



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Development of Inquiry Based
Learning via IYPT



TMF PRÍRUČKA

Sprievodca aktivitami inšpirovanými Turnajom mladých fyzikov, ich implementáciou v triede a prípravou tímov na TMF





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Development of Inquiry Based Learning via IYPT



TMF PRÍRUČKA

Publikácia vznikla v rámci projektu DIBALI.

Z anglického originálu **YPT Toolkit** autorov *Sergej Faletič, Boyka Aneva, František Kundracik, Assen Kyuldjiev, Thomas Lindner, Hynek Nemeč, Martin Plesch, Paul Worm, Mihály Hömöstrej, Jenei Péter* preložili a adaptovali na regionálne podmienky *Martin Plesch, František Kundracik a Barbora Weszterová*.

Vydal © FÚ SAV, Bratislava 2021

ISBN 978-80-971975-4-4

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



1 O príručke

Príručka vznikla s dvojakým účelom. Tomu zodpovedá aj samotný formát príručky:

V triede

1) Na jednej strane by sme radi dodali učiteľom súbor nástrojov, pomocou ktorého je možné použiť TMF problémy v stredoškolskom bádateľsky orientovanom vyučovaní. Sada nástrojov poskytuje učiteľom pokyny a návrhy, ako organizovať výuku a čas, s cieľom rozvoja spôsobilostí vedeckej práce. Tieto časti sú vyznačené zelenou a majú asistovať učiteľom pri implementácii TMF úloh do bežného prostredia triedy. Tento postup sa môže použiť nielen ako úvod do TMF, ale aj ako spiestenie bežného vyučovania. Dúfame, že naše návrhy prispejú k vedeniu projektov, ktoré dokážu zvýšiť počet študentov zaujímajúcich sa o fyziku.

TMF

2) Na druhej strane má táto príručka umožniť rozšírenie TMF komunity, a to tým, že pomôže učiteľom a iným pedagogickým pracovníkom zapojiť do tohto konceptu viac študentov. Je známym faktom, že hoci je TMF plne akceptovaný ako mimoriadne efektívny vzdelávací nástroj, má vysokú vstupnú bariéru ako pre učiteľov, tak aj pre študentov. Veríme, že pomocou tohto súboru nástrojov vieme pomôcť obom týmto skupinám bariéru prekonať. Časti potrebné pre účasť v turnajoch TMF sú vyznačené modrou a ich základným cieľom je pomôcť učiteľom v príprave na Medzinárodný turnaj mladých fyzikov (IYPT) alebo nižšie súťaže. Niektoré kapitoly sú postavené tak, aby sa dali priamo aplikovať v práci so študentmi.

Všeobecne

3) Obe implementácie vykazujú mnoho spoločných bodov. Tie sú vyznačené žltou, a obsahujú informácie relevantné ako pre TMF aktivity, tak pre prípravu na TMF turnaje.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



2 Úvod

Všeobecne

2.1 Čo je TMF

TMF je tímová súťaž pre študentov stredných škôl, ktorá v čo najväčšej miere napodobňuje proces skutočného výskumu vo fyzike. Každý rok na konci leta zverejní Medzinárodný turnaj mladých fyzikov (IYPT) 17 otvorených problémov. Najvýraznejšou črtou súťaže je, že problémy ešte nemajú známe riešenie, prípadne je úplné riešenie pre študentov stredných škôl príliš komplexné. Tým sa zdôrazňuje fakt, že cieľom nie je nájsť jednu správnu odpoveď, ale určiť, nakoľko je daná odpoveď dobrá. Študenti v tímoch skúmajú problémy až do budúceho leta, kedy sa koná samotný turnaj IYPT¹. Predtým sa zúčastňujú na viacerých regionálnych, národných a nižších medzinárodných kolách.

Na turnaji počas jedného „**fyzikálneho súboja (fyzboja)**“ zohrávajú 3 tímy rolu **Referenta, Oponenta** a **Recenzenta**.

Oponent najskôr vyzve Referenta na prezentáciu svojho riešenia jedného z problémov (problém zvolí Oponent). Následne má **Referent** 12 minút na to, aby svoje riešenie daného problému **predstavil**.

Oponent má 2 minúty na polozenie objasňujúcich otázok a potom predloží **kritickú analýzu** prezentácie (maximálne do 4 minút). Najzaujímavejšou časťou je nasledujúca 10-minútová **diskusia** medzi Oponentom a Referentom. Úloha Oponenta je osobitá, pretože cieľom nie je spochybníť výskum Referenta, ale preveriť jeho spoľahlivosť a poukázať na silné a slabé stránky ponúknutého riešenia a aj spôsobu, akým bolo riešenie prezentované. Očakáva sa, že Oponent vyhodnotí splnenie úlohy, overí ponúknuté riešenie daného problému, poukazujúc pritom na možné nedostatky v metodológii, nepresnosti či nedorozumenia, pričom zároveň overí platnosť daných záverov. Pokiaľ je prezentácia od Referenta vypracovaná dobre a žiadne zásadné nedostatky sa zistiť nedajú, je dôležité, aby to Oponent uznal, a za dôkladné zhodnotenie prezentácie takisto získava dobrú známku. Počas diskusie by Oponent nemal ponúkať vlastné návrhy riešenia, mal by naopak primárne reagovať len na riešenia Referenta.

Recenzent má dve minúty na polozenie otázok Referentovi a Oponentovi. Následne počas štyroch minút **vyhodnotí** celý fyzboj. Okrem iného sa od Recenzenta očakáva, že posúdi prezentáciu a závery Referenta, otázky od Oponenta a odpovede Referenta na tieto otázky, hĺbku a užitočnosť samotnej diskusie a prípadne poukáže na dôležité body, ktoré boli vynechané. Recenzent by mal jasne predniesť vlastný názor na všetky diskutované témy.

Na záver porota položí krátke objasňujúce otázky všetkým trom tímom a udelí im známky.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Stojí za povšimnutie, že každý tím môže získať rovnaký počet bodov ako spolu z pozície Oponenta a Recenzenta, tak aj z pozície Referenta. Tento princíp zdôrazňuje zameranie na diskusiu a vedeckú komunikáciu ako aj na schopnosť rýchlo porozumieť a skontrolovať prácu niekoho iného.

TMF je súťaž založená na experimentoch. Veľký dôraz sa preto kladie na „bádateľskú metódu“ (viď. [Kapitola 3.2.](#)). Mnohé aspekty tejto metódy nebudú známe najmä tým študentom stredných škôl, ktorí sú vyučovaní prevažne tradičným výkladovým spôsobom. Mnohé z týchto aspektov je však možné predstaviť aj v rámci bežných vyučovacích hodín. Dobre preskúmaným prístupom, ktorý sa dá aplikovať, je vyučovacia metóda ISLE (Investigative Science Learning Environment), ktorá zdôrazňuje „bádateľský prístup“, nie iba prezentovanie vedeckých faktov. Pre ďalšie referencie k tejto tematike je k dispozícii učebnica [1] a kniha aktivít [2]. Pokiaľ študenti zažijú v rámci bežného vyučovania aspoň časť z „bádateľského prístupu“, osvoja si jeho prvky a formát TMF im ponúkne príležitosť zažiť bádateľský prístup v celej jeho komplexnosti, od jeho začiatku až po záver. Na to, že zapojenie sa študentov do vedeckých aktivít prináša širokú škálu výhod, poukazujú aj viaceré publikácie (viď. [Kapitola 2.2.](#)).

Pred pokračovaním do ďalšej časti, ktorá popisuje postup riešenia TMF problému, odporúčame čitateľom, ktorí nie sú oboznámení s TMF, prečítať si najskôr [Prílohu 5](#), v ktorej je opísaný kompletný príklad práce v triede a ktorá tak napomáha čitateľovi získať predstavu o tom, ako celý postup funguje.

[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 TMF a bádateľsky orientované vyučovanie (IBL = Inquiry Based Learning)

Bádateľsky orientované vyučovanie je termín, ktorý najlepšie popisuje techniky vyučovania a učenia sa založené na výskume v tom najširšom slova zmysle. Používa sa však taktiež na popis určitej špecifickej podskupiny týchto metód. Aby sme sa vyhli nejasnostiam, pojmom IBL spomenutom v tejto príručke je vždy myslený širší význam tohto slova, nakoľko TMF má k IBL svoj vlastný prístup, a teda vlastné metódy vyučovania/učenia sa.

¹ Variant krajských kôl TMF na Slovensku a Rakúskeho turnaja mladých fyzikov (AYPT) sa líši iba v tom, že tímy pozostávajú iba z troch študentov namiesto piatich, a tím nemusí mať riešenie všetkých 17 problémov, ale iba vybraných 3 zo 17.



Napriek prebiehajúcej rozsiahlej vlne záujmu o IBL existuje len málo medzinárodných súťaží, ktoré hodnotia schopnosť študentov riešiť problémy, ktoré vyžadujú kladenie (si) otázok a hľadanie odpovedí v kontexte rôznych možných scenárov. Jediná súťaž, ktorá je založená na popasovaní sa s touto výzvou, o ktorej sme si vedomí, je práve TMF (spolu s turnajmi, ktoré sú od TMF odvodené a ktoré imitujú väčšinu jej prvkov, ako napríklad IYNT).

Je pozoruhodné, že TMF vznikol už v roku 1988, teda ešte dlho predtým, ako sa pojem IBL stal populárnym. Turnaj TMF bol koncipovaný v špecifickej intelektuálnej atmosfére moskovských extrakurikulárnych škôl, ktorých úmyslom bolo hľadať a vychovávať talenty v matematike a vo vede. Keďže tam boli zaangažovaní aj univerzitní vedci najvyššej úrovne, metódy, výskumné témy a étos výskumných inštitúcií sa do TMF prenášal celkom prirodzene.

TMF rýchlo prekonal svoj tieň socialistického bloku a stal sa medzinárodnou aktivitou so širokým zastúpením. Etabloval nielen svoj unikátny štýl, ale aj počiatočný elán priniesť študentom stredných škôl skúsenosť s takým výskumom, aký prebieha v reálnom živote. V roku 2013 bol Medzinárodný Turnaj mladých fyzikov (IYPT) ocenený prestížnou medailou **Medzinárodnej únie pre čistú a aplikovanú fyziku (IUPAP)** za "mimoriadne príspevky v medzinárodnom fyzikálnom vzdelávaní".

2.3 TMF = skúmanie problémov + formát diskusie + ...

Ak by sme mali zhrnúť, čím je turnaj TMF tak výnimočný, je to práve skúmanie problémov v kombinácii s diskusným formátom súťaže (čo imituje klasickú obhajobu akademickej práce, v ktorej vystupuje Referent, Oponent a Recenzent).

Zoznam ďalších špecifických črt:

- TMF je súťaž **tímov** a vyžaduje veľa tímovej práce.
- Cieľom riešenia v TMF nie je dosiahnuť/ vypočítať "správnu odpoveď", pretože v úlohách nič také ako "správna odpoveď" neexistuje. TMF je zameraný skôr na **vyvodzovanie záverov**. Účastníci majú za úlohu navrhnúť a uskutočniť experimenty a na základe ich výsledkov vyvodiť závery.
- Účastníci pracujú niekoľko mesiacov na vopred oznámených problémoch. Všetky experimenty, úvahy a závery sa robia ešte pred začiatkom samotnej súťaže.

Množstvo potrebnej experimentálnej práce a očakávaní pri obhajobe jej výsledkov v diskusii robí túto súťaž pomerne náročnú dokonca aj pre študentov, ktorým sa inak pri riešení teoretických problémov darí.

Zadanie TMF problémov je zámerne formulované veľmi širokým spôsobom ("Preskúmaj tento jav", "Aká je závislosť od relevantných parametrov?" atď.). Tým sa otvárajú dvere rôznym interpretáciám a tímy tak môžu na riešenie toho istého problému zvoliť celkom odlišné cesty. Pokiaľ obsahovo ostanú v medziach zadania, legitímne sú všetky cesty, tímy sú hodnotené podľa hĺbky riešenia problémov dosiahnutej ich skúmaním.



3 Práca na TMF problémoch v triede a mimo nej

Všeobecne

3.1 Príprava a výber problémov

Akékoľvek činnosti súvisiace s TMF nevyhnutne vyžadujú mnoho experimentálnej práce. To znamená, že:

- Študentom musí byť k dispozícii určité vybavenie.
- Študentom musí byť poskytnutý čas na vykonanie experimentov.

V závislosti od toho, či pripravujeme aktivitu v triede alebo tím na súťaž TMF, AYPT alebo IYPT (a podobné súťaže), je proces výberu problémov značne rozličný.

