

MEDIR EL TIEMPO

El tiempo, junto con la masa y la longitud, es una de las magnitudes fundamentales. La determinación del tiempo ha estado siempre muy directamente relacionada con la astronomía.

En un principio las personas medían el tiempo por la posición del Sol en el cielo. Más tarde fueron capaces de construir máquinas capaces de realizar movimientos mecánicos repetitivos y depositaron en ellas la tarea de medir el transcurso del tiempo.

Veamos la evolución de la medida del tiempo con el paso de los siglos:

- * 1500 Los egipcios comienzan a utilizar los Relojes de Sol: La sombra del Sol indica el momento del día
- a. de C. sobre una superficie marcada.
En China y Babilonia se utiliza como referencia para medir el tiempo la posición de las estrellas.
- * 1400 Los egipcios utilizan relojes de agua: Se llena de agua un cuenco con un orificio en el fondo.
- a. de C. El nivel de agua mide el paso del tiempo al pasar por las marcas grabadas en el recipiente.
- * 890 El rey inglés Alfredo el Grande (849-899) utiliza las velas-reloj. La vela indica que ha transcurrido una hora cuando llega a una marca.
- * 1100 Los relojes de arena los utilizan los médicos para medir el pulso y los maestros para medir la duración de las clases.
- * 1300 En los monasterios se utiliza maquinaria sencilla que hace sonar las campanas a intervalos regulares para avisar a los fieles de que es la hora de rezar. Es un muñeco el que golpea la campana.
- * 1335 Se erige el primer reloj mecánico en Milán, Italia. La torre del reloj no dispone de esfera, sino que simplemente marca las horas.
- * 1364 Los primeros relojes domésticos que se conocen se deben al italiano *Giovanni Dondi* (1318-1389). Estos primeros relojes son versiones en miniatura de las torres de reloj, pero con una manilla para indicar las horas.
- * 1386 El reloj mecánico más antiguo que sigue en funcionamiento está en la catedral de Salisbury, Inglaterra.
- * 1510 El cerrajero alemán *Peter Henlein* (1479-1542) construye los primeros relojes portátiles. Estos pequeños relojes son controlados por un muelle. La esfera contiene sólo una manilla para la hora.
- * 1582 El científico italiano *Galileo* (1564-1642) muestra la regularidad del movimiento del péndulo.
- * 1657 El astrónomo holandés *Christian Huygens* (1629-1695) construye el primer reloj de péndulo. Es el péndulo el que controla el movimiento de las ruedas del reloj.
- * 1670 El relojero inglés *William Clement* (1638-1704) presenta el péndulo largo, o de segundos.
- * 1675 Huygens inventa el reloj compensado, de muelles espirales, cuya precisión alcanza los dos minutos al día.
- * 1690 Los astrónomos del Observatorio de Greenwich miden la posición de las estrellas para determinar la hora.
- * 1754 Se combinan muelles equilibrados y palancas para alcanzar precisiones de diez segundos por día.
- * 1759 El inglés *John Harrison* (1693-1776) presenta un reloj para barcos que soporta los movimientos y temperaturas de la cubierta y funciona con un error menor de un minuto después de cinco meses de navegación.
- * 1800 El norteamericano *Eli Tery* (1772-1852) desarrolla en EE.UU. un modelo de relojes muy económicos.
- * 1840 Se utiliza la electricidad para controlar relojes que a su vez controlan otros relojes. Se llaman respectivamente relojes maestros y esclavos.
- * 1880 La hora establecida en el Observatorio Real de Greenwich se convierte en patrón para Gran Bretaña. Cuatro años más tarde se convierte en patrón para el mundo entero.
- * 1900 Primeros relojes de pulsera. Al principio sólo lo llevaban las mujeres, hasta la I Guerra Mundial, en que se hicieron populares entre los hombres en las trincheras.

