

## 2. félévi beszámoló

Galgóczi Gábor

[galgoczi.gabor@wigner.mta.hu](mailto:galgoczi.gabor@wigner.mta.hu)

Részecskefizika és csillagászat program

Témavezető: dr. Varga Dezső

Belső konzulens: dr. Werner Norbert

### Bevezetés:

A PhD témám gázöltésű neutrondetektorok fejlesztése. Kutatócsoportunk az Európai Neutronkutató Központtal (ESS) közösen fejleszti a Multi-Blade-et, mely egy új koncepción alapuló neutrondetektor, főként neutronreflektometriai célokra.

A detektor legfontosabb paramétereit mérésekkel és elméleti úton már számszerűsítve voltak egyetlen kivétellel, a neutronok szóródásával. Ennek oka, hogy a detektor bonyolult geometriával rendelkezik. Ahhoz, hogy megérthessük a neutronok szóródása hogyan történik a detektoron belül és annak ablakán, egy Geant4 alapú szimulációt hoztam létre.

A PhD témám mellett az MSc diplomamunkám témáját is folytattam. Egy ELTE-MTA együttműködés (CAMELOT) keretein belül (különböző japán egyetemekkel közösen) egy műholdflottát fejlesztenek. A műholdak célja a Gamma-ray burst-ok (GRB) Földön nem mérhető gamma komponensének mérése és ennek segítségével a forrásuk helymeghatározása lesz.

Az MSc diplomamunkámban egy Geant4 szimulációt fejlesztettem, melyben a műhold terveit (nagy pontosságú CAD modeljét) felhasználva vizsgáltam alacsony Föld körüli pályán a műhold és az ott jelen lévő részecskék kölcsönhatását. Számszerűsítettem, hogy egy ismert GRB milyen jelet generálna a műholdra tervezett detektorban. Továbbá megvizsgáltam, hogy a SPENVIS AP-8 nevezetű modell szerint a műhold pályáján jelen levő részecskeháttér (protonok és elektronok) milyen jelet keltenének a műhold detektorában. Ezzel számszerűsítettem a részecskeháttér hatását.

### Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése:

Ebben a félévben három főbb kutatási témával foglalkoztam. Az első a CAMELOT műholdflotta műholdjainak meghatároztam a részecskeháttérét egy, a legvalószínűbbként tervezett pályára. A második téma pedig a kozmikus müonok által indukált másodlagos részecskék spektrumának megértése volt, mellyel bizonyos anyagok müonokkal való vizsgálatában többletinformációkhoz juthatunk. Ezt a munkát a REGARD csoport az Újvidéki egyetemmel közösen végzi [1]. A harmadik téma pedig a REGARD csoport által tervezett és jelenleg Japánban működő Sakurajima vulkánt megfigyelő müografikus rendszer [2] szimulációja volt.

1. A CAMELOT műholdflotta háttérének szimulációja magába foglalt 11 részecskekomponenst, melyek a legnagyobb jelet fogják a műholdban létrehozni. Megvizsgáltam három alumínium tok vastagságot. Mindegyikre meghatároztam, hogy a háttérrel okozó részecskék másodpercenként hány beütést generálnának. Majd egy tipikus rövid gamma-kitörés jelét is leszimáltam mindhárom esetben. Azt kaptam, hogy a legvastagabb alumínium (2 mm) esetén lenne a legjobb a jel / zaj arány. Ennek fő oka, hogy a legnagyobb háttérrel a részecskék közül a kozmikus röntgen-háttér fogja kelteni. Ennek pedig a spektruma a kis energiás fotonoknál jelentős szemben a rövid gamma-kitörések spektrumával, melynél a nagyobb energiás fotonok komponense jelentősebb. A kollaborációnak több találkozója volt, ahol beszámoltam az eddigi eredményeimről, többek között

Pozsonyban, a “Szlovák Űrügynökségnél”. Egy konferencia proceedings is beküldésre került a témában (Jakub Ripa első szerzőségével).

A kutatócsoportunk bekapcsolódott a HERMES elnevezésű főképp olaszok által vezetett műholdflotta kifejlesztésébe és megépítésébe. A HERMES műholdak a CAMELOT-hoz hasonlóan, de (várhatóan) más detektorteknikával fognak gamma-kitöréseket lokalizálni. Ennek a projektnek a keretein belül töltöttem egy hetet Bolognában, ahol a HERMES-re tervezett Silicon Drift Detector (SDD) detektorát érő protonokból fakadó dózist vizsgáltuk a műhold tervezett három éves időtartama alatt. Ennek megértése rendkívül fontos, mivel az SDD detektorok zaja rendkívüli mértékben megnő a rácshibák következtében, melyet a protonok okoznak. Egy Geant4 szimulációt hoztak létre az olasz kollégák, amit továbbfejlesztettem és meghatároztam, hogy a jelenlegi koncepció esetében mekkora proton-dózis érné a detektort. Arra jutottunk, hogy ez túl nagy lenne, ezért indítványozzuk egy extra szűrő réteg behelyezését az optikai szűrők mögé, mellyel a leadott dózis már a tervezett keretek között maradna.

