



SZAKMAI BESZÁMOLÓ A KUTATÁSI PROGRAM MEGVALÓSÍTÁSÁRÓL

A kutatási program címe: A ködkamrától a Standard Atommodellig

A kutatást vezető mentor neve: Nagy István

A kutatócsoport tanulóinak száma: 5. fő

Érintett tudományterület (jelölje aláhúzással az érintett tudományterületet):

- **Természettudományok**
 - Biológiai tudományok
 - Fizikai tudományok
 - Földtudományok
 - Kémiai tudományok
 - Környezettudományok
 - Multidiszciplináris természettudományok
- **Műszaki tudományok**
 - Agrár műszaki tudományok
 - Anyagtudományok és technológiák
 - Építésmérnöki tudományok
 - Építőmérnöki tudományok
 - Gépészeti tudományok
 - Informatikai tudományok
 - Közlekedéstudományok
 - Vegyészmérnöki tudományok
 - Villamosmérnöki tudományok
 - Multidiszciplináris műszaki tudományok
- **Matematika**
 - Matematika

1. Kérjük, készítse el a megvalósult kutatási program munkatervét az alábbi szempontok alapján (legalább két A4-es oldal terjedelemben):

- Mutassa be a kutatási program tartalmát (tervezett és megvalósult elemek);
- Sorolja fel a kutatási program céljának elérése érdekében alkalmazott kutatási módszereket!
- Mutassa be, hozott-e új ismereteket és/vagy új eredményeket a megvalósítás.
- Mutassa be, hogyan hasznosultak a projekt eredményei (pedagógiai eredmények, a projekt eredménye).
- A projekt (várható) társadalmi-gazdasági hasznosulásának összegzése.
- A sikeresen megvalósított elemek bemutatása a pályázatban leírt munkatervhez képest.
- Mutassa be, mit tart a projekt legsikeresebb elemének, illetve legnagyobb eredményének!
- Mutassa be, mit tart a projekt legkevesbé sikeres elemének!

„ A „ködkamrától a Standard Atommodellig” kutatási projekt, egy nagyon fontos úrt próbál pótolni, vagyis bemutatni azokat a felfedezéseket, találmányokat amelyek

elvezettek az új anyagi részecskék felfedezéséhez (müonk, kvarkok, bozonk), hiszen ez a témakör teljesen kimaradt a középiskolai tananyagból. Jelen álláspont szerint az elemi részecskék felfedezésével (1897 Thomson az elektron, 1911 Rutherford az atommag és a proton, 1932 Chadwick a neutron), a Schrödinger-Heisenberg atommodellel lezárul a tananyag, és ez kb. az 1930-40-es évek.

Nagyon fontos, hogy a diákok lássák már a középiskolában a tudománynak azon oldalát is, amely továbbfejlesztette ezeket az ismereteket, tudják logikailag követni a felfedezéseket, megismerjék azokat a technikai fejlődéseket amelyek elvezettek az anyag szerkezetének mostani megismeréséhez, bepillantsanak ez elméleti fizika rejtelseiben, ahol számításokkal, modellezéssel jutnak a kutatók új felismerésekhez és megismerkedjenek mindezen megvalósításokkal a CERN-i részecskegyorsítóban, és az ott dolgozó szakemberekkel.

A kutatási projekt első körben feldolgozza azokat a kutatásokat, amelyekkel új részecskéket fedeztek fel, 1932 Anderson a pozitron, 1959 Reines a neutrínó, 1964 Gell-Mann a kvark modell kidolgozása, 1973 Rubbia a W-bozon, 2012 a Higgs-részecske felfedezése.

Ezeknek az ismereteknek a birtokában a diákokban egy alapismeret alakul ki, egy általános kép, az anyagszerkezet világáról, tanulják, szokják, majd otthonosan használják, az olyan kifejezéseket, mint gyorsító, detektor, TeV, barion, fermin, stb. Ez a folyamat már elkezdődött, szeptemberben megalakult egy szakkör az iskolában ebben a témában, szeptember 12-én részt vettünk Budapesten a Wigner Adatközpont nyílt napján, ahol az intézmény látogatása mellett, értékes előadásokat hallgathattunk a CERN-i részecskegyorsító működéséről, felvételről és élő kapcsolással az ott dolgozó magyar tudósokkal.

Szeptember szeptember 24-én, a kutatók éjszakáján én tartottam egy előadást diákjainknak a CERN-i részecskegyorsítóról, 2015. november 3-án dr. Róka András az ELTE docense tart előadást diákjainknak az elektronok világáról, majd decemberben megszeretnénk látogatni a KFKI kutató laboratóriumát. Terveink között szerepel dr. Sükösd Csaba, dr. Horváth Dezső kutatók előadásait meghallgatni ebben a témában, vagy a gimáziumunkban, vagy a BME-n, vagy a Wignwr kutatóközpontban.

