

<b>Curso 2012 -2013</b>	<b>INTRODUCCIÓN AL MÉTODO CIENTÍFICO. LA MEDIDA.</b>	<b>CPI Conde de Fenosa. Ares. A Coruña</b>
-----------------------------	--	--

Este es vuestro primer año estudiando **Física y Química** separada de las demás ciencias naturales. ¿Qué estudian la Física y la Química? Ambas estudian la naturaleza, sobre todo la materia de qué está hecha y como evoluciona.

Un **proceso físico** es aquel en el que al final del proceso tienes la **misma** sustancia que al principio. Estos proceso, claro, los estudia la **Física**.

Si, sin embargo, al final del proceso obtienes una sustancia **distinta** de la del inicio, estamos hablando de un **proceso químico**, estudiado por la **Química**.

**Para crear ciencia lo primero que hay que saber hacer bien es medir. Hemos de expresar lo que ocurre mediante un dato objetivo, no subjetivo.** Es decir, no vale decir: este agua está fría, si no que la temperatura del agua es de **14 °C**. *Quizá para ti ese agua está fría, pero no para un esquimal.*

Como ves el dato que se aporta siempre ha de constar de un número y una unidad. De hecho cuando efectuamos una medida, lo que hacemos es comparar con una unidad de medida. Cuando decimos que algo mide 3,7 m, estamos diciendo que mide 3,7 veces lo que mide un metro.

**Medir es comparar** con un patrón, **con una unidad de medida**.

Desde 1960 se ha establecido un sistema internacional de unidades (**SI**), que ha elegido 7 unidades fundamentales que son:

Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Temperatura	Kelvin	K
Intensidad de corriente	Amperio	A
Intensidad luminosa	Candela	cd
Cantidad de sustancia	Mol	mol

Estas unidades son las llamadas **unidades** fundamentales, y todas las demás unidades se pueden expresar como combinación de ellas. Al resto de unidades se les denomina unidades derivadas.

Se usan frecuentemente múltiplos y submúltiplos de estas unidades, Se denominan son las siguientes letras, que preceden al símbolo de la unidad:

Múltiplos		Submúltiplos	
Deca (da)	$10 = 10^1$	Deci (d)	$10^{-1} = 0,1$
Hecto (h)	$10^2 = 100$	Centi (c)	$10^{-2} = 0,01$
Kilo (k)	$10^3 = 1000$	Mili (m)	$10^{-3} = 0,001$
Mega (M)	$10^6$	Micro ( $\mu$ )	$10^{-6}$
Giga (G)	$10^9$	Nano (n)	$10^{-9}$
Tera (T)	$10^{12}$	Pico (p)	$10^{-12}$

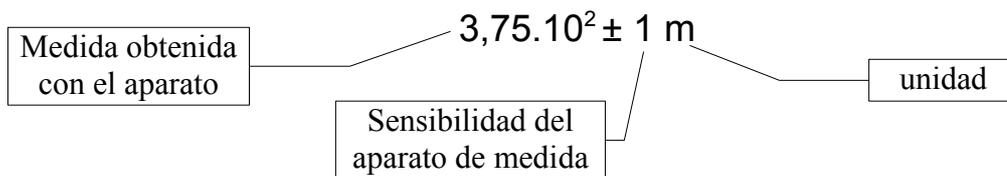
Vamos a aprender a cambiar de unidades, mediante el uso de los factores de conversión.

$$4,37 \text{ dm} \frac{1 \text{ m}}{10 \text{ dm}} = 4,37 \text{ m}$$

También vamos a utilizar muy frecuentemente la **notación científica**, ya sabéis, la expresión de un número grande o pequeño, mediante un número decimal, con un sólo entero, multiplicado por una potencia de 10. Así, el tamaño de un átomo puede ser 0,000000000145 m, que en notación científica se expresa como  $1,45 \cdot 10^{-10}$  m o el radio de la Tierra es de 6375000 m, que se expresa como  $6,375 \cdot 10^6$  m.

