

furcsa megfigyeléseket kísérletileg sokszorosan ellenőrizték, de csaknem 50 évbe telt, amíg a látszólag ellentmondásos megfigyeléseket a neutrínóoszilláció segítségével megnyugtatóan sikerült értelmezni. Májig rejtélyes a Los Alamos-i LSND-kísérlet eredménye: egy negyedik, leptonpárba nem tartozó neutrínó kell megmagyarázásához, nem is hiszi el a tudományos közvélemény, amíg más kísérlet meg nem erősíti, de az már évtizedek óta várta magára.

Ősrobbanás

A Világegyetem tágulása kijön Einstein általános relativitáselméletéből, de azt Einstein nem fogadta el. Amikor *George Lemaître* szembesítette vele, Einstein azt mondta: „Az Ön matematikája precíz, de a fizikája förtelmes!” Három évvel később, 1931-ben Lemaître publikálta az Ősrobbanás elméletét, amely szerint a Világegyetem egy pontban, a semmiből keletkezett, létrehozva magának az energiát, a teret és az időt. Einstein állítólag Lemaître előadása után felállt és tapsolva azt mondta, hogy ez a legszebb teremtmésem, amelyet életében hallott. Ebben persze nyilván segített, hogy Lemaître katolikus pap volt, aki mindig reverenciában járt. Az Ősrobbanást csak 1964-ben, a kozmikus háttérsugárzás felfedezése után fogadták el. 1949-ben *Fred Hoyle*, a neves csillagász és sci-fi-író egy rádió-előadásban gúnyosan Big Bang (Nagy Bumm) elméletnek nevezte és rajtaragadt az angol név.

A FIZIKA TANÍTÁSA

MASAT AZ ANKÉTON

Ki ne szeretett volna gyermekkorában űrhajós lenni – eljutni a Holdra, esetleg másik bolygóra –, meghódítani a világűr? Felnőtt fejjel tudva a hosszú és fárasztó kiképzésekről, valamint a szervezetet érő megterhelésekről – legyen az a gyorsulás vagy éppen a súlytalanság hatása – mindez meggondolandó.

A súlytalanságot már régóta kutatják a tudósok: csontritkulást, izomsorvadást okozhat, meggyorsíthatja a szív- és érrendszeri betegségek kialakulását azoknál, akik hosszabb időt töltenek a világűrben. Védkezni pedig csak több órás, rendszeres testmozgással lehet ellene. Emellett bizonyítottan csökkenti a koncentrációképességet és növeli a reakcióidőt is. A súlytalansággal azonban más probléma is van, ami az egyensúlyért felelős érzékszerv és a látószerv által közvetített információk ellentmondásaiból adódhat. Súlytalanságban csak látjuk, de nem érzékeljük a mozgást. Itt válik nagyon fontossá a tájékozódás

Konklúzió

A fenti példákkal csak azt akartam illusztrálni, hogy voltak a fizika történetében elképesztő, az addigi elméleteknek merőben ellentmondó kísérletek és elméletek, amelyek később igaznak bizonyultak. Nem vitatom, hogy sokkal, de sokkal több olyan volt, amely nem bizonyult igaznak, de szerintem nem szabad eleve hibásnak tekintenünk és elvetnünk egy új fizikai megfigyelést, csak azért, mert ellentmond az addigiaknak. Abban sem értek egyet, hogy nem szabadott volna a tudományos közösség elé tárni az OPERA-kollaboráció ellentmondásos megfigyelését. Először is a kutatók is emberek, ha 200 kutató ilyen elképesztő dolgot tapasztal, akkor biztosan akad, aki másoknak elmondja. Állítólag *Benjamin Franklin* mondta, hogy „hárman akkor tudnak titkot tartani, ha kettő közülük halott”. A OPERA eredménye is jócskán kiszivárgott a CERN-előadás előtt. Ráadásul a Gran Sasso laboratórium többi kísérlete az OPERA-eredmény nyilvánosságra hozatala után látott neki az ellenőrzésnek, és ketten is azt találták, hogy az OPERA időmérése hibás.

Horváth Dezső

Irodalom

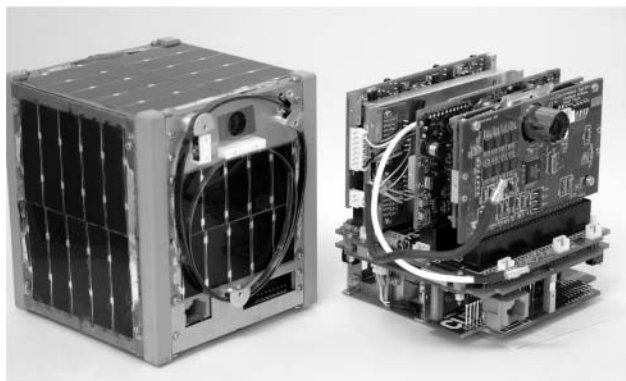
1. Horváth Dezső, Nagy Sándor, Nándori István, Trócsányi Zoltán: A fénynél gyorsabb neutrínók tündöklése és bukása. *Fizikai Szemle* 62/5 (2012) 145–152.
2. Patkós András: Neutrínó-áltudomány – vélemény. *Fizikai Szemle* 62/5 (2012) 152–153.

