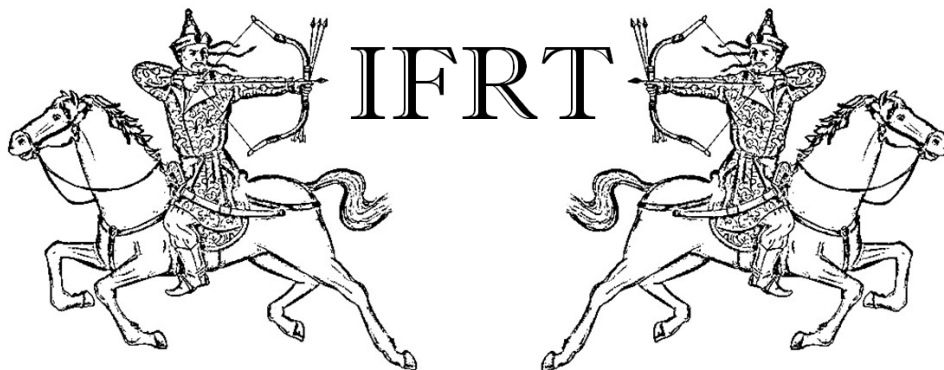


Oktatási segédanyag ifjú fizikusok regionális tornájának felkészítő munkálataihoz



1. Bevezetés

A segédanyag célja, hogy a kollégák minél hatékonyabban tudják diákjaikat felkészíteni az ifjú fizikusok regionális tornájára (továbbiakban IFRT-re). Szakanyag sok általános tudnivalót nyújt, ami a fizikai kutatómunkát jellemzi, emellett bemutatja a megmérettetés legkülönlegesebb részére a tudományos vitának a legfontosabb tudnivalóit. A torna az Ifjú Fizikusok Nemzetközi Versenyének egy egyszerűsítése, mondhatni bevezetője. Ennek megfelelően a nemzetközi megmérettetést is kezdetben röviden bemutatjuk, hogy látható legyen miből indultunk ki.

1.1. Az IYPT-ről

Az Ifjú Fizikusok Nemzetközi továbbiakban angol elnevezése alapján IYPT (International Young Physicists' Tournament) egy középiskolás diákoknak szóló csapatverseny, amely során a résztvevő tanulók tényleges kutatómunkát végeznek a fizika területén. A versenyre 16 év feletti középiskolás diákok jelentkezhetnek. Minden év júliusában a nemzetközi szervezőbizottság 17 nyílt végű feladatot tesz közzé a verseny hivatalos honlapján angol nyelven. A feladatok, avagy problémák olyanok, amelyekre egyelőre vagy nincs konkrét megoldás, vagy a megoldás túl komplex egy középiskolás diák számára. Konkrét jó válasz hiányában a megoldási mód, ötlet, kivitelezés hiányát értjük. Cél az, hogy a jó megoldást minél pontosabb modell alapján adjuk meg egy komplex kutatómunka eredményeként. A versenyre bejutott diákok öt fős csapatban dolgoznak. Megvizsgálják, és körül járják a kiadott problémákat, eredményeiket a hagyományosan nyáron megrendezésre kerülő nemzetközi versenyen prezentálják.

A nemzetközi fordulóban a csapatok egy ún. „**fight**”-ban küzdenek meg egymással, lényegében tudományos **csatát vívnak**, ahol **3 csapat** között osztják fel a következő szerepeket: **Előadó**, **Opponens**, és **Bíráló**.

Elsőként az **Opponens** kihívja az **Előadót**, hogy mutasson be egy, az opponens által választott problémát. Az **Előadó** csapatnak 12 perc áll rendelkezésre az eredményeik prezentálására. Ezt követően az Opponens csapat tagjai kérdéseket tesznek fel az előadással kapcsolatban, majd maximálisan 4 percen belül elemzik és értékelik a beszámolót.

Ezt követi a verseny legizgalmasabb 10 perce, az **Opponens** és az **Előadó** csapat közötti **vita**. Az **Opponens** feladata ekkor nem az, hogy megkérdőjelezze a másik csapat kutatását, hanem az, hogy megvizsgálja annak helyességét, kiemelve mind a kutatás, mind az előadásmód erősségeit és hiányosságait. Feladata továbbá az **Előadó** csapat teljesítményének értékelése a következőkre kitérve: a jelenség magyarázata, a kutatási módszerek megválasztása, kutatási eredmények érvényessége. Ekkor az **Opponens** csapat amennyiben releváns, kiemeli az esetleges pontatlanságokat, tévedéseket is. Fontos kihangsúlyozni, hogy a vita alatt az **Opponens** csapat csak reagál az **Előadó** csapat megoldására, saját megoldási módját nem közli.

A vitát követően a **Bíráló** csapat 3 percen belül kérdéseket tesz fel az **Előadó** és **Opponens** csapatnak, majd 4 percen belül értékelik a teljes csatát. Egyebek mellett értékelik az **Előadó** csapat előadását, az **Opponens** csapattal folytatott vitát, és rávilágít az esetleges hiányosságokra. A **Bíráló** csapat kinyilvánítja saját véleményét a vita során felmerülő összes kérdéssel.

Végül a **zsűri** kérdései következnek, majd a pontozásra kerül sor.

