

# РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА №3 (РГР №3)

## Самостійна робота №9

### Тема: Дії над комплексними числами в тригонометричній та показниковій формі

#### Основна теорія.

Алгебраїчною формою комплексного числа називають число виду:  $z = x + yi$ ,

де  $x$  і  $y$  - дійсні числа,  $i$  - уявна величина, така, що  $i^2 = -1$ .

Значення  $x$  називають **дійсною** частиною числа  $z$  і позначають:  $x = \operatorname{Re} z$ ;

$y$  називають **уявною** частиною числа  $z$  і позначають:  $y = \operatorname{Im} z$ .

Число  $\bar{z} = x - yi$ , називають комплексно спряженим числу  $z$ .

Розглянемо операції над комплексними числами в алгебраїчній формі.

Нехай є два комплексних числа  $z_1 = x_1 + y_1 i$  та  $z_2 = x_2 + y_2 i$

Два комплексних числа вважаються **рівними**, якщо в них рівні дійсні та уявні частини.

$$z_1 = z_2 \Leftrightarrow x_1 = x_2; y_1 = y_2$$

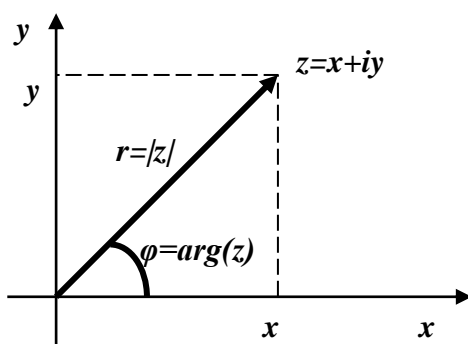
Але операції типу «більше» і «менше» для комплексних чисел не мають змісту, тобто безглуздо писати  $z_1 > z_2$  або  $z_1 \leq z_2$ . Зовсім незрозуміло, що більше  $2 + 3i$  або  $3 + 2i$ . Комплексні числа не впорядковані.

#### Дії з комплексними числами

Дії над комплексними числами в алгебраїчній формі	
Додавання	$z_1 \pm z_2 = (x_1 \pm x_2) + (y_1 \pm y_2)i$
Множення	$z_1 \cdot z_2 = (x_1 x_2 - y_1 y_2) + (x_1 y_2 + x_2 y_1)i$
Ділення	$\frac{z_1}{z_2} = \frac{x_1 + y_1 i}{x_2 + y_2 i} = \frac{x_1 x_2 + y_1 y_2}{x_2^2 + y_2^2} - \frac{x_1 y_2 - x_2 y_1}{x_2^2 + y_2^2} i$
Множення на дійсне число $\lambda$	$\lambda z = \lambda x + \lambda y i$

Для ділення комплексних чисел корисно запам'ятати наступне правило: щоб розділити два комплексних числа один на одне, треба чисельник і знаменник помножити на число, комплексно спряжене знаменнику.

#### Геометрична інтерпретація комплексних чисел.



Нехай є комплексне число  $z = x + yi$ . Візьмемо на площині декартову систему координат і комплексному числу  $z$  поставимо у відповідність точку на цій площині з координатами  $(x, y)$ . Саму площину називають площиною комплексної змінної  $z$ .

#### Тригонометрична форма комплексного числа.

З'єднаємо точку  $(x, y)$  з початком координат відрізком прямої.

Довжина цього відрізка  $r$  називається модулем

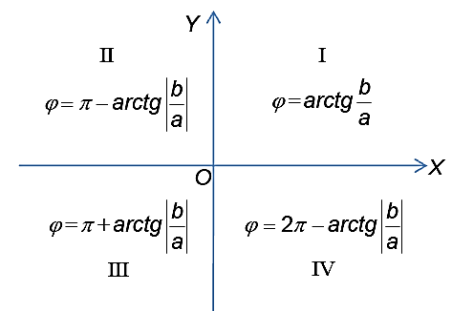
комплексного числа  $z$  і позначається  $|z|$  або  $\operatorname{mod}(z)$ .

Кут  $\varphi$ , який відрізок утворює з віссю  $Ox$ , називається аргументом комплексного числа  $z$  і позначається  $\arg(z)$ . З малюнка зрозуміло, що мають місце співвідношення:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}; \quad x = r \cos \varphi; \quad y = r \sin \varphi$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{x} \Rightarrow \varphi = \pm \arctg \left| \frac{y}{x} \right|$$

Тоді  $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$  - тригонометрична форма комплексного числа.



### Формула Ейлера. Показникова форма комплексного числа.

Формула Ейлера має вигляд :  $e^{it} = \cos \varphi + i \sin \varphi$

Тоді, якщо:  $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ , то показникова форма комплексного числа  $z$  буде мати вигляд:  $z = r \cdot e^{i\varphi}$ .

### Операції над комплексними числами в тригонометричній і показниковій формі.

	Дії над комплексними числами в тригонометричній формі $z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)$ $z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$	Дії над комплексними числами в показниковій формі $z_1 = r_1 \cdot e^{i\varphi_1}$ $z_2 = r_2 \cdot e^{i\varphi_2}$
Множення	$z_1 \cdot z_2 = r_1 \cdot r_2 (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2))$	$z_1 \cdot z_2 = r_1 \cdot r_2 \cdot e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)}$
Ділення	$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} \cdot (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2))$	$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} \cdot e^{i(\varphi_1 - \varphi_2)}$
Множення на дійсне число $\lambda$	$\lambda z = \lambda r (\cos \varphi + i \sin \varphi)$	$\lambda z = \lambda r \cdot e^{i\varphi}$
Піднесення до степеня	$z^n = r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi)$	$z^n = r^n \cdot e^{i\varphi n}$
Обчислення кореня	$\sqrt[n]{z} = \sqrt[n]{r} \cdot \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right)$ $k = 0; 1; \dots n-1$	$\sqrt[n]{z} = \sqrt[n]{r} \cdot e^{i \frac{\varphi + 2\pi k}{n}}$ $k = 0; 1; \dots n-1$

### РОЗВ'ЯЗАННЯ ТИПОВОГО ВАРІАНТА

**Завдання №1:** Виконати дії

Знайти  $z_1 + z_2$ ;  $z_1 - z_2$ ;  $z_1 \cdot z_2$ ;  $\frac{z_1}{z_2}$ , якщо  $z_1 = 3 - 2i$ ,  $z_2 = 4 + 2i$ .

**Розв'язання.**

$$1) z_1 + z_2 = (3 - 2i) + (4 + 2i) = 3 - 2i + 4 + 2i = 7$$

$$2) z_1 - z_2 = (3 - 2i) - (4 + 2i) = 3 - 2i - 4 - 2i = -1 - 4i$$

$$3) z_1 \cdot z_2 = (3 - 2i) \cdot (4 + 2i) = 12 - 8i + 6i - 4i^2 = 12 - 2i + 4 = 16 - 2i$$

$$4) \frac{z_1}{z_2} = \frac{3-2i}{4+2i} = \frac{(3-2i)(4-2i)}{(4+2i)(4-2i)} = \frac{12-8i-6i+4i^2}{4^2-(2i)^2} = \frac{8-14i}{16+4} = \frac{8-14i}{20} = \frac{8}{20} - \frac{14}{20}i = \frac{2}{5} - \frac{7}{10}i$$

**Завдання №2:** Побудувати геометричне зображення числа та знайти його тригонометричну та показникову форму.

А)  $z_1 = -1 + i$

$$x = \operatorname{Re} z = -1$$

$$y = \operatorname{Im} z = 1$$

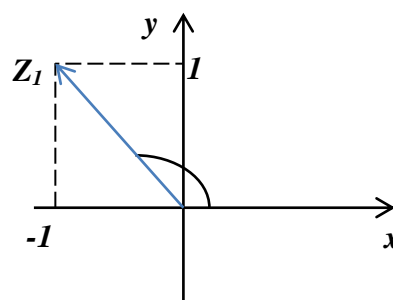
$$r = \sqrt{(-1)^2 + 1^2} = \sqrt{2}$$

$\varphi$  – кут II четверті, тому

$$\varphi = \pi - \arctg \left| \frac{y}{x} \right| = \pi - \frac{\pi}{4} = \frac{3\pi}{4}$$

Таким чином:  $z_1 = \sqrt{2} \left( \cos \frac{3\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right)$  – тригонометрична форма числа  $z_1$

$$z_1 = \sqrt{2} e^{i \frac{3\pi}{4}} \text{ – показникова форма числа } z_1$$



Б)  $z_2 = -i$

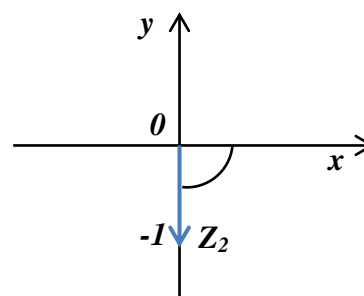
$$x = \operatorname{Re} z = 0$$

$$y = \operatorname{Im} z = -1$$

$$r = \sqrt{0^2 + 1^2} = 1$$

$\varphi$  – кут III і IV четверті, тому

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ або } \varphi = \frac{3\pi}{2}$$



Таким чином:  $z_2 = 1 \left( \cos \frac{3\pi}{2} + i \sin \frac{3\pi}{2} \right)$  - тригонометрична форма числа  $z_2$ .

