



2015. július 20-26.

Eötvös József Collegium

1118 Budapest Ménesi út 11-13.

Középiskolás vagy, de még nem tudod, hol folytasd tanulmányaidat? Elbűvölnek a természet csodái?

Akkor jelentkezz az Eötvös Természettudományos Táborba!

Hogy miért?

- Mert megismertetünk az egyetemi kutatólaborokkal
- Mert kötetlen légkörben beszélgethetsz napjaink vezető kutatóival
- Mert életre szóló barátságokat köthetsz

Jelentkezési
határidő:

**Június
21.**

Jelentkezni egy természettudományos esszé megírásával lehet.

További információk:

termtudtabor.eotvos.elte.hu

termtudtabor@eotvos.elte.hu



IV. EÖTVÖS TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TÁBOR

– NYÁRI TÁBOR KÖZÉPISKOLÁSOKNAK –

A JELENTKEZÉSHEZ KIDOLGOZANDÓ TÉMÁK

Az alábbiakban olyan biológiai, fizikai, földrajz-földtudományi, kémiai és matematikai témákat adunk meg, amelyek feldolgozása – bár nem tartoznak a törzsanyaghoz – izgalmas kihívást és egyáltalán nem leküzdhetetlen akadályt jelentenek középiskolás diákok számára.

A jelentkezőket arra kérjük, hogy ezen témák közül **egy**et kiválasztva, az írott valamint az interneten fellelhető szakirodalom alapján írjanak egy összefoglalót, illetve válaszolják meg a feltett kérdéseket *legalább* egy A/4-es oldal terjedelemben (a részletes formai követelményeket lásd alább). Mindenkit arra buzdítunk, hogy bátran konzultáljon felkészítő tanárával, aki a szakirodalomban való tájékozódáshoz is segítséget nyújthat. Azonban a dolgozat megírásában **önálló** munkát várunk el! Elsősorban olyan írásra számítunk, amelyből kiderül, hogy a szerző megértette a témakör alapjait, kérdéseit és a válaszok jelentőségét. Jó munkát kívánunk az Eötvös József Collegium Természettudományos Műhelyei!

Budapest, 2015. március 18.

TARTALOM

A jelentkezéshez kidolgozandó témák.....	1
Formai követelmények.....	2
Biológia szekció.....	3
Földrajz-Földtudomány szekció	4
Fizika szekció.....	6
Kémia szekció	9
Matematika szekció.....	11

ÖSSZEÁLLÍTOTTAK: **Biológia:** Erdei Anna Laura, Ferenc Kata, Illés Anett. **Földrajz-földtudomány:** Bottyán Emese, Czirfusz Márton, Gyimesi Zoltán, Győri Róbert, Gyuris Ferenc, Lukács Tamás, Tolnai Gábor. **Fizika:** Bokányi Eszter, Galgóczi Gábor, Janosov Milán, Kovács Áron. **Kémia:** Barabás Gergő, Borsos Eszter, Koczor Bálint, Lontay Dávid, Samu Viktor, Székely Eszter. **Matematika:** Fonyó Dávid, Földvári Viktória. SZERKESZTETTE: Lukács Tamás. LEKTORÁLTÁK: Az Eötvös József Collegium természettudományi műhelyei.

ELÉRHETŐSÉG: termtudtabor@eotvos.elte.hu | HONLAP: termtudtabor.eotvos.elte.hu

FORMAI KÖVETELMÉNYEK

A dolgozatok javításának és elbírálásának megkönnyítése végett arra kérünk minden pályázót, hogy tartsa be az alábbi formai követelményeket. A *Microsoft Word* vagy az *OpenOffice/LibreOffice Writer* szövegszerkesztők bármelyikének használatával mindez könnyen kivitelezhető.

STÍLUS

- Papírméret: A/4; Tájolás: álló; Margók: mindenhol 2,5 cm.
- Betűtípus: Times New Roman vagy Cambria; Betűméret: 12 pt; Sorköz: 1,5.

ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK, EGYENLETEK

- A dolgozatban szerepelhetnek ábrák is, de ez esetben ügyeljenek a megfelelő felbontásra.
- Az ábrákat és táblázatokat számozzátok, és lássátok el képaláírással.
- A matematikai levezetések bevitelét a használt szövegszerkesztő program egyenletszerkesztő moduljával végezzétek.