- * 1939 Se instala en Greenwich el primer reloj de cuarzo. Los cristales de cuarzo vibran 100.000 veces por segundo. Estas vibraciones se cuentan, almacenan, controlan y utilizan para establecer la hora de manera muy precisa. El error máximo es de dos milésimas de segundo al día.
- * 1948 El primer reloj atómico. Funciona a base de contar las vibraciones naturales de los átomos de cesio, que vibran 9.192.631.770 veces por segundo. La hora en cualquier parte del mundo puede conocerse a través de alguno de los 80 relojes atómicos instalados en 24 países.
- * 1970 El reloj atómico tiene una precisión de un segundo en 30.000 años.
- * 1970-1990 Los relojes digitales son cada vez más populares. Un microchip se encarga de cambiar los dígitos de la pantalla. Son muy precisos.

Las unidades más usuales del tiempo derivan del *año trópico*, es decir, del intervalo que transcurre entre dos pasos sucesivos de la Tierra por el equinocio de primavera. El año trópico contiene 365 días solares medios, más 242 milésimas de día; a ese tiempo se le ha llamado *día solar medio*, y es el que sirve de base para la medida. De aquí se establece una definición del *segundo (s)*, diciendo que es la 86.400 avas parte del día solar medio. El *minuto (min)* tiene 60 segundos; la *hora (h)* 60 min, es decir, 3.600 s.

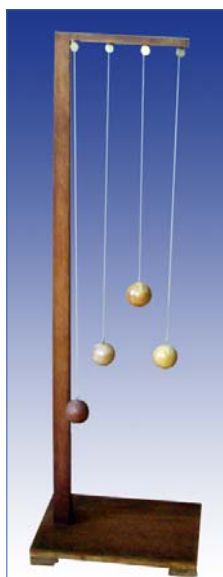
Un gran número de fenómenos físicos son periódicos, es decir que se reproducen idénticamente en el mismo tiempo un gran número de veces sin interrupción. Por ejemplo, un diapason normal efectúa en un segundo 435 oscilaciones completas; se dice indiferentemente que su *período* es 1/435 avas parte de un segundo o bien que su *frecuencia* es de 435 ciclos.

En 1967, el segundo se volvió a definir considerando la ventaja de obtener una precisión al utilizar un aparato conocido como reloj atómico. En este aparato, las frecuencias asociadas con ciertas transiciones atómicas (las cuales son extremadamente estables e insensibles al medio ambiente del reloj) se pueden medir con una precisión de una parte en 10^{12} . Es decir, menos de un segundo en 30.000 años. Así, en 1967 se dio la definición: "*un segundo es el tiempo que requiere un átomo de Cesio-133 para realizar 9.192.631.770 vibraciones, correspondientes a la transición entre dos niveles hiperfinos de su estado fundamental*".

EL PÉNDULO



Nº inv.: 01 / 22
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Latón y cuerda
13x13x30 cm



Nº inv.: 01 / 23
Fecha: 1877
BRETÓN (París)
Madera, latón y cuerda
37 x 28 x 115 cm



Nº inv.: 01 / 24
Fecha: 1877
Fabricante desconocido
Metal
15 x 3 x 114 cm

Se llama **péndulo** a un cuerpo a un cuerpo sólido suspendido de un punto o eje fijo, que no pase por su centro de gravedad, alrededor del cual puede girar. Dicho punto o eje se denomina de *suspensión*. Un péndulo imaginario, formado por un punto material, suspendido de un punto por un hilo inextensible y sin masa y libre de resistencias que modifiquen su movimiento, se le denomina **péndulo simple o matemático**.

Se llama *oscilación* cada uno de los movimientos desde una posición extrema del péndulo a su simétrica. (Suele también denominarse *oscilación simple*, o *semioscilación*, y al conjunto de dos consecutivas simples, *oscilación doble*, o *completa*).

