



Oktatási segédanyag nyílt végű kísérleti projektfeladatok tervezéséhez és kivitelezéséhez

Avagy oktatási segédlet IYPT-alapú problémák osztálytermi
megvalósításához és versenyfelkészítéshez





1. Az oktatási segédanyag célja és szerkezete

Az oktatási segédanyag célja az ifjú fizikusok nemzetközi versenye (továbbiakban az angol elnevezése alapján: IYPT) által inspirált, kutatás alapú módszer tanórai és tanórán kívüli alkalmazásának módszertani bemutatása. Az eszköztár a következő struktúrát követi:

Osztálytermi alkalmazás

A nyílt végű feladatok normál osztálytermi tanórába történő integrálásának kivitelezését bemutató részeket kék háttérrel jelöltük. Az oktatási segédanyag nyílt végű problémákon, projekteken keresztül nyújt módszertani segítséget gyakorló fizikatanárok számára a kutatás alapú módszerek tanórai alkalmazásához. A szakanyag konkrét javaslatokkal, instrukciókkal és ötletekkel szolgál, ezzel segítve az oktatási módszerek, valamint az órákon alkalmazott technikák eredményes megválasztását. Segítséget kínál a megfelelő munkaforma kialakításához, a hatékony és időhatékony közös munka érdekében. A problémák lehetővé teszik, hogy mind a tanárok mind a diákok bepillantást nyerjenek az ifjú fizikusok nemzetközi versenyébe, valamint segítségükkel színesíthetjük, vonzóvá tehetjük fizikaóráinkat a diákjaink számára. Reméljük, hogy módszertani javaslatainkkal olyan tanórai projektek valósíthatóak meg, melyek segítségével fokozhatjuk diákjaink természettudományos érdeklődését, illetve növelhetjük a fizika iránti érdeklődők számát.

IYPT versenyfelkészítés

A sárga háttérű részek a tehetséggondozást, valamint az IYPT versenyre való felkészülést segítik. Az oktatási anyag ezen részei ötleteket adnak a tanárok és felkészítők számára, hogy fel tudják kelteni a diákok érdeklődését, így bevonva őket a felkészülésbe. Az IYPT magas és újszerű szakmai követelményeket támaszt a tanárok és a diákok elé. Ezért fontos szempont volt a megírás során, hogy az IYPT felkészítés minden szintjére és részére konkrét javaslatokat, ötleteket adjunk, ezáltal segítve az akadályok leküzdését.

Általános

A IYPT feladatok említett két felhasználási módja között több kapcsolódási pont is fellelhető. A metszet, amely információt ad a problémák osztálytermi és tanórán kívül – tehetséggondozás során – történő alkalmazására, piros háttéren olvasható.



2. Bevezetés

2.1. Az IYPT-ről

Általános

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, Opponents, és Bíráló.**

Elsőként az **Opponents** 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 Opponents csapat tagjai kérdéseket tesznek fel az előadással kapcsolatban, majd maximálisan 4 percen elemzik és értékelik a beszámolót.

Ezt követi a verseny legizgalmasabb 10 perce, az **Opponents** és az **Előadó** csapat közötti **vita**. Az **Opponents** 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 **Opponents** csapat amennyiben releváns, kiemeli az esetleges pontatlanságokat, tévedéseket is. Fontos kihangsúlyozni, hogy a vita alatt az **Opponents** csapat csak reagál az **Előadó** csapat megoldására, saját megoldási módját nem közli.

A vitát követően a **Bíráló** csapat 3 percen kérdéseket tesz fel az **Előadó** és **Opponents** csapatnak, majd 4 percen értékelik a teljes csatát. Egyebek mellett értékelik az **Előadó** csapat előadását, az **Opponents**



csapattal folytatott vitát, és rávilágít az esetleges hiányosságokra. A Bíráló csapat kinyilvánítja saját véleményét a vita során felmerülő összes kérdéstről.

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. További információkért javasolunk egy tankönyvet [1] és egy feladatgyűjteményt [2]. Ha a diákok a tudományos módszer elveivel már a tanórákon találkozhatnak, akkor a IYPT módszer elemei már viszonylag ismerősek lesznek számukra, így könnyebben megérthetik az empirikus megközelítés lényegét. Számos publikáció számol be a diákok kutatási projekteiben való részvételének oktatási előnyeiről (ld. 2.2. fejezet).

- [1] Etkina E, Planinsic G and Van Heuvelen A 2019 College Physics: Explore and Apply 2nd edn. (San Francisco, CA: Pearson)
- [2] Etkina E, Brookes D, Planinsic G and Van Heuvelen A 2019 Active Learning Guide for College Physics: Explore and Apply 2nd edn. (New York: Pearson)

2.2. 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, sajátok oktatási és kutatási módszerei vannak (további részletekért lásd: [1. melléklet](#))

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.



2.3. IYPT = kutatás + vita + ...

Az IYPT különlegessége, hogy ötvözi a magas szintű szaktárgyi kutatatomunkát 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 kutatatomunkát végeznek, amely során részletekbe menően megvizsgálják az előzetesen kiadott problémákat. A versenyre kutatási eredményeikkel érkeznek.

A hosszan tartó, nagy mennyiségű kutatatomunka 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.

Mielőtt belekezdenénk a következő fejezet olvasásába, amely leírja az IYPT problémák megoldásának folyamatát, javasoljuk, hogy az IYPT-t kevésbé ismerő kollégák tekintsék meg az [2. sz. mellékletet](#), amely bemutatja az IYPT módszer egy osztálytermi megvalósításának lehetőségét.



3. IYPT az osztályban és azon túl

3.1. Előkészületek és a probléma megválasztása

Általános

A IYPT feladatok alapja a kísérlet, így megvalósításukhoz szükség van tárgyi feltételekre, valamint a kivitelezéshez szükséges időre.

A problémaválasztást befolyásolja, hogy az IYPT-jellegű feladatot tanórán vagy tanórán kívül, versenyfelkészítés alkalmával kívánjuk-e felhasználni.

- A **fizikaórán** „megoldandó” feladatokat úgy érdemes megválasztunk, hogy azok a legtöbb diák számára sikerélményt nyújtsanak, érthetőek és könnyen kivitelezhetőek legyenek. Egy jó feladat továbbá kihívásokat rejt a tehetséges tanulók számára.
- Az **IYPT-n** az adott évben kiírt 17 feladatból elvárt 12 probléma teljeskörű ismerete, valamint a fennmaradó 5 feladat legalább felületes megértése.

Osztálytermi alkalmazás

Az egyes iskolák számára eltérő tárgyi feltételek adóttak a tanórai kísérletezéshez. A fizikaórán alkalmazott IYPT-jellegű problémák kiválasztásakor tehát célszerű figyelembe vennünk, hogy a rendelkezésre álló eszközök mennyiségét és minőségét, melyeken a kutatást végezzük. Fontos megjegyeznünk, hogy a IYPT-módszer tanórai alkalmazásához nem kell feltétlenül csak a IYPT versenyfeladatokra hagyatkoznunk. Hasonló jellegű feladatok (amelyek megvalósítását a szertár biztosítani tudja) kitűzése is ugyanazt a célt szolgálja. Diákjaink sajátosságait, előzetes tudásukat figyelembe véve tanárként akár saját feladatötletünket is bevihetjük egy középiskolai fizikaórára (ld. Oszcillátor, [2. sz. melléklet](#)). Fontos odafigyelnünk diákjaink motiválására is, melyhez segédletet az [3. sz. melléklet](#) nyújt.

Bár különböző országokban különböző a tanórák időtartama. Ha lehetőségünk van egy 80-100 perces fizikaórát megtartani (akár duplaóra keretén belül), jó választás az IYPT-módszer alkalmazása. Ugyanakkor részei megvalósíthatók 40-50 perces alatt is (egy tanóra), amelyhez leírást az [2. sz. melléklet](#) ad.

Ha az intézményben rendelkezésre állnak a kivitelezéshez szükséges eszközök, viszont a jelenség mögött húzódó fizikai háttér a középiskolás diákok (vagy a tanár) számára nem vagy nehezen érthető, akkor érdemes egy másik problémát választunk. Ha a feladat a tanár számára is kihívást jelent, feltehetően egy átlagos középiskolás tanuló is túl nehéznek találja majd.



Egy nyílt végű iskolai projekt előkészítése során tanárként a következőket kell figyelembe vennünk:

A kísérlet megvalósítható?

- Igényel-e speciális eszközöket?
- Biztonságosan elvégezhető?
- Reprodukálható (pl.: „Magic motor”, 1999)? Ez biztosítja a diákok eredményességét.
- Milyen költségekkel jár?

Értjük a jelenség fizikai hátterét?

- Milyen tudás szükséges a probléma komplex megértéséhez? A jelenséget leíró mennyiségek közötti összefüggések meglátása.
- Milyen matematikai ismeretekre van szükség a jelenség kvantitatív leírásához?

Sikerre hangolva

A sikerélmény biztosítása érdekében az IYPT-módszer fizikaórai használata során kevesebb elvárást ajánlott támasztanunk diákjaink felé, mint egy versenyfelkészítő szakkörön. Előnyös olyan problémát választani, amely lehetővé teszi a diákok közötti differenciálást, pl. a fent említett oszcillátorhoz kapcsolódó példa (ld. [2. sz. melléklet](#)) esetén. Az IYPT-módszer egyik lényeges különbsége a kutatásalapú és projektalapú módszerekhez képest, hogy az IYPT az óraszervezés során külön időt fordít a feladat előzetesen történő közös megbeszélésére.

Ha az órai feladatokat jól választottuk meg, és a megfelelő módon prezentáltuk (ld. 3.2. bekezdés és [2. sz. melléklet](#)) diákjaink számára, akkor szinte biztosak lehetünk benne, hogy legalább a könnyebb feladatokat minden diákunk meg tudja oldani, így biztosítva a sikerélményt.

Időgazdálkodás

A projektre történő előkészületek során a fizikatanároknak viszonylag pontosan meg kell ítélniük a projekt egészére fordítható időkeretet, valamint az egyes tevékenységekhez szükséges időt (célszerűen 45 perces egységekre lebontva). Részletes időbeosztást a 4. bekezdés közöl, ahol a módszer egy konkrét alkalmazását ismerhetjük meg. Külön időt szánunk az eredmények bemutatására és megvitatására. Ezen tevékenységekre egy nagyobb létszámú osztály/ fizika csoport esetén akár két órát is rá kell fordítanunk. A 3.2.6. sz. fejezetben bemutatunk egy olyan módszert, amely egy adott tanórán teszi lehetővé diákjaink számára az eredmények bemutatását, illetve a megbeszélést és egymás értékelését is. A sikeres projektmunka kulcsa, hogy a csapatokat nem sűrgeti az idő, így saját tempójukban, a munkában megfelelően elmélyedve haladhatnak. Engedjük, hogy a diákok irányítsák saját tanulási folyamataikat.

IYPT versenyfelkészítés

Az IYPT-re való felkészülés során a szervezők által kiírt 17 probléma döntő többségének megoldása javasolt. Előfordul, hogy a tanárok és diákok számára rendelkezésre állnak a megvalósításhoz szükséges eszközök, ugyanakkor olykor szponzorok vagy intézmények (pl.: egyetemek, szervezetek, stb.) támogatják



a projektet, és biztosítják a szükséges felszerelést. Mivel a kutatási folyamat viszonylag hosszú időt ölel fel, emiatt a diákok kísérlethez használt eszközeinek tárolására helyet kell biztosítani. 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 IYPT verseny általában egy szűk diákkört ér el. Fontos, hogy általában nem a lexikális tudás számít, hanem a kísérleti és nyelvi kompetenciák hangsúlyosabbak. A diákok kiválasztásához és motiválásához a [3. sz. melléklet](#) nyújt segítséget.

Az első lépés

IYPT-re vagy IYPT-hez hasonló versenyre való felkészülés során fontos szem előtt tartani, hogy a verseny jellegéből fakadóan teljesen más felkészülést és a tanár részéről más módszerekkel történő felkészítést igényel, mint a hagyományos fizikaversenyek. A verseny 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.

Ahogy már említettük, az IYPT-n a közölt 17 probléma nagy részének vizsgálata és ismerete szükséges, kis szerencsével már akár 12 feladat kidolgozása is elegendő lehet.

A fejezetben már bemutattuk, hogy osztálytermi projektekhez mely tényezők figyelembevétele javasolt a feladatok kiválasztásakor. Most ezen javaslatokat megtartva és továbbiakkal kiegészítve versenyfelkészítés során az alábbi szempontokat érdemes átgondolni:

A kísérlet megvalósítható?

- Néhány diák rendelkezhet otthon speciális eszközökkel, melyekkel összetettebb kísérleti összeállításokat is meg tud valósítani.
- Keressünk támogatókat, akik biztosítják a kutatás kivitelezéséhez szükséges kísérleti és mérőeszközöket (pl.: kutatómunka egyetemi laboratóriumokban). Ennek az eszközök mellett még két előnye is lehet: i) motiválónan hathat a diákra, ii) az intézmény esetleg helyet is biztosít, ahol a diák a kísérleteket elvégezheti.

Értjük a jelenség fizikai háttérét?

- 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 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.

Szakértők bevonása

A középiskolai tanárok zömének is nagy kihívást jelentenek az IYPT feladatok. Ez természetes, hiszen fizikatanárként elsősorban nem ebben a közegben mozgunk. Ha kell, bátran konzultáljunk olyan kollégákkal, akik aktívan részt vesznek a versenyfelkészítésben, így szakértőnek számítanak e téren. Emellett nyugodtan kérjünk segítséget a fizika egy adott területén (pl. mechanika, elektromágnességtan, optika, folyadékok és gázok mechanikája, stb. – e témakörök fordulnak elő leggyakrabban a versenyen) szakértő kollégáktól, fizikusoktól. Az ő gyakorlatuk és hozzáértésük segítségével időt és energiát spórolhatunk meg a felkészülés során.

