

## Küldetésed: feltárni az agyafűrt elemek esetét

Üdvözöllek! Sherlock Ohms vagyok, az ismert tudományos detektív. Tarts velem egy különleges kémiai eset megoldásában: az agyafűrt elemek felkutatásában. Kövessük együtt a körülöttünk lévő hihetetlen anyagok nyomát, és tárjuk fel az univerzum titkait!

Otthonunkban, a Földön, sőt az egész univerzumban minden – a mikrobáktól a hegyekig, a nagymamáktól a galaxisokig – icipici építőkövekből áll. Több mint száz ilyen kis építőkövet ismerünk, melyeket a tudósok kémiai elemeknek neveznek.

Az elemek egy része a kezdetek kezdetén született. Többségük természetes állapotban is megtalálható a Földön, sőt sokuk most is jelen van otthonodban. Minden általunk is észlelhető anyag ezekből épül fel, és a többségük – bámulatos módon – a csillagok belsejében keletkezett. De szerencsére nincs szükségünk űrhajóra ahhoz, hogy kifürkésszük őket. Csak tudnunk kell, mit és hol érdemes keresnünk.

Erről szól ez a könyv. Barátaim, Pati és Sapi társaságában kiderítjük, milyenek az elemek, hogyan viselkednek, és hogy TE miként tudod megfigyelni őket saját otthonodban. Tarts velünk a vadászaton... eredjünk az elemek nyomába!



### Jelek

🔍 Keresd!

🧪 Kísérletezz!

👁 Megjelenés

⚠ Veszélyesség

☆ Szupererő



### Kezdjük az alapoknál: az atomok

A Földön jelen lévő összes anyag – a levegő, a víz, a sajt, te magad – aprócska építőkövekből, vagyis atomokból áll. Az atomok pedig még apróbb részecskékből protonokból, neutronokból és elektronokból épülnek fel. A ma ismert 118 elem mindegyike egyedi atomokból áll, melyek magjában meghatározott – 1 és 118 közötti – számú proton található. Az elemek minden hétköznapi anyag építőkövei, és kémiai reakcióval nem bonthatók még egyszerűbb alkotórészekre. Erős sugárzás hatására azonban az atommag képes széthasadni.

#### ATOMMAG

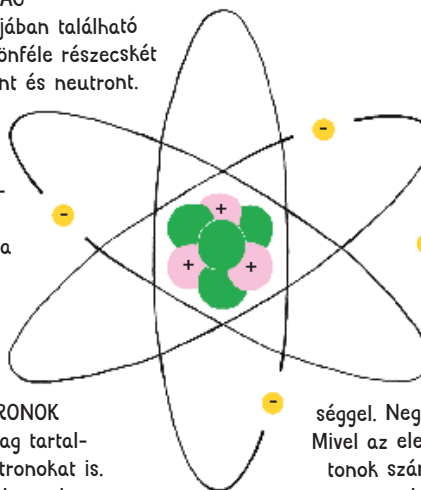
Az atom középpontjában található az atommag. Két különféle részecskét tartalmazhat: protont és neutron.

#### ⊕ PROTONOK

A protonok pozitív (+) töltéssel rendelkeznek. A magban lévő protonok száma (vagyis a „rendszám”) azonosítja az elemeket.

#### ● NEUTRONOK

Az atommag tartalmazhat neutronokat is. Ezek semlegesek.



#### ⊖ ELEKTRONOK

Az elektronok az atommag körül keringenek több millió kilométer per óra sebességgel. Negatív (–) töltésűek. Mivel az elektronok és a protonok száma megegyezik, az atom semleges, nincs töltése.

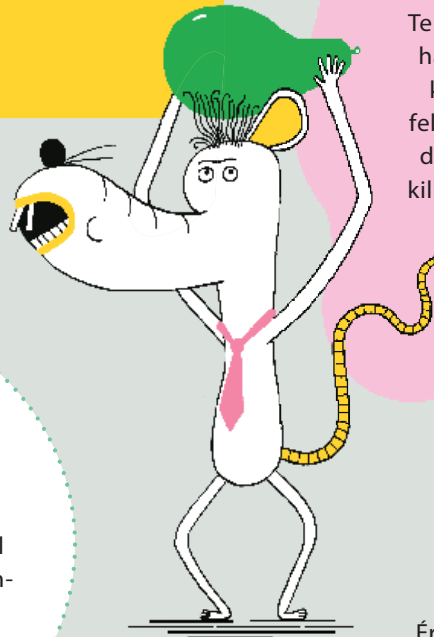
## A lufi, amitől a hajad is égnek áll

Könnyen megfigyelheted az elektronok hatását, ha egy felfújott lufit a hajadhoz dörzsölsz. A dörzsölés leszakítja a hajszálaidról az elektronokat, amik így a lufi felületére tapadnak. A hirtelen kapott elektrontöbblet negatív töltésűvé teszi a lufit, vagyis „statikus elektromossággal” tölti fel. Ez a negatív töltés magához vonzza a hajadat, illetve még a kisebb papírfecniket is. Ha elég nagy a lufi töltése, akár a falra is „felragaszthatod”!