$z_2 = 1e^{i\frac{3\pi}{2}} = e^{i\frac{3\pi}{2}}$  - показникова форма числа  $z_2$

**Завдання №3:** Піднести до степеня  $(\sqrt{2} - i\sqrt{6})^3$

$$z = \sqrt{2} - i\sqrt{6}$$

$$x = \operatorname{Re} z = \sqrt{2}$$

$$y = \operatorname{Im} z = -\sqrt{6}$$

$$r = \sqrt{(\sqrt{2})^2 + (-\sqrt{6})^2} = \sqrt{2+6} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$$

$\varphi$  - кут IV четверті, тому

$$\varphi = 2\pi - \arctg \left| \frac{-\sqrt{6}}{\sqrt{2}} \right| = 2\pi - \arctg |\sqrt{3}| = 2\pi - \frac{\pi}{3} = \frac{5\pi}{3} \text{ або } \varphi = -\frac{\pi}{3}$$

За формулою  $z^n = r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi)$  маємо:

$$\begin{aligned} z^3 &= (\sqrt{2} - i\sqrt{6})^3 = (2\sqrt{2})^3 \left( \cos 3 \left( -\frac{\pi}{3} \right) + i \sin 3 \left( -\frac{\pi}{3} \right) \right) = 16\sqrt{2} (\cos(-\pi) + i \sin(-\pi)) = \\ &= 16\sqrt{2} (\cos \pi - i \sin \pi) = 16\sqrt{2} (-1 + i \cdot 0) = -16\sqrt{2} \end{aligned}$$

За формулою  $z^n = r^n \cdot e^{i\varphi n}$  у показниковій формі:

$$z^3 = (\sqrt{2} - i\sqrt{6})^3 = (2\sqrt{2})^3 \cdot e^{i \cdot 3 \left( -\frac{\pi}{3} \right)} = 16\sqrt{2} \cdot e^{-\pi i}$$

**Завдання №4** Знайти значення кореня.

**Розв'язання.**

A)  $\sqrt[3]{-8}$

$$x = 0; y = -8; r = \sqrt{0^2 + (-8)^2} = 8; \varphi = \pi$$

Маємо  $-8 = 8(\cos \pi + i \sin \pi)$ , тоді  $\sqrt[3]{-8} = \sqrt[3]{8} \cdot \left( \cos \frac{\pi+2\pi k}{3} + i \sin \frac{\pi+2\pi k}{3} \right)$

$$\text{При } k = 0 : \sqrt[3]{-8} = \sqrt[3]{8} \cdot \left( \cos \frac{\pi+2\pi \cdot 0}{3} + i \sin \frac{\pi+2\pi \cdot 0}{3} \right) = 2 \left( \cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right) = 2 \left( \frac{1}{2} + i \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 1 + i\sqrt{3}$$

$$\text{При } k = 1 : \sqrt[3]{-8} = \sqrt[3]{8} \cdot \left( \cos \frac{\pi+2\pi \cdot 1}{3} + i \sin \frac{\pi+2\pi \cdot 1}{3} \right) = 2(\cos \pi + i \sin \pi) = 2(-1 + i \cdot 0) = -2$$

$$\text{При } k = 2 : \sqrt[3]{-8} = \sqrt[3]{8} \cdot \left( \cos \frac{\pi+2\pi \cdot 2}{3} + i \sin \frac{\pi+2\pi \cdot 2}{3} \right) = 2 \left( \cos \frac{5\pi}{3} + i \sin \frac{5\pi}{3} \right) = 2 \left( \frac{1}{2} - i \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 1 - i\sqrt{3}$$

Таким чином остаточно відповідь буде виглядати так:

$$\text{Відповідь: } \sqrt[3]{-8} = \begin{cases} 1 + i\sqrt{3} \\ -2 \\ 1 - i\sqrt{3} \end{cases}$$

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Варіант	Виконати дії	Побудувати геометричне зображення числа та знайти його тригонометричну та показникову форму.	Піднести до степеня	Знайти значення кореня
1.	$\frac{1+8i}{2-i}$	$1-i$	$(\sqrt{3}+i)^4$	$\sqrt[3]{-\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}}$
2.	$\frac{1+3i}{3-2i}$	$\sqrt{2}+i\sqrt{2}$	$(3-i\sqrt{3})^3$	$\sqrt[6]{-27}$
3.	$\frac{6-i}{3+2i}$	$\frac{(-1-i\sqrt{3})}{2}$	$(1-i)^6$	$\sqrt[3]{i}$
4.	$\frac{3-7i}{2+4i}$	$2-i\sqrt{12}$	$(1+i)^6$	$\sqrt[3]{-1-i}$
5.	$\frac{2-5i}{1-4i}$	$-2+i2\sqrt{3}$	$(1+i\sqrt{3})^3$	$\sqrt[6]{1}$
6.	$\frac{5+i}{2+3i}$	$2-2i$	$(2+i2\sqrt{3})^3$	$\sqrt[4]{-i}$
7.	$\frac{10+8i}{9-i}$	$-3-3i$	$(1+\sqrt{3}i)^3$	$\sqrt[4]{-8+8\sqrt{3}i}$
8.	$\frac{1+i}{1-i}$	$3-i\sqrt{3}$	$\left(\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^3$	$\sqrt[3]{-1+i}$
9.	$\frac{4+i}{2-3i}$	$2+2i$	$\left(\frac{i}{2}-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^3$	$\sqrt[3]{-\sqrt{3}+i}$
10.	$-\frac{4i}{4-3i}$	$\sqrt{3}-i$	$(\sqrt{6}-i\sqrt{2})^4$	$\sqrt[3]{-9+9\sqrt{3}i}$
11.	$\frac{1+5i}{2+i}$	$-1+i\sqrt{3}$	$(-1-i)^3$	$\sqrt[3]{-\frac{1}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}}$
12.	$\frac{4+2i}{8-2i}$	$\sqrt{2}+\sqrt{2}i$	$(-2-2i)^4$	$\sqrt[6]{27}$
13.	$\frac{12+2i}{3-2i}$	$\frac{(-1+i\sqrt{3})}{2}$	$(-1-i)^4$	$\sqrt[4]{i}$
14.	$\frac{2-7i}{2+5i}$	$-2+i\sqrt{12}$	$(1+i)^8$	$\sqrt[3]{-i}$

15.	$\frac{2+5i}{7-4i}$	$-2-2\sqrt{3}i$	$(-1+i\sqrt{3})^3$	$\sqrt[4]{-1}$
16.	$\frac{5-3i}{1+3i}$	$-2-2i$	$(-1-\sqrt{3}i)^6$	$\sqrt[4]{16i}$
17.	$\frac{13-i}{9-i}$	$5-5i$	$(2+2\sqrt{3}i)^3$	$\sqrt[4]{-1+i\sqrt{3}}$
18.	$\frac{1+2i}{3-i}$	$\frac{3}{2}-i\sqrt{\frac{3}{4}}$	$\left(\frac{3}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}i\right)^3$	$\sqrt[3]{-1-i}$
19.	$\frac{2+i}{5-3i}$	$-3+3i$	$\left(\frac{i}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^3$	$\sqrt[3]{-\sqrt{3}-i}$
20.	$-\frac{6i}{2-3i}$	$\sqrt{3}+i$	$(\sqrt{6}-i\sqrt{2})^6$	$\sqrt{-5+5\sqrt{3}i}$
21.	$\frac{3-8i}{2-i}$	$\sqrt{3}+i$	$(\sqrt{3}+i)^4$	$\sqrt[3]{-\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}}$
22.	$\frac{1+3i}{3-2i}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}+\frac{1}{2}i$	$\left(\frac{i}{2}+\frac{1}{2}\right)^3$	$\sqrt[6]{64}$
23.	$\frac{10-i}{3-2i}$	$\frac{-1-i}{2}$	$(1-i)^4$	$\sqrt[3]{-i}$
24.	$\frac{8-7i}{2+5i}$	$3-i\sqrt{27}$	$(4-4i)^4$	$\sqrt{-1-i}$
25.	$\frac{2-5i}{1-4i}$	$-2-2\sqrt{3}i$	$(3-i\sqrt{3})^3$	$\sqrt[6]{-1}$
26.	$\frac{15+i}{2-3i}$	$6-6i$	$(2-2\sqrt{3})^3$	$\sqrt[4]{-81i}$
27.	$\frac{1+8i}{6+i}$	$-3+3i$	$(-1-i\sqrt{3})^3$	$\sqrt{-8+i8\sqrt{3}}$
28.	$\frac{5-i}{1-2i}$	$-3-i\sqrt{3}$	$\left(-\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}i\right)^3$	$\sqrt[3]{-6+6i}$
29.	$\frac{9-i}{2+7i}$	$-2-2i$	$\left(\frac{i}{3}-\frac{\sqrt{3}}{3}\right)^3$	$\sqrt{-\sqrt{3}+i}$
30.	$-\frac{i}{7-3i}$	$\sqrt{3}+i$	$(-\sqrt{6}-i\sqrt{2})^4$	$\sqrt{-9+9\sqrt{3}i}$

## Самостійна робота №10

## Тема: Комплексні числа в електротехнічних розрахунках.

**Теорема 1.** Сума  $u$  двох гармонійних коливань  $u_1$  та  $u_2$  з однаковою кутовою частотою  $\omega$   $u_1 = U_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$ ,  $u_2 = U_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$ , теж являється гармонійним коливанням  $u = U \sin(\omega t + \varphi)$  з такою ж кутовою частотою  $\omega$ , якому відповідає комплексне число  $\dot{U}$ , яке рівне сумі комплексних чисел  $\dot{U}_1$  та  $\dot{U}_2$  (які відповідають величинам  $u_1$  та  $u_2$ ).