Időgazdálkodás

A versenyre való felkészülés több 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.

3.2. Kivitelezés

Általános

Függetlenül attól, hogy tanórai vagy tanórán kívüli környezetben alkalmazzuk a IYPT-módszert, a kutatás folyamata azonos, csak szintbeli különbségeket vannak. Más hangsúlyt fektetünk a folyamat egyes lépéseire fizikaórai projekt, illetve versenyfelkészítés során.



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.

A IYPT-módszert a többi kutatásalapú módszertől leginkább megkülönböztető újító sajátossága a kutatási eredmények vita keretén belül történő védelme. A módszer a társértékelés lehetőségével él. A védelem során a bíráló nem a tanár, hanem az osztálytársak, az IYPT versenyen pedig a más ország csapatai. A retorikai és egyéb nyelvi készségek fejlesztése mellett a vita a kritikus gondolkodást is jól fejleszti.

A bemutatott lépések attól függően, hogy a módszert osztálytermi vagy szakköri keretek között kívánjuk alkalmazni, különböző mélységben végezhetőek el. A következőkben az elvárható szint szerint adunk módszertani javaslatokat a feldolgozáshoz.



A fizikaórai alkalmazást a fenti lépéseket megtartva 20 perces egységekre lebontva tárgyaljuk, ezzel segítve a tanárokat a hatékony óratervezésben.

Általános leírás a kísérlet típusokról a [4. sz. mellékletben](#) olvasható.

Tanórai példa a [2. sz. mellékletben](#), egy minta IYPT probléma feldolgozása pedig az [5. sz. mellékletben](#) olvasható.

3.2.1. Kezdeti megfigyelés és megközelítés (I, II) és Mit vizsgáljunk? (III.a)(Első 20 perces egység)

Osztálytermi alkalmazás

Az óraszervezés során alkalmazzunk pár- vagy csoportmunkát. A pármunka ideálisabb, azonban a kísérleti eszközök számától függően nagyobb létszámú csoportokat is kialakíthatunk.

- **Kezdeti megfigyelés.** A tanár ismerteti és elmagyarázza a kísérletet. A bemutatás történhet a kísérlet hagyományos, élő demonstrálásával, vagy videón prezentálva. Ekkor a diákok képet kapnak a jelenségről, és megalkotják első hipotéziseiket.
- **Mit vizsgáljunk?** A tanár elmagyarázza a feladatot, és a kutatás célját. A magyarázat tartalmazhatja a kísérlet lehetséges kimenetelének elemzését, vagy annak meghatározását, hogy mitől függ egy adott mennyiség. Ekkor nem kell részletekbe menően jellemeznünk a jelenséget. Célunk, hogy ebben a lépésben átbeszéljük a diákokkal a megoldáshoz szükséges feltételeket, segítsük őket az elindulásban.

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 meghatározni azokat a mennyiségeket, amelyeknek a jelenségben szerepet tulajdonítunk, amelyeket a kutatás során vizsgálni szeretnénk.

IYPT versenyfelkészítés

A fentieket kiegészítve:

- **Különböző szinteken és különböző megközelítésekkel:** 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.

Az oktatási segédlet az Európai Bizottság támogatásával jött létre. Az oktatási segédletben közölt tartalom a szerző véleményét tükrözi. A Bizottság a tartalom felhasználásáért felelősséget nem vállal.



- **Szakirodalmi áttekintés:** A IYPT versenyen követelmény 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.

A szakirodalmi források kiválasztásakor az alábbi javaslatokra támaszkodjunk:

- kit.ilyam.org javasolt források listájával, CaIYPT közösség honlapja.
- Wikipedia; a hivatkozott irodalmak áttekintése.
- A következő folyóiratok releváns információkkal szolgálhatnak érthető nyelven: *American Journal of Physics* vagy a *Physics Education*.
- A Nemzetközi Fizikai Diákolimpiára való felkészülést támogató anyagok.
- Fizika tankönyvek, többek között javasolt Halliday, Resnick és Walker *Fundamentals of Physics* c. könyve, amely elektronikus verziója az interneten is elérhető.
- Ajánlott irodalom továbbá Karel Rektorys *Survey of Applicable Mathematics* c. műve.

Ugyan a legtöbb forrás elérhető az interneten, nem árt, ha a diákok rendelkezésére áll néhány nyomtatott forrás is.

- **Eredetiség:** Gyakran ismételt kérdés, hogy a kutatásnak a szakirodalomfeldolgozás mellett mennyiben kell új tartalmat szolgáltatnia. A pontozólapon külön helyen jelöltük a hozzáadott, új tartalomra vonatkozó elvárásokat (ld. [6. sz. melléklet](#)).

3.2.2. A kísérlet megalkotása (III.b) (Második 20 perces egység)

Osztálytermi alkalmazás

- **A kísérlet megalkotása:** A diákok meghatározzák 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 fizikaórai problémát, hogy a kapcsolódó kutatás a rendelkezésre álló eszközökkel kivitelezhető legyen.
- **Hipotézisek:** 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.

Az óra végére a csoportok megtervezik a kísérletet, és megfogalmazzák hipotéziseiket.



IYPT versenyfelkészítés

- **Paraméterek hatásának mélyebb átgondolása.** 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. 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, vagy a diákok által megalkothatók.

3.2.3. Szisztematikus mérés, adatgyűjtés (III.c) (Harmadik 20 perces egység)

Osztálytermi alkalmazás

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.

- Célunk a mérési adatok összevetése a modell jóslataival. Tökéletes egyezést ne várjunk, adjuk meg az eltérést.
- A kísérleti munka tervezését és végrehajtását segítő szakanyagot mutat be a [7. sz. melléklet](#).

IYPT versenyfelkészítés

A fentieket kiegészítve:

- Az IYPT-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 rendszerezzünk, vezessünk mérési naplót!
- A kísérleti munka tervezését és végrehajtását segítő szakanyagot mutat be a [7. sz. melléklet](#).

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 (lsd. [2. sz. melléklet](#), 12. sor).

3.2.4. Modellalkotás és előrejelzések (IV) (Negyedik 20 perces egység)

Osztálytermi alkalmazás

- **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? 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.

Az itt leírt 20 perces feladat otthoni munkában is elvégezhető, viszont a modell megalkotásához szükség van a csoporttagok együttműködésére. A diákok egyéni sajátosságaik alapján különböznek, van aki a kísérletezésben jobb, van aki az elméletben, emiatt a csoportmunka lehetővé teszi, hogy a tagok kiegészítsék egymást, és tanuljanak egymástól.

IYPT versenyfelkészítés

Megkülönböztetünk bizonyos modelleket (ld. [8. sz. melléklet](#)). A versenyen különböző nehézségi szintű problémához különböző modellek megalkotása szükséges.

Analitikus kvantitatív modell: Az IYPT problémák modellje legtöbbször szakirodalomban fellelhető, azonban ezen matematikai formulák sokszor túl komplexek egy 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 túlságosan 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.

3.2.5. A modell és mérés összehasonlítása (IV), prezentáció (V) (Ötödik 20 perces egység)



Osztálytermi alkalmazás

Az összehasonlítás, és az eredmények bemutatása két fontos lépése a teljes kutatási folyamatnak. Egy osztálytermi projekt során ugyanakkor javasolt, hogy erre a részre inkább kevesebb időt fordítsunk, emiatt törekedjünk az egyszerűsége.

Amire viszont fektessünk hangsúlyt:

Modell-kísérlet összehasonlítás

- A diákok elemzik a kapott adatokat, ide tartozik a hibabecslés is.
- A diákok oly módon értékelik ki a mérési adatokat, hogy azok könnyen összehasonlíthatók legyenek a modell jóslataival. Pl. az adatok grafikus megjelenítése. (Mért adatok adatpontként, a modell jóslata függvényként.)
 - Grafikonos ábrázolás esetén ügyeljünk a tengelyfelíratra!
- Ha az elmélet érdekes jelenséget jelez előre, akkor az érdemes lehet ellenőrző kísérlettel is vizsgálni (lásd: [9. sz. melléklet](#)).

Prezentációkészítés

A prezentációnak tartalmaznia kell:

- A megfigyelt jelenség leírását (melyet érdemes videóval, vagy képekkel is illusztrálni)
- Célokat és kutatási kérdéseket. Mit szeretnénk megfigyelni, mérni és meghatározni?
- A kísérleti/mérési elrendezés bemutatása: rövid leírás, vázlat, fotó.
- Az alkalmazott modell bemutatása. Elég a felírt egyenlet magyarázata, levezetésre nincs szükség. Fizikaórai feladatok esetén a levezetés legyen egyszerűen elvégezhető a diákok számára!
- 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.
- Eredmények: Egyértelmű, kutatási eredményekkel alátámasztott válasz a kutatási kérdésekre.
- Tanárként feltehetünk további kérdéseket, amelyek segítik a diákok kutatási tevékenységét. Ezekre a kérdésekre is kérjük a válaszok feltüntetését.
- Ez a lépés otthon is elvégezhető házi feladatként. Magyarországon elterjedt a házi feladat írás és az otthoni munka, azonban egyes országokban opcionális vagy egyáltalán nem jellemző a házi feladat, ekkor a prezentáció elkészítése is iskolai keretek között történik. Az előadás elkészítéséhez IKT eszközök használatát javasoljuk, hiszen ez lehetővé teszi a mentést, és a mentett adatok azonnali visszakeresését és előhívását. Órai megalkotás során a diákok a lényegre fókuszáljanak, részletesen otthoni munka során dolgozzák ki a prezentációt. IKT eszköz hiányában poszter prezentáció is lehetséges (A/3-as vagy A/2-es oldal).



IYPT versenyfelkészítés

Az IYPT-re készítendő prezentációra ugyanúgy érvényesek a fenti követelmények a következő változtatásokkal és kiegészítésekkel:

- A mérési elrendezés leírása legyen nagyon részletes. Néhány további diát helyezünk el mellékletben az elrendezésről és a kivitelezésről. Számítanak az apró kivitelezésbeli részletek.
- A modell leírására a fenti követelmények érvényesek, a levezetést mellékletként közöljük. A mellékletben szereplő diák nagy segítséget jelenthetnek a vita során.
- 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.

3.2.6. Előadás (VI) és védés (VII) (Hatodik 20 perces egység)

Általános

Ez az egység nagyban különbözik az IYPT feladatok tanórai és versenyfelkészítés során történő feldolgozásában, azonban a cél azonos: a beszámoló kritikus értékelése. 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



struktúrájának érdeme, hogy a tudományos kutatás, majd a vita keretein belül történő érvelés és védekezés 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.

Osztálytermi alkalmazás

A vitára osztálytermi keretek között is érdemes kellő figyelmet fordítani.

A beszámoló társak által történő értékelése az alábbi szempontokat figyelembe véve történhet:

- A kutatás és az előadás mely részei voltak kevésbé meggyőzőek? Ha az értékelést végző társ számára egy adott rész nem érthető, vagy nem elég meggyőző, kérdezzen rá.
- Az eredmények és megállapítások valóban a gyűjtött adatok kiértékeléséből következnek? Lehetséges-e más következtetés? Például: ha három mért adatpontra egy egyenest illesztünk, biztosan igaz a lineáris kapcsolat? Egy parabola nem illeszkedhetne a pontokra? Ha igen, akkor mivel tudnánk magyarázni az egyenesillesztést? Ekkor az opponens lehetőséget kap saját értelmezésének kifejtésére.
- Az opponens tegyen fel alapvető fizikai kérdéseket a közölt modellre vonatkozóan. Például: “Mi történne, ha [...] helyett [...] használnánk?” A kérdések feltevése hasznos a társértékelés során, hiszen ekkor a beszámoló és az opponens csapat fizika tudása egyaránt megmutatkozik. Ha az opponens egy adott részen nem ért egyet az előadóval, azt jelezze, és közölje a saját válaszát. Ezek a kérdések érdekes vitatémákat vethetnek fel.
- Megfelelő volt a mérési elrendezés? Ha az előadó nem részletezi az elrendezést, és az alkalmazott beállítások célját, kérjünk pontosítást. Például: Az ágyú hatótávolságának meghatározása függ a kezdeti szögötől. Ha az előadó nem ad magyarázatot arról, hogy hogyan biztosította a vízszintes helyzetet, kérdezzünk.

A következőkben a prezentáció és vita fizikaórai lebonyolítására adunk két különböző módszertani javaslatot.

“Share good practices” (SGP) – Jó gyakorlatok bemutatása

- Az elkészült prezentációk (diasor) alapján legjobbnak bizonyult két csapat lehetőséget kap kutatási folyamatának és eredményeinek prezentálására.
- Az őket követő két csapat opponens lesz.
- A fennmaradó csapatok a bíráló szerepét töltik be.
- Figyeljünk arra, hogy a bemutató 8 percnél ne legyen hosszabb, így marad idő a vitára, bírálatra és a tanári visszajelzésre is. A prezentáció során minden egyes csapattag szólaljon meg.



- Értékelés és vita (1+2+3 perc). A beszámolók értékelése a 3. és 4. (opponens) csoporttagok által történik, majd sor kerül a vitára.

