

Féléves beszámoló az Irányított kutatómunka tantárgyhoz

Schramek Anikó, 2017/2018 tanév, I. félév

Témavezető: Cynolter Gábor

Az előző félévben humán osztályban tanítottam a kvantummechanikát. Eközben nagy vonalakban felmértem, hogy hol, mely részekenél lehetne több matematikával tanítani ezt a részt matematika illetve természettudományos tagozatokon, illetve hogy milyen bemutatható kísérletekkel segíthetjük a megértést. Ebben a félévben - terveimnek megfelelően - ezzel részletesebben foglalkoztam, az alábbiakban erről írok, illetve összegyűjtöttem néhány weboldalt, ahol a téma megértését nagyban segítő animációk, szimulációk találhatóak. Emellett a Wigner Fizikai Kutatóközpont által kiírt tanár kutató pályázatnak köszönhetően diákjaimmal az intézet egy kutatócsoportjának munkájába nyerünk bepillantást, ami szintén hasznos tapasztalatokat ad több témakör tanításához.

Korábbi tapasztalataim alapján az előzmények között tárgyalt hőmérsékleti sugárzást, fotoeffektust a diákok jól értik, ugyanakkor a megtanult jelenségeket a diákok egy idő után keverik, nehezen memorizálják, szükség van valamire, amihez kötve az információ tartósan épül be egy gondolati rendszerbe. Az animációkkal való képi megjelenítés tehát a rögzítésben, a hosszú távon való megjegyzésben segít. Matematika tagozaton segít a mennyiségi leírás, de sok esetben éppen a jelenség megértésének rovására megy. Humán osztályokban a Compton szórás matematikai leírása, időben már távol a mechanika tanulmányaiktól, szintén inkább összezavarja a diákokat mintsem segíti a megértést. Az animációk, szimulációk, képi megjelenítés mind a megértésben, mind a nevek és jelenségek összekötésében, megjegyzésében segít.

A hidrogén Bohr modelljével való leírását, abból az alapállapotú pálya sugarának és energiájának számolását, valamint a Rydberg formula felírását humán osztályban nem tartom szükségesnek, matematika és természettudományos osztályban a diákok jól értik. Ezt tízedikes, természettudományos osztályba járó diákokkal szakköri keretek között vizsgáltuk. Ebbe a csoportba azok a diákok járnak, akik kifejezetten fizika érdeklődésűek, és a kémia órán tanult Bohr modell re is jól emlékeztek.

A [vascak.cz](http://vascak.cz) oldalon is megtalálható, de Geogebra alkalmazásával is szemléltethető szinusz függvények összegzését, valamint az állóhullámok kialakulását, matematikai leírását matematika illetve természettudományos tagozaton a diákok jól értik. A tanév első felében ezt harmonikus rezgőmozgás és mechanikai hullámok tanítása során használtuk. A szinusz függvények összegzését a diákok alapvetően értették, a szimuláció használatakor maguk javasoltak változtatásokat, és igyekeztek megjósolni az összefüggvényben látható változásokat. Ez egyrészt rövid idő alatt helyettesített hosszas matematikai levezetéseket, másrészt erős motiváló hatása volt. A fizikai optika rész tanításakor sok kérdés hangzott el, ami azt mutatja, hogy a diákok az internet segítségével olyan információkhoz jutnak, olyan területeken vizsgálódnak, ami vagy a következő tanév anyaga, vagy azon is túlmutat. Így került szóba a kettős rés kísérlet elektronnal, illetve az anyag kettős természete. Ennek hatására szakköri keretek között a hullámtulajdonságokat animációkkal szemléletessé téve a hullámcsomagot, illetve a kevert állapotot, vizsgáltuk, majd a „dobozba zárt részecske” energiaszintjeit az állóhullámokról tanultakat, és a  $\lambda=h/p$  összefüggést (csak közlés alapján) felhasználva. Ezt a diákok jól értették, örömmel számoltak. Szintén harmonikus rezgőmozgást

végző test vizsgálatakor írtuk fel a test mozgásegyenletét differenciális alakban(, mert a csoport matematikából éppen a deriválás témakörnél tartott). Az egyenletet és a megoldását jól értették, egy diák még a tanóra végéig belátta, hogy az egyenlet megoldása csak harmonikus függvény lehet. Ez matematika tanulmányaikon is túlmutat, a diák saját érdeklődését mutatja az eset. Ezek alapján a Schrödinger egyenlet időtől független alakjához eljutva, a diákok látni fogják a formai hasonlóságot. Ebből a  $\psi$  függvény alakjához juthatunk különböző feltételek mellett, illetve a függvény értelmezéséhez. Matematika tagozaton ez alapján leírhatjuk az elektronpályákat, összevethetjük a kémia órán tanult elektronpályák alakjával. Segítségével magyarázhatjuk az alagúteffektust is. Ezen jelenségek szemléltetésében pedig óriási segítséget jelentenek a témában fellelhető animációk, szimulációk.

