

2. félévi beszámoló

Ollé Hajnalka (olle.hajnalka@gmail.com)

Fizika Tanítása Phd. program

Témavezető: Kovács Tamás

A dolgozat címe: **Korszerű csillagászati kép kialakítása a középiskolai oktatásban**

Bevezetés: Célom, egy olyan munka létrehozása, mely képes áthidalni a picit „régimódi” fizika tanterv és az osztályban ülő diákok közti gondolkodásmódbeli generációs különbséget. Fontosnak tartom, hogy figyelembe vegyük a hallgatóság igényét, de mindezt úgy tegyük, hogy a lényegi dolgok ne fakuljanak. Mindenki számára nyilvánvalóvá vált, hogy a mai diákok igényei, ingerküszöbük, szemléletük a világról teljesen más, mint tíz, húsz évvel ezelőtt. Ennek megfelelően kell alakítani az ismeretanyag átadásának módszerét, miközben gondosan ügyelünk arra, hogy a tananyag lényegben ne változzon. Fontos, hogy ne kopjon ki a tudományos gondolkodás igénye.

Mindezt a fizika egyik legdinamikusabban fejlődő ágával, a csillagászzal szeretném elérni. Ahogy az előző félévi beszámolóban is említettem, a jelenségek közti kapcsolatok felismerése elengedhetetlen ahhoz, hogy a diákok átfogó, napjaink kutatási eredményeihez hű képet alkothassanak a világról. Ezt csak oly módon lehet elérni, hogy egy konkrét csillagászati jelenséget részletesen tárgyalva eljutunk egy megállapításra, majd párhuzamot keresünk a fizika más területeivel, így a diákok maguk fedezhetik fel a törvényszerűséget, a kapcsolatot a fizika különböző fejezetei között, ezt később általánosítva beépíthetik saját világlképükbe.

A csillagászati hírek akarva-akaratlanul is beleivódnak a mindennapjainkba. Itt nem a filmekre vagy sci-fi irodalomra gondolok, hanem a tényleges hírportálok által ontott felfedezésekre, melyek sokszor torzult képet mutatnak a tudományos kutatások folyamatáról. A diákok elképzelni sem tudják, hogy egy-egy felfedezésig milyen út vezet. Azt tapasztalom a tanítás során, hogy szeretik, ha megmutatjuk nekik az utat, a lehetőségeket, melyet, ha kitartóan végigjárnak ők is elérhetik a célt, és egy látszólag kusza adathalmazból maguk nyerhetnek ki használható információt. Másrészt, a kritikus gondolkodásmódot is ki kell alakítanunk, az interneten olvasottakkal kapcsolatban kis bizalmatlanságot kell csepegtetnünk az elméjükbe, ezáltal tanulják meg kiszűrni az információáradatból a hiteles, számukra lényeges tudást.

A dolgozatom éppen ezért különböző kutatási módszerek, eljárások részletes bemutatására törekszik, arra, hogy bevigyük a középiskolába a felfedezés örömet. Történhet ez kísérlet, szisztematikus mérés alkalmával, vagy éppen egy numerikus módszer bemutatásával. A diákok annyira sokrétűek, mindenkinek meg lehet találni azt a módszert, amire fogékony, amivel felkelthető a figyelme.

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése: Ebben a félévben párhuzamosan két (és egy kiegészítő harmadik) projekt futott. Az első, melyet az előző félévi beszámolóban részletesen tárgyaltam, a fedési exobolygók fotometriája, melyet mindenki számára viszonylag könnyen elérhető eszközök segítségével oldunk meg. Olyan módszert szeretnék kidolgozni, bemutatni, melyet kis energia befektetésével könnyű átültetni bármelyik középiskolába, így sok diák számára elérhetővé válik. Ezt valamelyest két részre bontanám.

Az első, az észlelés. Fontosnak tartom a megfigyelés folyamatát, hogy saját bőrükön tapasztalják azt, hogy a kitartás mennyire lényeges építőköve a kutatási eredményhez, az új ismerethez vezető útnak. Ezzel szemben azt is tudom, hogy egy átlagos középiskolának milyen lehetőségei nyílnak egy csillagászati megfigyelés lebonyolításához. Éppen ezért javaslom csillagászati szervezetek bevonását, akik rengeteg tapasztalattal és eszközzel tudnak segíteni a fizikatanárnak. A tavasz folyamán picit változtattunk az eszközparkon az előző félévi beszámolóhoz képest. Ezt részben a Bakos Gáspárék által használt eszközök implikálták (<https://arxiv.org/abs/1506.03097>). Az objektívet lecseréltük egy fényerősebb Canon EF 100 F2 teleobjektívra (ők a cikkben egy legendás Canon 135 F2 objektívet használtak, de egy ilyen típus anyagilag, ráadásul kereskedelmi forgalomban már nem kapható), illetve 2 fényképezőgépet is tesztelnénk. A populáris Canon 350D-t, és a Canon 60D-t. Ezen kívül a kiszemelt célpontok is bővültek KEPLER szonda által felfedezett objektumokkal. Ennek egyszerű oka van. Az objektumok viszonylag fényesek 8-9 magnitúdósak, ami bőven bele fér az objektív érzékenységi tartományába. Ezen kívül sok olyan objektum van, melynél a fedés időtartama rövid, és a Lant, valamint Hattyú csillagkép közötti területet fedi le, ami ideális a nyári észlelésekre.