A javasolt forgatókönyv a következő:

- Az előadás értékelése: Az opponens csapat tagjai megfigyelik és értékelik a beszámolót adott szempontok alapján (ld. [10. sz. melléklet](#)).
- Felkészülés: Az előadást követő 1 percben az opponens csapat felkészül, és kinevez egy tagot, aki részt vesz a csatában.
- Összefoglalás: Az opponens 2 percben összefoglalja és értékeli a prezentációt. Ekkor számítógépre nincs szükség, az opponensi értékelőlap használható.
- Vita: Ezt követi a 3 perces vita az egyes csapatokból ezen feladatra kinevezett tagok között.
- Bírálat (2 perc): A prezentáció és az azt követő vita alatt a bíráló csapat tagjai értékelik a szereplőket az alábbi szempontok szerint (ld. [11. sz. melléklet](#)). Abban az esetben, ha egy kisebb létszámú osztályon belül csak egy bíráló csoportot tudunk kialakítani, a bíráló csapatnak 2 perc áll a rendelkezésére (míg két bíráló esetén minden csapat 1 percet kap). Ekkor ők értékelik a versenyző csapatokat, és megnevezik a győztest.
- Tanári visszajelzés és kérdések (max. 4 perc): Célja a pontosítás, hibák megbeszélése és korrigálása, helyes tartalmak rögzítése. Ez idő alatt a következő csapat felkészül a 2. csatára.

A bemutatott forgatókönyvet alkalmazva 20 percben lebonyolítható egy fizikaórai csata. Így egy 45 perces órán két csatát is megvívhatnak a diákok. A társértékelést megadott szempontokkal könnyítjük (ld. 10. és 11. sz. mellékletek). Az idő rövidsége miatt nem hallgatjuk meg az összes csapat beszámolóját, az előzetesen beküldött előadásokat (PPT-eket) értékeli, és közülük választjuk ki a két legjobbat. A kiemelkedő csapatoknak extra pontokat adhatunk. Az így kiválasztott prezentációk példaértékűek, segítségükkel jó gyakorlatot mutathatunk be a diákoknak. Az éppen nem előadó tagok is aktív résztvevői az órának, hiszen szerepük szerint különböző feladatokat látnak el.

“All Groups Report” (AGR). – Az összes csapat előad

- Egy csapat 3 percben bemutatja kutatásának lényeges elemeit. A prezentáció lehet hagyományos, poszter alapú vagy IKT eszközökkel támogatott, és a következő módon struktúrált:
 - Kutatási kérdés, vázlat a mérési elrendezésről (30 másodperc)
 - Modell (kvalitatív vagy kvantitatív) (1 perc)
 - Adatok, összehasonlítás (1 perc).
 - Következtetések, eredmények, összegzés (30 másodperc)
- Ezután következnek az ellenfél csapat kérdései (5 percben). Azt javasoljuk, hogy az opponens feltételes módú kérdéseket fogalmazzon meg (pl.: „Mi történne, ha ...?”), és saját válaszát is ossza meg. Így létrejön egy gyors vita, rövid megbeszélés a két csapat között. Ha egy órán több csatát is le szeretnénk bonyolítani, ezt a részt igyekezzünk pörgetni, egy kérdés megvitatása is



elegendő. Az egyes kérdések megbeszélése során a beszámoló és az opponens csapat fizika tudásáról egyaránt képet kaphatunk.

- Az értékelést az éppen nem szereplő csoportok végzik a pontozólap szempontjai szerint (ld. [12. sz. melléklet](#)). A bírálati lapokat a tanár összegyűjti, és a pontszámok alapján eredményt hirdet.

A fizikaórai projekt ne legyen túl összetett. Annak érdekében, hogy az egyes beszámolók minden csapat számára érdekesek legyenek javasoljuk, hogy a különböző csapatok ugyanazt a jelenséget különböző paraméterek függvényében vizsgálják.

A fenti javaslatot követve egy csatát 10 perc alatt lebonyolíthatunk, így egy 45 perces órán 3-4 csapat beszámolóját is meghallgathatjuk. Az idő rövidsége miatt a vita során általában ritkán fordul elő érdekes, gondolkodást igénylő kérdés, ugyanakkor ez gyakorlattal fejleszthető. Tanárként természetesen a csoport és a probléma sajátosságait figyelembe véve változtathatunk a javasolt időbeosztáson, az előadó csoportokat akár véletlenszerűen is kiválaszthatjuk. Ha egy tanévben többször alkalmazzuk a IYPT-módszert, ügyeljünk arra, hogy minden csapat legalább egyszer kipróbálhassa magát előadó szerepben.

IYPT versenyfelkészítés

- Előadás

A prezentáció elkészítéséhez a korábbi fejezetekben adtunk instrukciót, a lépéseket itt nem közöljük újra. Az egyetlen különbség amit kiemelnénk, a tiszta és érthető beszéd, megfelelő hangerő és jó angoltudás. Nincs szükség perfekt angoltudásra, ugyanakkor fontos, hogy megfelelő terminológiát használjanak a diákok helyes kiejtéssel. Fontos megjegyezni, hogy egy adott kifejezésnek különböző angol megfelelőit találhatjuk meg a szótárakban, viszont ezek eltérő jelentéssel bírhatnak. Egy rosszul fordított kifejezés nehezítheti a megértést.

- Vita

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 (2 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.
- 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.
- 30 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 kifejthető, 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 a melléklet diához lapozhatunk a kérdéses megválaszolásakor.

○ *Az előadás értékelése (maximum 4 perc)*

Ebben a részben az ellenfél 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 (10 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 hátteret. 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 rejthet 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 az is jelezhető.
- 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 érvek. 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. 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 elől könnyen kitérhet, ha ő is kérdez.
- A csata legvégén a beszámoló csapatnak 2 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.

- **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.

Foglaljuk össze a fontosabb eredményeket, az erősségeket, de közöljük a hiányosságokat is, valamint azokat a részeket, amelyekkel nem értettünk egyet.

3.2.7. Előadás (VI) és védés (VII) (Hatodik 20 perces egység)

Általános

Célja a kutatás és a vita értékelése. A bíráló végighallgatja a beszámolót, illetve megfigyeli és értékeli az előadás és az opponens csapat vita során nyújtott teljesítményét a következők alapján: Melyik csapat volt meggyőzőbb? Mennyire eredményesen sikerült megvédenie eredményeit az előadó csapatnak, elismerte-e a hibákat? Elfogadta az opponens bírálatát? Mennyire releváns kérdéseket fogalmazott meg az opponens? Az opponens csapat hozzá tudott tenni valami pluszt a kutatáshoz annak érdekében, hogy jobb és pontosabb eredményhez jussunk?, stb.

Osztálytermi alkalmazás

A bíráló értékeli a beszámoló és az opponens csapat teljesítményét.

- Az SGP módszert alkalmazva, megnevezik a győztest, és megindokolják döntésüket.
- Az AGR módszert alkalmazva egy pontozólapot töltenek ki, amely alapján a tanár hirdet eredményt.

Fizikaórai alkalmazás során a bírálat szerepe nem hangsúlyos, ugyanakkor lehetőséget ad arra, hogy azokat a tanulókat is aktív részvételre ösztönözzük, akik éppen nem szerepelnek. Mivel egy 45 perces tanóra szervezésénél figyelembe kell vennünk az egyes lépésekre fordítható időkeretet, így célszerű a bírálat helyett inkább a vitára és megbeszélésre fókuszálnunk.

IYPT versenyfelkészítés

Az oktatási segédlet az Európai Bizottság támogatásával jött létre. Az oktatási segédletben közölt tartalom a szerző véleményét tükrözi. A Bizottság a tartalom felhasználásáért felelősséget nem vállal.



A bíráló csapat feladata hasonló az opponens csapatéhoz, hiszen egy kritikai elemzést várunk tőlük, ugyanakkor adott idő alatt több téma érintése és értékelése szükséges. Különösen fontos tehát, hogy a csapat lényegre törő legyen, érthetően fogalmazzon, és a fontos elemekre koncentráljon.

Az IYPT-n a bíráló három lehetőséget kap pontszerzésre, így pont jár a kérdésfeltevésért, a teljes folyamat értékeléséért, a bírálat vagy saját vélemény megfogalmazásáért. Mivel a bíráló csapat nem vesz részt a vitában, így ők ekkor mutatják be saját értelmezésüket egy adott probléma kapcsán. A bíráló és a zsűri feladata tulajdonképpen azonos, azonban a zsűri a bírálót is értékeli. A bíráló akkor számíthat jó pontra a csata végén a zsűritől, ha a csapatokat a zsűrihez hasonló módon értékelt.

Kérdések: A bírálónak az előadás és az előadást követő vitát is értékelnie kell. Azonosítani azokat a pontokat, amelyek tisztázására a vita során vagy nem került sor, vagy nem elég eredményesen és ezekre kell rákérdezni. Ötletként néhány kérdéstípus, amit a bíráló feltehet:

- Egy adott döntés indoklása: miért az adott modellt alkalmaztad?, stb. Ebből látható, hogy a bíráló érti a probléma fizikai hátterét, hiszen észrevett egy hiányosságot.
- Kikéri mindkét csapat véleményét egy, a vita során felmerült kérdésről. Gyakran előfordul, hogy az opponens csapatnak nincs lehetősége a vita alatt saját álláspontját bemutatni. A bírálónak így érdemes erre megkérni az opponenst, ezzel bizonyítva, hogy alaposan végigkísérte a vitát.

Értékelés és bírálat: A bíráló csapat értékeli az előadó és az opponens a csata alatt nyújtott teljesítményét. Ugyanakkor a felmerülő témákban a bírálónak is véleményt kell nyilvánítani. Általános stratégia lehet a következő:

- Értékeljük az előadó csapat által végzett kutatást, kiemelve annak erősségeit és hiányosságait. Néhány prezentációban kiemelendő a kísérleti megvalósítása, ugyanakkor az elméleti modell lehet, hogy pontatlan, más csapatok esetén pedig esetleg éppen ennek az ellenkezője figyelhető meg. A bírálónak alaposan át kell gondolnia, hogy a csapat a kutatás mely részeit kivitelezte jól, hol észlelhetünk hiányosságokat, és melyek azok a pontok, amelyek alapos megértéséhez további magyarázat szükséges. A bíráló az eredmények érvényességét is mérlegeli.
- Az előadó csapat munkája mellett az opponens csapatot is véleményezniük kell. Megfelelően értékelte-e az ellenfél az előadó teljesítményét?
- A bíráló javaslatokat adhat az előadás fejlesztésére is.
- Összegzi a diszkusszió legfontosabb témáit. Megfogalmazza az előadó és az opponens csapat véleményét, majd röviden indokolva a saját vélekedés megfogalmazása is szükséges. Előfordulhat, hogy az előadás bizonyos elemeire az opponens nem tért ki teljeskörűen, a bíráló ezeket pótolja.
- A bíráló véleményt mond a vitáról. Eredményes volt-e a vita? A vita során sikerült-e magyarázni a kevésbé érthető lépéseket? Érdekes volt-e? Jó volt-e hallgatni? Felmerültek-e a vita során fontos/releváns kérdések? Jól használták-e ki a csapatok a rendelkezésükre álló időt?
- Ha előfordul olyan további részlete a problémának, vagy annak megvalósításának, amely nem került elő sem az előadás, sem pedig a vita során, akkor azt érdemes a bírálónak bemutatnia.

A bíráló értékeli az előadást is: Mennyire volt meggyőző? Hogyan értékelt az opponens?, stb.



4. Összefoglalás

Általános

A segédanyagban összegyűjtöttünk minden lehetséges információt és javaslatot annak érdekében, hogy ezzel segítsük fizikatanár kollégáinkat a IYPT feladatok tanórai és tanórán kívüli – versenyfelkészítés során - eredményes alkalmazásában. A további lényeges információkat a Mellékletek c. részben közöljük. A fővonal általánosságban jellemezte a módszert és kínált javaslatokat annak felhasználáshoz, míg a Mellékletek c. fejezetben részletes magyarázatot találunk a folyamatokhoz, valamint konkrét példákat is olvashatunk.

Sok szerencsét kívánunk a módszer eredményes alkalmazásához!



Mellékletek





1. sz. melléklet: Nyílt végű feladatok előnyeiről szóló tanulmányok

Több tanulmány is született a nyílt végű feladatok természettudományos oktatásban való alkalmazásának előnyeiről. Az egyik ilyen tanulmány [1] egy kvalitatív kutatás eredményét mutatja be. A szerző 61 kutatóval és tanárral készített interjút a diákok IYPT-hez való hozzáállásáról, illetve a verseny középiskolás diákokra gyakorolt hatásáról. A válaszadók egyöntetűen a pozitív hatásról számoltak be, az IYPT feladatok megoldása lehetőséget ad a diákoknak arra, hogy hasznos készségeket sajátítsanak el, amelyekre a későbbi tudományos tevékenységeik és munkájuk során szükségük lehet, pl.: kommunikációs és problémamegoldó készség fejlesztése.

Egy szlovák felmérés [2] eredménye alapján a természettudományos pályán elhelyezkedő tudósok pályaválasztását nagyban befolyásolták a tanulmányi versenyek, emellett a tanár motiváló szerepe rajzolódott ki.

Miroslava Urbašíková [3,4] több mint 100 korábbi versenyzővel készített interjút, akik 1998 és 2004 között részt vettek az IYPT-n és az IPhO-n. Az interjúalanyok több mint 75 %-a természettudományos területen helyezkedett el. Urbašíková többek között beszámolt a nyílt végű feladatok órai alkalmazásának eredményességéről, valamint a kompetencia alapú fejlesztésben betöltött pozitív szerepéről is.

- [1] Kluiber, Zdenek; Stanisic, Tomislav; Skocdopole, Vaclav: The Future is influenced by the Gifted. Orbis, Praha 2008, ISBN: 987-80-902616-0-0
- [2] Pišút, Ján: Vzdelávacie cesty špičkových vedcov na Slovensku. Českosloveský časopis pro fyziku. ISSN 0009-0700. Sv. 62. č. 5-6 (2012). s. 472-476
- [3] Urbašíková, Miroslava: The Impact of a Development of Ability to Science Process Skills on Choice of Career in Science. Proceedings of conference „DIDFYZ 2016“, 19.-22.10.2016, Račková dolina, Slovakia
- [4] Urbašíková, Miroslava: Spôsobilosti vedeckej práce v súťaži Turnaj mladých fyzikov. PhD thesis. Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Slovakia, 2017

[Vissza >>>](#)



2. sz. melléklet: Egy egyszerű példa fizikaóra – Oszcillátor

Az IYPT feladatok órai kivitelezésével belecsöppenhetünk a tudományos kutatás folyamatába. A következőkben a fizikaórai alkalmazás lépéseit mutatjuk be.