HIVATKOZÁSOK

- Dolgozatokat zárjátok **irodalomjegyzékkel**, amelyben pontosan felsoroljátok a forrásmunkákat, a hivatkozott könyveket, illetve internetes oldalakat.
- **Kerüljétek mondatok, bekezdések szó szerinti átvételét! Próbáljátok mindent saját szavaitokkal megfogalmazni.**
- Nyomatékosan kérjük azt, hogy a Wikipédia és más internetes oldalak tartalmát megfelelő elővigyázatossággal kezeljétek, ügyeljenek az információk hitelességére, csak hivatkozással ellátott adatot építsetek bele az esszétekbe!

TERJEDELEM, BEKÜLDÉSI FORMÁTUM

- Törekedjenek arra, hogy a dolgozat szövegtörzsének terjedelme (az irodalomjegyzéket nem számítva) ne lépje túl a 6000 karaktert, de legyen legalább 1 oldal.
- A dolgozat teljes terjedelme (ábrákkal, levezetésekkel és irodalomjegyzékkel együtt) ne haladja meg a 4 oldalt.
- Nyomatékosan kérjük azt, hogy a kész dolgozatot NE a használt szövegszerkesztő program saját formátumában, hanem **PDF-formátumban** küldjétek be! Ennek elkészítésére számos ingyenes PDF-nyomtató szoftver áll a rendelkezésükre.

BIOLÓGIA SEKCIÓ

B1. OLTHATATLAN OLTALOM

Mostanában egyre többször hallani a hírekben az egyes fejlett országokat sújtó kanyarójárványról, annak ellenére, hogy a megbetegedést okozó vírus ellen már 1963 óta képesek vagyunk oltóanyagot előállítani. Mutasd be, hogy egy egészséges emberi szervezetben hogyan alakul ki az immunitás! Milyen módon segítik elő ezt a folyamatot az egyes oltóanyagok? Milyen feltételek mellett és hogyan alakul ki egy járvány? Miért kritikus a járvány kialakulása és terjedése szempontjából a beoltottak aránya? Fejtsd ki, hogy mi vezethetett a fejlett országokban a kanyarójárványok újbóli megjelenéséhez!

B2. MEGSZOKSZ VAGY...

Állatkerti sétánk során tapasztalhatjuk, hogy az egyes állatoknak más-más életkörülményeket igyekeznek kialakítani az állatkerti gondozók, amely során figyelnek a megfelelő páratartalomra, fényviszonyokra és hőmérsékletre is. Az egyes állatok hőmérsékleti igénye nemcsak az elterjedési területüktől, hanem rendszertani kategóriájuktól is függ. Az állatvilágból vett legalább három példa alapján mutasd be, hogy az evolúció során az állatok milyen vívmányokkal tudtak a napszakonként, évszakonként és földrajzi régióként változó hőmérsékleti feltételekhez adaptálódni! Térj ki a fiziológiai, anatómiai és biokémiai változásokra is!

B3. FŰRE LÉPNI TILOS!

A természetben sétálva a felszínes szemlélőnek úgy tűnhet, a növények alapvetően védtelenek, mivel se elbújni, se elmenekülni nem tudnak az őket fenyegető veszélyek elől. Ugyanakkor az életben maradás szempontjából a növények számára kulcsfontosságú az élő és élettelen környezet veszélyei elleni védelem. Mutasd be legalább három példán keresztül, hogy milyen védekező mechanizmusokat fejlesztettek ki a növények, hogy maximalizálják esélyüket a növényevők és a természeti megpróbáltatások ellen vívott harcban! Igyekezz minél több szempontból megvizsgálni egy-egy adott védelmi vonalat, melyet a növények létrehoztak több millió éves evolúciójuk során!

B4. GERILLÁK AZ ÉLŐVILÁGBAN

Szélsőséges életkörülmények között rengeteg különleges életközösség alakult ki, a tudomány fejlődésével pedig egyre többet tudunk meg az ott élő lényekről, amelyek túlnyomó része baktérium. Milyen biokémiai folyamatok tették lehetővé a különböző kemoautotróf baktériumok számára, hogy a mélytengeri kürtőktől kezdve a Himalája csúcsáig benépesítsék a Földet? Mutass be legalább három példát a különböző extrém feltételekhez alkalmazkodott baktériumokra, és fejtsd ki bővebben az alkalmazkodást lehetővé tevő kemoautotróf folyamatokat!

