

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

Az atomok felépítése

Az *atomok* a kémiai elemek legkisebb olyan részei, amelyek még rendelkeznek az adott elem kémiai tulajdonságaival. Méretük kicsi, az atomok átmérője 10^{-10} m körüli érték. Az atomokat háromfajta elemi részecske alkotja: a proton, a neutron és az elektron. *Minden atom atommagból és a körülötte elhelyezkedő elektronburokból áll.* Az előző témakörben az elektronburok szerkezetével már foglalkoztunk.

Az atommag mérete rendkívül kicsi az atom méretéhez képest, a mag átmérője 10^{-15} m körüli érték. (Ez csupán százvezred része az atom átmérőjének.). Az atommag protonokat és neutronokat tartalmaz. (Csupán a hidrogén atommagja kivétel, ezt egyetlen proton alkotja.) A tapasztalat szerint a protonok és a neutronok száma megközelítőleg egyenlő, bár a nagyobb tömegű atomokban a neutronok száma több, mint a protonoké. A proton és neutron közös neve *nukleon*.

Az atommagban levő protonok számát rendszámnak nevezzük. A rendszám jele: Z . *Minden atom annyi elektront tartalmaz, ahány proton van a magban,* így az atom összességében elektromosan semleges. Az előző fejezetekben láttuk, hogy az atomok kémiai tulajdonságait az elektronjai szabják meg, ez viszont a rendszámtól függ. Végző soron tehát a különféle atomok kémiailag egyértelműen jellemezhetők a rendszámmal.

Az atommagban levő neutronok számát *neutronszámnak* nevezzük, és N -nel jelöljük.

A protonok és neutronok együttes számát tömegszámnak nevezzük. A tömegszám jele: A . Az elnevezés onnan adódik, hogy a tömegszám gyakorlatilag meghatározza az atom nyugalmi tömegét. A protonok és neutronok tömege ugyanis nagyjából egyenlő az *atomi tömegállandóval* ($m_u \approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg), az elektronok tömege pedig elhanyagolható, így

$$m \approx Z \cdot m_p + N \cdot m_n \approx Z \cdot m_u + N \cdot m_u = (Z + N) \cdot m_u = A \cdot m_u .$$

Eszerint az atom tömege megközelítőleg az

$$m \approx A \cdot m_u . \tag{1}$$

képlet alapján számítható ki.

Az atomokat (és az atommagokat) az adott elem vegyjelével jelöljük, de indexként feltüntetjük a rendszámot, valamint a tömegszámot is. A következő táblázat az első 18 elem atomjainak jelölését tartalmazza:

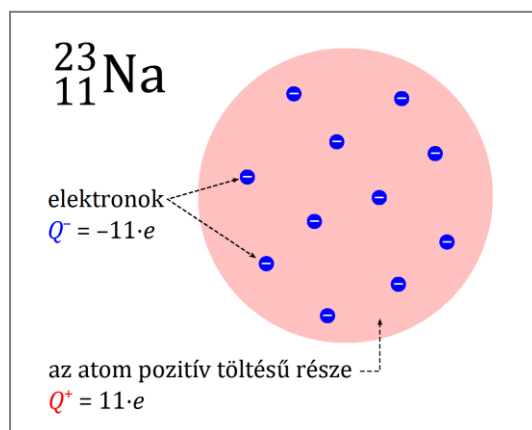
${}^1_1\text{H}$							${}^4_2\text{He}$
${}^7_3\text{Li}$	${}^9_4\text{Be}$	${}^{11}_5\text{B}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{14}_7\text{N}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{19}_9\text{F}$	${}^{20}_{10}\text{Ne}$
${}^{23}_{11}\text{Na}$	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	${}^{27}_{13}\text{Al}$	${}^{28}_{14}\text{Si}$	${}^{31}_{15}\text{P}$	${}^{32}_{16}\text{S}$	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	${}^{40}_{18}\text{Ar}$

Ugyanannak a kémiai elemnek több izotópja is lehet, ezek atommagjai a neutronok számában különböznek egymástól. Például a klórnak két izotópja van, ezekben a 17 proton mellett 18, illetve 20 neutron van, így a tömegszámuk 35, illetve 37. A hidrogénnek három izotópja van, ezek legfontosabb jellemzőit a következő táblázat tartalmazza.

IZOTÓP	JELE	Z	N	A	Gyakoriság (%)
Közönséges hidrogén	${}^1_1\text{H}$	1	0	1	99,986
Deutérium	${}^2_1\text{H}$	1	1	2	0,014
Trícium	${}^3_1\text{H}$	1	2	3	10^{-10}

Az atomok felépítésének kísérleti vizsgálata és az első (tudományos kutatásokon alapuló) atommodellek megalkotása a 19. század végén, a 20. század elején történt. A továbbiakban két, ekkor megalkotott atommodellel és kísérleti háttérükkel foglalkozunk.