A probléma meghatározása

A probléma felvezetése a tanár által.

1	Probléma megfogalmazása	<i>Az oszcillátor egy egy vagy több rugóból álló, egyik végén rögzített rendszer, melynek rögzítetlen végére erősített test rezgőmozgást végez. Vizsgáld meg a rezgést, és a rezgésidőt befolyásoló tényezőket.</i>
2	A kísérlet bemutatása	Demonstráció: kép, videó vagy élő kísérlet formájában.

Amit már tudunk: kezdeti modell

3	Előzetes (naiv) modell	A diákok feltevésekkel élnek. Kezdeti megközelítés, első ötlet.
		A diákok világosan megfogalmazzák feltevéseiket.
		Az első feltevések segítenek meghatározni azt, hogy mit érdemes a későbbiekben részletesen vizsgálni. Pl.: Kutatási kérdések megfogalmazása.
		Ha a rugóra akasztott testet kimozdítjuk egyensúlyi helyzetéből, a rugó visszatérítő erőt gyakorol a rezgő testre.
4	Meghatározó paraméterek	A kísérleti elrendezés alapján: tömeg, rugó, súrlódás, kezdeti megnyúlás. Az elmélet alapján: a rugó erőt fejt ki a tömegre. A test elmozdul, súrlódás lehetséges. Figyelembe vesszük Newton axiómáit és a Hooke-törvényt. Így a meghatározó paraméterek: rugóállandó, tömeg, súrlódás, elmozdulás.

Mit vizsgáljunk?

Mely paraméterektől való függést vizsgáljuk? Ez adja a kutatási kérdéseket.

5	Alap kutatási kérdések	Hogyan függ a rezgésidő a rugó merevségétől?
		Hogyan függ a rezgésidő a tömegtől?
		Hogyan függ a rezgésidő a kezdeti amplitúdótól?
6	Közepes erősségű kutatási kérdések	Hogyan függ a rezgésidő az rendszer vízszintessel bezárt szögétől?
		Hogyan függ a periódusidő a súrlódástól?



7	Erős kutatási kérdések:	Hogyan függ a periódusidő a súrlódástól (esetleges túlcillapítás esetén vagy még az előtt)?
		Hogyan változik a periódusidő nagy amplitúdójú rezgések esetén?
		Tisztán harmonikus a rezgés? Mi nem harmonikus a mozgásban?
		Hogyan változik a mozgás kisebb tömeget alkalmazva, illetve hogyan függ a rezgés a rugó súlyától?
		Hogyan változik a mozgás abban az esetben, ha a rugó maradandó alakváltozást szenved?
		Hogy magyarázható az az eset, amely során a rezgés a rugóra merőleges?
		Milyen körülmények között kapunk erős csatolást az oszcillátor különböző rezgési módusai között?

Tanárként érdemes demonstrálnunk néhányat az említett jelenségek közül, így közelebb hozhatjuk a problémát a diákjainkhoz. Ekkor a diákok képet kapnak arról, hogy mit érdemes vizsgálniuk a probléma megoldása során. Erre a részre kb. 20 percet szánjunk a fizikaórából.

A kísérleti elrendezés megalkotása és a megfigyelési kísérletek elvégzése

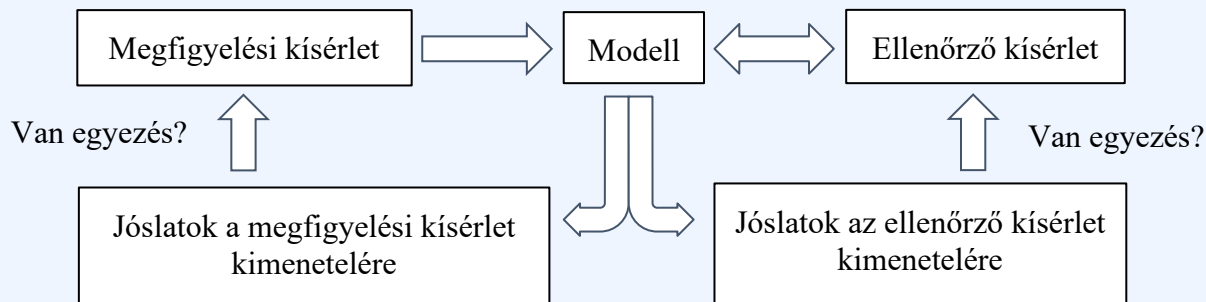
A fennmaradó 20 percben a diákok elvégzés a kezdeti, ötletadó kísérleteket.

8	A kísérlet megépítése:	Kísérleti elrendezés megalkotása
		Mérőeszközök megválasztása (stopperóra, vonalzó, mérleg, stb.)
9	Megfigyelési kísérletek:	Az első mérések elvégzése:
		• A diáknak legyen fogalma a változók tartományáról.
		• A diáknak legyen fogalma az általános összefüggésekről.
		• Vegyen észre lehetséges kísérleti problémákat, pl. rugó szakítószilárdsága.

A kezdeti kísérletek elvégzése két cél szolgál: ötletet ad további szisztematikus mérések elvégzéséhez, illetve kiindulási alapot jelent a modellalkotás során.

Szisztematikus megfigyelési/ellenőrző kísérletek

A megfigyelési kísérletek segítenek a modell megalkotásában (magyarázat, egyenletek). Az ellenőrző kísérletek a modell helyességét tesztelik. A kutatás során a kettő több ponton találkozik.





A kutatás során célunk a kísérlet és az elmélet összehasonlítása, amely tulajdonképpen a kísérlet eredményének a modell jóslataival való összehasonlítását jelenti. Előnyös tehát, ha a diákoknak van kiinduló ötletük, kezdeti feltevésük a kísérlet kimenetével kapcsolatban. Ezeket a feltevéseket pontosan fogalmazzák meg. A szisztematikus mérések célja a kezdeti modell pontosítása, valamint adatok gyűjtése a modellel való összehasonlítás érdekében.

10	Szisztematikus (ellenőrző) kísérlet	Célja annak vizsgálata, hogy a mérési eredmények mutatnak-e egyezést a modell jóslataival. Független attól, hogy a modellt az ellenőrző kísérlet előtt vagy után alkottuk meg.
11	Adatgyűjtés	Válasszunk megfelelő mennyiségű (min. 3) független változót. Öt különböző tömeg, rugóállandó és amplitúdó esetén mérjünk.
		Tekintsünk egy viszonylag nagy paramétertartományt. Végezzünk mérést ezen a tartományon, minél több paraméter mellett, külön figyelmet fordítva azon intervallumokra, ahol változást várunk.
		Minden esetben többször végezzük el a mérést, hogy megfelelő statisztikai és hibabecslést tehessünk. Legalább három mérés ajánlott egy adatpont esetén (kb. 6 mérés az ideális).
12	Hibabecslés	A mérési adatokból számítsunk átlagot, majd minden adat esetén adjuk meg az átlagtól való eltérést. Ez adja az abszolút hibát.
		Hibaforrás továbbá maga az eszköz. Minden mérőeszköz rendelkezik méréshatárral és saját leolvasási hibával. Ezeket különösen fontos figyelembe venni, ha a mérést nem tudjuk megismételni.
13	Adatok megjelenítése	Ha lehetséges, az adatokat grafikonon ábrázoljuk.
		A grafikon tengelyeit feliratozzuk.
		Tüntessük fel a hibakorlátokat.

Modellalkotás

Célja a jelenség értelmezése. Bemutatunk három, diákok által is alkalmazható modell típust.

14	Fenomenologikus modell	A modell feladata az adatok leírása.
		Például: $T = C\sqrt{m}$, $T = C\sqrt{1/k}$. A rezgésidő (T) független az amplitúdótól. A diákok erre a megállapításra jutnak, ha az adatokra különböző függvényeket illesztnek: $y(x)$, $y^2(x)$, $y(x^2)$, $\ln(y(x))$, $y(\ln(x))$, $y(1/x)$, stb.
		A vizsgált adatok matematikai jellemzése. Milyen kapcsolat van a mennyiségek között? (lineáris, exponenciális, stb.). A modell az összefüggéshez további magyarázatot nem közöl.



		Ez a típus a legegyszerűbb modell. Egy egyszerű probléma esetén a fenomenologikus modell megalkotása minden diákunktól elvárható, viszont a legtöbb diáktól nyugodtan kérjünk magyarázatot is.
		Nagyon komplex problémák esetén az IYPT versenyeken is elfogadható a fenomenologikus modell, ugyanakkor kevés pont jár érte.
15	Kvalitatív magyarázat	Magyarázzuk szavakkal a jelenséget. Adjunk minőségi jellemzést.
		Kvalitatív összefüggések: minél erősebb a rugó, annál nagyobb a gyorsulás; minél nagyobb a gyorsulás, annál rövidebb idő alatt tesz meg egy adott távolságot; minél nagyobb a tömeg, annál kisebb a gyorsulás, stb.
16	Kvantitatív modell	Adjunk mennyiségi jellemzést. Írjuk fel a kvantitatív modellt.
		Találjunk mennyiségi kapcsolatokat: ($F = kx$, $a = F/m$, $x = at^2/2$)
		Adjuk meg a rezgésidő és a vizsgált paraméterek közötti kapcsolatot. A középiskolás versenyzőktől nem várjuk el, hogy differenciálegyenleteket oldjanak meg, ugyanakkor a következő összefüggés felírása elvárható minden diáktól: $T^2 \propto k/m$.

Összehasonlítás

A tudományos módszer alkalmazásának legfontosabb lépése a modell és a kísérlet összehasonlítása. Ezen lépés a YPT feladatok esetében is hasonló fontossággal bír.

17	Jóslat	Kvalitatív: Adott rugó esetén a rezgésidő a tömeg növelésével nő, illetve adott tömeg esetén nagyobb rugóállandó mellett kisebb rezgésidőjű rezgés jön létre. Hasonló jóslatot fogalmazhatunk meg más paraméterek kapcsán is.
		Kvantitatív: A kvantitatív modell megadja a következőt: $t_0 = \sqrt{2}\sqrt{m/k}$. Az összehasonlítás során azt vizsgáljuk, hogy milyen C együttható elégíti ki a következő összefüggést. $t_0 = C\sqrt{m/k}$. Néhány diák feltételezhetően levezetéssel is megkapja a helyes összefüggést. $t_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$.
18	Összehasonlítás	Ábrázoljuk a mért adatokat és a modell jóslatát közös grafikonon.
		T helyett T^2 függvényében ábrázoljuk az adatokat, majd illesszünk a pontokra egyenest. Ez a legjobb módja annak, hogy leolvassuk a görbe alakját anélkül, hogy különösebb figyelmet tulajdonítanánk a pontos együtthatóknak. Ezen a ponton ez elegendő is.



		Mennyire tér el a jóslott függvény a mérési adatok alapján felvett görbétől? Hibahatáron belül van vagy sem? Egyszerű esetben elfogadható a négyzetes kapcsolat magyarázata. A helyes modell a következő: $T = 2\pi\sqrt{m/k}$, ugyanakkor ennek levezetése nem várható el minden diáktól. Osztálytermi megvalósításban a $T \propto \sqrt{2}\sqrt{m/k}$ is elfogadható. Adjunk magyarázatot az esetleges ellentmondásokra. Néhány diák valószínűleg nem tudja majd megfelelően magyarázni, hogy $\sqrt{2}$ helyett miért 2π-t kaptunk. Ugyanakkor a diákok többsége belátja, hogy az erő és a gyorsulás az egyensúlyi helyzet környékén csökken, nő a periódusidő. 2π nagyobb, mint $\sqrt{2}$. Ezen a szinten ez egy elfogadható magyarázat. Néhány diák esetleg le tudja majd vezetni a helyes egyenletet, de még akkor is várható eltérés a modelltől.
Beszámoló és társértékelés A következő és kétség kívül a legfontosabb része a IYPT feladatnak a beszámoló és a társértékelés. A társértékelés során egy osztálytársakból álló csapat értékeli a beszámolót.		
19	Beszámoló	A diákok ismertetik a kutatási kérdéseket, a kutatásuk célját.
		Bemutatják a kísérleti elrendezést és az adatgyűjtés menetét.
		Prezentálják eredményeiket. A legjobb, ha az eredményeket grafikonon jelenítik meg. A rezgésidő tömegfüggése könnyen ábrázolható grafikonon. Fontos a hibahatárok feltüntetése is.
		A diákok értelmezik a jelenséget: minél nagyobb a tömeg, annál kisebb a gyorsulás, annál nagyobb a rezgésidő. Még jobb, ha a diákok a kvantitatív modellt is meg tudják állapítani: $T \propto \sqrt{m/k}$.
		Összehasonlítják eredményeiket a modellel.
		Egyértelmű, kutatási eredményekkel alátámasztott választ adnak a kutatási kérdésekre.
20	Társértékelés (vita)	Egy másik csoport értékeli a beszámolót: milyen minőségű a következtetés?.
		Kiemelik a beszámoló azon részeit, melyekhez további magyarázat szükséges, vagy melyeket helytelennek találhatnak. Ha nem várt adat kerül elő, a kísérleti elrendezést is ellenőrzik.
		További kérdéseket tesznek fel annak érdekében, hogy ellenőrizzék a beszámoló csapat fizikatudását, a probléma megoldásához szükséges fizikai háttér ismeretét.