Az IYPT egy kísérlet alapú verseny, így elsősorban a tudományos megközelítés (scientific approach) módszereire épít. A tudományos módszer számos aspektusa ismeretlen lehet a versenyző középiskolás diákok számára, hiszen a tanulók nagy része hagyományos oktatási keretek között, hagyományos módszerekkel tanult. Az empirikus jelleg – megfigyelés, kérdésfeltevés, hipotézis, jóslat, vizsgálat, következtetés - azonban hagyományos tanórákon is megjeleníthető. Az Investigative Science Learning Environment (ISLE) oktatási módszer a tudományos megközelítést hangsúlyozza a tények közlése mellett.

1.2. IYPT és a kutatásalapú tanulás

Az inquiry-based learning (IBL) tágabb értelemben a kutatásalapú tanulási és tanítási módszereket foglalja magában. A félreértések elkerülése végett fontos kihangsúlyozni, hogy a segédanyagban az IBL-t tág értelemben használjuk. Az IYPT sajátos megközelítésben használja a kutatásalapú módszereket, sajátos oktatási és kutatási módszerei vannak.

Habár napjainkban népszerű a kutatásalapú módszerek alkalmazása, a legtöbb nemzetközi verseny nem méri a részt vevő diákok problémamegoldó képességét nyílt végű feladatok kapcsán. Az IYPT azonban erre épít. Említésre méltó, hogy az IYPT 1988-ban, jóval az IBL elterjedése előtt indult útjának iskolán kívüli keretek között a matematikában és természettudományokban kiemelkedő, tehetséges diákok felfedezése, és a tehetségek gondozása érdekében. Fogantatása egy adott moszkvai értelmiségi réteghez köthető, beleértve elismert tudósokat, akik szakértelmükkel hozzájárultak a színvonalas kutatómunkához, segítségükkel a diákok a kutatáshoz szükséges módszertani ismereteket magas szinten sajátíthatták el.

Hamarosan az IYPT nemzetközi fronton is elterjedt, megtartva fő célját, a kutatásalapú megismerés lehetőségének biztosítását a középiskolás diákok számára. A nemzetközi fizikaoktatásban való kiemelkedő szerepéért 2013-ban az International Union of Pure and Applied Physics szervezet díjazta.

1.3. IYPT = kutatás + vita + ...

Az IYPT különlegessége, hogy ötvözi a magas szintű szaktárgyi kutatómunkát és a retorikát azáltal, hogy a versenyzők eredményeiket egy tudományos vita keretein belül prezentálják, illetve bíráló előtt védik meg.

Az IYPT különlegességei:

- Az IYPT-ben csapatok küzdenek meg egymással, így szükség van csapatmunkára.
- A cél nem az, hogy az adott problémára helyes megoldást találjanak a versenyzők, hiszen nincs konkrét helyes megoldás. Az elvárt „megoldás” a probléma fizikai megvalósítása, a szükséges kísérleti/mérési elrendezés megalkotása, a tapasztalatok alapján következtetések megállapítása, és azok magyarázata.
- A nemzetközi fordulóban részt vevő diákok a tényleges verseny előtt hónapokon át tartó kutatómunkát végeznek, amely során részletekbe menően megvizsgálják az előzetesen kiadott problémákat. A versenyre kutatási eredményeikkel érkeznek.

A hosszan tartó, nagy mennyiségű kutatómunka mellett a nemzetközi fordulóban folytatandó vita teszi igazán izgalmassá a versenyt, így az IYPT még azok számára is kihívással szolgál, akik gyakorlottak és kiemelkedők elméleti problémák megoldásában.

A szervezők tudatosan úgy fogalmazzák meg az előre közölt nyílt végű kérdéseket, hogy az instrukcióval szabad kezet adjanak a diákok számára a kivitelezésben (pl.: „Vizsgáld meg az alábbi jelenséget!”, „Mitől függ a ...?”, stb.). Így a csapatok egyéni ötleteik alapján, különböző utat bejárva juthatnak eredményre. Minden megoldási mód helyet kap, a zsűri a kutatás tudományos mélységét és minőségét értékeli.

2. IFRT felkészítés

2.1. Előkészületek és a probléma megválasztása

Az IFRT-re való felkészülés során a szervezők által kiírt 4 problémából 3 megoldása szükséges. A kutatást a versenyzők önállóan végzik, a tanár felügyeli a folyamatot, valamint tanácsokkal segíti a kutatómunkát. Természetesen, minél többször van jelen a tanár, annál inkább tudja segíteni a csapatot a sikeres felkészülésben.

Az első lépés

Az IFRT felkészülés során fontos szem előtt tartani, hogy a megmértetés jellegéből fakadóan teljesen más felkészülést és a tanár részéről más módszerekkel történő felkészítést igényel, mint a hagyományos fizikaversenyek. A torna a felkészítőtől nem hagyományos értelemben vett tanári feladatokat vár el. A nyílt végű kutatási problémák más jellegű tevékenységeket és munkaszervezést igényelnek, mint a hagyományos, papír alapú versenyekre való készülés, illetve a frontális előadásmód.

Az első lépés a 3 feladat kiválasztása. Ehhez az alábbi szempontokat érdemes átgondolni:

A kísérlet megvalósítható?

- Igényel-e speciális eszközöket?
- Biztonságosan elvégezhető?
- Reprodukálható? Ez biztosítja a diákok eredményességét.
- Milyen költségekkel jár?
- Néhány diák rendelkezhet otthon speciális eszközökkel, melyekkel összetettebb kísérleti összeállításokat is meg tud valósítani.

Értjük a jelenség fizikai hátterét?