## A villámló lufi esete

A villámlás nem más, mint a statikus elektromosság hatalmas kisülése, melyet a felhők jégkristályainak sűrűsödése okoz. Te is létrehozhatasz hasonló minivillámot, ha száraz időben a sötét szobában egy konyharuhával jól megdörzsölsz egy felfújott lufit, majd egy fémtárgyhoz – például a kilincshez – közelíted. A lufi és a kilincs között egy kis szikra fog kipattanni egy apró hanghatás kíséretében, mely tulajdonképpen egy miniatűr mennydörgés!



## Parányi atomok

Az atomok elképzeltetlene-nül picik! Egy kávéskanálnyi cukorban összesen körülbelül 396 ezer trillió szén-, hidrogén- és oxigénatom található.

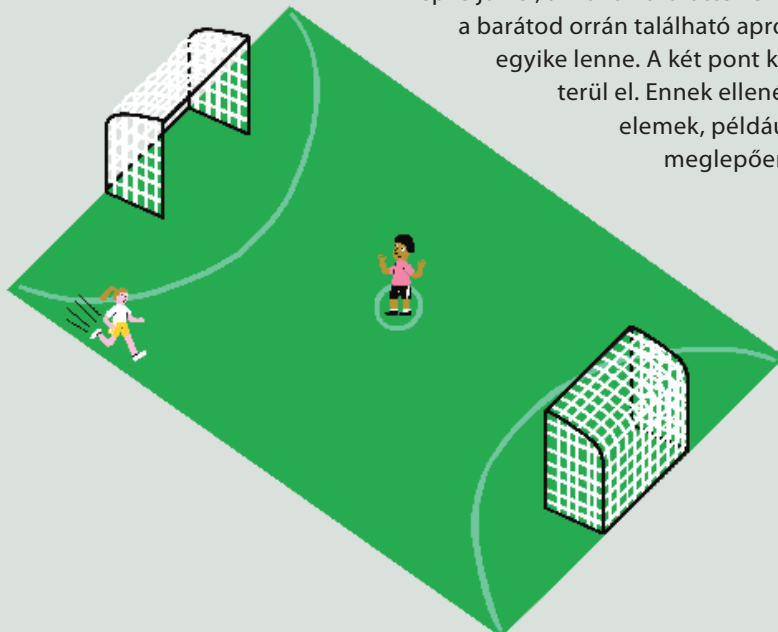
396 000 000 000 000 000 000 000

## Mitől ragad fel a lufi a falra?

Pofonegyszerű! Az azonos töltések (+/+ vagy -/-) taszítják egymást. A lufi negatív töltése tehát taszítja a falban lévő atomok negatív elektronjait, amitől a fal – a protonjai hatására – pozitív töltésűvé válik. Az ellentétes töltések (+/-) mindig vonzzák egymást, így a lufi odaragad a falhoz.

## Az üres atom

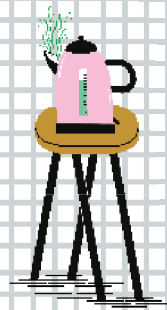
Érdekes módon az atomok területének nagy része üres. Állj ki egy focipálya közepére, és egyik kezedbe fogj egy gombostűt, majd kérd meg a barátodat, hogy fusson egy kört a pálya szélén. Ha a gombostű fejét a hidrogénatom magjában lévő protonként képzeljük el, akkor a körülötte keringő elektron a barátod orrán található apró porszemek egyike lenne. A két pont között üres tér terül el. Ennek ellenére bizonyos elemek, például az arany, meglepően szilárdak.



## Az igazi egyéniségek: az álcázás mesterei

Bár az elemek egy része (például az arany, Au) a legegyszerűbb formájában van jelen a Földön, sokan álcázzák magukat. Ez utóbbiak – bizonyos előre meghatározott szabályok szerint – más elemekkel összekapcsolódva például molekulákat alakítanak ki.