A tanórai alkalmazás végére értünk. Érdekes lehet a vita után az osztály többi tagját is bevonni az értékelésbe. A többi csapat, aki eddig megfigyelőként volt jelen értékeli a beszámolót és a vitát is egyaránt.



3. sz. melléklet: Hogyan motiváljuk a diákokat?

Osztálytermi alkalmazás

Annak érdekében, hogy a fizikaórai IYPT feladat megoldásának folyamataiba megfelelően bevonódjanak diákjaink, fontos, hogy hasznosnak találják a problémát és az óra célját. A kreativitást igénylő és egyben sikerélményt biztosító feladatok motiválóak a diákok számára, így a nyílt végű problémák alkalmazása tökéletes választás lehet. A nyílt végű feladatok lehetőséget adnak az önálló ötletek kibontakoztatására, és a különböző készségek (pl. kommunikációs készség, számolás, kísérletezés, előadás, stb.) fejlesztésére. A projektben való részvétel által a diákok olyan képességekre tesznek szert, amelyek bőven meghaladják a szaktárgyi kompetenciákat. A fejlődés lehetősége szintén motiváló erejű.

Hogyan toborozunk versenyzőket?

A diákjaink különböző képességekkel rendelkeznek, mindenki más területen jobb. Ahhoz, hogy felfedezzük a fizikában tehetséges diákokat, adjunk ki különböző jellegű feladatokat (számolási feladatok, prezentációk, stb.), amely alapján értékelhetjük a tanulók teljesítményét, és láthatjuk, hogy mely diákok érdemesek a versenyre.

A diákok 10. osztályos koruktól jelentkezhetnek a versenyre, a jelentkezés feltétele korhatárhoz kötött. 16 év feletti diákok jelentkezését várják a szervezők. Tanárként emiatt javasolt már 9. osztályban felkelteni a diákok érdeklődését az IYPT iránt néhány probléma fizikaórai megvalósításával. Például:

- **Hagyományos számolási feladatok:** Ezek a feladatok elsődlegesen segítik a diákok gondolkodási műveleteinek és matematikai készségeinek felmérését. Fontos, hogy a tanulók teljesítményét ne kimondottan csak az órai munkájuk alapján ítéljük meg, mert az aktuális teljesítményt számos tényező befolyásolja, pl.: időnyomás, teljesítménykényszer, stb. Sok diák otthoni, kényelmes környezetben sokkal jobb eredményt produkál, mint az iskolában.
- **Kísérlet/ mérés:** A projektek során kiszűrhetők azok a diákok, akik kiemelkedők gyakorlati jellegű tevékenységekben, többek között a kísérletezésben. A választott projekteket a tanulók órán vagy otthon is elvégezhetik. Győződjünk meg róla, hogy a projekt egyaránt tartalmaz egyszerűbb (a sikerélmény biztosítása érdekében) és összetettebb (a tehetségek kiszűrése érdekében) feladatokat.
- **Prezentáció (és esetleg vita):** A diákok bemutatják eredményeiket. A előadó és kommunikációs készségek szerepe rendkívül fontos az IYPT versenyen, valamint természetesen ezen készségek a mindennapi életben is hasznosnak bizonyulnak. Az órai prezentáció lehetővé teszi, hogy sikeresen fejlesszük az említett készségeket.

Általánosságban, ha a diákok jól teljesítik a feladatokat (háromból kettőt tökéletesen, és a harmadik feladatot is legalább átlagos szinten), versenyzőként nagyon sikeresek lehetnek az IYPT-n.



IYPT versenyfelkészítés

Az Ifjú Fizikusok Nemzetközi Versenye (IYPT) rendkívül összetett. A diákoknak sok időt és energiát kell fektetniük a felkészülésbe annak érdekében, hogy eredményesen birkózzanak meg a feladatokkal (kutatás, kísérlet, vita, stb.). Különösen fontos tehát, hogy a diákok elhivatottak legyenek, tanárként igyekezzünk fokozni diákjaink belső motivációját.

A verseny az alábbi lehetőségekkel kecsegtet:

1. **Utazás, különböző kultúrák megismerése.** A verseny általában mindig másik kontinensen kerül megrendezésre, ahová több, mint 30 országból érkeznek versenyzők. A helyi szervezők városnézésre is biztosítanak lehetőséget. A résztvevők egzotikus helyekre látogathatnak el, ahol új emberekkel ismerkedhetnek meg.
2. **Csapatmunka.** A tanulmányi versenyeken eredményes diákok általában nem olimpikonok, így a legtöbb esetben nehéz egy csapat tagjaként egy közös célért együtt dolgozniuk másokkal. Az IYPT viszont egyedülálló abban a tekintetben, hogy lehetőséget ad a diákoknak arra, hogy egy jó csapat tagjaként dolgozhassanak.
3. **Érdekes fizika problémák.** A 17 probléma legtöbbje felkelti a diákok érdeklődését: meg akarják tapasztalni és érteni őket. Fontos megjegyeznünk ugyanakkor, hogy nem minden esetben éri meg érdeklődés alapján dönteni egy probléma kidolgozása mellett. Sokszor a diákok túl nehéz problémát választanak, amely megvalósítása kudarchoz vezethet (ld. 3.1. bekezdés).
4. **Az angol nyelv gyakorlása, a nyelvtudás erősítése.** A nem angol anyanyelvű résztvevőknek a verseny kimagasló lehetőséget ad a hétköznapi és a szakmai angol gyakorlásához.
5. **Univerzális kompetenciák.** Az eredményes versenyzéshez nélkülözhetetlenek a következő képességek és kompetenciák: előadói készség, programozói ismeretek, tudományos kommunikáció, retorikai készség, stb. Ezen készségek elsajátítása a mindennapi életben is hasznos.
6. **Ismeretségek kialakítása.** Kapcsolatokat köthetünk egyetemi tanárokkal, kutatókkal, mérnökökkel, valamint megismerkedhetünk modern, drága eszközök használatával is.
7. **Az ország képviselete.** Motiváló erejű, hogy a diákok egy rangos nemzetközi versenyen képviselhetik saját országukat, amire megéri büszkének lenni. Ennek tudatában a diákok még komolyabban veszik a felkészülést.
8. **Nem csak a szaktárgyi tudás számít!** Sok motivált, érdeklődő diák kedvét szegi a versenyhez szükséges magas szintű elméleti tudás. Ugyanakkor megéri hangsúlyoznunk, hogy a fent említett kompetenciák (pl. fejlett kommunikációs készség) meglepte legalább annyira fontos az eredményes szerepléshez, mint a jó tárgyi tudás. Továbbá a probléma megoldásához elméleti tudás mellett gyakorlati készségekre (pl. kísérlet megépítése) is szükség van. A kísérlet kivitelezése és az eredmények színvonalas értelmezése szintén eredményre vezet.

A fizikatudás mellett számos egyéb tényező befolyásolja az IYPT-n való eredményes szereplést, így ezek figyelembe vételével javasolhatjuk a részvételt diákjainknak. A tényezők a következők:

1. **Motiváció.** A felkészülés és a verseny jelentős erőfeszítést, sok befektetett időt és energiát követel meg a jelentkezőktől. Igazán sikeresek azok a diákok lesznek, akik szívvel lélekkel dolgoznak.
2. **Csapatpszellelem.** A felkészülés és a verseny során egyaránt csapatmunkára és folyamatos együttműködésre van szükség a csapattagok között. Fontos megjegyezni, hogy szociális fejletlen



diákok számára különösen előnyös lehet a csapatban való munka, még ha ez a csapatra esetleg külön terhet is róhat (vagy esetleg negatívan hathat a csapatszellemre).

3. **Kreativitás.** A diákoknak új kísérleteket/méréseket kell végezniük, amelyek értelmezéséhez felhasználhatják a szakirodalmat.
4. **Jó angoltudás.** Az IYPT versenyzők angolul prezentálják eredményeiket, ezt követően pedig egy tudományos vitát folytatnak más versenyzőkkel angol nyelven. Annak érdekében, hogy a csapatok megfelelően meg tudják mutatni tudásukat, és képesek legyenek színvonalas vitát folytatni, elengedhetetlen a viszonylag szilárd angoltudás.
5. **Jó vita készség.** Ide tartozik a gyors észjárás, a helyzet megfelelő értékelése, magabiztosság. A vita során a diákoknak számítaniuk kell arra, hogy a másik csapat egy teljesen más megoldási módot mutat be. Opponensként a beszámolót követően nincs sok időnk felkészülni: kérdések, az eredmények megbeszélése, érvelés, stb. Sok gyakorlással érdemes felkészülni erre a helyzetre.
6. **Jó előadói készség.** A csata alapja a tudományos előadás. A prezentációt tervezzük meg, és logikusan struktúráljuk, követve a retorika szabályait.

Nem fontos, hogy minden csapattag kiemelkedő legyen minden területen. 1-2 diák jobb lesz elméletben, mások gyakorlatban, a többiek előadásmódban. Ha valamelyik készség nem elég fejlett, akkor a verseny lehetőséget ad ennek jelentős fejlesztésére, ugyanakkor igyekezzünk egyenlő mértékben fejleszteni az összes készséget.

[Vissza >>>](#)



4. sz. melléklet: A kísérlet típusai

Különböző kísérletek különböző célt szolgálnak. Az ISLE a kísérlet célja szerint 3 típust különböztet meg: megfigyelési, ellenőrző és alkalmazhatósági kísérlet.

- **Megfigyelési kísérlet:** kezdeti ötletadó kísérlet. Célja a megfigyelt jelenség értelmezése.:
 - **Megfigyel** egy jelenséget vagy egy összefüggést.
 - **Modellalkotás** (magyarázat) a jelenségre vonatkozóan (ld. 3. sz. melléklet.). Pl.: a jelenség szóbeli magyarázata kvalitatív modellnek felel meg.
 - A modellalkotás során figyelembe veszi a kezdeti megközelítést, és a hipotéziseket.
- **Ellenőrző kísérlet:** célja a felállított modell vizsgálata, az alkalmazott elmélet tesztelése: A modell jóslatainak összehasonlítása a kísérlet eredményeivel. Lépései a következők:
 - Az ellenőrző kísérletek **két típusát** különböztetjük meg:
 - **Új kísérlet:** teljesen új kísérlet, amely különbözik a megfigyelési kísérlettől. Megmutatja, hogy sikeres jóslat alapján a modell alkalmazható más kontextusban is.
 - **Reprodukciós kísérlet:** a megfigyelési kísérlet módszeres elvégzése. Célja annak alátámasztása, hogy a modell valóban magyarázza a kísérlet kimenetelét. Általában akkor javasolt végrehajtani, ha a komplexitás miatt a modell és a kísérlet eredménye nehezen összehasonlítható, az egyezés nem nyilvánvaló.
 - **Kiegészítés:** a paraméterek értelmezési tartományának kiterjesztése is az ellenőrző kísérlet során zajlik, ez az egység mindkét altípust ötvözi.
 - **Jóslat:** Mi lesz a kísérlet eredménye a modell alapján? (ha helyes az alkalmazott modell). A hipotéziseket érdemes a kísérlet végrehajtása előtt felállítani annak érdekében, hogy az eredmények ne befolyásoljanak bennünket.
 - **A kísérlet kivitelezése:** az adatok feljegyzése.
 - **A modell-kísérlet összehasonlítása:** adatok kiértékelése, hibaszámítás. A kísérlet kimenetelének összehasonlítása a modell által jóslott eredményekkel.
 - **Értékelés.** Az alkalmazott modell elég pontos jóslatot ad a kísérlet kimenetelére?
 - **Ha igen,** a modell elfogadható.
 - **Ha nem,** ellenőrizzük a feltevéseinket:
 - **Ha feltevéseink beigazolódtak,** elvetjük a modellt. Egy másik tervezett modellt alkalmazunk, vagy egy teljesen új modellt alkotunk meg, majd megismételjük a folyamatot.
 - **Ha feltevéseink nem igazolódtak be,** változtassuk meg a feltevéseket, fogalmazzunk meg új jóslatokat a modell alapján, majd ismételjük meg a folyamatot.
- **Alkalmazhatósági kísérlet:** célja egy konkrét probléma megoldása. Az IYPT-n a „Találd fel magad!” c. problémák tipikusan ezen típusba sorolhatók. Az alkalmazhatósági kísérlet során a probléma megoldásához annak fizikai háttéréből indulunk ki, felhasználjuk az elméletet annak



érdekében, hogy megvalósítsunk egy gyakorlati problémát, legyen szó egy konstans paraméter értékének méréséről, pl. nehézségi gyorsulás, hőkapacitás, tehetetlenségi nyomaték, stb. Ide tartozik egy adott eszköz megépítése is, pl. szeizmométer, hőmérő, véletlenszám-generátor, stb. A lépések a következők:

- **Fizikai háttér átgondolása.** Milyen tudásra van szükség a probléma megoldásához?
- **Az eszköz és a kutatási folyamat megtervezése.** A feladatok elvégzése.
- **A folyamat kivitelezésének értékelése.** Egy független módszer segítségével, pl. hasonlítsuk össze a kapott eredményeket egy független kísérlet eredményeivel, vagy az irodalmi értékekkel.

[Vissza >>>](#)



5. sz. melléklet: Egy IYPT példa – mágneses fékek

A probléma

1	A probléma megfogalmazása	<i>Ha egy erős mágnezt ejtünk egy nem ferromágneses fém csőbe, erős fékezőerőt tapasztalhatunk. Vizsgáld meg a jelenséget! (2014, 16. probléma)</i>
---	---------------------------	---

A probléma kiválasztásakor érdemes figyelembe venni a tárgyi feltételeket. Ennél a problémánál nem ütközhetünk falakba, hiszen mágnezt és fémcsövet (réz vagy alumínium ötvözet) könnyen beszerezhetünk, sőt, léteznek számítógépre letölthető oszcilloszkóp alkalmazások is.