A projekt egyik fontos alapgondolata, hogy értsék a diákok azokat a lépéseket, kapcsolatokat, amelyek egy-egy ilyen felfedezéshez vezetett. A kezdeti fénymikroszkópos, majd lézermikroszkópos megfigyelésekkel mikro- illetve nanoméretreig lehetett eljutni az anyag megismerésében, de az 1950-60-as években a kutatások fokozatosan a részecskegyorsítók irányában terelték a kutatásokat, elsősorban Amerikában, Stanfordban. Itt egy 3 km-es lineáris gyorsítóban elektronokat gyorsítottak 22Gev energiára, így fedezték fel Taylorék a kvarkokat. Ezeknek a lineáris gyorsítókak a tovább fejlesztésével jutottak el a protongyorsítókhoz (nagyobb a tömegük), illetve ahhoz a megoldáshoz, hogy nem lineárisan, ha nem körkörösén keringtetik őket. CERN-ben a Nagy Hadron Részecskegyorsítóban, egy 27 km-es pályán, két egymással párhuzamos csőben, egyszerre 2808 részecskecsomag kering csomagonként 100 milliárd protonnal, majd ezeket ütköztetik négy helyen, ahol négy detektorban méri, elemzi az adatokat.

Az összefüggések megértéséért az iskolában két csomagban tudunk ilyen témájú kísérleteket végezni, az elektronágyúk és a detektorok egyik kezdetleges formájával.

Az elektronágyúk, igazából a katódcsöves televíziók, ilyen létezik az iskolai szertárban is, de órai tananyagban nem használjuk. A kísérletesés előtt áttekintjük a működési elvét: az elektronforrást, a katódot negatív nagyfeszültségre kell kapcsolni az anódhoz képest, az elektron sugarat gyorsíthatjuk, eltéríthetjük állandó mágnesek alkalmazásával.

A másik témakör,ilyent diákjaink eddig csak képeken, felvételen láttak, a ködkamrás kutatások, legközelebb a Paksi Atomerőmű Látogató központjában található ilyen berendezés, Ilyen diffúziós ködkamrát szeretnénk készíteni, amelyekkel a háttérsugárzásból származó részecskéket kitudjuk mutatni. Működésének, lényege, és nehézsége, hogy szárazjég (-78°C) segítségével egy átlátszó edény alsó és felső része közé izopropil-alkoholt jutattunk, alul hűtve, felül melegítve. Az alkoholgőzök apró cseppek formájában lecsapódnak, a cseppfolyós alkohol felett kialakul egy túltelített réteg, az ezen áthaladó elektromosan töltött részecskék hagynak nyomot (radon, müon, foton). Ezeket a jeleket észlelve, lefényképezve, feldolgozva diákjaink értékes információkhoz jutnak.

A két kísérlet kiválasztása nem véletlen szerű. Az első, az elektronagyú tanulmányozásával a kutatásaink során eljutunk a részecskegyorsítóig, az LHC működéséhez CERN-ben, illetve a ködkamrától a detektorokig, az ATLAS, ALICE, CMS.

Kutatásaik során, tehát diákjaink olyan ismeretekre tesznek szert, amelyek alapjai a középiskolában kezdődnek, eredményei túlmutatnak a középiskola keretein. A pályázat befejező része egy CERN-i üzemlátogatás, az ottani technológia és szakismertek megismerése, a kint dolgozó magyar kutatók bevonásával. Ezek a méretek már túlmutatnak a középiskolai tananyagot, pályaválasztás előtt állva meghatározó hatás lehet életükben megismerni egy olyan létesítményt, ahol a föld alatt 80-100 méter mélységben 1.7 K hőmérsékleten zajlanak a kutatások, ahol 40 millió ütközés történik másodperc alatt, és ahol ennyi információt rögzítene és elemeznek a számítógépeken, ahol a szinte fény sebességgel keringő protonok a gyorsítás során 10 óra alatt a Föld-Neptunusz távolságot teszik meg oda-vissza.