- **Problémy, s ktorými sa pracuje v rámci triedy** by mala vedieť vyriešiť väčšina väčšinou. Pre lepších študentov by mali taktiež obsahovať doplnkovú výzvu (viď. [Príloha 5](#)). Problémy použité v triede nemusia nutne pochádzať zo sady problémov zverejnenej v aktuálnom roku.
- **Krajské kolá TMF na Slovensku a AYPT** vyžadujú riešenie iba troch problémov v každom tíme. To umožňuje podobnú selekciu problémov ako pre aktivity v triede, avšak v tomto prípade sa môže vyberať iba z IYPT problémov aktuálnych v danom roku.
- **Celoštátne kolo TMF a IYPT** vyžadujú vyriešiť minimálne 14 problémov, pričom zvyšné 3 musia študenti aspoň zbežne chápať. Možnosti výberu sú preto limitované. Aj taktika počas súťaže však môže ovplyvniť úlohy, ktoré môže Oponent zadať, takže pri troche šťastia sa úspešným môže stať aj tím s menším počtom vyriešených problémov.

V triede

Rôzne školy disponujú z hľadiska experimentov rôznym technickým vybavením. Pre aktivity v triede je potrebné vybrať také problémy, ktoré sa pomocou dostupného vybavenia preskúmať dajú. Je dôležité podotknúť, že pre použitie TMF metódy nie je nutné, aby daný problém pochádzal len zo zoznamu IYPT problémov. Učitelia môžu ponúknuť taktiež svoj vlastný problém (ako napr. oscilátor v [Prílohe 5](#)), zodpovedajúci úrovni znalostí študentov.

Vyučovanie fyziky je v rôznych krajinách organizovaná odlišne. Ak sú však dostupné 80 – 100 minútové vyučovacie hodiny (zvyčajne zdvojená hodina), odporúča sa TMF aktivity naplánovať práve v rámci takéhoto bloku. Jednotlivé časti sa však dajú rozložiť aj do 40 – 50 minútových vyučovacích hodín, ako je opísané v príklade uvedenom v [Prílohe 5](#).

Počas prípravy **školských projektov s otvoreným záverom** je úlohou učiteľa zvážiť taktiež potenciálne problémy, s ktorými sa môžu žiaci stretnúť. Najdôležitejšie veci, ktoré treba vziať do úvahy, sú:

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Je úloha experimentálne zvládnuteľná? To zahŕňa:

- Vyžaduje úloha špeciálne prístroje? Ak potrebné prístroje nemáte dostupné, do teoretického výskumu sa neoplatí investovať, pretože TMF aktivity sú založené na experimentálnom pozorovaní.
- Je to bezpečné?
- Dá sa experiment ľahko zreprodukovat' (napr. ["Magický motor" \(1999\)](#))? To zabezpečuje úspech študentov pri riešení projektu.
- Sú náklady na experiment malé, je experiment cenovo dostupný?

Rozumieme fyzikálnym základom tohto javu?

- Máme my a aj študenti požadované fyzikálne znalosti? (Vzťahy medzi veličinami, ktoré vedú k tomuto javu).
- Rozumieme my a aj študenti matematike potrebnej na zvládnutie danej úlohy? Pre aktivity v triede by mala byť matematika v rozmedzí očakávaných znalostí priemerného študenta, minimálne pre základný opis javu.

Ak aj dokážeme zostaviť experimentálnu aparatúru a reprodukovat' daný jav, ale nerozumieme jeho fyzikálnemu pozadiu, benefity takéhoto vyučovania sú limitované a určite neplnia ciele TMF metódy. Pre aktivity v triede sa preto odporúča, aby učiteľ rozumel podstate problému bez nutnosti ďalšieho štúdia. Ak učiteľ nemá okamžite jasnú predstavu o základnom mechanizme daného javu a jeho kvalitatívnom vysvetlení, pre priemerného študenta bude daný problém takmer určite príliš náročný.

Zabudovaný úspech

Očakávania v rámci TMF aktivít v triede by mali byť oveľa nižšie ako v prípade súťaže, rovnako aj úroveň samotných problémov. Obzvlášť vyhovujúce sú problémy, ktoré dovoľujú výskum na rôznych úrovniach, ako je to v príklade oscilátora v [Prílohe 5](#). To umožňuje zaangažovanie všetkých študentov a diferenciaciu v rámci triedy. Veľmi výrazným aspektom TMF v porovnaní s inými prístupmi založenými na projekte alebo výskume, je formálna diskusia s vrstovníkmi. Z tohto dôvodu by mal byť vždy naplánovaný čas na diskusiu. Ak sú problémy vybrané správne a aj vhodným spôsobom prezentované (viď. [Časť 3.2.](#) a [Príloha 5.](#)), všetci študenti by mali byť schopní splniť aspoň tie najjednoduchšie úlohy a tým si zabezpečiť úspešné zvládnutie hodiny.

Časový manažment

Počas počiatočnej prípravy by mal učiteľ fyziky správne posúdiť čas potrebný na urobenie projektu. Podľa našich skúseností tvoria realistický časový rámec **tri 45-minútové vyučovacie hodiny**. Detailný



manažment času je uvedený v časti 4, kde je prezentovaný konkrétny návrh implementácie. V závislosti od počtu študentov v triede môžu prezentácie a diskusie trvať až dve vyučovacie hodiny. Metóda prezentovaná v kapitole “**Diskusia**” umožní študentom prezentovať, diskutovať a vzájomne sa ohodnotiť počas jednej vyučovacej hodiny fyziky. Aktivitu sa neodporúča urýchľovať. Pre úspešnú prácu na projekte by mali študenti sami danú aktivitu viesť, nie snažiť sa ju doháňať.

TMF

Pri príprave na TMF by mal mať tím vyriešenú prevažnú väčšinu zo 17-tich problémov. Niektoré z nich však nie je možné z experimentálneho hľadiska riešiť v školskom laboratóriu či na dvore. Študenti alebo učitelia však majú občas prístup k ďalšiemu experimentálnemu vybaveniu prostredníctvom sponzorov alebo iných inštitúcií (univerzity, výskumné ústavy). Je tak možné zapožičanie potrebného vybavenia študentom, prípadne je možné časť experimentov urobiť v ich iných priestoroch. Študenti taktiež potrebujú miesto na uloženie vybavenia v rámci učebne alebo kabinetu, pretože experimenty budú pravdepodobne robiť počas dlhšieho časového obdobia.

Študenti robia väčšinu práce v ich voľnom čase. Učiteľ by mal byť k dispozícii aspoň občas, ponúknuť im prípadné návrhy a kontrolovať progres v riešení úloh. Samozrejme, čím viac je učiteľ prítomný, tým viac dokáže tímu pomôcť a tým väčšia je aj šanca tímu na úspech. Osvedčuje sa preto vypísanie tematického krúžku zameraného výhradne na TMF (financovaného minimálne sčasti napríklad zo vzdelávacích poukazov).

Prvý krok

Pri príprave na IYPT a na súťaže TMF (napríklad Celoštátne kolo TMF na Slovensku) je dôležité myslieť na to, že táto práca sa od tradičnej prípravy na súťaže a od tradičnej učiteľskej práce v škole veľmi líši. Vedecké problémy s otvoreným koncom vyžadujú odlišnú organizáciu práce ako riešenie problémov pomocou pera a papiera aj ako prednášky.

Hoci by na medzinárodné IYPT malo byť pripravené riešenie väčšiny zo 17-tich problémov, s trochou šťastia by ich malo postačovať aj 12. Na druhej strane, AYPT (a aj Krajské kolá TMF na Slovensku) vyžadujú mať vyriešené iba tri problémy. Zohľadnením niekoľkých kritérií pri výbere problémov sa následne môže množstvo pripravených riešení výrazne zvýšiť. **Okrem** kritérií spomínaných pri výbere problémov pre aktivity v triede, je pre súťaže potrebné zväziť ešte niekoľko ďalších kritérií.

Je úloha experimentálne uskutočniteľná? To zahŕňa:

- Niektorí študenti môžu mať prístup k ďalšiemu vybaveniu alebo k zdrojom, a tak dokážu skonštruovať komplexnejšie aparatúry doma.
- Je možné kontaktovať inštitúcie (podniky, univerzity, SAV), ktoré by mohli ponúknuť vybavenie, prípadne aj pracovný priestor pre študentov na zostavenie a vykonanie experimentov.



Rozumieme fyzikálnym základom tohto fenoménu?

- Daný fenomén nemusíme pochopiť okamžite. Sme pripravení a schopní naučiť sa fyziku a matematiku, ktorá za týmto javom stojí? Dobrými odkazmi sú prezentácia z Úvodného sústredu TMF, "[Reference Kit](#)" alebo [webová stránka kanadského YPT tímu](#).
- Ak je matematika príliš komplexná, rozumieme základným fyzikálnym princípom dostatočne nato, aby sme daný jav kvalitatívne opísali a experimentálne výsledky vysvetlili alebo jav numericky namodelovali?
- Ak je matematika príliš komplexná, dokážeme porozumieť základnému procesu a skrytým domnienkam tak, že dokážeme vyvodiť záver? Rozumieme fyzikálnemu významu finálneho výsledku a úlohe rôznych fyzikálnych parametrov a dokážeme ich úlohu vysvetliť slovami, pomocou základných fyzikálnych princíпов?

Ak zistíme, že buď nemáme prístup k potrebnému vybaveniu, alebo ak nedokážeme predvídať, či sa študenti budú schopní naučiť fyziku aspoň na jednej z vyššie uvedených úrovní, **neodporúča sa na danom probléme začať pracovať**. V mnohých prípadoch bude záujem študentov pútať najzložitejšia úloha, v takom prípade je však zlyhanie veľmi pravdepodobné, čo v konečnom dôsledku nepreferuje ani žiak, ani učiteľ. Aby sa tomu zabránilo, úlohou učiteľov je nasmerovať záujem študentov o problémy, ktoré sa dajú ich silami vyriešiť.

Kontaktovanie expertov

Ak experimentálna alebo teoretická práca vyžaduje špeciálne prístroje alebo vedomosti, nebojte sa obrátiť na expertov. Mnohokrát môže aj čo i len jeden osvedčený postup alebo myšlienka (odporúčenie vhodnej literatúry) ušetriť niekoľko týždňov prípravy. Pokúste sa vybudovať sieť kontaktov na dostupných expertov v základných oblastiach fyziky, vrátane mechaniky, elektriny a magnetizmu, optiky a dynamiky plynov a tekutín. Aj keď sa môže stať, že pri riešení budú potrebné určité špecifické oblasti fyziky, toto sú oblasti, ktoré sa opakovane objavujú vo všetkých sadách **IYPT úloh**.

Časový manažment

Skúmanie problémov IYPT je dlhodobý záväzok. Študenti zvyčajne pracujú nárazovo, keď sú ostatné školské aktivity menej náročné. Tento fakt by mal učiteľ vziať do úvahy. Taktiež je užitočné stanoviť si krátkodobé ciele (zhruba po týždňoch) a skontrolovať, do akej miery boli naplnené. Tým sa študenti podnecujú k systematickej práci a učiteľ je oboznámený s aktuálnym stavom riešenia.



Všeobecne

3.2 Úlohy, ktoré je potrebné vykonať

Či už ide o aktivitu v triede alebo prípravu na súťaž TMF, štruktúra výskumného procesu je rovnaká. Aktivita v triede a príprava na TMF sa však výrazne líšia úrovňou, do akej je každý krok vypracovaný.

Jednotlivé kroky

- I) **Počiatkové pozorovanie:** Reprodukujte jav. Pozorujte.
- II) **Počiatková predstava:** Vytvorte si počiatkovú predstavu o fyzike v pozadí daného javu.
- IIIa) **Čo skúmať:** Z počiatkovej predstavy vyvodte relevantné parametre a to, ako by mohli súvisieť s konečným výsledkom. Rozhodnite, čo sa bude skúmať ďalej.
- IIIb) **Plánovanie experimentov:** Na základe rozhodnutia, čo sa bude skúmať, navrhните spôsob, akým sa bude experiment robiť. Tento krok zahŕňa návrh experimentu.
- IIIc) **Systematické experimenty:** Vykonajte systematické experimenty s cieľom prísť na to, ako závisí výsledok od zvolených parametrov. Tento krok zahŕňa zhromažďovanie údajov.
- IVa) **Model:** Zostavte sofistikovanejší (teoretický) model javu, ktorý je schopný vysvetliť a predpovedať namerané výsledky.
- IVb) **Predpovede modelu:** Na základe modelu urobte predpovede. Majte jasnú predstavu, čo by malo byť výsledkom experimentu, ak je váš model správny.
- V) **Porovnanie model-experiment:** Porovnajte namerané výsledky s predpokladanými výsledkami z modelu. Ak sa nezhodujú, vráťte sa do bodu IV). Niekedy je nutné vrátiť sa až do bodu II) pretože počiatková predstava nebola správna či k bodu III, lebo získané dáta z experimentov nepostačujú na posúdenie správnosti modelu.
- VI) **Prezentácia:** Pripravte si prezentáciu procesu Vášho skúmania a vašich zistení. Kľúčové je porovnanie modelu a experimentu.
- VII) **Obhajoba:** Obhájte svoje zistenia počas internej kritickej analýzy. Účelom kritickej analýzy je otestovať platnosť zistení, nie oslabiť ich za každú cenu. Ak je práca vykonaná dobre, je potrebné to uznať. V prípade, že práca má svoje nedostatky, je potrebné na nich poukázať.