Cuando medimos algo tenemos que expresar el resultado de **la medida con un número y la unidad** correspondiente. Nada mide 2, algo puede pesar 2 kg u ocupar 2 cm<sup>3</sup>. Al medir nunca damos el valor exacto, si no una aproximación, pues nuestros aparatos de medida no son perfectos. Tienen un valor mínimo y un valor máximo de medida. A esto se le llama **rango de medida**. La separación mínima entre dos de sus medidas es lo que llamamos **resolución o sensibilidad**. Podemos hallar la resolución tomando 2 medidas cualquiera, restándolas y dividiendo esa resta entre el número de divisiones que presenta entre esas dos medidas el aparato.

Al dar el resultado de una medida siempre tenemos que hacerlo así:



Nunca se pueden dar una medida con más o menos sensibilidad de la del aparato que estás utilizando para medir. Si tienes un termómetro que da décimas de grado, no puedes decir que la temperatura es de 12,34°C ni deberías decir que la temperatura es de 12°C (aquí estás redondeando). Deberías decir  $12,3 \pm 0,1$  °C. La cantidad de números que van antes del ± se llaman cifras significativas. No cuentan si hay 0 a la izquierda, pero si a la derecha. Así la medida 0,000034 cm tiene dos cifras significativas, y 0,1230 m tiene 4.

En los problemas siempre hemos de dar el resultado con el número de cifras significativas que tenga el que menos cifras significativas de los datos que nos dan.

Normalmente en el laboratorio no se hace un único experimento, dado que la exactitud de nuestros aparatos de medida no es muy buena. Se llama **exactitud** a lo que nuestros aparatos se acercan al valor verdadero, mientras que la **precisión** de unas medidas es lo cerca que están unas de otras.

Cuando hacemos varias medidas de lo mismo, la **medida final** que pondremos será la **media de las medidas** que hemos efectuado. Lo que nos desviamos en cada medida del valor verdadero (si tenemos varias medidas, es el valor medio) es lo que se conoce como **Error absoluto**.

$$Error\ absoluto = (Valor\ medido - Valor\ verdadero)$$

Pero no es lo mismo desviarse 1 cm cuando medimos 5 cm que cuando medimos 1 km. Por eso, más importante que error absoluto es saber el error relativo, cuanto nos hemos desviado en porcentaje, cuál es nuestro porcentaje de error.

$$Error\ relativo = \frac{Error\ absoluto}{Valor\ verdadero} \cdot 100$$

Así si hago 3 medidas del tiempo de caída de una piedra desde una altura de 2 m y obtengo los siguientes tiempos: 0,36 s, 0,39 s y 0,42 s, tenemos:

Experimento	Tiempo (s)	Error absoluto	Error relativo
1	0,36	$ 0,36 - 0,39  = 0,03$	$0,03/0,39 \cdot 100 = 8\%$
2	0,39	$ 0,39 - 0,39  = 0$	$0/0,39 \cdot 100 = 0\%$
3	0,42	$ 0,42 - 0,39  = 0,03$	$0,03/0,39 \cdot 100 = 8\%$
Media	0,39	0,02	5,00%

La medida será entonces: **0,39 ± 0,02 s** (puesto que la sensibilidad es 0,01, ponemos el error mayor, que es el que hemos cometido al realizar las medidas)

## ¿Cómo trabajan los físicos y los químicos?

Igual que los demás científicos, siguiendo, más o menos, un proceso, llamado el **método científico**, que consta de los siguientes pasos:

- **Observación de los hechos.** Analizamos un hecho que nos llama la atención e intentamos explicar por qué sucede.
- **Emisión de una hipótesis.** Proponemos una posible explicación del hecho que estamos observando.
- **Experimentación.** Hacemos unos experimentos que nos sirvan para confirmar la posible explicación que hemos propuesto como hipótesis o que nos sirvan para refutarla. Intentamos simplificar el problema, experimentando cada vez con una variable.
- **Obtención de resultados. Expresión en tablas y gráficas.** Los resultados que obtenemos en los experimentos los recogemos en tablas y gráficas, donde vemos las tendencias de estos datos y como se relacionan las distintas variables. Decimos que dos variables son directamente proporcionales si ambas aumentan o disminuyen proporcionalmente, y decimos que son inversamente proporcionales cuando si una aumenta y la otra disminuye.
- **Conclusiones.** Intentamos extraer unas conclusiones sobre las distintas experiencias que hemos llevado a cabo. Si se puede, se obtienen relaciones numéricas, llamadas ecuaciones, que relacionan las variables.