Előzetes regisztráció során, a kutatócsoport a CERN-ben megismerheti a részecskegyorsító működését, láthatják a folyékonyhélium előállítását, kísérletezhetnek vele, betekinhetnek, üvegablakon keresztül az intézmény irányító központjába, a számítógép szobákba, ahol másodpercenként több információt tárolnak, mind egész „forgalma” egy nap alatt. A kint dolgozó kollégák segítségével: Szilasi Zoltán, Bene Noémi, Horváth Dezső magyarul kaphatnak felvilágosítást azokról a területekről, amelyeket ezek a kollégák felügyelnek, illetve azokról akutatási projektekről, amiben ők dolgoznak. Nagyon fontosnak tartom azokat az impulzusokat, amelyeket diákjaink kaphatnak a tanulmányi út során, hiszen több projektje van a CERN-i részecskegyorsítónak egyetemisták, kutatók számára.

Hazatérve diákjaink elkötelezett szószólói lesznek a genfi részecskegyorsítónak, illetve kiselőadások, tanulmányok sokaságával terjeszthetik ezeket a kutatási eredményeket. A Standard Atommodell jelenlegi formájával, a leptonok, kvarkok, bozonok világával anyagszerkezeti kutatásaink legutolsó tudományos információi, hozzájuk kapcsolódó négy alapvető kölcsönhatás, az elektromágneses, az erős, a gyenge és a gravitációs teljesen leírják az anyag létezését a Világegyetemben.

A pályázat során a diákok megismerkednek a Standard Atommodellel, melynek alapjai 1964-ben Gell-Mann dolgozta ki, és amelynek utolsó „alapkövét” 2012, július 4-én pont CERN-ben fedezték fel, és megálmodójáról Higgs részecskének nevezték el. Jelen pillanatban ez a legfrissebb állása a tudománynak, csak remélhetjük, hogy részletek hamarosan bekerülnek a tankönyvekbe.

.....
.....

2. Mutassa be, hogy a kutatási program megvalósítása milyen ütemezés szerint történt!

Hónap	Elvégzett feladatok	Részt vevő diákok neve	Elért eredmények
2015-09	A projekt szeptemberben elkezdődött, szeptember 5-én részt vettünk a Wigner Adatközpont nyílt napján a KFKI előtti téren. A diákok első ízben találkoztak a CERN-el képeken, élő helyszíni kapcsolással, népszerűsítő, tájékoztató anyaggal. Nagyon izgalma és lenyűgöző volt a számítógépes adattároló meglátogatása. Hazatérve elhatároztuk szeretnénk mélyebben megismerni ezeket a kutatásokat, így belevágunk a pályázat megírásában, meghatároztuk az egyéni kutatási témát, elkezdtük az alapvető szakirodalom feltérképezését.	Hús Luca, Frei Kata, Takács Péter, Nagy Ferenc, Baglyas Márton (ő később kilépett a pályázatból, helyette Naubauer Norbert került	A diákok készültek erre a rendezvényre, tartottam nekik szakmai tájékoztatót, átvettük a standard modell lényegét. A látogatás legfontosabb célja az volt, hogy a diákok figyelmének felkeltsem a téma iránt, illetve, hogy lássák a saját szemükkel a cerni kutatás fontosságát a budapesti nyíltnapon. A diákok megtanulják egy pályázat elkészítésének módját, az információ gyűjtést, a kutatási tematika összeállítását.
2015-10	Sikerül együttműködési megállapodást kötni a Wigner Kutatóintézettel. Megkezdtük az elektronagyú és ködkamra dokumentációjának begyűjtését, az elméleti és gyakorlati szakirodalom rendszerezése. Ezt a munkát elsősorban Nagy Ferenc és Takács Péter végezte.	Hús Luca, Frei Kata, Takács Péter, Nagy Ferenc, Baglyas Márton (ő később kilépett a pályázatból, helyette Naubauer Norbert került	Sikerült megtalálni azokat a sarkalatos pontokat, gyorsító, detektor, trigger, adattárolás amelyek segítik, működtetik egy részecskegyorsító működését A diákok megtanulták a szakirodalom feltárását, a kapcsolatfelvételt más kutató intézetekkel.
2015-11	Felvettük a kapcsolatot s BME munkatársaival, ők rendelkeznek ködkamrával, de az más alapon működik. Hús Luca és Frei Kata elsősorban a CERN-el	Hús Luca, Frei Kata, Takács Péter, Nagy Ferenc, Baglyas Márton (ő később kilépett a pályázatból, helyette Naubauer Norbert került	Sikerült egy a miénkhez hasonló ködkamra dokumentációját megszerezni, Sántha Botondét, a BME-ről, de ő az alacsony

