

◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	---

Az elemi részecskék

Kémiai és fizikai tanulmányaink során eddig négy *elemi részecskét* ismertünk meg, ezek a következők: *proton*, *neutron*, *elektron* és a *foton*. A következőkben röviden áttekintjük ezek legfontosabb tulajdonságait.

A *proton* nyugalmi tömege $1,672\,621\,777 \cdot 10^{-27}$ kg. *Pozitív* elektromos töltésű, töltése megegyezik az elemi töltéssel, azaz $1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ C. Szabadon fordul elő a kozmikus sugárzásban és az ionizált hidrogéngázban (pl. hidrogénnel töltött kisülési csövekben). Jelölése: *p*.

A *neutron* nyugalmi tömege $1,674\,927\,471 \cdot 10^{-27}$ kg. *Elektromosan semleges*. Szabadon fordul elő például az atomreaktorban. Szabad állapotban huzamosabb ideig nem marad meg. Átlagos élettartama kb. 15 perc, és a szabadon levő neutronok fele kb. 11 perc alatt elbomlik. A neutron jelölése: *n*.

Az *elektron* nyugalmi tömege $9,109\,383\,7015 \cdot 10^{-31}$ kg. *Negatív* elektromos töltésű, töltése az elemi töltés mínusz egyszerese, azaz $-1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ C. Szabadon fordul elő a kozmikus sugárzásban, az elektroncsőben, a katódsugárcsőben, a Braun-csőben (televíziók és monitorok képcsöveiben), a fotocellában. Jelölése: e^- .

A *foton* nyugalmi tömege nulla, nyugalmi állapotban nem létezik. Vákuumban fénysebességgel halad. Mozgási tömege a fény frekvenciájától függ *A fény kettős természete*. *A foton* című fejezetben megismert $m = \frac{h \cdot f}{c^2}$ összefüggésnek megfelelően. A foton *elektromosan semleges*. Jelölése: γ (gamma).

Az előzőeken kívül még számos elemi részecske létezik, ezek közül további három részecskét említünk meg.

A *pozitron* nyugalmi tömege $9,109\,383\,7015 \cdot 10^{-31}$ kg. *Pozitív* elektromos töltésű, töltése megegyezik az elemi töltéssel, azaz $1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ C. Mivel a pozitronnak és az elektronnak csak az elektromos töltése ellentétes egymással, de minden további jellemzőjük megegyezik, ezért a pozitront az elektron antirészecskéjének nevezzük. A

pozitron szabadon fordul elő a kozmikus sugárzásban és néhány atomfizikai kísérletben, ez utóbbiban azonban csak nagyon rövid ideig. Jelölése: e^+ .

A *neutrínó* és az *antineutrínó* szintén egymás antirészecskéi. Nyugalmi tömegük rendkívül kicsi, de nullánál nagyobb. *Elektromosan semlegesek*. Szabadon fordulnak elő a Napból érkező sugárzásban. Mivel nincs elektromos töltésük, gyakorlatilag akadálytalanul haladnak át mindenben. Mindez rendkívül megnehezíti közvetlen kimutatásukat és vizsgálatukat. Jelölésük: ν és $\bar{\nu}$. (A ν görög betű, neve nú. Az antineutrínó jelét „nú vonás”-nak olvassuk.)

A következő táblázatban összefoglaltuk az előzőleg tárgyalt elemi részecskék legfontosabb jellemzőit.

A RÉSZECSCKE		m_0 ($1,672\,621\,777 \cdot 10^{-27}$ kg)	Q ($1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ C)
NEVE	JELE		
proton	p	1	1
neutron	n	≈ 1	0
elektron	e^-	$\approx 0,0005$	-1
pozitron	e^+	$\approx 0,0005$	1
foton	γ	0	0
neutrínó	ν	≈ 0	0
antineutrínó	$\bar{\nu}$	≈ 0	0

Látható, hogy a proton és a neutron tömege megközelítőleg ugyanakkora, bár a neutroné kissé nagyobb. Az elektron tömege ennél kb. 2000-szer kisebb. A foton nyugalmi tömege nulla. A proton, az elektron és a pozitron töltésének nagysága pontosan ugyanakkora, csupán előjele különbözik. A többi részecske elektromosan semleges.