Kezdeti megfigyelés

2	A kísérlet elvégzése	Egy fémcsőbe mágnezt ejtünk. Az esetek többségében jellegzetes hatást figyelhetünk meg.
---	----------------------	---

Amit már tudunk: kezdeti modell

3	Előzetes (naív) modell	A diákok feltevésekkel élnek. Kezdeti megközelítés, első ötlet.
		A diákok világosan megfogalmazzák feltevéseiket.
		Az első feltevések segítenek meghatározni azt, hogy mit érdemes a későbbiekben részletesen vizsgálni. Pl.: Kutatási kérdések megfogalmazása.
		A mágnes esése közben a csőben folyamatosan változik a mágneses tér. Örvényáramok indukálódnak, amelyek a Lenz-törvény értelmében akadályozzák a mágneses tér megváltozását. Az örvényáramok mágneses tere a mágnessel kölcsönhatva fékezi annak esését.
4	Releváns paraméterek	Esés: a mágnes tömege Áram: a cső ellenállása, vastagsága, átmérője Mágneses tér a csőben: a mágneses tér erőssége (mágnesek száma), távolság a mágnes és a cső között.

Mit vizsgáljunk a továbbiakban?

Különböző csapatok különböző kutatási célokat fogalmaznak meg, ugyanakkor a meghatározott paramétertől való függés vizsgálata minden esetben szükséges. Általánosságban kijelenthetjük, hogy célszerűbb egyetlen paramétert részletekbe menően megvizsgálni, mint sokat felületesen.

5	Alap kutatási kérdések	Hogyan függ az esési idő a cső átmérőjétől?
		Hogyan függ az esési idő a cső anyagától?
		Hogyan függ az esés ideje a mágnes tömegétől (állandó mágneses mező esetén)?



6	Közepes erősségű kutatási kérdések	Hogyan függ az esés ideje a mágnesek számától? (Ez megváltoztatja a tömeget, a geometriát és a mágneses mező erősségét).
		Mivel bizonyítható, hogy a csőben áram indukálódik?
7	Erős kutatási kérdések	Milyen az indukált áram iránya?
		Milyen egyéb mozgás jellemzi a mágnes az esésen kívül?
		Hogyan befolyásolja a mágnes alakja a mozgást? (Nehezen változtatható a mágnes geometriája adott erősségű mágneses tér esetén.)

A kísérleti elrendezés megalkotása és a megfigyelési kísérletek elvégzése

A diákok kutatási kérdéseik alapján, a céljuknak megfelelően megalkotják a kísérleti elrendezést, és méréseket végeznek.

Általában ezzel párhuzamosan történik a modellalkotás folyamata is. Lépések: modell, kísérlet, összehasonlítás, a modell csiszolása, kísérlet, összehasonlítás ... A beszámolóban a csapatok a végleges modellt, és az eredmények azzal való összehasonlítását dolgozzák ki részletesen.

8	A kísérlet megépítése	Kísérleti elrendezés megalkotása.
		Mérőeszközök megválasztása (stopperóra, vonalzó, mérleg, stb.)
9	Megfigyelési kísérletek:	Az első mérések elvégzése:
		• A diák ismerje a változók tartományát.
		• A diák ismerje a általános összefüggéseket.
		• Vegyen észre lehetséges kísérleti problémákat.

Alap és közepes erősségű kutatási kérdések vizsgálata:

10	Szisztematikus megfigyelési kísérlet	A szisztematikus ellenőrző kísérletek célja, hogy megvizsgáljuk a modell és a mérési eredmények kapcsolatát. Azonban alap kutatási kérdéseket alkalmazva valószínűleg nem tudunk kvantitatív modellre hagyatkozni, emiatt a szisztematikus kísérletek nem ellenőrző, hanem megfigyelési jellegűek.
		A szisztematikus megfigyelési kísérletek célja a modellalkotás támogatása. Alap- és közepes erősségű kutatási kérdések alapján végzett mérések a fenomenologikus modellek (ld. 3. sz. melléklet) megalkotásához járulnak hozzá. Ekkor a kvantitatív modellhez kvalitatív szintű magyarázat tartozik.
11	Adatgyűjtés	Válasszunk megfelelő mennyiségű (min.3) független változót. Pl.: a cső átmérője, a cső anyaga, a cső vastagsága, stb.
		Tekintsünk egy viszonylag nagy paramétertartományt. Végezzünk mérést ezen a tartományon, minél több paraméter mellett.



		Minden esetben több mérést végezzünk (min.3, ideálisan 6), így megfelelő statisztikai adatokat kapunk, valamint csökkenthetjük a mérési hibákat, a mennyiségeket hibahatáron belül adhatjuk meg.
12	Adatok megjelenítése	Ha lehetséges, az adatokat ábrázoljuk grafikonon. A grafikon tengelyeit feliratozzuk. Tüntessük fel a hibakorlátokat.

Erős kutatási kérdések vizsgálata:

13	Új ellenőrző kísérlet	Ebben az esetben az ellenőrző kísérletek célja a kvalitatív modell érvényességének tesztelése, így az alkalmazott kísérletek is kvalitatív jellegűek. A modell megadja a mágnes fékeződésének okát: a csőben indukált áramok hatása. Az ellenőrző kísérletek segítségével beláthatjuk, hogy valóban keletkezik-e áram a csőben. Kísérlet 1): Vágjunk egy vagy több rést a csővön, hogy megakadályozzuk az örvényáramok kialakulását, vagy legalább jelentősen megváltoztassuk a geometriájukat. Kísérlet 2): Helyettesítsük a csövet egy tekercsel. Ekkor az áram eltérő irányú a mágnes alatt és felett, melyek így a széleket leszámítva kioltják egymást, ezzel szinte teljesen kiküszöbölve a fékező hatást. Használjunk több tekercset annak érdekében, hogy növeljük a hatást a határokon. Ezáltal a mágnes fékeződése is jelentősebb lesz. Kísérlet 3): Ejtsük a mágneset egy vezetőgyűrűn keresztül. A gyűrű érintkezései között feszültség mérhető. Helyettesítsük a csövet egyre több vezetőgyűrűvel annak érdekében, hogy megvizsgáljuk az örvényáramok kialakulásának helyzet- és időfüggését. Kísérlet 4): Válasszunk különböző alakú vezetőgyűrűket különböző geometriával annak érdekében, hogy modellezni tudjuk a kialakuló örvényáramok alakját. Az eredményeket hasonlítsuk össze: Vezetőgyűrűk segítségével modelleztük a csövet. Az eltérő alak következtében kialakuló hatások megegyeznek a cső esetén megfigyelt hatásokkal?
14	Adatgyűjtés	Válasszunk megfelelő mennyiségű (min.3) független változót Pl.: a cső átmérője, a cső anyaga, a cső vastagsága, stb. Tekintsünk egy viszonylag nagy paramétertartományt. Végezzünk mérést ezen a tartományon, minél több paraméter mellett. Minden esetben több mérést végezzünk (min.3, ideálisan 6), így megfelelő statisztikai adatokat kapunk, valamint csökkenthetjük a mérési hibákat, a mennyiségeket hibahatáron belül adhatjuk meg.
15	Adatok megjelenítés	Ha lehetséges, az adatokat ábrázoljuk grafikonon. A grafikon tengelyeit feliratozzuk. Tüntessük fel a hibakorlátokat is.



Modellalkotás

Alapvető cél a modell felállítása. Problémától függően különböző modelleket alkalmazhatunk. A mágneses fékek c. probléma esetén a fenomenologikus modell és a kvalitatív magyarázat ajánlott. Ez a szint az, ami elvárható a középiskolás diákoktól. A kvantitatív modell felírása túlmutat a diákok középiskolás tudásán és eszköztárán, ettől függetlenül természetesen kvantitatív modellt is alkalmazhatunk.

16	Fenomenologikus modell	A modell leíró jellegű.
		Például: Megad egy függvényt, amely leírja a mágnes esési idejét a cső anyagának, átmérőjének vagy vastagságának függvényében. A matematikai felírást megadja ugyan, de további magyarázatot nem közöl.
17	Kvalitatív magyarázat	Kvalitatív, minőségi magyarázat.
		Például: • A mágnes mozgásának köszönhetően a csőben folyamatosan változik a mágneses tér, amely elektromos áramot indukál. • A Lenz-törvény értelmében az indukált áram mágneses tere olyan, hogy akadályozza az őt létrehozó változást. A mágneses tér nő a mágnes előtt. Az örvényáramok a mágnes mágneses terével ellentétes irányú mágneses mezővel rendelkeznek. A mágnes mögött csökken a mágneses tér. Az örvényáramok tehát olyan mágneses teret keltenek, amelynek iránya megegyezik a mágnes mágneses terének irányával. • A mágnes alatt kialakuló mágneses mező taszítja, a mögötte keletkező tér pedig vonzza (felhúzza) a mágnest. Emiatt figyelhető meg a fékező hatás.
18	Kvantitatív modell	A kvalitatív modellt leíró összefüggések.
		Például: • A mágneses momentum közelítő alakja: $m = C_1 \cdot B \cdot V$, ahol V a mágnes térfogata, C_1 pedig egy konstans. • Az indukált feszültség egy hurokban közelítőleg: $U = C_2 \cdot dB/dt$. • Így az indukált áram: $dI = C_3 \cdot U \cdot w \cdot dz / (\zeta r)$, ahol r a cső sugara, w a cső vastagsága, és ζ a csőre jellemző fajlagos ellenállás. • Egy vezetőhurok esetén a mágneses momentum közelítő formulája: $m = C_4 \cdot I \cdot r^2$. • Két mágneses momentum között ható erő: $F = C_5 \cdot m_1 \cdot m_2 / z^4$, ahol z a köztük lévő távolság. • Ezen összefüggések felhasználásával a következőkre jutunk: $F = C_6 \cdot V \cdot B \cdot (dz/dt) \cdot w \cdot r / \zeta \cdot \int_0^l \text{grad}(B(z')) / z'^4 dz' \quad (1)$ Ahol dz/dt a mágnes függőleges irányú sebessége, amely konstansnak tekinthető, ha eléri az egyensúlyi állapotot.



		- A következő egyenlet alapján kiszámítható a maximális sebesség. $v_{z0} = C_7 \cdot m \cdot g \cdot \zeta / (V B w r \int_0^l \text{grad}(B(z')) / z'^4 dz').$ - Megfelelő közelítésekkel az integrálás elvégezhető. Mi most az esési idő lehetséges vizsgálatát és a megfigyelt fékező hatás magyarázatát mutattuk meg. A mágnes mozgása miatt létrejött áramok hatására a mágnes instabil egyensúlyi állapotba kerül és így precessziós mozgást végez. Ez már persze egy verseny szintű probléma, amelyet hasonlóképpen tanulmányozhatunk, mint a mágnes fékeződésének jelenségét, ugyanakkor ezzel itt nem foglalkozunk.
19	Numerikus modell	Ha a kvantitatív felírás analitikusan nem megoldható, érdemes numerikus szimulációt alkalmaznunk. Ha felszeletelnénk a csövet, könnyen megjósolhatnánk a szeletekben indukálódó áramot és a fékező erőt, majd numerikus megoldással megadhatjuk a mágnes maximális sebességét és az esés idejét.

Összehasonlítás

A tudományos módszer és az IYPT kutatás legfontosabb része a modell és a kísérlet eredményének összehasonlítása.

20	Jóslatok	Kvalitatív: * Ha egy rést vágunk a csövön, csökken az esés időtartama. * Ha helyettesítjük a csövet egy tekerccsel, az esés ideje a szabadesés idejével azonos. * Erősebb mágnes esetén hosszabb az esési idő. * Minél nagyobb a cső vezetőképessége, annál hosszabb az esési idő. * Minél vastagabb a cső, annál hosszabb az esési idő. * Minél nagyobb a mágnes tömege, annál rövidebb az eséshez szükséges idő. Kvantitatív: A kvantitatív modell egy egyenlet felírását jelenti. Lásd (1) egyenlet. Számos mennyiség értéke megjósolható az egyenlet alapján: * az esés időtartama, * a maximális sebesség, * sebesség-hely függvény. Ezen mennyiségek különböző paraméterektől való függését is megadhatjuk, ezek mérésekkel ellenőrizhetők: $t_{\text{esés}}(m)$, $t_{\text{esés}}(w)$, $t_{\text{esés}}(r)$ és $t_{\text{esés}}(B)$.
21	Összehasonlítás	Kvalitatív modell esetén kvalitatívan hasonlítjuk össze a jóslatot a kísérlet eredményével. Előnyös, ha ilyenkor több különböző hatás kvalitatív vizsgálata megtörténik. Kvantitatív jóslat esetén: Ábrázoljuk a jóslott függvényeket grafikonon: Pl.: $t_{\text{esés}}(m)$, $t_{\text{esés}}(w)$, $t_{\text{esés}}(r)$ vagy $t_{\text{esés}}(B)$.



		Lineáris függvényt alkalmazzunk úgy, hogy az x-tengelyen a következő paramétereket tekintsük $1/w$ vagy $1/r$. Ez alapján lineáris függvényt illeszthetünk abban az esetben, ha helyes az a feltételezésünk, hogy a mágnes nagyon gyorsan eléri maximális sebességét.
		Hasonlítsuk össze a mérési adatokra illesztett függvényt a jóslott függvénnyel. Az eltérés hibahatáron belül van vagy sem?
		Magyarázzuk az esetleges ellentmondásokat. Mi lehet az oka, ha a függvény mégsem lineáris? Helyes volt az a feltételezésünk, hogy a mágnes nagyon hamar eléri maximális sebességét? Hogyan változik a grafikon, ha a feltételezésünk nem helyes? Helyesen közelítettük a mágneses tér alakját?

