# Ecuaciones de primer y segundo grado

## Igualdad

Una **igualdad** se compone de dos expresiones unidas por el signo igual.

$2x + 3 = 5x - 2$

Una **igualdad** puede ser:

**Falsa:**

$2x + 1 = 2 \cdot (x + 1)$ $2x + 1 = 2x + 2$ $1 \neq 2$.

**Cierta**

$2x + 2 = 2 \cdot (x + 1)$ $2x + 2 = 2x + 2$ $2 = 2$

## Identidad

**Una identidad es una igualdad que es cierta para cualquier valor de las letras.**

$2x + 2 = 2 \cdot (x + 1)$ $2x + 2 = 2x + 2$ $2 = 2$

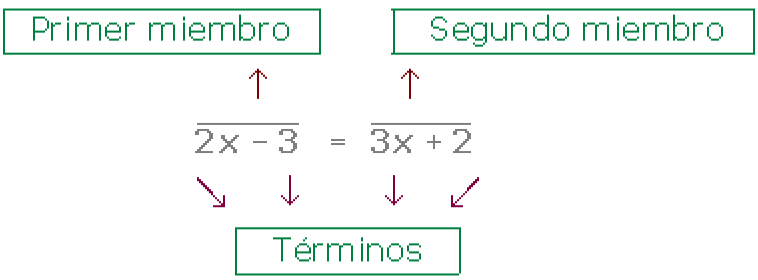
## Ecuación

**Una ecuación es una igualdad que se cumple para algunos valores de las letras.**

$x + 1 = 2$ $x = 1$

Los **miembros** de una ecuación son **cada una de las expresiones que aparecen a ambos lados del signo igual.**

Los **términos son los sumandos que forman los miembros.**




Las **incógnitas son las letras que aparecen en la ecuación.**

Las **soluciones** son los **valores que deben tomar las letras para que la igualdad sea cierta.**

$2x - 3 = 3x + 2$ solución $x = -5$

$2 \cdot (-5) - 3 = 3 \cdot (-5) + 2$

$-10 - 3 = -15 + 2$ $-13 = -13$

El **grado** de una ecuación es el **mayor de los grados de los monomios que forman sus miembros.**

# Tipos de ecuaciones según su grado

$5x + 3 = 2x + 1$ **Ecuación de primer grado.**

$5x + 3 = 2x^2 + x$ **Ecuación de segundo grado.**

$5x^3 + 3 = 2x + x^2$ **Ecuación de tercer grado**.

$5x^3 + 3 = 2x^4 + 1$ **Ecuación de cuarto grado.**

# Clasificación de ecuaciones

# 1. Ecuaciones polinómicas enteras

Las ecuaciones polinómicas son de la forma $\mathbf{P(x) = 0}$ , donde P(x) es un polinomio.

***Grado de una ecuación***

El **grado** de una ecuación es el **mayor de los grados de los monomios que forman sus miembros.**

## Tipos de ecuaciones polinómicas

### 1.1 Ecuaciones de primer grado o lineales

Son del tipo $\mathbf{ax + b = 0}$ , con $a \neq 0$, ó cualquier otra ecuación en la que al operar, trasponer términos y simplificar adoptan esa expresión.

$(x + 1)^2 = x^2 - 2$

$x^2 + 2x + 1 = x^2 - 2$

$2x + 1 = -2$

$\mathbf{2x + 3 = 0}$

### 1.2 Ecuaciones de segundo grado o cuadráticas

Son ecuaciones del tipo $\mathbf{ax^2 + bx + c = 0}$, con $a \neq 0$.

*Ecuaciones de segundo grado incompletas*

$\mathbf{ax^2 = 0}$

$\mathbf{ax^2 + b = 0}$

$\mathbf{ax^2 + bx = 0}$

### 1.3 Ecuaciones de tercer grado

Son ecuaciones del tipo $\mathbf{ax^3 + bx^2 + cx + d = 0}$, con $a \neq 0$.

### 1.4 Ecuaciones de cuarto grado

Son ecuaciones del tipo $\mathbf{ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e = 0}$, con $a \neq 0$.