Az így létrejövő összetett anyagok tulajdonságai sokszor teljesen eltérnek az egyes alkotóelemek tulajdonságaitól. Épp ezért a kémikusoknak gyakran rafinált detektívmunkával kell kinyomozniuk és beazonosítaniuk ezeket az elemeket.



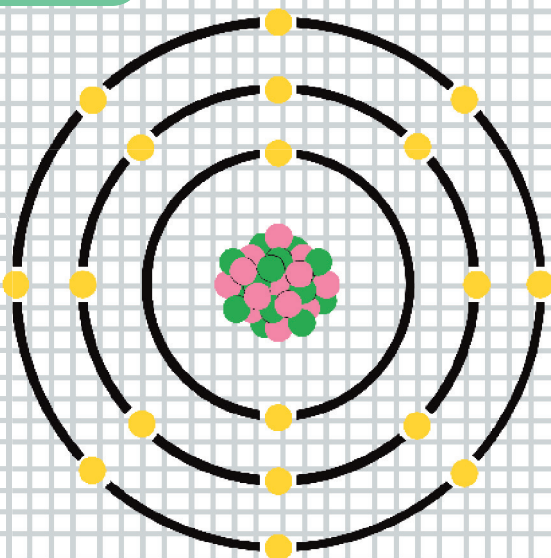
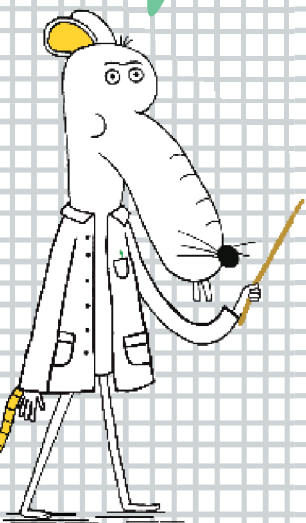
**HÁROM AZ EGYBEN**  
A víz akár mindhárom halmazállapotban megtalálható otthon: jégkocka a fagyasztóban, fürdővíz a kádban, a teáskannából felszálló gőz.

### Szép dolog az osztozkodás

A molekulák úgy jönnek létre, hogy az őket alkotó atomok egyes elektronjaikat megosztják egymással. Egy semleges töltésű atomban az atommag körül keringő elektronok száma megegyezik az atommagban lévő protonok számával. A tudósok ezeket az elektronokat az atommag körül koncentrikus héjakba rendezve ábrázolják. Ezek a héjak a hagyma rétegeire emlékeztetnek. Az atommaghoz legközelebb eső héjon legfeljebb két elektron lehet. A következő két héj azonban akár 8-8 elektront is tartalmazhat. Az elektronok számának növekedésével az atomok mérete, és így a tömege is növekszik.

Azok az atomok, amelyeknek a legkülső elektronhéján 8 elektron található, kevésbé reakcióképesek, mint azok, amelyekre ez nem jellemző. A molekulákban az atomok egyes elektronokon megosztoznak, ezáltal sokkal stabilabbá válnak.

Ez egy argon (Ar) atom. Mivel a legkülső elektronhéján 8 elektron van, az argon reakcióképesége igen csekély, így a természetben nem is léteznek argonvegyületek.



### SZILÁRD

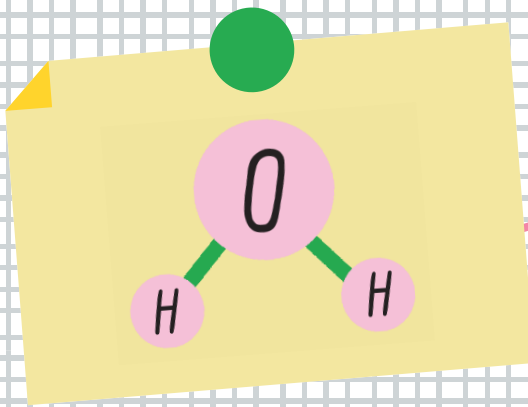
halmazállapotban, például egy fémdarabban, az atomtörzsek szorosan egymás mellett helyezkednek el, és erősen kötődnek egymáshoz. Képtelenek a helyükről elmozdulni, így a szilárd anyagok alakja és térfogata állandó.

### FOLYÉKONY

halmazállapotban, például a vízben, a molekulák közötti kapcsolatok gyengébbek, így el tudnak mozdulni egymás mellől. A folyadékok térfogata állandó, de formájuk nem: mindig felveszik a tárolóedény alakját.

