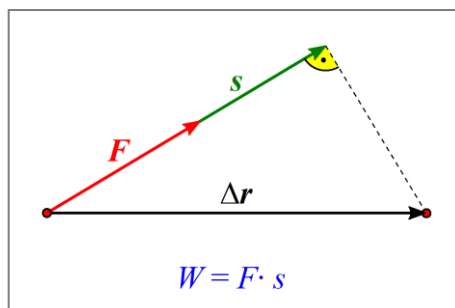


◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

A munka

Ha egy könyvet felemelünk az asztról, egy kerékpárt mozgásba hozunk, vagy egy rugót megfeszítünk, akkor munkát végzünk. Munkát végez a daru a teher felemelésekor, a mozdony a vonat gyorsításakor, vagy a ló a szánkó húzása közben. A munka a kölcsönhatási folyamat egyik jellemzője, munkavégzés csak kölcsönhatás során történhet.

Fizikai értelemben akkor történik munkavégzés, ha egy test valamilyen kölcsönhatás következtében az erő irányába elmozdul. *Állandó erő esetén munkának nevezük az erő nagyságának és az erő irányában történő elmozdulás nagyságának a szorzatával meghatározott mennyiséget.* A munka jele W (az angol *work* = munka szó alapján).

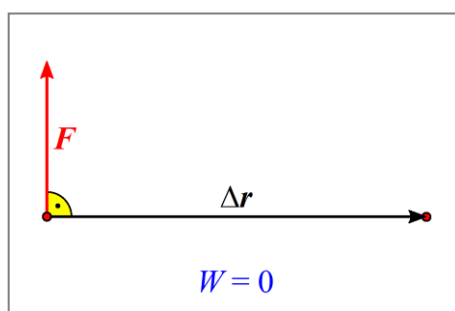


$$W = F \cdot s$$

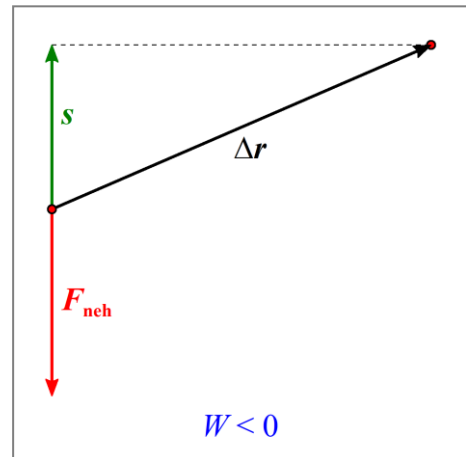
A meghatározásból következik, hogy *a munka skalármennyiség*, azaz nincs iránya. A munka mértékegysége az erő és az elmozdulás mértékegységének szorzata:

$$[W] = [F] \cdot [s] = \text{N} \cdot \text{m} = \text{joule} = \text{J}$$

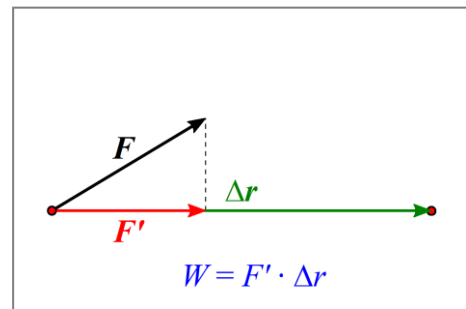
A munka most megismert meghatározásában lényeges, hogy a munkavégzés szempontjából csak az erő irányában létrejött elmozdulást szabad figyelembe venni. Ha például egy valaki vízszintes úton egy táskát visz a kezében, a végzett munka nulla. A táskára kifejtett erő ugyanis függőleges, így az erő irányában létrejött elmozdulás nulla.



Előfordulhat, hogy az erő és az erő irányába eső elmozdulás ellentétes irányú. Ilyenkor az elmozdulásnak az erő irányába eső összetevője negatív, ezért a munka is negatív lesz. Ha például egy csomagot felviszünk egy lépcsőn, akkor a nehézségi erő és az elmozdulás függőleges összetevője ellentétes irányú egymással, így a nehézségi erő munkája negatív.



Bebizonyítható, hogy a munka az elmozdulás és az elmozdulás irányába eső erő szorzataként is kiszámítható. A két eljárás közül mindig azt célszerű használnunk, amelyhez az adatok rendelkezésre állnak. Természetesen mindkét módszer alapján ugyanakkora munkavégzés adódik.

