

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

Az elemi töltés

Egy részecske elektromos töltésének és tömegének hányadosát a részecske *fajlagos töltésének* nevezzük. A fajlagos töltést a továbbiakban q -val jelöljük. Képlettel:

$$q = \frac{Q}{m}.$$

A fajlagos töltés SI-mértékegysége:

$$[q] = \frac{[Q]}{[m]} = \frac{\text{C}}{\text{kg}}.$$

A fajlagos töltés jellemző az adott részecskére, így fajlagos töltésük alapján azonosítani lehet a különféle részecskéket. A következő táblázat néhány részecske (ion) fajlagos töltését tartalmazza.

Részecske	H ⁺	He ⁺⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺	Pb ⁺⁺
$q \left(10^6 \frac{\text{C}}{\text{kg}}\right)$	95,8	47,9	4,16	10,6	0,925

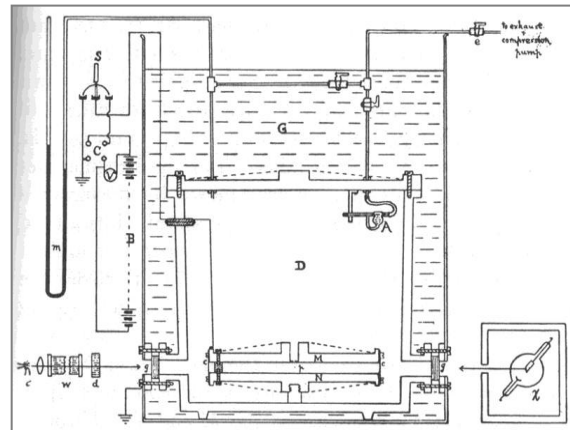
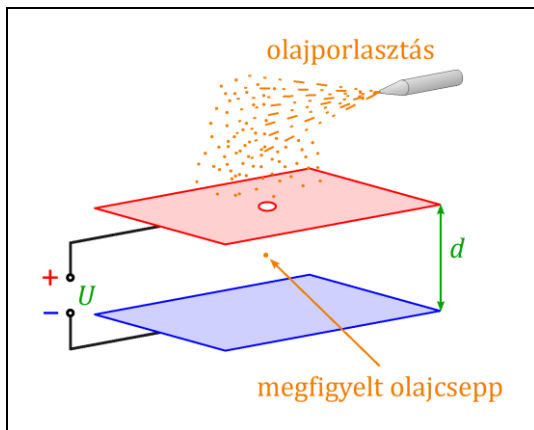
A katódsugarak elektromos, illetve mágneses térben történő eltérítésével Joseph John Thomson megmérte a *katódsugarakat alkotó részecskék* fajlagos töltését. A kapott érték:

$$q = -1,759 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}.$$

Ez a hidrogénion fajlagos töltésénél mintegy 1800-szor nagyobb volt, és független volt attól, hogy milyen anyagból készült a katód, illetve milyen gáz volt eredetileg a katódsugárcsőben.

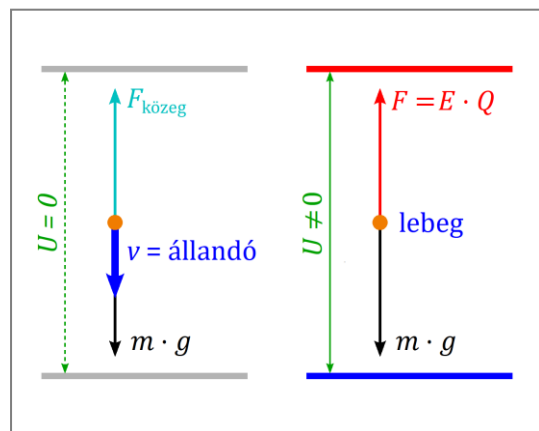
Mindezekből 1897-ben Thomson azt a következtetést vonta le, hogy *a katódsugarakat alkotó részecskék lényegesen kisebb tömegűek, mint az atomok, és minden atomban megtalálhatók*. Ezeket a részecskéket időközben *elektronnak* nevezték el.