*Ecuaciones bicuadradas*

Son ecuaciones de cuarto grado que no tiene términos de grado impar.

$\mathbf{ax^4 + bx^2 + c = 0}$, con $a \neq 0$.

### 1.5 Ecuaciones de grado n

En general, las ecuaciones de grado n son de la forma:

$\mathbf{a_1x^n + a_2x^{n-1} + a_3x^{n-2} + ... + a_0 = 0}$

## 2. Ecuaciones polinómicas racionales

Las ecuaciones polinómicas son de la forma $\frac{P(x)}{Q(x)} = 0$, donde P(x) y Q(x) son polinomios.

$$\frac{1}{x^2 - x} - \frac{1}{x - 1} = 0$$

## 3. Ecuaciones polinómicas irracionales

Las ecuaciones irracionales son aquellas que tienen al menos un polinomio bajo el signo radical.

$$\sqrt[n]{P(x)} = 0$$

$$\frac{\sqrt[n]{P(x)}}{Q(x)}=0$$

$$\frac{P(x)}{\sqrt[n]{Q(x)}}=0$$

# 4. Ecuaciones no polinómicas

### 4.1 Ecuaciones exponenciales

**Son ecuaciones en la que la incógnita aparece en el exponente.**

$$2^{2x-1}=4$$

$$\sqrt[2x-1]{3^{x-3}}=\sqrt{27}$$

$$2^{x+1}+2^{x}+2^{x-1}=28$$

### 4.2 Ecuaciones logarítmicas

Son ecuaciones en la que la incógnita aparece afectada por un logaritmo.

$$\log 2+\log\left(11-x^2\right)=2\log(5-x)$$

$$4\log\left(\frac{x}{5}\right)+\log\left(\frac{625}{4}\right)=2\log x$$

$$\log x=\frac{2-\log x}{\log x}$$

### 4.3 Ecuaciones trigonométricas

Son las ecuaciones en las que la incógnita está afectada por una función trigonométrica. Como éstas son periódicas, habrá por lo general infinitas soluciones.

$$\cos 2x=1+4sen\, x$$

$$\cos^2 x-3sen^2x=0$$

$$2tg\, x-3\text{cotg}\;x-1=0$$

# Ecuaciones equivalentes

**Dos ecuaciones son equivalentes si tienen la misma solución.**

$2x - 3 = 3x + 2$ $\qquad x = -5$

$x + 3 = -2$ $\qquad x = -5$

# Criterios de equivalencia de ecuaciones

**1. Si a los dos miembros de una ecuación se les suma o se les resta una misma cantidad, la ecuación es equivalente a la dada.**

$x + 3 = -2$

$x + 3 - 3 = -2 - 3$

$x = -5$

**2. Si a los dos miembros de una ecuación se les multiplica o se les divide una misma cantidad, la ecuación es equivalente a la dada.**

$5x + 10 = 15$

$(5x + 10) : 5 = 15 : 5$

$x + 2 = 3$

$x + 2 - 2 = 3 - 2$

$x = 1$

# Ecuaciones de primer grado

En general para **resolver una ecuación de primer grado** debemos seguir los siguientes **pasos**:

**1º Quitar paréntesis.**

**2º Quitar denominadores.**

**3º Agrupar los términos en *x* en un miembro y los términos independientes en el otro.**

**4º Reducir los términos semejantes.**

**5º Despejar la incógnita.**

Ejemplos:

$$2x = 6$$

Despejamos la incógnita:

$$x = \frac{6}{2} \qquad x = 3$$

$$2x - 3 = 6 + x$$

Agrupamos los términos semejantes y los independientes, y sumamos:

$$2x - x = 6 + 3 \qquad x = 9$$

$$2(2x - 3) = 6 + x$$

Quitamos paréntesis:

$$4x - 6 = 6 + x$$

Agrupamos términos y sumamos:

$$4x - x = 6 + 6 \qquad 3x = 12$$

Despejamos la incógnita:

$$x = \frac{12}{3} \qquad x = 4$$

$$\frac{x - 1}{6} - \frac{x - 3}{2} = -1$$

Quitamos denominadores, para ello en primer lugar hallamos el mínimo común múltiplo.