## РОЗВ'ЯЗАННЯ ТИПОВОГО ВАРІАНТА

**Завдання №1.** Два генератори, які дають (при стандартній частоті) відповідно напруги  $u_1 = 220 \sin(\omega t + 60^\circ)$  та  $u_2 = 127 \sin(\omega t - 90^\circ)$ , з'єднані послідовно. Визначити напругу на зажимах ланцюгу, тобто сумарну напругу (рис.1).

**Розв'язання:**

Для знаходження сумарної напруги

$$u = 220 \sin(\omega t + 60^\circ) + 127 \sin(\omega t - 90^\circ)$$

знаходимо суму  $\dot{U}$  відповідних комплексних чисел — комплексів напруги

$$\dot{U}_1 = 220(\cos 60^\circ + i \sin 60^\circ)$$

та

$$\dot{U}_2 = 127(\cos(-90^\circ) + i \sin(-90^\circ))$$

Маємо

$$\dot{U} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 220(\cos 60^\circ + i \sin 60^\circ) + 127(\cos(-90^\circ) + i \sin(-90^\circ)) =$$

$$= 220\left(\frac{1}{2} + i \frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 127(0 - i) \approx 110 + 63,5i$$

Представимо отримане комплексне число  $\dot{U} = 110 + 63,5i$  в тригонометричній (або в показниковій) формі.

$$|\dot{U}| = \sqrt{110^2 + 63,5^2} \approx 127$$

$$\arg z = \arctg \frac{63,5}{110} = \arctg 0,572 \approx 30^\circ \text{ (за таблицею Брадіса)}$$

$$\dot{U} \approx 127(\cos 30^\circ + i \sin 30^\circ)$$

Тобто, сумарна напруга задається рівнянням:  $u = 127 \sin(\omega t + 30^\circ)$

**Відповідь:**  $u = 127 \sin(\omega t + 30^\circ)$

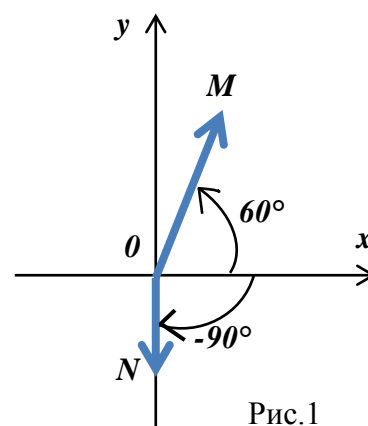
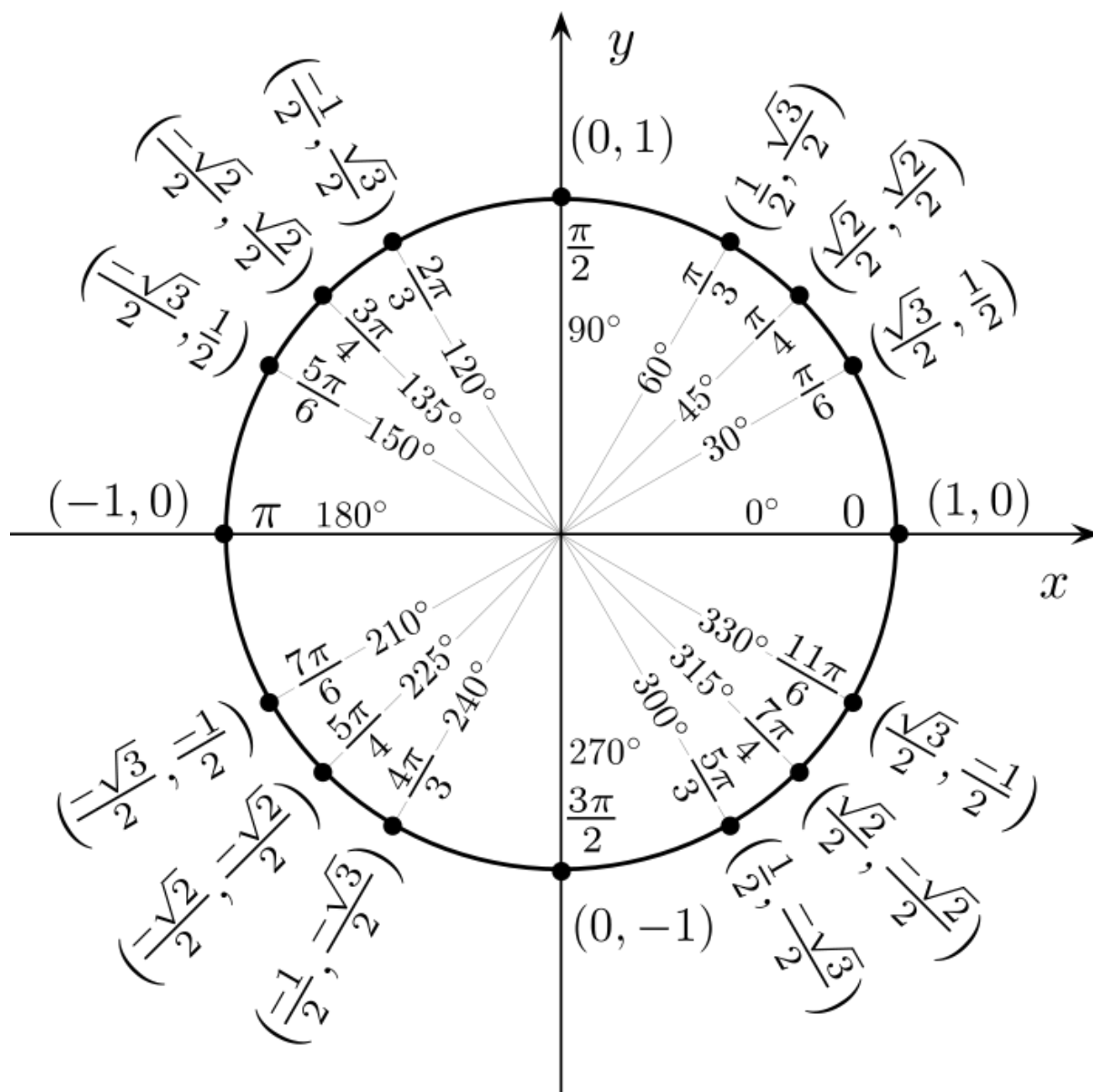


Рис.1

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

ВАРІАНТ	ЗАВДАННЯ
1.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 110 \sin(\omega t + 90^\circ)$ та $u_2 = 100 \sin(\omega t + 180^\circ)$ .
2.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 127 \sin(\omega t + 30^\circ)$ та $u_2 = 127 \sin(\omega t + 60^\circ)$ .
3.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 220 \sin(\omega t + \frac{3\pi}{2})$ та $u_2 = 127 \sin(\omega t - \frac{3\pi}{2})$ .
4.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 150 \sin(\omega t + 2)$ та $u_2 = 350 \sin(\omega t - 3)$ .
5.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 220 \sin(\omega t + 90^\circ)$ та $u_2 = 100 \sin(\omega t + 180^\circ)$ .
6.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані

	послідовно $u_1 = 110\sin(\omega t - 90^\circ)$ та $u_2 = 127\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
7.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 127\sin(\omega t - 30^\circ)$ та $u_2 = 127\sin(\omega t - 60^\circ)$ .
8.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 220\sin(\omega t - \frac{3\pi}{2})$ та $u_2 = 127\sin(\omega t + \frac{3\pi}{2})$ .
9.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 50\sin(\omega t + 3)$ та $u_2 = 150\sin(\omega t - 3)$ .
10.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 220\sin(\omega t - 90^\circ)$ та $u_2 = 100\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
11.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 110\sin(\omega t + 90^\circ)$ та $u_2 = 127\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
12.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 127\sin(\omega t - 90^\circ)$ та $u_2 = 100\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
13.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 127\sin(\omega t + 45^\circ)$ та $u_2 = 127\sin(\omega t - 60^\circ)$ .
14.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 110\sin(\omega t + \frac{3\pi}{2})$ та $u_2 = 127\sin(\omega t - \frac{3\pi}{2})$ .
15.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 100\sin(\omega t + 2)$ та $u_2 = 110\sin(\omega t - 3)$ .
16.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 110\sin(\omega t + 60^\circ)$ та $u_2 = 100\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
17.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 100\sin(\omega t - 90^\circ)$ та $u_2 = 127\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
18.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 110\sin(\omega t + 90^\circ)$ та $u_2 = 100\sin(\omega t + 60^\circ)$ .
19.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 127\sin(\omega t + 30^\circ)$ та $u_2 = 100\sin(\omega t - 60^\circ)$ .
20.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 100\sin(\omega t + \frac{3\pi}{2})$ та $u_2 = 127\sin(\omega t - \frac{3\pi}{2})$ .
21.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 150\sin(\omega t - 2)$ та $u_2 = 350\sin(\omega t + 4)$ .
22.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 127\sin(\omega t - 90^\circ)$ та $u_2 = 100\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
23.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 110\sin(\omega t - 90^\circ)$ та $u_2 = 220\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
24.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 150\sin(\omega t - 60^\circ)$ та $u_2 = 100\sin(\omega t + 180^\circ)$ .
25.	Знайти сумарну напругу, якщо генератори, які дають напруги $u_1$ та $u_2$ , з'єднані послідовно $u_1 = 127\sin(\omega t + 30^\circ)$ та $u_2 = 100\sin(\omega t + 180^\circ)$ .





## Таблиця Брадіса косинусів кутів від 0° до 180°

$\cos(1^\circ) = 0.999848$	$\cos(46^\circ) = 0.694658$	$\cos(91^\circ) = -0.017452$	$\cos(136^\circ) = -0.71934$
$\cos(2^\circ) = 0.999391$	$\cos(47^\circ) = 0.681998$	$\cos(92^\circ) = -0.034899$	$\cos(137^\circ) = -0.731354$
$\cos(3^\circ) = 0.99863$	$\cos(48^\circ) = 0.669131$	$\cos(93^\circ) = -0.052336$	$\cos(138^\circ) = -0.743145$
$\cos(4^\circ) = 0.997564$	$\cos(49^\circ) = 0.656059$	$\cos(94^\circ) = -0.069756$	$\cos(139^\circ) = -0.75471$
$\cos(5^\circ) = 0.996195$	$\cos(50^\circ) = 0.642788$	$\cos(95^\circ) = -0.087156$	$\cos(140^\circ) = -0.766044$
$\cos(6^\circ) = 0.994522$	$\cos(51^\circ) = 0.62932$	$\cos(96^\circ) = -0.104528$	$\cos(141^\circ) = -0.777146$
$\cos(7^\circ) = 0.992546$	$\cos(52^\circ) = 0.615661$	$\cos(97^\circ) = -0.121869$	$\cos(142^\circ) = -0.788011$
$\cos(8^\circ) = 0.990268$	$\cos(53^\circ) = 0.601815$	$\cos(98^\circ) = -0.139173$	$\cos(143^\circ) = -0.798636$
$\cos(9^\circ) = 0.987688$	$\cos(54^\circ) = 0.587785$	$\cos(99^\circ) = -0.156434$	$\cos(144^\circ) = -0.809017$
$\cos(10^\circ) = 0.984808$	$\cos(55^\circ) = 0.573576$	$\cos(100^\circ) = -0.173648$	$\cos(145^\circ) = -0.819152$
$\cos(11^\circ) = 0.981627$	$\cos(56^\circ) = 0.559193$	$\cos(101^\circ) = -0.190809$	$\cos(146^\circ) = -0.829038$
$\cos(12^\circ) = 0.978148$	$\cos(57^\circ) = 0.544639$	$\cos(102^\circ) = -0.207912$	$\cos(147^\circ) = -0.838671$
$\cos(13^\circ) = 0.97437$	$\cos(58^\circ) = 0.529919$	$\cos(103^\circ) = -0.224951$	$\cos(148^\circ) = -0.848048$
$\cos(14^\circ) = 0.970296$	$\cos(59^\circ) = 0.515038$	$\cos(104^\circ) = -0.241922$	$\cos(149^\circ) = -0.857167$
$\cos(15^\circ) = 0.965926$	$\cos(60^\circ) = 0.5$	$\cos(105^\circ) = -0.258819$	$\cos(150^\circ) = -0.866025$
$\cos(16^\circ) = 0.961262$	$\cos(61^\circ) = 0.48481$	$\cos(106^\circ) = -0.275637$	$\cos(151^\circ) = -0.87462$
$\cos(17^\circ) = 0.956305$	$\cos(62^\circ) = 0.469472$	$\cos(107^\circ) = -0.292372$	$\cos(152^\circ) = -0.882948$
$\cos(18^\circ) = 0.951057$	$\cos(63^\circ) = 0.45399$	$\cos(108^\circ) = -0.309017$	$\cos(153^\circ) = -0.891007$
$\cos(19^\circ) = 0.945519$	$\cos(64^\circ) = 0.438371$	$\cos(109^\circ) = -0.325568$	$\cos(154^\circ) = -0.898794$
$\cos(20^\circ) = 0.939693$	$\cos(65^\circ) = 0.422618$	$\cos(110^\circ) = -0.34202$	$\cos(155^\circ) = -0.906308$
$\cos(21^\circ) = 0.93358$	$\cos(66^\circ) = 0.406737$	$\cos(111^\circ) = -0.358368$	$\cos(156^\circ) = -0.913545$
$\cos(22^\circ) = 0.927184$	$\cos(67^\circ) = 0.390731$	$\cos(112^\circ) = -0.374607$	$\cos(157^\circ) = -0.920505$
$\cos(23^\circ) = 0.920505$	$\cos(68^\circ) = 0.374607$	$\cos(113^\circ) = -0.390731$	$\cos(158^\circ) = -0.927184$
$\cos(24^\circ) = 0.913545$	$\cos(69^\circ) = 0.358368$	$\cos(114^\circ) = -0.406737$	$\cos(159^\circ) = -0.93358$
$\cos(25^\circ) = 0.906308$	$\cos(70^\circ) = 0.34202$	$\cos(115^\circ) = -0.422618$	$\cos(160^\circ) = -0.939693$
$\cos(26^\circ) = 0.898794$	$\cos(71^\circ) = 0.325568$	$\cos(116^\circ) = -0.438371$	$\cos(161^\circ) = -0.945519$
$\cos(27^\circ) = 0.891007$	$\cos(72^\circ) = 0.309017$	$\cos(117^\circ) = -0.45399$	$\cos(162^\circ) = -0.951057$
$\cos(28^\circ) = 0.882948$	$\cos(73^\circ) = 0.292372$	$\cos(118^\circ) = -0.469472$	$\cos(163^\circ) = -0.956305$
$\cos(29^\circ) = 0.87462$	$\cos(74^\circ) = 0.275637$	$\cos(119^\circ) = -0.48481$	$\cos(164^\circ) = -0.961262$
$\cos(30^\circ) = 0.866025$	$\cos(75^\circ) = 0.258819$	$\cos(120^\circ) = -0.5$	$\cos(165^\circ) = -0.965926$
$\cos(31^\circ) = 0.857167$	$\cos(76^\circ) = 0.241922$	$\cos(121^\circ) = -0.515038$	$\cos(166^\circ) = -0.970296$
$\cos(32^\circ) = 0.848048$	$\cos(77^\circ) = 0.224951$	$\cos(122^\circ) = -0.529919$	$\cos(167^\circ) = -0.97437$
$\cos(33^\circ) = 0.838671$	$\cos(78^\circ) = 0.207912$	$\cos(123^\circ) = -0.544639$	$\cos(168^\circ) = -0.978148$
$\cos(34^\circ) = 0.829038$	$\cos(79^\circ) = 0.190809$	$\cos(124^\circ) = -0.559193$	$\cos(169^\circ) = -0.981627$
$\cos(35^\circ) = 0.819152$	$\cos(80^\circ) = 0.173648$	$\cos(125^\circ) = -0.573576$	$\cos(170^\circ) = -0.984808$
$\cos(36^\circ) = 0.809017$	$\cos(81^\circ) = 0.156434$	$\cos(126^\circ) = -0.587785$	$\cos(171^\circ) = -0.987688$
$\cos(37^\circ) = 0.798636$	$\cos(82^\circ) = 0.139173$	$\cos(127^\circ) = -0.601815$	$\cos(172^\circ) = -0.990268$
$\cos(38^\circ) = 0.788011$	$\cos(83^\circ) = 0.121869$	$\cos(128^\circ) = -0.615661$	$\cos(173^\circ) = -0.992546$
$\cos(39^\circ) = 0.777146$	$\cos(84^\circ) = 0.104528$	$\cos(129^\circ) = -0.62932$	$\cos(174^\circ) = -0.994522$
$\cos(40^\circ) = 0.766044$	$\cos(85^\circ) = 0.087156$	$\cos(130^\circ) = -0.642788$	$\cos(175^\circ) = -0.996195$
$\cos(41^\circ) = 0.75471$	$\cos(86^\circ) = 0.069756$	$\cos(131^\circ) = -0.656059$	$\cos(176^\circ) = -0.997564$
$\cos(42^\circ) = 0.743145$	$\cos(87^\circ) = 0.052336$	$\cos(132^\circ) = -0.669131$	$\cos(177^\circ) = -0.99863$
$\cos(43^\circ) = 0.731354$	$\cos(88^\circ) = 0.034899$	$\cos(133^\circ) = -0.681998$	$\cos(178^\circ) = -0.999391$
$\cos(44^\circ) = 0.71934$	$\cos(89^\circ) = 0.017452$	$\cos(134^\circ) = -0.694658$	$\cos(179^\circ) = -0.999848$
$\cos(45^\circ) = 0.707107$	$\cos(90^\circ) = 0$	$\cos(135^\circ) = -0.707107$	$\cos(180^\circ) = -1$