Kroky III) a IV) sú vo všeobecnosti zameniteľné, pretože sú na sebe nezávislé. Model je odvodený z fyziky, ktorá je základom pozorovaného javu, zatiaľ čo experiment je skúmanie reality. Niektorí študenti sa môžu rozhodnúť, že ako prvý vykonajú krok III), iní naopak krok IV). **Pre niektorých študentov môže už počiatková predstava v kroku II) slúžiť ako model spomínaný v kroku IV),** pretože model ďalej nezlepšia, a teda počiatková predstava je jediným modelom, ktorý majú k dispozícii.

Najinovatívnejšou časťou TMF metódy, ktorá ju odlišuje od ostatných IBL metód, je **diskusná časť** počas obhajoby samotných riešení. V TMF robia kritickú analýzu **rovesníci**, nie učitelia. Títo študenti musia aktivovať veľmi špecifický súbor zručností kritického myslenia, aby vedeli primerane viesť diskusiu.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Každý krok sa vykonáva v rôznej hĺbke podľa toho, či ide o aktivitu v triede, alebo o TMF. V nasledujúcom texte opisujeme očakávané úrovne pri činnostiach v triede a rozširujeme ich v časti TMF. Pre zachovanie hore uvedenej schémy pôjdeme po jednotlivých krokoch danej schémy.

Aby sme dokument skrátili, **práca v triede je organizovaná v rámci 20-minútových stretnutí**. Niektoré stretnutia môžu byť kratšie, a iné zas o niečo dlhšie. 20-minútové segmenty však umožňujú učiteľom lepšie naplánovať aktivitu na základe toho, ako dlhé sú ich vyučovacie hodiny. Tento návrh časového manažmentu sa **nevzťahuje na aktivity TMF**, pretože tieto aktivity sú oveľa flexibilnejšie a vyžadujú viac času.

Všeobecne

3.2.1 Počiatočné pozorovanie (I), počiatočná predstava (II) a čo skúmať (IIIa) (prvé 20-minútové stretnutie)

V triede

- Študentov rozdelíme do skupín – preferované sú dvojčlenné skupiny. Ak však nie je k dispozícii dostatok potrebného vybavenia na experimenty, môžeme vytvoriť aj väčšie skupiny.
- **Počiatočné pozorovanie.** Učiteľ vysvetlí experiment. Tento experiment môže ukázať prostredníctvom videa, obrázku, alebo aj ako skutočný demonštračný experiment. Na základe toho si študenti vytvoria prvoplánový model.
- **Čo skúmať.** Učiteľ vysvetlí zadanie úlohy. Zadaním môže byť stanovenie funkčnej závislosti od parametra alebo analýza výsledku experimentu. Zadanie by malo byť dostatočne otvorené na to, aby postup riešenia nebol študentom úplne zrejmý, avšak stále dostatočne jasné na to, aby presne vedeli, čo sa od nich žiada.
- **Počiatočná predstava.** Študenti podvedome zostavujú prvoplánový model javu. Úlohou učiteľa je povzbudiť študentov k tomu, aby model explicitne prezentovali, a to aj v prípade, že ide len o čiastočný model. Cieľom je, aby študenti premýšľali o tom, čo môže byť relevantným parametrom a čo budú merať.

TMF

Okrem vyššie uvedeného:

- **Viacere úrovne a prístupy.** Problémy IYPT sú zvyčajne formulované veľmi všeobecne a umožňujú riešenia na mnohých úrovniach. Je celkom bežné, že rôzne tímy prichádzajú so zásadne odlišnými prístupmi. Študenti by mali premýšľať o rôznych prístupoch k riešeniu problému: zatiaľ čo pre svoje vlastné riešenie si vyberú malú podmnožinu, na to, aby uspeli v diskusii, musia poznať aj iné prístupy k riešeniu.
- **Prehľad literatúry.** Pri súťažiach TMF sa očakáva oboznámenie sa s literatúrou. Je dobrý nápad začať najskôr preskúmaním literatúry, pretože často nájdeme články, ktoré daný fenomén podrobne vysvetľujú. Tieto články zvyčajne zahŕňajú aj opis samotných experimentálnych aparátov, ktorý pomôže pri návrhu vlastných experimentov.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Špecializované webové stránky a internet vo všeobecnosti poskytujú obrovské množstvo zdrojov a vo veľkom množstve literatúry sa študenti častokrát stratia. Pre potreby študentov je preto potrebné požadovanú literatúru vyfiltrovať. Dobré zdroje pre konkrétne informácie sú:

- Prezentácie z Úvodného sústredu TMF, "[IYPT Reference Kit](#)" a [webová stránka kanadského tímu](#).
- Wikipedia; veľmi odporúčame vyhľadávať výhradne v citovaných zdrojoch a nespoliehať sa na samotný text.
- Recenzované časopisy ako „American Journal of Physics“ alebo „Physics“ či „Physics Education“.
- Vedecké webovské repozitáre ako arxiv.org poskytujú cenný zdroj informácie, vždy je však potrebné kriticky hodnotiť správnosť a kvalitu materiálov, nakoľko neprešli recenziou.
- Podporné texty pre Fyzikálnu olympiádu poskytnú základné teoretické návody a koncepty.
- Dobrým zdrojom všeobecných fyzikálnych znalostí sú učebnice fyziky pre širokú verejnosť ako napríklad „Physics“ od autorov Halliday, Resnick a Walker, či „Přehled užití matematiky“ od Karla Rektorysa. Napriek ére internetu by študenti mali mať tieto publikácie dostupné v tlačenej verzii, aby mali možnosť v týchto knihách listovať a získať tak širší prehľad z fyziky a matematiky.
- **Originalita výskumu.** Častou otázkou je, ako veľmi inovatívne by mali byť jednotlivé prezentované výsledky. Obzvlášť dôležité je to v takých prípadoch, keď sa zdá, že vedecké články pokrývajú celú problematiku. Vo hodnotiacom hárku IYPT sa nachádza samostatná časť pre „vlastný príspevok“. Čo sa v súťaži TMF očakáva ako „nové“, je predstavené v [Prílohe 8](#).

Všeobecne

3.2.2 Plánovanie experimentov (IIIb) (druhé 20-minútové stretnutie)

V triede

- **Plánovanie experimentov.** Študenti si určia, čo chcú merať – ktorú veličinu chcú merať a ktoré parametre chcú meniť. Zostávajúci čas stretnutia využijú na návrh experimentu, ktorý chcú urobiť. To môže byť prepojené už aj s budovaním aparatury, pokiaľ je vyučovacia jednotka dlhšia než hodinu. Študenti by sa mali tiež rozhodnúť, aké meracie zariadenia využijú (stopky, ampérmetre, ...). Pokiaľ majú čas, mali by tiež otestovať, či je vybrané zariadenie schopné merať požadovanú veličinu (či sú časy dostatočne dlhé pre manuálne meranie, respektíve, či je prúd dostatočne veľký na meranie bežným ampérmetrom ...). Experimenty v triede by mali byť navrhnuté tak, aby bola dostupná požadovaná výbava na ich vykonanie.
- Očakávania od počiatkovej predstavy. Technicky vzaté ide o **predpovede modelu**, kde modelom je počiatková predstava. Je prínosné mať určité očakávania už v tejto fáze.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Študenti takto často neuvažujú, preto by mali svoje očakávania od prvoplánového modelu explicitne sformulovať. Pokiaľ je model príliš komplexný, postačuje aj len kvalitatívna predstava o výsledkoch. Ak je model skôr jednoduchý, je možné "odhadovať" už aj funkčnú závislosť. Dôležitým faktom je, že v tejto fáze je úplne v poriadku, pokiaľ sú očakávania študentov nesprávne. Je podstatné si ujasniť, že nie študent je ten, ktorý sa mýli, ale samotný model je nesprávny. Ten istý študent môže následne prísť s lepším modelom. Reflexia vlastných očakávaní a vlastného modelu umožňuje naučiť sa z experimentu viac, nakoľko ten potvrdzuje alebo vyvracia vlastné očakávania. Mali by sme byť prítomní, aby sme boli schopní odpovedať študentom na otázky a pomáhať im s návrhom modelu, nie však s výsledkami.

- Na konci stretnutia (vyučovacej hodiny) by mala každá skupina navrhnúť experiment a taktiež mať sformulované očakávania od výsledkov vlastného experimentu.

TMF

- **Hlbšie premýšľanie o parametroch.** Najlepšie je vytvoriť si zoznam parametrov, ktoré ovplyvňujú daný jav, ešte pred začatím systematických experimentálnych prác. Stojí totiž za to navrhnúť a zostaviť vlastnú aparatúru tak, aby väčšinu parametrov bolo možné meniť. Je dôležité pochopiť presnú formuláciu problému! Pokiaľ sú jasne stanovené parametre, je potrebné sa im prispôbiť (napríklad v prípade „horúcej vodnej fontány z roku 2016 nepotrebujeme experimentovať s glycerínom, ak sa v zadaní explicitne uvádza voda), ale preskúmať by sa mali parametre uvedené v zadaní. Uvedomte si, že nie je možné zostaviť dokonalú aparatúru na prvý pokus. Tú je možné (a väčšinou aj nevyhnutné) vyvinúť len na základe experimentálnej práce, a začleňovať do nej možnosť regulovať nové, predtým neočakávané, parametre. Nikdy nezabudnite zistiť a kvantifikovať experimentálne chyby.
- **Existujúce, požičané alebo nové prístroje?** Začnite od najjednoduchšieho dostupného vybavenia. Pokiaľ je to potrebné, premýšľajte, ako získať podrobnejšie a presnejšie výsledky – to znamená nielen využívať lepšie a sofistikovanejšie vybavenie, ale aj analyzovať podmienky, za ktorých môžete urobiť ilustratívnejšie experimenty (namiesto nákladnej kamery niekedy stačí poriadne osvetlenie). Niektoré nedostupné zariadenia môžu postaviť šikovní študenti, alebo môžu byť prístupné v akademických inštitúciách. Niekedy je menej viac.

Všeobecne

3.2.3 Systematické experimenty (IIIc) (tretie 20-minútové stretnutie)

V triede

- Študenti zostavia experiment.
- **Študenti preskúmajú závislosti.** Odporúča sa urobiť najskôr iba niekoľko meraní v celom rozsahu vybraného parametra. To slúži na zistenie, či sú výsledky merateľné v celej škále (či neprekračujú alebo naopak nedosahujú rozsah meracieho zariadenia) a

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



určiť, ktoré časti rozsahu vyžadujú citlivejšie merania (rýchlo sa meniaci výsledok) a ktorým častiam rozsahu postačuje hrubšie meranie (pomaly sa meniaci výsledok).

- **Systematické experimenty.** Študenti začínajú so systematickým meraním. Mali by si uvedomiť, že starostlivé a precízne merania budú kľúčové pre neskoršie vyhodnotenie. Študenti by však nemali dostať inštrukcie o tom, koľko meraní majú vykonať. Namiesto toho by usmernenia mali znieť takto: „urobte dostatočné množstvo meraní na zistenie funkčnej závislosti“ alebo „určte chybu každého nameraného údaju“. Študenti by sa robením takéhoto typu experimentov mali postupne sami naučiť, aký počet meraní je k dosiahnutiu stanovených cieľov dostatočný. Pre určenie závislostí od parametrov by mali študenti sami rozhodnúť o tom, koľko údajov je na to potrebných. Záleží to však aj od času potrebného na vykonanie každého merania. Vo všeobecnosti sú pre určenie jednoduchej **funkčnej závislosti** nutné minimálne **3 body** a pre určenie **experimentálnej chyby 3 opakované merania**. Všeobecne sa však odporúča 6-10 meraní pre každý údaj.
- Študenti by mali mať na pamäti, že vo väčšine úloh je hlavným cieľom porovnať merania s predpoveďami modelu. Neočakáva sa perfektná zhoda, takže pri posúdení, do akej miery sa zhoduje samotné meranie s predpoveďami modelu, je rozhodujúca miera odchýlok.

TMF

Okrem hore uvedeného:

- Pokiaľ ide o TMF, vo všeobecnosti nie je postačujúce, ak sa skúma len jeden parameter. V ideálnom prípade by mali byť aspoň zhruba preskúmané **všetky realizovateľné parametre**, zatiaľ čo dva alebo tri parametre by mali byť preskúmané detailne.
- **Reprodukovateľnosť.** Vždy skontrolujte, či je meranie reprodukovateľné v rámci experimentálnej chyby. Zamyslite sa nad možnými vplyvmi, ktoré limitujú, alebo bránia reprodukovateľnosti.
- Kedykoľvek je to možné, tak si overte, či sú výsledky zmysluplné, a aspoň vnútorne konzistentné.
- Pokúste sa overiť výkonnosť Vašej aparatury premeraním systému s dobre definovaným správaním a vlastnosťami. Ak máte pochybnosti o nameraných výsledkoch, neváhajte, a overenie zopakujte.
- Nezabudnite zmerať nielen stanovené veličiny, ale aj parametre a podmienky dôležité pre experiment! Bola by škoda, pokiaľ by výsledky zdĺhavého merania museli byť znehodnotené len preto, že sa zabudlo na triviálny parameter, ako je napríklad teplota v miestnosti. Študenti by si mali viesť záznamy o všetkých nameraných údajoch, neskôr môžu byť užitočné. Je tiež podstatné vyhotoviť dobrú fotodokumentáciu, ktorá zlepší nie len opakovanosť, ale poslúži aj ako „dôkazový materiál“ na prezentácie o tom, že sa experiment naozaj vykonal.
- Študentov treba upozorniť na to, aby sa vždy snažili odhadnúť chyby pri meraní. Úlohou chýb je určiť, do akej miery sa dá meraniam dôverovať. Samotné chyby ako také sú zásadne dôležité pri porovnávaní s modelom. Chybové úsečky zvyčajne predstavujú náhodné chyby kombinované s deklarovateľnými chybami meracieho prístroja, môžu však existovať aj ďalšie systematické chyby, ktoré takisto vedú k ohrozeniu výsledkov. V určitých prípadoch, kedy je meranie náročné, sa môže dať urobiť iba kvalifikovaný odhad chýb (viď. [Príloha 5](#), riadok

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



12).

