

ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET

4026 Debrecen, Bem tér 18/c, 4001 Debrecen, Pf. 51.

Telefon: 06-52-509200, Fax: 06-52-416181

E-mail: director@atomki.mta.hu, honlap: <http://www.atomki.mta.hu>

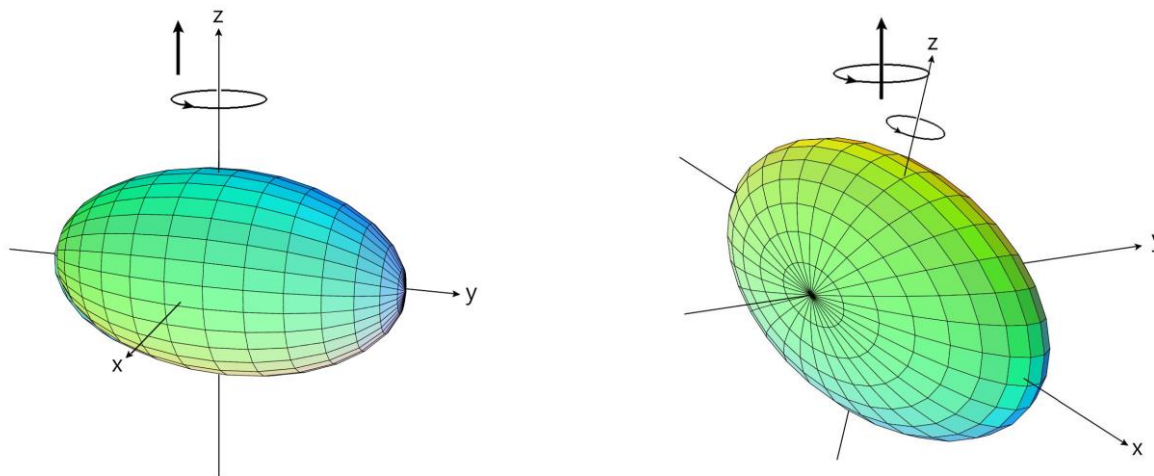
Részletesebb összefoglaló a kormánytájékoztatóhoz – 2019

Alapkutatás:

Az atommag imbolygó forgásának kimutatása az $A \sim 100$ magtartományban

Az atomokkal ellentétben az atommagok alakja eltérhet a gömbszimmetrikustól. Az ilyen atommagokat deformáltaknak nevezzük. Az atommagot alkotó protonok és neutronok (nukleonok), illetve az atommag egészének mozgását a kvantummechanika törvényei szabályozzák. Ezen törvények szerint egy gömbszimmetrikus objektum, mint például egy gömb alakú atommag, nem foroghat. A deformált atommagok viszont foroghatnak, és a forgásuk jellemzői a deformáltság jellegétől és mértékétől függenek. A nem gömb alakú atommagok többségének az alakja közelítőleg forgási ellipszoid, azaz az egyik tengelye körül megforgatott ellipszis (szivar alak). Az ilyen alakú atommagok a szimmetria-tengelyre (azaz a szivar hossz tengelyére) merőleges tengely körül foroghatnak, amely forgástengely iránya egybeesik a perdületvektor irányával, és a térben állandó.