- Gondoljuk át, hogy a jelenség értelmezéséhez milyen fizikai háttérre és matematikai eszköztárra van szükség. Előfordul, hogy első ránézésre nem értjük, nehéznek találjuk a problémát, és nem látjuk a mögötte húzódó fizikai tartalmat. Ebben az esetben segítséget a kit.ilyam.org weboldalon vagy a [CaYPT](http://CaYPT.org) közösség honlapján (stemfellowship.org) találunk.
- Abban az esetben, ha a szükséges matematikát túl összetettnek találjuk, gondoljuk végig, hogy kvalitatívan hogyan jellemezhető pontosan az adott jelenség. Milyen fizikai törvények ismeretére van szükségünk a folyamat jellemzéséhez, és a következmények magyarázatához.
- Komplex matematikai eszköztár hiányában az eredményeket kvalitatívan értelmezzük. *Hogyan magyarázható az eredmény? Mi a szerepe az egyes fizikai mennyiségeknek? Milyen törvényekre épít a feladat? Stb.*

Ha hiányoznak a probléma megoldásához szükséges feltételek, többek között a megvalósításhoz szükséges tárgyi és szellemi feltételek, a diákok számára nehezen elsajátíthatóak az elvárt ismeretek, akkor **inkább ne**

kezdjük bele az adott probléma vizsgálatába. Általában a legnehezebb problémák bizonyulnak a legérdekesebbnek a diákok számára, azonban a túl absztrakt feladat számos akadályt állít a diákok elé, amelyet csak kevesen ugranak meg. A sikerélmény biztosítása érdekében irányítsuk diákjaink figyelmét egyszerűbb, könnyebben kivitelezhető és megérthető problémákra.

Időgazdálkodás

A versenyre való felkészülés 2-3 hónapon átívelő folyamat. Fontos figyelembe vennünk, hogy a diákok iskolai előrehaladása is fontos, a kutatás mellett más iskolai elfoglaltságuk is van, amely befolyásolja a felkészülésre fordítható időt. Annak érdekében, hogy minél hatékonyabban és időhatékonyabban dolgozhassanak a tanulók, célszerű rövidtávú, könnyen teljesíthető célokat (pl. heti feladatokat) megfogalmaznunk, így segítve a könnyebb előrehaladást.

2.2. Kivitelezés

A kivitelezés lépései

- I. **Kezdeti megfigyelés:** A jelenség reprodukálása, megfigyelése.
- II. **Kezdeti megközelítés, ötlet:** Értelmezzük a jelenséget! Adjunk egyszerű fizikai magyarázatot!
- III.
 - a. **Mit vizsgáljunk?:** A kezdeti megközelítésből kiindulva milyen fizikai mennyiségeknek tulajdonítunk szerepet az adott jelenségben? Milyen összefüggések vannak az egyes paraméterek között?
 - b. **A kísérlet megalkotása:** Hogyan vizsgáljuk az adott jelenséget? A kutatás megszervezése, kísérlet megtervezése.
 - c. **Mérés, adatgyűjtés:** Annak vizsgálata, hogy a kísérlet eredménye hogyan függ a választott paramétertől. Adatok gyűjtése, rendszerezése.
- IV.
 - a. **Modellalkotás:** Alkossuk meg a jelenség pontosabb modelljét, amely pontos előrejelzést ad a mérhető mennyiségek értékére, megmutatja az egyes paraméterektől való függést.
 - b. **Jóslatok:** A modell alapján éljünk jóslatokkal a kísérlet kimenetelével kapcsolatban. Milyen eredmény várható, ha a modellünk jó?
- V. **Modell és kísérlet összehasonlítása:** Hasonlítsuk össze a mért adatokat a modell jóslataival. Ha ezek nem találkoznak, térjünk vissza a IV. ponthoz, pontatlan modell esetén. Előfordulhat az is, hogy a kezdeti megközelítésben éltünk téves hipotézisekkel, így érdemes lehet a II. lépéshez visszanyúlnunk.
- VI. **Eredmények bemutatása:** Készítsünk prezentációt, amelyben bemutatjuk a kutatási folyamatot és a kapott eredményeket. A modell-kísérlet összehasonlítás feltüntetése elengedhetetlen!
- VII. **Védés:** Az eredmények alátámasztása. E lépés célja a kapott eredmények érvényességének igazolása.

A III. és IV. lépés egymástól függetlenül elvégezhető, felcserélhető. A modellt a jelenség fizikai háttere alapján alkotjuk meg, a kísérlet pedig a valós jelenség vizsgálatához alkalmazott megismerési módszer. A sorrendet a diákok választhatják meg, ez az eredményt nem befolyásolja. Bizonyos diákok a II. pontban megfogalmazott kezdeti felvetéseik alapján alkotnak modellt, amelynek tökéletesítése hiányában ezzel az ötlettel dolgoznak tovább a kutatási folyamat hátralevő részében.

Az IFRT sajátossága a többi kutatásalapú versenyhez képest leginkább megkülönböztető újító sajátossága a kutatási eredmények vita keretén belül történő védelme.

2.2.1. Kezdeti megfigyelés és megközelítés (I, II) és Mit vizsgáljunk? (III.a)

A felkészülés során érdemes ebbe a részbe a teljes csapatot bevonni. Később természetesen egyes feladatok méréseit, az adatgyűjtést és kiértékelést már lehet külön is végezni. Az IYPT problémák általánosan megfogalmazott nyílt végű feladatok, amelyek ezáltal lehetőséget adnak arra, hogy különböző minőségben, eltérő megközelítésekkel, és különböző utakat bejárva jussanak a diákok eredményre. Különböző csapatokra jellemző az alapvetően eltérő gondolkodásmód, így különböző a kiinduló ötlet is. Függetlenül attól, hogy a csapatok egy adott megközelítés alapján elindulnak az eredményhez vezető úton, a versenyen való eredményes vitához ajánlott ismerni más megoldási lehetőségeket is.