Všeobecne

3.2.4 Model a predpovede modelu (IV) (štvrté 20-minútové stretnutie)

V triede

- **Model.** Študenti by mali vytvoriť vlastný model. Z začať by mali od základných fyzikálnych zákonov, na ktorých je tento jav postavený, a dospieť k modelu toho, ako meraná veličina závisí od veličiny, ktorú menili. V závislosti od náročnosti problému a zručností študentov, tento model môže byť:
 - **Kvalitatívny:** slovný opis, čo by malo ovplyvniť výsledok, prečo a ako (zvýšiť výsledok, znížiť výsledok ...). Ako kvalitatívny model môže niekedy slúžiť aj počiatočná predstava.
 - **Kvantitatívny:** odvodenie vzťahu medzi výsledkom a skúmaným parametrom.
- **Predpovede modelu.** Na základe modelu by mali študenti jasne predpovedať očakávané výsledky. Ak je model kvantitatívny, kvantitatívne by mali byť aj očakávania, zvyčajne vo forme grafu pre porovnanie s nameranými údajmi. V závislosti od údajov môžu byť vhodnejšie aj iné znázornenia predpovede (tabuľka, skica, animácia).

Úlohy v rámci štvrtého 20-minútového stretnutia môžu byť urobené aj doma, avšak pri zostavovaní modelu sa odporúča kooperácia celej skupiny. Je možné, že niektorí študenti sú viac teoreticky založení, iní zas experimentálnejšie zruční, preto je skupinová práca príležitosťou pre študentov učiť sa jeden od druhého, a to najmä tie aspekty, ktoré sú pre nich menej pohodlné. V tomto prípade je možné štvrté stretnutie využiť na pokračovanie v práci z tretieho stretnutia.

TMF

Existujú rôzne typy modelov (viď. [Príloha 3](#)). Pokiaľ ide o súťaž TMF, kvôli problémom s rozdielnou náročnosťou sú očakávané rôzne úrovne modelu.

- **Analytický kvantitatívny model.** Pokiaľ ide o problémy TMF, modely sú často dostupné v literatúre. Na to, aby ich študenti dokázali zreprodukovať, sú niekedy príliš komplexné. V každom prípade by však študenti mali byť schopní:
 - i) Vysvetliť pohybové rovnice systému. To znamená základné fyzikálne zákony, ktoré určujú správanie systému. Kombinácia týchto zákonov je zvyčajne cesta ku konečnému výsledku.
 - ii) Odôvodniť podniknuté kroky pri odvádzaní. To znamená chápať, ako súviseli s rôznymi rovnicami. Ak dokážu zreprodukovať odvodenie, o to lepšie.
 - iii) Identifikovať použité predpoklady a kriticky zhodnotiť, či sú aplikovateľné pre ich vlastný experiment. V literatúre je niekedy predstavený trochu iný problém, ktorý je však veľmi podobný, ale môže byť analyzovaný za iných okolností, a tým pádom

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



boli použité aj iné predpoklady.

- iv) Vysvetliť úlohu rôznych parametrov vo výslednej rovnici a ich fyzikálny pôvod a význam. Napríklad: „Prvý výraz vychádza zo [...] zákona. Koeficient v druhom výraze predstavuje [...]. Tretí výraz v menovateli je zanedbateľný, ak [...]“ a tak podobne.
- v) Aj keď sú študenti schopní reprodukovať celé odvodenie, mali by ho v prezentácii preskočiť (za účelom diskusie umiestniť do prílohy prezentácie) a zamerať sa radšej na ostatné odporúčania v tomto zozname. Pre porotu je náročné venovať sa sofistikovanému odvodeniu, pokiaľ s ním nie je oboznámená, a skôr oceniť fyzikálne vysvetlenie tohto odvodenia.
- **Numerický kvantitatívny model.** Ak pohybové rovnice chápeme, ale odvodenie finálneho vzťahu je zložité alebo dokonca nemožné, môžu študenti vytvoriť numerický model (simuláciu). V takom prípade musia študenti byť schopní vysvetliť vyššie uvedené body I), II) a III). Namiesto bodov IV) a V) je dobré, ak sú študenti schopní vysvetliť výsledok simulácie. Napríklad: „Je opodstatnené, že krivka začína klesať, ak parameter [...] prekročí [...], pretože v tom okamihu sa stane [...].“

Všeobecne

3.2.5 Porovnanie modelu a experimentu a príprava prezentácie (V) (piate 20-minútové stretnutie)

V triede

Tieto dve časti procesu sú veľmi dôležité. Počas činnosti v triede by však nemali trvať príliš dlho. Model by mal byť jednoduchý, a rovnako tak aj prezentácia. Tento krok je možné vykonať aj priamo na tabuli počas samotného procesu. Najdôležitejšie prvky týchto krokov však treba urobiť dobre.

Porovnanie model-experiment

- Študenti by mali analyzovať údaje, ktoré získali, vrátane odhadu chýb.
- Študenti by mali prezentovať svoje údaje vo forme, ktorú je možné porovnať s predpoveďou modelu. Zvyčajne to býva vo forme grafu, kde sú údaje zakreslené ako body s chybovými úsečkami a predpoveď modelu ako čiara. Je dôležité, aby boli označené osi a vyznačené jednotky.

Príprava prezentácie. Prezentácia by mala zahŕňať:

- Opis alebo predvedenie úvodného experimentu demonštrujúceho jav.
- Ciele (výskumné otázky). Krátke vyhlásenie o tom, čo sa študenti usilovali dosiahnuť, odmerať, určiť.
- Stručný popis, náčrt alebo obrázok experimentálnej aparatury.
- Opis modelu. Stačí, ak sú uvedené základné rovnice a proces odvodnenia je vysvetlený iba v rýchlosti. Podrobné odvodenie by malo byť vynechané. Pre aktivity v triede by odvodenie malo byť dostatočne jednoduché pre väčšinu skúmaných parametrov. Zložité odvodenia má zmysel uvádzať iba pri veľmi pokročilom originálnom riešení úlohy.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



- Porovnanie nameraných údajov a predpovede modelu. Väčšinou to znamená vykreslenie „teoretickej“ krivky nad dátami, alebo použitie inej prezentácie (porovnávanie tabuliek, efektov), ak je to vhodnejšie. **Toto je veľmi dôležité!** Je to rozhodujúci aspekt toho, ako kvalitné je vysvetlenie, cieľom je totiž samotné vysvetlenie javu. Rozhodujúcim aspektom pre posúdenie, nakoľko bol dosiahnutý cieľ riešenia úlohy, je porovnanie meraní s modelom.
- Záver: jasná odpoveď na výskumné otázky.
- Učiteľ môže klásť otázky, ktoré dokážu študentov naviesť k dôležitým zisteniam. Tieto otázky by mali byť zodpovedané v prezentácii.

Tieto úlohy môžu vykonať študenti aj doma. Záleží na tom, na čo sú viac zvyknutí. V niektorých krajinách sú domáce úlohy bežné, a študenti sú na ne zvyknutí. V iných krajinách sú domáce úlohy vyslovene odrádzajúce alebo veľmi nezvyčajné. V niektorých krajinách sú domáce úlohy povolené, ale študenti nemôžu byť za tieto úlohy penalizovaní alebo odmeňovaní, takže ich väčšina študentov neurobí. V takýchto situáciách sa môže táto časť vykonať priamo v škole. Dôrazne odporúčame používať tabule (prípadne papier formátu A3 alebo A2 - postre). Tabule umožňujú študentom tvoriť prezentácie za pochodu počas zhromažďovania údajov. Rovnaký proces tvorby prezentácie možno dosiahnuť v učebni informačných a komunikačných technológií (IKT prostredie). V prostredí triedy je dôležitejší samotný proces tvorby prezentácie, než jej detailnosť. Študenti sa môžu sústrediť na to, čo prezentujú a na to, ako prezentovať, nie až v takej miere na podrobnosť a presnosť údajov a grafov. Pokiaľ sa tento krok robí doma, môžeme očakávať výsledok vyššej kvality.

TMF

V prípade TMF sa očakáva rovnaká základná štruktúra s nasledujúcimi úpravami:

- Popis aparatúry by mal byť veľmi podrobný. Doplnkové slidy týkajúce sa aparatúry môžu byť zaradené ako príloha a použité v diskusií. Niekedy záleží na tých najmenších detailoch, napríklad na tom, ako sa študentom podarilo urobiť zariadenie čo najviac vodorovným.
- Opis modelu by mal obsahovať všetko, čo je uvedené v časti o modeli, avšak nie kompletne detailné odvodenie. To môže byť zaradené v prílohách na diskusiú.
- Porovnanie model – experiment by malo byť urobené starostlivo a detailne. Kľúčový je odhad chýb merania.
- Akýkoľvek nesúlad v porovnaní model – experiment musí byť rozanalyzovaný a prediskutovaný. Očakáva sa, že študenti poskytnú vysvetlenie tohto nesúladu. Taktiež to môže byť témou diskusiie.
- Úlohou záverov nie je zhrnúť vykonanú prácu, ale z vykonaného výskumu niečo vyvodiť, ako napríklad: “Súdiac podľa nášho výskumu, tento jav vznikol následkom [...]”. Ideálne je jasne formulovať výskumné otázky a v závere na nich dať jasné odpovede.
- Pre rýchlu orientáciu sa odporúča všetky slidy v prezentácii očíslovať.

Študenti častokrát počas ich práce namerajú obrovské množstvo dát; potom je občas náročné presvedčiť ich, že prezentovať majú iba dôležité výsledky. Ostatné dáta, hoci vyžadovali mnoho dní strávených meraním, by mali vynechať. Študenti by mali použiť iba tie dáta, ktoré môžu poskytnúť odpovede na výskumné otázky. Mali by klásť dôraz na to, ako zredukovať počet dát a súčasne z nich

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



vyextrahovať relevantné informácie. Pritom je však dôležité nezamlčovať dáta, ktoré prípadne spochybňujú správnosť modelu. Cieľom vyučovania je okrem iného viesť študentov k vedeckej korektnosti, súčasťou ktorej je transparentnosť pri prezentácii výsledkov.

Niekoľkomesačnú prácu študenta častokrát sumarizuje jediný graf. Jeho konštrukcii by mala byť preto venovaná primeraná pozornosť aj čas. Vložením surových údajov do nejakého softvéru bez ďalších úprav môžeme získať katastrofálne výsledky. Graf je ľahšie čitateľný počas ústnej prezentácie, preto tabuľky treba používať iba výnimočne. Väčšina grafov je typu XY. Niektoré iné grafy, ako sú histogramy, vrstevnicové alebo polárne grafy, môžu byť v určitých špecifických situáciách taktiež užitočné, avšak neštandardné grafy používajte uvážlivo, lebo nimi zobrazené výsledky môžu byť ťažko čitateľné a pochopiteľné.

Študenti by si mali dať záležať na označovaní osí (vrátane správnych a primeraných jednotiek) a zobraziť legendu tak, aby boli pochopiteľné. Zamyslite sa nad typom osi (lineárna, logaritmická, iná), jej užitočnosťou, alebo nad zobrazením dôležitých bodov (najmä bod 0), rozsahom osi a rozstupmi značiek na osi.

Symboly by mali reprezentovať riedke údaje (zvyčajne výsledky experimentu), zatiaľ čo čiary by mali byť použité pre zobrazenie dát so spojitou meniacimi parametrami (zvyčajne sú to teoretické predpovede alebo aproximácia krivky). Rozličné údaje by mali byť zreteľne rozlíšiteľné (farba, štýl čiary, štýl symbolu). Pre grafy s mnohými dátovými sadami by sa mali použiť mnemotechniky (napr. použitie modrej farby pre údaje namerané pri nízkej teplote a červenej farby pri vysokej teplote).