Az elektronok töltését közvetlen mérésekkel Robert *Millikan* amerikai fizikus határozta meg 1913-ban. Eszközének vázlatja az alábbi ábrákon látható.



Millikan a méréshez szétporlasztott apró olajcseppeket juttatott a két fémlemez fölötti térrészbe. A felső lemez nyílásán keresztül egyes olajcseppek bejutottak a két lemez közti térbe, ahol egy mikroszkópon át lehetett őket megfigyelni. Az egész berendezést vízfürdőben állandó hőmérsékleten tartották, hogy a lemezek közti térben a hőáramlást kiküszöböljék. (A rajzon a D jelű edény alján látható az M és N jelű két fémlemez.)

Ha a két lemez között nem volt feszültség, akkor a közegellenállás miatt a cseppek állandó sebességgel lefelé mozogtak. A mikroszkópban egyetlen cseppet kiválasztva a csepp süllyedési sebességéből meg lehetett határozni a csepp tömegét. Ezt követően a lemezekre áramforrást kapcsolva, és a feszültség nagyságát változtatva el lehetett érni, hogy a porlasztáskor elektromossá vált csepp lebegjen. Ebben az állapotban az elektromos mező által kifejtett erő tart egyensúlyt a nehézségi erővel, azaz:



$$E \cdot Q = m \cdot g.$$

Ebből átrendezés, d -vel történő bővítés, és az $U = E \cdot d$ helyettesítés után a töltés:

$$Q = \frac{m \cdot g}{E} = \frac{m \cdot g \cdot d}{E \cdot d} = \frac{m \cdot g \cdot d}{U}.$$



A megfigyelt olajcsepp töltése tehát a

$$Q = \frac{m \cdot g \cdot d}{U}.$$

összefüggésből kiszámítható. Millikan méréseiből kiderült, hogy az olajcseppek töltése minden esetben egész számú többszöröse egy kicsiny töltésmennyiségnek. Ezt a töltést elemi töltésnek nevezzük, jele: e . Az elemi töltés pontos értéke:

$$e \equiv 1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

Millikan mérési eredményei azzal magyarázhatók, hogy az elektron töltése az elemi töltés mínusz egyszerese:

$$Q_{\text{elektron}} = -e.$$

A porlasztás során az olajcseppek negatív töltésűvé váltak, így a semleges állapothoz képest egy vagy több elektronnal többet tartalmaztak. Töltésük ezért minden esetben az elemi töltés egész számú többszöröse volt.

Az elektron töltésének és fajlagos töltésének ismeretében az elektron tömege is meghatározható:

$$q = \frac{Q}{m} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{Q}{q}.$$
$$m = \frac{Q}{q} = \frac{-e}{q} \approx \frac{-1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{-1,759 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}.$$

Ez lényegesen kisebb, mint a legkisebb atom, a hidrogénatom tömege. Thomson kísérletei szerint minden anyag atomjai tartalmaznak elektronokat, így a 20. század elejére kiderült: *Az atomok nem oszthatatlanok, hanem az atomoknál is kisebb alkotórészekből állnak.*

Kiegészítések

1. Az SI 2019-es reformja óta a mértékegységeket fizikai állandók alapján definiálják. Ehhez néhány fizikai állandó (köztük az elemi töltés) értékét nagyon pontos mérések alapján rögzítették. Az elemi töltés pontos értéke:

$$e \equiv 1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

A gyakorlatban (például feladatmegoldásokban) ennek csak a kerekített értékét használjuk:

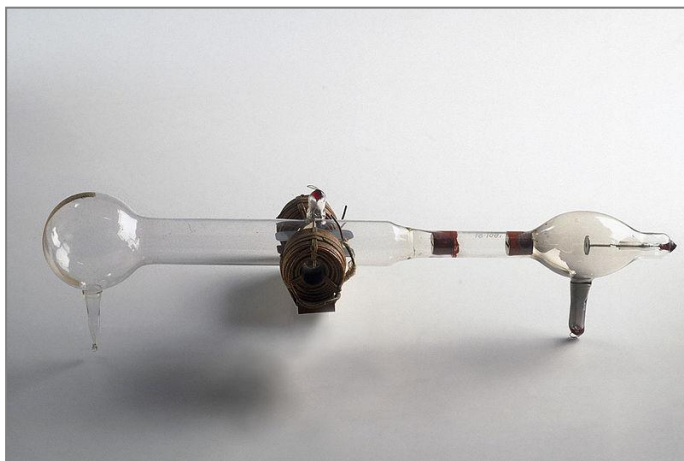
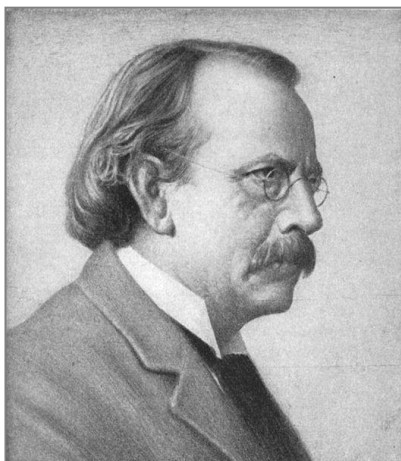
$$e \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

2. Az elektron tömege a mérések szerint:

$$m_{\text{elektron}} \approx 9,109\,383\,7015 \cdot 10^{-31} \text{ kg.}$$

3. Az *elektron* elnevezés Georg Johnstone *Stoney* (1826–1911) angol fizikustól származik 1874-ből.

3. Joseph John *Thomson* (1856–1940) angol fizikus a katódsugarakkal kapcsolatos vizsgálataira elismeréseként 1906-ban fizikai *Nobel-díjat* kapott. A fényképen Thomson eredeti kísérleti eszköze (katódsugárcső tekerccsekkel) látható.

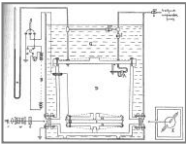
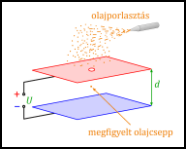
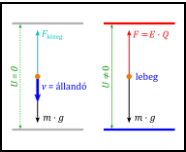


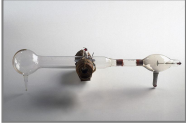



4. Robert Andrews *Millikan* (1868–1953) amerikai fizikus az elemi töltés rendkívül pontos meghatározásáért 1923-ban fizikai *Nobel-díjat* kapott.

5. Az *atom* elnevezés a görög atomosz szóból ered, ennek jelentése: oszthatatlan. Az elektron 1897-ben történt felfedezése után 1911-ben az atommagot, 1920-ban a protont, 1932-ben a neutront is felfedezték. Ezzel nyilvánvalóvá vált, hogy az atomok (nevükkel ellentétben) tovább oszthatók.



Képek jegyzéke

	<p>A Millikan-kísérlet rajza</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scheme_of_Millikan%27s_apparatus.jpg</p>
	<p>A Millikan-kísérlet elvi rajza</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0506.svg</p> <p>Videó a kísérletről:</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Millikan_experiment.ogg</p>
	<p>Rajz a Millikan-kísérlet értelmezéséhez</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0507.svg</p>
	<p>Millikan kísérleti eszköze</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Millikan%20%99s_oil-drop_apparatus_1.jpg</p>
	<p>Joseph John Thomson arcképe</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jj-thomson2.jpg</p>
	<p>Thomson eredeti katódsugárcsőve tekercekkel</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:J_J_Thomsons_cathode_ray_tube_with_magnet_coils,_1897._(9663807404).jpg</p>
	<p>Millikan arcképe</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Millikan.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.