FÖLDRAJZ-FÖLDTUDOMÁNY SZEKCIÓ

FF1. GAZDASÁGFÖLDRAJZ

A napi hírekben rendszeresen olvashatjuk, hogy két multinacionális vállalat, az Audi és a Mercedes a magyar ipar fő húzóereje, termelésük az egész hazai gazdaságra érdemi hatást gyakorol. Megítélésed szerint milyen előnyei és hátrányai vannak hazánk szempontjából annak a globális munkamegosztásnak, amelynek révén nemzetközi autógyárak meghatározó szerepet játszanak a magyar gazdaságban?

FF2. VÁROSI KÖZTEREK

A közterek a városok életének legfontosabb helyszínei közé tartoznak. Bár alapvetően közösségi célokat szolgálnak, számos magáncég is megjelenik bennük és használja őket. Milyen példákat tudsz említeni erre? A magáncégek jelenléte és tevékenysége véleményed szerint mennyiben segíti, illetve mennyiben akadályozza azt, hogy a köztér betölthesse közösségi funkcióit?

FF3. A NYUGAT FELEMELKEDÉSE

Max Weber, a neves szociológus szerint „a Nyugat talaján, s csakis itt” bontakozhatott ki az európai kultúra nagyívű fejlődése. Weberhez hasonlóan a hagyományos világtörténelem a „Nyugat felemelkedését” elsősorban belső folyamatokkal, így a felvilágosodás, a modern tudomány, a modern nemzetállam, a polgárosodás, a kapitalizmus, az agrárforradalom, az ipari forradalom és az ezek feltételeit biztosító technikai vívmányok kialakulásával magyarázza. Ennek nyomán az európai tudományos eredményeket és technikai fejlődést, valamint a földrajzi felfedezések sorát rendszerint az európaiak páratlan leleményességével, kezdeményezőkézségével, szabadságérzetével és legfőképpen racionalitásával indokolták. Az utóbbi évtizedekben azonban sokan rámutattak, hogy az eurocentrikus elbeszélésekkel szemben a „nyugati” fejlődés valójában olyan globális cserekapcsolatokba ágyazódott, amelyekben az európaiak nagyon sokat kölcsönöztek más kultúráktól. Milyen nem-európai eredetű elméletek, fogalmak, intézmények, tudományos és technikai eredmények (találmányok), és hogyan járultak hozzá az európaiak Weber által is méltatott fejlődéséhez?

FF4. PALEOKLIMATOLÓGIAI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Milyen eszközök léteznek, amelyek segítségével rekonstruálhatjuk az elmúlt korok éghajlatát? Milyen hosszú időre visszamenőleg használhatjuk őket? Mennyire megbízhatóak? Milyen (földrajzi) területeken alkalmazhatóak? Ismertess legalább öt módszert röviden, majd válassz ki közülük egyet, amelyet részletesebben kifejtesz.

FF5. RADIOAKTÍV HULLADÉKOK KEZELÉSE

Röviden mutasd be az atomerőművek hulladékainak típusait és keletkezésüket! Mik ezek *biztonságos* tárolásának elvi körülményei? Mutasd be, milyen (geofizikai) módszerekkel győződhetünk meg ezen feltételek teljesüléséről! Milyen nem várt környezeti hatások léphetnek föl, ha a megfelelő vizsgálatok nélkül alakítunk ki tárolókat?

FIZIKA SZEKCIÓ

F1. TÚL A NAPON – EXOBOLYGÓK

Az első Naprendszeren kívüli bolygót 1992-ben fedezték fel, azóta pedig több, mint 1800 hasonló planétát találtak. Milyen módszerekkel lehetséges ilyen távoli és ennyire aprónak látszó objektumokat megfigyelni? Az eddig felfedezett exobolygókat milyen főbb tulajdonságaik alapján lehet és érdemes rendszerezni, csoportokba osztani? Melyek az elterjedt típusok? Elképzelhető-e a valóságban a Star Wars IV. epizódjában szereplő jelenethez hasonló, melyben Luke Skywalker kettős napfelkeltében sétál?