Všeobecne

3.2.6 Prezentovanie (VI) a obhajoba (VII) (šieste a akékoľvek ďalšie 20-minútové stretnutie)

Táto časť sa pre aktivity v triede a TMF aktivity veľmi líši, jej účel je však v oboch prípadoch rovnaký: **kriticky posúdiť prezentáciu**. Pojem "oponentúra" používaný v žargóne TMF je však zavádzajúci, keďže implikuje opačný názor. Namiesto toho "kriticky posúdiť" (v žargóne TMF "oponovať") znamená pochváliť časti, kde je chvála opodstatnená, vzniesť námietky proti tomu, čo naopak presvedčivé nie je a taktiež uviesť body, v ktorých nastala nezhoda či zmieniť, čo nebolo dostatočne jasne vysvetlené.

Kritické hodnotenie informácií je pravdepodobne jednou z najdôležitejších kompetencií širokej verejnosti 21. storočia. Či už ide o novinové spravodajstvo, správy o vedeckých alebo pseudovedeckých zisteniach, marketingové reklamy alebo iné rozličné formáty. Práve to je časť, ktorá je najväčmi inovatívna a identifikovateľná v rámci TMF aktivít. Z toho dôvodu by mal byť na ňu kladený náležitý dôraz.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Majte na pamäti, že:

- Dobrou zásadou je **pomôcť prezentujúcim** modifikovať ich prezentáciu alebo výskum s cieľom urobiť ho lepším a presvedčivejším.
- Malo by ísť o **diskusiu**, výmenu **odôvodnených** názorov, nie iba o stretnutie založené na otázkach a odpovediach.
- Aj "Oponent" by mal mať možnosť ukázať svoje vlastné chápanie fyziky, ktorá za daným javom stojí.

V triede

Vzhľadom na vyššie uvedený význam pre širokú verejnosť a pre pochopenie epistemológie vedy, počas aktivít v triede by mal byť na časť „oponentúra“ v TMF procese kladený náležitý dôraz.

Tu sú najužitočnejšie otázky, na ktoré by ste ako Recenzent prezentácie (v žargóne TMF „Oponent“) mali myslieť:

- Ktoré časti Vás nepresvedčili? Nerozmyšľajte nad tým, že ste danú časť možno pochopiť mali, alebo že by niekto iný na Vašom mieste danú časť pochopil. Vy ste Recenzent a ak ste niečomu neporozumeli, alebo Vás to nepresvedčilo, opýtajte sa na to.
- Vyplývajú závery skutočne z údajov? Nie je možné dosiahnuť nijaký iný záver? Napríklad: ak máme tri merané body prezentované s experimentálnymi chybami a je cez nich nakreslená priamka, je táto priamka skutočne jedinou možnosťou? Mohla by rovnako dobre vyhovovať bodom aj parabolická závislosť? Ak áno, čím je odôvodnený výber priamky namiesto paraboly? Toto umožňuje Oponentom prezentovať ich vlastný názor.
- Pýtajte sa základné fyzikálne otázky týkajúce sa prezentovaného modelu. Otázky ako: "Čo myslíte že by sa stalo, ak by sme namiesto [...] použili [...]" Vám umožnia prezentovať Vaše vlastné vedomosti z fyziky. Obzvlášť, ak s Referentom nesúhlasíte. Vždy uveďte, či s Referentom súhlasíte, alebo nie. Ak nesúhlasíte, poskytnite Vašu vlastnú odpoveď. Tento typ otázok môže otvoriť niektorú z najlepších tém na diskusiu.
- Bolo nastavenie parametrov adekvátne? Ak máte pochybnosti o ktorejkoľvek časti, ktorú považujete za relevantnú, pýtajte sa otázky a špecifikujte, prečo daný konkrétny aspekt považujete za dôležitý. Napríklad, dostrel dela veľmi závisí od jeho počiatočného uhla (elevácie). Ak Referent nevysvetlil, ako sa ubezpečil o vodorovnosti dela, opýtajte sa na to.

Existujú rôzne spôsoby, ako sa prezentácia a diskusia dá zakomponovať do aktivity v triede. My predstavíme dva:

Metóda "Zdieľanie osvedčených postupov" (Share good practices = SGP)

- Prezentujú iba 2 najlepšie tímy/skupiny, a to na základe ich prezentácie počas piateho stretnutia.
- Dva druhé najlepšie tímy im oponujú.
- Ostatné tímy robia recenzie.
- Prezentácia by nemala byť veľmi dlhá (8 minút), takže stále ostáva dostatok času na diskusiu, recenziu a krátku spätnú väzbu zo strany učiteľa. V praxi sa odporúča nechať

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



každého člena referujúceho tímu povedať počas prezentácie pár slov, učiteľ však môže podmienky stanoviť aj inak.

- Oponentúra a Diskusia (1+2+3 minúty). Na základe pripravených prezentácií môže 3. a 4. tím oponovať prezentácie Referentov, ktorých rola môže byť taktiež odmenená extra bodmi. V nasledujúcich bodoch/krokoch je znázornený vzorový scenár oponujúceho tímu:
 - Hodnotenie počas prezentácie: Členovia tímu Oponentov pozorujú a hodnotia prezentáciu pomocou šablóny Oponenta (viď. [Príloha 10](#)).
 - Príprava: Po prezentácii má oponujúci tím čas na prípravu (1 minúta), aby usporiadal svoje myšlienky a aby poslal svojho "hovorcu" na "pódium" v prednej časti triedy.
 - Zhrnutie: Oponent začína s 2-minútovým zhrnutím a zhodnotením prezentácie referujúceho tímu. V tomto bode nie je potrebný počítač a odporúča sa použiť šablónu Oponenta.
 - Diskusia: Ako ďalšia je na rade 3-minútová diskusia s "hovorcom" referujúceho tímu. Oponent kladie Referentovi konkrétne otázky a ten sa na nich pokúša odpovedať.
- Recenzia (2 minúty). Počas prezentácie referujúceho tímu a diskusie, členovia tímu Recenzentov - alebo prípadných ďalších tímov - pozorujú a hodnotia vystúpenie dvoch tímov pomocou šablón Recenzenta (viď. [Príloha 11](#)). V prípade, že máme len 1 tím Recenzentov (v menších triedach), má tím Recenzentov 2 minúty čas na to (v prípade 2 tímov Recenzentov má každý tím iba 1 minútu), aby vystúpenie vyhodnotil a povedal ich názor na meno víťaza daného "súboja".
- Otázky učiteľa a krátka spätná väzba (max. 4 minúty). Oplatí sa taktiež venovať čas odpovedaniu na otázky zo strany učiteľa, nakoľko sa môže stať, že študenti mnohé aspekty alebo dokonca aj vážnejšie chyby prehliadnu a je potrebné ich opraviť. Počas toho, ako sú študenti hodnotení, môže už prebiehať technická príprava na druhý "súboj".

Použitím tohto odporúčaného scenára budú učitelia fyziky schopní odohrať "súboj" v rozmedzí 20-tich minút, takže v rámci 45-minútovej hodiny je čas ešte aj na druhý. Na uľahčenie opozície a recenzie môžeme použiť šablóny Oponenta a Referenta (viď. [Prílohy 10 a 11](#)). Z dôvodu nedostatku času redukuje sa prezentácie len na tie od najlepších tímov, a to nasledujúcou jednoduchou metódou: na predchádzajúcej hodine, ešte pred prezentáciami vyzbierame od tímov všetky prezentácie (napr. súbory PPT). Pred stretnutím s prezentáciami vyberieme dva najlepšie tímy (rozhodnutie o tímoch ohlásime na začiatku stretnutia s prezentáciami), ktoré za ich úspech získajú extra body. Stráviť čas iba s najlepšimi prezentáciami je výhodné nielen z časového hľadiska, ale takto je študentom predstavený aj dobrý príklad, zatiaľ čo aktívnymi účastníkmi hodiny sú všetci študenti v triede.



Metóda “Všetky skupiny referujú” (All Groups Report = AGR)

- Jeden tím prezentuje svoje zistenia pomocou tabúl, plagátov, alebo krátkych prezentácií (v prostredí vybavenom IKT). Má na to 3 minúty. Postačuje odprezentovať najdôležitejšie zistenia nasledujúcou formou:
 - Výskumné otázky, náčrt aparatury a meracieho zariadenia (30 sekúnd)
 - Model (kvalitatívny alebo kvantitatívny) (1 minúta)
 - Dáta, porovnanie (1 minúta)
 - Závěry (30 sekúnd)
- Druhý tím oponuje pýtaním sa otázok (5 minút). Náš návrh je formulovať otázky formou “čo keby”, po odpovedi prezentujúceho pridať vlastný názor, a tým vyvolať krátku diskusiu v prípade, že by nastala nehoda. Postačuje položiť aj len jednu otázku, a to najmä v prípade, ak je na danej hodine plánovaných viacero súbojov. Pár príkladov otázok v úlohe [padajúceho magnetu](#) by napríklad mohlo byť: “Čo ak by bolo potrubie nevodivé?” – ukazuje chápanie dôležitosti prúdov. Alebo “Čo ak by potrubie malo vodorovné zárezy?” – ukazuje chápanie, že najdôležitejšie prúdy tečú horizontálne. Alebo “Cítili by ste silu, ak by ste magnet spúšťali potrubím veľmi pomaly?” – ukazuje chápanie, že vírivé prúdy závisia od zmeny magnetického poľa. Tento druh otázok dokáže ukázať fyzikálne znalosti Referenta aj Oponenta.
- Recenziu vykonávajú aj všetky ostatné tímy, na základe hodnotiaceho hárku v [Prílohe 12](#). Recenzie sa pozbierajú a o víťazovi je možné rozhodnúť na základe priemerného skóre.

Odporúča sa, aby projekty v triede neboli príliš náročné. Okrem toho by mali umožniť variácie vo viacerých parametroch. Tým sa stávajú prezentácie zaujímavé pre mnohé tímy, nakoľko skúmajú rozličné parametre.

Použitím vyššie uvedeného formátu by 10 minút malo postačovať na odohratie jedného “súboja”. Pripraviť dobré otázky v tak krátkom čase je náročné, praxou sa však študenti dokážu zlepšiť. Podľa skúseností môže učiteľ tento čas postupne modifikovať a prípadne rozhodnúť, že referovať budú náhodne vybrané skupiny. Ak je TMF formát používaný niekoľkokrát do roka, šancu referovať by mali dostať všetky skupiny a zlepšiť sa aj kvalita oponentúry.

TMF

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



3.2.6.1 Prezentácia

Nakoľko pokyny pre vypracovanie prezentácie sú uvedené v predchádzajúcich kapitolách, v tejto časti ich opakovať nebudeme. Jediným, veľmi dôležitým prvkom samotnej prezentácie je zrozumiteľnosť prejavu. To zahŕňa primeranú hlasitosť a dostatočnú znalosť angličtiny. Angličtina nemusí byť úplne dokonalá, no študenti by mali používať anglickú terminológiu a správnu výslovnosť neznámych slov. Zaujímavým príkladom je anglické slovo „momentum“, ktoré v určitých jazykoch znamená hybnosť, v iných sa však slovo „momentum“ používa na vyjadrenie krútiaceho momentu, a v ďalších sa na vyjadrenie hybnosti používa výraz „quantity of motion“. Použitie nesprávneho výrazu môže spôsobiť zbytočný zmätok.

3.2.6.2 Diskusia

Diskusia je zrejme najdôležitejšou časťou v samotnom súboji. Aj po pôsobivom predstavení Referenta môže dobrá oponentúra zmeniť pozitívny názor poroty na riešenie úlohy, čím môže značne ovplyvniť bodovanie Referenta aj Oponenta. Je potrebné poznamenať, že v rámci TMF neexistuje presný učebnicový prístup k oponentúre. Je to kvôli tomu, že rozličné problémy vyžadujú rozličnú diskusiu, a to hlavne z hľadiska smerovania, hĺbky, kvality a zamerania. Vzhľadom k tomu nie je príprava všeobecným otázok práve najlepším nápadom. Namiesto toho sa odporúča **zamerať sa v príprave na základné pochopenie fyziky** zahrnutej v úlohe, spolu s dôležitými parametrami.

Oponentúra je rozdelená do štyroch fáz: objasňujúce otázky, prejav Oponenta, diskusia a zhrnutie Oponenta. V nasledujúcich podkapitolách sú uvedené odporúčania pre Referenta aj Oponenta pre každú jednotlivú fázu.

3.2.6.2.1. Objasňujúce otázky (2 minúty)

Objasňujúce otázky Oponenta: Účelom týchto otázok je pomôcť Oponentovi pochopiť súhrn prezentácie. V súlade s tým, cieľom otázok teda nie je ďalšie skúmanie, ale objasnenie problémov, ktoré Oponent nepochopil úplne.

