



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Trabajo y Energía

Juan Francisco Sánchez Pérez



Universidad
Politécnica
de Cartagena

1

Conceptos generales



Trabajo

Definimos el trabajo, W , como el producto de la fuerza por el espacio recorrido. La unidad en el sistema internacional es el Julio (J)

$$W = F\Delta x$$

$$W = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum F\Delta x = \int F dx$$

$$W = \int \vec{F} d\vec{s}$$

Únicamente la fuerza en la dirección de la trayectoria realiza trabajo, es decir, la fuerza tangencial



Potencia

La potencia es la derivada del trabajo respecto del tiempo

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\vec{F} \cdot \vec{r})}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

donde la fuerza es constante.

La potencia se mide en watos en SI. También se expresa en caballos de vapor (CV). $1CV = 746W$



Universidad
Politécnica
de Cartagena

2

Energía cinética



Energía cinética

Supongamos una fuerza constante y una sola dimensión. En esta situación, la aceleración es constante y podemos relacionar, con las ecuaciones de movimiento que vimos en un movimiento uniformemente acelerado, la velocidad con el desplazamiento

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$$

Si el trabajo es $W=F\Delta x$, sustituyendo $\mathbf{F}=\mathbf{ma}$ y la ecuación anterior, obtenemos que el trabajo neto es igual a:

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \Delta E_c$$

E_c es la energía cinética



Energía cinética

Teorema de las fuerzas vivas

«El trabajo realizado por una fuerza sobre una partícula es igual al cambio de energía cinética de la partícula, debida a la acción de la fuerza.»



Universidad
Politécnica
de Cartagena

3

Fuerzas conservativas Energía potencial



Fuerzas conservativas

Una fuerza conservativa es aquella para la cual el trabajo total que realiza sobre un cuerpo a lo largo de una trayectoria cerrada (es decir que parte y acaba en el mismo punto) es igual a cero

$$W = \oint \vec{F} d\vec{s} = 0$$

Una definición equivalente es que para una fuerza conservativa, el trabajo realizado es independiente del camino recorrido, sólo depende de la posición inicial y final.

Se puede demostrar que tanto una fuerza central (como puede ser la gravitatoria cerca de la superficie de la tierra) como una fuerza constante son fuerzas conservativas



Energía potencial

Si el trabajo sólo depende de la posición inicial y final, podremos definir una función que dependa de la posición tal que el trabajo entre dos puntos sea igual a la variación de esta función entre esos dos puntos.

Esta función se denomina energía potencial, U , y está definida de tal modo que el trabajo espontáneo de una fuerza conservativa tiende a disminuirla

$$W = -\Delta U = U_i - U_f$$

Es importante notar que definimos la variación de energía potencial, no un valor absoluto.

Esto es importante porque nos permite elegir el valor de energía potencial igual a cero en el punto que más nos interese (el suelo en problemas de fuerzas gravitatorias, por ejemplo).



Energía potencial gravitatoria

La energía potencial de un cuerpo debida a la gravedad será

$$W = - \int_0^h mgdy = -mg(h) = -\Delta U = U_0 - U_h$$

siendo y la altura.

Como podemos escoger el origen de la energía potencial en cualquier punto, podemos decir que ese punto sea el suelo, de tal manera que $U=mgh$



Energía potencial elástica

La energía potencial de un cuerpo debida a una fuerza elástica es

$$F_e = -kx \qquad U_e = \frac{1}{2}kx^2$$



Universidad
Politécnica
de Cartagena

4

Conservación de la energía



Conservación de la energía

Hemos visto que, para una fuerza conservativa, $W = \Delta E_c$ y $W = -\Delta U$, con lo cual

$$\begin{array}{ccc} -\Delta U = \Delta E_c & \Longrightarrow & \Delta U + \Delta E_c = 0 \\ & & \Downarrow \\ & & \Delta(U + E_c) = 0 \quad \Longrightarrow \quad \boxed{U + E_c = \text{cte}} \end{array}$$

Es decir, cuando actúan fuerzas conservativas, la suma de las energías cinética y potencial no varía, se conserva.

La suma de energía cinética y potencial la denominamos energía mecánica total.

La anterior expresión constituye el **principio de conservación de la energía** (mecánica), y posiblemente sea el más importante de la física.



Conservación de la energía cuando intervienen fuerzas no conservativas. Fuerza de rozamiento

Es frecuente que en las situaciones que estudiamos intervengan fuerzas de tipo no conservativo, siendo la más común la fuerza de rozamiento.

En este caso no es que la energía no se conserve, sino que se transforma en otras que aún no hemos considerado (por ejemplo, en calor).

Si tenemos presentes varias fuerzas, una de ellas no conservativa F_{nc} , el trabajo total será igual a la variación de energía cinética. Este resultado lo hallamos en el punto 2 y es válido para cualquier tipo de fuerza (conservativa o no) y proviene directamente de las definiciones de trabajo y energía cinética. Para cada fuerza conservativa implicada podremos definir una energía potencial y el trabajo derivado de ella será igual a la correspondiente variación de su energía potencial. Por lo tanto, tendremos:



Conservación de la energía cuando intervienen fuerzas no conservativas. Fuerza de rozamiento

Si tenemos presentes varias fuerzas, una de ellas no conservativa F_{nc} , el trabajo total será igual a la variación de energía cinética.

$$W = \int (\vec{F}_{nc} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots) d\vec{s} = W_{nc} + W_1 + W_2 + \dots = \Delta E_c$$

$$W_{nc} - \Delta U_1 - \Delta U_2 - \dots = \Delta E_c \Rightarrow W_{nc} = \Delta(E_c + U_1 + U_2 + \dots) = \Delta E_{total}$$

Para todo sistema aislado la energía se conserva

$$E(A) - W_{nc} = E(B)$$



Bibliografía

SÁNCHEZ PÉREZ, JUAN FCO.; ALHAMA LÓPEZ, FRANCISCO Problemas de física para ingenieros (Tomo 2). Cartagena: Crai UPCT Ediciones, 2016. ISBN 978-84-16325-22-1

TIPLER, PAUL ALLEN Física para la ciencia y la tecnología. Mecánica, oscilaciones y ondas, termodinámica; Reverté, 2012. ISBN 97-88429144-29-1

BURBANO DE ERCILLA SANTAGO Problemas de Física. Madrid: Tebar. 2007. 815 p. ISBN 978-84-95447-27-2

FERNÁNDEZ, M.R. 1000 problemas de física general mecánica, electricidad, electromagnetismo, ondas, electrónica, relatividad, radiactividad, termodinámica: Bachillerato, LOGSE, Pruebas de acceso a la Universidad, Escuelas Técnicas, Facultades Universitarias. Everest, 2007. ISBN 97-88424176-03-7

SÁNCHEZ PÉREZ, JUAN FCO.; CONESA VALVERDE, MANUEL; CASTRO RODRÍGUEZ, ENRIQUE. Prácticas de física para ingenieros: Física I: errores, cinemática, dinámica, estática, fluidos, Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2017. ISBN 97-88416325-36-8