- **Kezdeti megfigyelés.** Építsünk egy egyszerű, de működő kísérleti összeállítást és figyeljük meg részletesen a jelenséget!
- **Releváns paraméterek.** Hasznos, ha előre összegyűjtjük a jelenséget meghatározó és befolyásoló paramétereket, ahogy az is, ha a változó paraméterek figyelembevételével előre megkonstruáljuk a mérési elrendezést. Fontos, hogy értsük a feladat pontos megfogalmazását. Ha pontosan megadott paramétereket tartalmaz a feladat, akkor azokat be kell tartani (például a „Forró vizes szökőkút” (IYPT 2016) problémánál nem kell glicerinnel elvégezni a kísérletet) és ha kijelöl vizsgálandó fizikai mennyiségeket, akkor azokat mindenképpen érdemes tanulmányozni. Érdemes előre ötletelni, hogyan tudunk olyan fejlesztett kísérleti összeállítást csinálni, amivel hatékonyan vizsgálhatók az egyes mennyiségek.
- **Kezdeti megközelítés:** A diákok nem tudatosan ugyan, de alkotnak egy sajátos értelmezést, egy sokszor naiv modellt a jelenségről. Ez a lépés elengedhetetlen. Ösztönözzük diákjainkat, hogy világosan határozzák meg feltevéseiket, akkor is, ha azok esetleg még kezdetlegesek. Ezen hipotézisek segítenek pontosítani azokat a mennyiségeket, amelyeknek a jelenségben szerepet tulajdonítunk, amelyeket a kutatás során vizsgálni szeretnénk. Építsünk a diákok hipotéziseire. Milyen feltevésekkel élnek? Milyen elvárásokat fogalmaznak meg a kísérlet kimenetelével kapcsolatban? Ebben az egységben előfordul, hogy a diákok által ekkor felállított modell helytelen. Erre a későbbiekben, a feltevések valósággal való ütköztetése után reflektálva, a diák sokat tanulhat.
- **Szakirodalmi áttekintés:** A IFRT-n előnyt jelent a releváns szakirodalom ismerete. Hasznos lehet, ha első körben a szakirodalomhoz nyúlunk, hiszen gyakran részletekbe menő magyarázatot találhatunk a vizsgálni kívánt jelenséghez. Ezen szakirodalmak általában a megvalósításhoz szükséges mérési elrendezést is felvázolják, amely szintén nagy segítség a kutatáshoz használt kísérlet megalkotásában. Az interneten számos anyag támogatja a szakirodalomkutatást. Az

internet nagy adathalmazában a diákok számára nehézséget jelenthet megfelelő, hiteles és jól használható forrást találni, erre tanárként/felkészítőként érdemes figyelniük.

2.2.2. A kísérlet megalkotása (III.b)

- **A kísérlet megalkotása:** A diákok meghatározták a mérendő mennyiségeket, illetve azt, hogy ezen mennyiségeket mely paraméterek függvényében kívánják vizsgálni. Itt érdemes megbeszélni azt is, hogy az egyes mennyiségek méréséhez milyen mérőeszközök használhatók. Térjünk ki az eszközök használatának ismertetésére is. Úgy válasszuk meg a problémát, hogy a kapcsolódó kutatás a rendelkezésre álló eszközökkel kivitelezhető legyen. Fontos megjegyeznünk, hogy a tökéletes kivitelezés, tökéletes tárgyi modell megvalósítása első körben szinte lehetetlen. A kutatás során ez folyamatosan fejlődik, hiszen beépítjük az újonnan szerzett tapasztalatokat, figyelembe vesszük a felmerülő befolyásoló tényezőket, stb. A hibaforrásokat és a számolt mérési hibákat ne felejtjük el megadni.
- **Meglévő, kölcsönzött vagy új eszköz?** Kezdjük a munkát a legegyszerűbb rendelkezésre álló felszereléssel. A kevesebb néha több. Gondoljuk át, hogy mihez van szükségünk annak érdekében, hogy minél részletesebben körüljárhassuk az adott problémát, illetve minél pontosabb eredményekhez jussunk. Ezt természetesen több tényező is befolyásolhatja. Pl. a kísérleti és mérőeszköz pontossága, a körülmények megváltozása, stb. Olykor elegendő a körülményeken változtatnunk annak érdekében, hogy a kísérlet jobb és szemléletesebb legyen. Azon eszközök, amelyek nem állnak rendelkezésre a színvonalas munkához, kölcsönözhetők (kutatólaborok, vagy egyetemek támogatásával), vagy a diákok által megalkothatók.

2.2.3. Szisztematikus mérés, adatgyűjtés (III.c)

A diákok megalkotják a kísérleti összeállítást és reprodukálják a jelenséget.