	<p>kapcsolatos információkkal foglalkozott. Közösen megtekintettük Trócsányi Zoltán –Isteni részecske előadását, a youtub-on, majd kielemeztük, a fontosabb részeket megbeszéltük.</p> <p>jelentkeztünk a CERN-i látogatásra, itt egy motivációs levelet kell küldjünk a látogatási célunkról, természetesen angol nyelven, ezzel Baglyas Marci foglalkozott.</p>		<p>hőmérsékletet más módszerrel, Peltier elemmel érte el. Mivel mi ilyenekkel nem rendelkezünk, úgy döntöttünk szárazjéggel fogjuk ezt megvalósítani, ennek a folyamatnak a kidolgozását Nagy Ferenc és Takács Gyuri vállalta magára. A csapat tagjai megtanulták, hogyan kell biztonságosan szárazjéggel dolgozni, illetve, mivel csak nagyobb mennyiségben lehetett rendelni, (min. 10.kg) más kísérletekhez is felhasználtuk.</p>
2015-12	<p>Baglyas Márton végzős diákunk nem vállalta a további többlet munkával járó felkészülést, ezért őt helyettesítettük Neubauer Norbival, aki kiváló kezűességgel, technikai érzékkel rendelkezett. A csapat önként vállalta, hogy eddig megszerzett elméleti tudását átadja Norbinak. Ebben a hónapban az elektronagyú, a detektorok működésével foglalkoztunk, a következő megosztásban. Hús Luca és Frei Kata a kód és a buborék kamrákkal, ezeknek működési alapelveivel, Nagy Ferenc, Takács Péter és Neubauer Antal a lineáris a és a</p>	<p>Hús Luca, Frei Kata, , Takács Péter, Nagy Ferenc , Neubauer Antal</p>	<p>Fontos volt, hogy a diákok megértsék a két egység működésének elvét, az elektrongyorsító csöveken halad át, elindul a pozitív töltés felé, majd mikor kiér a polaritás megváltoztatásával újra egy taszító lökést kap és így halad a következő henger felé, illetve technikai akadályát annak, hogy miért nem egyenes, lineáris gyorsítókkal kísérleteztek során, ahogy az a kezdetben elindult. . Az alapelv azért fontos, mert majd ezt fogják használni az LHC gyorsítóban. A diákok megértették a szupravezetés</p>

	<p>periodikus gyorsítókat vizsgálta. Érdekes volt feltárni ezek fejlődési szakaszukat, az elvek és tényekből származó fejlesztési mechanizmusokat.</p>		<p>mechanizmusát is, mindezek az információk segítették az iskolai tananyag jobb és magasabb szintű megértését.</p>
2016-01	<p>Norbi sikeresen bekapcsolódott a csapatba, sikerült felzárkóznia a többiek szintjére. Ellátogattunk a KFKI kutatóintézetébe, megnéztük Magyarország egyetlen 5 MV-os Van de Graaff gyorsítóját, Kovács Imre magyarázatával, illetve az atomreaktort. Külön előadáson mutatták be a munkatársak, Varga Dezső a rácsos, sokszálas műon detektort. A Wigner Kutatóközpontban láttunk készülő sokszálas detektorokat, elkészítésük nem bonyolult, de nagy precizitást igényel, illetve működés közben nagyon látványosan led égők segítségével mutatja a műonok áthaladási irányát.</p>	<p>Hús Luca, Frei Kata, , Takács Péter, Nagy Ferenc , Neubauer Antal</p>	<p>A diákok nagy érdeklődéssel figyelték egy hazai sikeres konstrukció megvalósítását (1970-es évek), és ennek fokozatos, többszörös továbbfejlesztését, illetve a munkatársak magyarázata alapján megértették mai sokrétű felhasználását például a régészetben, anyagvizsgálatban. A diákok megértették, hogy a sokszálas kamrák detektálóképességének alapja, hogy egy rajta keresztülhaladó töltött részecske ionizálja a gázt, centiméterenként mintegy 100 elektront keltve. Az elektronok a kamrában alkalmazott elektromos tér hatására a vezető szálak közelében annyira felgyorsulnak, hogy tovább ionizálva a gázt elektronlavinát keltenek. Ezen töltésmennyiség már jól mérhető, időskálája pedig a mikroszekundum nagyságrendjébe esik.</p>
2016-02	<p>Ellátogattunk a BME-re és</p>	<p>Hús Luca, Frei Kata, Takács</p>	<p>Hús Luca, Frei Kata, ,</p>