En péndulos de condiciones adecuadas para que la influencia de las resistencias pasivas sea despreciable, la duración de las oscilaciones pequeñas obedecen a las siguientes leyes:

- 1ª.- Las oscilaciones de amplitud muy pequeña son *isócronas*, o de igual duración.
- 2ª.- En péndulos de igual longitud la duración de las oscilaciones es independiente de la sustancia de que esté formado el péndulo.
- 3ª.- Para péndulos de longitudes diferentes, cuando la intensidad de la gravedad es la misma, la duración de las oscilaciones varía en razón directa de la raíz cuadrada de la longitud del péndulo.
- 4ª.- La duración (*periodo*) de las oscilaciones de un mismo péndulo, o de péndulos de igual longitud, en distintos lugares del campo terrestre, varía en razón inversa de la raíz cuadrada de la intensidad de la gravedad en ellos.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Para comprobar las tres primeras leyes, se usa un aparato constituido por varias esferas, de sustancias diferentes y volumen igual, pendientes, mediante cordones delgados, de la misma clase, de tornillos sujetos al soporte común, los cuales, girándolos a voluntad, permiten variar sus longitudes cuando convengan.

Para comprobar la cuarta ley se suele utilizar el denominado **péndulo físico**, que está constituido de partículas materiales, cada una de las cuales está a una distancia fija del punto de suspensión. Sin embargo, hay siempre por lo menos una partícula que oscila comportándose como un péndulo simple. La distancia que hay desde esta partícula al punto de suspensión es la longitud del péndulo simple equivalente. Aquel punto del péndulo se le denomina *centro de oscilación*, y el punto alrededor del cual oscila se llama *centro de suspensión*. De lo dicho se deduce que si toda la masa del péndulo se concentrara en el centro de oscilación para constituir un péndulo simple, el período de este sería igual al del péndulo físico.



CRONÓMETRO

Nº inv.: 01 / 25

Fecha desconocida

Fabricante: 2 de BREITLING y 6 de ROCAR

Metal y vidrio

$\Phi = 5,2 \text{ cm}$

En las medidas de laboratorio, importa tanto conocer los segundos o fracción de segundo que dura un fenómeno, como saber sólo la relación entre los tiempos que emplean en realizarse.

Son de gran utilidad los *cuentasegundos*, **cronómetros**, *cronógrafos*, parecidos a los relojes de bolsillo y que pueden contar fracciones de segundo.

Consta de dos pulsadores: uno sirve para la puesta en marcha y la detención del cronómetro y el otro para colocarlo de nuevo en la posición de partida.

Al comenzar el Siglo XIX, un relojero suizo, *Louis Berthoud* inventó el cronómetro y fue perfeccionado el sistema de cuerda. La aplicación del cronómetro es la de un reloj que mide con gran precisión, un tiempo determinado. Se usa también en competiciones deportivas (cronógrafo).

Aunque otras documentaciones confirman que el astrónomo y relojero suizo *George Graham* (1673-1751) utilizó por primera vez la palabra cronómetro para referirse a un mecanismo similar a un reloj de péndulo pequeño y portátil. La palabra cronómetro se empleó durante mucho tiempo para determinar a los elementos de precisión que se usaban en la marina.

METRÓNOMO



En la placa se lee:



PAR BREVET DIVENTION

1815

METRONOME

DE

MÄTZEL

PARÍS - LONDRES - VIENNA

Nº inv.: 01 / 26

Fecha: 1878

Brevet Divention (París)

Madera y latón

13,5 x 13,5 x 31 cm

Nº inv.: 01 / 27

Fecha: 1929

Arthur Utz (Berna, Suiza)

Madera, metal

11,5 x 11,5 x 23 cm

La igualdad del número de oscilaciones de los péndulos, realizadas en tiempos iguales, ha sido aprovechada para regular el movimiento de los relojes y para medir tiempos muy pequeños. El primero que hizo esta aplicación fue *Huygens*.

En 1815, el constructor de instrumentos vienés, *Johann Nepomuk Mälzel* inventa el metrónomo, también llamado ritmómetro. Es una máquina, a manera de reloj, para medir el tiempo e indicar la velocidad con que ha de ejecutarse una composición musical. Se compone de un péndulo metálico invertido, con mecanismo de relojería, y puede graduarse su tiempo de oscilación con un peso corredizo.

Las oscilaciones del péndulo producen un sonido claro y seco, y cada una de las cuales determina la duración de una figura musical: blanca, negra, corchea, etc. Una escala graduada indica el número de oscilaciones por minuto. Tiene diversas aplicaciones para medir el tiempo en que se producen algunos fenómenos físicos, fisiológicos, etc.