**GÁZ** halmazállapotban a részecskék szabadon, egymástól függetlenül mozognak – a gázoknak sem az alakjuk, sem a térfogatuk nem állandó.

Egy anyag halmazállapota a hőmérséklettől és a ráható nyomástól függ. Ha a gázokat összenyomjuk, folyadékká válnak, a szilárd anyagok pedig megfelelő hőmérsékletre hevítve általában megolvadnak. Ebben a könyvben minden elemet olyan halmazállapotban ismertetünk, amilyenben otthon, szobahőmérsékleten, a tengerszinthez közeli magasságban lenne.

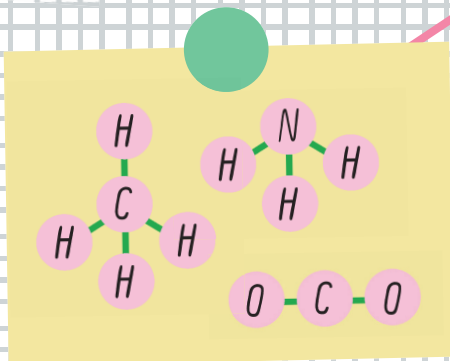


### Fedőneve: vegyület

Amikor több különböző elem atomjai kapcsolódnak össze, akkor az így létrejövő új anyagokat vegyületeknek nevezzük. A víz egy hidrogén (H) és oxigén (O) atomokból álló vegyület. Egy vízmolekulában mindig két hidrogén- és egy oxigénatom található, így a képlete  $H_2O$ . A képletek tulajdonképpen olyan kódok, amelyek információkat nyújtanak a vegyületek összetételéről és kémiai tulajdonságairól. Lássuk néhány hétköznapi vegyület képletét:

metán ( $CH_4$ )  
szén-dioxid ( $CO_2$ )  
ammónia ( $NH_3$ )

Egyes elemek szívesen alkotnak csak saját atomjaikból álló molekulákat. A levegőben is megtalálható oxigénmolekula például  $O_2$ , melyben a két oxigénatom osztozik egyes elektronokon, hogy egy stabilabb részecskét, molekulát alkothassanak.



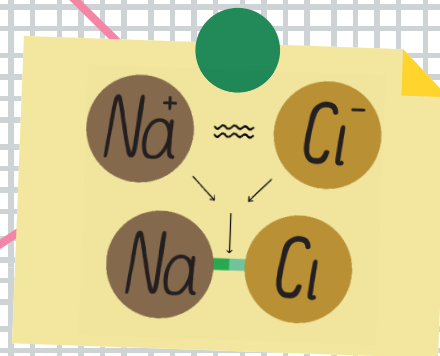
### Ötvözetek

Az ötvözet a keverékek egy különleges fajtája, melyben legalább az egyik résztvevő fém. Az acél például a vas (Fe) és a szén (C) ötvözete, mely a nyersvasnál sokkal keményebb és ellenállóbb anyag. A sárgaréz a réz (Cu) és a cink (Zn) ötvözete.



### Keverékek: oldatok és elegyek

Az összetett anyagok fontos csoportját alkotják a keverékek. A vegyületektől eltérően a keverékek összetevői elsőrendű kötést nem alakítanak ki egymással, így akár kémiai reakciók alkalmazása nélkül is szétválaszthatók. Például ha egy pohár forró vízbe cukrot szórsz, akkor egy cukoroldatot kapsz. Ha ezt egy tányérra öntöd, a víz előbb-utóbb elpárolog, és csak a kémiai szempontból változatlan cukorkristályok maradnak a tányérban.



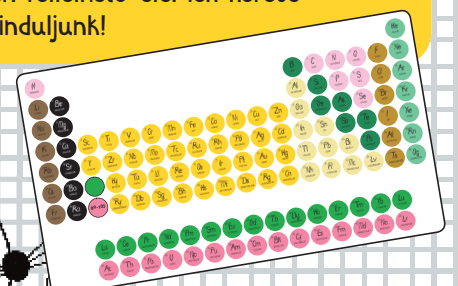
### Egyéni kód: ion

Az ionok olyan kémiai részecskék, amelyek elektromos töltéssel rendelkeznek. Az atomok elektronok leadásával pozitív (+), elektronok felvételével pedig negatív (-) töltésűvé válnak.

A különböző töltésű ionok közötti kapcsolatok nagyon erős, így jön létre az ionkötés, amely elsőrendű kémiai kötés. A konyhasó nagyrészt nátrium-kloridból ( $NaCl$ ) áll. Ebben a vegyületben ionos kötés alakul ki a pozitív töltésű nátriumion ( $Na^+$ ) és a negatív töltésű kloridion ( $Cl^-$ ) között. Az ellentétes töltések vonzzák egymást, az így létrejövő vegyületek kívülről semlegesek.