Az elemi részecskék átalakulhatnak egymásba. A mérések szerint az átalakulások során a keletkezett részecskék együttes energiája, tömege, lendülete, töltése ugyanakkora, mint a kiindulási részecskéké. A következőkben három ilyen átalakulást vizsgálunk.

A neutron bomlása: Láttuk, hogy a neutron szabad állapotban nem stabil, idővel elbomlik. A bomlás során egy proton, egy elektron és egy antineutrínó keletkezik:

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}.$$

A folyamat során a keletkező részecskék összes nyugalmi tömege kisebb, mint a neutron nyugalmi tömege. A tömeghiány azonban csak látszólagos, mert az elektron és az antineutrínó nagy sebességgel távozik, így tömegük nagyobb, mint a nyugalmi tömeg.

A szétsugárzás: Ha egy részecske a saját antirészecskéjével találkozik, akkor fotonokká alakulva szétsugárzódnak. Például egy elektron és egy pozitron találkozásakor két foton keletkezik:

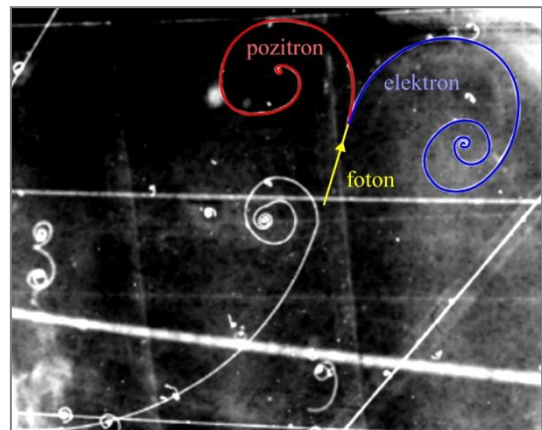
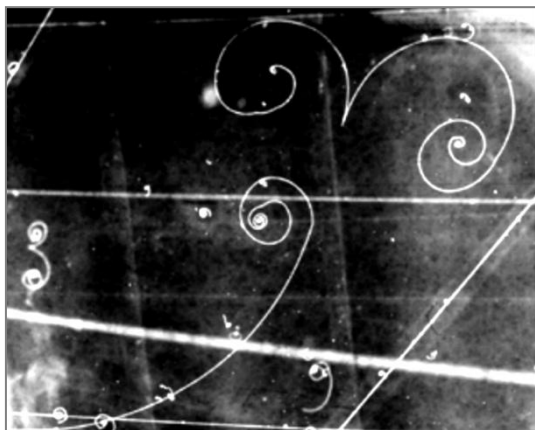
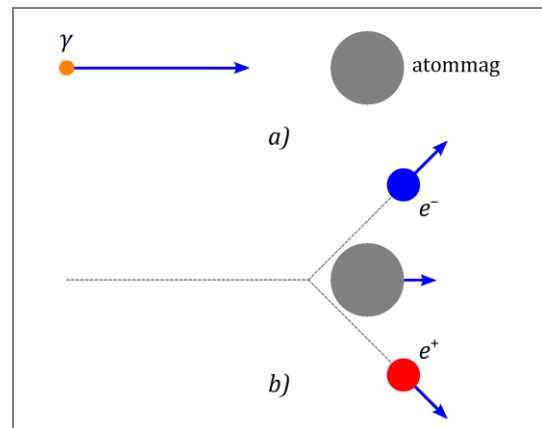
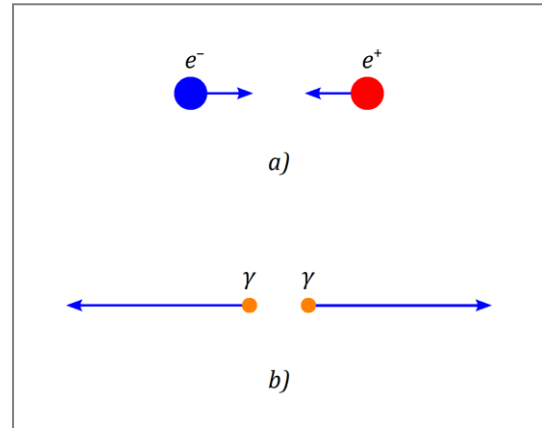
$$e^- + e^+ \rightarrow \gamma + \gamma.$$