- Otázky by mali byť zamerané len na prácu Referenta.
- Pýtajte sa otázky týkajúce sa metód a objasnite body, ktoré nemusia byť zrejmé pre Oponenta či publikum.
- Pýtajte sa na odôvodnenie predpokladov, pokiaľ nebolo uvedené jasne.
- Opýtajte sa, či vykonali X, ale nezachádzajte do detailov.
- Nepýtajte sa príliš špecifické otázky.
- Nezačínajte počas otázok diskusiu o jednotlivých parametroch alebo podobných témach. Tieto otázky by mali byť jednoduché a objasňujúce, nemala by to byť diskusia.
- Je vhodné pýtať sa otázky v poradí podľa dôležitosti. Pýtajte sa na teóriu, experimentovanie a vyhodnotenie (pokiaľ nie je jedna časť výrazne nedostatočná).
- Na každú otázku nechajte maximálne 30 sekúnd na odpoveď. Pokiaľ sa Referent stratí pri dlhej odpovedi, slušne mu poďakujte a choďte na ďalšiu otázku. Neskôr sa môžete k danému problému vrátiť v diskusii. Je ťažké odpovedať „áno“ alebo „nie“ na príliš

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



podrobné a rozsiahle otázky. Z toho dôvodu je lepšie ich preskočiť a venovať sa im počas diskusie.

Odpovede Referenta na objasňujúce otázky: Úlohou Referenta je zodpovedať na objasňujúce otázky Oponenta.

- Odpovede by mali byť jasné a výstižné. Je vhodné sa pripraviť na otázky vopred.
- Pokiaľ si otázka vyžaduje podrobnejšiu a zdĺhavejšiu odpoveď, mal by sa Referent pokúsiť odpovedať čo najjasnejšie a stručne. Ako je spomínané vyššie, je úlohou Oponenta v takomto prípade Referenta zastaviť a k otázke sa vrátiť neskôr počas diskusie, ak by to bolo potrebné.
- Referent by mal poznať svoju prezentáciu, aby dokázal v prípade potreby rýchlo nájsť požadovaný slide.

3.2.6.2.2. *Prezentácia Oponenta (maximálne 4 minúty)*

Účelom tejto prezentácie je zhrnúť najdôležitejšie výsledky, vyhodnotiť riešenie úlohy a poukázať na dobré a zlé stránky teórie a experimentu.

- Oponent musí uviesť kritické zhrnutie prezentácie, v ktorom preukáže svoje porozumenie hlavných častí prezentácie.
- Dobré veci by mali byť zdôraznené (s náležitým odôvodnením). Nebojte sa pochváliť dobrý výkon!
- Oponent by mal upozorniť na nedostatky v prezentácii. Zamerajte sa najskôr na to, čo bolo urobené, ale mohlo byť urobené lepšie, až potom na to, čo urobené byť mohlo, no nebolo.
- Odporúča sa zdôrazniť, či bolo splnené zadanie úlohy. Každý chýbajúci bod je potrebné dôkladne vysvetliť.
- Oponent by mal začať a viesť diskusiu.
- Oponent by mal taktiež vyhodnotiť kvalitu samotnej prezentácie a jednotlivých slidov.

3.2.6.2.3. *Diskusia (10 minút)*

Úloha Oponenta: Počas diskusie by Oponent mal viesť podrobný dialóg s Referentom o problémoch, ktoré v súvislosti s riešením Referenta a pochopením fyziky považuje za relevantné. Cieľom Oponenta je rozprúdiť zdvorilú, ale účinnú diskusiu a poskytnúť korektnú a podrobnú vedeckú kritiku s cieľom ďalej **rozvíjať Referentovo riešenie problému.**

- Zamerajte sa na prácu Referenta. Dobrá diskusia využije ako základ prezentáciu a vysvetlí fyziku nad rámec toho, čo bolo prezentované, odhalí nedostatky, prípadne slabé stránky. Aj keby však teória Referenta vykazovala značné nedostatky, diskusia by mala zostať konštruktívna a zameraná na identifikáciu chýb, objasnenie, kde nastala chyba, možnosti prehĺbenia riešenia problému či náčrt takéhoto prehĺbenia.
- Pokiaľ je prezentácia vypracovaná kvalitne, prediskutujte možné rozšírenie teórie alebo experimentálnej práce. Diskutujte napríklad o tom, čo by mohlo byť ešte zaujímavé preskúmať a čo by sa mohlo stať, ak by sme zamenili x za y.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



- Ak prezentácia obsahuje nezrovnalosti, napríklad protichodné či nedostatočné aproximácie, je správny čas začať o nich diskutovať.
- Zamerajte sa na základné body, uprednostňujte hlavné témy a neviaznite v jednoduchých formálnych, teoretických či experimentálnych detailoch a nedostatkoch.
- Formulujte krátke a jasné otázky, a počas diskusie používajte jednoduchý jazyk. Jazykové ťažkosti môžu viesť k neefektívnej diskusii.
- Ak Referent nepozná správnu odpoveď, za žiadnych okolností nezačínajte prednášať. Vždy buďte pokojní a slušní, snažte sa viesť Referenta na správnu cestu. Ak sa Vám to nepodarí, tému uzavrite a posuňte sa ďalej!
- Po prediskutovaní všetkých bodov sa odporúča v rámci pauzy výsledky diskusie pár slovami zosumarizovať. Najdôležitejšie je zdôraznenie vlastného názoru na danú problematiku. Ak nastala s Referentom zhoda, nebojte sa to jasne sformulovať.
- Neprinášajte vlastnú interpretáciu problému, alebo vlastné riešenie! Pokiaľ máte silné podozrenie, že Referent zadanie problému nesplnil, je potrebné na to upozorniť, diskusia by však mala ostať zameraná na samotnú prezentáciu, respektíve na to, ako by pokus mohol dopadnúť, pokiaľ by experimenty boli vykonané tak, ako boli zamýšľané.
- Oponent by za žiadnych okolností nemal argumentovať spôsobom: Vaše výsledky sú zlé, pretože keď sme experiment X robili my, spozorovali sme Y, a to nesúhlasí s Vaším výsledkom. Pokiaľ Oponent dokáže uviesť silný fyzikálny argument, prečo je vysvetlenie v prezentácii Referenta pravdepodobne nesprávne, tak je to v poriadku a je potrebné to uviesť. Keďže experimenty Oponenta nikto nevidel a nemohol si tak ich správnosť overiť, ako argument by sa používať nemali.
- Ak má Oponent vlastný model, ktorý neodpovedá modelu Referenta, mal by uviesť možné zásadné kroky, ktoré potenciálne mohli viesť k nezhode a túto problematiku otvoriť v diskusii, sústrediac sa pri tom na model Referenta, nie vlastný. Príklad otázok: „Prečo ste sa rozhodli použiť tento súbor základných zákonov?“ „Zobrali ste do úvahy pri zostavovaní modelu aj iné zákony?“ „Môžeme tu uvažovať o (tomto zákone), zvažovali ste to?“ „Prečo nie?“ „Prosím, mohli by ste vysvetliť, prečo ste sa rozhodli pre tento (konkrétny) krok?“ atď.
- Počas diskusie o nedostatkoch prezentácie je bežnou chybou zameranie sa na irelevantnú fyziku. Nie je napríklad vhodné spomenúť zanedbanie odporu vzduchu pri probléme padajúceho magnetu. Oponent by mal mať cit pre to, čo je pre daný problém dôležité a čo môže byť, prípadne by malo byť, zanedbané.
- Pokiaľ sa Oponent spýta otázku, Referent by na ňu mal odpovedať a nie ju spochybňovať. Jedná sa síce o diskusiu a nie o stretnutie, počas ktorého sa jeden pýta a druhý odpovedá, napriek tomu by však Oponent mal byť ten, ktorý diskusiu určitým spôsobom vedie.

Úloha Referenta: Úlohou Referenta počas diskusie je hájiť svoje riešenie a dokázať svoje objektívne znalosti o predmete.

- Je dôležité, aby sme otázke Oponenta plne porozumeli. Ak niečo nie je úplne jasné, môžete požiadať Oponenta o vysvetlenie, alebo svoj tím o pomoc. Zapojiť sa do diskusie, ktorá je založená na nedorozumení, je značne kontraproduktívne.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



- Referent by mal prispôsobiť svoju odpoveď rozsahu otázky, a mal by sa vyjadrovať pokiaľ možno jasne a stručne. Pokiaľ je Oponent s odpoveďou spokojný a neusiluje sa rozvíjať tému ďalej, mali by ste prejsť na ďalšiu otázku.
- Oponent je ten, ktorý by mal viesť diskusiu. Ak by diskusia zachádzala mimo témy, respektíve by bola príliš zdĺhavá a neproduktívna, môže Oponent Referenta zastaviť. Ak však Referent cíti, že v odpovedi ešte nejaké kľúčové vysvetlenia stále chýbajú, môže Oponenta slušne požiadať, aby ho otázku nechal plne zodpovedať. Odpoveď Referenta by však mala byť čo najstručnejšia.
- Nebojte sa Oponenta opýtať, prečo nesúhlasí s Vaším názorom (napríklad: „Prečo si myslíte, že je to dôležité?“, alebo „Aký je Váš názor na túto problematiku?“). Často sa totiž stáva, že Oponent len naslepo skúša, a otázkou ohľadom názoru Oponenta to Referent dokáže odhaliť. Okrem toho, počas diskusie musia mať právo na pýtanie sa obe strany. Viesť diskusiu by však mal Oponent.
- Pamätajte na to, že na konci súboja má Referent dve minúty na to, aby objasnil svoje stanovisko, a aby zareagoval na akúkoľvek neopodstatnenú kritiku.
- Oplatí sa dobre poznať vlastnú prezentáciu a jednotlivé slidy mať očíslované, aby ste v prípade potreby na príslušný slide mohli priamo preskočiť.
- Odporúča sa taktiež predvídať možné otázky Oponenta (pýtajte sa sami seba, ako keby jeden z Vás bol Oponent). Je vhodné pripraviť si slidy s odpoveďami na tieto otázky. To zahŕňa aj slidy s akýmikoľvek pomocnými údajmi alebo výsledkami, ktoré by mohli byť v diskusii relevantné.

3.2.6.2.4. Zhrnutie diskusie (1 minúta)

Táto časť je veľmi dôležitá! Úlohou Oponenta je poskytnúť všeobecné zhrnutie diskusie a prezentácie. Majte na pamäti, že Oponent bude mať následne šancu hovoriť už len v prípade, ak bude vyzvaný zodpovedať na položené otázky poroty.

- Kľúčové časti diskusie je potrebné len vyzdvihnúť, nie rozvinúť.
- Vyzdvihnúť sa odporúča nielen najdôležitejší pozitívny výsledok, ale aj najväčší nedostatok a tému, kde nastala najzávažnejšia nezhoda.

Všeobecne

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



3.2.7 Recenzia

Cieľom recenzie je posúdiť samotný výskum. Recenzent by si mal pozorne vypočuť prezentáciu, oponentúru a diskusiu. Jeho úlohou je všetky časti vyhodnotiť a predniesť stanovisko ohľadom: kto bol presvedčivejší, ako sa darilo Referentovi obhájiť svoje zistenia, či bol Referent pripravený akceptovať kritiku, pokiaľ urobil nejaké chyby - či si ich dokázal priznať, ako relevantné boli otázky Oponenta, či prispeli čímkoľvek k nájdeniu lepšieho riešenia, respektíve lepšieho porozumenia riešenia, atď.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



V triede

Návrhy, ako vykonávať recenzie v triede, sa líšia. V oboch návrhoch (predstavené vyššie) hodnotí Recenzent ako Referenta, tak aj Oponenta.

- V metóde SGP sa určí víťaz, a stručne zdôvodní dané rozhodnutie.
- Pri metóde AGR sa hodnotí Referent a Oponent na základe rôznych kritérií. Víťaza môže určiť učiteľ na základe výsledkov.

Na recenzie vykonávané v triede nie je kladený veľký dôraz, ide skôr o zapojenie študentov, ktorí nie sú aktuálne v roli Referenta či Oponenta. Čas, ktorý je v triede limitovaný, je lepšie využiť na diskusiu.

TMF

Časť práce Recenzenta je podobná kritickej analýze Oponenta, ale vyžaduje pokrytie viacerých tém súčasne. Byť stručný, pohotový a zameraný na kľúčové veci je v tomto prípade ešte dôležitejšie.

V súťažiach TMF má Recenzent tri príležitosti ako získať body: kladenie otázok, vyhodnotenie celého procesu skúmania a vyvodenie záveru, respektíve prezentácia vlastného názoru. Recenzent by mal preukázať svoje chápanie fyziky bez toho, aby sa zapojil do diskusie. Podľa „pravidla palca“ by mal Recenzent robiť to isté, čo bude neskôr robiť porota. Dobré známky dostane Recenzent zvyčajne vtedy, keď sa venuje aspektom, ktoré sú podľa poroty dôležité.

Otázky Recenzenta: Recenzent by mal celý proces starostlivo sledovať a tento čas využiť na riešenie problémov, ktoré dostatočne objasnené neboli, alebo kde sa jeho názor líši od názoru Referenta či Oponenta, poprípade od oboch. Tu je niekoľko typov otázok, ktoré Recenzent môže klásť:

- Požiadajte o odôvodnenie konkrétneho rozhodnutia, pokiaľ nebolo poskytnuté. Tým sa ukáže, že Recenzent rozumie fyzike a bol schopný prísť na to, že odôvodnenie poskytnuté nebolo.
- Požiadajte o stanovisko Referenta alebo Oponenta ku konkrétnej téme, pokiaľ nebolo poskytnuté. Oponent niekedy kladie otázky, ale vlastný názor na odpoveď nevyjadrí. V takomto prípade môže Recenzent poukázať na to, že diskusiu sledoval a tieto určité nedostatky odhalil.