- **Próba.** Először javasolt, hogy csak néhány mérést végezzünk el a kiválasztott paraméter értelmezési tartományán. Ennek célja, hogy megfigyeljük, hogy a mennyiség mérhető-e a teljes tartományon (alkalmas-e a használt mérőeszköz?), és hogy meghatározzuk, hogy milyen esetben szükséges pontosabb méréseket végeznünk (pl. a gyorsan változó eredmények miatt).
- **Mérés, adatgyűjtés:** A diákok elkezdik a szisztematikus mérést. A pontos mérés a kulcsa a későbbi sikeres értelmezésnek. A tanár által adott instrukció legyen a következő: „Végezz elegendő mérést a mennyiségek közötti kapcsolatok meghatározásához! Add meg a mért adatokhoz tartozó mérési hibákat!”. A diákok maguk döntsék el, hogy mennyi adatpontot érdemes felvenniük ahhoz, hogy az egyes mennyiségek közötti függvénykapcsolatot minél pontosabban megadhassák. 3 pont már elég lehet egy egyszerű lineáris kapcsolat bemutatásához, de további 3 adat szükséges ekkor is a mérési hiba megállapításához. 6-10 mérés elvégzése mindenképpen javasolt. Ha ennél kevesebb mérési pont van, az nem érvényteleníti a mérést, de igen sokat von le állításának erősségéből.
- Célunk a mérési adatok összevetése a modell jóslataival. Tökéletes egyezést ne várjunk, adjuk meg az eltérést.

- Az IFRT-n nem elegendő egyetlen paraméter vizsgálata. **Minden** számításba vehető **paraméter vizsgálata szükséges**, ezek közül a 2-3 legfontosabbnak ítélt részletes vizsgálata elvárható.
- **Reprodukálhatóság:** Minden esetben győződjünk meg arról, hogy a mérés megismételhető egy adott hibahatáron belül.
- Igazoljuk, hogy a mérési eredmények értelmesek és nem ütköznek ellentmondásba.
- Ne csak a cél mennyiséget mérjük meg, hanem az összes, a jelenséget befolyásoló paraméterrel dolgozzunk. Az adatokat rendszerezünk, vezessünk mérési naplót!

Tanácsos a mérési hibák kiszámítása, de legalább egy számszerű becslés megadása. A hibaszámítás szerepe, hogy megmutassa, hogy milyen mértékig megbízható a mérésünk, valamint szerepet játszik a mérési eredmények modellel való összehasonlításában is. Hiba adódhat a mérés során történő pontatlanságból, a mérőeszköz leolvasási hibájából, illetve egyéb szisztematikus hiba befolyásolhatja a mérésünk eredményét. Bonyolult mérések esetén kvalitatív jellegű hibabecslés lehetséges. Van, hogy nem tudjuk mérni/becsülni a hibát közvetlenül, ekkor hasznos a hibaterjedéssel számolás.

2.2.4. Modellalkotás és előrejelzések (IV). A modell és mérés összehasonlítása (IV)

- **Modellalkotás:** A tanulók megalkotják a jelenséget leíró modellt. A jelenséget jellemző alap fizikai törvények felhasználásával jutnak el a matematikai modellhez, amely megmutatja az összefüggést a mért mennyiségek között. Hogyan függ egy adott fizikai mennyiség egy adott paramétertől? Nincs olyan modell, ami teljességében leírja a jelenséget, így érdemes átgondolni a modell feltételeit, esetleg a paramétertartományokat, ahol a modell alkalmazható. A probléma nehézségi szintje alapján a modell lehet:
 - Kvalitatív: Minőségi jellemzést ad. Szavakkal leírva ad magyarázatot. Kvalitatívnak számít gyakran az első megközelítésben megalkotott naiv modell.
 - Kvantitatív: A mennyiség vizsgált paramétertől való függése alapján matematikai összefüggést fogalmaz meg.
- **A modell előrejelzései:** A modell alapján a diákok különböző jóslatokat tesznek, feltevésekkel élnek a kísérlet kimenetelére. Ha kvantitatív modellt alkalmazunk, a jóslat is kvantitatív, pl. lehet egy grafikon, amelyet összehasonlítunk a mérési adatokkal.

Analitikus kvantitatív modell: Az IYPT problémák modellje legtöbbször szakirodalomban fellelhető, azonban ezen matematikai formulák sokszor túl komplexek egy általános, vagy középiskolás diák számára.

Ugyanakkor, minden esetben elvárt, hogy a diák képes legyen:

- Felírni és értelmezni a rendszerre jellemző mozgásegyenletet, az adott rendszer viselkedését leíró alapvető fizikai törvényeket. Általában ezen törvények közötti összefüggések meglátása jelenti a sikeres megoldás kulcsát.
- Magyarázni a levezetés során alkalmazott lépéseket.

- Meghatározni és kritikusan elemezni a szakirodalom által előrevetített jóslatokat. Hogyan kapcsolódnak a szakirodalom eredményei a saját kutatáshoz? Sokszor a szakirodalom csak hasonló jellegű problémát tárgyal, amely elviekben különbözhet az általunk vizsgált problémától.
- Magyarázni a változó paraméterek szerepét és fizikai jelentését. Mely fizikai törvényt alkalmazta a diák a matematikai modell felírásához, illetve mit jelentenek az egyenletben megjelenő tagok?
- Prezentálni a kapott eredményeket. Levezetés az előadás során nem szükséges. A hangsúly az eredmények értelmes magyarázatán legyen.

Numerikus kvantitatív modell: Ha a levezetés túlságos komplex, támaszkodhatunk numerikus modellre (szimuláció). Ebben az esetben a diákoknak továbbra is meg kell felelniük a fent leírt i.-iii. követelménynek. A iv.) és v.) pontban megfogalmazott elvárások helyett szimuláció alkalmazása során a diák képes legyen annak eredményeit értelmezni, magyarázni és prezentálni.