$$\text{m.c.m.}(6,\ 2) = 6$$

$$x - 1 - 3(x - 3) = -6$$

Quitamos paréntesis, agrupamos y sumamos los términos semejantes:

$$x - 1 - 3x + 9 = -6; \qquad x - 3x = -6 - 9 + 1; \qquad -2x = -14$$

Despejamos la incógnita:

$$2x = 14 \qquad x = \frac{14}{2} \qquad x = 7$$

$$\frac{3}{4}(2x + 4) = x + 19$$

Quitamos paréntesis y simplificamos:

$$\frac{6}{4}x + \frac{12}{4} = x + 19 \qquad \frac{3}{2}x + 3 = x + 19$$

Quitamos denominadores, agrupamos y sumamos los términos semejantes:

$$3x + 6 = 2x + 38 \qquad 3x - 2x = 38 - 6 \qquad x = 32$$

$$2 - \left[-2 \cdot (x + 1) - \frac{x - 3}{2}\right] = \frac{2x}{3} - \frac{5x - 3}{12} + 3x$$

Quitamos corchete:

$$2 - \left(-2x - 2 - \frac{x - 3}{2}\right) = \frac{2x}{3} - \frac{5x - 3}{12} + 3x$$

Quitamos paréntesis:

$$2 + 2x + 2 + \frac{x - 3}{2} = \frac{2x}{3} - \frac{5x - 3}{12} + 3x$$

Quitamos denominadores:

$$24 + 24x + 24 + 6 \cdot (x - 3) = 8x - (5x - 3) + 36x$$

Quitamos paréntesis:

$$24 + 24x + 24 + 6x - 18 = 8x - 5x + 3 + 36x$$

Agrupamos términos:

$$24x + 6x - 8x + 5x - 36x = 3 - 24 - 24 + 18$$

Sumamos:

$$-9x = -27$$

Dividimos los dos miembros por: −9

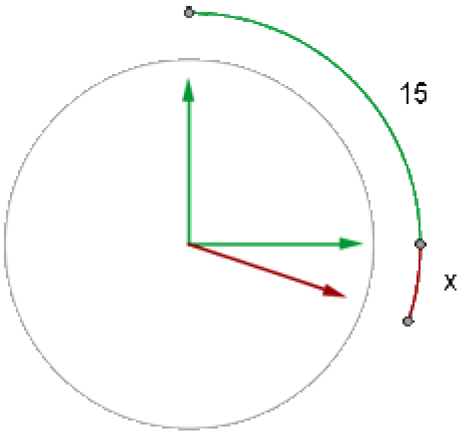
$x = 3$

# Problemas resueltos mediante ecuaciones de primer grado

## Problemas de relojes

**El ángulo o arco descrito que recorre el minutero es siempre 12 veces mayor que el arco que describe la aguja horaria.**

Un reloj marca las 3 en punto. ¿A qué hora entre las 3 y las 4 se superpondrán las agujas?




**x es el arco que describe la aguja horaria.**

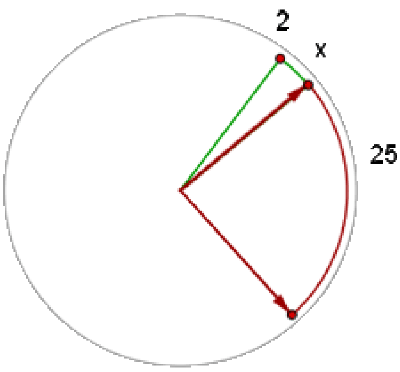
**(15 + x) es el arco que describe el minutero.**

15 + x = 12x

x = 15/11 min

Las agujas se superpondrán a la **3 h 16 min 21 s**

Un reloj marca las 2 en punto. ¿A qué hora formarán sus agujas por primera vez un ángulo recto?



Las agujas del reloj forman un ángulo recto a las 2 h 25 min y un poco más, que llamaremos x.