	<p>működés közben megnéztük a ködkamrájukat, a diákjaink otthonosan mozogtak a látottak kiértékelésében, már megtudtak különböztetni egy alfa illetve egy béta bomlás közötti különbséget.</p> <p>A Wigner kutatóközpontban Horvát Dezső előadását hallgattuk meg, diákjaink aktívan részt vettek a beszélgetésekben.</p>	<p>Péter, Nagy Ferenc, Neubauer Antal</p>	<p>Takács Péter, Nagy Ferenc, Neubauer Antal</p>
2016-03	<p>Konkréten elkezdtük a saját ködkamránk kialakítását, úgy egyeztünk meg a két lány közösen, és mindenki más külön készít körkamrát, így egyszerre négy ködkamra készült. .</p> <p>Rendeltünk száraz jeget is, de a várt eredmények elmaradtak, nem sikerült jelet detektálni. .</p> <p>Sor került agy hagyományos fekete-fehér televízió szétszerelésére is, itt megtudtuk vizsgálni a képernyő kialakítását, illetve tanulmányoztuk az elektron nyalábok viselkedését egy oszcilloszkóp segítségével. Sikerült a nyalábot erősíteni, eltéríteni. Ebben a kutatásban a Takács Péter szakmai tudására támaszkodtunk, aki önként vállalta ennek a kutatásnak a tanulmányozását.</p>	<p>Hús Luca, Frei Kata, Takács Péter, Nagy Ferenc, Neubauer Antal</p>	<p>Az egyéni kutatások során diákok megtanulták feldolgozni a kapott eredményeket, illetve a várt eredmények elmaradása során kerestük azokat hibákat amelyek miatt a várt eredmények elmaradtak.</p> <p>Kísérleteinket először természetes fénynél végeztük, majd rájöttünk, hogy sötétben, erős megvilágítással (Zseblámpa, led-sor) jobb eredményeket érünk el. Változtattuk a szárazjég álagát is, a tömb száraz jég hatékonynak bizonyult a pelletnél.</p>
2016-04	<p>A ködkamra kutatásokat lassan sikerült leszűkíteni. A lányok és Péter befőttes üvegből készült ködkamrájuk nem</p>	<p>Hús Luca, Frei Kata, Takács Péter, Nagy Ferenc, Neubauer Antal</p>	<p>A diákok megtanulták értékelni a kísérleti eredményeket, feldolgozni a kutatási adatokat, illetve csapat</p>

	<p>működött, kevés volt a tényleg az izopropil alkohol számára, a Nagy Ferenc kamrája nem bírta a hűtést, illetve a hőingadozást, ezért eltörött. Az egyszerű akváriumból kialakított Norbi kamrája bizonyult a legjobbnak, igaz a becsapódások kevés számban jelentek meg.</p>		<p>munkában belátták az egyik technikai megoldás jobb és azt kell tovább fejleszteni. Ettől kezdve csak egy ködkamra fejlesztésével foglalkoztunk.</p>
2016-05	<p>Sikerült jól látható jeleket előállítani és fényképezni a ködkamránál, és ezt úgy oldottuk meg, Takács Péter javaslatára, hogy mesterséges radioaktív forrást helyeztünk el, egy túliumos hegesztőpálcát. Iskolanapkor, május 20-án bemutatták kutatásainkat iskolatársainknak is, felváltva magyarázva a látottakat. Megszerveztük a CERN-i látogatásra való felkészülést, Hús Luca és Frei Kata az LHC, Takács Péter és Neubauer Norbert a CMS és PS működéséről, Nagy Ferenc a standard modellből, és általában a CERN működéséről vállalta a felkészülést.</p>	<p>Hús Luca, Frei Kata,, Takács Péter, Nagy Ferenc, Neubauer Antal</p>	<p>A diákok magabiztosan és nagy lelkesedéssel mutatták be és magyarázták a ködkamra működését diáktársaiknak. Tovább pontosítottuk a mérési eredményeinket fénykép felvétel mellett Hús Lucának sikerült egy jó minőségű videó felvételt is készíteni mobiltelefonnal. A videó során jobban látszottak a becsapódások, hosszabb volt a megfigyelési idő.</p>
2016-06	<p>Júniusban segítséget kértünk a Garay gimnáziumban dolgozó Elblinger Ferenc kollégától, aki a szertárunkban található új elektroncsöveket mutatta be. A CERN-i látogatási program előzetes ismerete lehetővé tette, hogy mindenki felkészüljön a látottak pontos</p>	<p>Hús Luca, Frei Kata,, Takács Péter, Nagy Ferenc , Neubauer Antal</p>	<p>A Cern-i látogatás igazából a végső vizsga volt, a diákok betekintheztek egy működő világelső színvonalába tartozó létesítmény működésébe. A diákok angol nyelvtudásukat gyakorolhatták, kérdéseket tettek fel, illetve idegennyelű magyarázatot kaptak. A</p>