2.2.5. Prezentáció (V) Előadás (VI)

Az IFRT-re készítendő prezentáció elkészítésekor érdemes odafigyelni a következőkre:

- A megfigyelt jelenség leírása legyen szemléletes (melyet érdemes videóval, vagy képekkel is illusztrálni)
- A mérési elrendezés leírása legyen nagyon részletes. Néhány további diát helyezünk el mellékletben az elrendezésről és a kivitelezésről. Számítanak az apró kivitelezésbeli részletek.
- Az alkalmazott modell bemutatása fontos. Elég a felírt egyenlet magyarázata, levezetésre nincs szükség, a levezetést mellékletként közöljük. A mellékletben szereplő diák nagy segítséget jelenthetnek a vita során.
- A mért adatok jóslattal való egyeztetése: adatok grafikus megjelenítése, az elméleti modellel való összehasonlítása. Természetesen grafikus kiértékelés mellett más módszert is alkalmazhatunk. Ez a lépés nélkülözhetetlen, hiszen itt mutatkozik meg, hogy mennyire helytálló a magyarázat, sikerült-e a megvalósítás, és a kívánt cél elérése. A modell-kísérlet összehasonlítása legyen alapos, elengedhetetlen a hibák feltüntetése. Az esetleges ellentmondásokat értelmezzük. Az ellentmondások magyarázata vita téma lehet.
- Az „eredmények” részben nem egy összefoglalást kérnek, hanem tényleges következtetéseket a kutatás alapján. Pl.: „A kutatásunk alapján a jelenséget [...] írja le.” Előnyös, ha a kutatás elején világos célokat és kutatási kérdéseket fogalmazunk meg, így a következtetésünk tudományosan megalapozott válasz a kérdésekre.
- Ajánlott oldalszámot is rakni a diákat a gyors visszakereshetőség érdekében.
- A kutatás alatt nagy mennyiségű adatgyűjtés történik, ugyanakkor az előadás során az eredményekre fókuszálunk, így csak azon adatok felhasználására van szükségünk, amelyek megalapozzák a kutatási kérdésekre adható válaszokat. Az előadás a kutatás egy kivonata.

- Egy grafikon tartalmazza a kutatás során gyűjtött adatokat, összefoglalja a több hónapig tartó munkát, szemléletes, könnyen elemezhető a prezentáció során. A grafikon tengelyeit feliratozzuk, adjuk meg a mértékegységeket is, ezáltal az eredmények a közönség számára is jól értelmezhetővé válnak. Jelöljük meg a lépéseket és a fontosabb értékeket is. A különböző adattípusokat világosan különítsük el (más jelölés: eltérő szín, szimbólum, stb.). Az alkalmazott jelöléseket magyarázzuk. Pl.: a kék szín jelzi az alacsony hőmérsékleten mért adatokat, és pirossal jelöltük a magas hőmérsékleten mért értékeket. Az adatok jelölésére használjunk alakzatot, vizsgáljuk a pontokra illeszkedő függvény és a modell alapján felvett görbe kapcsolatát.
- Az előadásnál fontos a tiszta és érthető beszéd, a megfelelő hangerő és a magabiztosság.

2.2.6. Vita (VII)

Az opponens csapat kiemeli a kutatás és a beszámoló erősségeit, és kitér a pontatlanságokra is, közli, ha nem ért egyet, valamint megemlíti, ha a magyarázat néhol felületes volt. A kritikus gondolkodási készség fejlesztése kiemelendő feladat a 21. században. Legyen szó hírekről, tanulmányokról vagy akár reklámokról, a kritikus elemzés minden esetben szükséges. A IYPT (és ezáltal az IFRT) struktúrájának érdeme, hogy a tudományos kutatás, majd a vita keretein belül történő érvelés és védelem lehetővé teszi a kritikus gondolkodási készség fejlesztését.

A vita célja:

- Iránymutató az előadó számára annak érdekében, hogy a kutatást és az arról szóló beszámolót oly módon fejleszthesse, hogy az kellőképpen hiteles és meggyőző legyen.
- Megbeszélés, érvekkel alátámasztott véleménycsere.

Az opponens csapat is lehetőséget kap, hogy beszámoljon az adott jelenség értelmezéséről. A vitának nem szabad az opponens munkájáról szólnia, de a megalapozott véleményét tartalmaznia kell.

A vita a csata talán legkritikusabb eleme. Még egy meggyőző előadás után is megváltozhat a zsűri véleménye az előadó csapatról, egy erős ellenféllel folytatott vita során nyújtott teljesítménye alapján. Az opponens csapat feladata első körben kérdések megfogalmazása a beszámoló csapat felé a kutatással kapcsolatban. Különböző probléma különböző kérdéseket vet fel, valamint az opponensnek figyelembe kell vennie a probléma feldolgozásának minőségét, módszereit is. Emiatt nehéz általános kérdésekkel készülni.

Az opponáló csapat feladat 4 részre osztható: tisztázó kérdések, az előadás értékelése, vita és egy összegzés. Az alábbiakban tanácsokat adunk mind az előadó, mind az opponens számára az egyes szakaszokhoz kapcsolódóan.

Tisztázó kérdések (1 perc)

Opponens csapat kérdései: A kérdések célja, hogy az opponens megalapozott összefoglalót tudjon adni az előadásról. Ennek megfelelően nem vizsgáztató kérdések feltétele a célravezető, hanem olyan tisztázó kérdések, melyek a hiányokra, elmélet kevéssé érthető részére, kísérleti bizonytalanságokra, stb. vonatkoznak.

- Fontos, hogy minden kérdés a kutatáshoz kapcsolódjon.
- A kérdés irányuljon az alkalmazott módszerre, vagy a pontosítandó elemekre.