Szétsugárzáskor a fotonok összenergiája:

$$E = m \cdot c^2 = (m_{\text{elektron}} + m_{\text{pozitron}}) \cdot c^2.$$

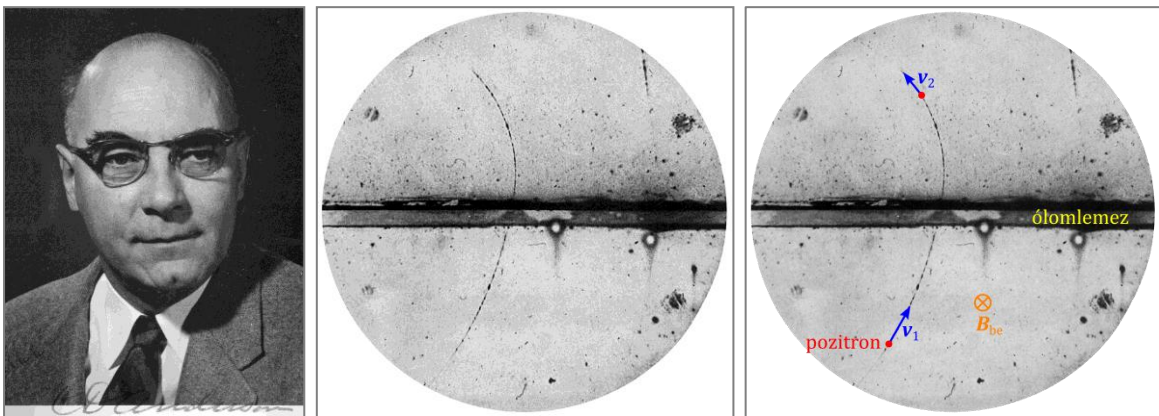
A párképződés: Megfelelő körülmények között megtörténhet, hogy egy kellően nagy energiájú fotonból egy részecske és annak antirészecskéje keletkezik. Például egy atommag közelébe jutó nagy energiájú fotonból egy elektron–pozitron részecskepár keletkezhet. Mágneses térben a két részecskére ellentétes irányú erő hat, ezért pályájuk ellentétes irányba görbül. Mivel sebességük folyamatosan csökken, a pályájuk *A Lorentz-*

erő című fejezetben látottaknak megfelelően csigavonal alakú.