	értelmezésére. Nagyon fontosnak bizonyult az angol nyelvtudás, így Nagy Ferenc (angol felsőfokú nyelvvizsga) segített a többieknek a fordításban. Takács Péter és Neubauer Norbert szakszerű kérdésekkel segítette a jobb megértést a detektoroknál. Mindenki jegyzeteket készített, illetve a segédanyagok begyűjtésében jeleskedett.		megfelelő helyszíneken LHC, CMS örömmel fedezték fel az otthon hallott és olvasott információkat. A végső beszámoló elkészítésében mindenki saját élménybeszámolót írt.
--	--	--	---

3. Amennyiben a program megvalósítása során a pályázatban szereplő ütemezéstől eltértek, vagy a program a tervezetthez képest megváltozott, mutassa be az eltérést, és indokolja a módosítás okát!. (maximum 1000 karakter)

Változás a projektben résztvevő diákok esetében:

Baglyas Márton 12. évfolyamos diákunk november hónapban úgy döntött nem tudja vállalni a plusz megterheléssel járó feladatokat, és sikeres érettségijének érdekében visszalépett. helyette Neubauer Norbert került a csapatba, aki kiváló elméleti és gyakorlati felkészüléssel rendelkezett, jó csapatember volt.

Változás a kutatási munkában:

A pályázat során a következő eltérések voltak, a kezdetben tervezettektől: az elektron gyorsító megvalósításában nagy szakmai nehézségbe ütköztünk, mert a hagyományos fekete-fehét televíziókban nagyon erősen szétszórt az elektron nyaláb, pont azért, hogy az egész képernyőt kitöltse, és így nem sikerült nekünk se ezzel a módszerrel megvalósítani a fókuszálást, ezért egy nyolcvanas évben készült, nagy teljesítményű oszcillszóppal végeztük a kísérleteket, így nem vásároltuk meg a betervezett mérőműszereket.

Változás a projekt megvalósításában:

A CERN-i kiutazást repülőgép helyett az iskola kisbuszával valósítottuk meg, mert a pályázati pénzből nem tudtuk fedezni a repülőjegy költségeket. Tekintettel a nagy távolságra a Bonyhád-Genfi úton beterveztünk egy Müncheni szállást.

4. Kérjük, válaszoljon az alábbi kérdésekre:

- Mutassa be, hogy a kutatási projekt hogyan segítette elő a programban résztvevő tanulók fejlődését, továbbtanulását, tehetségük kibontakoztatását? (max. 1000 karakter)

A projektben résztvevő diákok még nem vettek részt ilyen bonyolult elméleti majd gyakorlati kutatásban. Kezdetben teljesen elérhetetlennek látszott számukra a kutatási téma, de ahogy fokozatosan megismerkedtek a kutatás fő elemeivel, illetve látták ezeket a valóságban is, már

otthonosan mozogtak a témában. A kutatás során megtanulták a probléma felvetés gondolatát, majd kidolgozták ennek megvalósulási folyamatát is. Fontossá vált, hogy a szakirodalom megismerése, ennek feldolgozása, hipotézisek felállítása, majd ezek vizsgálata mind egy kutatási módszer lépése. Ezeket az ismereteket majd sikeresen tudják hasznosítani egyetemi tanulmányaik során. Ugyanakkor bebizonyosodott a naprakész információk csak idegen nyelven szerezhetőek be, ezért elengedhetetlen az angol és a német nyelvek ismerete.

- Mi alapján választották ki a kutatási programban részt vevő tanulókat? (*max. 500 karakter*)

Elsősorban tanulmányi eredményeik döntöttek, az elmúlt három év versenyeredményeik, nyelvi tudásuk, szakmai elhivatásuk, kreativitásuk és érdeklődésük a kutatás iránt. A kiválasztott öt diákban sok volt a közös vonás is, de a sajátos vonások, az ellentétek sikeresen segítettek a kutatás során.

- Milyen egyéni fejlődési célokat értek a tanulókkal, és milyen tapasztalatokat szereztek a projekt során? (Amennyiben lehetséges, kérjük tanulónként megadni.) (*maximum 500 karakter*)

Neubauer Norbert: A ködkamra fogalmát, elkészítését, feladatát, továbbá a Nagy Hadronütköztető felépítését, működését sajátította el.

Nagy Ferenc István: Megismerhette, hogy milyen lehetőségei vannak a kutatóknak elhelyezkedni a nemzetközi piacokon.

Takács Péter György: Pozitív tapasztalatokkal gazdagodott a kutatás során, mert közelebbről is megismerhetett a kutatás alapjaival és a részecskefizikával.

Hús Luca: Kísérleti eszközök elkészítésében, illetve a ködkamra sikeres elkészítése.

Frei Kata: Az atomfizika részletes megismerése, elsajátítása.