**x es el arco que describe la aguja horaria.**

**25 + x, es el arco que describe el minutero.**

$25 + x = 12x$

$x = 25/11$ min

Las agujas del reloj conformarán un ángulo de 90° a las **2h 27 min 16 s.**

## Problemas de móviles

Para plantear problemas sobre móviles que llevan velocidad constante se utilizan las fórmulas del movimiento rectilíneo uniforme:

**espacio = velocidad × tiempo**

$e = v \cdot t$

### 1$^{er}$ caso

**Los móviles van en sentido contrario.**


$\mathbf{e_{AB} + e_{BC} = e_{AB}}$

Dos ciudades A y B distan 300 km entre sí. A las 9 de la mañana parte de la ciudad A un coche hacia la ciudad B con una velocidad de 90 km/h, y de la ciudad B parte otro hacia la ciudad A con una velocidad de 60 km/h. Se pide:

**1** El tiempo que tardarán en encontrarse.

$90t + 60t = 300$ $150t = 300$ **t = 2 horas**

**2** La hora del encuentro.

Se encontraran a las **11 de la mañana** .

**3** La distancia recorrida por cada uno.

$e_{AB} = 90 \cdot 2 =$ **180 km**

$e_{BC} = 60 \cdot 2 =$ **120 km**

## $2^{o}$ caso

**Los móviles van en el mismo sentido.**


$\mathbf{e_{AC} - e_{BC} = e_{AB}}$

Dos ciudades A y B distan 180 km entre sí. A las 9 de la mañana sale de un coche de cada ciudad y los dos coches van en el mismo sentido. El que sale de A circula a 90 km/h, y el que sale de B va a 60 km/h. Se pide:

**1** El tiempo que tardarán en encontrarse.

$90t - 60t = 180$ $30t = 180$ **t = 6 horas**

**2** La hora del encuentro.

Se encontraran a las **7 de la tarde** .

**3** La distancia recorrida por cada uno.

$e_{AB} = 90 \cdot 6 =$ **540 km**

$e_{BC} = 60 \cdot 6 =$ **360 km**

## $3^{er}$ caso

**Los móviles parten del mismo punto y con el mismo sentido.**

$\mathbf{e_1 = e_2}$

Un coche sale de la ciudad A a la velocidad de 90 km/h. Tres horas más tarde sale de la misma ciudad otro coche en persecución del primero con una velocidad de 120 km/h. Se pide:

**1** El tiempo que tardará en alcanzarlo.

$90t = 120 \cdot (t - 3)$

$90t = 120t - 360$ $-30t = -360$ **t = 12 horas**

**2** La distancia a la que se produce el encuentro.

$e_1 = 90 \cdot 12 =$ **1080 km**

# Problemas de grifos

En una hora el primer grifo llena **$1/t_1$** del depósito.

En una hora el segundo grifo llena **$1/t_2$** del depósito.

Si existe un desagüe

En una hora el desagüe vacia **$1/t_3$** del depósito.

En una hora los dos grifos juntos habrán llenado:

Sin desagüe

$$\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} = \frac{1}{x}$$

Con desagüe

$$\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} - \frac{1}{t_3} = \frac{1}{x}$$

Un grifo tarda en llenar un depósito tres horas y otro grifo tarda en llenarlo cuatro horas. ¿Cuánto tiempo tardarán en llenar los dos grifos juntos el depósito?

En una hora el primer grifo llena 1/3 del depósito.

En una hora el segundo grifo llena 1/4 del depósito.

En una hora los dos grifos juntos habrán llenado:

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{1}{x}$$

$$\frac{4+3}{12} = \frac{1}{x} \qquad \frac{7}{12} = \frac{1}{x}$$

$7x = 12$ **$x = 12/7$ horas**

## Problemas de mezclas

**$C_1$** ⟶ 1ª cantidad. **$C_1 = x$**

**$C_2$** ⟶ 2ª cantidad. **$C_2 = C_m - x$**

**$C_m$** ⟶ Cantidad de la mezcla**$C_m = C_1 + C_2$**

**$P_1$** ⟶ Precio de la 1ª cantidad

**$P_2$** ⟶ Precio de la 2ª cantidad

**$P_m$** ⟶ Precio de la mezcla

$$C_1 \cdot P_1 + C_2 \cdot P_2 = C_m \cdot P_m$$

También podemos poner los datos en una tabla

| | **Cantidad** | **Precio** | **Coste** |
|---|---|---|---|
| **1ª sustancia** | $C_1$ | $P_1$ | $C_1 \cdot P_1$ |
| **2ª sustancia** | $C_2$ | $P_2$ | $C_2 \cdot P_2$ |
| **Mezcla** | $C_1 + C_2$ | $P$ | $C_1 \cdot P_1 + C_2 \cdot P_2$ |