Ejemplo: Vamos a estudiar como se relaciona la longitud de un muelle con la masa de las pesas que colgamos de él. Recogemos los datos experimentales en una tabla como la siguiente:

Datos			
Longitud del muelle (cm)		7,0	
Masa del portapesas (g)		5,0	
Masa real de las pesas (g)	50	50,3	50,4
		50,6	
	100	101,2	100,5
		100,1	
	200	199,5	199,5

Título explicativo

Media de los valores (calculado posteriormente)

Magnitud medida y unidad en que se mide.

Datos leídos al pesar en la balanza

## • Tratamiento de los datos.

### 1. Expresión con el mismo número de cifras decimales.

Si realizas varias medidas de una misma magnitud (por ejemplo determinas la masa de varios objetos) expresa todas las medidas con el mismo número de cifras decimales. Este número no puede ser mayor que la sensibilidad del aparato de medida. Por ejemplo si estás determinando la masa de varios objetos con una balanza que aprecia décimas de gramo el resultado de varias pesadas podría ser:

Correcto	Incorrecto
1,5	1,50
2,0	2
3,2	3,21
4,0	4
5,2	5,0

### 2. Redondeo.

A veces, sobre todo cuando realizamos operaciones con la calculadora, es necesario prescindir de algunos decimales a la hora de utilizar los datos. Es lo que se conoce como "redondeo". Para realizar el redondeo correctamente debes seguir las normas siguientes:

1. **Si la cifra que suprimes es igual o superior a 5**, aumenta la última cifra de la cantidad que queda en una unidad.
2. **Si la cifra que suprimes es inferior a 5**, deja la última cifra de la cantidad que queda tal y como está.

Ejemplo. Redondear los números siguientes a la décima:

Cifra inicial	Número redondeado
2,567	2,6
0,43	0,4
1,350	1,4
4,540	4,5
0,08	0,1

## • Gráficas

La representación gráfica de los datos obtenidos es un recurso muy utilizado en ciencia.

A la hora de hacer una gráfica debes tener en cuenta:

- ✓ La gráfica debe ser fácilmente legible y de aspecto agradable a la vista.
- ✓ Señalar los puntos con un pequeño círculo lleno o con un aspa. No pintar otras líneas.
- ✓ Procurar que las divisiones se correspondan con valores sencillos: unidades, múltiplos de dos, múltiplos de cinco, múltiplos de diez...
- ✓ Si los números que se corresponden con las divisiones quedan excesivamente juntos se gana en claridad escribiendo uno sí y uno no.
- ✓ Distribuir adecuadamente los valores del eje X y del eje Y (considerar el recorrido de las variables y distribuir el espacio disponible).
- ✓ Rotular la gráfica (título) e indicar qué se recoge en el eje X (normalmente la variable independiente, lo que se varía) y qué en el eje Y (normalmente la variable

dependiente, lo que varía al modificar la variable independiente). Poner unidades entre paréntesis.

- ✓ Trazar (a ojo) la línea que mejor se adapte a los puntos. Si algún punto queda claramente fuera de la tendencia general, desecharlo. Se trata de un valor erróneo.
- ✓ Interrogarse sobre la posibilidad de que la recta pase por el origen o no.
- ✓ Si la gráfica resultante es una **recta que pasa por el origen** las magnitudes representadas son **directamente proporcionales**.

## • Ecuaciones

Tanto la Física como la Química usan muy a menudo expresiones o métodos matemáticos.

Una ecuación matemática nos puede servir para estudiar cómo varía una magnitud (llamada variable dependiente) cuando variamos otra (llamada variable independiente). Estudiaremos **relaciones directa o inversamente proporcionales**, de primer y 2º grado y para dos variables.

En las relaciones **directamente proporcionales**, cuando **aumenta una de las variables, la otra también lo hace** (lo mismo, al disminuir el valor de una, también disminuye el de la otra). En las **inversamente proporcionales**, **al aumentar una disminuye la otra** o viceversa. Después de saber esto, hemos de ver en que grado son proporcionales, si es una proporcionalidad directa, tenemos que ver si la variable dependiente es proporcional a la primera o segunda potencia de la variable independiente (en la realidad, a cualquier función matemática).

Ejemplo de relación directa de primer grado.