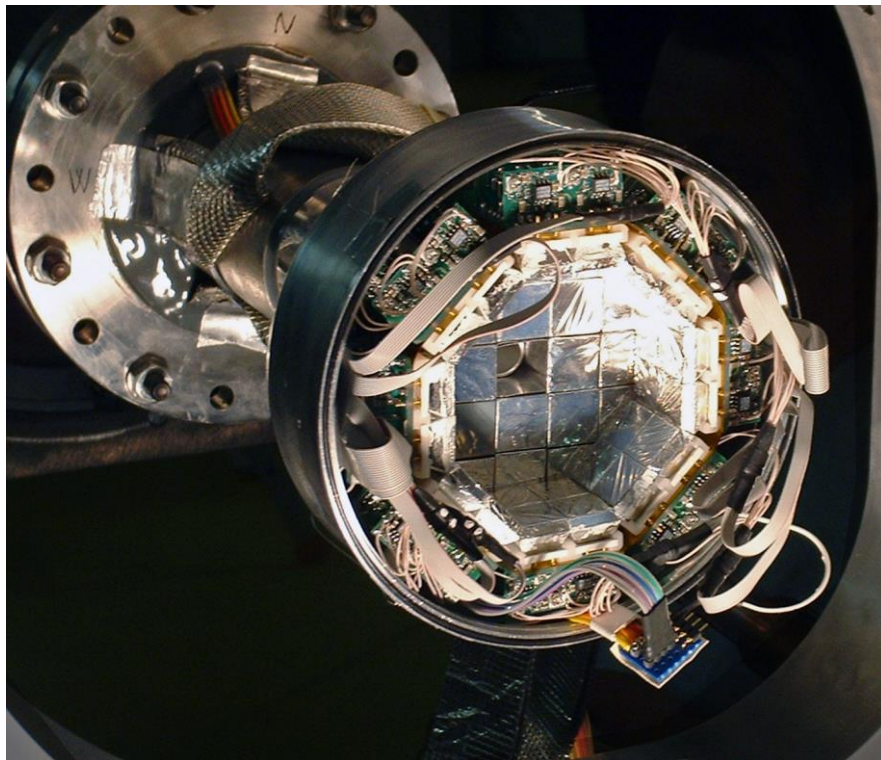
Az atommag-elméletek szerint bizonyos neutronszám és protonszám tartományba tartozó atommagok alakja nem forgási ellipszoidnak, hanem háromtengelyű ellipszoidnak (vagyis három irányban különböző mértékben megnyúlt alakúnak) várható. Az ilyen atommagok a fentebb leírt forgáson kívül egy bonyolultabb forgást is végezhetnek: gyorsan forognak az egyik fő tengely körül és ez a forgástengelyük a térben állandó perdületvektor körül lassabban körbefordul. Ez némileg hasonló a Föld forgástengelyének elfordulásához az állócsillagokhoz képest és a magfizikai szakirodalomban imbolygó forgásnak nevezik. Érdekes, hogy a mindennapi makroszkopikus világban ez a forgás a tengelyesen szimmetrikus testek esetén is megengedett, mint például a Föld esetén, a mikrovilágban az atommagok szintjén viszont csak a háromtengelyűen deformáltak foroghatnak így. Ilyen forgást eddig nagyon kevés atommag esetén sikerült kimutatni, a körülbelül 100 nukleont tartalmazó atommagok tartományában pedig egyáltalán nem volt ismert.



Az y tengelyre szimmetrikus forgási ellipszoid alakú atommag (bal oldali ábra) és a háromtengelyűen deformált atommag (jobb oldali ábra) forgásának sematikus ábrázolása.

Az MTA Atomki kutatói nemzetközi együttműködésben vizsgálták a 105-ös tömegszámú, azaz 46 protont és 59 neutronot tartalmazó palládium atommag forgását. Kísérletileg meghatározták az állapotok azon új csoportját, amely az imbolygó forgáshoz tartozhat, valamint az ezen állapotok bomlásából származó gamma-sugárzások tulajdonságait. A kísérletben a franciaországi IReS kutatóintézet részecskegyorsítóját és a nemzetközi együttműködésben létrehozott EUROBALL gamma detektorrendszert, valamint a DIAMANT töltött-részecske detektort használták. Ez utóbbinak a kifejlesztésében és a működtetésében az MTA Atomki kutatói szintén vezető szerepet játszottak.

A kapott kísérleti eredmények jó egyezésben vannak az atommag-elméleti számítások előrejelzéseivel és bizonyítják a 105-ös tömegszámú palládium atommagban az imbolygó forgás jelenlétét valamint ebből következően az atommag háromtengelyű ellipszoid alakját. Azon túl, hogy ez volt az imbolygó forgás első kimutatása a körülbelül 100 nukleont tartalmazó atommagok tartományában, ez volt az első olyan kísérlet, amelyben az imbolygó forgást egy páratlan számú neutronot tartalmazó atommagban figyelték meg. A jelenség összes korábbi észlelése páros számú neutronot és páratlan számú protont tartalmazó atommagokban történt. Az eredmények megerősítik azt az elméleti előrejelzést, hogy az imbolygó forgás általános jelenség a háromtengelyű ellipszoid alakú atommagok esetén. Az eredményeket a szakterület egyik legrangosabb folyóiratában, a Physical Review Letters-ben jelentették meg.



Az Atomki meghatározó hozzájárulásával kifejlesztett és működtetett DIAMANT töltött-részecske detektor.

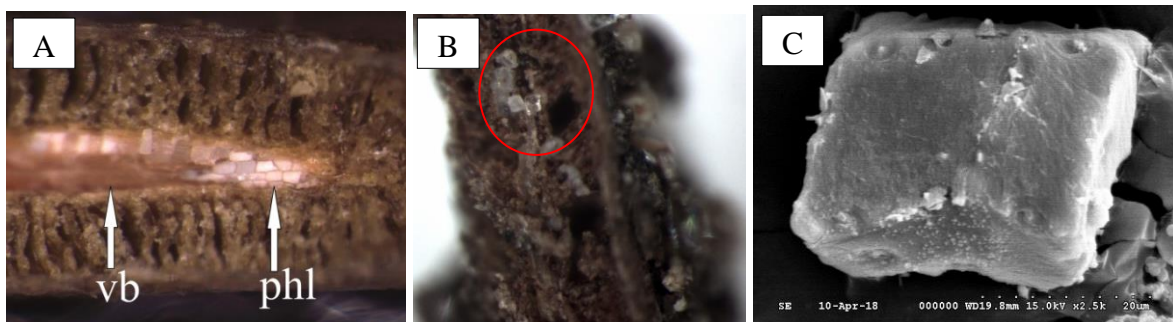
Alkalmazott kutatás:

Új indikátor bevezetése a klímatörténeti kutatásokba a növényi szilícium felhalmozódás vizsgálatával

A szilícium (Si) ipari, technológiai felhasználása és jelentősége korunkban közismert, gyakoriságát tekintve második helyen áll a földkéreg elemei között. Biogeokémiai ciklusa igen összetett és lassú, ezen belül a biogén (állatok, növények testében halmozódó) szilícium körforgása a legdinamikusabb. A növényi szilícium kutatása az utóbbi évtizedekben új lendületet kapott, ezzel párhuzamosan a szilícium mezőgazdasági hasznosítására is egyre több példát láthatunk.

A növények egy része felhalmozza a szilíciumot hidratált SiO_2 formájában, amely akár az egész növényi sejtet is kitölti és őrzi annak méretét, alakját; ezt hívjuk kovasejtnak, vagy fitolitnak. Az elpusztult növényi szervezetek szétválasztása során a fitolitok a talajba, üledékbe kerülnek, és ott, lévén maradandók és bizonyos korlátok között jellemzőek a növénycsoportokra, sokáig őrzik azon környezet vegetációs lenyomatát, amelyben az adott talaj- vagy tavi üledékréteg képződött. A csoport kutatásai, melyek e környezettörténeti vonalra fókuszálnak az Atomki Klímakutatási és Környezetfizikai (IKER) Laboratóriumában GINOP támogatással, nem csupán a fitolit morfológiai jellemzők feltárására irányulnak, de a fitolitokban rejlő egyéb mérhető jellemzők (elemösszetétel, izotóparányok) környezettörténeti indikátorként való alkalmazhatóságának vizsgálatát is célozzák. Eközben olyan új eredmények születnek a növényi szilícium felvétel, transzport, akkumuláció és funkció kapcsán, melyek várhatóan a Si biogeokémiai ciklusának alaposabb ismeretéhez, és a Si növénytáplálásban történő hasznosításához is közelebb visznek.

A kutatócsoport a szilícium növényi forgalmát és a fitolitok (kovatestek) képződését modellnövényen bemutató közleményét a rangos Earth-Science Reviews folyóiratban publikálta. Biztos növényanatómiai ismeretekkel egy kovásodott, szövetekből kiszabadult sejt egykori anatómiai helye felismerhető, sok esetben növénycsaládra, vagy mérésekkel (referencia adatokkal alaposan támogatva) akár fajra is azonosítható. Kizárólag ezekkel az ismeretekkel lehetséges a mikro- vagy makrofoszfília elemzésen alapuló vegetáció rekonstrukció.



A lucfenyő fitolitiképzése klímaoptimumot jelez. A) luc tűlevelének hosszmettszete, vb: szállító edénnyaláb, phl: fitolitok. B) Egy 8000 éves luc-tűlevel és fitolitjai (kalibrált radiokarbon kor). C) Egy 8000 éves luc-tűlevel jellemző fitolitjának pásztázó elektronmikroszkópos képe.

A lucfenyő (*Picea abies*) tűleveléből egy karakterisztikus fitolitot írtak le, amely jellemző a fajra. A lucfenyő szélesen elterjedt volt az északi féltekén az elmúlt tízezer évben, és az maradt napjainkban is. A kiterjedt lucosok jelentős szerepet játszanak a szilícium biogeokémiai ciklusában. Szilícium halmozása intenzív abban az esetben, ha elegendő, felvehető állapotú szilícium áll rendelkezésre, azaz a luc fitotiképzése környezetfüggő. A Kárpát-medence és a Kárpátok térségére hiánypótló fitolitikészlet adatbázis összegyűjtését kezdték meg, amely referenciául szolgál későbbi elemzésekhez. Folyamatban van a fitolitikészlet-kollekciónak az International Phytolith Society által fenntartott Phytolith Sample database nyilvántartásába való bevétele, amely az anyag nemzetközi hasznosíthatóságát fogja biztosítani.

Társadalomban hasznosuló eredmény:

Szálló por szennyezés vizsgálata villamosokon ionnyaláb-analitikai módszerek segítségével

Napjainkban a városi levegő egyik legjelentősebb szennyezője a légköri aeroszol, belélegezhető frakciója (PM10, azaz a 10 µm aerodinamikai átmérőnél kisebb részecskék) jelentős negatív egészségügyi hatásokkal bír. Annak ellenére, hogy az utóbbi években a légköri aeroszol kutatás a tudományos érdeklődés középpontjába került, az aeroszol részecskék valós hatásait még mindig csak nagy bizonytalansággal lehet becsülni az aeroszol komplexitásának és nagyfokú változékonyságának köszönhetően.