F2. A GRAFÉN ELEKTROOPTIKAI SAJÁTÓSÁGAI

Milyen különböző vezetési tulajdonságú anyagokat ismersz? Ezen tulajdonságok milyen kapcsolatban állnak az anyagok ún. sávszerkezetével? Mi az a grafén, és a vezetési tulajdonságait tekintve miért különleges anyag? Milyen kapcsolatban áll a grafén a negatív törésmutatójú metaanyagokkal? A negatív törésmutató milyen megmaradási törvényből származtatható, ha az optikából ismert Snellius-Descartes törvényre gondolunk vissza (lásd a de Broglie-féle anyaghullám-elmélet)?

F3. SZOCIÁLISHÁLÓZAT – ELEMZÉS

A világ legnagyobb és – talán mondhatjuk – legsikeresebb közösségi oldalának, a *Facebook*nak jelenleg 1,23 milliárd (!) olyan felhasználója van, aki havonta legalább egyszer bejelentkezik. A rengeteg felhasználó által generált digitális tartalom eddig még soha nem látott távlatokat nyitott a társadalomtudományokban és a pszichológiában, hiszen óriási adathalmaz gyűlik nap mint nap, melyet a „hagyományos” természettudományok módszereivel elemezve érdekes, számszerű eredményeket kaphatunk eddig csak kvalitatívan vizsgált jelenségekről.

Mivel akár egy felhasználónak is lehet több száz ismerőse, már ezen ismerősök különböző adataiból elkészített statisztikák is nagyon érdekesek lehetnek. Egy ismert matematikai programcsomag online elérhető verziója, a *WolframAlpha* olyan alkalmazást fejlesztett, melynek segítségével néhány kattintás után elérhetjük saját adatlapunk és ismerőseink legérdekesebb statisztikáit. Az alkalmazás használatához az útmutatót megtalálod az esszékiírás végén.

FELADATOK

Vizsgáljuk meg saját *Facebook*-kapcsolatrendszerünk tulajdonságait a *WolframAlpha* segítségével! A vizsgálathoz néhány *iránymutató* kérdést találhatsz a következőkben. A kérdésekre adott válaszokat, és saját megállapításaidat foglald esszébe! Próbáld minél több

tudományos érveléssel indokolni! Nem fontos a kérdések sorrendjét követni, és nem feltétlenül kell mindegyikre választ adni! Minden felhasznált ábrát illesz be az esszébe (az ábrák lementésének módszerét szintén az esszékiírás végén találhatod)! Figyelj arra, hogy személyes adatot ne ossz meg! Nem az egyedi esetekre, hanem az általánosan levonható tanulságokra vagyunk kíváncsiak.

- Milyen barátaid ismerőseinek számának eloszlása („*Friends with most friends*”)? Nézd meg az ábrát lineáris és logaritmikus skálán („*Log scale*”) is! Mit mondhatunk az eloszlásról?
- Milyen a barátaiddal közös ismerősök számának eloszlása („*Friends with the most mutual friends*”)? Nézd meg az ábrát lineáris és logaritmikus skálán („*Log scale*”) is! Mit mondhatunk az eloszlásról?
- Nézd meg barátaid koreloszlását („*Friends' ages*”)! Mit látsz? Milyen híres eloszlásra hasonlít ez az eloszlás? Mi lehet ennek az oka? Vajon mennyit fog ez változni, ha idősebb leszel?
- Egy térkép mutatja barátaid *Facebookon* megadott tartózkodási helyét („*Friends' locations*”). Van-e vajon, aki hamis adatot adott meg? Torzíthatják-e más grafikonokat hamis adatok?
- Vizsgáld meg a nemek eloszlását („*Friends' gender*”) ismerőseid között! Mit gondolsz, befolyásolja-e ezt a saját nemed, és ha igen, hogyan? Nézd meg ugyanezt koreloszlás szerint („*Show by age*”)! Mit tapasztalsz?
- Vizsgáld meg barátaid családi állapotát („*Relationship status*”)! Vajon különbözik-e a mintázat a hazánkra jellemzőtől? Ha igen, miben és mit gondolsz miért? Nézd meg ugyanezt az adatsort kor szerint is („*Show by age*”)! Mit tapasztalsz?
- Milyen napokon és milyen napszakokban töltesz legtöbb időt a *Facebookon* („*Weekly interface activity*”)? Látsz-e valami érdekeset a mintázatban, mennyire beszélhetünk rád jellemző „*Facebook-napirendről*”?
- Mi a néhány leggyakoribb keresztnév („*First names*”) és vezetéknév („*Last names*”) az ismerőseid között? Látsz-e valami érdekeset?
- Vessünk még egy pillantást a baráti hálózatunk ábrájára („*Color-coded friend network*”)! Fogalmazd meg saját szavaiddal, mi alapján színez néhány ismerőst az algoritmus? Látsz-e különböző klasztereket, csoportokat a hálózatban? Az ismerősök számának eloszlása, és ezen ábra alapján milyen típusú hálózat (ajánlott irodalom [1]) a baráti hálózatod?