Kiegészítés

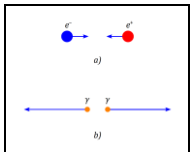
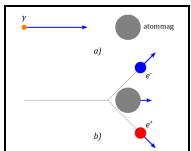
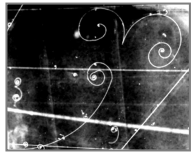
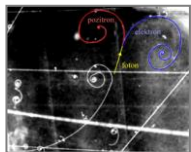
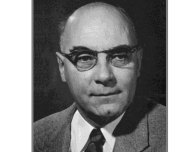
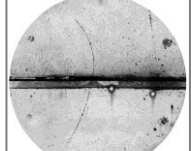
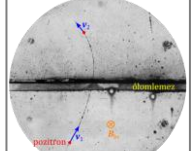
1. Az *elemi részecske* kifejezés onnan ered, hogy korábban úgy gondolták, hogy ezek már nem bonthatók további részekre. Napjainkra már kiderült, hogy egyes eleminek hitt részecskék további összetevőkből állnak, ezzel azonban középiskolai szinten nem foglalkozunk.
2. A *proton* szó görög eredetű. (A proto- jelentése első-, ősz-; az -on képző a részecskék nevének képzője.) Az elnevezés eredetileg William *Prout* (1785–1850) angol orvostól származik, aki 1815-ben azt feltételezte, hogy minden elem hidrogénből (az első elem) tevődik össze. Ezt az elméletet felelevenítve a hidrogénatom magját 1920-ban Ernest *Rutherford* (1871–1937) brit fizikus javaslatára protonnak nevezték el.
3. A *neutron* latin + görög eredetű szó (neutrális = semleges). A neutront 1932-ben fedezte fel James *Chadwick* (1891–1974) angol fizikus, aki a felfedezésért 1935-ben fizikai Nobel-díjat kapott.
4. Az *elektront* 1897-ben Joseph John *Thomson* (1856–1940) angol fizikus fedezte fel. (Fizikai Nobel-díj: 1906.)
5. A *pozitron* szó a pozitív és az elektron szó összevonásából származik. Ezt a részecskét Carl David *Anderson* (1905–1991) amerikai fizikus 1932-ben fedezte fel a kozmikus sugárzásban. A felfedezésért Anderson 1935-ben fizikai Nobel-díjat kapott.



A képen a felfedezéshez vezető ködkamra-felvétel látható. A pozitron alulról érkezett egy ólomlemezhez, amely lelassította. A pályája a lemezen való áthaladás után a kép síkjára merőleges mágneses mezőben görbültebb, mint előtte. A görbület irányából kiderült, hogy a részecske pozitív töltésű, de nem lehet proton vagy más ion, mert azok már ennél rövidebb út megtétele után semleges atommá alakultak volna.

6. A *neutrínó* szó a neutron kicsinyítő képzős származéka. A Wolfgang *Pauli* (1900–1958) osztrák fizikus által feltételezett semleges részecskének Enrico *Fermi* (1901–1954) olasz származású, amerikai fizikus adta ezt a nevet.
7. A Napból származó neutrínósugárzásban a Föld minden négyzetcentiméternyi felületét másodpercenként 66 milliárd neutrínó éri el. A neutrínók áthatolóképességét jellemzi, hogy szinte valamennyi akadálytalanul keresztülszáguld a földgolyón, közülük csupán néhány lép kölcsönhatásba a Föld anyagával. Például az olaszországi Gran Sasso hegységben 1200 m mélyen létrehozott laboratórium 30 tonna(!) galliummal feltöltött érzékelőjében naponta átlagosan 1 neutrínó találja el valamelyik gallium-atom atommagját.
8. Az *anti-* görög eredetű, jelentése valamivel szembenálló, ellentétes. Az antirészecskékből álló anyagot antianyagnak is nevezik. A fotonnak nincs antirészecskéje. Az univerzum általunk ismert részében a közönséges anyag van többségben, antianyag elvétve fordul elő. A különféle folyamatokban keletkező antirészecskék a közönséges anyaggal kapcsolatba kerülve szétsugárzással fotonokká alakulnak.

Képek jegyzéke

	Elektron–pozitron szétsugárzás vázlata © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0693.svg
	Elektron–pozitron párképződés vázlata © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0694.svg
	Elektron–pozitron párképződés nyomképe mágneses mezőben W http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0356.jpg
	Elektron–pozitron párképződés nyomképe magyarázattal W http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0776.jpg
	Anderson arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl_David_Anderson.jpg
	Pozitron ködkamrafelvétele (Anderson, 1932) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PositronDiscovery.png
	Pozitron ködkamrafelvétele magyarázattal © http://www.fizikakonyv.hu/fotok/0039.png

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.

	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	
---	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	---