Hodnotenie a posúdenie Recenzenta: Recenzent by mal vyhodnotiť prezentáciu Referenta, prejav Oponenta a diskusiu. Zároveň by mal vyjadriť vlastný názor k jednotlivým témam. Obvyklá stratégia je nasledovná:

- Recenzent vyhodnotí výskum Referenta vyzdvihnutím silných a slabých stránok. Niektoré prezentácie môžu mať silný experimentálny základ, ale zlý teoretický model, niektoré práve naopak. Väčšina prezentácií sa však nachádza niekde v strede. Recenzent by mal preto dôkladne zvážiť, ktoré body boli urobené dobre, ktorým niečo chýba, a čo ostalo nejasné. Recenzent by mal rozhodnúť o správnosti prezentovaných záverov.
- Recenzent posúdi splnenie úlohy Referentom a aj jej hodnotenie Oponentom. Posúdiť, či Oponent správne vyhodnotil splnenie úlohy.
- Recenzent môže vyjadriť vlastný názor, ako by sa prezentácia dala vylepšiť.



- Recenzent zhrnie prejav Oponenta. Väčšinou ide o identifikáciu silných a slabých stránok prezentácie Oponentom a vyhodnotenie, či na tieto silné a slabé stránky Oponent poukázal. Recenzent môže s Oponentom nesúhlasiť a môže obhajovať Referenta, pokiaľ považuje kritiku za neopodstatnenú. Taktiež môže doplniť body, ktoré Oponent vynechal.
- Recenzent by mal spomenúť všetky dôležité body diskusie a zaujať svoj postoj ku každému z nich. Mal by sa zaoberať predovšetkým časťami, kde nastali nezhody, a ku každej z nich by mal Recenzent vyjadriť svoj postoj.
- Recenzent môže posúdiť diskusiu ako takú. Napríklad môže vyjadriť svoj názor, či bola diskusia užitočná na objasnenie prezentácie, a či prehĺbila pochopenie skúmanej fyziky, alebo k tomuto aspektu veľmi neprispela. Taktiež sa Recenzent môže vyjadriť k tomu, či diskusia bola zaujímavá alebo nudná, či sa zaoberala dôležitými/relevantnými témami, alebo premárnila veľa času nepodstatnými detailmi, atď.
- Osvedčeným postupom je poukázať na základné aspekty problému (pokiaľ sú), ktoré neboli prezentované či už v prezentácii, alebo v kritickej analýze Oponenta počas diskusie. Recenzent by mal uviesť, prečo ich považuje za dôležité.
- Recenzent by mal vyjadriť svoj názor na prezentáciu, do akej miery bola presvedčivá, a ako sa podarilo Oponentovi preveriť platnosť záverov.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



4 Záver

Dostali sme sa na záver tejto príručky. Pokúsili sme v nej sa stručne predložiť informácie potrebné k implementovaniu TMF aktivít v triedach a k príprave študentov na jednotlivé TMF súťaže. Existuje však ešte niekoľko ďalších informácií, ktoré sme sa rozhodli zaradiť do príloh tejto príručky. Štruktúra príručky je postavená tak, že jej hlavná časť je stručná, kedykoľvek použiteľná ako manuál na prípravu TMF aktivít. Informácie v prílohách sú naopak iného typu. Vysvetľujú jednotlivé časti procesu, ale pokiaľ si ich osvojíte, nie je nutné ich zakaždým pri príprave TMF aktivít študovať. Z tohto dôvodu sú presunuté z hlavnej časti do príloh.

Želáme Vám veľa úspechov pri triednych aktivitách, a/alebo pri príprave na súťaže TMF!



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Development of Inquiry Based
Learning via IYPT



Prílohy



Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.

Príloha 1: Vedecky podložené dôkazy o benefitoch zapojenia sa do aktivít s otvoreným koncom

O tom, že zapojenie sa študentov do vedecko-vzdelávacích aktivít s otvoreným koncom prináša široké benefity, svedčia mnohé diela. V [1] autori viedli rozhovory so 61 vedcami a učiteľmi konkrétne ohľadom vplyvu TMF na stredoškolských študentov. Odpovede potvrdili priaznivý vplyv na získanie zručností potrebných ako pre budúcu prácu vo vede a komunikačných schopností, tak aj schopností kolektívneho riešenia problémov.

V [2] bol uskutočnený prieskum s cieľom zistiť hlavné faktory, ktoré ovplyvnili u slovenských úspešných vedcov ich záujem o vedu na základnej a strednej škole, na univerzite a počas PhD štúdia. Ako hlavné na základnej a strednej škole sa ukázali vedecké súťaže spolu s kvalitou učiteľa.

Miroslava Urbašiková v [3] a [4] urobila analýzu pracovného zaradenia viac ako 100 bývalých slovenských účastníkov IYPT a IPhO z rokov 1998 až 2004, aby zistila, že všetci z nich už boli zaradení do trhu práce; viac než 75% z nich pracovalo vo vede. Taktiež aplikovala prvky TMF do štandardných hodín fyziky a preukázala, že prispeli k rozvoju kurikulom stanovených kompetencií.

- [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. Československý časopis pro fyziku. ISSN 0009-0700. Sv. 62. č. 5-6 (2012). s. 472-476
- [3] Urbašiková, 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] Urbašiková, Miroslava: Spôsobilosti vedeckej práce v súťaži Turnaj mladých fyzikov. PhD thesis. Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Slovakia, 2017

Príloha 2: Typy experimentov

Experimenty vo vede majú rôzne účely. Identifikácia experimentu pomáha k identifikovaniu jeho samotného zmyslu, a tým pádom aj jeho cieľov. V prístupe [ISLE](#) sú experimenty klasifikované ako pozorovacie, testovacie a aplikačné.

- **Pozorovací experiment.** Účelom pozorovacieho experimentu je prísť na vysvetlenie pozorovaného javu. Obvyklé sú nasledujúce kroky:
 - **Pozorujte jav** alebo závislosť.
 - **Navrhnite model** (vysvetlenie) pre pozorovaný jav. Nahliadnite do [Prílohy 3](#) pre diskusiu ohľadom typov modelov. Jednoduché vysvetlenie javu pomocou slov je klasifikované ako kvalitatívny mechanistický model.
 - Myslite na všetky **predpoklady** pri navrhovaní modelu.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



- **Testovací experiment.** Účelom testovacieho experimentu je otestovať model. Testovacie modely vždy zahŕňajú porovnanie predpovedí modelu s výsledkami experimentu. Obvyklé sú nasledujúce kroky:
 - **Navrhnete testovací experiment.** Existujú dva podtypy testovacích experimentov.
 - **Nový experiment.** Toto je najsilnejší typ testovacieho experimentu. Malo by sa jednať o úplne nový experiment, ktorý sa líši od pozorovacieho experimentu. Úspešná predpoveď ukazuje, že navrhnutý model je aplikovateľný v iných súvislostiach a situáciách.
 - **Systematická reprodukcia pozorovacieho experimentu.** Cieľom tohto podtypu je ukázať, že navrhovaný model skutočne vysvetľuje výsledok pozorovacieho experimentu. Zvyčajne sa vykonáva vtedy, keď predpoveď modelu alebo výsledok pozorovacieho experimentu sú natoľko zložité, že medzi nimi nie je zrejmé bezprostredné spojenie. Je to taktiež podtyp zvyčajne používaný pri TMF problémoch.
 - **Rozšírenie rozsahu parametrov** mimo pôvodného rozsahu je testovací experiment, ktorý je kombináciou oboch vyššie spomínaných typov.
 - **Predpovedajte výsledok** testovacieho experimentu na základe modelu. Pokiaľ je model správny a vykonáme testovací experiment, výsledkom by mala byť predpoveď modelu. Predpovede by sa mali robiť predtým, než je vykonaný samotný experiment, aby sa zabránilo zaujatiu. S primeranou disciplínou môžu byť predpovede urobené aj po urobení experimentu, najmä keď je jasné, ktoré experimenty sa budú s modelom porovnávať.
 - **Urobte experiment.** Zaznamenajte údaje.
 - **Porovnajte** výsledok experimentu s predpokladaným výsledkom modelu. Vhodne analyzujte dáta s cieľom porovnať tieto dva údaje. Zahrňte aj experimentálne neistoty (chyby) merania.
 - **Vyhodnoťte model.** Zodpovedá jeho predpoveď dostatočne dobre výsledkom experimentu?
 - **Ak sa zhodujú,** predbežne akceptujte model.
 - **Ak sa nezhodujú,** skontrolujte predpoklady.
 - **Pokiaľ sú oprávnené,** zamietnite model. Rôzne navrhované modely môžu vyžadovať rôzne predpoklady, prípadne je nutné vytvoriť nový model. Opakujte proces s novým modelom.
 - **Pokiaľ nie sú oprávnené,** zmeňte predpoklady a vytvorte nový predpoveď na základe modelu. Opakujte proces s novou predpoveďou.
- **Aplikačný experiment.** Aplikačné experimenty slúžia na vyriešenie konkrétneho problému. V TMF je zvyčajne takýmto typom problém „*Invent yourself*“. Cieľom aplikačného experimentu je použitie známej fyziky na vyriešenie praktického problému, či už ide o meranie hodnoty konštanty, alebo parametra ako napríklad gravitačná konštanta, tepelná kapacita, moment zotrvačnosti atď. Cieľom takéhoto experimentu môže byť aj vynájdenie

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



zariadenia, ktoré slúži špecifickému účelu, ako napríklad seizmometer, teplomer či generátor náhodných čísel. Obvyklé sú nasledujúce kroky:

- **Identifikujte vedomosti z fyziky** potrebné na vyriešenie problému.
- **Navrhnite zariadenie/postup** a vyriešte úlohu.
- **Vyhodnoťte výkonnosť** Vášho zariadenia/postupu. Nájdite nezávislú metódu na otestovanie výkonnosti Vášho zariadenia/postupu. To zahŕňa porovnanie výsledku zariadenia/postupu s výsledkom nezávislého experimentu. Pokiaľ neviete primerane urobiť nezávislý experiment, použite hodnotu uvedenú v literatúre.

Príloha 3: Typy modelov

Model. Model v širšom význame slova znamená niečo, pomocou čoho sa dá predpokladať určitý výsledok na základe vstupných parametrov. Existujú rôzne typy a úrovne modelov:

- **Fenomenologický model.** Tento typ modelu popisuje závislosť medzi dvoma veličinami, bez pokusu o vysvetlenie.
 - Najnižšia úroveň len určuje, či ide stúpajúcu alebo klesajúcu funkciu.
 - Fenomenologický model zvyčajne zahŕňa matematický tvar funkcie (exponenciálnu, polynomicnú, sínusoidnú...). Tento tvar sa odhaduje z údajov (fitovanie) a nie je založený na žiadnom fyzikálnom vzťahu alebo odôvodnení.
- **Mechanistický model.** Tento typ modelu zahŕňa vzťah „príčina-následok“ medzi veličinami. Hlavné typy relevantné pre TMF sú:
 - **Kvalitatívny model.** Študenti rozumejú základnej dynamike na úrovni popisovania. Sú schopní vysvetliť, ako parameter ovplyvňuje systém a ako to ovplyvňuje meranú veličinu. Nie sú ale schopní vytvoriť matematický model, ktorý spája parameter s meranou veličinou. Tento model je schopný predpovedať správanie pozorovanej veličiny z hľadiska „zvýšenia“ alebo „zníženia“ a podobne. V prípade veľmi zložitých problémov by toto mohlo byť maximum, ktoré sa dá od študentov racionálne očakávať.
 - **Numerický kvantitatívny model.** Študenti rozumejú dynamike a dokážu ju opísať v matematickom chápaní, ale analytické odôvodnenie konečného výsledku je pre nich príliš zložitá alebo objektívne nemožná (nelineárne diferenciálne rovnice, neintegrovateľné funkcie...). V takýchto prípadoch je možné modelovať časový vývoj systému numericky z dynamických rovníc. Výsledok modelu môže byť použitý ako predpoveď, zvyčajne vo forme grafu alebo simulácie.
 - **Pochopenie existujúceho kvantitatívneho modelu.** Pre niektoré problémy je model už odvodený v literatúre, ale je príliš zložitý na to, aby študenti dokázali zopakovať odvodenie. V takýchto prípadoch stačí, pokiaľ sú študenti schopní vysvetliť konečný výsledok. To znamená: identifikovať dynamickú rovnicu, predpoklady, a porozumieť dôvodom pre jednotlivé kroky pri odvodzovaní. Študenti mali byť tiež schopní vysvetliť úlohu parametrov v konečnom výsledku a zdôvodniť to pomocou počiatočných vzťahov.