Se sabe que la masa que se cuelga de un muelle (m) y lo que el muelle se estira (L) están relacionados mediante la siguiente ecuación, en la que L se expresa en centímetros y m en gramos.

$$m = 20,1 L$$

- ¿Qué masa debemos de colgar para que se produzca un alargamiento de 15,0 cm?
- ¿Cuánto se alargará el muelle si se coloca una masa de 234,0 g?
- ¿Qué representa el número 20,1?

### Solución.

- Como la ecuación nos da la relación matemática que existe entre m y L, contestamos a la primera pregunta sin más que sustituir el valor de L en la ecuación y efectuar la operación matemática que nos indica:

$$m = 20,1 \times 15,0 = 301,5 \text{ g}$$

- Para responder a la segunda cuestión primero hemos de obtener L en función de m. Para ello primero despejamos L y después sustituimos el dato:

$$L = \frac{m}{20,1} = \frac{234,0}{20,1} = 11,6 \text{ cm}$$

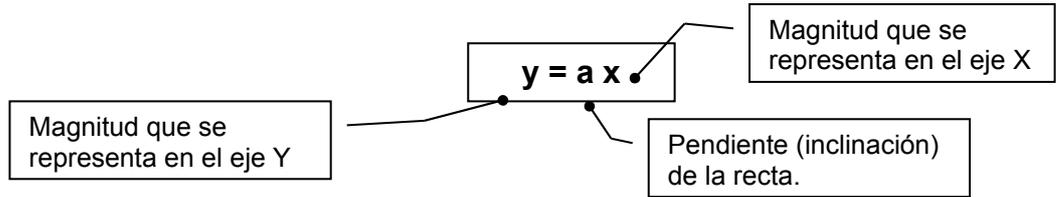
- 20,1 es la constante de proporcionalidad que relaciona la masa colgada (m) y lo que se estira el muelle (L). Representa los gramos (20,1) que hay que colgar para que el muelle se estire 1 cm:

$$\frac{m \text{ (g)}}{L \text{ (cm)}} = 20,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}}$$

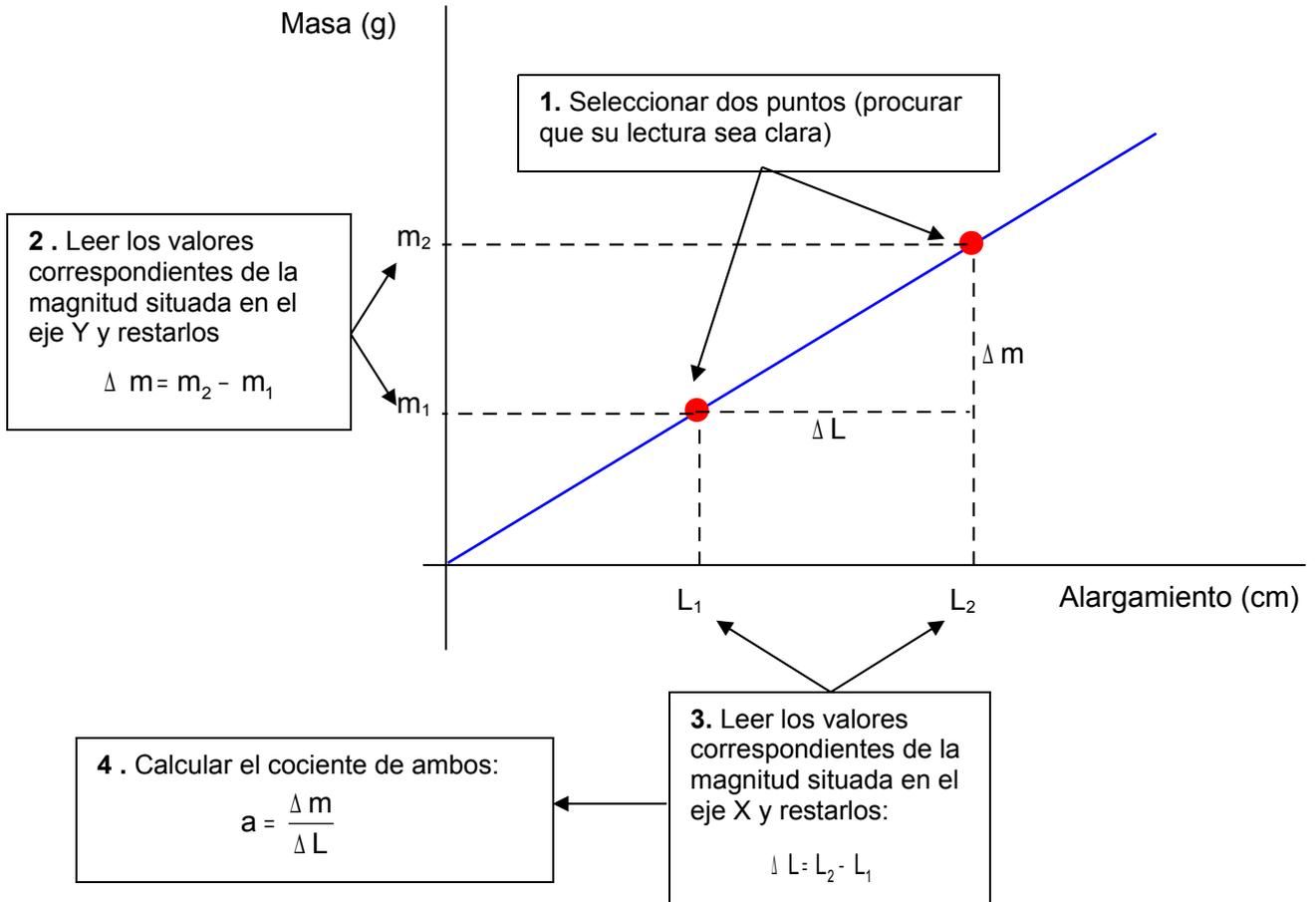
Recibe el nombre de **constante elástica del muelle**.