### AZ 1-ESTŐL A 92-ES GYANÚSÍTOTTIG

Kapd elő a periódusos rendszert: az elemek közül 92 található meg a természetben, további 26 pedig laboratóriumban állítható elő. Itt az idő, hogy Pati és Sapi segítségével a környezetünkben fellelhető elemek keresésére induljunk!



# Berillium

<sup>4</sup>Be

- ☉ Puha, ezüstfehér fém
- ⚠ Belélegezni tilos ☆ Röntgenszem

A berillium egy ritka alkáliföldfém, mely a természetben csak egy ásványban, a berillben van jelen a föld alatt. Az átlátszó nemes berill leggyakoribb színváltozata a kék és a zöld – két káprázatos drágakő, az akvamarin és a smaragd.



A világ egyik legnagyobb smaragdja, a Bahia-smaragd 110 milliárd forintot ér.

## MEGTALÁLHATÓ

- ☐ DRÁGAKÖVEK
- ☐ RÖNTGENGÉPEK
- ☐ MŰHOLDOK
- ☐ SZERSZÁMOK

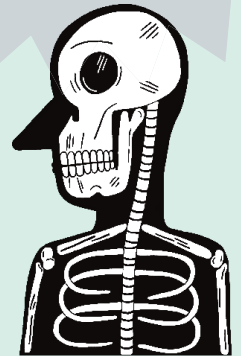
### Ötvözetei

A berilliumot gyakran adagolják más fémekhez, hogy ötvözeteket hozzanak létre. Rézzel ötvözve olyan extra biztonságos szerszámokat készítenek belőle, amelyek akkor sem szikráznak, ha acélfelülethez érnek (ez különösen robbanásveszélyes anyagok közelében hasznos). Mivel a berillium igen könnyű, így repülőgépekben és távirányítású rakétákban is használják.

### Röntgenablak

Súlyos tüdőproblémát, ún. berilliózist okozhat, ha valaki berilliumtartalmú port lélegez be. Ennek ellenére a berillium fontos szerepet játszik az orvostudományban.

Mivel atomjai egészen aprók, nem akadályozzák a röntgensugarak áthaladását. Épp ezért ezt az elemet biztosan megtalálod a röntgengépekben.



# Bór

<sup>5</sup>B

- ☉ Barnásfekete félfém
- ⚠ Létfeltétel ☆ Alakváltó

A bór elengedhetetlen az élethez: a bórtól lesznek erősek és egészségesek a csontjaink. Szerencsére sok ételben megtalálható, többek között a babfélékben, a banánban és a brokkoliban – mindegyiknek B betűvel kezdődik a neve! Sok mosópor és tisztítószer (például a bórax) is tartalmaz bórvegyületeket.

A bór az egyik összetevője az üvegyapotnak – ez egy olyan műanyag, amelybe vattacukorhoz hasonló szerkezetű üvegszálakat vegyítenek, hogy erősebb legyen. Ez az anyag aztán különböző formákra alakítható, így például autók és hajók gyártására használják.

## MEGTALÁLHATÓ

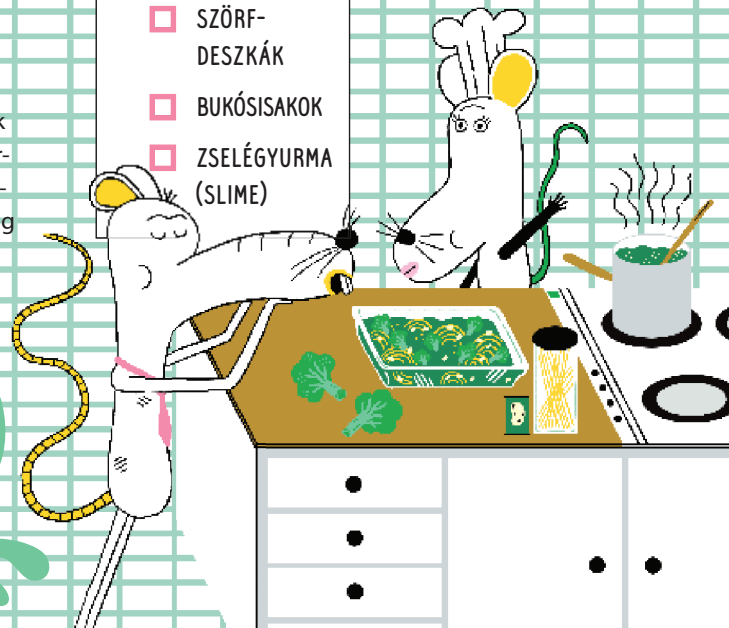
- ☐ BABFÉLÉK
- ☐ BANÁN
- ☐ BROKKOLI
- ☐ TISZTÍTÓSZEREK
- ☐ SZÖRFDESZKÁK
- ☐ BUKÓSISAKOK
- ☐ ZSELÉGYURMA (SLIME)