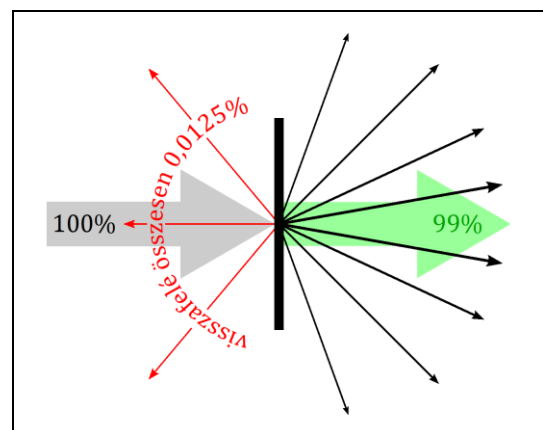
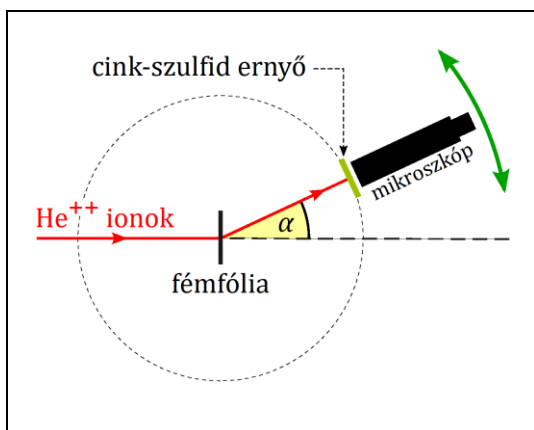
Az atomok belső szerkezetére vonatkozó első felismerés Joseph John *Thomson* nevéhez fűződik, aki a katódsugarak vizsgálata során felfedezte az elektront. Kísérletei során Thomson észrevette és igazolta, hogy bármilyen anyagú katód képes elektronokat kibocsátani. Ebből arra következtetett, hogy az elektron minden atomban megtalálható, így ennek alapján alkotta meg a *Thomson-féle atommodell*t. Úgy képzelte, hogy az atomokat pozitív töltésű anyag tölti ki, amelyben az



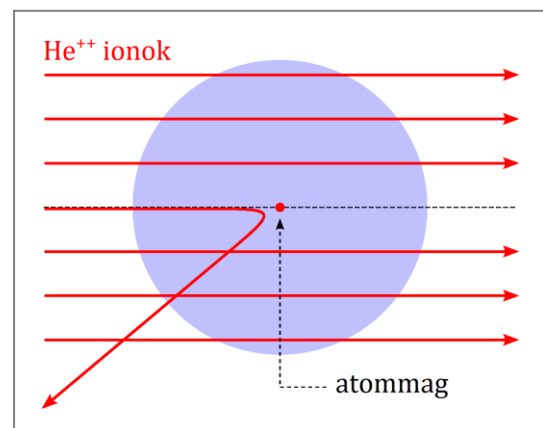
elektronok egyenletesen elszórva helyezkednek el. (Az elektronok ugyanúgy oszlanak el az atomban, mint a mazsolaszemek a pudingban vagy a magok a dinnyében.) A kétféle töltés az atomokon belül ugyanakkora nagyságú, így az atom kifelé semleges. Elektron leadásával, illetve elektronfelvétellel az atom pozitív, illetve negatív ionná alakulhat.

A Thomson-modell helyesen írja le, hogy az atom további részekre bontható, hogy az elektron minden atomban megtalálható. Magyarázható vele az is, hogy az atomok alaphelyzetben semlegesek, de elektron felvételével vagy leadásával ionizálódhatnak. Ez a modell azonban nem volt képes magyarázatot adni számos később felmerült kérdésre, például Rutherford kísérleteinek eredményeire.

Ernest Rutherford kísérletei során He^{++} ionokat vékony arany-, illetve platinalemezekre bocsátott át. A *héliumionok többsége egyenes vonalban, akadálytalanul áthaladt a fémfólián*. Néhány ion haladási iránya azonban jelentősen megváltozott, sőt *voltak olyan héliumionok, amelyek szinte teljesen visszapattantak*. Minden 8000-ből átlagosan egy ion 90° -nál nagyobb szögben tért el.