Előadás és oppozíció

Ez a legfontosabb egysége az IYPT-nek és a felkészülési folyamatnak.

22	Előadás	A diákok ismertetik a kutatási kérdéseket, a kutatásuk célját.
		Bemutatják a kísérleti elrendezést és az adatgyűjtés menetét.
		Prezentálják eredményeiket. A legjobb, ha az eredményeket grafikonon jelenítik meg. Fontos a hibahatárok feltüntetése is.
		A diákok értelmezik a jelenséget: a változó mágneses tér a csőben örvényáramokat indukál, amelyek mágneses tere a Lenz-törvény értelmében aladályozza a létrehozó hatást.
		Összehasonlítják eredményeiket a modellel.
		Egyértelmű, kutatási eredményekkel alátámasztott választ adnak a kutatási kérdésekre.
23	Oppozíció (és vita)	Egy másik csoport (opponens csapat) értékeli a beszámolót: Milyen minőségű a következtetés?
		Kiemelik az előadás azon részeit, melyekhez további magyarázat szükséges, vagy melyeket helytelennek találnak. Ha nem várt adat kerül elő, a kísérleti elrendezést is ellenőrzik.
		További kérdéseket tesznek fel annak érdekében, hogy ellenőrizzék az előadó csapat fizikatudását, a probléma megoldásához szükséges fizikai háttér ismeretét.
		Az opponens csapat nem mutatja be saját, a problémára adott megoldását. Az opponensi kérdések az előadásra vonatkoznak, legtöbbször a modell fizikai tartalmára, a kísérleti elrendezésre, és a mérési hibák kiküszöbölésére. Ugyanakkor az opponens csapat is elmondhatja a véleményét a vita során felmerülő témákról, így számot adva saját tudásáról is.



Megfelelő kérdések: * Mi alapján gondolod, hogy a maximális sebesség hamar elérhető?” Előfordulhat, hogy az opponens tudja, hogy a feltételezés helytelen, de ezt nem közölheti, hiszen a kérdéseket a előadásban szereplő adatok kapcsán kell megfogalmaznia. Ehelyett az opponens reagál az előadó érveire, majd kifejti saját véleményét a következő formában: “Szabadesés során a mágnes a cső (pl.) felénél érné el a mért sebességet, így nem gondolom, hogy a maximális sebesség hamarabb elérhető.” Ez a hozzászólás megengedett az opponens részéről, hiszen nem a saját adatai alapján reflektál, hanem az érvelés során az elméleti háttérre támaszkodik.* “Az adataid ellentmondanak az elméletnek. Ezt hogyan magyaráznád?” Ekkor szükség van a probléma mögött húzódó fizika ismeretére. Az opponens a következőképp érvelhet: “Úgy gondolom, hogy az ellentmondás abból adódhat, hogy helytelen volt az a feltételezés, miszerint a sebesség hamar eléri a maximumát.” Ha a beszámoló és az opponens között nincs egyetértés, tanulságos vita alakulhat ki közöttük.

* “Hogyan változik meg a modell, ha figyelembe vesszük, hogy a sebesség nem éri el olyan hamar a maximumát?” A kérdés a feltételezett modellre vonatkozik, az opponens saját adatainak ismertetése nélkül is tud rá reflektálni. „Úgy gondolom, hogy kezdetben megváltozik a sebesség, majd az elért sebességgel egyenletesen süllyed tovább a mágnes.” * “Hogyan lehetne tovább csökkenteni a mérési hibákat?”. Az opponens a következőképp fejtheti ki saját véleményét: “Még több ismételt mérésre van szükség, esetleg az idő mérésére optikai kaput használhatnánk.” Ezek a fejlesztési javaslatok megengedettek, sőt elvártak az opponens csapattól.

Nem megfelelő megjegyzések: * “A bemutatott modelled alapján, ha helyesen vezeted le az egyenletet, akkor...” A hasonló hozzászólások nem megengedettek, mert ilyenkor az opponens saját megoldásához hasonlítja a beszámoló munkáját.* “Az előadás alapján, ha egy rést vágunk a csőbe, az esési idő nem változik, ugyanakkor mi a méréseink során mást tapasztaltunk.” Ez a megjegyzés szintén az opponens csapat megoldásának ismertetése, így nem megfelelő. Ezzel szemben máshogy megfogalmazva már helytállóan tekinthető a hozzászólás: “A modelled alapján az örvényáramok kialakulása okozza a fékező hatást, tehát véleményem szerint, ha egy rést vágunk a csővön, azzal akadályozzuk az örvényáramok keletkezését, így az esés időtartama is megváltozik.”

[Vissza >>>](#)



6. sz. melléklet: Mik az elvárások? Mennyire legyen „új” a kutatás?

Az IYPT pontozólapon fel lehet tüntetni a saját eredeti ötleteket. Gyakran ismételt kérdés, hogy az eredmények mennyire legyenek innovatívak, főként egy olyan probléma esetén, amelyet a szakirodalom teljes mértékben magyaráz. Az alábbiakban bemutatjuk, hogy mennyire legyen „új” a kutatás, és mi számít „újnak” a IYPT válogatóversenyén vagy az IYPT-n.

A legtöbb szakirodalom általában túlformalizálja az adott probléma értelmezését. Legtöbbször az absztrakt matematikai levezetés mögött alap fizikai értelmezés húzódik. A kvantitatív leírás és a matematikai levezetés egyszerűsítése újszerű eredménynek tekinthető.

- A kísérlet megismétlése saját kísérleti elrendezés szerint, az eredmények alátámasztása, megerősítése és továbbfejlesztése szintén megfelel a követelményeknek.
- A folyadékok mechanikájára épülő feladatok esetén a jelenség alapvető értelmezése, néhány kvantitatív jellegű kísérlet, és a megfigyelték alapján történő fenomenologikus leírás a maximum, ami elvárható.

Néhány probléma esetében, amelyek magyarázata alapvető és lényegre törő, nagyobb hangsúlyt érdemes fektetni a kutatásra, mind gyakorlati mind elméleti szinten. Pl.: alkalmazzunk erős kutatási kérdéseket, amelyeket mélyebben vizsgáljunk meg.

[Vissza >>>](#)



7. sz. melléklet: A kísérleti munka irányítása

A kísérletezést többféleképpen levezényelhetjük. A Rutgers Physics and Astronomy Education (PAER) csoport kidolgozott egy speciális értékelőrendszert (Rubrics), amely segítségével értékelhetők a természettudományos képességek és kompetenciák. Továbbá a skálázott értékelőlap hasznos segítséget ad a diákoknak a kísérletek megalkotása és kivitelezése során. A kísérlet lebonyolítása a tanár részéről nem igényel különösebb munkát, nincs szükség tanári instrukcióra. A lap segít a diákoknak eligazodni a feladat megoldása során, kiemeli a kísérlet fontos elemeit, leírja a kivitelezés elvárásait. A diákok a folyamat során végig támaszkodhatnak az értékelőlapra leírtakra, és ellenőrizhetik, értékelhetik saját munkájukat. A mellékletekben két hasonló értékelőlapot mutatunk be. Mindkettő alkalmazása javasolt annak érdekében, hogy megtapasztaljuk, hogy diákjaink melyiket találják hasznosnak. Továbbá javasoljuk, hogy tekintsék meg az ISLE megalkotói által tervezett értékelőlapot is [1], ugyanakkor az utóbbi egy fizikaórai alkalmazás során túl nehéznek bizonyulhat. A 2018-as IYPT pontozólapja hasonló iránymutatást ad (ld. 13. sz. melléklet). Az értékelőlap pontjainak figyelembe vétele hasznos lehet különböző iskolai tevékenységek eredményes kivitelezéséhez, így azok folyamatos tanórai alkalmazását javasoljuk. Ezáltal mire a diákok elérik az IYPT alsó korhatárát (16 év), addigra már ismerik, és megfelelően képesek alkalmazni ezt a technikát.

[1] <https://sites.google.com/site/scientificabilities/rubrics>

[Vissza >>>](#)



8. sz. melléklet: Modellek típusai

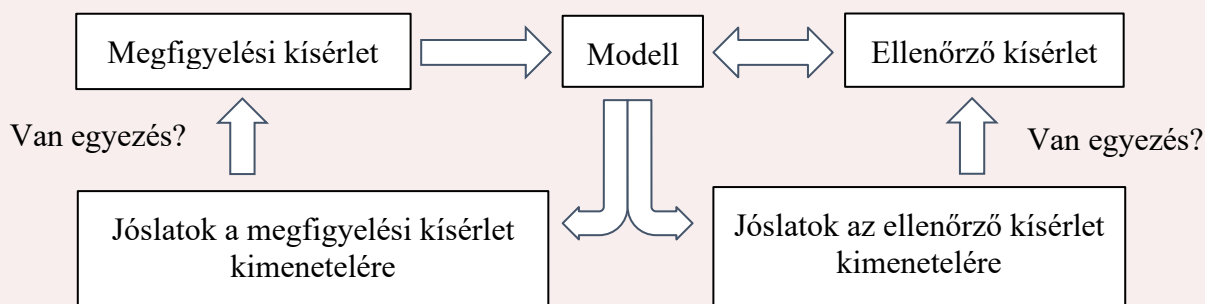
- **Modell.** Általános értelemben modellnek tekintjük azokat a hipotézisrendszereket amelyek segítségével megjósolható az eredmény a bemeneti feltételek ismeretében. Megkülönböztetünk bizonyos modelleket:
- **Fenomenologikus modell.** A modell egy összefüggést ad meg két mennyiség között annak magyarázata nélkül.
- Megmutatja, hogy a mennyiségek között milyen arányosság van: pl. egyenes vagy fordított?
- A függvényt matematikai alakban is megfogalmazza (lineáris, exponenciális, szinusz függvény, stb.). A függvényt az adatok alapján határozza meg, nem támaszkodik az elméletre.
- **Mechanisztikus modell.** A modell ok-okozati összefüggést ad meg mennyiségek között. Az IYPT-n is releváns főbb típusai a következők:
 - **Kvalitatív modell.** A diákok többsége kvalitatív szinten megfelelően le tudja írni a jelenséget. Képesek magyarázni, hogy hogyan befolyásolja a rendszert egy adott paraméter, illetve azt is, hogy a paraméter megválasztása hogyan változtatja a mérendő mennyiség értékét. Ugyanakkor a legtöbbeknek nehézséget jelent a matematikai modell felírása. Kvalitatív szinten pl. csak annyit tudunk megjósolni, hogy a vizsgálandó mennyiség nő vagy csökken a paraméter függvényében. A nehezebb problémák esetén a kvalitatív modell alkalmazása várható el a diákoktól.
 - **Numerikus kvantitatív modell.** A diákok értik a jelenség hátterét, és képesek matematikailag is magyarázni, ugyanakkor a végeredmény analitikus levezetése túl összetett számukra (pl.: nemlineáris differenciálegyenlet, nem integrálható függvények, stb.). Ezekben az esetekben megkerülhetetlen a rendszer numerikus modellezése a differenciálegyenlet megoldásával. A numerikus modell a megoldást közelítő alakban keresi. A modell eredményét jóslatként használhatjuk fel, amely általában egy grafikon vagy egy szimuláció.
 - **A meglévő kvantitatív modell értelmezése.** Néhány probléma esetén a modell és levezetése megtalálható a szakirodalomban. Ebben az esetben elvárható a diákoktól, hogy a levezetést és az eredményt teljeskörűen magyarázzák. Értsék a jelenséget leíró egyenletet, a feltevéseket (pl. elhanyagolás szerepe) és a levezetés során alkalmazott lépéseket, valamint magyarázzák a vizsgált paraméter szerepét, annak a végeredményre gyakorolt hatását.
 - **Analitikus kvantitatív modell.** A diákok felírják a mozgásegyenletet és levezetik az eredményt. A modell általában a vizsgált paraméter és a mért mennyiség közötti függvény.
- **Feltevések.** Egy modell fizikai törvényekből (pl. Newton törvényei, Lenz-törvény, stb.) és feltevésekből (pl.: közegellenállás elhanyagolása, adiabatikus változás, állandó nyomás, stb.) áll. Többnyire a szabály addig marad érvényben, ameddig érvényes közelítésekkel élünk. Ha egy modell megbukik, általában a feltevések és közelítések vesztették érvényüket. Pl.: közegellenállás szerepe hajítások során.

[Vissza >>>](#)



9. sz. melléklet: Kiegészítés az ellenőrző kísérletekhez

Megfigyelés, modellalkotás, ellenőrzés. A megfigyelési kísérlet a modell megalkotását szolgálja (magyarázat, törvények). Az ellenőrző kísérletek elvégzésével tesztelhetjük az alkalmazott modell helyességét. A kutatások során, ahogy az ábra is mutatja, ezek gyakran összefonódnak (ld. 4. sz. melléklet).



A következőkben példákon keresztül mutatjuk be és magyarázzuk az ellenőrző kísérletek két altípusát, és azok alkalmazási lehetőségeit.