La gráfica puede servirnos para obtener la ecuación matemática que relaciona las variables que se representan en el eje X y en el eje Y:

Si la gráfica es una recta que pasa por el origen, su ecuación viene dada por:



Para calcular la pendiente de una recta:



Ejemplo 3

Supongamos que hemos obtenido (leyendo en la gráfica) los valores siguientes:

$$m_1 = 80,0 \text{ g} \quad L_1 = 9,0 \text{ cm} \quad m_2 = 420,0 \text{ g} \quad L_2 = 25,0 \text{ cm}$$

Luego:

$$\Delta L = L_2 - L_1 = (25,0 - 9,0) \text{ cm} = 16,0 \text{ cm}$$

$$\Delta m = m_2 - m_1 = (420,0 - 80,0) \text{ g} = 340,0 \text{ g}$$

$$a = \frac{\Delta m}{\Delta L} = \frac{340,0 \text{ g}}{16,0 \text{ cm}} = 21,3 \frac{\text{cm}}{\text{g}}$$

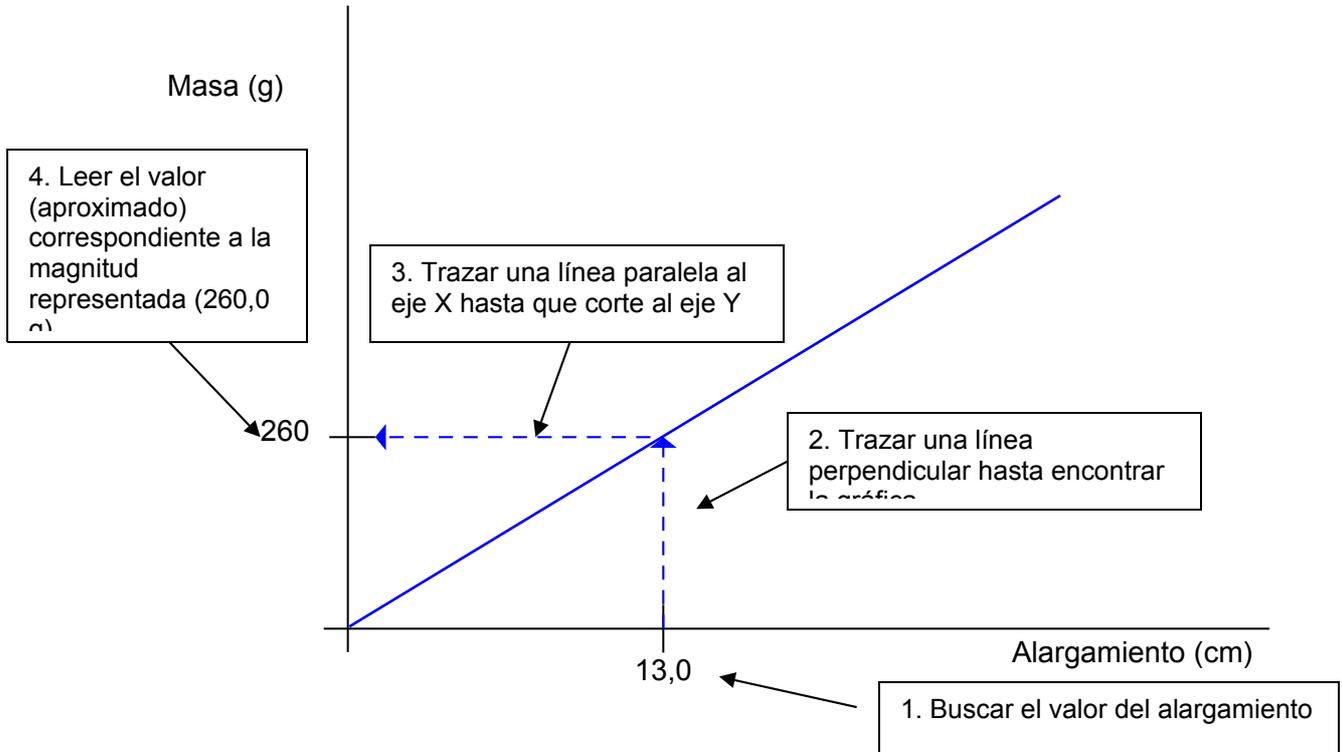
Ecuación:  
 **$m = 21,3 L$**

Al representar una gráfica, si no nos sale recta, podemos probar a representar en función del cuadrado de la variable independiente. **Si así nos sale recta, es que la dependencia es con el cuadrado de la variable dependiente.**

También podemos usar la gráfica para obtener valores de las magnitudes representadas:

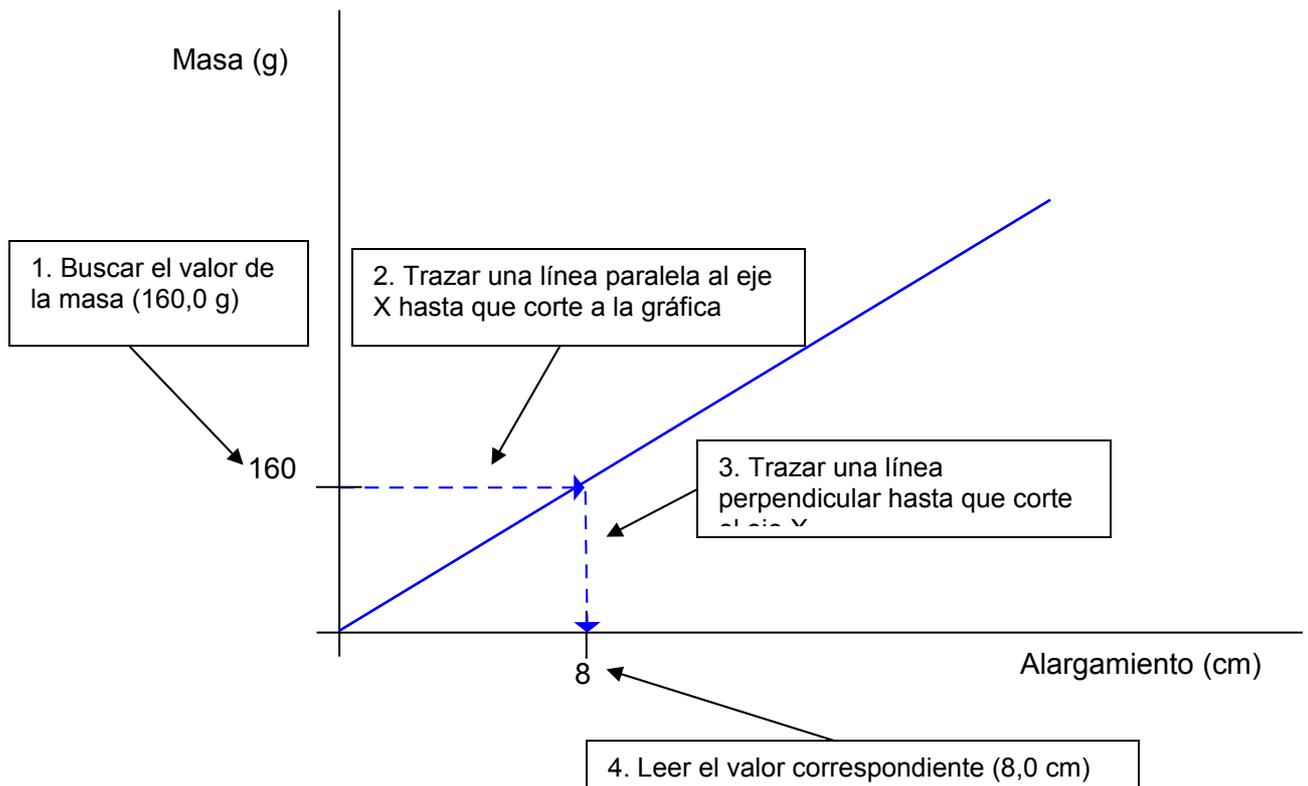
Ejemplo1

¿Qué masa tenemos que colgar del muelle para que éste se alargue 13,0 cm?



Ejemplo 2

¿Cuánto se alargará el muelle si colgamos de él una masa de 160,0 g?



Ejercicios (para hacer en el cuaderno)

1º ¿Qué estudian la Física y la Química? ¿Cuál es su principal diferencia?

2º ¿Cuáles son las unidades fundamentales del SI? ¿Qué magnitud miden? Construye tres unidades derivadas.

3º Normalmente para los cálculos tomamos el valor de la aceleración de la gravedad como  $10 \text{ m/s}^2$  cuando su valor verdadero en Ares es  $9,804 \text{ m/s}^2$ . ¿Qué error absoluto y relativo cometemos al hacer esta aproximación?

4º Medimos la presión en la estación meteorológica del cole y nos da 1012 hPa. ¿Cuál es la sensibilidad del aparato? ¿Qué error absoluto y relativo estamos cometiendo en esa medida? ¿Cómo tendríamos que dar la medida?

5º En un experimento de medida de la intensidad de corriente que pasa por un circuito hemos recogido los siguientes valores:

12 mA; 14 mA; 15 mA; 13 mA; 11 mA

En una hoja de cálculo, halla el valor que tomamos como verdadero (la media), el error absoluto y el relativo de cada medida.

6º Una piedra que empieza a caer, medimos su distancia al sitio desde dónde la dejamos caer, pasados distintos tiempos y obtenemos:

Tiempo (s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Distancia (m)	0,00	0,05	0,20	0,45	0,80	1,25	1,80	2,45	3,20	4,05	5,00