## Таблиця Брадіса косинусів кутів від 180° до 360°

cos(181°) = -0.999848	cos(226°) = -0.694658	cos(271°) = 0.017452	cos(316°) = 0.71934
cos(182°) = -0.999391	cos(227°) = -0.681998	cos(272°) = 0.034899	cos(317°) = 0.731354
cos(183°) = -0.99863	cos(228°) = -0.669131	cos(273°) = 0.052336	cos(318°) = 0.743145
cos(184°) = -0.997564	cos(229°) = -0.656059	cos(274°) = 0.069756	cos(319°) = 0.75471
cos(185°) = -0.996195	cos(230°) = -0.642788	cos(275°) = 0.087156	cos(320°) = 0.766044
cos(186°) = -0.994522	cos(231°) = -0.62932	cos(276°) = 0.104528	cos(321°) = 0.777146
cos(187°) = -0.992546	cos(232°) = -0.615661	cos(277°) = 0.121869	cos(322°) = 0.788011
cos(188°) = -0.990268	cos(233°) = -0.601815	cos(278°) = 0.139173	cos(323°) = 0.798636
cos(189°) = -0.987688	cos(234°) = -0.587785	cos(279°) = 0.156434	cos(324°) = 0.809017
cos(190°) = -0.984808	cos(235°) = -0.573576	cos(280°) = 0.173648	cos(325°) = 0.819152
cos(191°) = -0.981627	cos(236°) = -0.559193	cos(281°) = 0.190809	cos(326°) = 0.829038
cos(192°) = -0.978148	cos(237°) = -0.544639	cos(282°) = 0.207912	cos(327°) = 0.838671
cos(193°) = -0.97437	cos(238°) = -0.529919	cos(283°) = 0.224951	cos(328°) = 0.848048
cos(194°) = -0.970296	cos(239°) = -0.515038	cos(284°) = 0.241922	cos(329°) = 0.857167
cos(195°) = -0.965926	cos(240°) = -0.5	cos(285°) = 0.258819	cos(330°) = 0.866025
cos(196°) = -0.961262	cos(241°) = -0.48481	cos(286°) = 0.275637	cos(331°) = 0.87462
cos(197°) = -0.956305	cos(242°) = -0.469472	cos(287°) = 0.292372	cos(332°) = 0.882948
cos(198°) = -0.951057	cos(243°) = -0.45399	cos(288°) = 0.309017	cos(333°) = 0.891007
cos(199°) = -0.945519	cos(244°) = -0.438371	cos(289°) = 0.325568	cos(334°) = 0.898794
cos(200°) = -0.939693	cos(245°) = -0.422618	cos(290°) = 0.34202	cos(335°) = 0.906308
cos(201°) = -0.93358	cos(246°) = -0.406737	cos(291°) = 0.358368	cos(336°) = 0.913545
cos(202°) = -0.927184	cos(247°) = -0.390731	cos(292°) = 0.374607	cos(337°) = 0.920505
cos(203°) = -0.920505	cos(248°) = -0.374607	cos(293°) = 0.390731	cos(338°) = 0.927184
cos(204°) = -0.913545	cos(249°) = -0.358368	cos(294°) = 0.406737	cos(339°) = 0.93358
cos(205°) = -0.906308	cos(250°) = -0.34202	cos(295°) = 0.422618	cos(340°) = 0.939693
cos(206°) = -0.898794	cos(251°) = -0.325568	cos(296°) = 0.438371	cos(341°) = 0.945519
cos(207°) = -0.891007	cos(252°) = -0.309017	cos(297°) = 0.45399	cos(342°) = 0.951057
cos(208°) = -0.882948	cos(253°) = -0.292372	cos(298°) = 0.469472	cos(343°) = 0.956305
cos(209°) = -0.87462	cos(254°) = -0.275637	cos(299°) = 0.48481	cos(344°) = 0.961262
cos(210°) = -0.866025	cos(255°) = -0.258819	cos(300°) = 0.5	cos(345°) = 0.965926
cos(211°) = -0.857167	cos(256°) = -0.241922	cos(301°) = 0.515038	cos(346°) = 0.970296
cos(212°) = -0.848048	cos(257°) = -0.224951	cos(302°) = 0.529919	cos(347°) = 0.97437
cos(213°) = -0.838671	cos(258°) = -0.207912	cos(303°) = 0.544639	cos(348°) = 0.978148
cos(214°) = -0.829038	cos(259°) = -0.190809	cos(304°) = 0.559193	cos(349°) = 0.981627
cos(215°) = -0.819152	cos(260°) = -0.173648	cos(305°) = 0.573576	cos(350°) = 0.984808
cos(216°) = -0.809017	cos(261°) = -0.156434	cos(306°) = 0.587785	cos(351°) = 0.987688
cos(217°) = -0.798636	cos(262°) = -0.139173	cos(307°) = 0.601815	cos(352°) = 0.990268
cos(218°) = -0.788011	cos(263°) = -0.121869	cos(308°) = 0.615661	cos(353°) = 0.992546
cos(219°) = -0.777146	cos(264°) = -0.104528	cos(309°) = 0.62932	cos(354°) = 0.994522
cos(220°) = -0.766044	cos(265°) = -0.087156	cos(310°) = 0.642788	cos(355°) = 0.996195
cos(221°) = -0.75471	cos(266°) = -0.069756	cos(311°) = 0.656059	cos(356°) = 0.997564
cos(222°) = -0.743145	cos(267°) = -0.052336	cos(312°) = 0.669131	cos(357°) = 0.99863
cos(223°) = -0.731354	cos(268°) = -0.034899	cos(313°) = 0.681998	cos(358°) = 0.999391
cos(224°) = -0.71934	cos(269°) = -0.017452	cos(314°) = 0.694658	cos(359°) = 0.999848
cos(225°) = -0.707107	cos(270°) = -0	cos(315°) = 0.707107	cos(360°) = 1