### A nyomravezetők: a tűzálló edények

A bórt szilikonnal vegyítve boroszilikát üveg állítható elő, ami nem reped meg hirtelen hőmérsékletváltozás esetén sem. Épp ezért ez az anyag kiválóan használható kémcsövek és tűzálló konyhai edények gyártására.

### A bór alapú ragacs esete

Készíts magadnak zselégyurmát: keverj el egy evőkanál bóraxot egy csésze hideg vízben. Adagolj hozzá fehér PVA ragasztót, majd keverd össze a masszát. A bóraxban található bóratomok tartják össze a ragasztó polimereknek nevezett hosszú láncmolekuláit, és így lesz belőle nyúlós zselégyurma. (A bórax mérgező, ezért a massa nem ehető, használata után moss kezet!)



# ATOMKÉPREGÉNY

## A FORRADALMÁR DETEKTÍVEK ESETE A FEJETLEN KÉMIKUSSAL

# 3

SIR ISAAC NEWTON (TUDOD... GRAVITÁCIÓ, ALMA) KORÁNAK LEGKIEMLEKEDŐBB TUDÓSA VOLT, DE MÉG Ő IS FOGLALKOZOTT ALKÍMIAVAL.



(17. SZÁZAD)

EGYIK KORTÁRSA, NAGYPARÓKÁS ROBERT BOYLE (1627-1691) IS PRÓBÁLKOZOTT AZ ALKÍMIAVAL, DE AZÉRT MEGVOLTAK VELE KAPCSOLATBAN A MAGA KÉTELYEI...



\*VÉGRE VALAMI ÚJ!

AZ ALKIMISTÁKKAL ELLENTÉTBEN BOYLE-T NEM AZ ARANY ELŐÁLLÍTÁSA FOGLALKOZTATTA.



MILYEN IGAZI! BOYLE APJA VAGYONOS NEMESEMBER VOLT.

BOYLE MÓDSZERESEN KÍSÉRLETEZETT, ÉS EREDMÉNYEIT A TÖBBI TUDÓSSAL IS MEGOSZTOTTA, ÍGY ŐT TEKINTHETJÜK AZ ELSŐ MODERN KÉMIKUSNAK.



BOYLE ÚGY GONDOLTA, HOGY AZ ISMERT ELEMOK KÜLÖNBÖZŐ FORMÁJÚ ÉS MÉRETŰ RÉSZECSKÉKBŐL ÁLLNAK...

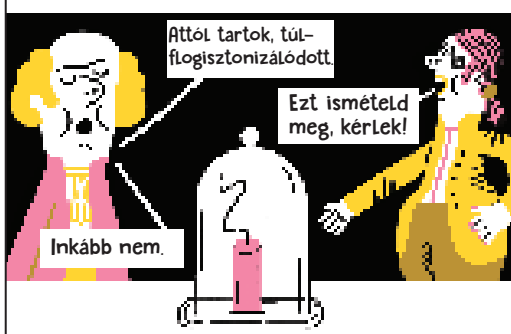


AKÁRCSAK AZ ÓKORI GÖRÖGÖKNEK!

BOYLE JELENTŐS EREDMÉNYEKET KÖNYVELHETETT EL, ÁM ALKIMISTA KORTÁRSAI EGYRE ŐRÜLTEBB ÖTLETEKKEL RUKKOLTAK ELŐ. ILYEN VOLT PÉLDÁUL A „FLOGISZTON”, EGY ÉGÉSKOR FELSZABADULÓ „TÜZSZERŰ ELEM”.



EGYES ALKIMISTÁK SZERINT A ZÁRT TARTÓEDÉNYEKBE AZÉRT ALSZIK EL A GYERTYA, MERT A KÖRÜLÖTTE LÉVŐ LEVEGŐ NEM TUD TÖBB FLOGISZTONT FELVENNI.