- Kérdezzünk rá olyan közelítő feltevésekre, amelyeket az előadó megemlített, de részletesen nem fejtett ki.
- A kérdés ne legyen túl specifikus.
- Ne bonyolódjunk be a kiértékelés módjának részleteibe.
- Ne kezdjünk diszkusszióba egy paraméter hatásáról, vagy az elmélet részleteiről. A kérdések mindig tisztázó kérdések legyenek.
- A kérdéseket fontossági sorrendben tegyük fel.
- 20 másodpercet adjunk maximum egy válaszra. Ha az előadó válasza ennél hosszabb, udvariasan köszönjük meg a választ, majd ugorjunk a következő kérdésre. A hosszabb kifejtést tartogassuk a konkrét vitára. Rövid igen/nem választ elég nehezen adunk egy részletes, nagy volumenű kérdésre, így az ilyen jellegű kérdéseket tartogassuk a verseny következő egységére (vita).

Válaszok az opponens kérdéseire: Az előadó feladata ebben a szakaszban a válaszadás.

- A válasz legyen rövid, lényegre törő és érthető. Javasolt előre felkészülni a lehetséges kérdésekre, az ezekre adható válaszokat még a verseny előtt érdemes kidolgoznunk.
- Ha a kérdés hosszan kifejtendő, részletes választ követelne meg az előadótól, próbáljunk lényegre törőek és jól érthetőek maradni. Ahogy fent említettük, az opponens feladata leállítani az előadót. Ebben az esetben, ha szükséges, a kérdés részletes kifejtésére és megbeszélésére a vita alkalmával kerüljön sor.
- A prezentációhoz készített diasornál oldalszámot is szúrjunk be, így könnyen vissza, vagy az melléklet diához lapozhatunk a kérdéses megválaszolásakor.

Az előadás értékelése (maximum 2 perc)

Ebben a részben az opponens csapat prezentálja az előadással és a kutatómunkával kapcsolatos véleményét. Célja összefoglalni a legfontosabb eredményeket, megvizsgálni a probléma teljesülését, kiemelni egyaránt a jó és rossz tartalmakat mind az elméletben, mind a kísérletekben.

- Az opponensnek kritikus szemmel kell összefoglalni az előadást, megmutatva, hogy értette a prezentáció főbb irányvonalát.
- Ki kell emelni a jó dolgokat is (megfelelő indoklással). Ne féljünk dicsérni egy jó előadást!
- Az opponens-nek érdemes a hiányosságokra is felhívni a figyelmet. Először említsük meg, hogy mi volt jó, mit lehetett volna jobban csinálni, és hogyan, végül hívjuk fel a figyelmet a további lehetőségekre, amit lehetett volna még elvégezni.
- Érdemes kiemelni, ha a kijelölt probléma megoldása teljes mértékben elfogadható, és megfelel az elvárásoknak. Ha nem, és esetleg hiányos vagy pontatlan, részletezzük a problémákat.
- Az előadás érthetőségét, az előadásmódot és a diasor minőségét is érdemes minősíteni

Vita (6 perc)

Az opponens szerepe: A vita alatt a beszámoló során felmerülő témák részletes tudományos megbeszélése zajlik az opponens és az előadó csapat között. A csapatok ekkor részletekbe menően megtárgyalják a probléma

megoldási lehetőségeit, és a fizikai háttérét. A vitát az opponens csapat vezeti, cél a beszámoló tudományos bírálata annak érdekében, hogy **bemutassa az adott probléma további fejlesztésének lehetőségeit**.