Példák az ellenőrző kísérletek alkalmazására:

Példa: Mágneses fékek	
Megfigyelés:	A mágnes lassabban esik a (nem ferromágneses) fémcsőben.
Magyarázat (kvalitatív):	A mágneses tér a csőben örvényáramot indukál, amelynek mágneses tere a Lenz-törvény értelmében kölcsönhat a mágnessel, fékezi annak esését.
Ellenőrző kísérlet:	
(Új kísérlet)	Vágjunk rést a csőbe, ezzel megelőzve az örvényáramok kialakulását.
Jóslat a magyarázat alapján	Mivel nem keletkezik áram, a mágnes gyorsabban esik, kisebb a fékező hatás.
Eredmény:	A mágnes gyorsabban esik.
Példa: Oszcillátor (rugóra akasztott test)	
Megfigyelés:	A rezgésidő a tömeg növelésével nő.
Magyarázat (kvalitatív):	Adott rugóállandó (k) esetén a tömeg növelésével csökken a rezgő test gyorsulása. Az idő és a gyorsulás fordítottan arányos, azaz ha növeljük a rezgő test tömegét, a rezgésidő is nő. $T = 2\pi\sqrt{m/k}$.
Ellenőrző kísérlet:	



(Ismétlés)	Mérjük meg a rezgésidő tömegfüggését. (Ez tulajdonképpen a megfigyelési kísérlet megismétlése, de ekkor már szisztematikusan és részletesen vizsgáljuk a folyamatot; illetve az ellenőrző kísérlet eredményeit a modellel vetjük össze.)
Jóslat a magyarázat alapján:	Négyzetes arányosság: $T^2 \propto m$
Eredmény:	Négyzetes arányosság: $T^2 \propto m$ Megjegyzés: Rugalmas alakváltozást feltételeztünk. További feladat lehet annak vizsgálata, hogy milyen paraméterek mellett szenved a rugó maradandó alakváltozást.
Értékelés:	A kísérlet eredménye igazolja a feltételezést. Az illesztés során kapott együttható értéke összehasonlítható a rugóra jellemző k rugóállandó értékével.

Mikor szükséges új ellenőrző kísérletet végeznünk?

Az IYPT-n a megfigyelési kísérlet alapján felállított jóslatok ellenőrzésekor alkalmazott szisztematikus mérés megfelelő ellenőrző kísérletnek számít, ha:

- A kezdeti megfigyelési kísérlet eredményei túlságosan összetettek, pl. egyszerű matematikai függvénnyel nem magyarázhatók.
- A modell olyan komplex matematikai kifejezés, amely kevésbé szemléletes.

Mindkét esetben fontos a modell jóslatainak a kísérleti eredményekkel való egyeztetése, nemcsak a keresett együttható, hanem a helyes matematikai kifejezés meghatározásában is. Ennek eredménye (a matematikai modell jóslata) ellenőrzésre szorul annak érdekében, hogy igazoljuk a modell érvényességét: helyesen magyarázza-e az adott jelenséget?

Általánosságban: Új ellenőrző kísérlet szükséges, ha:

- A kezdeti magyarázat túl egyszerű, és nyilvánvalóan (triviális módon) illeszkedik a megfigyelési kísérlethez.
- A megfigyelési kísérlet kimenetelére kvantitatív jóslat nem adható a modell alapján (túl komplex összefüggések, a jelenség kvalitatív, stb.). Például a csőben eső mágnes esetén az esési idő mennyiségileg meghatározható már a kezdeti megfigyelési kísérlet során. Az esés idejének meghatározására szolgáló modell felírása bonyolult lehet a legtöbb csapat számára, így célszerű egy új kísérletet elvégezni. Pl.: Ejtsük a mágneset különböző hurkokon keresztül, és kvalitatívan jellemezzük a mágnes alatt és fölött indukálódó áramot (az indukált áram irányát). Esetleg végezzünk el egy másik új ellenőrző kísérletet, pl. ejtsük a mágneset egy oldalán réssel ellátott csővön keresztül. Mit várunk ebben az esetben? A jóslat alapján a mágnes esési ideje csökken.

[Vissza >>>](#)



10. sz. melléklet: Opponensi értékelőlap (SGP)

Probléma: _____ Beszámoló: _____ Opponens: _____ Bíráló: _____

1. A jelenség értelmezése, magyarázata.

5 😊😊😊	4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Teljesen érthető, pontos magyarázat	Érthető, pontos magyarázat	Részből érthető magyarázat, néhány megválaszolatlan kérdés	Hiányos magyarázat, sok megválaszolatlan kérdés	Nincs magyarázat

Megjegyzés/Kérdés: _____

2. Az elméleti modell minősége – Hogyan magyarázza a jelenséget?

5 😊😊😊	4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Pontos és részletes modell	Alapvetően jó modell	Alapvetően jó modell néhány hibával	Csak egy kis részét magyarázza a jelenségnek	Nincs modell

Megjegyzés/Kérdés: _____

3. A beszámoló csapat által végzett kísérletek minősége.

5 😊😊😊	4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Nagyon sok pontos kísérlet	Sok pontos kísérlet	Elég kísérlet	Kevés kísérlet	Nem volt kísérlet, vagy nagyon pontatlan volt

Megjegyzés/Kérdés: _____

4. Elmélet és modell összehasonlítása.

5 😊😊	4 😊	3 😊😞	2 😞	1 😞
Jól magyarázza, meggyőző.	Az eltérések kvalitatív magyarázata	Részből jó, de nincs sok egyezés	Néhány	Nincs/ Szinte nincs

Megjegyzés/Kérdés: _____



5. A feladat teljesítése

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Érdekes megoldás	Néhány elem átlagon felüli	Átlagos	Részen teljesített/ Rosszul értelmezett

Megjegyzés/Kérdés: _____

6. Saját ötletek

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Sok új és kreatív ötlet	Néhány új és kreatív ötlet	Egy új ötlet	Nincs új ötlet

Megjegyzés/Kérdés: _____

7. Tudományos kommunikáció

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Érthető, meggyőző	Legtöbb esetben érthető	Átlagos	Részen érthető/ nem érthető

Megjegyzés/Kérdés: _____



11. sz. melléklet: Bírálati értékelőlap (SGP)

Probléma: _____ Beszámoló: _____ Opponens: _____ Bíráló: _____

1. A jelenség értelmezése.

5 😊😊😊	4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Teljesen érthető, pontos magyarázat	Érthető, többé- kevésbé pontos magyarázat	Részből érthető magyarázat, néhány megválaszolatlan kérdés	Hiányos magyarázat, sok megválaszolatlan kérdés	Nincs magyarázat

Megjegyzés/Kérdés: _____

2. Az elméleti modell minősége – Hogyan magyarázza a jelenséget?

5 😊😊😊	4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Pontos és részletes modell	Alapvetően jó modell	Alapvetően jó modell néhány hibával	Csak egy kis részét magyarázza a jelenségnek	Nincs modell

Megjegyzés/Kérdés: _____

3. A beszámoló csapat által végzett kísérletek minősége.

5 😊😊😊	4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Nagyon sok pontos kísérlet	Sok pontos kísérlet	Elég kísérlet	Kevés kísérlet	Nem volt kísérlet, vagy nagyon pontatlan volt

Megjegyzés/Kérdés: _____

4. A prezentáció opponens általi értékelése: erősségek és hiányosságok kiemelése.

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Az erősségek és hiányosságok megfelelő kiemelése	Az erősségek és hiányosságok egyenlőtlen részletezése	Csak kevés erősség/hiányosság került említésre	Nincs

Megjegyzés/Kérdés: _____

5. Az opponens által feltett kérdések minősége.

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Nagyon jó kérdések	Jó kérdések	Kevés/irreleváns kérdés.	Nem volt kérdés



Megjegyzés/Kérdés: _____

6. A beszámoló csapat teljesítménye a vita során.

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Minden kérdést megválasztak	A legtöbb kérdést megválaszták	Kevés kérdést választak meg	Nem választák meg a kérdéseket, udvariatlanok voltak.

Megjegyzés/Kérdés: _____

7. Az opponens csapat teljesítménye a vita során.

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Udvariasan és hatékonyan kérdeztek. Nem a saját eredményeiket kívánták prezentálni. .	Hatékonyan, de nem túl udvariasan tették fel a kérdéseket. Néha megemlítték saját megoldásaikat is.	Képesek voltak egy elfogadható stílusú, minimális szintű vitát elindítani.	A vita nem tudott megvalósulni. A csapat udvariatlan volt.

Megjegyzés/Kérdés: _____

8. Egyéb (fizikai háttér, kérdések, stb):

9. Véleményem szerint a vita győztese:

Beszámoló	Opponens	Döntetlen
-----------	----------	-----------

10. További megjegyzések:



12. sz. melléklet: Pontozólap IYPT feladatok értékeléséhez (AGR)

Probléma: _____ Beszámoló: _____ Opponens: _____ Bíráló: _____

Beszámoló

0	1		2	
Kutatási kérdések	Világos megfogalmazás.		Nem világos megfogalmazás.	
0	1	2	3	
A kísérletek megválasztása	Nem alkalmazott kísérletet, kutatása elméleti.	Az alkalmazott kísérlet nem teszi lehetővé a kutatási kérdések teljeskörű vizsgálatát. (limitált adatok, nem megfelelő eszköz)	A kísérletek megválasztása megfelelő.	
0	1	2	3	4
Fizika (modellek, törvények)	Nem releváns az alkalmazott modell és törvény.	Alkalmas a modell, de alapvető hibákat tartalmaz.	Megfelelő az alkalmazott modell, kisebb hibákkal.	Megfelelő, részletes modell.
0	1	2	3	4
Adatok	Nem történt adatgyűjtés.	Az adatok kiértékelése során elvi hibákat vét.	Az adatok kiértékelése néhány apróbb hibát tartalmaz. Pl. Hiányzik a hibaforrások feltüntetése.	Az adatok kiértékelése helyes. Kiértékeléskor a hibalehetőségeket is figyelembe vette.
0	1	2	3	4
Következtetés	Nincs, vagy nagyon nem egyértelmű a következtetés.	A következtetés nem támasztható alá adatokkal. VAGY Nem ad egyértelmű választ a kutatási kérdésekre.	A következtetés és a kutatási kérdésekre adott válasz kisebb hibákat tartalmaz.	A következtetés és a kutatási kérdésekre adott válasz egyértelmű, adatokkal, kutatási eredményekkel alátámasztott.



Opponens

0	1	2	3	4
Kérdések	Nem tesz fel kérdéseket, vagy a kérdések nem relevánsak.	Kevés, pontosítást váró kérdés.	A feltett kérdések elmélyíték a bemutatott kísérletet.	A kérdések megfelelők, elmélyítik a bemutatott kutatást és segítik a releváns fizikai háttér megértését.
0	1	2	3	4
Fizika (modellek, törvények)	Nem releváns az alkalmazott modell és törvény.	Alkalmas a modell, de alapvető hibákat tartalmaz.	Megfelelő az alkalmazott modell, kisebb hibákkal.	Megfelelő, részletes modell.
0	1	2	3	
További fejlesztési javaslatok	Nincs fejlesztési javaslat.	Javaslatokat ad a kísérlet fejlesztésére.	Javaslatokat ad a kísérleti megvalósítás és a modell tökéletesítésére. Új kísérletet és fizikai modellt nem közöl.	

Az értékelőnek lehetősége van folytonos skálát alkalmaznia a pontozás során (pl. adhat 1,6 pontot), ugyanakkor egész pontszámokat is.



pontozólap

SCORESHEET														
REPORTER			fight (round no.):		room:		problem no.:		Juror's name: signature:					
stage: reporter:			opponent:		reviewer:									
REPORT														
phenomenon explanation		theory/model	relevant experiments	comparison between theory and experiment	own contribution	task fulfilment	DISCUSSION WITH OPPONENT			ANSWERS TO JURY, OPPONENT and REVIEWER'S QUESTIONS				
0 almost no		almost no	too few	no/ almost no	others' data, incorrectly cited	misunderstood	scientific contribution			0 concise and correct or no questions asked				
1 some		some	some	some	review of sources, cited	partly average	relevant arguments/responses			1 some incorrect, inconclusive or too long				
2 fair		fair	fair	not well fitting	some own input	interesting solution	reporter's conduct at the discussion			2 deeply incorrect or show deep misconceptions				
3 good		good	well performed, sufficient number	deviations	+ some interesting results	3	many			-1				
4 detailed		quite detailed, correct	+ results explained	qualitatively analysed	considerable experimental or theoretical	4	+ data/theory convincingly supported			-2				
5 demonstrative		detailed, complex, + reproducible,	errors analysed	+ theory limits explained, conclusive	considerable experimental and theoretical	greater extent than expected	proven deep understanding							
6 deep and comprehensible, shows physical insight		completely testable, convincing analysis	+ reproducible, analysed, conclusive	well fitting, deviations analysed, conclusive										
NOTES:														
OPPONENT														
1 + + =		Start from 1 and add/subtract												
QUESTIONS ASKED														
0 almost no, irrelevant		relevant topics addressed								own opinions presented	own opinions of the discussion	priority	ANSWERS TO JURY and REVIEWER'S QUESTIONS	
1 relevant, aimed at resolving unclear points in the report		no or irrelevant								very little	poor	no	concise and correct or no questions asked	
2 + short, apt and clear, well prioritized, all time used		some								some	some aspects fine	some	some incorrect, inconclusive or too long	
		many								many correct	good	reasonable	deeply incorrect or show deep misconceptions	
		practically all								+ improvement suggestions	overall efficient	fair		
		practically all points								very good		very good		
NOTES:														
REVIEWER														
1 + + =		Start from 1 and add/subtract												
QUESTIONS ASKED														
0 too few, mostly irrelevant		report summary & understanding								pros & cons	discussion analysis	own opinions	priority	ANSWERS TO JURY QUESTIONS
1 some relevant, sufficient number, contributed to clarify some unclear points		poor								irrelevant	almost no	too few	no	concise and correct or no questions asked
2 many unclear points resolved; most time used, suitably allotted to Rep & Opp		partial								partially relevant	too short/long	some	some	some incorrect, inconclusive or too long
3 + short, apt and clear, well prioritized, time managed efficiently		good								mostly adequate	relevant parts	many	reasonable	deeply incorrect or show deep misconceptions
		detailed, complex								fully adequate	accurate, conclusive	+ improvement suggestions	good	
NOTES:														

IYPT – Feb 2018