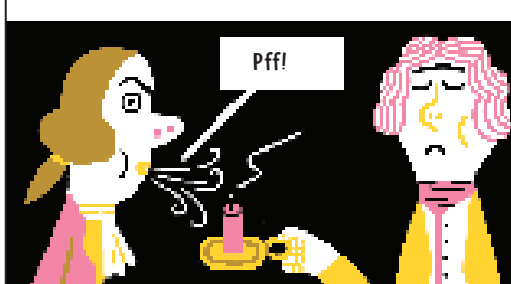
AZ AKKORI KÉMIKUSOK AZT HITTEK, HOGY A GÁZOK TULAJDONKÉPPEN A LEVEGŐ KÜLÖNBÖZŐ FAJTÁI. A „GÁZ” SZÓ VALÓJÁBAN CSAK SOKKAL KÉSŐBB TERJEDT EL.



AZ 1770-ES ÉVEKBEN EGY ANGOL VEGYÉSZ, JOSEPH PRIESTLEY SIKERESEN IZOLÁLT EGY GÁZT, MELYET „FLOGISZTONMENTES LEVEGŐNEK” NEVEZETT EL, UGYANIS EZ AZ ANYAG ELŐSEGÍTETTE AZ ÉGÉS FOLYAMATÁT.



ÁM EGY FRANCIA VEGYÉSZ\* IGEN LESÚJTÓ VÉLEMÉNYT ALKOTOTT A FLOGISZTONRÓL...



\*ANTOINE-LAURENT DE LAVOISIER (1743-1794)

LAVOISIER PRIESTLEY FLOGISZTONMENTES LEVEGŐJÉT ÚJ ELEMKÉNT AZONOSÍTOTTA, ÉS NEKI KÖSZÖNHETJÜK A MODERN ELNEVEZÉSEK IS: AZ OXIGÉNT, A „GYÜLÉKONY LEVEGŐT” PEDIG HIDROGÉNNÉ NEVEZTE ÁT. ÉS LŐN H<sub>2</sub>O!



LAVOISIER BEBIZONYÍTOTTA, MEKKORA MARHASÁG A FLOGISZTON. ÉS 55 ANYAGOT KÉMIAI ELEMKÉNT AZONOSÍTOTTA. SZÉP MUNKA! AZONBAN A FRANCIA FORRADALOM ALATT SAJNA Ő IS A GUILLOTINE ALATT VÉGEZTE.



# ATOMKÉPREGÉNY

## A RADIOAKTÍV DETEKTÍVEK ESETE

### A MÉRGEZŐ RÉSZECSKÉKKEL

# 8

AZ 1800-AS ÉVEK VÉGÉN EGYÉRTÉTTÉK DÉMOKRITOSZ (KR. E. 460–370 K.) AZON ÁLLÍTÁSÁVAL, MISZERINT AZ ATOMOK A LEGKISEBB LÉTEZŐ RÉSZECSKÉK...



ÁM HAMAROSAN ÚJ BIZONYÍTÉKOK LÁTTAK NAPVILÁGOT...

1895-BEN EGY NÉMET FIZIKUS, WILHELM RÖNTGEN FELFEDEZTE A NAGYFESZÜLTÉGŰ ELEKTROMOS KISŰLÉSI CSÖVEK ÁLTAL KIBOCSÁTOTT LÁTHATATLAN SUGARAKAT...



KEZDETBE 'X' (VAGYIS ISMERETLEN) SUGARAK NÉVEN EMLEGETTE A RÓLA ELNEVEZETT RÖNTGENSUGARAKAT.

EGY ÉVVEL KÉSŐBB A FRANCIA HENRI BECQUEREL FELFEDEZTE, HOGY A SZUROKÉRC\* LÁTHATATLAN SUGÁRZÁSA IS NYOMOT HAGY A FOTOLEMEZEN...



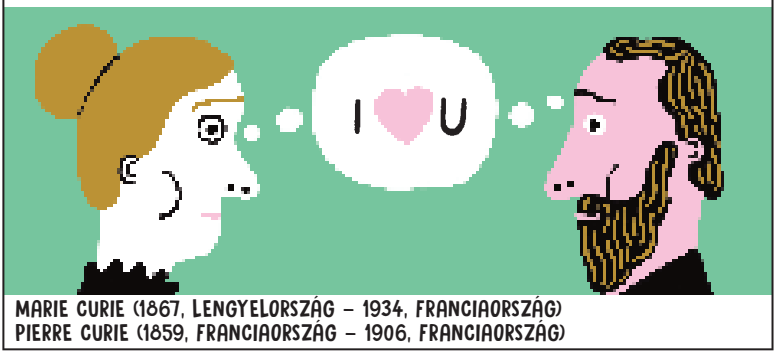
\*AZ ÁSVÁNY MAI NEVE URANINIT.

