

## RESUMEN

### TRIGONOMETRIA

Para **medir ángulos** se utilizan las siguientes unidades:

#### **1** Grado sexagesimal (°):

Si se divide la circunferencia en 360 partes iguales, el ángulo central correspondiente a cada una de sus partes es un ángulo de un grado (1°) sexagesimal.

Un **grado** tiene **60 minutos** (') y un **minuto** tiene **60 segundos** (").

#### **2** Radián (rad): Es la medida de un **ángulo** cuyo **arco mide un radio**.

## ***Razones trigonométricas***

### **Seno**

Seno del ángulo B: es la **razón entre el cateto opuesto al ángulo y la hipotenusa**.

$$\text{sen } B = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{a}$$

### **Coseno**

Coseno del ángulo B: es la **razón entre el cateto contiguo al ángulo y la hipotenusa**.

$$\text{cos } B = \frac{\text{cateto contiguo}}{\text{hipotenusa}} = \frac{c}{a}$$

## Tangente

Tangente del ángulo B: es la **razón entre el cateto opuesto al ángulo y el cateto contiguo al ángulo.**

$$\operatorname{tg} B = \frac{\operatorname{sen} B}{\operatorname{cos} B} = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto contiguo}} = \frac{b}{c}$$

## Cosecante

Cosecante del ángulo B: es la **razón inversa del seno de B.**

$$\operatorname{cosec} B = \frac{1}{\operatorname{sen} B} = \frac{\text{hipotenusa}}{\text{cateto opuesto}} = \frac{a}{b}$$

## Secante

Secante del ángulo B: es la **razón inversa del coseno de B.**

$$\operatorname{sec} B = \frac{1}{\operatorname{cos} B} = \frac{\text{hipotenusa}}{\text{cateto contiguo}} = \frac{a}{c}$$

## Cotangente

Cotangente del ángulo B: es la **razón inversa de la tangente de B.**

$$\operatorname{cotg} B = \frac{1}{\operatorname{tg} B} = \frac{\operatorname{cos} B}{\operatorname{sen} B} = \frac{\text{cateto contiguo}}{\text{cateto opuesto}} = \frac{c}{b}$$

## ***Razones trigonométricas de cualquier ángulo***

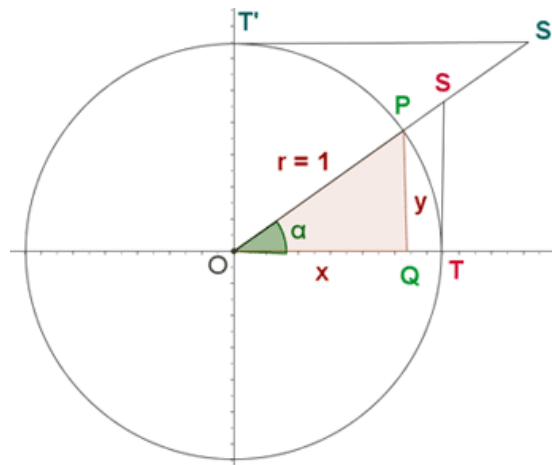
Se llama **circunferencia goniométrica** a aquella que tiene su **centro en el origen de coordenadas** y su **radio es la unidad**. En la circunferencia goniométrica **los ejes de coordenadas delimitan cuatro cuadrantes** que se numeran en sentido contrario a las agujas del reloj.

**El seno es la ordenada.**

**El coseno es la abscisa.**

$$-1 \leq \text{sen } \alpha \leq 1$$

$$-1 \leq \text{cos } \alpha \leq 1$$



$$\text{sen } \alpha = \frac{PQ}{OP} = \frac{PQ}{r} = PQ$$

$$\text{cosec } \alpha = \frac{OP}{PQ} = \frac{OS'}{OT'} = \frac{OS'}{r} = OS'$$

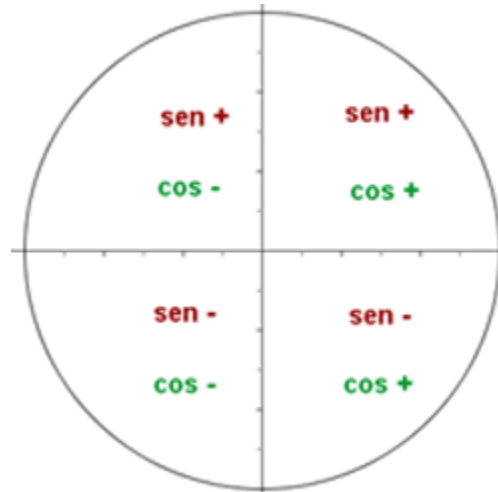
$$\text{cos } \alpha = \frac{OQ}{OP} = OQ$$

$$\text{sec } \alpha = \frac{OP}{OQ} = \frac{OS}{OT} = \frac{OS}{r} = OS$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{PQ}{OQ} = \frac{ST}{OT} = \frac{ST}{r} = ST$$

$$\text{cotg } \alpha = \frac{OQ}{PQ} = \frac{S'T'}{OT'} = \frac{S'T'}{r} = S'T'$$

## Signo de las razones trigonométricas



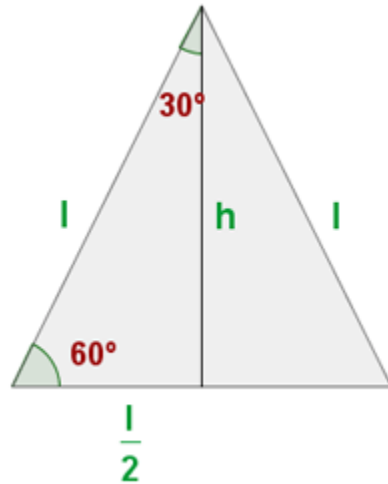
$\alpha :$	$0^\circ$	$90^\circ$	$180^\circ$	$270^\circ$
<i>sen</i>	0	1	0	-1
<i>cos</i>	1	0	-1	0
<i>tg</i>	0	$\rightarrow \infty$	0	$\rightarrow -\infty$