- Mi volt a tanuló konkrét feladata a projektben? (Amennyiben lehetséges, kérjük tanulónként megadni.) (*maximum 500 karakter*)

Neubauer Norbert: a ködkamra készítése

Nagy Ferenc István: Az elektronagyú elméletének bemutatása, és ennek az elvnek az alkalmazása CERN-ben.

Takács Péter György: A diffúziós ködkamra és az elektronagyú tervezése és kivitelezése, illetve információk beszerzése a Cern-i utazáshoz.

Hús Luca: Köd és buborékkamrák tanulmányozása, elsősorban elméletben.

Frei Kata: Standard atommodellel foglalkozott.

- Miben fejlődtek a tanulók az adott tématerületen? (Kérjük tanulónként megadni.) (*maximum 500 karakter*)

Neubauer Norbert: az atommodellek ismeretében.

Nagy Ferenc István: az angol szaknyelv elsajátításában.

Takács Péter György: a kísérleti eszközök elkészítésében.

Hús Luca: a kísérleti eszközök elkészítésében.

Frei Kata: az atomfizikában.

- Részt vett-e valamely tanuló hazai vagy nemzetközi versenyen a projekt eredményeivel? Amennyiben igen, röviden mutassa be! (*maximum 500 karakter*)

Iskolánk diákjainak, iskolanapon (2016. május.20.) bemutattuk kutatásainkat, így látták eredményeinket. Az iskolában dolgozó szakos kollégák folyamatosan követték kutatásainkat, és tanácsokkal segítettek. Terveink szerint a 11. évfolyamon, az atomfizika fejezet tanulásakor bemutatjuk diákjainknak. A kutatásokról megjelent egy interjú a megyei lapban, illetve felkérést kaptam a Fizikai Szemléből, hogy írjam meg ezt a szárazjeges eljárást.

- Nevezze meg a kutatási program során felhasznált hazai és külföldi és/vagy idegen nyelvű szakirodalmat. Amennyiben kizárólag hazai irodalmat használtak, indokolja meg, miért! (*maximum 500 karakter*)

...1. Horváth Dezső: Szimmetriák az elemi részecskék világában Fizikai Szemle 2003/4. 122.o

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0304/hod0304.html>

2. Horváth Dezső , Nagy Sándor,Nándori István,Trócsányi Zoltán,Fizikai Szemle 2012/05. 145.o. A fénynél gyorsabb neutrínók tündöklése és bukása – egy téves felfedezés anatómiája

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1205/horvath1205.html>

3. Horváth Dezső, Fizikai Szemle 2010/7-8. 217.o. A világ keletkezése: ősrobbanás =teremtés?

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz100708/horvath100708.html>

4. Horváth Dezső, Fizikai Szemle 2008/7-8. 246.o. A részecskefizika anyagelmélete: A standard modell

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0807/horvath0807.html>

5. Sánta Botond

Megmutatni a nehezen láthatót: Két Nobel-díjas kísérlet demonstrációs célú megvalósítása Sánta Botond

<http://tdk.bme.hu/TTK/DownloadPaper/Nobeldijas-kiserletek-demonstracios-celu>

6. Cern teacher programmes

https://www.google.hu/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://teachers.web.cern.ch/teachers/document/cloud-final.pdf&ved=0CFgQFjAQahUKEwi48Irx1bzIAhUG2SwKHTfSB3o&usq=AFQjCNH7z1Nd9l6wkJ_UGwSDWdqUo51dCg&sig2=5Gnzy1PjAHXtkv2J88xk3w

7. A crack in the standard

model?<http://www.nature.com/nature/journal/v525/n7568/full/525160b.html>

8. The Standard model

<http://home.cern/about/physics/standard-model>

- Röviden ismertesse, sikerült-e a kutatást befejezni. (*maximum 500 karakter*)

A kutatás első része, a ködkamra készítése nagyon eredményes volt. Ezzel a módszerrel, vagyis a szárazjeges hűtéssel, középiskolában is meglehetősen valószínű az alfa és gamma sugarak kimutatását, illetve tanórai kereten belül is bele lehet mutatni. A diákok eddig csak fényképeken, vagy az internet segítségével láthattak ilyen jeleket, most élőben is. A legsikeresebb a ködkamrák elkészítése, és annak a ténynek a felismerése, hogy alkalmazunk mesterséges sugárforrást, ez nagyban növelte a becsapódások számát.

- Mutassa be a kutatásra vonatkozó további terveit, tervezi-e a projekt folytatását. (*maximum 500 karakter*)

Szeretnénk tovább folytatni a kutatásokat, egy sokszálas múon detektor elkészítése a főcél, ennek elsősorban anyagi akadályai vannak, mert nagyon költséges. Ugyanakkor a Cern-i kutatások népszerűsítése, megértetése további feladatok.

