

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

A tömeg és az energia kapcsolata

A speciális relativitáselmélet egyik legismertebb, elméleti úton levezetett összefüggése, hogy az m mozgási tömegű test összes energiája:

$$E = m \cdot c^2. \tag{1}$$

A képletben szereplő c itt is a vákuumbeli fénysebességet jelöli. Az összefüggés mindkét oldalát elosztva a tömeggel:

$$\frac{E}{m} = c^2.$$

Mivel a fénysebesség négyzete állandó, ezért a test energiája egyenesen arányos a mozgási tömegével. A fenti összefüggés szerint az energia és a tömeg csak egymástól függenek, így a két mennyiség csak egyszerre változhat meg. Ha a test tömege megváltozik, akkor ez az energia megváltozásával jár együtt, és fordítva, az energia változása a tömeg megváltozását eredményezi.

Az energia és a tömeg közti arányossági tényező a fénysebesség négyzetével egyenlő. Emiatt csak jelentős energiaátadás okoz észlelhető tömegváltozást, illetve a tömeg kismértékű megváltoztatása hatalmas energiaváltozással jár együtt. Ha például a tömegváltozás 1 gramm, akkor az energiaváltozás:

$$E = m \cdot c^2 = 10^{-3} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 9 \cdot 10^{13} \text{ J}.$$

(Ez az energiaváltozás több, mint a paksi atomerőmű egy blokkjának kétnapi termelése.) Vizsgáljunk a következőkben egy nyugalomban levő testet! A nyugvó test energiáját a test nyugalmi energiájának nevezzük, jele: E_0 . Mivel a sebesség nulla, a test mozgási és nyugalmi tömege ugyanakkora, azaz $m = m_0$. Az (1) összefüggés szerint a nyugalmi energia:

$$E_0 = m_0 \cdot c^2. \tag{2}$$

Mivel ebből

$$\frac{E_0}{m_0} = c^2 = \text{állandó},$$

ezért a test nyugalmi energiája egyenesen arányos a nyugalmi tömegével.

A fenti összefüggés azért jelentős, mert eszerint a nyugvó testnek is van energiája. Mivel a nyugalmi energia és a nyugalmi tömeg közti arányossági tényező itt is a fénysebesség négyzetével egyenlő, a kis nyugalmi tömegű testek is jelentős energiával rendelkeznek. A (2) képlet szerint a nyugalmi energia és a nyugalmi tömeg csak egymástól függenek, így a két mennyiség csak egyszerre változhat meg.





Kiegészítések

1. A tömeg és energia kapcsolatát megadó $E = m \cdot c^2$ összefüggéshez egy-egy speciális probléma vizsgálata kapcsán több kutató is eljutott. Például Jules Henri Poincaré 1900–1903 között, Friedrich Hasenöhl (1874–1915) pedig 1904-ben. Albert Einstein szintén egyetlen probléma vizsgálatával kapcsolatban, de a relativitáselméletből kiindulva jutott el a törvény általános megfogalmazásához 1905-ben. A relativitáselmélet alapján, általános érvennyel végül Max Planck (1858–1947) német fizikus vezette le a tömeg és energia kapcsolatát megadó összefüggést 1907-ben.



2. A tömeg és energia közt fennálló $E = m \cdot c^2$ összefüggést gyakran leegyszerűsítve úgy értelmezik, hogy a tömeg energiává, illetve az energia tömeggé alakul. Ez a szemléletmód alapvetően azért helytelen, mert a tömeg és az energia is a test egy-egy tulajdonságát jellemző mennyiség. E két mennyiség a fizikai folyamatok során nem egymásba alakul, hanem együtt változik.

Képek jegyzéke

	Poincaré arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Poincarre_LCCN2014683830.jpg
	Hasenöhr arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hasenoehrl.jpg
	Einstein arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Einstein_Portr_05936.jpg
	Planck arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bundesarchiv_Bild_183-R0116-504,_Max_Planck.jpg

Jelmagyarázat:

- © **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W** A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.