## Razones trigonométricas de los ángulos de $30^\circ$ y $60^\circ$

$$\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \quad \text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{cos } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{cos } 60^\circ = \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\text{tg } 30^\circ = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad \text{tg } 60^\circ = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

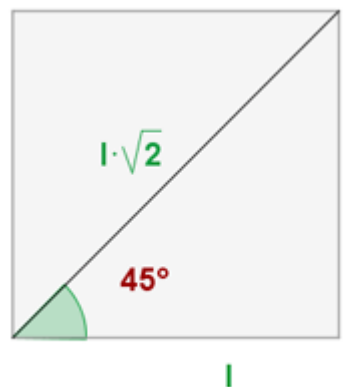


### Razones trigonométricas del ángulo de $45^\circ$

$$\text{sen } 45^\circ = \frac{1}{1\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{cos } 45^\circ = \frac{1}{1\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{tg } 45^\circ = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 1$$



## Razones trigonométricas de ángulos notables

$\alpha$ :	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$180^\circ$	$270^\circ$
sen	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0	-1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0
tg	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	$\rightarrow \infty$	0	$\rightarrow -\infty$

## Relaciones trigonométricas fundamentales

$$\text{sen}^2 \alpha + \text{cos}^2 \alpha = 1$$

$$\text{sec}^2 \alpha = 1 + \text{tg}^2 \alpha$$

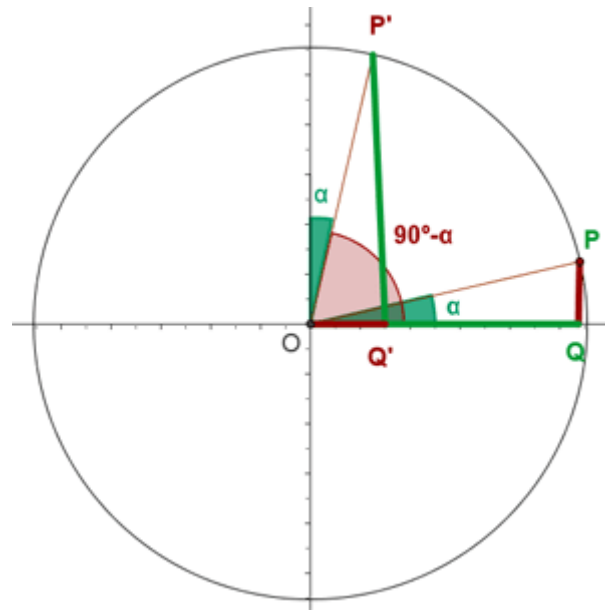
$$\text{cosec}^2 \alpha = 1 + \text{cotg}^2 \alpha$$

## Ángulos complementarios

$$\text{sen} \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) = \text{cos } \alpha$$

$$\text{cos} \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) = \text{sen } \alpha$$

$$\text{tg} \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) = \text{cotg } \alpha$$