## Таблиця Брадіса синусів кутів від 0° до 180°

$\sin(1^\circ) = 0.017452$	$\sin(46^\circ) = 0.71934$	$\sin(91^\circ) = 0.999848$	$\sin(136^\circ) = 0.694658$
$\sin(2^\circ) = 0.034899$	$\sin(47^\circ) = 0.731354$	$\sin(92^\circ) = 0.999391$	$\sin(137^\circ) = 0.681998$
$\sin(3^\circ) = 0.052336$	$\sin(48^\circ) = 0.743145$	$\sin(93^\circ) = 0.99863$	$\sin(138^\circ) = 0.669131$
$\sin(4^\circ) = 0.069756$	$\sin(49^\circ) = 0.75471$	$\sin(94^\circ) = 0.997564$	$\sin(139^\circ) = 0.656059$
$\sin(5^\circ) = 0.087156$	$\sin(50^\circ) = 0.766044$	$\sin(95^\circ) = 0.996195$	$\sin(140^\circ) = 0.642788$
$\sin(6^\circ) = 0.104528$	$\sin(51^\circ) = 0.777146$	$\sin(96^\circ) = 0.994522$	$\sin(141^\circ) = 0.62932$
$\sin(7^\circ) = 0.121869$	$\sin(52^\circ) = 0.788011$	$\sin(97^\circ) = 0.992546$	$\sin(142^\circ) = 0.615661$
$\sin(8^\circ) = 0.139173$	$\sin(53^\circ) = 0.798636$	$\sin(98^\circ) = 0.990268$	$\sin(143^\circ) = 0.601815$
$\sin(9^\circ) = 0.156434$	$\sin(54^\circ) = 0.809017$	$\sin(99^\circ) = 0.987688$	$\sin(144^\circ) = 0.587785$
$\sin(10^\circ) = 0.173648$	$\sin(55^\circ) = 0.819152$	$\sin(100^\circ) = 0.984808$	$\sin(145^\circ) = 0.573576$
$\sin(11^\circ) = 0.190809$	$\sin(56^\circ) = 0.829038$	$\sin(101^\circ) = 0.981627$	$\sin(146^\circ) = 0.559193$
$\sin(12^\circ) = 0.207912$	$\sin(57^\circ) = 0.838671$	$\sin(102^\circ) = 0.978148$	$\sin(147^\circ) = 0.544639$
$\sin(13^\circ) = 0.224951$	$\sin(58^\circ) = 0.848048$	$\sin(103^\circ) = 0.97437$	$\sin(148^\circ) = 0.529919$
$\sin(14^\circ) = 0.241922$	$\sin(59^\circ) = 0.857167$	$\sin(104^\circ) = 0.970296$	$\sin(149^\circ) = 0.515038$
$\sin(15^\circ) = 0.258819$	$\sin(60^\circ) = 0.866025$	$\sin(105^\circ) = 0.965926$	$\sin(150^\circ) = 0.5$
$\sin(16^\circ) = 0.275637$	$\sin(61^\circ) = 0.87462$	$\sin(106^\circ) = 0.961262$	$\sin(151^\circ) = 0.48481$
$\sin(17^\circ) = 0.292372$	$\sin(62^\circ) = 0.882948$	$\sin(107^\circ) = 0.956305$	$\sin(152^\circ) = 0.469472$
$\sin(18^\circ) = 0.309017$	$\sin(63^\circ) = 0.891007$	$\sin(108^\circ) = 0.951057$	$\sin(153^\circ) = 0.45399$
$\sin(19^\circ) = 0.325568$	$\sin(64^\circ) = 0.898794$	$\sin(109^\circ) = 0.945519$	$\sin(154^\circ) = 0.438371$
$\sin(20^\circ) = 0.34202$	$\sin(65^\circ) = 0.906308$	$\sin(110^\circ) = 0.939693$	$\sin(155^\circ) = 0.422618$
$\sin(21^\circ) = 0.358368$	$\sin(66^\circ) = 0.913545$	$\sin(111^\circ) = 0.93358$	$\sin(156^\circ) = 0.406737$
$\sin(22^\circ) = 0.374607$	$\sin(67^\circ) = 0.920505$	$\sin(112^\circ) = 0.927184$	$\sin(157^\circ) = 0.390731$
$\sin(23^\circ) = 0.390731$	$\sin(68^\circ) = 0.927184$	$\sin(113^\circ) = 0.920505$	$\sin(158^\circ) = 0.374607$
$\sin(24^\circ) = 0.406737$	$\sin(69^\circ) = 0.93358$	$\sin(114^\circ) = 0.913545$	$\sin(159^\circ) = 0.358368$
$\sin(25^\circ) = 0.422618$	$\sin(70^\circ) = 0.939693$	$\sin(115^\circ) = 0.906308$	$\sin(160^\circ) = 0.34202$
$\sin(26^\circ) = 0.438371$	$\sin(71^\circ) = 0.945519$	$\sin(116^\circ) = 0.898794$	$\sin(161^\circ) = 0.325568$
$\sin(27^\circ) = 0.45399$	$\sin(72^\circ) = 0.951057$	$\sin(117^\circ) = 0.891007$	$\sin(162^\circ) = 0.309017$
$\sin(28^\circ) = 0.469472$	$\sin(73^\circ) = 0.956305$	$\sin(118^\circ) = 0.882948$	$\sin(163^\circ) = 0.292372$
$\sin(29^\circ) = 0.48481$	$\sin(74^\circ) = 0.961262$	$\sin(119^\circ) = 0.87462$	$\sin(164^\circ) = 0.275637$
$\sin(30^\circ) = 0.5$	$\sin(75^\circ) = 0.965926$	$\sin(120^\circ) = 0.866025$	$\sin(165^\circ) = 0.258819$
$\sin(31^\circ) = 0.515038$	$\sin(76^\circ) = 0.970296$	$\sin(121^\circ) = 0.857167$	$\sin(166^\circ) = 0.241922$
$\sin(32^\circ) = 0.529919$	$\sin(77^\circ) = 0.97437$	$\sin(122^\circ) = 0.848048$	$\sin(167^\circ) = 0.224951$
$\sin(33^\circ) = 0.544639$	$\sin(78^\circ) = 0.978148$	$\sin(123^\circ) = 0.838671$	$\sin(168^\circ) = 0.207912$
$\sin(34^\circ) = 0.559193$	$\sin(79^\circ) = 0.981627$	$\sin(124^\circ) = 0.829038$	$\sin(169^\circ) = 0.190809$
$\sin(35^\circ) = 0.573576$	$\sin(80^\circ) = 0.984808$	$\sin(125^\circ) = 0.819152$	$\sin(170^\circ) = 0.173648$
$\sin(36^\circ) = 0.587785$	$\sin(81^\circ) = 0.987688$	$\sin(126^\circ) = 0.809017$	$\sin(171^\circ) = 0.156434$
$\sin(37^\circ) = 0.601815$	$\sin(82^\circ) = 0.990268$	$\sin(127^\circ) = 0.798636$	$\sin(172^\circ) = 0.139173$
$\sin(38^\circ) = 0.615661$	$\sin(83^\circ) = 0.992546$	$\sin(128^\circ) = 0.788011$	$\sin(173^\circ) = 0.121869$
$\sin(39^\circ) = 0.62932$	$\sin(84^\circ) = 0.994522$	$\sin(129^\circ) = 0.777146$	$\sin(174^\circ) = 0.104528$
$\sin(40^\circ) = 0.642788$	$\sin(85^\circ) = 0.996195$	$\sin(130^\circ) = 0.766044$	$\sin(175^\circ) = 0.087156$
$\sin(41^\circ) = 0.656059$	$\sin(86^\circ) = 0.997564$	$\sin(131^\circ) = 0.75471$	$\sin(176^\circ) = 0.069756$
$\sin(42^\circ) = 0.669131$	$\sin(87^\circ) = 0.99863$	$\sin(132^\circ) = 0.743145$	$\sin(177^\circ) = 0.052336$
$\sin(43^\circ) = 0.681998$	$\sin(88^\circ) = 0.999391$	$\sin(133^\circ) = 0.731354$	$\sin(178^\circ) = 0.034899$
$\sin(44^\circ) = 0.694658$	$\sin(89^\circ) = 0.999848$	$\sin(134^\circ) = 0.71934$	$\sin(179^\circ) = 0.017452$
$\sin(45^\circ) = 0.707107$	$\sin(90^\circ) = 1$	$\sin(135^\circ) = 0.707107$	$\sin(180^\circ) = 0$