A másik rész, egy műhold, pl. a TESS által elvégzett, mindenki számára elérhető adatsor feldolgozása. Mivel egy teljes égbolt felmérésről van szó, a műszer nem tér vissza ugyanarra az égboltra, ezért mindenképpen hasznos lenne a tranzitok ismételt mérése.

A csoportok egyelőre az égbolttal és a távcsővel való megismerkedésnél tartanak, mivel a tavaszi időszak nem kedvezett az észlelésnek. Ezen kívül elméleti háttérrel kapnak a fedési exobolygó-rendszerek megfigyelésének technikájáról.

A második projekt során egy kicsit megismerkedtek a diákok a numerikus módszerekkel. Egy egyszerű égi mechanikai problémát, a korlátozott háromtest-problémát ismerttettem meg velük, melynek, Poincaré óta tudjuk, hogy nincs analitikus megoldása, ezért szükséges egyfajta közelítő megoldást alkalmazni. A legegyszerűbbnek az Euler-módszert találtam, mely didaktikai szempontból kiemelkedő, több szempontból is. Egyrészt könnyen megérthető középiskolai fizika ismeretekkel is, ezen kívül nem igényel komolyabb matematikai megoldásokat. Ez mindenképpen vonzóvá teszi. A másik fontos tanulság, hogy alkalmazása során a diákok problémákkal szembesülnek, ezt meg kell tanulniuk kezelni. Megtalálni a probléma forrását, módszert találni annak kiküszöbölésére, illetve minimálisra csökkentésére. A problémamegoldó képességük, hozzáállásuk szemmel láthatóan fejlődött a projekt folyamán. Említék konkrét esetet is. Az egyik egy technikai megoldás. A programot python nyelven írtuk, ahol a vizualizációval akadtak problémáink. A bolygópályák rajzolásánál idővel a futás során a pályák eltorzultak. Ez igazából csak egy megjelenítési gond volt. Erre a diákok találtak egy megfelelő megoldást. Az egész forráskódot átültették teknőc grafikára (Turtle graphics), mely a python nyelvnek egy olyan grafikus modulja, ami könnyen alkalmazható kezdő programozók esetében is.

Egy másik hasonló helyzet. Számukra is nyilvánvalóvá vált, hogy az Euler-módszer nem ad jó megoldást, csak durva közelítést. (De a numerikus módszerek alkalmazásának fontosságát egyértelműen átadja.) Fontos a lépésköz megfelelő megválasztása. A Kepler-törvények ismeretében ők is tudják, hogy a bolygók a pericentrum közelében felgyorsulnak, így az is bizonyossá vált, hogy azokon a helyeken fontos lenne a lépésköz további csökkentése. Egy if feltételvizsgálat beiktatásával ez viszonylag könnyen megoldható lett. Azt is megtapasztalták, hogy ha a teljes futás során kisebb lépésközt választunk, akkor, az több számolást, ezáltal

lassabb futást eredményez. Egy köztes megoldást szerettek volna. Erre pedig megfelelőnek bizonyult, hogy feltételhez kötöttük a lépésköz megválasztását.

A lépésköz megválasztása során, a folyamatos tesztek, futtatások alkalmával nyilvánvalóvá vált, hogy a rajzolt pályák teljes mértékben eltérnek egymástól. Így felmerült a kérdés, hogy vajon az energia megmaradó mennyiség-e ebben a rendszerben. Kiszámoltattuk a rendszer összenergiáját kezdetben, majd a ciklus minden futása alkalmával. A kettő hányadosát ábrázolva egyértelműen látszott, hogy az energia folyamatosan nő. Ez a növekedés a lépésköz csökkentésével korrigálható, de az energia megmaradása akkor sem teljesül. Ez is azt bizonyítja, hogy az Euler módszer nem megfelelő, új módszert igényel a probléma megoldása.