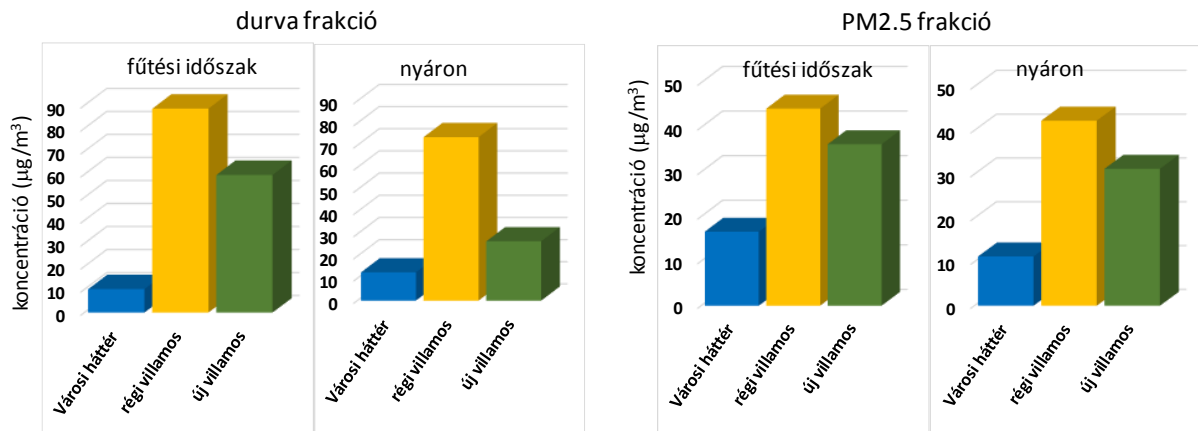
A debreceni Atommagkutató Intézetben mintegy három évtizede végeznek ionnyaláb analitikai módszerekre alapozott aeroszol vizsgálatokat. Az Intézetben folyó aeroszolkutatás egyik fő feladata a városi aeroszol szennyezés forrásainak meghatározása, valamint az embert érő aeroszol terhelés becslése.

A Központi Statisztikai Hivatal felmérése szerint a magyar lakosság 80 százaléka közlekedik naponta, 20 százalékuk tömegközlekedési eszközökkel. Debrecenben jellemzően autókkal, buszokkal, trolibuszokkal és villamosokkal közlekednek az emberek. 2014-ben újabb villamos vonal került átadásra, ezáltal a már több mint 20 éve szolgálatban lévő régi villamosok (KCSV) mellett új, modern villamosok (CAF Urbos 3) is elkezdtek közlekedni. Ebben a tanulmányban személyi mintavevők segítségével aeroszol mintákat vettek egyszerre a régi és az új típusú villamosokon utazás közben, az egyes vonalon, Debrecenben. Ugyanebben az időben a villamosvonal mellett lévő városi háttérterületen (Atomki) is folyt mintavétel annak érdekében, hogy össze tudják hasonlítani a villamosokon mért aeroszol koncentrációt és összetételt a külső levegővel.



CAF Urbos3 és a KCSV típusú villamosok a Nagyállomás előtt.

2017 novembere és 2018 júniusa között összesen 9 mintavétel történt, 5 fűtési időszakban, 4 pedig nyáron. A tömegkoncentrációt gravimetriával, az elemi összetételt pedig részecske indukált röntgen emissziós (PIXE) módszerrel határozták meg.



Mért átlagos aeroszol koncentrációk városi háttérterületen valamint a két különböző villamoson. A két méretfrakció 2.5 μm -nél nagyobb (durva frakció) és 2.5 μm -nél kisebb (PM2.5) részecskéket jelenti.

A villamosokon a finom frakcióban (PM2.5) átlagosan 3-szor nagyobb tömegkoncentrációkat mértek, mint a külső levegőben, míg a durva frakcióban ez az arány 2.5 és 9 között változott évszaktól és villamostól függően. A fűtési időszakban és a régebbi típusú villamoson detektálták a legmagasabb koncentrációkat. Az elemösszetétel és elemarányok alapján megállapították, hogy a járműveken az aeroszol szennyezés forrása elsősorban a külső levegő, az utasok által felvert por, a sínek és a felső vezetékek kopása, a bútorok kopása valamint a tisztítószeres. A villamosokon mért szálló por mennyiségét jelentősen befolyásolták a közeli útfelújítások is. A modern klimatizáló és szellőztető rendszernek köszönhetően az új típusú villamosokon lényegesen jobb volt a levegő minősége mint a régi típusú járműveken.