

## Trabajo

En Física, llamamos **trabajo** a la variación de energía que se produce cuando al aplicar una fuerza sobre un objeto provocamos un desplazamiento. El concepto de trabajo también puede aplicarse a la variación de energía necesaria para provocar cualquier cambio en un sistema, pero por ahora lo usaremos únicamente en el primer sentido.

Se simboliza con la letra  $W$  (del inglés *work*, aunque en algunos libros de texto usan la  $T$ ), se mide en julios (igual que la energía) y es una magnitud escalar (no se trata de un vector, que necesite módulo, dirección y sentido para definirse).

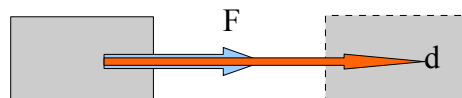
La fórmula es bastante sencilla:

$$W = F \cdot d \cdot \cos\alpha$$

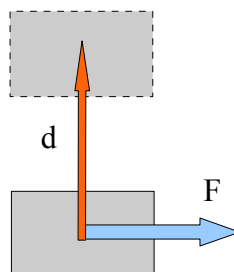
La fuerza ya sabes qué es;  $d$  es el desplazamiento provocado por la fuerza, y  $\alpha$  el ángulo que forma el desplazamiento con la dirección de la aplicación de la fuerza<sup>1</sup>.

De aquí se sacan dos conclusiones interesantes:

- El trabajo máximo se consigue cuando la fuerza y el desplazamiento ocurren en la misma dirección y sentido. En estos casos, toda la fuerza se “aprovecha”.



- El trabajo es nulo si la fuerza y la dirección del desplazamiento son perpendiculares. Si el objeto sube en vertical, cualquier fuerza que esté empujando de lado no sirve para nada (no realiza trabajo).

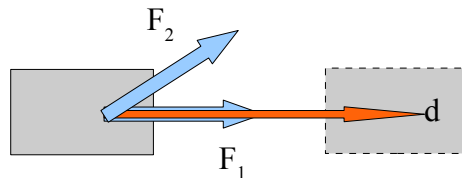


<sup>1</sup> Como repaso de matemáticas, fíjate que lo que se está aplicando aquí es un producto escalar de dos vectores ( $F$  y  $d$  son vectores), cuya fórmula era:  $u \cdot v = |u| \cdot |v| \cdot \cos\alpha$ . Y recuerda que el producto escalar de dos vectores da como resultado un número, no un vector.

# Cajón de Ciencias

## Trabajo realizado por varias fuerzas

¿Qué ocurre si tenemos varias fuerzas actuando sobre un objeto, provocando un desplazamiento?



También es un problema sencillo. Basta con calcular cada trabajo por separado y sumar el total:

$$W_t = W_1 + W_2 = F_1 \cdot d \cdot \cos\alpha + F_2 \cdot d \cdot \cos\beta$$

## Representación gráfica

Si colocamos la fuerza en el eje de ordenadas y el espacio (ojo, no el desplazamiento) en el eje de abscisas, obtenemos una gráfica que nos permite calcular el trabajo en función de cómo varíe la fuerza. Observa estas dos situaciones:



En ambos casos, el área sombreada corresponde al trabajo ejercido por esa fuerza  $F$  hasta llegar a ese espacio  $s$ . Y fíjate que se trata únicamente del cálculo del área de una figura geométrica: un rectángulo (en el caso de que la fuerza se mantenga siempre igual) y un triángulo (en el caso de que la fuerza aumente o decrezca con el tiempo). Y las fórmulas de esas áreas ya las conoces (¡o deberías!).

Si la fuerza no varía de esa manera tan “recta”, sino siguiendo una función más o menos curva, habría que aplicar cálculo con integrales definidas. Si aún no has visto esos casos, no te preocupes de momento por ellos. Si sí los has visto, el trabajo sería la integral definida de la función de la fuerza desde un punto  $P_1$  hasta un punto  $P_2$ . Repasa las integrales definidas en el libro o en nuestra sección si no te acuerdas cómo se resuelven.