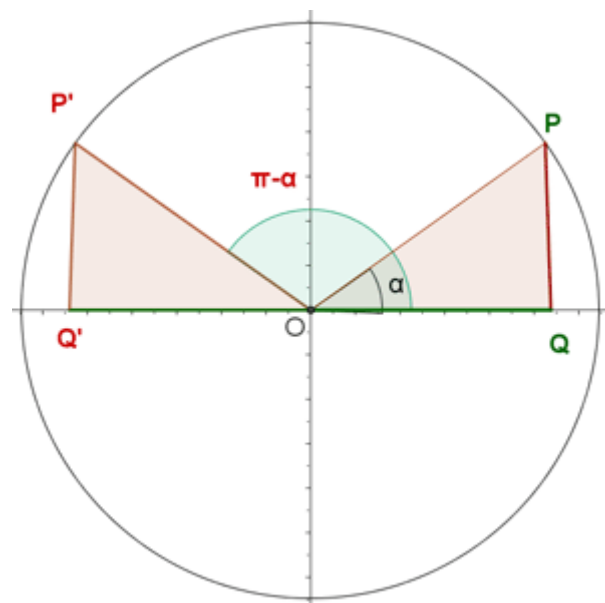


### Ángulos suplementarios

$$\text{sen } (\pi - \alpha) = \text{sen } \alpha$$

$$\text{cos } (\pi - \alpha) = -\text{cos } \alpha$$

$$\text{tg } (\pi - \alpha) = -\text{tg } \alpha$$

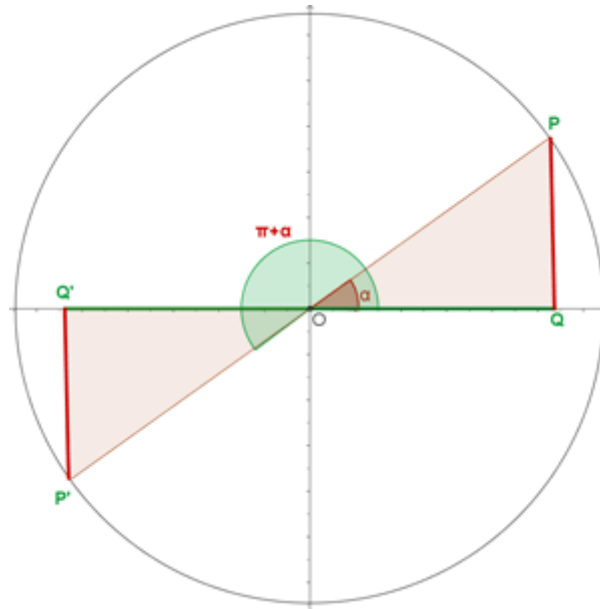


## Ángulos que se diferencian en $180^\circ$

$$\text{sen } (\pi + \alpha) = -\text{sen } \alpha$$

$$\text{cos } (\pi + \alpha) = -\text{cos } \alpha$$

$$\text{tg } (\pi + \alpha) = \text{tg } \alpha$$



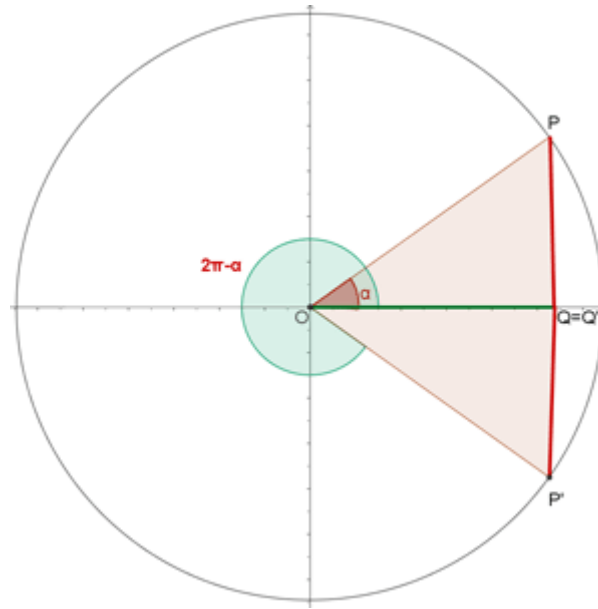
## Ángulos opuestos

$$\text{sen } (2\pi - \alpha) = -\text{sen } \alpha$$

$$\text{cos } (2\pi - \alpha) = \text{cos } \alpha$$

$$\text{tg } (2\pi - \alpha) = -\text{tg } \alpha$$



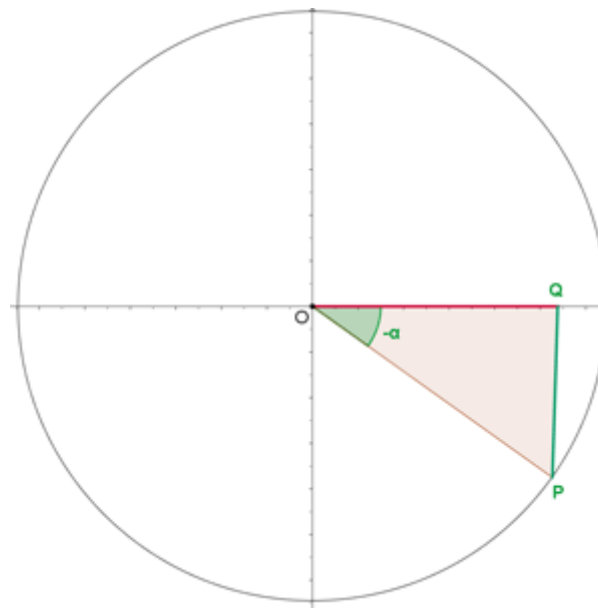


## Ángulos negativos

$$\text{sen}(-\alpha) = -\text{sen } \alpha$$

$$\text{cos}(-\alpha) = \text{cos } \alpha$$

$$\text{tg}(-\alpha) = -\text{tg } \alpha$$

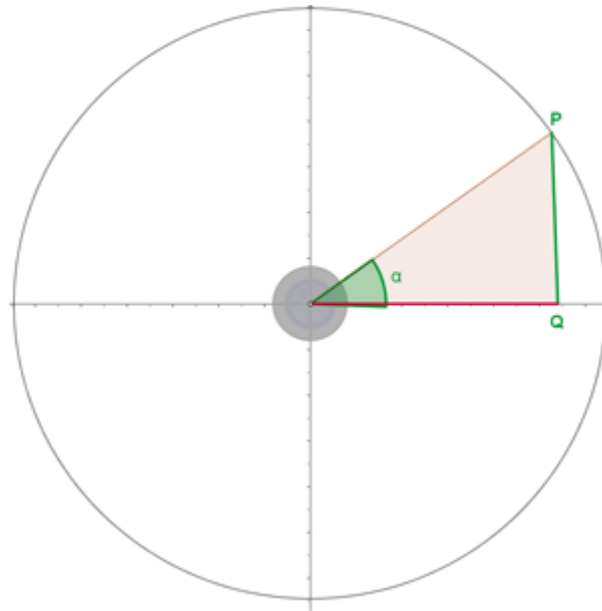


## Mayores de 360°

$$\text{sen } (\alpha + 2\pi k) = \text{sen } \alpha$$

$$\text{cos } (\alpha + 2\pi k) = \text{cos } \alpha$$

$$\text{tg } (\alpha + 2\pi k) = \text{tg } \alpha$$

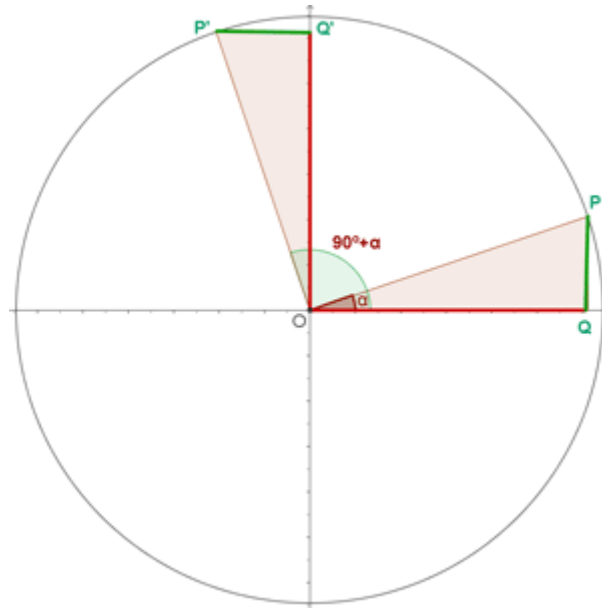


## Ángulos que difieren en 90° ó $\pi/2$ rad

$$\text{sen } \left( \frac{\pi}{2} + \alpha \right) = \text{cos } \alpha$$

$$\text{cos } \left( \frac{\pi}{2} + \alpha \right) = -\text{sen } \alpha$$

$$\text{tg } \left( \frac{\pi}{2} + \alpha \right) = -\text{cotg } \alpha$$

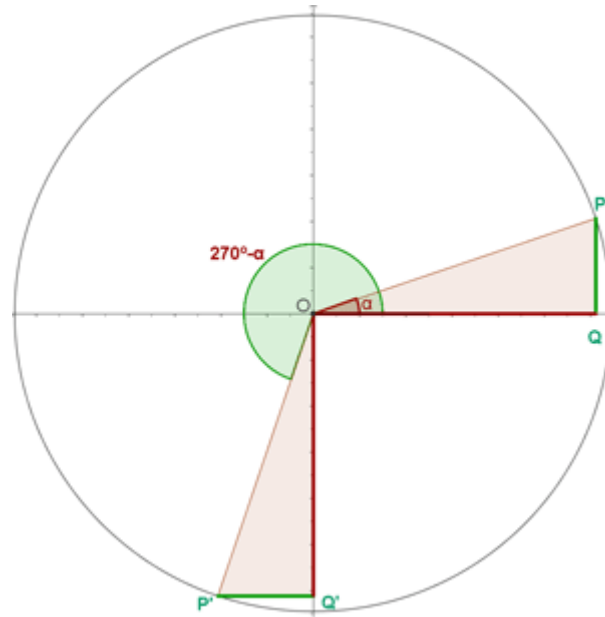


### Ángulos que suman en $270^\circ$ ó $3/2 \pi$ rad

$$\text{sen} \left( \frac{3\pi}{2} - \alpha \right) = -\text{cos } \alpha$$