- Fókuszáljunk a beszámoló csapat munkájára. Egy jó vita az előadást veszi alapul, majd megvizsgálja a bemutatott probléma fizikai értelmezését, végül feltárja a hibákat és a hiányosságokat. A vita legyen konstruktív! Ha a beszámoló több helyen mutat pontatlanságokat, a következőkre érdemes opponensként kitérnünk: nevezzük meg a problémát, tisztázzuk, hogy mi okozhatta a hibát, javasoljunk megoldást vagy adjunk támpontot a probléma megoldására.
- Ha erős beszámolót hallottunk, vitassunk meg lehetséges további megoldásokat (értelmezés – fizikai háttér, elmélet, modellalkotás; kivitelezés – a probléma megvalósítása, mérés, kísérlet). Beszéljük meg, hogy még mire lehetne érdemes kitérni a kutatás során. Beszéljük meg, hogy a probléma még milyen további lehetőségeket rejt magában, mit lehetne még megvizsgálni, stb.
- Ha az előadás ellentmondásokat, ellentmondó vagy helytelen közelítéseket tartalmaz, az opponens csapatnak érdemes ezekre kitérnie a vita kezdetén.
- A vita során a lényeges elemek megbeszélésére törekedjünk, ne vesszünk el egyszerű részletekben.
- Az ellenfél csapat rövid, jól érthető, világos kérdéseket fogalmazzon meg a beszámoló csapat felé. A vita során egyszerű nyelvezetet használjunk, ne alkalmazzunk absztrakt nyelvi szerkezeteket. A nyelvi nehézségek a vitát is nehezítik. Nem a nyelvtudás mérése a cél, az eredményes tudományos vita egyszerű, hétköznapi angollal is megvalósul.
- Ha a beszámoló csapat éppen nem tud jó választ adni a feltett kérdésünkre, semmiképp ne kezdjünk előadásba. Mindig maradjunk türelmesek, igyekezzük udvariasan a helyes válasz felé irányítani a beszámoló csapat gondolatmenetét. Ha nem járunk sikerrel, egy rövid lezáró gondolat megfogalmazása után térjünk át egy következő téma megvitatására.
- Minden egyes fontosabb pont megbeszélése után, érdemes néhány szóban összefoglalnunk a vita adott részének tanulságait, és közölnünk kell saját meglátásainkat. Rendkívül fontos az opponens csapat véleményét kihangsúlyozni a témáról. Ha az előadó csapat magyarázatával egyetért, akkor azt is érdemes jelezni.
- Fontos azonban megjegyeznünk, hogy a vita az előadás kapcsán felmerülő kérdések megvitatásáról kell, hogy szóljon. Az opponens csapat nem közli saját megoldását. Ha ellenfélként úgy érezzük, hogy a beszámoló hiányos, vagy hibás, ezeket jelezzük, és beszéljük meg, hogy hogyan alakulna az eredmény helyes vagy pontosabb kivitelezés/ értelmezés mellett.
- Az opponens csapat semmilyen körülmények között nem érvelhet a következő módon: “Az eredményeitek biztosan helytelenek, mert ellentmondanak a mi kutatási eredményeinknek.” Az opponens eredményeinek érvényességét nem ismerjük, helyességét nem tudjuk, így a fenti kijelentés nem tekinthető jó érveknek. A vita során megfelelő, fizikai háttérrel alátámasztott érveket hozunk fel.
- Ha a csapatok által alkalmazott modellek ellentmondásba kerülnek, az opponens csapat közölje az ellentmondást okozható lépéseket, a vita során történjen meg ezek részletes megbeszélése. A fókusz továbbra is a beszámoló csapat megoldásán legyen. Nem érdemes ugyanakkor túlságosan támadón viselkedni, az opponens számára a következő kérdéseket javasoljuk: “Miért ezeket a törvényeket alkalmaztad?” “Nem gondolod, hogy helyesebb lenne [...] modellel dolgozni?” “Magyarázd el, mi volt a célod ezzel a lépéssel!”, stb.

- Amikor a vita során a beszámoló hiányosságai kerülnek előtérbe, sokszor az opponens csapat abba a hibába esik, hogy irreleváns fizikai tartalomra fókuszál. Pl. tekintsük a csőben eső mágnes esetét. Ezen probléma esetén nem érdemes hibának tekintenünk a közegellenállás elhanyagolását. A vitapartner feladata felismerni, hogy melyek a lényeges tényezők a probléma megvalósítása során, és melyek azok, amelyeket érdemes lehet elhanyagolni.
- Kérdezni nem csak az opponens csapatnak lehet. Ha az előadó feltesz egy kérdést, az opponensnek válaszolnia kell, hiszen ekkor ténylegesen a probléma megbeszélése történik, ugyanakkor a vitát továbbra is az opponens irányítja.

Az előadó szerepe: A vita során az előadó megvédi eredményeit, és igazolja a témában való jártasságát.

- Fontos, hogy értse az opponens által feltett kérdést. Ha a kérdés nem teljesen világos, kérje meg az opponenst annak pontosítására. Egy félreértéseken alapuló vita nem vezet eredményre.
- A válaszokat érthetően és tömören fogalmazzuk meg. Ha az opponens csapat elégedett a válasszal, ugorhatnak is a következő kérdésre.
- A vitát az opponens irányítja, így ha az előadó eltér a témától, vagy egy választ túl részletesen fejt ki, akkor az ellenfél leállíthatja a csapatot. Ugyanakkor, ha az előadó úgy érzi, hogy a pontos megértéshez további magyarázatra van szükség, akkor ezt jelezheti az opponensnek, aki további időt adhat. Ekkor is érdemes lényegre törőnek maradni.
- Az előadó csapat is érdeklődhet az opponens csapat véleményéről egy adott felmerülő kérdés kapcsán. (Pl.: “Miért tartod ezt fontosnak?” vagy “Hogy vélekedsz erről?”, stb.). Egy valódi vita során mindkét félnek joga van kérdezni. Gyakran a csata alatt az opponens csapat rengeteg kérdéssel bombázza a beszámolót, aki ezek elöl könnyen kitérhet, ha ő is kérdez.
- A csata legvégén a beszámoló csapatnak 1 perc áll rendelkezésére, hogy tisztázza álláspontját, és reflektáljon a még megválaszolatlan bírálatokra.
- Fontos, hogy legyünk tisztában a diasor tartalmával, oldalszámot is rakjunk a diákat, hiszen a vita során nagy segítséget jelenthet egy jó PPT.
- Tanácsos előre felkészülni az opponenstől várható kérdésekre. Javasolt, hogy a feltételezett kérdésekre adható válaszokat a diasorban is tüntessük fel mellékletként. Ezek többek között lehetnek segédadatok, illetve olyan részeredmények, amelyek megvitatása felmerülhet a megbeszélés során.

Opponensi összefoglaló (1 perc):

A vita összefoglalása fontos része a csatának. Ekkor az opponens összegzi a vita során megbeszélteket. Tartsuk szem előtt, hogy az opponensnek ezután csak akkor van lehetősége szólni, ha kérdésre válaszol. Mit tartalmazzon az összefoglaló:

- Ne a teljességre törekedjünk, csak a lényeges részeket emeljük ki.
- Foglalkozunk össze a fontosabb eredményekkel, az erősségekkel, de közöljük a hiányosságokat is, valamint azokat a részeket, amelyekkel nem értettünk egyet.