## Таблиця Брадіса синусів кутів від 180° до 360°

$\sin(181^\circ) = -0.017452$	$\sin(226^\circ) = -0.71934$	$\sin(271^\circ) = -0.999848$	$\sin(316^\circ) = -0.694658$
$\sin(182^\circ) = -0.034899$	$\sin(227^\circ) = -0.731354$	$\sin(272^\circ) = -0.999391$	$\sin(317^\circ) = -0.681998$
$\sin(183^\circ) = -0.052336$	$\sin(228^\circ) = -0.743145$	$\sin(273^\circ) = -0.99863$	$\sin(318^\circ) = -0.669131$
$\sin(184^\circ) = -0.069756$	$\sin(229^\circ) = -0.75471$	$\sin(274^\circ) = -0.997564$	$\sin(319^\circ) = -0.656059$
$\sin(185^\circ) = -0.087156$	$\sin(230^\circ) = -0.766044$	$\sin(275^\circ) = -0.996195$	$\sin(320^\circ) = -0.642788$
$\sin(186^\circ) = -0.104528$	$\sin(231^\circ) = -0.777146$	$\sin(276^\circ) = -0.994522$	$\sin(321^\circ) = -0.62932$
$\sin(187^\circ) = -0.121869$	$\sin(232^\circ) = -0.788011$	$\sin(277^\circ) = -0.992546$	$\sin(322^\circ) = -0.615661$
$\sin(188^\circ) = -0.139173$	$\sin(233^\circ) = -0.798636$	$\sin(278^\circ) = -0.990268$	$\sin(323^\circ) = -0.601815$
$\sin(189^\circ) = -0.156434$	$\sin(234^\circ) = -0.809017$	$\sin(279^\circ) = -0.987688$	$\sin(324^\circ) = -0.587785$
$\sin(190^\circ) = -0.173648$	$\sin(235^\circ) = -0.819152$	$\sin(280^\circ) = -0.984808$	$\sin(325^\circ) = -0.573576$
$\sin(191^\circ) = -0.190809$	$\sin(236^\circ) = -0.829038$	$\sin(281^\circ) = -0.981627$	$\sin(326^\circ) = -0.559193$
$\sin(192^\circ) = -0.207912$	$\sin(237^\circ) = -0.838671$	$\sin(282^\circ) = -0.978148$	$\sin(327^\circ) = -0.544639$
$\sin(193^\circ) = -0.224951$	$\sin(238^\circ) = -0.848048$	$\sin(283^\circ) = -0.97437$	$\sin(328^\circ) = -0.529919$
$\sin(194^\circ) = -0.241922$	$\sin(239^\circ) = -0.857167$	$\sin(284^\circ) = -0.970296$	$\sin(329^\circ) = -0.515038$
$\sin(195^\circ) = -0.258819$	$\sin(240^\circ) = -0.866025$	$\sin(285^\circ) = -0.965926$	$\sin(330^\circ) = -0.5$
$\sin(196^\circ) = -0.275637$	$\sin(241^\circ) = -0.87462$	$\sin(286^\circ) = -0.961262$	$\sin(331^\circ) = -0.48481$
$\sin(197^\circ) = -0.292372$	$\sin(242^\circ) = -0.882948$	$\sin(287^\circ) = -0.956305$	$\sin(332^\circ) = -0.469472$
$\sin(198^\circ) = -0.309017$	$\sin(243^\circ) = -0.891007$	$\sin(288^\circ) = -0.951057$	$\sin(333^\circ) = -0.45399$
$\sin(199^\circ) = -0.325568$	$\sin(244^\circ) = -0.898794$	$\sin(289^\circ) = -0.945519$	$\sin(334^\circ) = -0.438371$
$\sin(200^\circ) = -0.34202$	$\sin(245^\circ) = -0.906308$	$\sin(290^\circ) = -0.939693$	$\sin(335^\circ) = -0.422618$
$\sin(201^\circ) = -0.358368$	$\sin(246^\circ) = -0.913545$	$\sin(291^\circ) = -0.93358$	$\sin(336^\circ) = -0.406737$
$\sin(202^\circ) = -0.374607$	$\sin(247^\circ) = -0.920505$	$\sin(292^\circ) = -0.927184$	$\sin(337^\circ) = -0.390731$
$\sin(203^\circ) = -0.390731$	$\sin(248^\circ) = -0.927184$	$\sin(293^\circ) = -0.920505$	$\sin(338^\circ) = -0.374607$
$\sin(204^\circ) = -0.406737$	$\sin(249^\circ) = -0.93358$	$\sin(294^\circ) = -0.913545$	$\sin(339^\circ) = -0.358368$
$\sin(205^\circ) = -0.422618$	$\sin(250^\circ) = -0.939693$	$\sin(295^\circ) = -0.906308$	$\sin(340^\circ) = -0.34202$
$\sin(206^\circ) = -0.438371$	$\sin(251^\circ) = -0.945519$	$\sin(296^\circ) = -0.898794$	$\sin(341^\circ) = -0.325568$
$\sin(207^\circ) = -0.45399$	$\sin(252^\circ) = -0.951057$	$\sin(297^\circ) = -0.891007$	$\sin(342^\circ) = -0.309017$
$\sin(208^\circ) = -0.469472$	$\sin(253^\circ) = -0.956305$	$\sin(298^\circ) = -0.882948$	$\sin(343^\circ) = -0.292372$
$\sin(209^\circ) = -0.48481$	$\sin(254^\circ) = -0.961262$	$\sin(299^\circ) = -0.87462$	$\sin(344^\circ) = -0.275637$
$\sin(210^\circ) = -0.5$	$\sin(255^\circ) = -0.965926$	$\sin(300^\circ) = -0.866025$	$\sin(345^\circ) = -0.258819$
$\sin(211^\circ) = -0.515038$	$\sin(256^\circ) = -0.970296$	$\sin(301^\circ) = -0.857167$	$\sin(346^\circ) = -0.241922$
$\sin(212^\circ) = -0.529919$	$\sin(257^\circ) = -0.97437$	$\sin(302^\circ) = -0.848048$	$\sin(347^\circ) = -0.224951$
$\sin(213^\circ) = -0.544639$	$\sin(258^\circ) = -0.978148$	$\sin(303^\circ) = -0.838671$	$\sin(348^\circ) = -0.207912$
$\sin(214^\circ) = -0.559193$	$\sin(259^\circ) = -0.981627$	$\sin(304^\circ) = -0.829038$	$\sin(349^\circ) = -0.190809$
$\sin(215^\circ) = -0.573576$	$\sin(260^\circ) = -0.984808$	$\sin(305^\circ) = -0.819152$	$\sin(350^\circ) = -0.173648$
$\sin(216^\circ) = -0.587785$	$\sin(261^\circ) = -0.987688$	$\sin(306^\circ) = -0.809017$	$\sin(351^\circ) = -0.156434$
$\sin(217^\circ) = -0.601815$	$\sin(262^\circ) = -0.990268$	$\sin(307^\circ) = -0.798636$	$\sin(352^\circ) = -0.139173$
$\sin(218^\circ) = -0.615661$	$\sin(263^\circ) = -0.992546$	$\sin(308^\circ) = -0.788011$	$\sin(353^\circ) = -0.121869$
$\sin(219^\circ) = -0.62932$	$\sin(264^\circ) = -0.994522$	$\sin(309^\circ) = -0.777146$	$\sin(354^\circ) = -0.104528$
$\sin(220^\circ) = -0.642788$	$\sin(265^\circ) = -0.996195$	$\sin(310^\circ) = -0.766044$	$\sin(355^\circ) = -0.087156$
$\sin(221^\circ) = -0.656059$	$\sin(266^\circ) = -0.997564$	$\sin(311^\circ) = -0.75471$	$\sin(356^\circ) = -0.069756$
$\sin(222^\circ) = -0.669131$	$\sin(267^\circ) = -0.99863$	$\sin(312^\circ) = -0.743145$	$\sin(357^\circ) = -0.052336$
$\sin(223^\circ) = -0.681998$	$\sin(268^\circ) = -0.999391$	$\sin(313^\circ) = -0.731354$	$\sin(358^\circ) = -0.034899$
$\sin(224^\circ) = -0.694658$	$\sin(269^\circ) = -0.999848$	$\sin(314^\circ) = -0.71934$	$\sin(359^\circ) = -0.017452$
$\sin(225^\circ) = -0.707107$	$\sin(270^\circ) = -1$	$\sin(315^\circ) = -0.707107$	$\sin(360^\circ) = 0$

Таблица тангенсов  $0^\circ - 180^\circ$ 

tg(1°)	0.0175	tg(61°)	1.804	tg(121°)	-1.6643
tg(2°)	0.0349	tg(62°)	1.8807	tg(122°)	-1.6003
tg(3°)	0.0524	tg(63°)	1.9626	tg(123°)	-1.5399
tg(4°)	0.0699	tg(64°)	2.0503	tg(124°)	-1.4826
tg(5°)	0.0875	tg(65°)	2.1445	tg(125°)	-1.4281
tg(6°)	0.1051	tg(66°)	2.246	tg(126°)	-1.3764
tg(7°)	0.1228	tg(67°)	2.3559	tg(127°)	-1.327
tg(8°)	0.1405	tg(68°)	2.4751	tg(128°)	-1.2799
tg(9°)	0.1584	tg(69°)	2.6051	tg(129°)	-1.2349
tg(10°)	0.1763	tg(70°)	2.7475	tg(130°)	-1.1918
tg(11°)	0.1944	tg(71°)	2.9042	tg(131°)	-1.1504
tg(12°)	0.2126	tg(72°)	3.0777	tg(132°)	-1.1106
tg(13°)	0.2309	tg(73°)	3.2709	tg(133°)	-1.0724
tg(14°)	0.2493	tg(74°)	3.4874	tg(134°)	-1.0355
tg(15°)	0.2679	tg(75°)	3.7321	tg(135°)	-1
tg(16°)	0.2867	tg(76°)	4.0108	tg(136°)	-0.9657
tg(17°)	0.3057	tg(77°)	4.3315	tg(137°)	-0.9325
tg(18°)	0.3249	tg(78°)	4.7046	tg(138°)	-0.9004
tg(19°)	0.3443	tg(79°)	5.1446	tg(139°)	-0.8693
tg(20°)	0.364	tg(80°)	5.6713	tg(140°)	-0.8391
tg(21°)	0.3839	tg(81°)	6.3138	tg(141°)	-0.8098
tg(22°)	0.404	tg(82°)	7.1154	tg(142°)	-0.7813
tg(23°)	0.4245	tg(83°)	8.1443	tg(143°)	-0.7536
tg(24°)	0.4452	tg(84°)	9.5144	tg(144°)	-0.7265
tg(25°)	0.4663	tg(85°)	11.4301	tg(145°)	-0.7002
tg(26°)	0.4877	tg(86°)	14.3007	tg(146°)	-0.6745
tg(27°)	0.5095	tg(87°)	19.0811	tg(147°)	-0.6494
tg(28°)	0.5317	tg(88°)	28.6363	tg(148°)	-0.6249
tg(29°)	0.5543	tg(89°)	57.29	tg(149°)	-0.6009
tg(30°)	0.5774	tg(90°)	$\infty$	tg(150°)	-0.5774
tg(31°)	0.6009	tg(91°)	-57.29	tg(151°)	-0.5543
tg(32°)	0.6249	tg(92°)	-28.6363	tg(152°)	-0.5317
tg(33°)	0.6494	tg(93°)	-19.0811	tg(153°)	-0.5095
tg(34°)	0.6745	tg(94°)	-14.3007	tg(154°)	-0.4877
tg(35°)	0.7002	tg(95°)	-11.4301	tg(155°)	-0.4663
tg(36°)	0.7265	tg(96°)	-9.5144	tg(156°)	-0.4452
tg(37°)	0.7536	tg(97°)	-8.1443	tg(157°)	-0.4245
tg(38°)	0.7813	tg(98°)	-7.1154	tg(158°)	-0.404
tg(39°)	0.8098	tg(99°)	-6.3138	tg(159°)	-0.3839