$$\text{cos} \left( \frac{3\pi}{2} - \alpha \right) = -\text{sen } \alpha$$

$$\text{tg} \left( \frac{3\pi}{2} - \alpha \right) = \text{cotg } \alpha$$

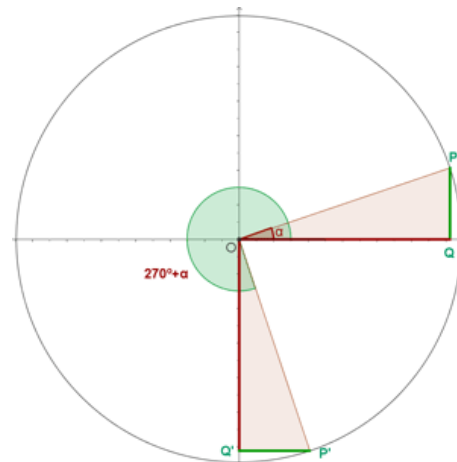


**Ángulos que difieren en  $270^\circ$  ó  $3/2 \pi$  rad**

$$\text{sen} \left( \frac{3\pi}{2} + \alpha \right) = -\text{cos } \alpha$$

$$\text{cos} \left( \frac{3\pi}{2} + \alpha \right) = \text{sen } \alpha$$

$$\text{tg} \left( \frac{3\pi}{2} + \alpha \right) = -\text{cotg } \alpha$$



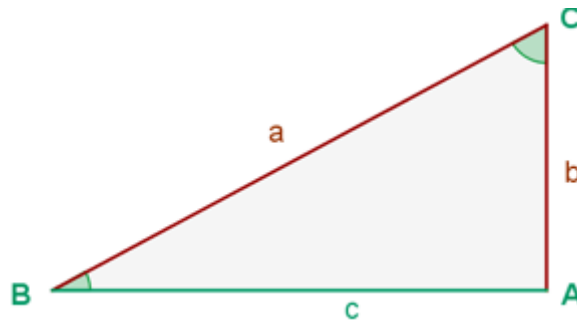
## Resolución de triángulos rectángulos

### 1. Se conocen la hipotenusa y un cateto.

$$B : \operatorname{sen} B = \frac{b}{a} \quad B = \operatorname{arc} \operatorname{sen} \frac{b}{a}$$

$$C = 90^\circ - B$$

$$c : \begin{cases} \cos B = \frac{c}{a} & c = a \cdot \cos B \\ c = \sqrt{a^2 - b^2} \end{cases}$$

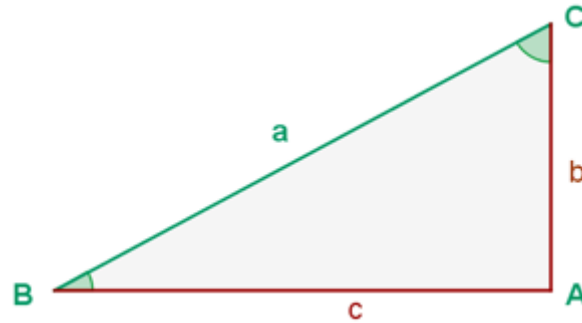


### 2. Se conocen los dos catetos

$$B : \operatorname{tg} B = \frac{b}{c} \quad B = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{b}{c}$$

$$C = 90^\circ - B$$

$$a : \begin{cases} \operatorname{sen} B = \frac{b}{a} & a = \frac{b}{\operatorname{sen} B} \\ a = \sqrt{b^2 + c^2} \end{cases}$$

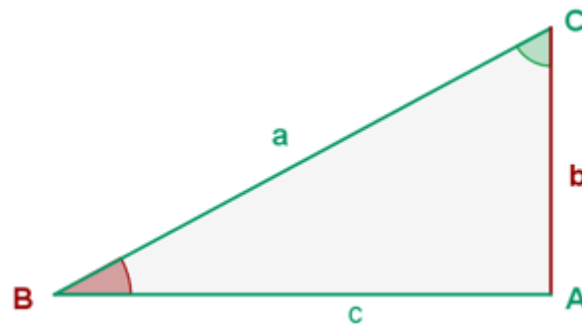


**3. Se conocen la hipotenusa y un ángulo agudo.**

$$C = 90^\circ - B$$

$$a: \operatorname{sen} B = \frac{b}{a} \quad a = \frac{b}{\operatorname{sen} B}$$

$$c: \begin{cases} \operatorname{cotg} B = \frac{c}{b} & c = b \cdot \operatorname{cotg} B \\ c = \sqrt{a^2 - b^2} \end{cases}$$