Az alábbiakban felsorolom, hogy ilyeneket mely címekkel, jelenségekhez kötve találtam. Nagy Sándor fizika tanár honlapján összegyűjtve: katódsugárcső, hőmérsékleti sugárzás, kétrés kísérlet fényvel, Röntgen sugárzás, Compton-effektus, Stern-gerlach kísérlet, Bohr modell, vonalas szinkép, H atom gerjesztése, cirkuláris állóhullámok, alagúthatás, potenciálgödörbe zárt részecske. Vladimir Vascak fizika tanár maga készítette szimulációi: fekete test sugárzás, fekete test modell, atommodellek: Thomson, Rutherford, Bohr, Sommerfeld, Schrödinger, Rutherford kísérlet, Bohr-féle atommodell, Compton-szórás, Franck-Hertz kísérlet. A Colorado egyetem PhET oldalán: Rutherford-szórás, fotoeffektus, alagúthatás és hullámcsomagok, kvantált kötöttállapotok, kvantumhullám-interferencia, lézerek, neoncsövek és más kisülési lámpák, Fourier: hullám-LEGO, MRI és NMR, H atommodellek, iránykvantálás (Stern-Gerlach kísérlet), vezetőképesség, félvezetők, elektrondiffrakció (Davisson-Germer kísérlet), a hőmérsékleti sugárzás spektruma, kovalens kötés (két potenciálgödör), sávszerkezet. Az animációk mellett fontosnak tartok egy a mechanikai hullámok leírásához készült régi filmet is. Ez a régen hurokfilmként készült felvétel minden iskolában megtalálható volt, sok helyen ma is megvan digitalizálva (és VHS-en is). Ebben a törést bemutató részben láthatjuk az alagúteffektust szemléletesen.

A félév elején (augusztusban), volt szerencsém részt venni a Wigner Fizikai Kutatóközpont által fizika tanároknak szervezett továbbképzésen a CERN-ben. Itt elméleti képzést is kaptunk, és több helyszínt, kísérletet láthattunk és ismerhettünk meg. Az előadásokon sok új ismeretet szereztem, ezek részben köthetők doktori témámhoz is. A kísérleti helyszínek és berendezések, vagyis a gyakorlati alkalmazás megismerése több szempontból segíti a tanári munkát. Egyrészt hasznát vesszük a tanításban, másrészt a tanórán kívül, érdeklődő diákok által feltett kérdések megválaszolásában. Ezen felül pedig óriási motivációs hatást jelent a diákok számára, ha eljuthatnak a CERN-be. Az augusztusi képzésen az ilyen utak szervezéséhez is rengeteg segítséget kaptunk.

Szintén a Wigner Fizikai Kutatóközpont által kiírt pályázatnak köszönhetem másik új tapasztalatomat is. A teljes tanév során heti egy alkalommal, 4 diákkal járunk az intézetbe, ahol Varga Dezső fizikus és Oláh Éva fizika tanár segítségével diákjaim maguk építenek sokszálas proporcionalis kamrát. A cél a kutatás alapú tanulás megvalósítása, illetve ennek hasznosságának felmérése. A munka megkezdése előtt röviden felkészítettem a kis csoportot, az elméleti háttérrel könnyen megértették. A munka folyamán több, a detektor használatához, működéséhez köthető ismeretanyag szóba került. Ennek kapcsán tudatosodott bennem, milyen fontosak a szakkörön, szünetben „folyosói beszélgetésekben” elhangzó kérdésekre adott válaszok. Egyik ilyen téma a relativitáselmélet volt, amivel tízedikes diákjaimmal az előző tanévben egy szakköri órán foglalkoztunk, az ő kérésükre. A CERN-ben folyó kísérletek kiértékelésének kapcsán merült fel a határozatlansági reláció, amire diákjaim szintén rákérdeztek már egy órák közötti szünetben. Hasonlóképpen kerültek elő részecskefizikai ismeretek, amiről iskolánkban egy vendég előadó (Horváth Ákos, ELTE) beszélt, és a diákok

sok mindenre emlékeztek, sőt az előadást követően tovább olvastak a témában. A jövőben tervezem ezen foglalkozások, beszélgetések tudatosabb alakítását, tervezését.

Az ebben az évben induló, hosszú távra tervezett programban egy másik iskola, a Baár-Madas Református Gimnázium diákjai is részt vesznek, ők a hét egy másik napján járnak az intézetbe. A két iskola diákjai egymás munkáját folytatva, közösen dolgoznak a detektoron, melynek első, egyelőre 4 kamrából álló darabja már elkészült, működését kipróbáltuk. Az építés közben sok részfolyamatot megtanultunk, precíz illesztéssel járó, és klasszikus műhelyben végzendő gyakorlati feladatokat el kellett látnunk. Emellett az intézet dolgozóinak egyéb feladataiba is bepillantást kapunk. Amint említettem, az építést a teljes tanévben folytathatjuk. A tervek szerint az év egy az intézetbe szervezett egy hetes táborral zárul, ahol más diákok is részt vehetnek hasonló munkákban. A fizikus és tanár kollégákkal kutatásainkról egy közös cikkben számolnánk be magyar nyelven a Nukleon, illetve angol nyelven a Science in School lapokban, Kutató diákok a Wigner Intézetben címmel.

Források:

Gnädig Péter Szemléletes kvantumelmélet órái, ELTE, Fizika doktori iskola, Fizika tanítása program, 2016/2017 tanév, I. félév

Juhász András A fizika tanítása III és IV. órái, ELTE, Fizika doktori iskola, Fizika tanítása program, 2016/2017 tanév, I. és II. félév

<http://nagysandor.eu/#szimek>

<https://phet.colorado.edu/hu/simulations/category/physics/quantum-phenomena>

[www.vascak.cz](http://www.vascak.cz)