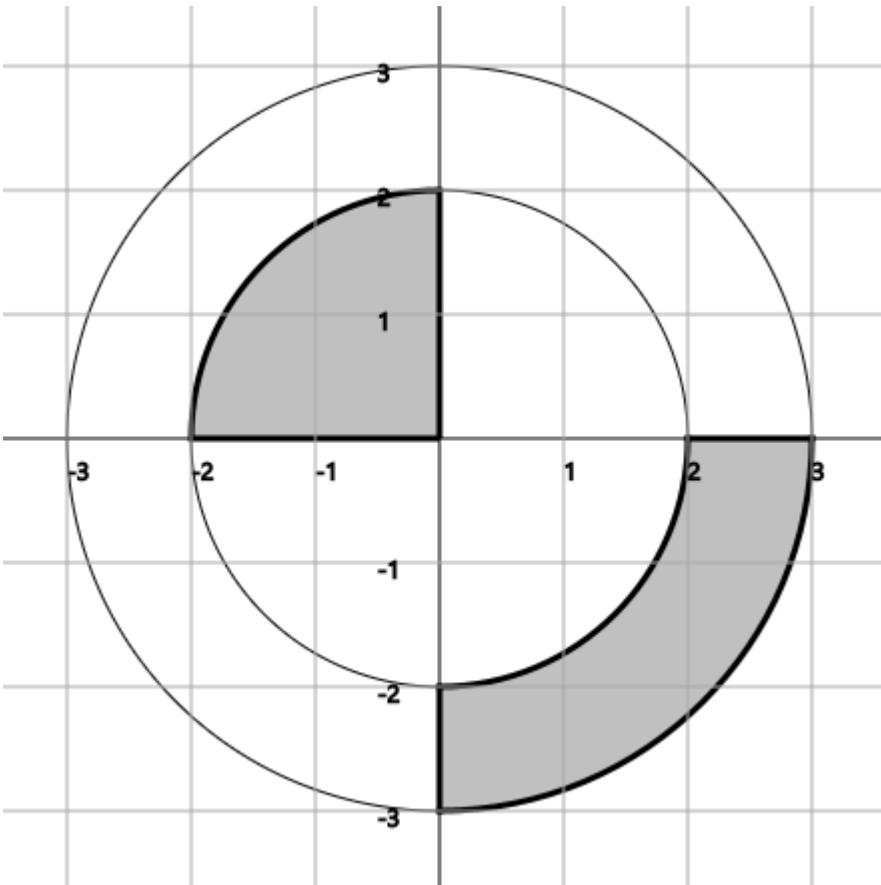
Завдання 3.2

Написати функцію, що виводить на екран значення **true**, якщо точка A з координатами x, y належить до заштрихованої області, та **false** в іншому випадку.