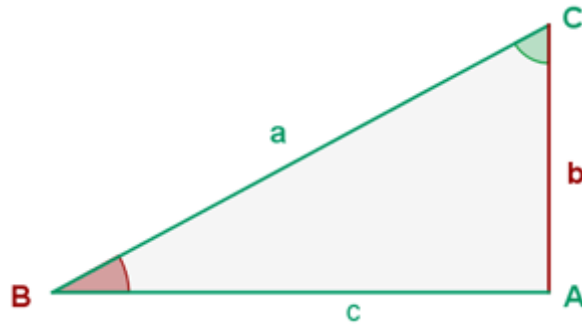


**4. Se conocen un cateto y un ángulo agudo.**

$$C = 90^\circ - B$$

$$a: \operatorname{sen} B = \frac{b}{a} \quad a = \frac{b}{\operatorname{sen} B}$$

$$c: \begin{cases} \cotg B = \frac{c}{b} & c = b \cdot \cotg B \\ c = \sqrt{a^2 - b^2} \end{cases}$$



## Razones trigonométricas de la suma y diferencia de ángulos

$$\text{sen}(a+b) = \text{sen} a \cos b + \cos a \text{sen} b$$

$$\text{sen}(a-b) = \text{sen} a \cos b - \cos a \text{sen} b$$

$$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \text{sen} a \text{sen} b$$

$$\cos(a-b) = \cos a \cos b + \text{sen} a \text{sen} b$$

$$\text{tg}(a+b) = \frac{\text{tga} + \text{tgb}}{1 - \text{tga} \cdot \text{tgb}}$$

$$\text{tg}(a-b) = \frac{\text{tga} - \text{tgb}}{1 + \text{tga} \cdot \text{tgb}}$$

## Razones trigonométricas del ángulo doble

$$\text{sen} 2a = 2 \text{sen} a \cos a$$

$$\cos 2a = \cos^2 a - \text{sen}^2 a$$

$$\text{tg} 2a = \frac{2 \text{tg} a}{1 - \text{tg}^2 a}$$

## Razones trigonométricas del ángulo mitad

$$\text{sen} \frac{A}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos A}{2}}$$

$$\cos \frac{A}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos A}{2}}$$

$$\text{tg} \frac{A}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos A}{1 + \cos A}}$$



## Transformaciones de sumas en productos

$$\operatorname{sen} A + \operatorname{sen} B = 2 \operatorname{sen} \frac{A+B}{2} \cos \frac{A-B}{2}$$

$$\operatorname{sen} A - \operatorname{sen} B = 2 \cos \frac{A+B}{2} \operatorname{sen} \frac{A-B}{2}$$

$$\cos A + \cos B = 2 \cos \frac{A+B}{2} \cos \frac{A-B}{2}$$

$$\cos A - \cos B = -2 \operatorname{sen} \frac{A+B}{2} \operatorname{sen} \frac{A-B}{2}$$

## Transformaciones de productos en sumas

$$\operatorname{sen} A \cdot \cos B = \frac{1}{2} [\operatorname{sen}(A+B) + \operatorname{sen}(A-B)]$$

$$\cos A \cdot \operatorname{sen} B = \frac{1}{2} [\operatorname{sen}(A+B) - \operatorname{sen}(A-B)]$$

$$\cos A \cdot \cos B = \frac{1}{2} [\cos(A+B) + \cos(A-B)]$$

$$\operatorname{sen} A \cdot \operatorname{sen} B = -\frac{1}{2} [\cos(A+B) - \cos(A-B)]$$

## Teorema de los senos

Cada lado de un triángulo es directamente proporcional al seno del ángulo opuesto.

$$\frac{a}{\operatorname{sen} a} = \frac{b}{\operatorname{sen} b} = \frac{c}{\operatorname{sen} c} = 2R$$

## Teorema del coseno

En un triángulo el cuadrado de cada lado es igual a la suma de los cuadrados de los otros dos menos el doble producto del producto de ambos por el coseno del ángulo que forman.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

## Teorema de las tangentes

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tg} \frac{A+B}{2}}{\operatorname{tg} \frac{A-B}{2}}$$

## Área de un triángulo

El área de un triángulo es la mitad del producto de una base por la altura correspondiente.

$$S = \frac{1}{2} b \cdot h$$

El área de un triángulo es el semiproducto de dos de sus lados por el seno del ángulo que forman.

$$S = \frac{1}{2} b \cdot a \cdot \operatorname{sen} C$$

El área de un triángulo es el cociente entre el producto de sus lados y cuatro veces el radio de su circunferencia circunscrita.

$$S = \frac{a \cdot b \cdot c}{4R}$$

El área de un triángulo es igual al producto del radio de la circunferencia inscrita por su semiperímetro.

$$S = r \cdot p$$

**Fórmula de Herón:**

$$S = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)}$$

Sabiendo que  $\text{sen } \alpha = 3/5$ , y que  $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ . Calcular las restantes razones trigonométricas del ángulo  $\alpha$ .

$$\text{sen } \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\text{cosec } \alpha = \frac{5}{3}$$

$$\text{cos } \alpha = -\sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = -\frac{4}{5}$$

$$\text{sec } \alpha = -\frac{5}{4}$$

$$\text{tg } \alpha = -\frac{\frac{3}{5}}{\frac{4}{5}} = -\frac{3}{4}$$

$$\text{cotg } \alpha = -\frac{4}{3}$$

Sabiendo que  $\text{tg } \alpha = 2$ , y que  $180^\circ < \alpha < 270^\circ$ . Calcular las restantes razones trigonométricas del ángulo  $\alpha$ .

