

3. félévi beszámoló

Tóth Kristóf (tothk0711@gmail.com)

Fizika Tanítása PhD Program

Témavezetők: Cynolter Gábor, Tél Tamás

A dolgozat címe: Kvantummechanika középiskolában: bevezetés a kvantumszámításokba

Bevezetés

2019-ben megismerkedtem egy olasz tananyaggal, amely a kvantummechanikát hazánkban szokatlan módon tárgyalja. A tananyag a fénypolarizáción alapul, s kísérleteken keresztül fedeztet fel a kvantummechanika alaptörvényeit és matematikai formalizmusát, miközben leszűkíti az állapotteret a kétdimenziós valós vektorok terére. A tanítási kísérletek pozitív visszajelzései miatt ezt folytató kutatásokba kezdtem, amelynek elsődleges célja a magyar közoktatásba való adaptálás, a kvantumszámítás-technika felé nyitás és témához kapcsolódó új kutatási ötletek kidolgozása. Az aktuális félév munkái az első két félév folytatásán alapulnak.

Az aktuális félévben elvégzett munkák ismertetése:

Publikációkkal kapcsolatos információk:

- [1] Megjelent az első félév végén elkészített publikációm a *Fizikai Szemlében*: Tóth Kristóf (2021/10) *A kvantum-határozatlanság a kvantummechanika fénypolarizációs modelljében*. Fizikai Szemle. 349-355. http://fizikaiszemle.hu/uploads/2021/11/fizszem-202110-tothkristof_15_01_11_1636120871.9724.pdf
- [2] Újabb beküldésre került a korábbi cikkünk, melyre újabb bírálat érkezett. Ennek alapján remény van a publikálásra, sajnos kutatótársaim elfoglaltsága miatt a végső beküldés a közeljövőben lesz csak esedékes, új címmel:
Marisa Micheline, Alberto Stefanel, Kristóf Tóth (2021) *Implementing a Dirac approach to teaching/learning quantum mechanics in Hungarian secondary school*. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education.
- [3] Megjelent az előző félévben elkészített publikációm a *Fizikai Szemlében*:
Tóth Kristóf (2021/06) *Modell kvantummechanika középiskolában*. Fizikai Szemle. 209-214. http://fizikaiszemle.hu/uploads/2021/06/fizszem-202106-tothkristof_14_07_55_1624882075.43.pdf
- [4] Részt vettem a *TIM21* konferencián (<https://timconference.uvt.ro/index.php>), melynek konferenciakötetébe publikációt nyújtottam be. A cikk témája a mostani félévben általam megtartott tanárszakos hallgatóknak szóló kvantummechanika gyakorlaton végrehajtott újítás, mely során a fénypolarizációs tananyaggal pilot kísérletet hajtottunk végre.
Kristóf Tóth (2022) *Integrating Dirac's Approach to Quantum Mechanics into Physics Teacher Education*. TIM 20-21, AIP Conference Proceedings.

A jelenleg folyó kutatási projektjeim

Részt veszek a *Quantum Flagship* projektben (<https://qt.eu/>), melynek keretében különböző kétállapotú rendszereken alapuló tanítási anyagokat hasonlítunk össze (a bevezetőben említett fénypolarizáción alapuló olasz tananyag, kvantumostitkosítást tárgyaló német tananyag, kettős potenciálvölgyben tartózkodó részecskét bemutató szlovén tananyag, fénypolarizációt felhasználó német tananyag).

Ennek kapcsán eddig 10 online 1-2 órás meetinget tartottunk. A meetingek kapcsán a kutatást készítjük elő, megállapodtunk, hogy a „mérés” kvantumost értelmezését fogjuk vizsgálni a különböző tanítási kísérletekben. Ennek oka az, hogy nincs lehetőség pre/post-teszttel túl sok ismeretanyagot számonkérni, s úgy éreztük a „mérés” fogalma az, amely a kvantummechanika egyik legsarkalatosabb pontja. A mérés szerepét is több alapegységre bontottuk (a mérés

eredményének jósolhatósága, a valószínűség; a valószínűség szerepe a kvantummechanikában és klasszikus fizikában; a mérés állapotváltoztató hatása; az ismételt, egymást követő teljesen azonos mérések).

Erre vonatkozóan egy 1 órát igénylő tesztfeladatsort készítettünk el, mely kérdések tipikus, szakirodalom által feltárt tévképzetekre kérdeznék rá (pl. gyakori tévhit, hogy a valószínűségi leírást a diákok az állapot meghatározhatatlanságának tudják be, mely egyébként a [2]-es számú újabb beküldésre szánt cikk egyik tanulsága). A feladatsort lefordítottuk angolról magyar, német és olasz nyelvekre is.