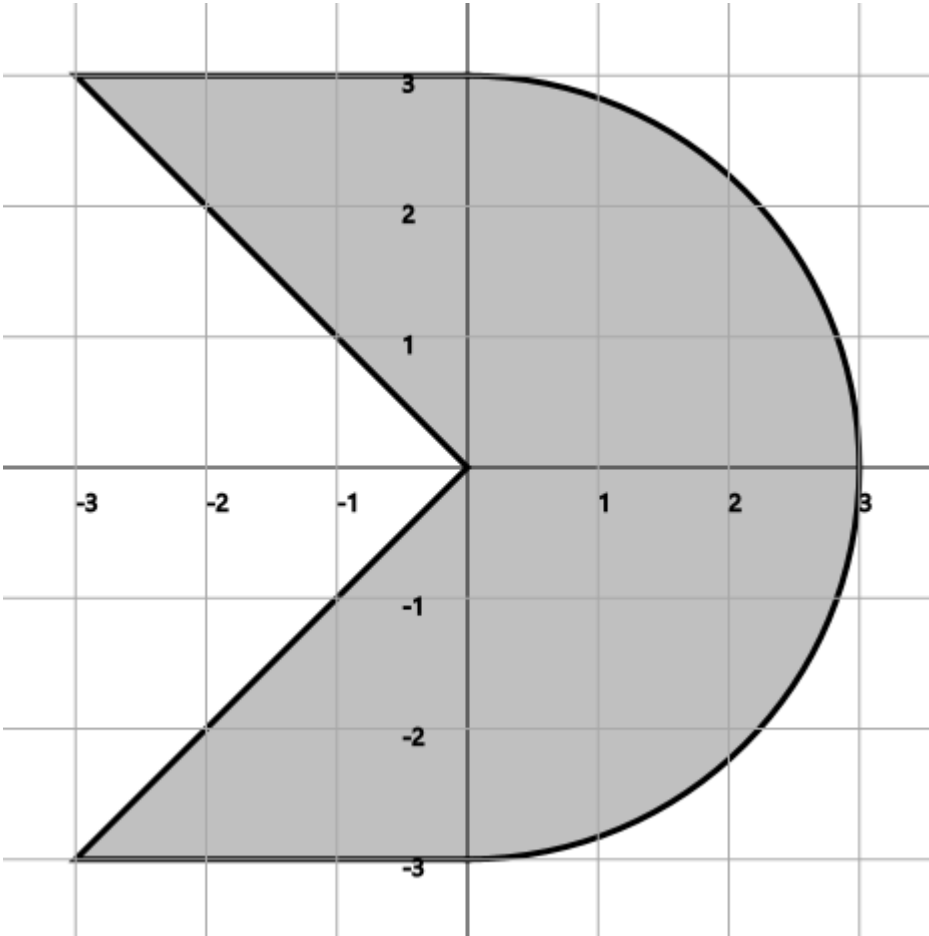
Варіант 1



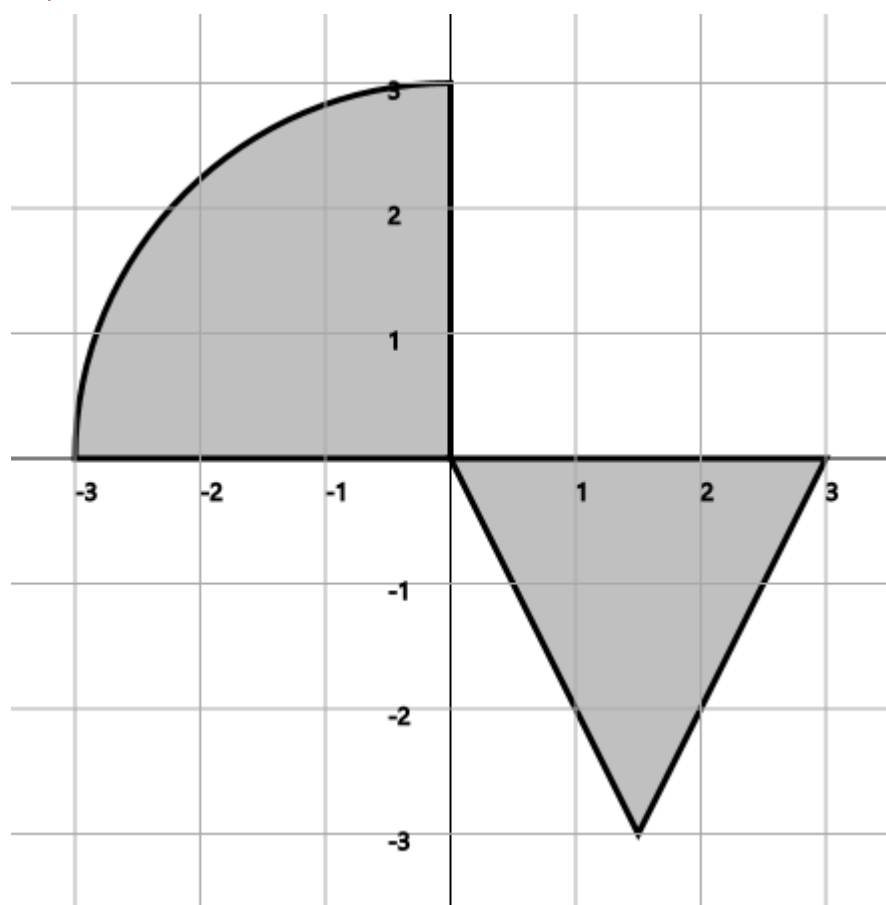
Варіант 2



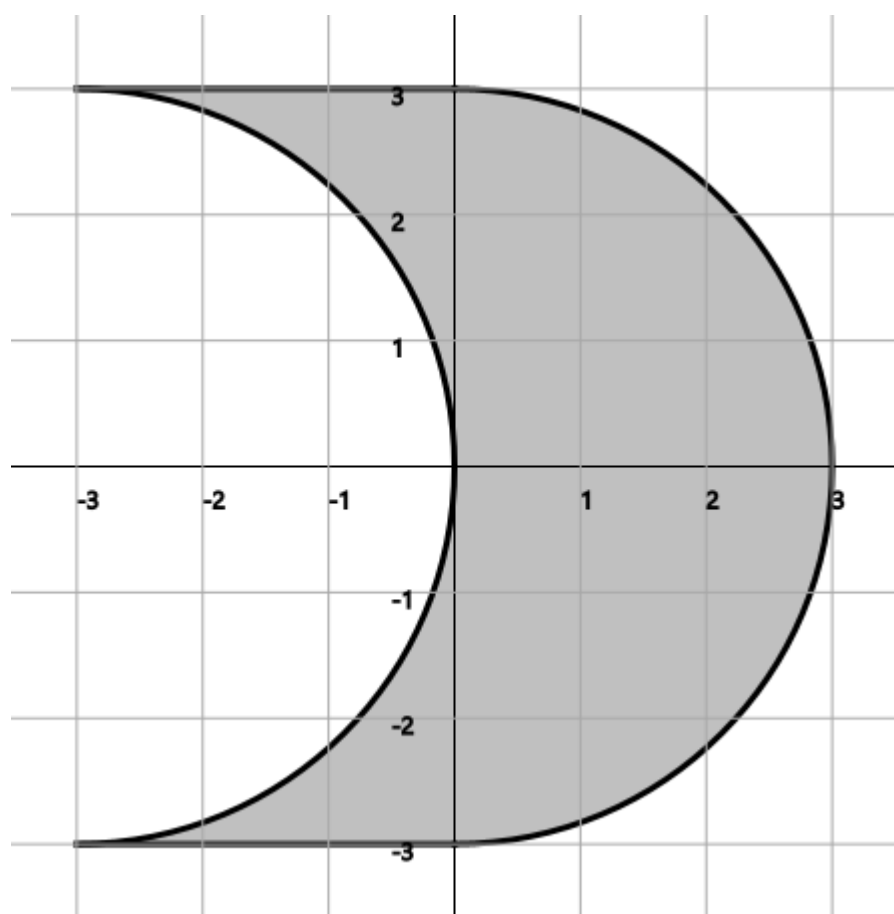
Варіант 3



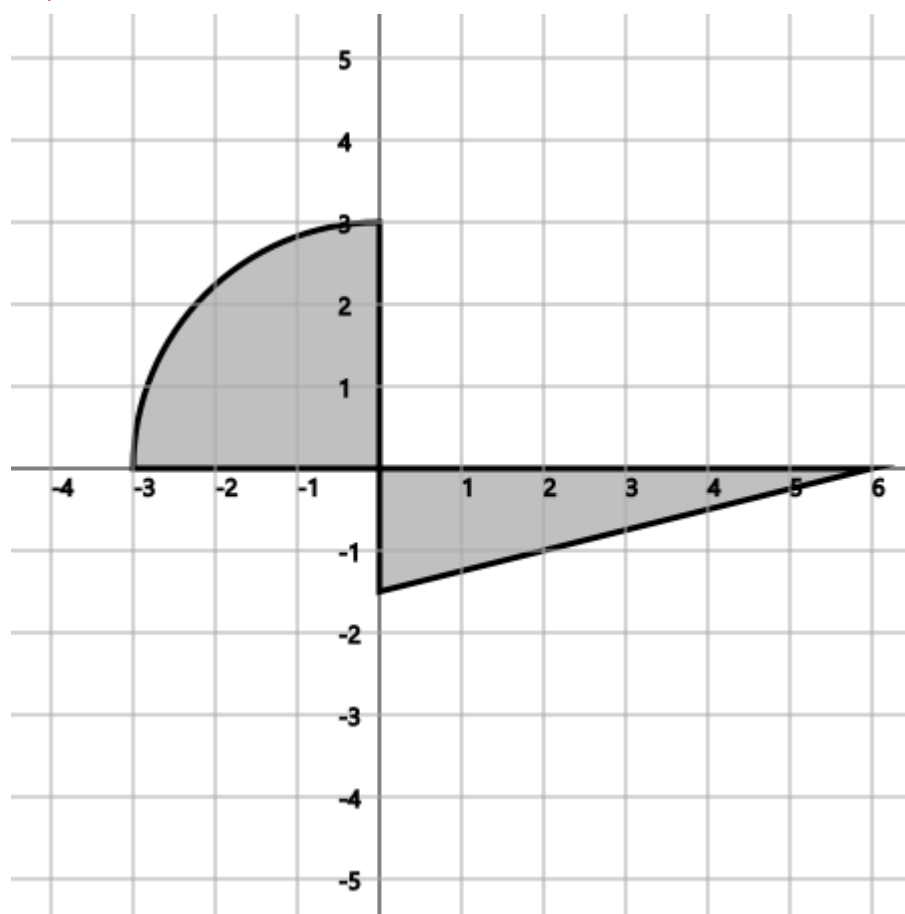
Варіант 4



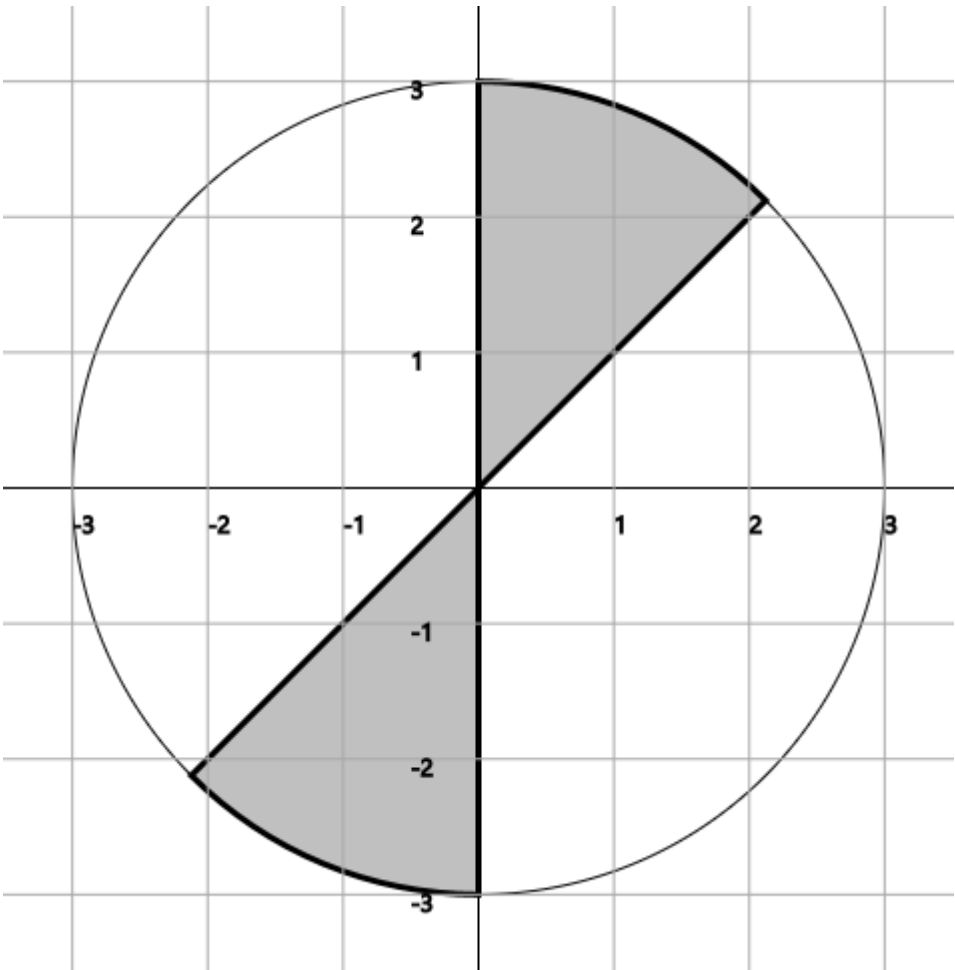
Варіант 5