Láng Róbert

Lóczy Lajos Középiskola, Balatonfüred

problémája. Gyakran a Földön sem könnyű tájékozódunk, hát még a világűrben, esetleg hatalmas távolságok leküzdése közben és után. Itt a minimális eltérések is végzetessé válhatnak.

Az 55. Országos Fizikatanári Ankét nyitóelőadása rögtön az űrbe repítette a hallgatóságot. *Farkas Bertalan* űrhajós 1980-as, *Charles Simonyi* űrturista kétszeri útja, valamint a Pille dózismérő után újra sikerült a világűrbe juttatni valami magyart. Az első meglepetés akkor érte a nézőket, amikor megpillantották az első magyar műhold, a kis „maszat” méretarányos makettjét. (Itt is látható a tapasztalás fontossága, mert nem elég olvasni a témákról, látni is kell a tárgyakat!) Egy 1 dm³-es, azaz mindössze 10 cm-es oldalhosszúságú kockáról van szó, aminek antennája egy damillal leszorított fém mérőszalag darabja. Maga az egész szerkezet még 1 kg sincs, de ez előírás is volt a készítőknél. A feljuttatás költsége így is körülbelül 20-30 millió Ft.



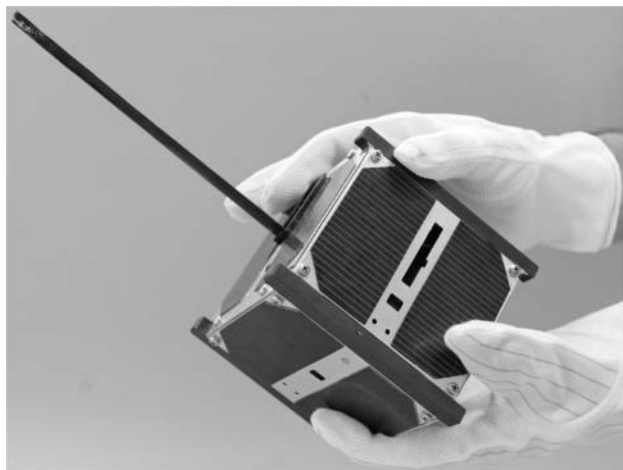
Egy cubesat és belseje.

A CubeSat-programot a California Polytechnic State University és a San Luis Obispo and Stanford University's Space Systems Development Lab hirdette meg. A cél, hogy a bekapcsolódó egyetemek $10 \times 10 \times 10$ cm méretű, legfeljebb 1 kg tömegű, működő műholdat készítsenek. A program sikerét jelzi, hogy már 60-nál több helyen folyik műholdak építése.

De mi haszna van ennek – merülhet fel bennünk a kérdés. A program legfontosabb célja az, hogy a tervezés teljes mértékben (saját tervezésű eszközök + saját szoftver), a gyártás pedig majdnem teljesen az adott egyetemen, kutató intézetben történjen. Ez bizonyítja, hogy mind a tervezők, mind a gyártók alkalmasak nagyobb léptékű, nemzetközi programokban való részvételre. Magyarország csatlakozott az Európai Űrügynökséghez (ESA), aminek keretei között már tapasztalattal rendelkező, képzett mérnökök vehetnek részt a programokban. 2007 szeptemberében a BME egy hallgatókból és doktoranduszokból álló csoportja elhatározta, hogy megtervez és megépít egy CubeSat műholdat. Ehhez a csoporthoz tartozik *Czifra Dávid* és *Dudás Levente*, akiknek előadásából értesülhettek az érdeklődők az Országos Fizikatanári Anketon a Masattal kapcsolatos tudnivalókról.

A műhold elkészítése nem volt egyszerű. Az 1 kg-os tömegkorlátozás szem előtt tartásával, 1 dm^3 -es térfogatba kellett belezsúfolni az energiaellátó, a kommunikációs és stabilizáló rendszereket, valamint

A Masat-1 fejlesztői



A Masat-1

a fedélzeti számítógépet. Mindezt úgy, hogy a működés szempontjából kritikus részeket a nagyobb megbízhatóság érdekében megduplázták. Arra is figyelni kellett, hogy a műhold tömegközéppontja a kocka geometriai középpontjától nem lehet 2 cm-nél távolabb, és az oldallemezeken túl 6,5 mm-nél messzebb nem nyúlhat semmi.

A műhold energiaforrását a kocka hat oldalán elhelyezett napelemek alkotják. Itt meg kellett oldani azt a problémát, hogy a nem megvilágított, vagy az esetlegesen meghibásodott ág felé az áram vissza ne folyhasson. Az is gond volt, hogy a műholdpálya árnyékos szakaszán napenergia hiányában más energiaforrásra is szükség van. Ezt egy egycellás Li-ion akkumulátorral oldották meg. A teljes fogyasztás nem haladja meg az 1 W-ot.