A feladatokat számos (egyetemi, középiskolás) diákkal és tanárral kipróbáltuk annak érdekében, hogy felmérjük a kitöltésre szükséges időt. Így a feladatok számát csökkentettük, kiválogattuk a legjobb rendelkezésünkre álló feladatokat, továbbá a már kvantummechanikát tanult emberekkel való kitöltetés az esetleges félreértések és rossz megfogalmazások kiszűrésére is alkalmas volt. A teszt feladatsor elkészítését lezártuk.

A hivatalos honlapon az ELTE is meg van említve

<https://qt.eu/about-quantum-flagship/education/quantum-courses-in-teacher-education/> .

Konferencián bemutatott előadásaim

- Mivel a GIREP előadásomat elutasították, ezért a TIM konferencián (<https://timconference.uvt.ro/index.php>) adtam elő:
Kristóf Tóth: Uncertainty principle: its role in teaching/learning quantum physics via two-state systems. *TIM 20-21, Physics Conference (online)*. 11-13.11.2021.
- A Quantum Flagship csapatunk vezetője előadta eddigi munkánkat egy konferencia keretében:
G. Pospiech: Development of quantum concepts via different two-state approaches. *EQTC2021. Virtual Conference. Workshop 3.2 - Education and Training: QTEdu Community Workshop, Schools and Outreach*. Ireland. 01.12.2021.
<https://az659834.vo.msecnd.net/eventsairwesteuprod/production-abbey-public/b39e69cfd3045e89ba3af2d03a5deb4>
- Előadtam a Fizikatanári Anketon, amely során bemutattam röviden az általam átforgalmazott és rövidített olasz fénypolarizáció alapuló tananyagot:
Tóth Kristóf: Bevezetés a kvantumszámítások alapjait adó jelenségekbe a középiskolában. *63. Országos Fizikatanári Anket és Eszközbemutató*. Vác. 2021.10.22-25.
- Részt vettem egy kb. 30 fős fizikatanári PhD meetingen, amely során megismerhettük egymás kutatásait, és erre vonatkozó hasznos tanácsokat kaptunk. 2021.11.27.

Elismerések

- Elnyertem az ÚNKP ösztöndíjat a 2021/2022-es tanévre.

Oktatási tevékenység:

- Kvantummechanika gyakorlatvezető voltam fizikatanár-szakos hallgatóknak.
- Heti 7 tanórán fizikát tanítottam a győri Czuczor Gergely Bencés Gimnáziumban.

Tanulmányi tevékenység:

- Elvégeztem a kötelező PhD tárgyakat.
- Részt vettem (hallgatóként) a GIREP Webinar 2021: Physics Teacher Education – What Matters? konferencián. <https://www.um.edu.mt/events/girep/girepseminar2021>
- Idegen nyelveket tanultam.
- Meghallgattam a „Budapest Kvantumszámítás Meetup”-ot (<https://qhungary.hu/meetup/>), melynek során több, a kvantuminformatika világában elhelyezkedő magyar szakember munkájával kapcsolatos beszámolót ismerhettük meg.

Közéleti tevékenység

- A fizikatanár-szakos hallgatóknak szóló *Károlyházy Frigyes Problémamegoldó Verseny* szervezésében szerepet vállaltam.
- A középiskolásoknak szóló *Károly Iréneusz Fizika Verseny* szervezésében szerepet vállaltam.

A következő félévre vállalt munkák ismertetése

- A *Quantum Flagship* projektet folytatjuk. Ennek során a következő félévben tanítási kísérleteket végzek 2 osztályban. A munka kimenetele remélhetőleg egy közösen megírt cikk lesz a következő félév végén.
- A [2] pontban olvasható cikk lezárása.
- Az olasz tananyag általam elkészített rövidített változatának kipróbálása a közoktatásban. Ennek célja, hogy a kvantummechanika kisebb absztrakciót igénylő részeit hogyan vihetjük be a tanításba. Ennek eredményeiből egy angol nyelvű cikk megírása a terv. A munka azért is hiánypótló, mert a [4] publikációval együttesen az eredeti, tehetséges középiskolásoknak szánt olasz tananyagot ezáltal 3 részre bontottam: egy átlagos középiskolásnak befogadható kvalitatív rész; egy tehetségesebb és fogékonyabb középiskolásnak szánt verzió; legvégül egy más nyelvezetű, az egyetemi képzést támogató, kicsit elvontabb forma, fizikatanár-szakos hallgatóknak. Mind három verzió számos újítást hordoz magában.
- A következő félév során szeretné(n)k írni egy angol nyelvű cikket a határozatlansági elv kétállapotú rendszerekben való különleges megnyilvánulásáról, amely a mostanában népszerű, kvantuminformaticát megalapozó tananyagoknál releváns gondolatokat közöl.
- Középiskolásoknak szánt kvantumszámításos anyag előkészítése. Ezzel a kvantuminformatica felé nyitok, melynek alapját az olasz tananyag adja. Mivel az olasz tananyag által javasolt fénypolarizáció kétállapotú rendszer, ezért alkalmas a kvantuminformatica bevezetésére.