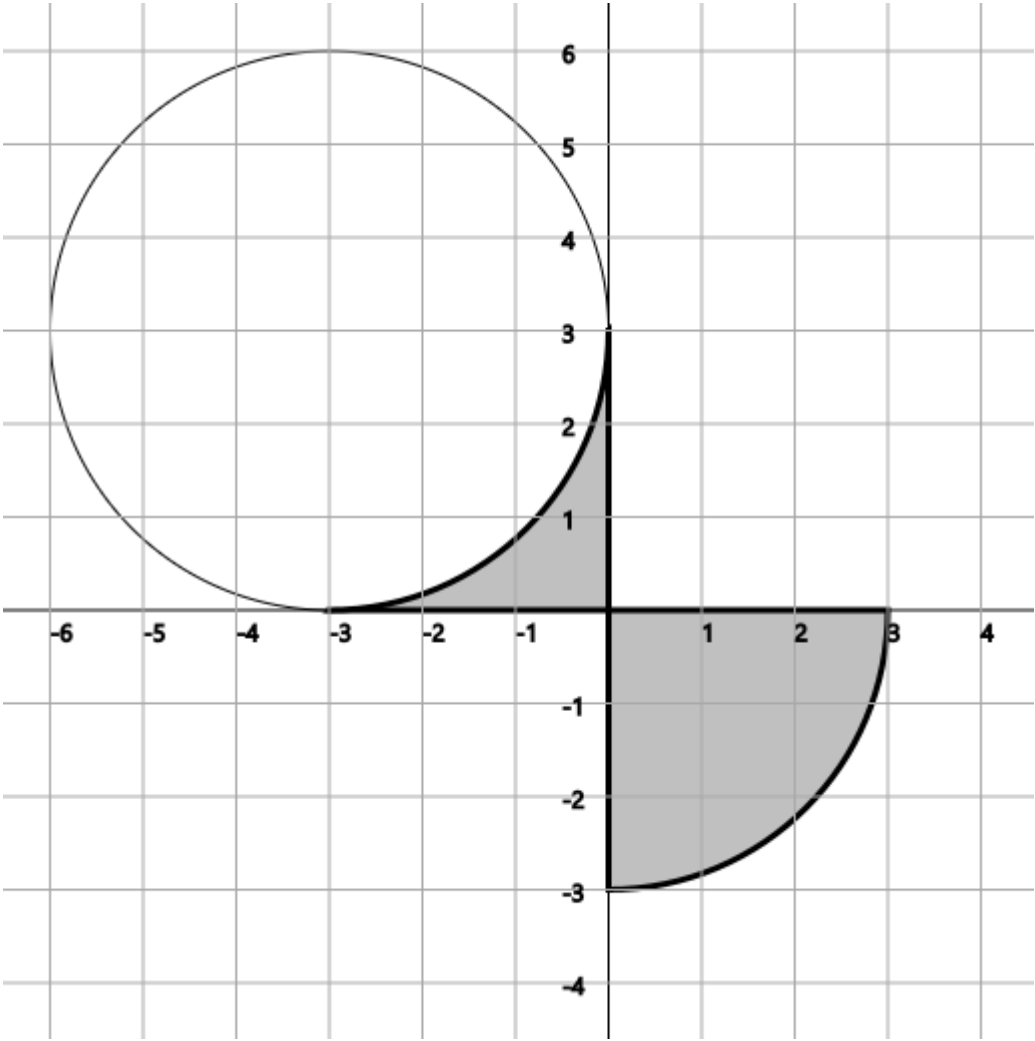
Варіант 6



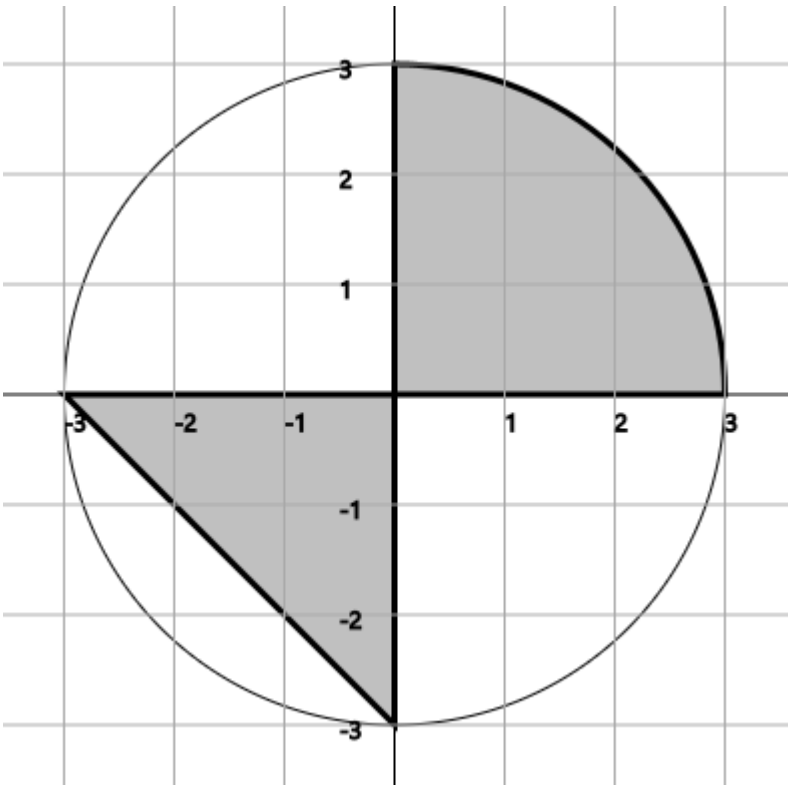
Варіант 7



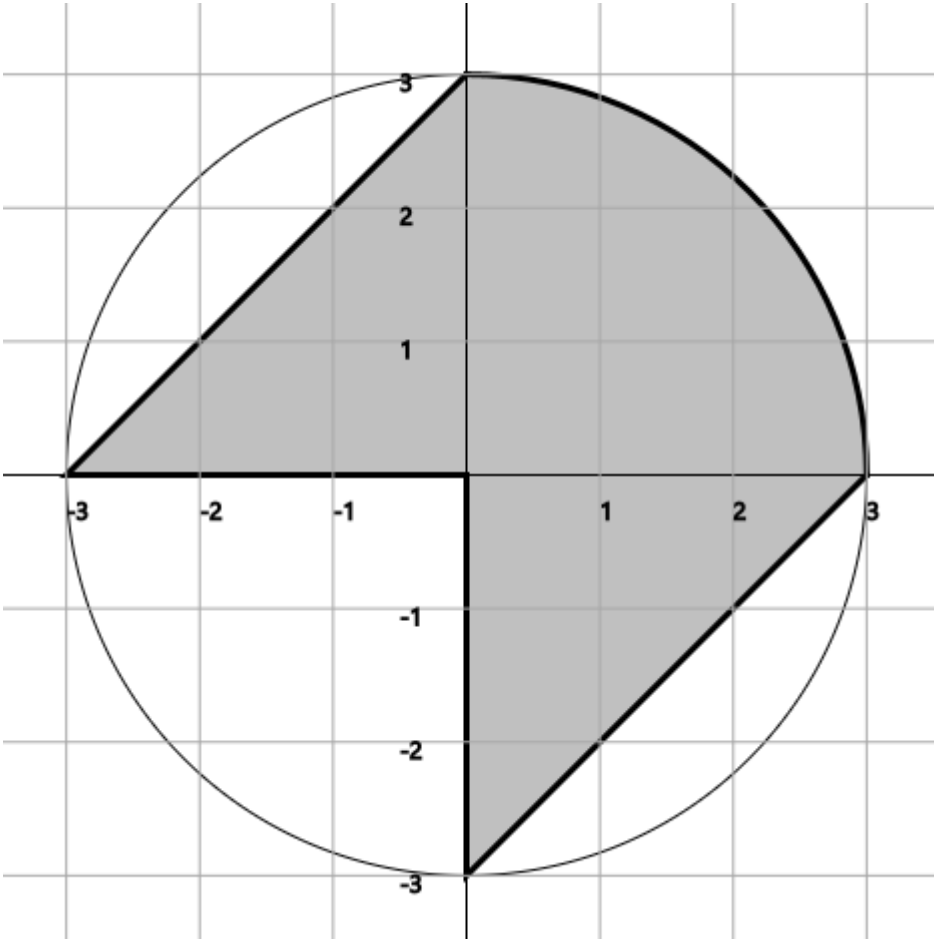
Варіант 8



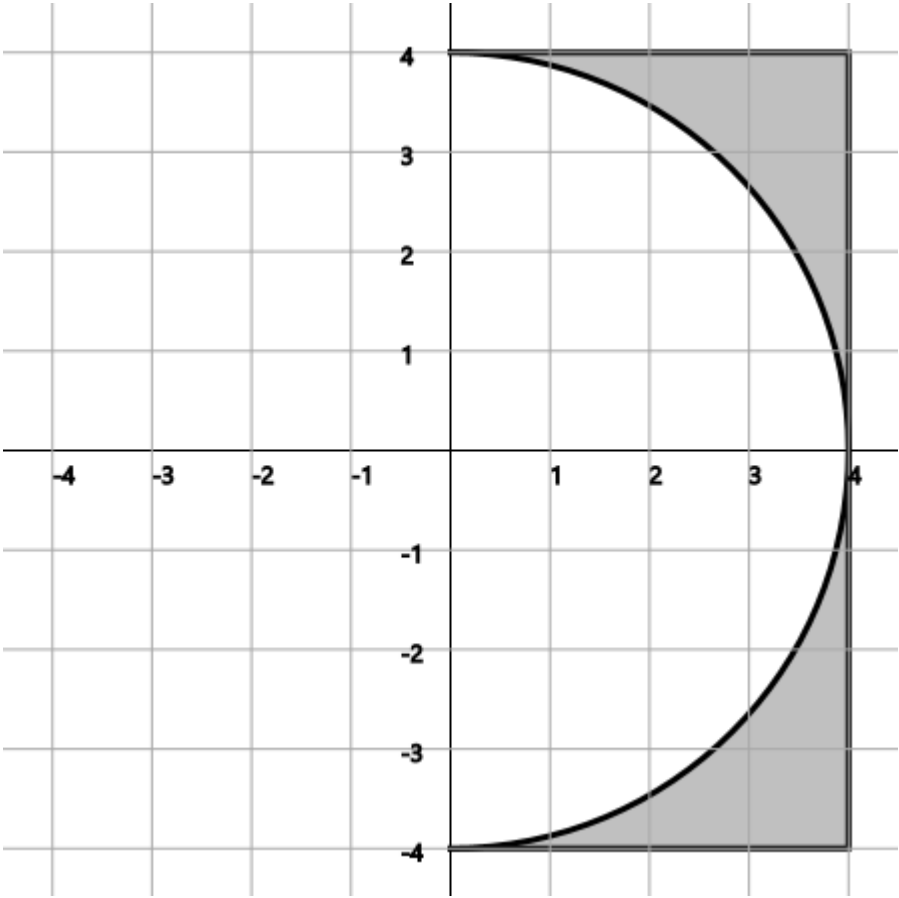
Варіант 9



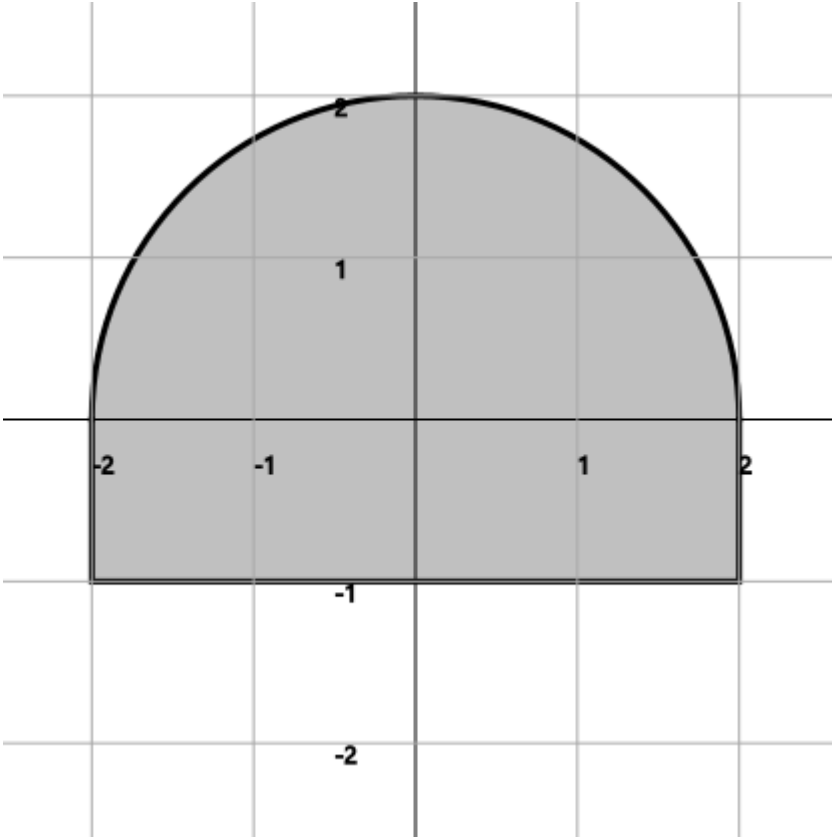
Варіант 10



