

### 3. félévi beszámoló

Halász István ([istvan.halasz@gmail.com](mailto:istvan.halasz@gmail.com))

Fizika Tanítása PhD program

Témavezető: Dr. Bene Gyula

A dolgozat címe: *A relativitáselmélet elemei a fizikaoktatásban*

#### Bevezetés

A kutatás korábbi szakaszaiban a relativitáselmélet hazai oktatásának történetét vizsgáltam, illetve azt mértem fel, miképp jelenik meg annak tárgyalása a tantervi szabályozókban; milyen szerepet kaphat a relativitáselmélet a szakköri munkában, miképp jelenik meg a fizikaversenyeken.

Oktatási gyakorlatomban szakköri keretek között Hraskó Péter tárgyalásmódjának megfelelően szerveztem a diákok munkáját, közösen kezdtük meg egy alapozó feladatgyűjtemény szerkesztését.

A munkát a GeoGebra programcsomag segítségével készített szimulációkkal kísértük.

#### Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

A relativitáselmélet oktatásának nemzetközi horizontját vizsgálva újabb lehetőségeket kutattam az amerikai egyesült államokbeli, a német és a francia oktatási gyakorlatban.

A félév során [kérdőíves felmérést](#) végeztem Moróné Tapody Éva segítségével, az általa gondozott, fizikatanárok számára működtetett hírlevélen keresztül, az aktív fizikatanárok körében. A felméréssel képet kívántam alkotni arról, milyen módon jelenik meg jelenleg az iskolai oktatásban a relativitáselmélet, illetve arról, milyen lehetőség volna annak a szokásosnál szervezesebb megjelenítésére. A kérdőívet 15 aktív kolléga töltötte ki, az ő válaszaik vizsgálatával igyekeztem olyan megállapításokat tenni, amelyekkel javaslatot adhatunk egy lehetséges új szempontú tárgyalásra. Ezen új szempontú megközelítés az idő fogalmának alaposabb elemzésével szemléleti-fogalmi különbséget tesz a koordinátaidő és a sajátidő között, a matematikai kapcsolat levezetéséhez pedig az optikai Doppler-effektust használja fel.

A kérdések egy része az ilyen szemléletű tárgyalás megalapozásához szükséges klasszikus fizikai ismeretekre vonatkozott, így például arra kérdezett rá, hogy egy adott kolléga gyakorlatában milyen módon jelenik meg a Galilei-féle relativitási elv, a Doppler-effektus, az elektromágneses jelenségek tárgyalása.

A kérdések másik csoportja a speciális relativitáselmélet konkrét elemeire irányult: alkalmazzák-e a hipotetikus éter fogalmát, szerepel-e a Michelson–Morley-kísérlet tárgyalása, az idődilatáció és a hosszkontrakció; adódik-e mód az órák során a relativisztikus dinamika tárgyalására, miképp jelenik meg a tömeg–energia-ekvivalencia.

A felmérés utolsó, harmadik kérdéscsoportja az általános relativitáselmélet eredményeinek, kísérleti bizonyítékainak, kozmológiai vonatkozásainak megjelenésére kérdezett rá; illetve a fekete lyukak fizikájára, a gravitációs hullámokkal kapcsolatos újabb eredményekre.

### *A felmérés tapasztalatai*

A kérdésekre adható válaszok négyfokozatú Likert-skálán jelenhettek meg, a kérdések a megnevezett téma tantermi tárgyalásának mélységét célozták. A skála az egységesség érdekében azonos módon, az 1-es (*egyáltalán nem*) értéktől a 4-es (*részletes alapossággal*) értékig terjedt, ahol a legmagasabb skálaérték a tantervben és az érettségi követelményekben megfogalmazott elvárásokon túlmutató, inkább szakköri, versenyfelkészítő foglalkozások keretében megvalósuló tárgyalást jelentette.

A Galilei-féle relativitási elv megfelelően stabil elemnek mutatkozott: a válaszadók kétharmada arról számolt be, hogy alaposan tárgyalja azt. A klasszikus Doppler-effektus nagyjából a válaszok felében mutatkozott mérvadó módon bevezetettnek, így valószínűleg érdemes kidolgozni egy a későbbiekben is hasznosnak mutató tárgyalásmódot. Az elektromágneses jelenségek tárgyalásánál lényegében adottnak tekinthetjük a mozgási és a nyugalmi indukció jelenségét, így ennek birtokában alkalmasan építhetjük erre a Galilei-elvnek az elektromágneses jelenségekre történő kiterjesztését.

Érdekes tapasztalat, hogy míg az idődilatació jelenségére a válaszok 40 %-a esett a felső két kategóriába, addig az egyidejűség relativitása döntően nem kap szerepet, holott alapvetően fontos volna. A hosszkontrakcióval kapcsolatban is hasonló a tapasztalat: mint az elmélet fejleménye olyan mértékben szerepel, mint az idődilatació, a mélyebb megértéséhez viszont szintén elengedhetetlen az idő, illetve a hossz mérés eljárásának új szemlélete. A vonatkozó kérdésre adott válaszok fényében a Lorentz-transzformáció tárgyalása már lényegében kívül esik a középiskolai tárgyalás keretein.

Hasonlóképp kijelenthető, hogy a relativisztikus dinamika még az egyébként ritka esetekben is érintőlegesen kerül szóba; az ütközések relativisztikus tárgyalása lényegében nem jelenik meg. Így mindenképpen érdemes kidolgozni egy olyan megközelítést, amellyel legalább a fakultációs vagy szakköri foglalkozásokon felvázolhatunk egy olyan gondolatmenetet, amellyel indokolható a nyugalmi tömegre és a neki megfelelő energiára Einstein által felírt összefüggés.

Az általános relativitáselméletre vonatkozó kérdések válaszai azt mutatják, hogy annak tárgyalása lényegében ismeretterjesztő jellegű. Általánosnak mondható az elmélet kísérleti bizonyítékainak bemutatása, illetve a fekete lyukak megemlítése általános a tantermi gyakorlatban.

Csatlakoztam témavezetőm, Dr. Bene Gyula kutatómunkájához: sztatikus egyensúlyban levő töltött tömegpontok rendszerében vizsgáltuk az általános relativitáselmélet szerinti korrekciókat.

### **Publikációk**

[Introduction of Reference-Frame Transformation Through Interactive Simulation](https://m2.mtmt.hu/api/publication/32098609)  
<https://m2.mtmt.hu/api/publication/32098609>

Ebben a félévben nem született publikációm.

Előkészületben van a témavezetőm, Dr. Bene Gyula által készített publikáció, amelyben igyekeztem a segítségére lenni.

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

A doktori képzés e félévi óráinak mindegyikén részt vettem.

### **Konferenciák az aktuális félévben**

Ebben a félévben nem vettem részt szakmai konferencián.

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

A Székesfehérvári Teleki Blanka Gimnázium és Általános Iskolában hetente 11 fizikaórám volt négy osztályban, illetve egy emelt szintű csoportban; hetente további kettő órában tartottam szakköri foglalkozást a relativitáselmélettel kapcsolatosan, illetve részt vettem a fizika diákolimpiai foglalkozások tartásában, Dr. Orosz Gábor Tamás tanár úr munkáját segítettem, ez további heti három órát jelentett. Az emelt szintű érettségiztetés során javító tanár, és az egyik szóbeli vizsgabizottság elnöke voltam.

Májusban két alkalommal egy-egy 11.-es osztállyal látogatást tettünk az ELTE laborjaiban és a Műszaki Egyetem Oktatóreaktorában; az Egyetem részéről Dr. Horváth Ákos szervezte a programot.