A kommunikációs rendszerben található a rádiófrekvenciás adó, ami a rádióamatőr frekvenciasávban (435–438 MHz) sugározza a Masat-1 HA5MASAT hívójelet minden adás elején megismételve. A hívójelet és a főbb fedélzeti paramétereket Morze-kódban is sugározza a műhold.

A pályastabilizációban a damillal leszorított antena, a fém mérőszalag is szerepet kapott. Pályára állás után a damil megolvastásával pattant ki (égetni oxigén hiányában nem lehetett), majd a Föld mágneses terét követve szabályozta a műhold mozgását. Ennek megoldására két elektromágnezt és egy állandó mágnezt használtak a készítők, valamint a kilengések csökkentésére különleges hiszterézisű anyagok is helyet kaptak a műholdon.

Az utolsó pillanatban a műholdon még elhelyeztek egy VGA-kamerát is, aminek feladata meteorológiai minőségű fotók készítése a Földről.

Ezeket a mintegy 2-3000 alkatrészt tartalmazó elemeket fogja egybe és védi a repülőgép-ipari alumíniumból készí-

tett váz. Az űrben is elégséges és megfelelő védelem biztosításához különböző tesztekre volt szükség. Ennek megfelelően a kockát rázás-, termelés- és vákuumtesztnak vetették alá, majd röntgen- és felületi érdesség-vizsgálattal hajszálrepedések után kutattak. A rázástesztre azért volt szükség, mert a kockának ki kellett bírnia a feljutás okozta „megrázkódást”.

A Masat-1 a tervezés fázisában még egy töréstesztet is túlélt, amikor egy hidrogénnel töltött meteorológiai léggömbhöz erősítve 35 km magasságig jutott. Itt a léggömb kidurrant, a kocka pedig a léggömb darabjait fékezőernyőként használva jutott vissza a földre.

Az űrbe való feljutást az ESA új fejlesztése, a 30 m magas, 3 m átmérőjű Vega hordozórakéta végezte, elnevezését az északi félteke második legfényesebb csillagáról kapta. A rakéta három szilárd és egy folyékony hajtóanyagú fokozattal rendelkezik. A negyedik fokozat többször indítható – ötször lehet be- és kikapcsolni –, ez teszi lehetővé, hogy a rakomány egyes darabjait más-más pályákra juttassa. A kilövés magyar idő szerint 2012. február 13-án 11 órakor történt az európai űrközpontból, a Francia Guyanán található Kourouból. Az űrkikötő 5 fokkal helyezkedik el az Egyenlítőtől északra, így a Föld kerületi sebessége jól kihasználható a kilövés során. A Masat-1 több társával együtt került a rakétára, felette a franciák, alatta a lengyelek műholdja kapott helyet. Egy másik rekeszbe a spanyolok, az olaszok és a románok műholdja került.

A fellövés után 71 perccel 1450 km magasságban az első magyar műhold pályára állt. A sikeres pályára állás után körülbelül 5 órával a Masat-1 Magyarország fölé ért és sikerült vele kommunikálni. Magyarországról erre csupán napi 20-25 percnyi idő van.

A Masat-1 rádióadója a 437,345 MHz-es (70 cm-es) amatőr sávon működik, így a pálya ismeretében a rádióamatőrök is vehetik a telemetriai adatokat a cubesat.bme.hu oldalról letölthető dekódoló szoftver segítségével, és vissza is küldhetik a vett adatokat a készítőknél. Így lehetőség nyílik arra, hogy arról az időszakról is legyenek adatok, amikor a műhold nem látszik a Műegyetem földi állomásáról. A pályára állás után nem sokkal már be is jelentkeztek az első észlelők.

A készítők nem hagyják abba a munkát. A tervek szerint 2012 végén megkezdődik a Masat-2 tervezése. Ennek mérete már 10×10×30 cm lesz.

Az űrtechnológiában nagy lehetőségek vannak. Gondoljunk a GPS-re, a meteorológiára, távérzékelés segíti a térképészeket, lehetőség nyílik erőforrás-kutásra az űrből. És persze ott a távközlés lehetősége



A Vega hordozórakéta és a kilövés fázisai.

(Internet, tv stb.). Ebbe az irányba tettünk most egy kis lépést mi magyarok is.

A cubesat.bme.hu oldalon naprakész hírek és további érdekességek várják az érdeklődőket.

Ezen előadás élményéért is köszönet illeti a 2012. április 27. és 30. között Győrben megrendezett 55. Országos Fizikatanári Ankét szervezőit és támogatóit. Hangsúlyos ez a köszönet ma, amikor már csak az adókat nem adóztatták meg (és remélem ezzel nem adtam új ötletet), naponta hallani oktatástól elvont pénzekekről, több évtizedes hagyományokkal rendelkező és sikerrel lebonyolított versenyek megszüntetéséről (figyelmen kívül hagyva az évek óta erre készülő diákokat). Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat immár 55. alkalommal volt képes megszervezni és zökkenőmentesen lebonyolítani színvonalas rendezvényét. Igaz, az utóbbi években már összevonva a korábban külön megtartott általános iskolai és középiskolai ankétot, de ez talán nem baj.

A Nemzeti Bank által kibocsátott emlékérem.