A kísérlet eredményeit Rutherford azzal magyarázta, hogy *az atomok tömege egy kisméretű magban összpontosul*. Ez a mag pozitív töltésű, és ennek elektromos vonzása tartja fogva körülötte az elektronokat. Az elektronok töltik ki az atom térfogatának jelentős részét, de kis tömegük miatt nem képesek a héliumionok mozgását befolyásolni. Ezek többsége ezért számottevő kölcsönhatás nélkül keresztülszáguld a fémfólia atomjain. Ha azonban egy-egy ion kellően közel kerül valamelyik atommaghoz, a pozitív töltéseik

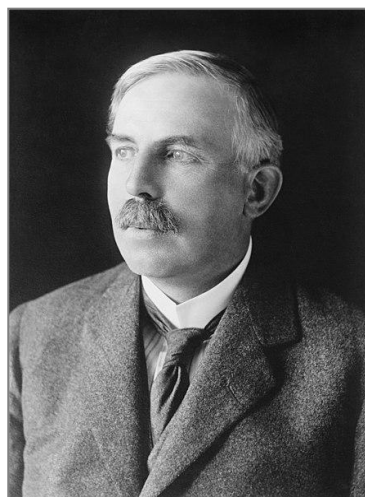
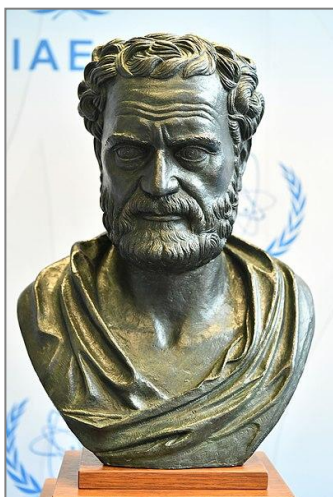


közi taszítóerő jelentőssé válik. Mivel a fémfóliában levő atommagok tömege lényegesen nagyobb, ezért a héliumionok lepattannak róluk.

A *Rutherford-modell* (a Thomson-modell által helyesen leírt jelenségeken túlmenően) választ ad arra is, hogy miért megy át szinte minden He^{++} ion akadálytalanul a fémfólián, és miért pattan vissza róla néhány. Rutherford azonban még azt feltételezte, hogy az elektronokat a Coulomb-féle erő következtében ugyanúgy keringenek az atommag körül, mint a bolygók a Nap körül. Ez a feltételezés később (itt nem részletezhető okok miatt) hibásnak bizonyult. Ezzel a modell nem lehetett a gázok vonalas színeképek kialakulását sem megmagyarázni. Az ebből eredő problémák megoldására dolgozta ki *Bohr* *A fénykibocsátás és fényelnyelés* című fejezetben már tárgyalt *Bohr-féle atommodell*t.

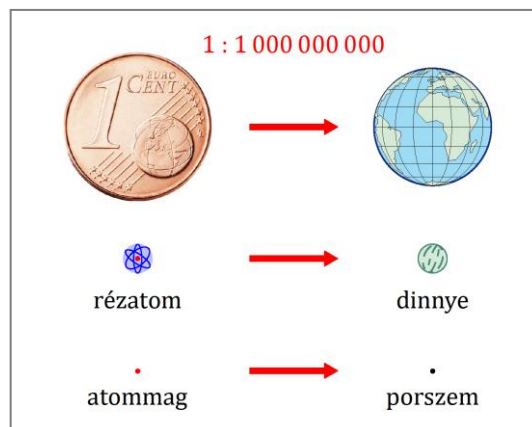
Kiegészítés

1. Az atom a görög *atomosz* szóból származik, amelynek jelentése: oszthatatlan.
2. *Leukipposz* (i.e. V. sz.) görög tudós elméleti úton jutott el az atom fogalmáig. Úgy gondolta, hogy minden atom anyaga ugyanolyan, de méreteik és alakjuk eltérő. *Démokritosz* (i. e. 460–370) az anyagok tulajdonságainak megváltozását már az atomok átrendeződésével magyarázta. Az ókori görögök atomelméletét csak a XVII. században élesztették újjá.
3. *Joseph John Thomson* (1856–1940) angol fizikus 1897-ben, a katódsugárzás vizsgálata során fedezte fel az elektront. Ezért az eredményéért 1906-ban fizikai Nobel-díjat kapott.



4. Ernest *Rutherford* (1871–1937) angol fizikus 1909 és 1911 között végezte el az ebben a fejezetben ismertetett, az atommag felfedezését eredményező szórási kísérleteit.

5. Az atommag rendkívül kis méretéről képet kaphatunk a következők alapján: ha az 1 eurocentes pénzérmét gondolatban milliárdszorosára nagyítanánk, akkor átmérője 16 250 km lenne. (A Föld átmérője kb. 13 000 km.) A nagyítás során az érme egy-egy rézatomjának átmérője 26 cm-re növekedne, a rézatom atommagja azonban még így is csak 0,011 mm átmérőjű volna.