Technikai útmutató

- Az elemzés elkészítéséhez szükséged lesz egy *WolframAlpha* (<http://www.wolframalpha.com>) fiókra, illetve arra, hogy egy aktívan használt, sok ismerőssel (legalább néhány száz) rendelkező *Facebook*-fiókod legyen. Ha nem rendelkezel utóbbival, bármelyik ismerősödét használhatod (*természetesen hozzájárulás után*).
- A honlap jobb felső sarkában található „*Sign in*” (bejelentkezés) ikonra kattintva a megjelenő ablak alján a „*Sign in with Facebook*” (bejelentkezés Facebook felhasználóval) majd pedig a felugró ablakon az „*OK*” gombot választva tudtok bejelentkezni. Ezt követően a keresőmezőbe írtok be, hogy „*Facebook report*”, majd a felugró ablakon válasszátok a „*Generate my report*” lehetőséget. Ezzel néhány perc alatt el is készül a *Facebook* profilotok elemzése.
- Az ábrákat a regisztráció során létrehozható ingyenes fiókkal blokkonként a jobb alsó sarokban levő „*Clip'n'Share*” linkre kattintva tudjátok lementeni. A felugró ablakon már működik a jobb egérgomb, *Kép mentése másként* funkció.

Ajánlott irodalom

[1] Behálózva · Barabási Albert-László

F4. ZAJ

Mi az a zaj? Milyen zajtípusokat ismersz? Hogyan lehet jellemezni az akusztikai zajokat, és milyen hatása van a fényszennyezésnek a csillagászati megfigyelésekre? Egy CCD-chipen történő mérés során hogyan lehet csökkenteni a zaj negatív hatását? Tudsz olyan (a CCD-chiptől független) példát mondani, amikor a – meghatározott mértékű – zaj a várakozásoknak ellentmondó módon pozitívan hat a mérés eredményére?

KÉMIA SZEKCIÓ

K1. KÖZISMERT GYILKOSOK

Az ivóvizekbe kerülő nehézelemek, illetve egyes szerves vegyületek rendkívül károsak lehetnek az emberi szervezetre, gondoljunk csak a Délkelet-Alföld vizeinek magas arzéntartalmára, vagy a 2000-es tiszai ciánszennyezés következményeire. A lakosság biztonságának érdekében nagyon fontos egyes kiemelten káros vegyületekre mennyiségének rendszeres vizsgálata mind az ivóvizekben mind pedig a levegőben is. Mutasd be az arzén és a cián detektálására felhasználható módszereket! Milyen analitikai eljárásokkal mutatható ki a szén-monoxid laboratóriumi körülmények között, illetve milyen elven működik a lakásokban is használt CO-detektor? Jellemezd egy általad választott mérgező elem kimutatásának lehetőségeit!

K2. „ÉS LŐN VILÁGOSSÁG!”

Az elektromágneses sugárzásokat többek között a rájuk jellemző hullámhosszak alapján csoportosíthatjuk, ugyanis az eltérő hullámhosszú sugárzások általában különböző módon hatnak kölcsön az anyagokkal. Az elektromágneses hullámok egy szűk, kb. 400-700 nm közé eső tartományát fénynek nevezzük, amely bár a teljes spektrum kicsiny része, élettani jelentősége (a földi élet kialakulásától az emberi civilizáció működéséig) mégis óriási. Ennek is köszönhető, hogy 2015 a fény nemzetközi éve.

- Ismertesd az elektromágneses sugárzás különböző hullámhossz-tartományainak kémiai célú felhasználási lehetőségeit!
- Mutass be két fény hatására végbemenő, illetve két szobahőmérsékleten végbemenő, fénykibocsátással járó szerves kémiai reakciót!