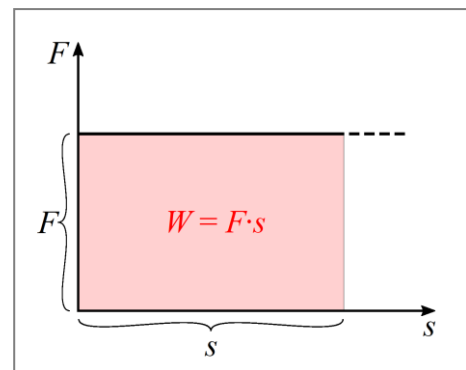


Ahhoz, hogy a munkát változó erő esetén is meghatározhassuk, célszerű egy általános módszerrel megismerkedni.

Láttuk, hogy ha egy testre állandó, F nagyságú erő hat, és az erő irányába eső elmozdulás s nagyságú, akkor a munka:

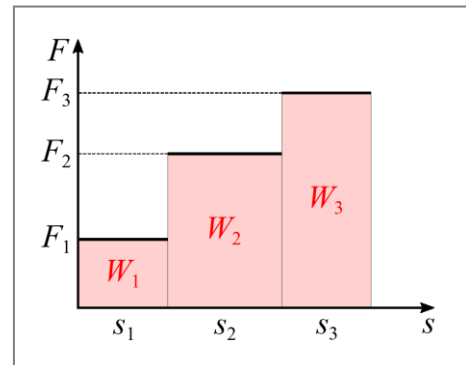
$$W = F \cdot s$$

Ennek a munkának az erő–elmozdulás grafikonon a „függvénygörbe” és az elmozdulástengely közti téglalap területe felel meg.



Ha a testre egymást követően F_1 , F_2 és F_3 nagyságú erő hat, és a testnek az erő irányába eső elmozdulása s_1 , s_2 és s_3 nagyságú, akkor a munka az egyes szakaszokon végzett munkák összegével egyezik meg:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = F_1 \cdot s_1 + F_2 \cdot s_2 + F_3 \cdot s_3$$



Az erő–elmozdulás grafikonon most is a függvénygörbe és az elmozdulástengely közti (három téglalapról álló) síkidom területe felel meg a végzett munkának.

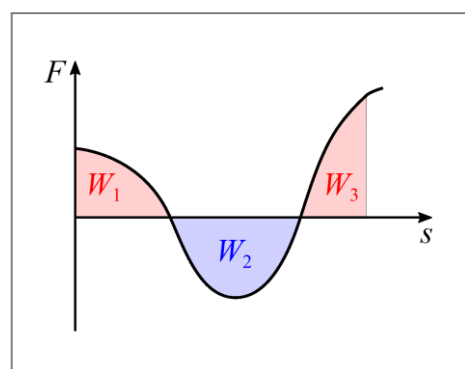
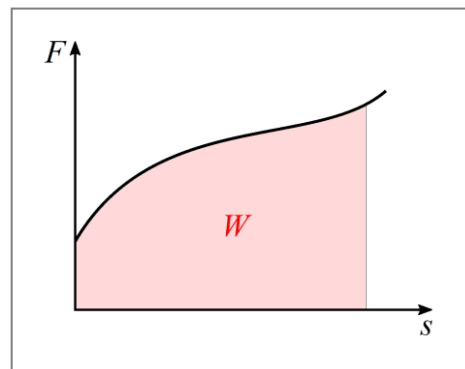
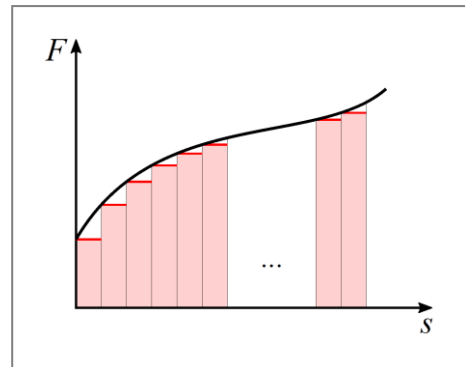
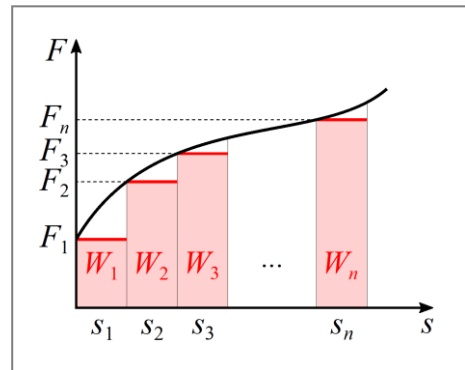
Ha a testre változó nagyságú erő hat, akkor osszuk fel a test által megtett utat rövid szakaszokra! Ha ezen a szakaszok kezdetén a testre ható erő nagyságát F_1, F_2 és $F_3 \dots F_n$ jelöli, és a testnek az erő irányába eső elmozdulásai s_1, s_2 és $s_3 \dots s_n$ nagyságúak, akkor a végzett munka megközelítőleg a következő:

$$W = F_1 \cdot s_1 + F_2 \cdot s_2 + F_3 \cdot s_3 + \dots + F_n \cdot s_n$$

Ennek a munkának most az n darab téglalapról álló síkidom területe felel meg. Ez annál jobban megközelíti a függvénygörbe és az elmozdulástengely közötti síkidom területét, minél kisebb szakaszokra osztjuk a mozgást.

Határesetben, ha az elképzelhető legrövidebb szakaszokra bontjuk a mozgást, a munkának a függvénygörbe és az elmozdulástengely közötti síkidom területe felel meg.

Ha a testre ható erő a pálya egyes szakaszain ellentétes irányú az erő irányába eső elmozdulással, akkor ezeken a szakaszokon a függvénygörbe az elmozdulástengely alatt halad. Ilyenkor a testen végzett munka negatív, így a munkának ezen területek ellentettje (mínusz egyszerese) felel meg. A testen végzett összes munkának az erő-elmozdulás grafikonon függvénygörbéje és az elmozdulástengely közötti síkidomok területének olyan összege felel meg, amelyben az elmozdulástengely feletti síkidomok területe pozitív, a tengely alatti síkidomok területe pedig negatív előjellel szerepel.



Összefoglalva az előzőekben kapott eredményeinket: *A testen végzett munkának az erő-elmozdulás grafikonon függvénygörbéje és az elmozdulástengely közötti síkidomok előjeles területének összege felel meg.* Mindez lehetővé teszi, hogy bizonyos esetekben egyszerű

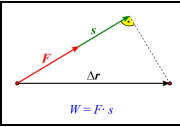
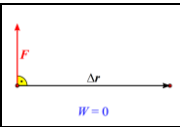
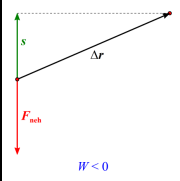
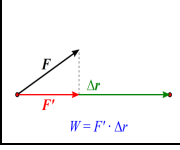
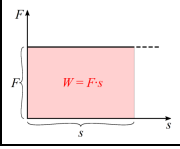
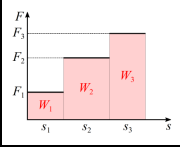
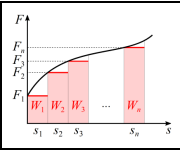
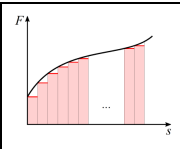
geometriai megfontolások alapján, az erő-elmozdulás grafikon ismeretében számítsuk ki a végzett munkát.

Kiegészítés

1. A munka fogalmát Jean Victor *Poncelet* (1788–1867) francia matematikus, fizikus és Gustave *Coriolis* (1792–1843) francia fizikus vezette be. A munkát az erő és az út szorzataként értelmezték. (Emiatt a munkára vonatkozó képletekben többnyire még ma is s jelöli az elmozdulás hosszát.)
2. A munka mértékegységét James Prescott *Joule* (1818–1889) angol fizikusról nevezték el. Joule jelentős eredményeket ért el a munkára, illetve az energia megmaradására vonatkozó vizsgálatokban.



Képek jegyzéke

	<p>A munka fogalma</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0134.svg</p>
	<p>Az elmozdulásra merőleges erő munkája</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0135.svg</p>
	<p>Negatív munka</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0136.svg</p>
	<p>A munka alternatív definíciója</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0137.svg</p>
	<p>Állandó erő munkája</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0138.svg</p>
	<p>Szakaszonként állandó erő munkája</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0139.svg</p>
	<p>Változó erő munkájának közelítése (1.)</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0140.svg</p>
	<p>Változó erő munkájának közelítése (2.)</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0141.svg</p>

	<p>Változó erő munkája (1.)</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0142.svg</p>
	<p>Változó erő munkája (2.)</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0143.svg</p>
	<p>Joule arcképe</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:James_Prescott_Joule_(1818-1889),_seated,_facing_right._Phot_Wellcome_V0029563.jpg</p>

Jelmagyarázat:

© **Jogvédtett anyag**, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.