6. Az *izotóp* görög eredetű elemekből összetett szó. Az izo- jelentése azonos-, a -tóp a hellyel való kapcsolatra utal (toposz = hely). Egy adott elem izotópjai ugyanis a periódusos rendszerben azonos helyen találhatók. Az izotóp fogalmát Frederick *Soddy* (1877–1956) angol kémikus vezette be 1912-ben, tőle származik az elnevezés is. Izotópokkal kapcsolatos kutatásaiért Soddy megkapta az 1921-es kémiai Nobel-díjat (átadva 1922-ben).



7. Az *atomi tömegállandó* a $^{12}_6\text{C}$ atom tömegének $1/12$ részével egyenlő. Jele m_u . Értéke a mérések szerint:

$$m_u = 1,660\,539\,066\,60 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$

Mivel a $^{12}_6\text{C}$ atomban 12 nukleon van, az elektronok tömege pedig elhanyagolható, az atomi tömegállandó megközelítőleg megegyezik a proton, illetve a neutron tömegével. Összehasonlításképpen a proton és a neutron tömege:

$$m_p = 1,672\,621\,777 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,674\,927\,471 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

(Érdekes, hogy az atomi tömegállandó kisebb, mint a proton, illetve a neutron tömege. Ennek okáról [Az erős kölcsönhatás. A kötési energia](#) című fejezetben lesz szó.)

8. Az *atomi tömegegység* egy mértékegység, melyet elsősorban az atom- és az atommagfizika területén használnak. Jele u . Az atomi tömegegységet az atomi tömegállandóval definiálják: Egy atomi tömegegység megegyezik az atomi tömegállandóval. Képlettel:

$$1 u = m_u.$$

Az atomi tömegegység nem SI-mértékegység, de az SI engedélyezi a használatát. Értéke SI-egységgel kifejezve:

$$1 u = 1,660\,539\,066\,60 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

9. A kémiai elemek többnyire eltérő atomtömegű izotópok keverékei, így moláris tömegük meghatározásánál ezt is figyelembe kell venni. Például a klórban az atomok 75,53 százaléka $^{35}_{17}\text{Cl}$ izotóp, 24,47 százaléka pedig $^{37}_{17}\text{Cl}$ izotóp. Ezért N klóratomból $0,7553 \cdot N$ darab a 35-ös, és $0,2447 \cdot N$ darab a 37-es tömegszámú. Mivel egy-egy atom tömege (1) összefüggés szerint $35 \cdot m_u$, illetve $37 \cdot m_u$, ezért az N klóratom össztömege:

$$m = 0,7553 \cdot N \cdot 35 \cdot m_u + 0,2447 \cdot N \cdot 37 \cdot m_u.$$

$$m = (0,7553 \cdot 35 + 0,2447 \cdot 37) \cdot N \cdot m_u.$$

$$m = 35,4894 \cdot N \cdot m_u.$$

Ezt felhasználva a klór moláris tömege:

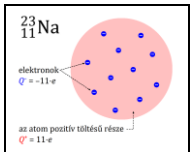
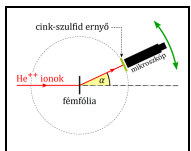
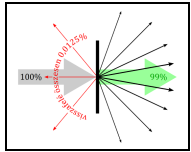
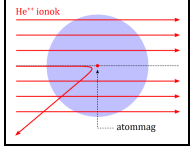
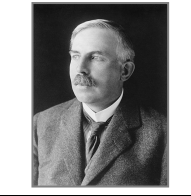
$$M = \frac{m}{n} = \frac{35,4894 \cdot N \cdot m_u}{n} = \frac{35,4894 \cdot n \cdot N_A \cdot m_u}{n} = 35,4894 \cdot N_A \cdot m_u.$$

Az Avogadró-állandó és az atomi tömegállandó értékét behelyettesítve:

$$M = 35,4894 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \approx 0,03548 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} = 35,48 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

Ez az érték gyakorlatilag megegyezik a *Függvénytáblázatban* található értékkel.

Képek jegyzéke

	A Thomson-féle atommodell © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0695.svg
	A Rutherford-kísérlet vázlata © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0696.svg
	A He⁺⁺ ionok szóródása a Rutherford-kísérletben © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0697.svg
	A He⁺⁺ ionok pályája az atomon belül a Rutherford-kísérletben © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0698.svg
	Démokritosz mellszobra (Nemzetközi Atomenergia Ügynökség, Bécs) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Greece_donates_Democritus_Bust_(01613420)_(50691165646).jpg
	J. J. Thomson arcképe (a Nobel-díj elnyerése évében, 1906) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:JJ_Thomson_(Nobel).jpg
	Rutherford arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sir_Ernest_Rutherford_LCCN_2014716719_-_restoration1.jpg
	Az atommag méretének szemléltetése (10⁹-szeres nagyítás) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0699.svg



Soddy arcképe

W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prof._Fred%27k_Soddy_LCC_N2014715429.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.

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