$$\text{cos } \alpha = -\frac{1}{\sqrt{1+4}} = -\frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$\text{sec } \alpha = -\sqrt{1+4} = -\sqrt{5}$$

$$\text{sen } \alpha = 2 \cdot \left(-\frac{\sqrt{5}}{5}\right) = -\frac{2\sqrt{5}}{5}$$

$$\text{cosec } \alpha = -\frac{\sqrt{5}}{2}$$

Comprobar las **identidades trigonométricas**:

$$1 \quad \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{cotg} \alpha = \sec \alpha \cdot \operatorname{cosec} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{cotg} \alpha = \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\cos \alpha}{\operatorname{sen} \alpha} = \frac{\operatorname{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\cos \alpha \cdot \operatorname{sen} \alpha} =$$

$$= \frac{1}{\cos \alpha \cdot \operatorname{sen} \alpha} = \sec \alpha \cdot \operatorname{cosec} \alpha$$

$$2 \quad \operatorname{cotg}^2 a = \cos^2 a + (\operatorname{cotg} a \cdot \cos a)^2$$

$$\cos^2 a + (\operatorname{cotg} a \cdot \cos a)^2 = \cos^2 a + \operatorname{cotg}^2 a \cdot \cos^2 a =$$

$$\cos^2 a (1 + \operatorname{cotg}^2 a) = \cos^2 a \cdot \operatorname{cosec}^2 a = \frac{\cos^2 a}{\operatorname{sen}^2 a} = \operatorname{cotg}^2 a$$

$$3 \quad \frac{1}{\sec^2 a} = \operatorname{sen}^2 a \cdot \cos^2 a + \cos^4 a$$

$$\operatorname{sen}^2 a \cdot \cos^2 a + \cos^4 a = \cos^2 a (\operatorname{sen}^2 a + \cos^2 a) = \cos^2 a = \frac{1}{\sec^2 a}$$

$$4 \quad \operatorname{cotg} a \cdot \sec a = \operatorname{cosec} a$$

$$\operatorname{cotg} a \cdot \sec a = \frac{\cos a}{\operatorname{sen} a} \cdot \frac{1}{\cos a} = \frac{1}{\operatorname{sen} a} = \operatorname{cosec} a$$

$$5 \quad \sec^2 a + \operatorname{cosec}^2 a = \frac{1}{\sin^2 a \cdot \cos^2 a}$$

$$\sec^2 a + \operatorname{cosec}^2 a = \frac{1}{\cos^2 a} + \frac{1}{\sin^2 a} = \frac{\sin^2 a + \cos^2 a}{\sin^2 a \cdot \cos^2 a} = \frac{1}{\sin^2 a \cdot \cos^2 a}$$

$$6 \quad \sin b \cdot \cos(a - b) + \cos b \cdot \sin(a - b) = \sin a$$

$$\sin[b + (a - b)] = \sin a$$

$$7 \quad \cotg(a + b) = \frac{\cotg a \cdot \cotg b - 1}{\cotg a + \cotg b}$$

$$\cotg(a + b) = \frac{1}{\operatorname{tg}(a + b)} = \frac{1}{\frac{\operatorname{tg} a + \operatorname{tg} b}{1 - \operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} b}} = \frac{1 - \operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} b}{\operatorname{tg} a + \operatorname{tg} b} =$$

$$= \frac{\frac{1}{\operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} b} - \frac{\operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} b}{\operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} b}}{\frac{\operatorname{tg} a}{\operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} b} + \frac{\operatorname{tg} b}{\operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} b}} = \frac{\cotg a \cdot \cotg b - 1}{\cotg a + \cotg b}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**1**

$$\operatorname{sen} x = 0$$

$$\operatorname{arcsen}(\operatorname{sen} x) = \operatorname{arcsen} 0 \quad f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \operatorname{arcsen} 0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 0^\circ + 360^\circ k & x_1 = 0^\circ, 360^\circ, 720^\circ, \dots \\ x_2 = 180^\circ + 360^\circ k & x_2 = 180^\circ, 540^\circ, 900^\circ, \dots \end{cases}$$

$$x = 0^\circ + 180^\circ k$$

**2**

$$\operatorname{cos} x = 0$$

$$\operatorname{arccos}(\operatorname{cos} x) = \operatorname{arccos} 0 \quad f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \operatorname{arccos} 0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 90^\circ + 360^\circ k & x_1 = 90^\circ, 450^\circ, 810^\circ, \dots \\ x_2 = 270^\circ + 360^\circ k & x_2 = 270^\circ, 630^\circ, 990^\circ, \dots \end{cases}$$

$$x = 90^\circ + 180^\circ k$$

**3**

$$\operatorname{tg} x = 0$$

$$\operatorname{arctg}(\operatorname{tg} x) = \operatorname{arctg} 0 \quad f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \operatorname{arctg} 0$$

$$x = 0^\circ + 180^\circ k$$

#### 4

$$\operatorname{sen} x = 1$$

$$\operatorname{arcsen}(\operatorname{sen} x) = \operatorname{arcsen} 1$$

$$f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \operatorname{arcsen} 1$$

$$x = 90^\circ + 360^\circ k$$

#### 5

$$\operatorname{cos} x = 1$$

$$\operatorname{arccos}(\operatorname{cos} x) = \operatorname{arccos} 1$$

$$f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \operatorname{arccos} 1$$

$$x = 0^\circ + 360^\circ k$$

#### 6

$$\operatorname{tg} x = 1$$

$$\operatorname{arctg}(\operatorname{tg} x) = \operatorname{arctg} 1$$

$$f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \operatorname{arctg} 1$$

$$x = 45^\circ + 180^\circ k$$

#### 7

$$\operatorname{sen} x = -1$$



$$\arcsen(\sen x) = \arcsen(-1)$$

$$f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \arcsen(-1)$$

$$x = 270^\circ + 360^\circ k$$

## 8

$$\cos x = -1$$

$$\arccos(\cos x) = \arccos(-1)$$

$$f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \arccos(-1)$$

$$x = 180^\circ + 360^\circ k$$

## 9

$$\operatorname{tg} x = -1$$

$$\operatorname{arctg}(\operatorname{tg} x) = \operatorname{arctg}(-1)$$

$$f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \operatorname{arctg}(-1)$$

$$x = 135^\circ + 180^\circ k$$

## 10

$$\sen x = \frac{1}{2}$$

$$\arcsen(\sen x) = \arcsen\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \arcsen\left(\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 30^\circ + 360^\circ k \\ x_2 = 150^\circ + 360^\circ k \end{cases}$$