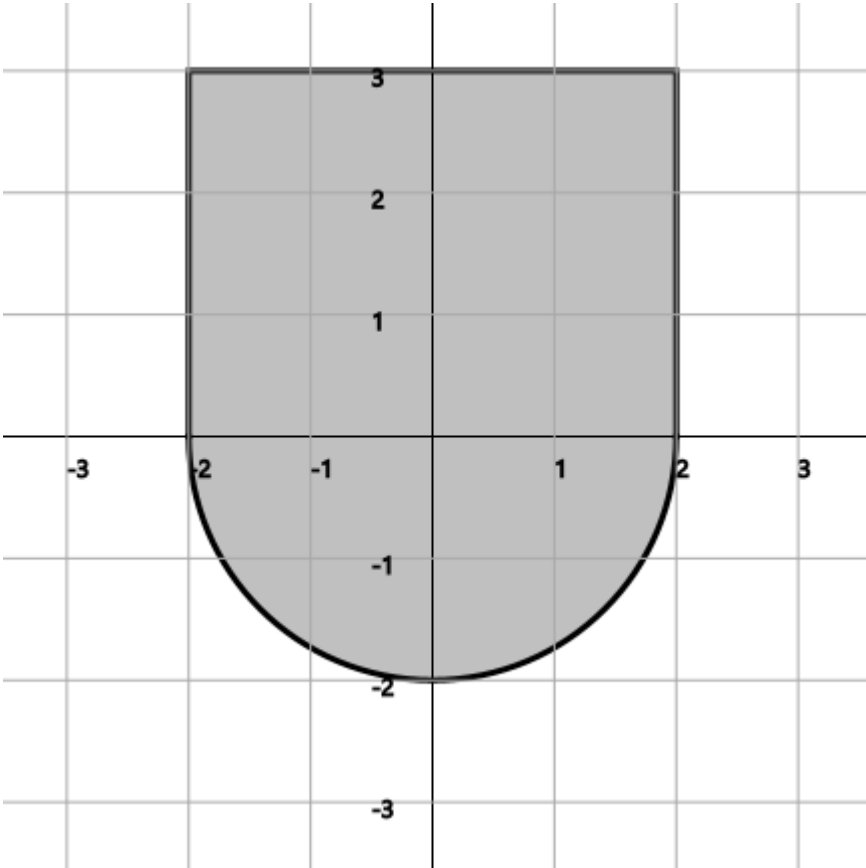
Варіант 11



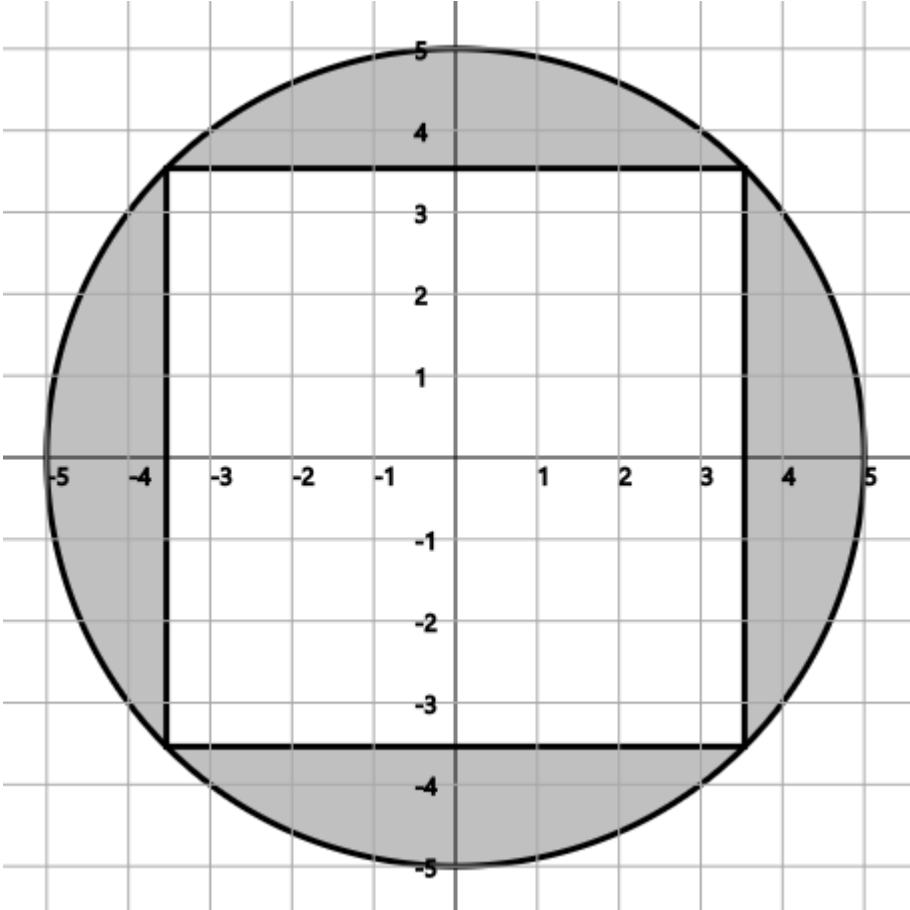
Варіант 12



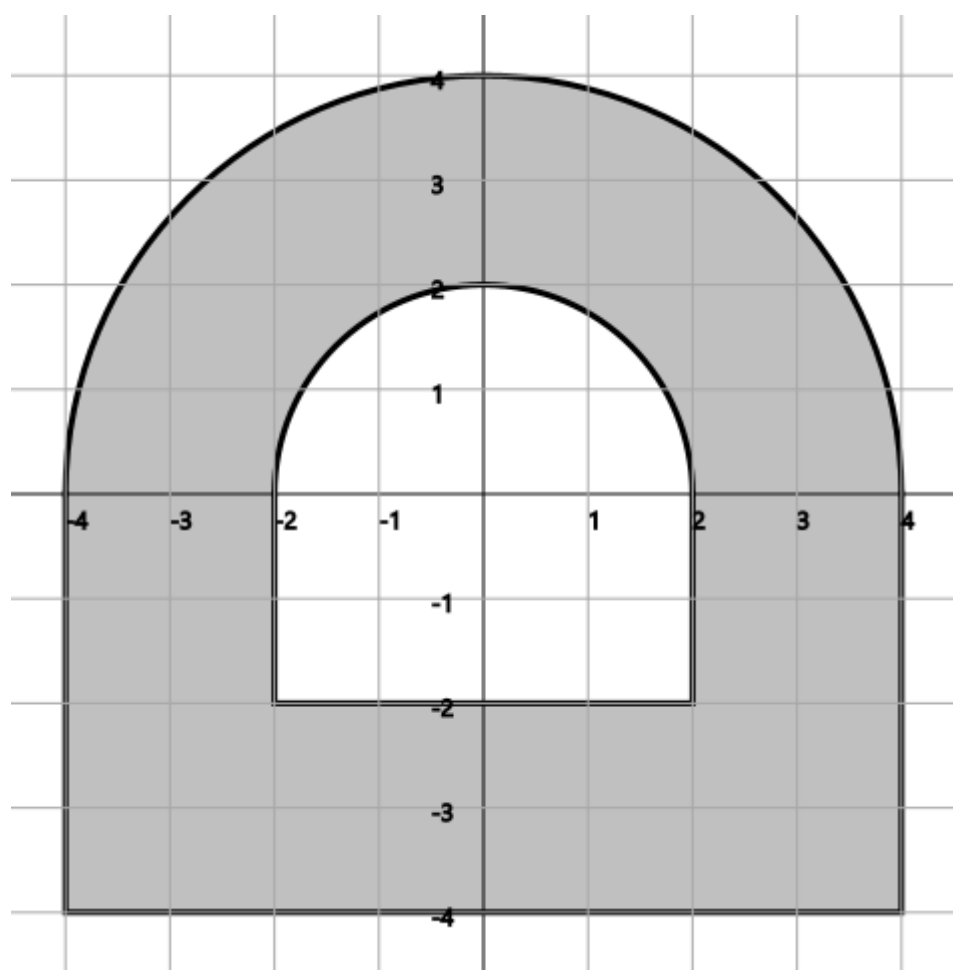
Варіант 13



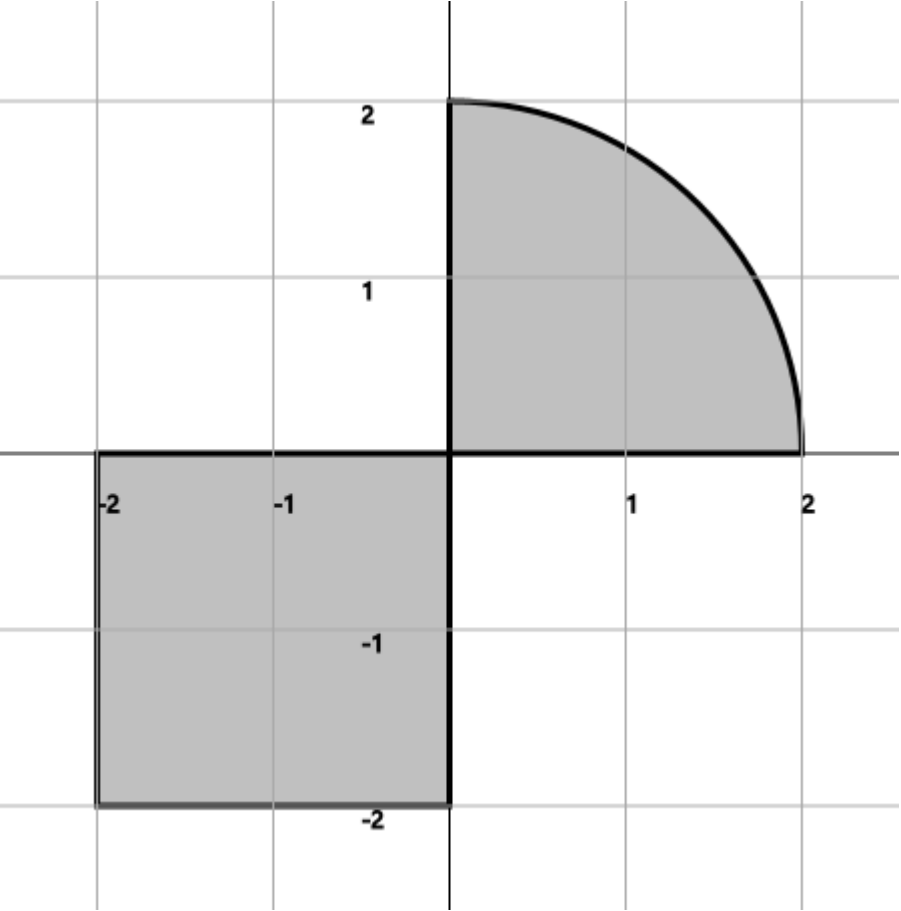
Варіант 14



Варіант 15



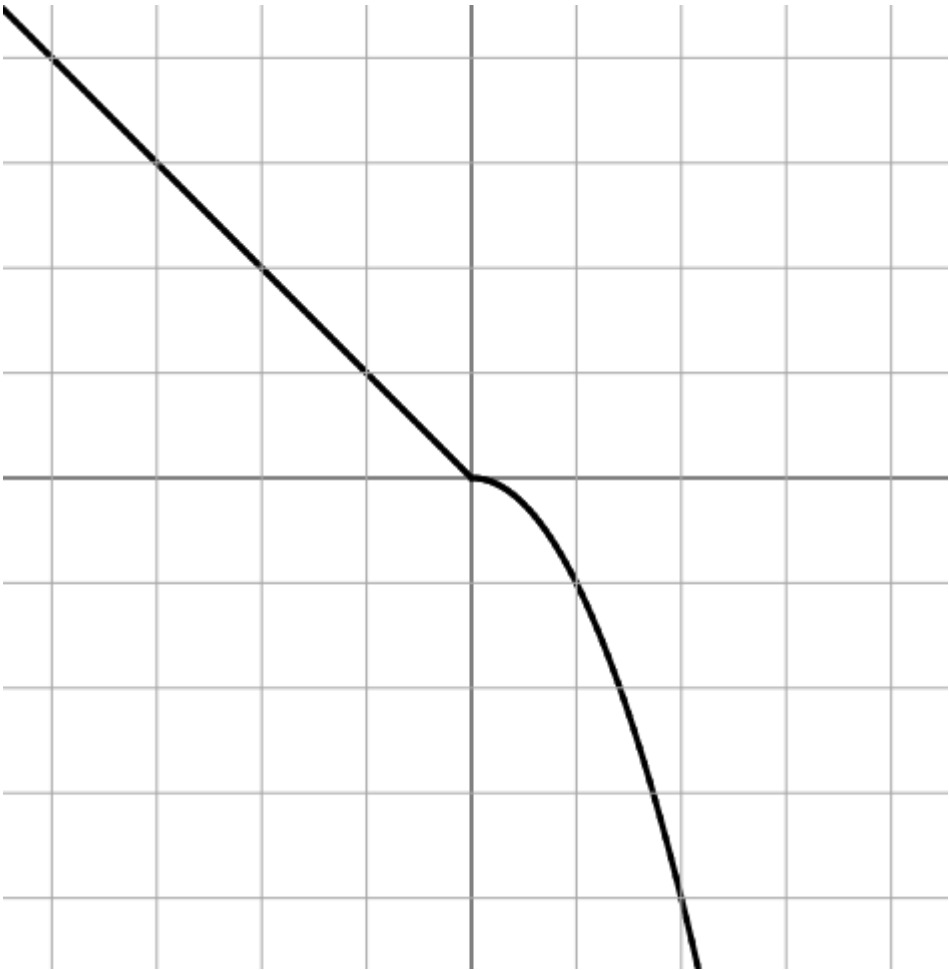
Варіант 16



Завдання 3.3

Скласти програму, що містить опис функції, яка задана графічно. Доповнити програму функцією `main`, яка викликає створену функцію для значення аргументу `x`, що треба вводити з клавіатури, та виводить результат обчислень на консоль.