KÖZTUDOTT VOLT, HOGY A SZUROKÉRC URÁNT TARTALMAZ. AZ URÁNT MÁR SZÁZ ÉVVEL KORÁBBAN FELFEDEZTE EGY NÉMET VEÉGYSZ, MARTIN KLAPROTH...



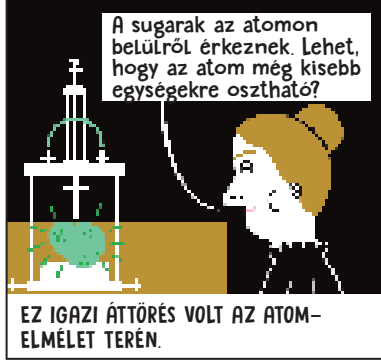
URÁN = U. DE NEM LEHET, HOGY VALAMI MÁS IS VOLT MEG OTT?

BECQUEREL MUNKÁJA FELKELTETTE A FIZIKUS MARIE CURIE ÉRDEKLŐDÉSÉT. MARIE EGY MÁSIK ZSENIÁLIS FIZIKUSHOZ, A FRANCIA PIERRE CURIE-HEZ MENT FELESÉGÜL...



MARIE CURIE (1867, LENGYELORSZÁG - 1934, FRANCIAORSZÁG)  
PIERRE CURIE (1859, FRANCIAORSZÁG - 1906, FRANCIAORSZÁG)

MARIE RÁJÖTT, HOGY VAN VALAMI KÜLÖNLEGES AZ URÁNBAN...



EZ IGAZI ÁTTÖRÉS VOLT AZ ATOM-ELMÉLET TERÉN.

AZONBAN AMIKOR ÖSSZEHASONLÍTOTTA A TISZTA URÁNT ÉS A SZUROKÉRCET, AZT VETTE ÉSZRE, HOGY AZ URÁN SUGÁRZÁSA SOKKAL KEVÉSBÉ LÁTHATÓ...



ÉS MILYEN IGAZA VOLT!

1898 JÚLIUSÁBAN, TÖBB TONNA SZUROKÉRC ELŐÁLLÍTÁSA UTÁN A CURIE HÁZSPÁR BEJELENTETTE, HOGY FELFEDEZTEK EGY URÁNNÁL IS AKTÍVABB ELEMET...



DE EZ MEG NEM MINDEN...

ÖT HÓNAPPAL KÉSŐBB MÉG EGY ELEMRE RÁBÜKKANTAK A SZUROKÉRCBEN...



\*A „RADIOAKTIVITÁS” KIFEJEZÉST IS A CURIE HÁZSPÁR ALKOTTA MEG.

1903-BAN A CURIE HÁZSPÁR BECQUERELLEL KÖZÖSEN FIZIKAI NOBEL-DIJAT KAPOTT A SUGÁRZÁS TERÉN VÉGZETT MUNKÁJUK ELISMERÉSEKKÉPPEN.



MARIE VOLT AZ ELSŐ NŐI NOBEL-DIJAS.

SAJNOS PIERRE 1906-BAN EGY UTCAI BALESETBEN ÉLETÉT VESZTETTE, ÍGY MARIE EGYEDÜL FOLYTATTA A MUNKÁT. 1910-BEN SIKERÜLT IZOLÁLNI A TISZTA RÁDIUMOT.



MARIE AZ EGYETLEN KUTATÓ, AKI KÉT KÜLÖN TUDOMÁNYTERÜLETEN IS NOBEL-DIJAT KAPOTT, ÉS Ő AZ EGYETLEN NŐ, AKIT KÉTSZER IS DIJAZTAK.

MARIE 1934-BEN MEGHALT, UGYANIS NEM VOLT TISZTÁBAN AZZAL, MENNYIRE VESZÉLYES A RÁDIUM. A LABORBAN HASZNÁLT JEGYZETFÜZETEI A MAI NAPIG ANNYYIRA RADIOAKTÍVAK, HOGY A KUTATÓK ÖLÖMDOBOZBAN TARTJÁK ÉS CSAK VEDŐÖLTÖZETBEN OLVASGATJÁK ÖKET.



A CURIE HÁZSPÁRRÓL KÉSŐBB EGY ELEMET IS ELNEVEZTEK. KITALÁLÓD, MELYIK AZ?