tg(40°)	0.8391	tg(100°)	-5.6713	tg(160°)	-0.364
tg(41°)	0.8693	tg(101°)	-5.1446	tg(161°)	-0.3443
tg(42°)	0.9004	tg(102°)	-4.7046	tg(162°)	-0.3249
tg(43°)	0.9325	tg(103°)	-4.3315	tg(163°)	-0.3057
tg(44°)	0.9657	tg(104°)	-4.0108	tg(164°)	-0.2867
tg(45°)	1	tg(105°)	-3.7321	tg(165°)	-0.2679
tg(46°)	1.0355	tg(106°)	-3.4874	tg(166°)	-0.2493
tg(47°)	1.0724	tg(107°)	-3.2709	tg(167°)	-0.2309
tg(48°)	1.1106	tg(108°)	-3.0777	tg(168°)	-0.2126
tg(49°)	1.1504	tg(109°)	-2.9042	tg(169°)	-0.1944
tg(50°)	1.1918	tg(110°)	-2.7475	tg(170°)	-0.1763
tg(51°)	1.2349	tg(111°)	-2.6051	tg(171°)	-0.1584
tg(52°)	1.2799	tg(112°)	-2.4751	tg(172°)	-0.1405
tg(53°)	1.327	tg(113°)	-2.3559	tg(173°)	-0.1228
tg(54°)	1.3764	tg(114°)	-2.246	tg(174°)	-0.1051
tg(55°)	1.4281	tg(115°)	-2.1445	tg(175°)	-0.0875
tg(56°)	1.4826	tg(116°)	-2.0503	tg(176°)	-0.0699
tg(57°)	1.5399	tg(117°)	-1.9626	tg(177°)	-0.0524
tg(58°)	1.6003	tg(118°)	-1.8807	tg(178°)	-0.0349
tg(59°)	1.6643	tg(119°)	-1.804	tg(179°)	-0.0175
tg(60°)	1.7321	tg(120°)	-1.7321	tg(180°)	-0

## Таблица тангенсов 180° - 360°

tg(181°)	0.0175	tg(241°)	1.804	tg(301°)	-1.6643
tg(182°)	0.0349	tg(242°)	1.8807	tg(302°)	-1.6003
tg(183°)	0.0524	tg(243°)	1.9626	tg(303°)	-1.5399
tg(184°)	0.0699	tg(244°)	2.0503	tg(304°)	-1.4826
tg(185°)	0.0875	tg(245°)	2.1445	tg(305°)	-1.4281
tg(186°)	0.1051	tg(246°)	2.246	tg(306°)	-1.3764
tg(187°)	0.1228	tg(247°)	2.3559	tg(307°)	-1.327
tg(188°)	0.1405	tg(248°)	2.4751	tg(308°)	-1.2799
tg(189°)	0.1584	tg(249°)	2.6051	tg(309°)	-1.2349
tg(190°)	0.1763	tg(250°)	2.7475	tg(310°)	-1.1918
tg(191°)	0.1944	tg(251°)	2.9042	tg(311°)	-1.1504
tg(192°)	0.2126	tg(252°)	3.0777	tg(312°)	-1.1106
tg(193°)	0.2309	tg(253°)	3.2709	tg(313°)	-1.0724
tg(194°)	0.2493	tg(254°)	3.4874	tg(314°)	-1.0355
tg(195°)	0.2679	tg(255°)	3.7321	tg(315°)	-1
tg(196°)	0.2867	tg(256°)	4.0108	tg(316°)	-0.9657
tg(197°)	0.3057	tg(257°)	4.3315	tg(317°)	-0.9325
tg(198°)	0.3249	tg(258°)	4.7046	tg(318°)	-0.9004
tg(199°)	0.3443	tg(259°)	5.1446	tg(319°)	-0.8693
tg(200°)	0.364	tg(260°)	5.6713	tg(320°)	-0.8391
tg(201°)	0.3839	tg(261°)	6.3138	tg(321°)	-0.8098
tg(202°)	0.404	tg(262°)	7.1154	tg(322°)	-0.7813
tg(203°)	0.4245	tg(263°)	8.1443	tg(323°)	-0.7536
tg(204°)	0.4452	tg(264°)	9.5144	tg(324°)	-0.7265
tg(205°)	0.4663	tg(265°)	11.4301	tg(325°)	-0.7002
tg(206°)	0.4877	tg(266°)	14.3007	tg(326°)	-0.6745
tg(207°)	0.5095	tg(267°)	19.0811	tg(327°)	-0.6494
tg(208°)	0.5317	tg(268°)	28.6363	tg(328°)	-0.6249
tg(209°)	0.5543	tg(269°)	57.29	tg(329°)	-0.6009
tg(210°)	0.5774	tg(270°)	- ∞	tg(330°)	-0.5774
tg(211°)	0.6009	tg(271°)	-57.29	tg(331°)	-0.5543
tg(212°)	0.6249	tg(272°)	-28.6363	tg(332°)	-0.5317
tg(213°)	0.6494	tg(273°)	-19.0811	tg(333°)	-0.5095
tg(214°)	0.6745	tg(274°)	-14.3007	tg(334°)	-0.4877
tg(215°)	0.7002	tg(275°)	-11.4301	tg(335°)	-0.4663
tg(216°)	0.7265	tg(276°)	-9.5144	tg(336°)	-0.4452
tg(217°)	0.7536	tg(277°)	-8.1443	tg(337°)	-0.4245
tg(218°)	0.7813	tg(278°)	-7.1154	tg(338°)	-0.404
tg(219°)	0.8098	tg(279°)	-6.3138	tg(339°)	-0.3839

tg(220°)	0.8391	tg(280°)	-5.6713	tg(340°)	-0.364
tg(221°)	0.8693	tg(281°)	-5.1446	tg(341°)	-0.3443
tg(222°)	0.9004	tg(282°)	-4.7046	tg(342°)	-0.3249
tg(223°)	0.9325	tg(283°)	-4.3315	tg(343°)	-0.3057
tg(224°)	0.9657	tg(284°)	-4.0108	tg(344°)	-0.2867
tg(225°)	1	tg(285°)	-3.7321	tg(345°)	-0.2679
tg(226°)	1.0355	tg(286°)	-3.4874	tg(346°)	-0.2493
tg(227°)	1.0724	tg(287°)	-3.2709	tg(347°)	-0.2309
tg(228°)	1.1106	tg(288°)	-3.0777	tg(348°)	-0.2126
tg(229°)	1.1504	tg(289°)	-2.9042	tg(349°)	-0.1944
tg(230°)	1.1918	tg(290°)	-2.7475	tg(350°)	-0.1763
tg(231°)	1.2349	tg(291°)	-2.6051	tg(351°)	-0.1584
tg(232°)	1.2799	tg(292°)	-2.4751	tg(352°)	-0.1405
tg(233°)	1.327	tg(293°)	-2.3559	tg(353°)	-0.1228
tg(234°)	1.3764	tg(294°)	-2.246	tg(354°)	-0.1051
tg(235°)	1.4281	tg(295°)	-2.1445	tg(355°)	-0.0875
tg(236°)	1.4826	tg(296°)	-2.0503	tg(356°)	-0.0699
tg(237°)	1.5399	tg(297°)	-1.9626	tg(357°)	-0.0524
tg(238°)	1.6003	tg(298°)	-1.8807	tg(358°)	-0.0349
tg(239°)	1.6643	tg(299°)	-1.804	tg(359°)	-0.0175
tg(240°)	1.7321	tg(300°)	-1.7321	tg(360°)	-0