$$C_1 \cdot P_1 + C_2 \cdot P_2 = (C_1 + C_2) \cdot P_m$$

Un comerciante tiene dos clases de café, la primera a 40 € el kg y la segunda a 60 € el kg.

¿Cuantos kilogramos hay que poner de cada clase de café para obtener 60 kilos de mezcla a 50 € el kg?

| | **1ª clase** | **2ª clase** | **Total** |
|---|---|---|---|
| **Nº de kg** | $x$ | $60 - x$ | $60$ |
| **Valor** | $40 \cdot x$ | $60 \cdot (60 - x)$ | $60 \cdot 50$ |

$40x + 60 \cdot (60 - x) = 60 \cdot 50$

$40x + 3600 - 60x = 3000; \quad -60x + 40x = 3000 - 3600; \quad 20x = 600$

$x = 30; \quad 60 - 30 = 30$

**Tenemos que mezclar 30 kg de la 1ª clase y otros 30 de la 2ª clase .**

## Problemas de aleaciones

La **ley de la aleación es la relación entre el peso del metal fino**, es decir, más valioso, **y el peso total**.

Se resuelven del mismo modo que los problemas de mezclas, teniendo en cuenta que la **ley de la aleación equivale al precio de la mezcla**.

$\mathbf{C_1 \cdot L_1 + C_2 \cdot L_2 = (C_1 + C_2) \cdot L_a}$

Se tienen dos lingotes de plata, uno de ley 0.750 y otro de ley 0.950. ¿Qué peso hay que tomar de cada lingote para obtener 1800 g de plata de ley 0.900?

| | 1ª ley | 2ª ley | Total |
|---|---|---|---|
| **Nº de g** | **x** | **1800 − x** | **1800** |
| **Plata** | **0.750 · x** | **0.950 · (1800−x)** | **0.900 · 1800** |

$0.750 \cdot x + 0.950 \cdot (1\,800 - x) = 0.9 \cdot 1800$

$0.750\, x + 1\,710 - 0.950x = 1\,620$

$0.750x - 0.950x = 1\,620 - 1\,710$

$-0.2x = -90 \qquad x = 450$

1ª ley $\rightarrow$ **450 g**

2ª ley $\rightarrow$ **1350 g**

## Problemas geométricos con ecuaciones de primer grado

Halla el valor de los tres ángulos de un triángulo sabiendo que B mide 40° más que C y que A mide 40° más que B.

C $\rightarrow$ x

B $\rightarrow$ x + 40

A $\rightarrow$ x + 40 + 40 = x+ 80

$x + x + 40 + x + 80 = 180; \qquad x + x + x = 180 - 40 - 80;$

$3x = 60; \quad x = 20$

C = **20º** B = 20º + 40º = **60º** A = 60º + 40º = **100º**

# Ecuaciones de 2º grado

## Resolución de ecuaciones de segundo grado

Una ecuación de segundo grado es toda expresión de la forma:

**$ax^2 + bx + c = 0$ con $a \neq 0$.**

Se resuelve mediante la siguiente fórmula:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x^2 - 5x + 6 = 0$$

$$x = \frac{5 \pm \sqrt{5^2 - 4 \cdot 6}}{2} = \frac{5 \pm \sqrt{25 - 24}}{2} = \frac{5 \pm \sqrt{1}}{2} = \frac{5 \pm 1}{2} = \begin{cases} \nearrow x_1 = \frac{6}{2} = 3 \\ \searrow x_2 = \frac{4}{2} = 2 \end{cases}$$

$$2x^2 - 7x + 3 = 0$$

$$x = \frac{7 \pm \sqrt{7^2 - 4 \cdot 2 \cdot 3}}{4} = \frac{7 \pm \sqrt{49 - 24}}{4} = \frac{7 \pm \sqrt{25}}{4} = \frac{7 \pm 5}{4} = \begin{cases} \nearrow x_1 = \frac{12}{4} = 3 \\ \searrow x_2 = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \end{cases}$$