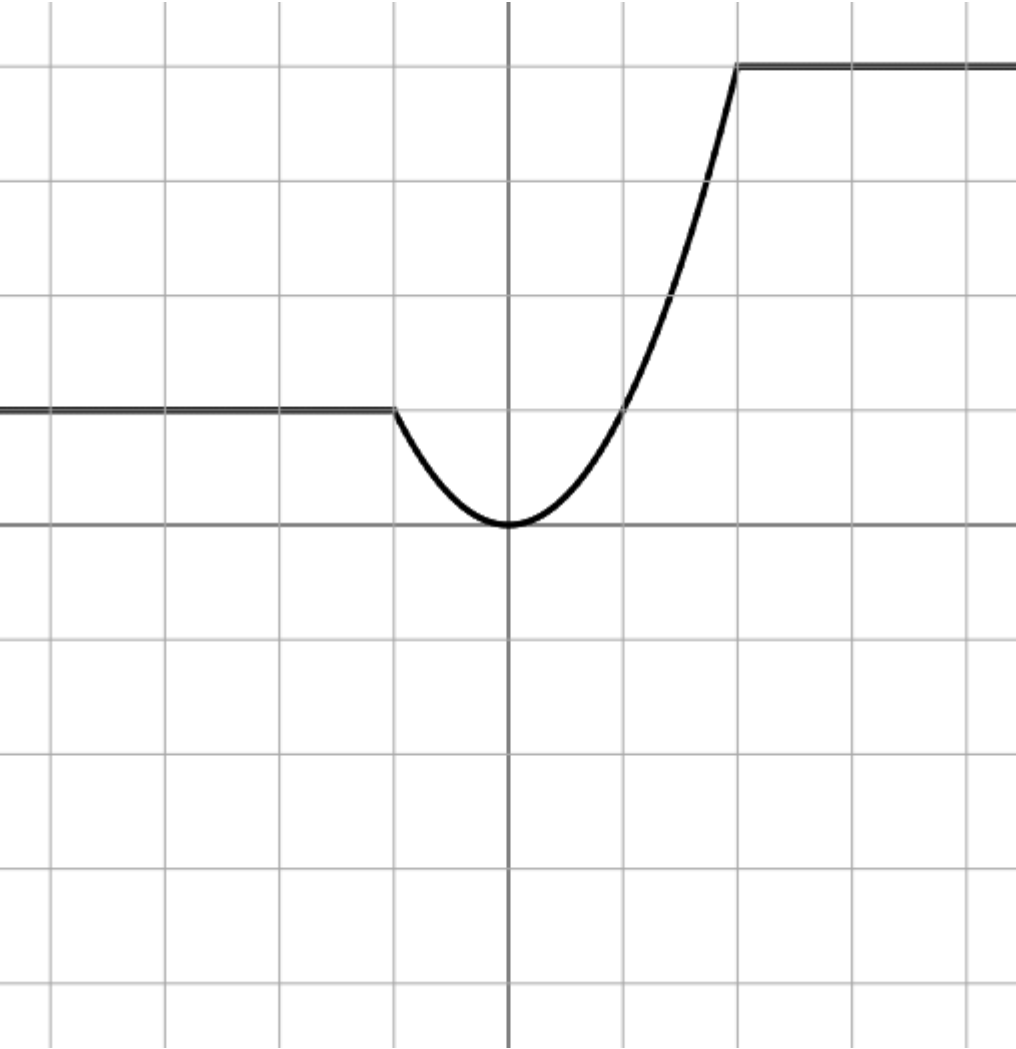
Варіант 1



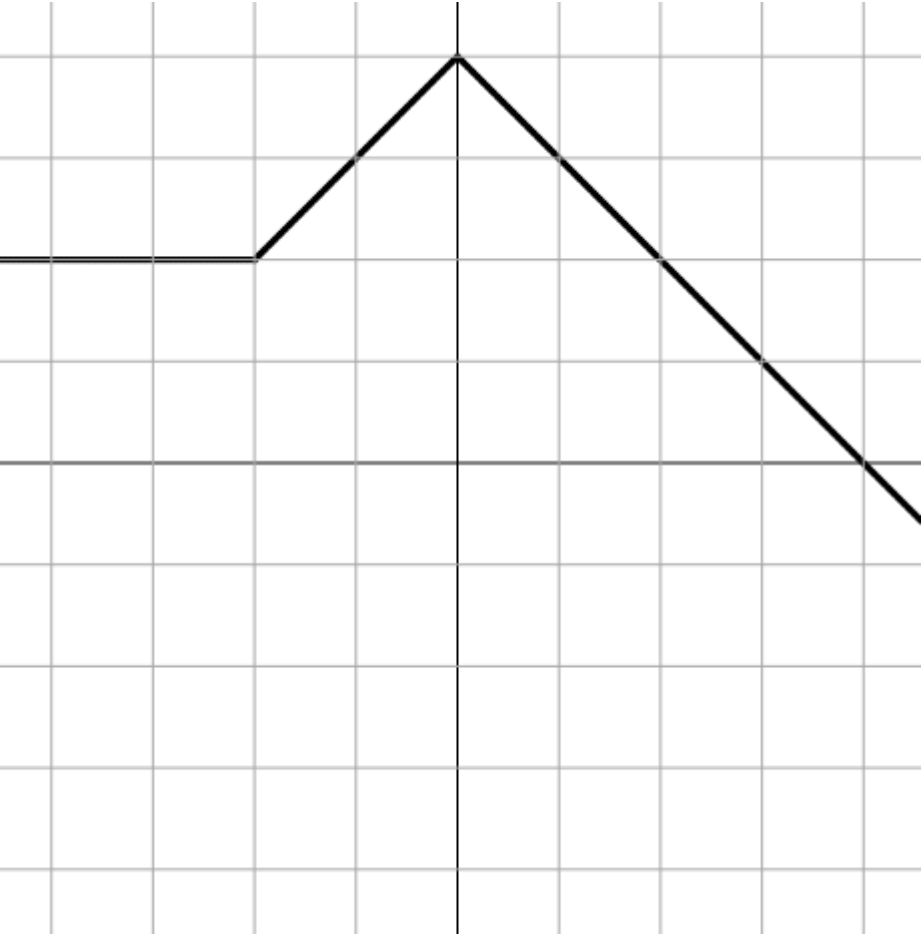
Варіант 2



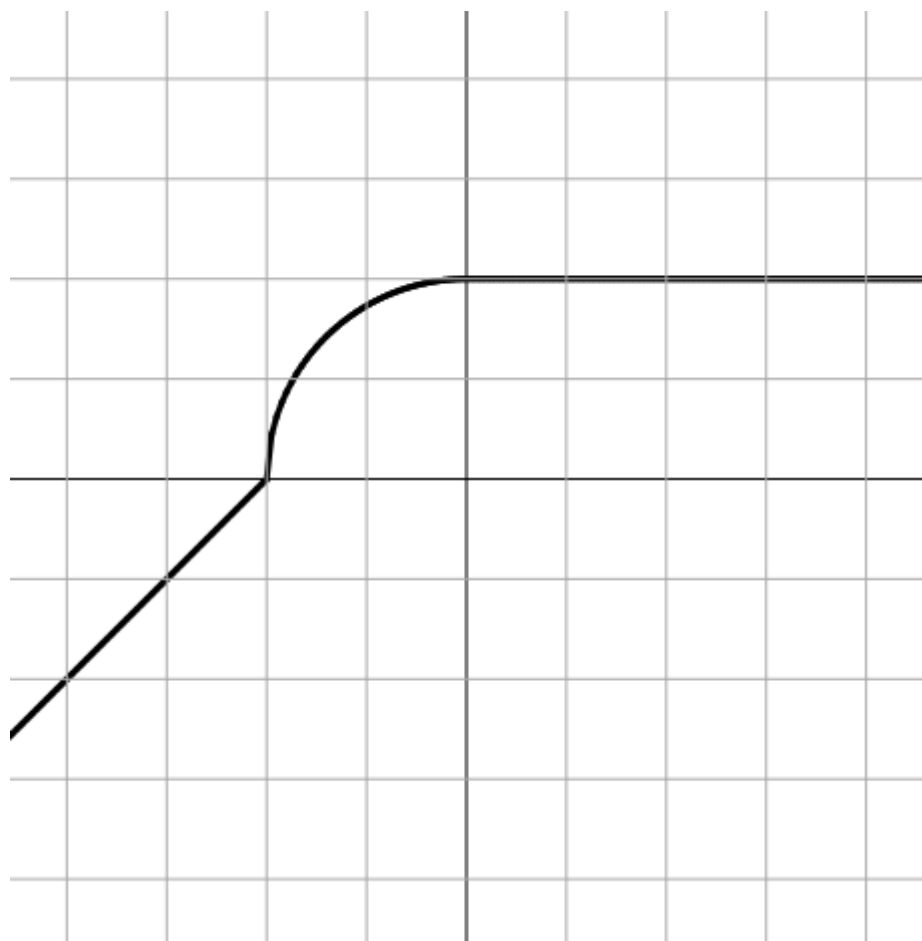
Варіант 3



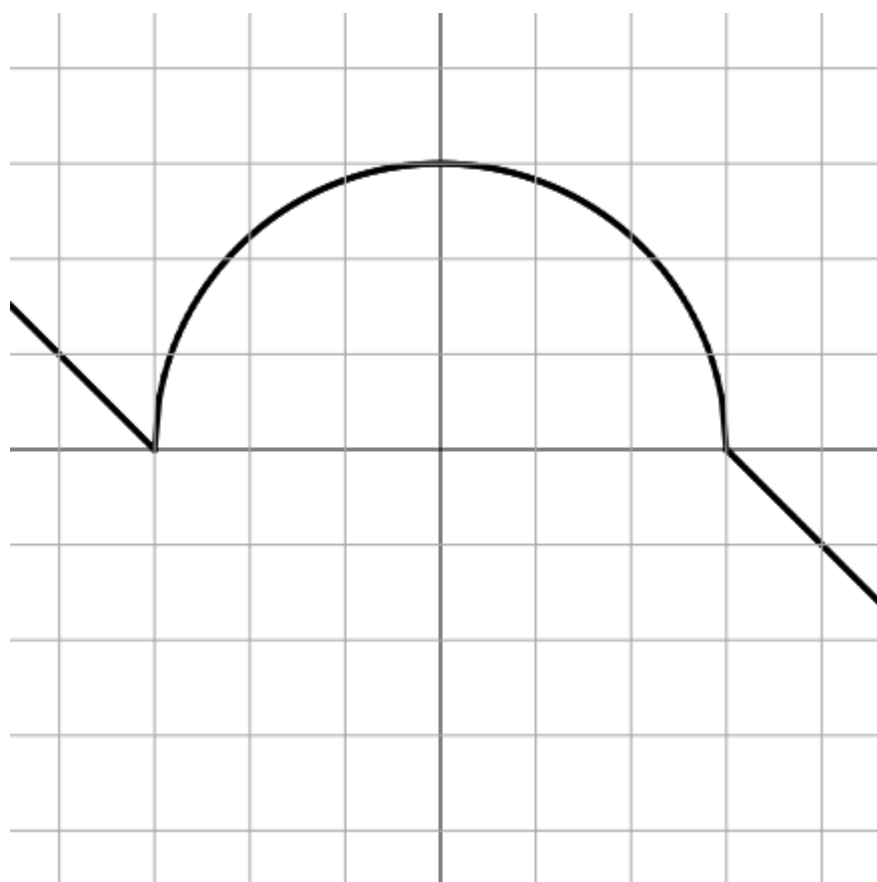