2. Az eddigi kutatások során anyagok vizsgálatára a müonoknak két fizikai folyamatát, az elnyelődést és a szóródásukat vizsgálták. Az előbbi főképp a müon útjába eső anyag mennyiségétől (és sugárzási hosszától), a második pedig az anyag rendszámától függ. Ezért előbbivel pl. vulkánok vagy nagy épületekben található lyukakat lehet keresni, utóbbival pedig nagy rendszerámú elemeket (pl. egy határon átcsempészni kívánt urántömböt.). Azonban ezek a müonok az anyaggal kölcsönhatva ionizálnak, illetve (főképp főképp fékezési sugárzás útján) nagy energiás elektronokat és fotonokat “kelhetnek”, melyeket detektálni tudunk. Felmerült, hogy ezekkel a másodlagos részecskékkel több információ nyerhető ki a vizsgált anyagból. Ezért az Újvidéki Egyetemen működő egyik kutatócsoport a REGARD csoporttal közösen egy olyan rendszer fejlesztésébe kezdett, ami mind a kozmikus müont (gázdetektorokkal), mind a másodlagos részecskéket (szcintillátorral) megfigyeli és megvizsgálja, hogy mennyire hatékonyan tudnánk felhasználni ezt az extra információt későbbi mérések során. Ahhoz, hogy a detektorrendszert optimalizálni tudjuk egy Geant4 szimulációt hoztam létre, melyben a szcintillátorban leadott energia útján optikai fotonokat keltek és ezeket a szimulációban implementált PMT-ig nyomon követem. Ezzel valóságúen szimulálva a másodlagos részecskék által keltett jelet. Szimulációmnak célja volt, hogy megértsük konkrétan milyen lesz a másodlagos részecskék spektruma különböző anyagok esetében és hogyan tudjuk a rendszerünk hatásfokát maximalizálni. Várhatóan a következő félévben kerül publikáció beküldésre a témában.

3. Sakurajima vulkánnál elhelyezett müografikus rendszer szimulációját hoztam létre. A detektorrendszer sokszálas gáztöltésű detektorokból és ólomtömbökből áll. Az ólomtömbök célja, hogy a kis energiás részecskéket kiszórja és elnyelje. Ehhez több tonna ólomra van szükség. Ahhoz, hogy az ólom mennyiségét minimalizálhassuk meg kell értenünk, hogy milyen detektor / ólom konfiguráció esetén lenne maximális a helyesen azonosított müonok száma a tévesen azonosítottakéhoz képest. Jelenleg a szimulációm validálásával foglalkozom a Sakurajima vulkánnál felvett mérések segítségével. Amennyiben ezt elvégeztem lehetőség lesz a detektorrendszerünk optimalizálására.

## Hivatkozások:

[1] First cosmic-ray images of bone and soft tissue  
Dusan Mrdja, Istvan Bikit et al.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1209/0295-5075/116/48003/meta>

[2] High-definition and low-noise muography of the Sakurajima volcano with gaseous tracking detectors

László Oláh, Hiroyuki K. M. Tanaka et al.

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-21423-9>

## **Publikációk:**

Az előző félévben beküldött cikkek és proceedings-ek:

G. Galgóczi, K. Kanaki et al.,

Investigation of neutron scattering in the Multi-Blade detector with Geant4 simulations, JINST, 13, (2018) P12031

N. Werner, J. Ripa et al.,

CAMELOT: Cubesats Applied for MEasuring and LOcalising Transients - Mission Overview  
Proceedings of the SPIE Astronomical Instrumentation Space Telescopes and Instrumentation 2018: Ultraviolet to Gamma Ray

Ebben a félévben beküldött cikkek és proceedings-ek:

J. Řípa, G. Galgóczi et al.,

Background study for the future gamma-ray transient mission CAMELOT  
Astronomische Nachrichten (Astronomical Notes, IF 1.3)

Zs. Bagoly, Lajos G. Balázs et al.,

Transient detection capacities of small satellite gamma-ray detectors  
Astronomische Nachrichten (Astronomical Notes, IF 1.3)

D. Varga, G. Nyitrai, et al.

Detector Developments for High Performance Muography Applications,  
Vienna Conference on Instrumentation proceedings,  
Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section A

Gábor Nyitrai, Gergő Hamar, et al.

MPGD hole-by-hole gain scanning by UV excited single photoelectron detection,  
Vienna Conference on Instrumentation proceedings,  
Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section A

Ebben a félévben készülő, de nem beküldött publikációk:

G. Galgóczi, N. Werner, et al.,

Understanding particle background in Low Earth orbit for the CAMELOT cubesat mission with Geant4 simulations

## **Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben:**

1. Válogatott fejezetek a nagyenergiás kísérleti fizikából c. tárgy elvégzése (6 kredit)

2. Asterix School 2019

<https://indico.in2p3.fr/event/18333/>

3. XVI Seminar on Software for Nuclear, Subnuclear and Applied Physics

<https://agenda.infn.it/event/17240/>

ECTRS Grade "A" eredménnyel (a diákok legeredményesebb 10%-nak adható jegy)

## **Oktatási tevékenység az aktuális félévben:**

A Korszerű vizsgálati módszerek laboratórium Compton-effektus vizsgálata c. mérését vezetem Csanád Mátéval közösen.

## **Szakmai közéleti tevékenység:**

A Wignerben megrendezett két napos részecskefizikai műhely egyik szervezője voltam. A műhelyen részt vevő kb. 50 diák a CERN CMS kísérlete által felvett adatokban kerestek különböző egzotikus részecskéket, főképp W- és Z-bozonokat. Én mutattam be a diákoknak, hogy hogyan tudják értelmezni a mérési eredményeket és hogyan következtethetnek a részecskék típusára.

A félév során egy Msc-s hallgató megkezdte a szakdolgozati munkáját nálam.