¿Son las variables tiempo y distancia directa o inversamente proporcionales?

Representa gráficamente la distancia (eje Y, vertical) frente al tiempo (eje X). ¿Te sale una recta? Si no es así prueba a representar en función de  $t^2$ .

¿Cuál es la ecuación de la relación entre ellas? Acuérdate de hallar la pendiente de la recta y que  $y = a \cdot x$  (ahora  $x$  es  $t^2$ ).

¿Cuánto tiempo tarda la piedra en ponerse a 10 m de distancia del origen?

¿A qué distancia del origen se encontrará la piedra pasado un segundo y medio?

7º Sabemos que al calentar un gas, manteniendo constante el volumen, la presión que ejerce el gas con el recipiente va aumentando. Los valores recogidos en varios experimentos fueron los siguientes:

Experimento	1	2	3	4
Temperatura (K)	300	450	600	700
Presión (hPa)	1012	1518	2024	2360

¿Qué variable es la independiente y cuál depende de la otra? La relación entre ellas ¿es directa o inversamente proporcional?

Representa gráficamente estos puntos ( $p$  en función de  $v$ , de  $v^2$ , de  $1/v$  o  $1/v^2$ ) hasta que obtengas una recta y halla entonces la ecuación que relaciona estas variables.

¿Cuál será el valor de la presión a 400 K? Hállalo gráfica y analíticamente.

¿Qué temperatura existe cuando el gas ejerce una presión de 1750 hPa? Hállalo gráfica y analíticamente.