Варіант 4



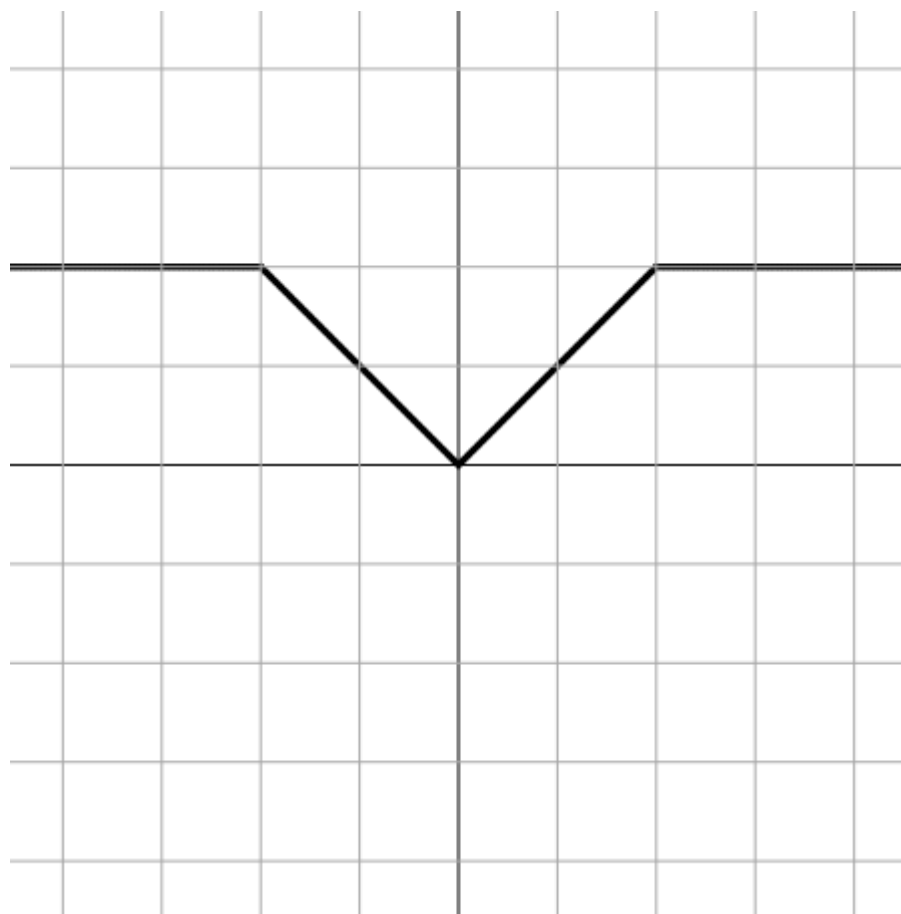
Варіант 5



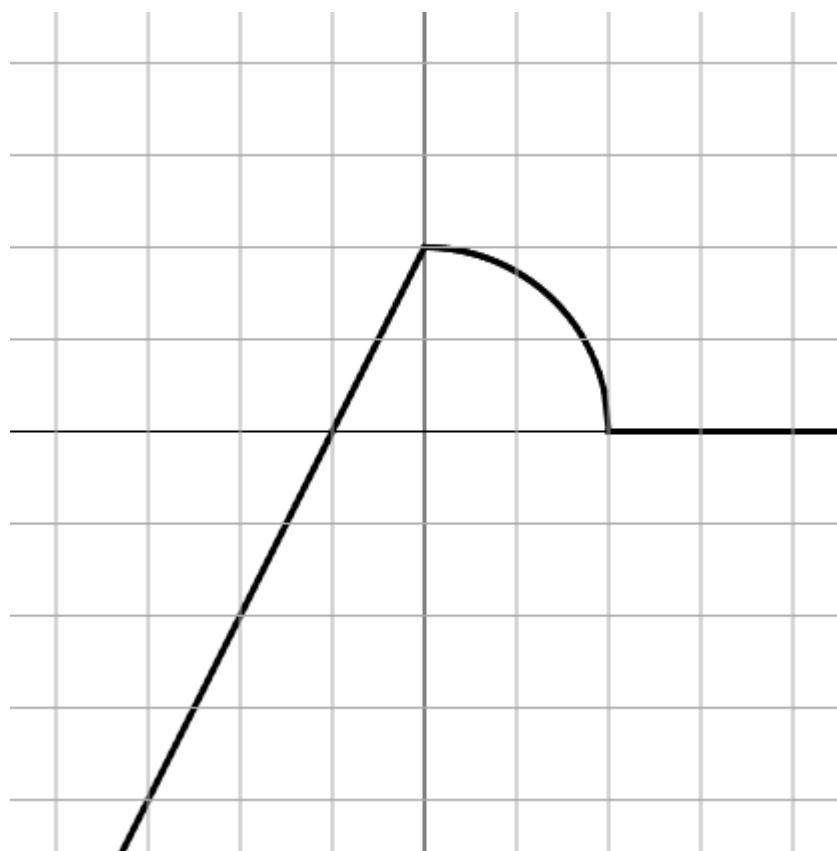
Варіант 6



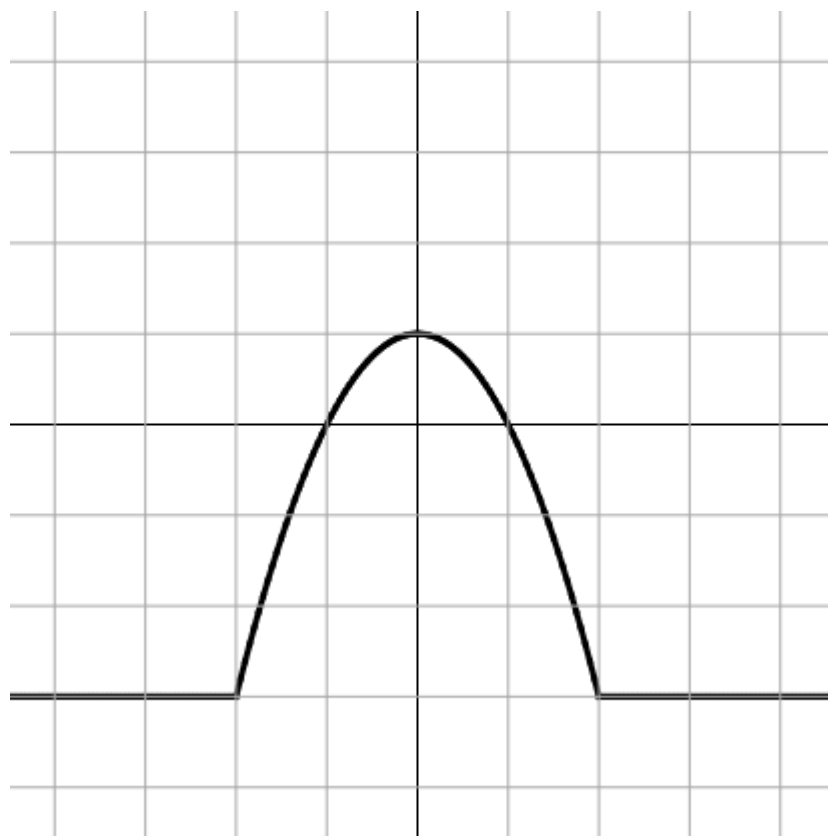
Варіант 7



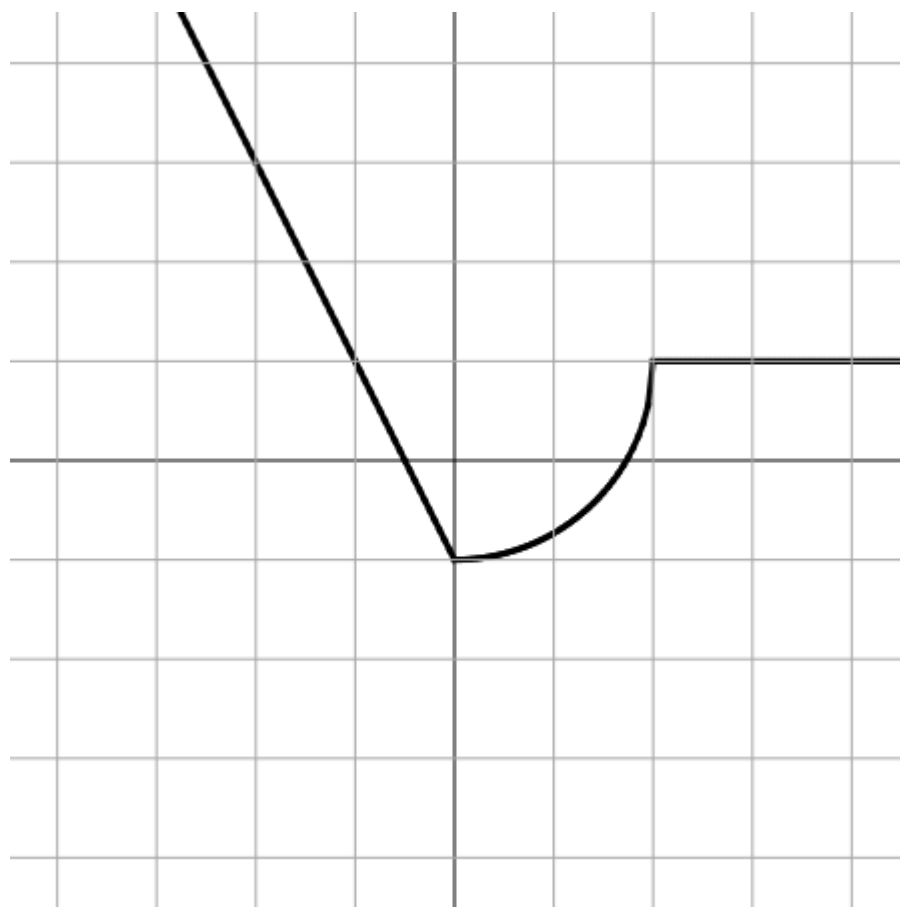