**11**

$$\text{sen } x = -\frac{1}{2}$$

$$\arcsen(\text{sen } x) = \arcsen\left(-\frac{1}{2}\right) \quad f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \arcsen\left(-\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 210^\circ + 360^\circ k \\ x_2 = 330^\circ + 360^\circ k \end{cases}$$

**12**

$$\cos x = \frac{1}{2}$$

$$\arccos(\cos x) = \arccos\left(\frac{1}{2}\right) \quad f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \arccos\left(\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 60^\circ + 360^\circ k \\ x_2 = 300^\circ + 360^\circ k \end{cases}$$

**13**

$$\cos x = -\frac{1}{2}$$

$$\arccos (\cos x) = \arccos \left(-\frac{1}{2}\right) \quad f \circ f^{-1} = x$$

$$x = \arccos \left(-\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 120^\circ + 360^\circ k \\ x_2 = 240^\circ + 360^\circ k \end{cases}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**2**

$$\operatorname{sen} \left(x + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \begin{cases} \operatorname{sen} 60^\circ \\ \operatorname{sen} 120^\circ \end{cases}$$

$$x + 45^\circ = 60^\circ \quad x_1 = 15^\circ + 360^\circ k$$

$$x + 45^\circ = 120^\circ \quad x_2 = 75^\circ + 360^\circ k$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**3**

$$2\operatorname{tg} x - 3\operatorname{cotg} x - 1 = 0$$

$$2\operatorname{tg} x - \frac{3}{\operatorname{tg} x} - 1 = 0$$

$$2\operatorname{tg}^2 x - \operatorname{tg} x - 3 = 0$$

$$\operatorname{tg} x = \frac{1 \pm \sqrt{1+24}}{4} = \frac{1 \pm 5}{4}$$

$$\operatorname{tg} x = \frac{3}{2} \quad x = 56^{\circ}18'35'' + 180^{\circ}k$$

$$\operatorname{tg} x = -1 \quad x = 135^{\circ} + 180^{\circ}k$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**4**

$$3\operatorname{sen}^2 x - 5\operatorname{sen} x + 2 = 0$$

$$\operatorname{sen} x = \frac{5 \pm \sqrt{25 - 24}}{6} = \frac{5 \pm 1}{6}$$

$$\operatorname{sen} x = 1 \quad x = 90^{\circ} + 360^{\circ}k$$

$$\operatorname{sen} x = \frac{2}{3} \quad x = \begin{cases} 41^{\circ}48'37'' + 360^{\circ}k \\ 138^{\circ}11'23'' + 360^{\circ}k \end{cases}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**5**

$$\cos^2 x - 3\operatorname{sen}^2 x = 0$$

$$1 - \operatorname{sen}^2 x - 3\operatorname{sen}^2 x = 0 \quad 1 - 4\operatorname{sen}^2 x = 0$$

$$\operatorname{sen}^2 x = \frac{1}{4} \quad \operatorname{sen} x = \pm \frac{1}{2}$$

$$x = \operatorname{arcsen} \frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 30^{\circ} + 360^{\circ}k \\ x_2 = 150^{\circ} + 360^{\circ}k \end{cases}$$

$$x = \operatorname{arcsen} \left( -\frac{1}{2} \right) \Rightarrow \begin{cases} x_3 = 210^{\circ} + 360^{\circ}k \\ x_4 = 330^{\circ} + 360^{\circ}k \end{cases}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**6**

$$\cos 2x = 1 + 4\operatorname{sen} x$$

$$\cos^2 x - \operatorname{sen}^2 x = 1 + 4\operatorname{sen} x$$

$$1 - \operatorname{sen}^2 x - \operatorname{sen}^2 x = 1 + 4\operatorname{sen} x$$

$$2\operatorname{sen}^2 x + 4\operatorname{sen} x = 0$$

$$2\operatorname{sen} x (\operatorname{sen} x + 2) = 0 \Rightarrow \begin{cases} \operatorname{sen} x = 0 \\ \operatorname{sen} x + 2 = 0 \end{cases}$$

$$x = \operatorname{arcsen} 0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 0^\circ + 360^\circ k \\ x_2 = 180^\circ + 360^\circ k \end{cases} \quad x = 0^\circ + 180^\circ k$$

$$x = \operatorname{arcsen} (-2) \quad \text{Sin solución}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**7**

$$\operatorname{sen} (2x + 60^\circ) + \operatorname{sen} (x + 30^\circ) = 0$$

$$2\operatorname{sen} \left( \frac{3x}{2} + 45^\circ \right) \cos \left( \frac{x}{2} + 15^\circ \right) = 0$$

$$\operatorname{sen} \left( \frac{3x}{2} + 45^\circ \right) = 0 \Rightarrow \begin{cases} \frac{3x}{2} + 45^\circ = 0^\circ + 360^\circ k & x = -30^\circ + 120^\circ k \\ \frac{3x}{2} + 45^\circ = 180^\circ + 360^\circ k & x = -30^\circ + 120^\circ k \end{cases}$$

$$\cos\left(\frac{x}{2} + 15^\circ\right) = 0 \Rightarrow \begin{cases} \frac{x}{2} + 15^\circ = 90^\circ + 360^\circ k & x = 150^\circ + 360^\circ \\ \frac{x}{2} + 15^\circ = 270^\circ + 360^\circ k & x = 510^\circ + 360^\circ k \\ & x = 150^\circ + 360^\circ k \end{cases}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**8**