K3. KÁROS VÉDELMEZŐNK

A környezetvédelem kapcsán sokat hallhatunk az ózonnál, leginkább az ipari tevékenység következtében elvékonyodó ózonlyuk káros hatásai miatt. Az ózon ugyanakkor közvetlen környezetünkben is előfordul, gondoljunk csak a fénymásoló szalonok kellemetlen levegőjére, vagy a nagyvárosok felett kialakuló szmogra. Mutasd be az alacsony légköri és a magas légköri ózon jellemzőit, érintve élettani hatásukat és szerepüket! Milyen kémiai folyamatok során keletkezik és bomlik az ózon a légkör magasabb rétegeiben, az ózonréteg magasságában (sztratoszféra), illetve a városi levegőben (troposzféra)?

K4. KELL-E?

Különböző élelmiszerek összetételét vizsgálva azt vehetjük észre, hogy gyakran különféle adalékanyagokat használnak fel elkészítésükhöz. Milyen tulajdonságok javítására használhatóak ezen adalékanyagok? Mutass be egy-egy példát az élelmiszeriparban használt édesítőszeres és stabilizátorok közül, valamint egy általad választott tulajdonság elérésére használt adalékanyagot! Mire használható a nátrium-glutamát?

K5. CSEREBERE, FOGADOM...

A szubsztitúciós reakciók a szerves kémiai mechanizmusok egyik alapvető fajtái. Mutasd be a gyökös szubsztitúciót, valamint a nukleofil szubsztitúció típusait (S_N1 , illetve S_N2 reakció)! Mindhárom reakciótípusra keress egy-egy példát, amelyen keresztül részletezed az egyes reakciótípusok jellemző mechanizmusát és körülményeit!

MATEMATIKA SZEKCIÓ

M1. NASH-EGYENSÚLY

John Nash a XX. század egyik kiemelkedő matematikusa. Bár nevét sokan ismerhetik az „Egy csodálatos elme” című filmből, matematikai munkássága szélesebb körben kevésbé ismert. Legjelentősebb eredményeit a játékelmélet területén érte el, tevékenységéért 1994-ben Reinhard Seltennel és a magyar származású Harsányi Jánossal megosztottan Nobel-díjat kapott.

- Definiáld, mi a stratégiai játék, és hogy mit értünk tiszta, illetve kevert stratégia alatt!
- Magyarázd el, mit jelent a tiszta, illetve a kevert Nash-egyensúly!
- Mit értünk dominált stratégia alatt, milyen kapcsolatban áll ez a Nash-egyensúllyal?
- A fentieket mutasd be konkrét példákon is!

M2. NÉGYSZÍN-TÉTEL

Egy összefüggő tartományokra osztott térképet ki tudunk színezni négy szín segítségével úgy, hogy a szomszédos tartományok különböző színűek legyenek. Ez az elsőre meglepő tény négyszín-tétel néven vált ismertté. Bizonyításával számos matematikus próbálkozott sikertelenül. A négyszín-tétel volt az első nevezetes sejtés, amit számítógép használatával sikerült igazolni.

- Mondd ki pontosabban a négyszín-tételt!
- Igazold, hogy minden összefüggő tartományokból álló térkép kiszínezhető öt színnel!
- Alfred Kempe 1879-ben “bizonyítást” adott a négyszín-tételre. Csak később derült ki róla, hogy hibás. Mi volt a hiba a gondolatmenetben?
- Mi a helyes bizonyítás alapötlete, mire használják a számítógépet?
- Mondj még néhány problémát, amely bizonyításához szintén szükség volt a számítógépek segítségére!

M3. HIPERBOLIKUS GEOMETRIA

Euklidész, akit a „geometria atyjaként” tartanak számon, az időszámításunk előtti III. században Elemek című könyvében fektette le a klasszikus geometria alapjait, felállított egy

axiómarendszer. Ennek egyik pontja az úgynevezett „párhuzamossági axióma”, melynek szükségességét sokáig számos nagy matematikus vitatta. A XIX. század elején a fiatal Bolyai János ennek tagadásából egy teljesen új geometriát épített fel.

- Miben különbözik ez a geometria az euklidészitől, mik a legszembevetőbb különbségek?
- Miben hasonlít, és miben tér el egymástól egy euklidészi és egy hiperbolikus háromszög? Térj ki a háromszög szögeire, nevezetes vonalaira, területére is!
- Milyen modelleket ismerünk a hiperbolikus geometriára, hogyan tudjuk elképzelni?
- Mit tudsz az ilyen geometriák fizikai alkalmazásairól?