**Si es a<0, es mejor multiplicar los dos miembros por (−1).**

$$-x^2 + 7x - 10 = 0$$

$$(-1) \cdot (-x^2 + 7x - 10) = (-1) \cdot 0$$

$$x^2 - 7x + 10 = 0$$

$$x = \frac{7 \pm \sqrt{7^2 - 4 \cdot 10}}{2} = \frac{7 \pm \sqrt{49 - 40}}{2} = \frac{7 \pm \sqrt{9}}{2} = \frac{7 \pm 3}{2} = \begin{cases} \nearrow x_1 = \frac{10}{2} = 5 \\ \searrow x_2 = \frac{4}{2} = 2 \end{cases}$$

# Ecuaciones de segundo grado incompletas

Se dice que una ecuación de segundo grado es **incompleta cuando alguno de los coeficientes, b o c, o ambos, son iguales a cero.**

## Resolución de ecuaciones de segundo grado incompletas

### TIPO $ax^2 = 0$

**La solución es x = 0.**

$2x^2 = 0 \qquad x = 0$

$\frac{2}{5}x^2 = 0 \qquad x = 0$

### TIPO $ax^2 + bx = 0$

Extraemos factor común x:

$x(ax + b) = 0$

$x = 0$

$ax + b = 0 \qquad x = \frac{-b}{a}$

$x^2 - 5x = 0$

$x(x - 5) = 0$

$x = 0$

$x - 5 = 0 \qquad x = 5$

$2x^2 - 6x = 0$

$2x(x - 3) = 0$

$2x = 0 \qquad x = 0$

$x - 3 = 0 \qquad x = 3$

## TIPO $ax^2 + c = 0$

Despejamos:

$$ax^2 = -c \qquad x^2 = \frac{-c}{a} \qquad x = \pm\sqrt{\frac{-c}{a}} \begin{array}{l} \nearrow x_1 = \sqrt{\frac{-c}{a}} \\ \searrow x_2 = -\sqrt{\frac{-c}{a}} \end{array}$$

$$x^2 - 25 = 0$$

$$x^2 = 25 \qquad x = \pm\sqrt{25} \begin{array}{l} \nearrow x_1 = \sqrt{25} = 5 \\ \searrow x_2 = -\sqrt{25} = -5 \end{array}$$

$$2x^2 + 8 = 0$$

$$2x^2 = -8 \qquad x^2 = -4 \qquad x = \pm\sqrt{-4} \notin \mathbb{R}$$

# Estudio de las soluciones de la ecuación de 2º grado

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

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\boxed{b^2 - 4ac}}}{2a} \rightarrow \text{Discriminante}$$

**$b^2 - 4ac$** se llama **DISCRIMINANTE** de la ecuación y permite averiguar en cada ecuación el número de soluciones. Podemos distinguir tres casos:

## DISCRIMINANTE $b^2 - 4ac > 0$

**La ecuación tiene dos soluciones, que son números reales distintos.**

$$x^2 - 5x + 6 = 0$$

$$x = \frac{5 \pm \sqrt{5^2 - 4\cdot 6}}{2} = \frac{5 \pm \sqrt{25 - 24}}{2} = \frac{5 \pm \sqrt{1}}{2} = \frac{5 \pm 1}{2} = \begin{array}{l} \nearrow x_1 = \frac{6}{2} = 3 \\ \searrow x_2 = \frac{4}{2} = 2 \end{array}$$