$$\operatorname{sen}^2 x - \cos^2 x = \frac{1}{2}$$

$$\operatorname{sen}^2 x - \cos^2 x = \frac{1}{2}$$

$$\cos^2 x - \operatorname{sen}^2 x = -\frac{1}{2}$$

$$\cos 2x = -\frac{1}{2}$$

$$2x = \begin{cases} 120^\circ + 360^\circ k \\ 240^\circ + 360^\circ k \end{cases} \Rightarrow x = \begin{cases} 60^\circ + 180^\circ k \\ 120^\circ + 180^\circ k \end{cases}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**9**

$$\cos 8x + \cos 6x = 2 \cos 210^\circ \cdot \cos x$$

$$2 \cos 7x \cdot \cos x = 2 \cos 210^\circ \cdot \cos x$$

$$\cos x (\cos 7x - \cos 210^\circ) = 0$$

$$\cos x = 0 \quad x = \begin{cases} x = 90^\circ + 360^\circ k \\ x = 270^\circ + 360^\circ k \end{cases} \quad x = 90^\circ + 180^\circ k$$

$$\cos 7x - \cos 210^\circ = 0 \quad 7x = 210^\circ \quad x = 30^\circ$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**10**

$$\operatorname{tg} 2x = -\operatorname{tg} x$$

$$\frac{2\operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} = -\operatorname{tg} x$$

$$\operatorname{tg} x (\operatorname{tg}^2 x - 3) = 0$$

$$\operatorname{tg} x = 0 \quad x = 0^\circ + 180^\circ k$$

$$\operatorname{tg} x = \pm\sqrt{3} \quad \begin{cases} x = 60^\circ + 180^\circ k \\ x = 120^\circ + 180^\circ k \end{cases}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**11**

$$\operatorname{sen} x + \sqrt{3} \cos x = 2$$

$$\operatorname{sen} x + \sqrt{3} \cos x = 2 \quad \frac{1}{2} \operatorname{sen} x + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos x = 1$$

$$\operatorname{sen}(x + 60^\circ) = 1 \quad x + 60^\circ = 90^\circ + 360^\circ k$$

$$x = 30^\circ + 360^\circ k$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**12**

$$\operatorname{sen} 2x = \cos 60^\circ$$

$$\operatorname{sen} 2x = \cos 60^\circ \quad \operatorname{sen} 2x = \frac{1}{2}$$

$$\begin{cases} 2x = 30^\circ + 360^\circ k & x = 15^\circ + 180^\circ k \\ 2x = 150^\circ + 360^\circ k & x = 75^\circ + 180^\circ k \end{cases}$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**13**

$$4\operatorname{sen}(x - 30^\circ)\cos(x - 30^\circ) = \sqrt{3}$$

$$2[2\operatorname{sen}(x - 30^\circ)\cos(x - 30^\circ)] = \sqrt{3}$$

$$\operatorname{sen}2(x - 30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$2(x - 30^\circ) = 60^\circ + 360^\circ k \quad x = 60^\circ + 180^\circ k$$

$$2(x - 30^\circ) = 120^\circ + 360^\circ k \quad x = 90^\circ + 180^\circ k$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**14**

$$2\cos x = 3\operatorname{tg} x$$

$$2\cos x = \frac{3\operatorname{sen} x}{\cos x} \quad 2\cos^2 x = 3\operatorname{sen} x$$

$$2(1 - \operatorname{sen}^2 x) = 3\operatorname{sen} x \quad 2 - 2\operatorname{sen}^2 x = 3\operatorname{sen} x$$

$$2\operatorname{sen}^2 x + 3\operatorname{sen} x - 2 = 0$$

$$\operatorname{sen} x = \frac{-3 \pm \sqrt{9 + 16}}{4} = \frac{-3 \pm 5}{4}$$

$$\operatorname{sen} x = \frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 30^\circ + 360^\circ k \\ x_2 = 150^\circ + 360^\circ k \end{cases}$$



$\text{sen } x = -2$  Sin solución porque  $-1 \leq \text{sen } x \leq 1$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**15**

$$\text{sen } 2x \cdot \cos x = 6 \text{sen}^3 x$$

$$2 \text{sen } x \cdot \cos x \cdot \cos x = 6 \text{sen}^3 x$$

$$\text{sen } x (\cos^2 x - 3 \text{sen}^2 x) = 0$$

$$\text{sen } x = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 0^\circ + 360^\circ k \\ x = 180^\circ + 360^\circ k \end{cases} \Rightarrow x = 0^\circ + 180^\circ k$$

$$\cos^2 x - 3 \text{sen}^2 x = 0 \qquad \cos^2 x = 3 \text{sen}^2 x$$

$$\text{tg}^2 x = \frac{1}{3} \qquad \text{tg} x = \pm \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\text{tg } x = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow x = 30^\circ + 180^\circ k$$

$$\text{tg } x = -\frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow x = 150^\circ + 180^\circ k$$

**Ejercicios resueltos de ecuaciones trigonométricas**

**16**

$$4 \text{sen } \frac{x}{2} + 2 \cos x = 3$$

$$4 \text{sen } \frac{x}{2} + 2 \left( \cos^2 \frac{x}{2} - \text{sen}^2 \frac{x}{2} \right) = 3$$

$$4\operatorname{sen} \frac{x}{2} + 2 \cos^2 \frac{x}{2} - 2\operatorname{sen}^2 \frac{x}{2} = 3$$

$$4\operatorname{sen} \frac{x}{2} + 2 \left( 1 - \operatorname{sen}^2 \frac{x}{2} \right) - 2\operatorname{sen}^2 \frac{x}{2} = 3$$

$$4\operatorname{sen}^2 \frac{x}{2} - 4\operatorname{sen} \frac{x}{2} + 1 = 0$$

$$\left( 2\operatorname{sen} \frac{x}{2} - 1 \right)^2 = 0 \qquad 2\operatorname{sen} \frac{x}{2} - 1 = 0$$

$$\operatorname{sen} \frac{x}{2} = \frac{1}{2} \begin{cases} \frac{x}{2} = 30^\circ + 360^\circ k & x = 60^\circ + 360^\circ k \\ \frac{x}{2} = 150^\circ + 360^\circ k & x = 300^\circ + 360^\circ k \end{cases}$$