Összefoglalva: egy kezdetleges programot írtak, melyben két naptömegű csillag körül kering egy a Föld paramétereivel rendelkező bolygó. Rengeteg további kiegészítést igényel a program. Saját bőrükön tapasztalták meg az Euler-módszer hiányosságait. Újabb, pontosabb megoldásokat igényelnek a diákok maguk is. Ez mindenképpen előre mutató. Tehát a munka nem állt meg. Tervben van további közelítő módszerek megismerése, ezen kívül beindította a fantáziát is, ami a diákokat egy módszeres kutatásba kényszerítette, mely során olyan exobolygó-rendszert kerestek, amiről minden kezdeti paramétert ismerünk, így alkalmazható lenne rá a kód. Sajnos egyelőre nem találták a megfelelőt, de a kutatás során rengeteg ismeretet szereztek az exobolygó-rendszerek sokrétűségéről. A projekt esszenciája igazából abban rejlik, hogy alap programozói tudással képesek voltak olyan szimulációt létrehozni, mely látványos, a tanulás és fejlesztés szempontjából tanulságos. Rengeteg kisebb-nagyobb problémát kellett megoldaniuk a programozás során. Egyértelműen tágitotta a látóterüket és a hozzáállásukat egy-egy megoldásra váró problémához.

Publikációk: A tervezett cikk címe: *Exobolygók fedésének megfigyelése középiskolai szemmel.*

Szerzők: Ollé Hajnalka, Kovács Tamás

Tervezett folyóirat: Fizikai Szemle

A fedési exobolygók fotometriájának sikeres elvégzése folyamatban van, így az ezzel kapcsolatos cikk is, melyben részletesen kitérünk a kapott adatok feldolgozására. Megnézzük, hogy a kapott eredmények konzisztensek-e az irodalomban található fénygörbékkel. Amennyiben a kapott fénygörbék sikeresnek minősülnek, megvizsgáljuk, hogy ezek milyen mértékben járulnak hozzá a további tudományos kutatásokhoz. Viszont, ha negatív eredménnyel zárul, didaktikai szempontból fontos megvizsgálni, hogy a diákok hogy viszonyulnak a „kudarchoz”, és azt hogy képesek feldolgozni, megoldani. Kiemelkedőnek tartom azt is megvizsgálni, hogy egy bizonytalan kimenetelű mérés során, ha végül mégsem kapják meg a várt eredményt, azt miként fordíthatjuk a javunkra a tanítás során. Itt mindenképpen a sikertelen mérés okait kell felkutatni, és levonni belőle a konzekvenciát. Bizonyára tanulságos egy ilyen szituációt együtt elemezni a diákokkal. Tehát az észlelés és adatfeldolgozás csak egy része a projektnek. Ehhez jelentő járulékot tulajdonítok annak, hogy a diákok a mérést követően mit tudnak kezdeni a kezükben levő adatokkal, illetve, hogy hova vezet a fantáziájukat egy új lehetőség, módszer ismerete.

Az előző félévi beszámolóban említett eszközpark kicsit változott, illetve az észlelésre kiszemelt exobolygó rendszerek is bővültek a TESS űrtávcső által felfedezett objektumokkal. Háttér ismereteket szolgáltató forrásokat már összegyűjtöttem, ezek

feldolgozása, valamint maga a mérés is folyamatban van. Ezt már kibővítettük technikai megfontolásokkal, tapasztalatokkal.

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben: A ELTE Fizika Doktori iskola, Fizika Tanításának Programján belül a D-modul látogatása

Konferenciák az aktuális félévben: Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Fizika Földtudományok és Matematika szekcióján 2 pályamunkával (3 diákkal) indultunk a középiskolás Fizika kategóriában. A munkák címei:

- A háromtest-probléma modellezése Euler-módszer segítségével
- Diffúziós ködkamra építése

Mindkét esetben kiemelt dicséretet, illetve lehetőséget (és ösztöndíjat) kaptak az egyetemi TDK műhelyekben történő kutatásra. Így a munka folytatódik még a nyáron!

Szakmai közéleti tevékenység: Csillagászati és ismeretterjesztő táborok szervezése:

- Corvuska 2019, 10-15 éves korosztály számára (<http://corvus.sk/index.php/9-fokategoria/szervezeti-elet/gyerektaborok/16-corvuska-2019-csillagasztabor>)
- Corvus Észlelőtábor középiskolások, egyetemisták és felnőttek számára, mely augusztus során kerül megrendezésre.
- Természettudományi nap szervezése a Magyar Tanítási Nyelvű Magángimnáziumban, Dunaszerdahelyen, melynek idei témája a 150 éves periódusos rendszer volt.