## DISCRIMINANTE $b^2 - 4ac = 0$

**La ecuación tiene una solución doble.**

$$x^2 - 2x + 1 = 0$$

$$x = \frac{2 \pm \sqrt{2^2 - 4 \cdot 1}}{2} = \frac{2 \pm \sqrt{4 - 4}}{2} = \frac{2 \pm \sqrt{0}}{2} = \frac{2 \pm 0}{2} = \frac{2}{2} = 1$$

## DISCRIMINANTE $b^2 - 4ac < 0$

**La ecuación no tiene soluciones reales.**

$$x^2 + x + 1 = 0$$

$$x = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 - 4}}{1} = \frac{1 \pm \sqrt{-3}}{1} \notin \mathbb{R}$$

## Propiedades de las soluciones de la ecuación de 2º grado

**La suma de las soluciones** de una ecuación de segundo grado es igual a:

$$x_1 + x_2 = \frac{-b}{a}$$

**El producto de las soluciones** de una ecuación de segundo grado es igual a:

$$x_1 \cdot x_2 = \frac{c}{a}$$

## Ecuación de 2º grado a partir de sus soluciones

**Si conocemos las raíces de una ecuación, podemos escribir ésta como:**

$$x^2 - Sx + P = 0$$

**Siendo $S = x_1 + x_2$ y $P = x_1 \cdot x_2$**

Escribe una ecuación de segundo grado cuyas soluciones son: 3 y −2.

$S = 3 - 2 = 1$

$P = 3 \cdot 2 = 6$

$$x^2 - x + 6 = 0$$

## Factorización de un trinomio de segundo grado

$$a x^2 + bx + c = 0$$

$$a \cdot (x - x_1) \cdot (x - x_2) = 0$$

$$x^2 - 5x + 6 = 0$$

$$x = \frac{5 \pm \sqrt{5^2 - 4 \cdot 6}}{2} = \frac{5 \pm \sqrt{25 - 24}}{2} = \frac{5 \pm 1}{2} = \begin{cases} \nearrow x_1 = \frac{6}{2} = 3 \\ \searrow x_2 = \frac{4}{2} = 2 \end{cases}$$

$$(x - 2) \cdot (x - 3) = 0$$

# Ecuaciones bicuadradas

Las **ecuaciones bicuadradas** son ecuaciones de cuarto grado sin términos de grado impar:

$$ax^4 + bx^2 + c = 0$$

## Resolución de ecuaciones bicuadradas

Para **resolver ecuaciones bicuadradas**, efectuamos el cambio $x^2 = t$, $x^4 = t^2$; con lo que se genera una ecuación de segundo grado con la incógnita t:

$$at^2 + bt + c = 0$$

**Por cada valor positivo de t habrá dos valores de x:**

$$x = \pm\sqrt{t}$$

$$x^4 - 13x^2 + 36 = 0$$

$$x^2 = t$$

$$t^2 - 13t + 36 = 0$$

$$t = \frac{13 \pm \sqrt{169 - 144}}{2} = \frac{13 \pm 5}{2} = \begin{cases} \nearrow t_1 = \frac{18}{2} = 9 \\ \searrow t_2 = \frac{8}{2} = 4 \end{cases}$$

$$x^2 = 9 \qquad x = \pm\sqrt{9} = \begin{cases} x_1 = 3 \\ x_2 = -3 \end{cases}$$

$$x^2 = 4 \qquad x = \pm\sqrt{4} = \begin{cases} x_3 = 2 \\ x_4 = -2 \end{cases}$$

El mismo procedimiento podemos utilizar para resolver las ecuaciones del tipo:

$ax^6 + bx^3 + c = 0$

$ax^8 + bx^4 + c = 0$

$ax^{10} + bx^5 + c = 0$

$$x^6 - 7x^3 + 6 = 0$$

$$x^3 = t$$

$$t^2 - 7t + 6 = 0$$

$$t = \frac{7 \pm \sqrt{49 - 24}}{2} = \frac{7 \pm 5}{2} = \begin{cases} t_1 = \frac{12}{2} = 6 \\ t_2 = \frac{2}{2} = 1 \end{cases}$$

$$x^3 = 6 \qquad\qquad x = \sqrt[3]{6}$$

$$x^3 = 1 \qquad x = \sqrt[3]{1} \qquad x = 1$$