Варіант 8



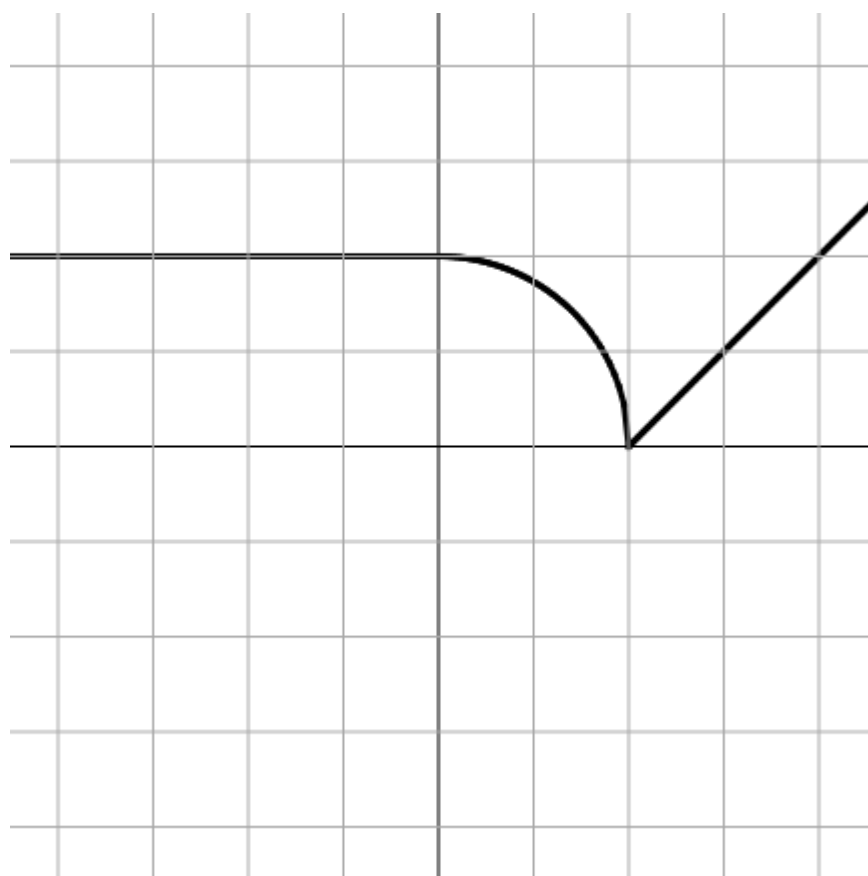
Варіант 9



Варіант 10



Варіант 11



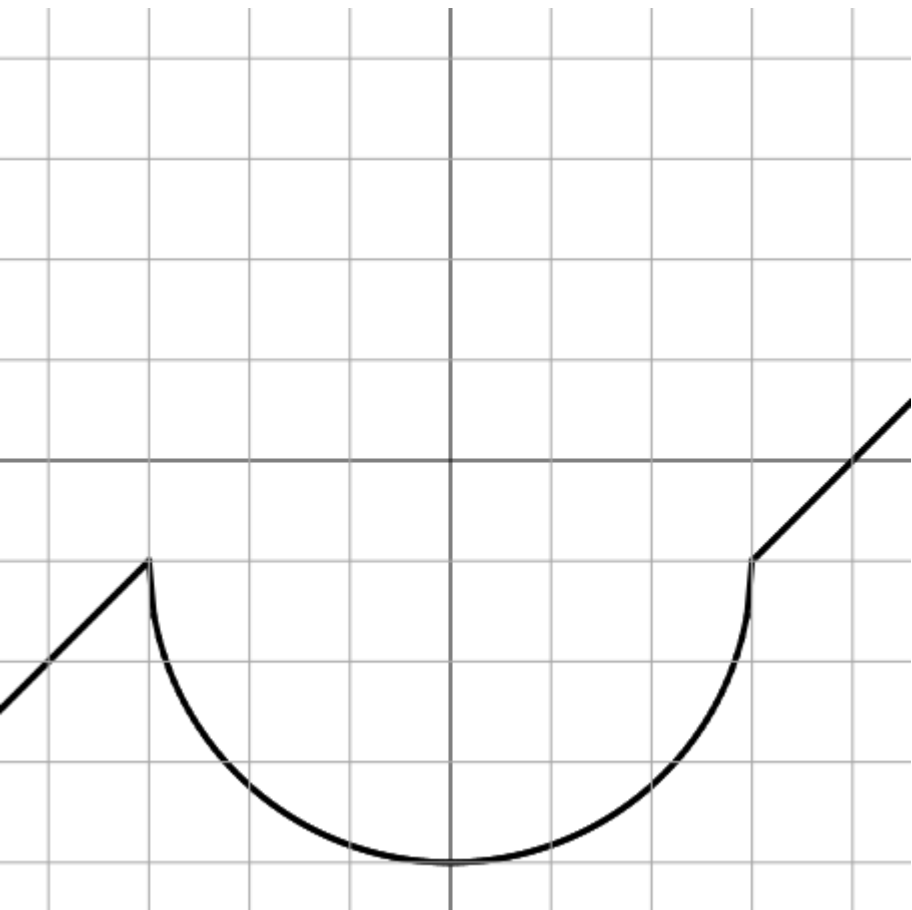
Варіант 12



Варіант 13



Варіант 14



Варіант 15



Варіант 16