- A kutatási tevékenység elősegítette-e/hogyan segítette elő, hogy a részt vevő tanulók a természet-, a műszaki tudományok és a matematika területén folytassák tanulmányaikat a felsőoktatásban? (*maximum 500 karakter*)

A projekt bonyolultsága, az atomfizika, az informatika, a statisztika igazán minden természettudományos tárgyat átölelt. Az adatgyűjtés az irodalom feldolgozása, nagyban segíti majd a diákokat az egyéni kutató munkában. A berendezések elkészítése, adott esetben új anyagok bevezetése, cserélése, például először szabványos méretű akváriummal próbálkoztunk, majd Luca és Kata ötlete volt a hagyományos üvegek kipróbálása is, nagyban növelte a kutatás eredményességét. Összefoglalva nagy segítség lehet részükre ez a kutatás.

- Segített-e a továbbtanulási döntésben a tanulóknak a kutatásban való részvétel? (*maximum 500 karakter*)

A diákokban már túl voltak a pályaválasztási kérdéseken, de mindenképpen nagy kihívással tekintettek erre a kutatásra. Ha nem is befolyásolta a hivatásválasztást, de rengeteg közös pontot találtak.

Amennyiben igen, adja meg, mely tudományterületen kívánnak továbbtanulni. (*maximum 500 karakter*)

Nagy Ferenc pedagógus lesz, kémia-biológia szakon kíván tovább tanulni, Norbi orvos, Luca és Kata Biológiával, Takács Péter kémiával.

7. Röviden mutassa be, hogy jelen kutatásban való részvétel hogyan és milyen mértékben segítette elő a természettudományok, a műszaki tudományok és a matematika iránt kiemelt érdeklődést mutató tanulók tehetség gondozását. (*maximum 1000 karakter*)

A diákok olyan témakörrel találkoztak, amelyet csak részben fog át a tananyag, így ezek megismerése más forrásból készült kiegészítésre. A tehetség gondozás ott is érvényesült, hogy mindenki saját feladatkörének megfelelő utasításokat, kiegészítést kapott, illetve a végzett munka összhangban volt alkatával.

8. Foglalja össze, hogy a kutatási tevékenység hogyan segítette elő, hogy a részt vevő tanulók természettudományos és/vagy műszaki kompetenciái fejlődjenek, illetve műszaki kompetenciáinak gyakorlatorientált fejlesztése megvalósuljon. (maximum 1000 karakter)

A kutatás távol esett az iskolai munkától, sajnos frontálisan már nincs lehetőség közös munkára osztály szinten, erre lehetőség csak fakultáción, vagy szakkörön lehetséges. Ezért volt jó ez a kutatómunka, ahol a téma megteremtette a közös munka sikerét. A megvalósítás során a diákok olyan kihívásokkal kerültek kapcsolatba amelyeket csak úgy tudtak megoldani, ha fejlesztették a műszaki, a reál, a természettudományos ismereteiket.

9. Mutassa be a kutatással összefüggésben keletkezett publikációt/tanulmányt/előadást (amennyiben releváns). (maximum 500 karakter)

Egy publikáció jelent meg a megyei lapban, csatoljuk, de több előadáson hangzott el a kutatás fontossága, eredményei: Szakkör, ismeretterjesztő előadások. . Iskolánk diákjainak, iskolanapon (2016. május.20.) bemutattuk kutatásainkat, így látták eredményeinket. Az iskolában dolgozó szakos kollégák folyamatosan követték kutatásainkat, és tanácsokkal segítették. Terveink szerint a 11. évfolyamon, az atomfizika fejezet tanulásakor bemutatjuk diákjainknak. A kutatásokról megjelent egy interjú a megyei lapban, illetve felkérést kaptam a Fizikai Szemléltől, hogy írjam meg ezt a szárazjeges eljárást, folyamatban van.

10. Mutassa be a költségvetésben tervezett költségek felhasználását, különös tekintettel a tárgyi eszközökre. (maximum 500 karakter)

Elsősorban a ködkamra elkészítésekor voltak jelentéktelen költségeink, a pályázott mérőműszerek nem kerültek megvásárlásra, mert más módszerrel oldottuk meg, az elszámolásban ezekre pályázott pénzt visszaszolgáltattuk. nagyobb költségek voltak viszont a tervezetnél a tanulmányi út, itt minden résztvevő saját zsebéből is kiegészítette a forrásokat.

.....
kutatást vezető tanár