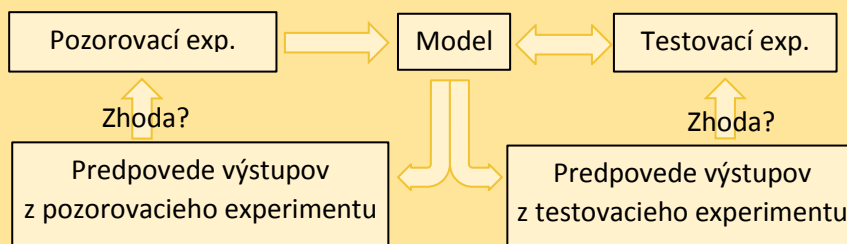
Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



- **Analytický kvantitatívny model.** Študenti navrhnu pohybové rovnice a odvodí konečný vzťah. Tento model sa zvyčajne uvádza ako analytická rovnica (funkcia), týkajúca sa skúmaného parametra a meranej veličiny.
- **Predpoklady.** Samotný model pozostáva z fyzikálnych zákonov, mechanizmov ako Newtonove zákony, Lenzov zákon, atď., a predpokladov, akými sú vplyv odporu vzduchu, adiabatická zmena, konštantný tlak, atď. Niekedy je model platný iba vtedy, ak sú platné aj predpoklady (napríklad rovnica pre magnetické pole dlhého solenoidu – má vo svojom názve slovo „dlhý“, aby nám to pripomenulo). Ak model zlyhá, môže to byť skôr z dôvodu neplatnosti predpokladov, než nesprávneho použitia fyzikálnych zákonov. Typickým príkladom je balistika, kde odpor vzduchu nie je zanedbateľný.

Príloha 4: Niečo viac o testovacích experimentoch

Pozorovanie, model, test. Pozorovacie experimenty slúžia na vytvorenie modelu (vysvetlenie, rovnice). Testovacie experimenty slúžia na testovanie modelu. Vo výskume sú tieto tri časti (pozorovanie, model, test) vzájomne prepojené, ako je opísané v prílohe 2:



Nižšie sú uvedené príklady dvoch podtypov testovacích experimentov a krátka diskusia o tom, kedy je ktorý podtyp vhodný.

Príklady použitia testovacích experimentov. Na základe našich skúseností je najmenej akceptovaný testovací experiment. Z toho dôvodu uvádzame niekoľko príkladov, jeden pre každú aplikáciu testovacieho experimentu.

| | |
|---------------------------------------|--|
| Príklad: Padajúci magnet | |
| Pozorovanie: | Vnútri kovovej trubice klesá magnet pomalšie ako voľným pádom. |
| Vysvetlenie (kvalitatívne): | Magnet indukuje kruhové prúdy nad a pod sebou, ktoré vyvíjajú silu proti pohybu magnetu prostredníctvom Lenzovho zákona. |
| Testovací experiment (podtyp „nový“): | Vyrežte štrbinu v trubici, aby ste zabránili vzniku kruhových prúdov. |
| Predpovede na základe vysvetlenia: | Prúdy už nemôžu prúdiť, magnet klesne rýchlejšie, alebo nebude vôbec oneskorený. |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | |
|---------------|--|
| Výsledok: | Magnet padá rýchlejšie. |
| Vyhodnotenie: | Výsledok sa zhoduje s predpoveďou. Nejaké prúdy ešte stále prúdia a ovplyvňujú výsledok, ale tento vplyv je znížený. |

| | |
|--|--|
| Príklad: Pružinový oscilátor | |
| Pozorovanie: | Periódka kmitov sa s hmotnosťou závažia predlžuje. |
| Vysvetlenie (kvantitatívne): | Rovnaké pružiny vytvárajú rovnakú silu, takže väčšia hmotnosť znamená menšie zrýchlenie. Čas pohybu je úmerný zrýchleniu. To znamená, že s rastúcou hmotnosťou sa predlžuje aj periódka $t_0 = 2\pi\sqrt{m/k}.$ |
| Testovací experiment (podtyp „opakovaný“): | Zmerajte funkčnú závislosť medzi hmotnosťou a periódou. (Toto je opäť, technicky vzaté, pozorovací experiment, ale to, že ide systematicky do detailov a zahŕňa aj model na porovnanie s výsledkom, robí z neho experiment testovací). |
| Predpovede na základe vysvetlenia: | Závislosť by mala byť druhá odmocnina. Linearizovane: $t_0^2 \propto m$. |
| Výsledok: | Závislosť je druhá odmocnina. Linearizovane: $t_0^2 \propto m$. Poznámka: predpokladá sa, že parametre zostanú samozrejme v Hookovom režime. Ich rozšírenie mimo tento režim by mohlo byť pokročilou úlohou pre pokročilých študentov. |
| Vyhodnotenie: | Výsledok sa zhoduje s predpoveďou. Hodnoty získaného koeficientu môžu byť porovnávané s koeficientom pružnosti k. |

Kedy sa vyžaduje nový testovací experiment?

V TMF je systematické premeranie pozorovacieho experimentu vhodným testovacím experimentom keď:

- Výsledky pozorovacieho experimentu sú komplexné. Zvyčajne je to vtedy, keď závislosť nemožno vysvetliť jednoduchou matematickou funkciou.
- Model poskytuje zložitú rovnicu, pre ktorú nie je triviálna vizualizácia. Zvyčajne je to vtedy, keď je matematický výraz zložený z mnohých jednoduchých výrazov.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



V oboch prípadoch nie je priradenie modelovej predpovede k experimentálnym výsledkom iba záležitosťou nájdenia správnych koeficientov, ide skôr nájdenia správnej rovnice/výrazu. Výsledky rovnice (predpovede modelu) preto nie sú zrejmé, a aby sa overilo, či model skutočne vysvetľuje daný fenomén k spokojnosti, je potrebné ich otestovať.

Nový testovací experiment, odlišný od pozorovacieho experimentu, sa všeobecne vyžaduje keď:

- Počiatočné vysvetlenie je jednoduché a očividne sa zhoduje s pozorovacím experimentom.
- Kvantitatívna predpoveď výsledku pozorovacieho experimentu nemôže byť založená na modeli (rovnice sú príliš zložité, fenomén je zo svojej podstaty kvalitatívny, atď...). Jedným takýmto príkladom môže byť padajúci magnet, kde je možné kvantifikovať v pôvodnom pozorovacom experimente iba čas pádu. Model na predpovedanie doby pádu je síce s dostatočnými znalosťami možné zostaviť, ale môže to byť nad rámec vedomostí niektorých tímov. Pre tieto tímy je preto lepšie urobiť nový experiment, ako napríklad pád cez rad izolovaných slučiek, a urobiť kvalitatívnu predpoveď smeru prúdov nad a pod magnetom. Môžu taktiež navrhnúť nový experiment, napríklad pád cez trubicu so štrbinou, a predpovedať, že doba klesania by sa mala skracovať.

Príloha 5: Jednoduchý príklad v triede – pružinový oscilátor

Proces TMF napodobňuje proces vedeckého výskumu. V tejto kapitole popisujeme jednoduchý príklad, ktorý je možné použiť s celou triedou, a ktorý ilustruje celý postup a jeho kroky.

Rozhodnite o probléme

Častokrát je navrhovaný učiteľom.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Zadanie problému: | <i>Pružinový oscilátor je vyrobený z jednej alebo viacerých pružín pripevnených k podpere a závažia pripevneného k pružine (pružinám). Preskúmajte, ako závisia kmity a ich perióda od relevantných parametrov.</i> |
| 2 | Demonštrácia experimentu, ak je to nutné: | Môžete študentom ukázať kresbu, video, alebo skutočný experiment javu. |

Čo už vieme: počiatočný model

| | | |
|---|------------------|---|
| 3 | Predbežný model: | Študenti majú automaticky predstavu o tom, čo sa deje. |
| | | Treba ich podporiť v tom, aby svoju predstavu explicitne sformulovali. |
| | | Prvotná predstava je zdrojom nápadov, čo by stálo za to vyšetrovať. Možný predbežný model: |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|---|-----------------------|---|
| | | <i>Pružina vyvíja na závažie vratnú silu, keď sa závažie vychýli z rovnovážnej polohy.</i> |
| 4 | Relevantné parametre: | Z experimentálnej aparatury: <i>hmotnosť závažia, tuhosť pružiny, trenie, počiatočná výchylka.</i> Z teórie: pružiny vyvíjajú silu na závažie. Závažie sa hýbe v istom rozsahu. Môže teda dochádzať k treniu. Newtonove pohybové zákony, Hookov zákon. Z toho vychádza: <i>koeficient pružiny, hmotnosť závažia, trenie a počiatočná výchylka.</i> |

Vyberte si, čo chcete skúmať ďalej

Každá skupina sa rozhodne, akú závislosť bude merať. To jej dá výskumné otázky (VO).

| | | |
|---|-----------------------|---|
| 5 | Základné VO: | Ako závisí perióda od tuhosti pružiny? |
| | | Ako závisí perióda od hmotnosti závažia? |
| | | Ako závisí perióda od počiatočnej výchylky? |
| 6 | Stredne pokročilé VO: | Ako závisí perióda od sklonu? |
| | | Ako závisí perióda od trenia (za podkritického tlmenia)? |
| 7 | Pokročilé VO: | Ako závisí perióda od trenia (kritické a nadkritické tlmenie)? |
| | | Ako sa mení perióda pri veľkých amplitúdach kmitov? |
| | | Je pohyb dokonale harmonický (sínusový)? Aká je neharmonickosť pohybu? |
| | | Ako sa zmení pohyb, keď je hmotnosť pripojeného závažia menšia, respektíve porovnateľná s hmotnosťou pružiny? |
| | | Ako sa zmení pohyb, keď deformácia pružiny nebude naďalej elastická? |
| | | Čo ak sú kmity kolmé na pružinu alebo torzné? |
| | | Za akých okolností sú režimy kmitov a kyvadla najviac zviazané? |

Niektoré z vyššie uvedených javov môže učiteľ prezentovať, aby o nich študenti vedeli, a mohli si ich vybrať k skúmaniu. Táto prípravná fáza môže trvať 20 minút.

Zostavte aparatúru a vykonajte pozorovacie experimenty

V nasledujúcich 20-tich minútach študenti zostroja prístroj a vykonajú úvodné merania.

| | | |
|---|--------------------|--|
| 8 | Zostavte prístroj: | Zostavte prístroj. |
| | | Zvoľte si meracie zariadenia (stopky, pravítka, váhy). |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|---|--|--|
| 9 | Úvodné (pozorovacie) experimenty: | Vykonajte niekoľko meraní: |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Získajte predstavu o rozsahu premenných. • Získajte predstavu o všeobecnej závislosti. |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Identifikujte možné experimentálne problémy (stojany sa hýbu na vyšších amplitúdach alebo hmotnostiach, limity pružnosti pružín...). |
| <p>Tieto úvodné experimenty slúžia dvom účelom: dávajú podnet k systematickejšim experimentom a poskytujú východiskový bod pre zostavenie modelu alebo vysvetlenia.</p> <p>Systematické pozorovacie/testovacie experimenty</p> <p>Pozorovacie experimenty slúžia na zostavenie modelu (vysvetlenie, rovnice). Testovacie experimenty slúžia na otestovanie modelu. Vo výskume sa tieto tri časti (pozorovanie, model, test) navzájom prelínajú:</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD PE[Pozorovací exp.] <--> M[Model] M <--> TE[Testovací exp.] PE --> P1[Predpovede výstupov z pozorovacieho experimentu] TE --> P2[Predpovede výstupov z testovacieho experimentu] P1 --> PE P2 --> TE P1 <--> P2 </pre> </div> <p>Študenti by mali mať na pamäti, že hlavným cieľom je porovnať „experiment s teóriou“, presnejšie formulované „experimentálne výsledky s predpoveďami modelu“. To znamená, že by mali mať predstavu aspoň o čiastočnom prvotnom modeli, aby vedeli, s čím sa budú merania porovnávať. Toto je dôvod, prečo vie byť explicitná formulácia prvotného modelu výhodná. Účelom systematických meraní je model vylepšiť a získať údaje pre prípadné porovnanie s novým modelom.</p> | | |
| 10 | Systematické (testovacie) experimenty: | Účelom systematických experimentov je zistiť, či sa predpovede modelu zhodujú s experimentálnymi výsledkami. Nezávisle od toho, či sa model zhotovuje vopred, alebo potom. |
| 11 | Zber údajov: | Vyberte dostatok hodnôt nezávislej premennej. Prinajmenšom tri. Pre hmotnosť, koeficient pružiny a amplitúdu by malo stačiť 5 hodnôt. |
| | | Rozložte ich tak, aby pokryli celý relevantný rozsah: väčšina dostupných rozsahov, alebo rozsahov, kde je zmena závislej premennej (v našom prípade perióda) mysliteľná. |
| | | Každý bod zmerajte viackrát, aby ste získali štatistiku a odhad chýb. Urobte minimálne tri merania (ideálne však aspoň 6) pre každý bod. |
| 12 | Odhadnite | Z opakovaných meraní vypočítajte priemer a štandardnú odchýlku pre každý bod. To Vám poskytne chybové úsečky. |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|---|---------------------------|--|
| | neistoty: | Druhým zdrojom neistôt sú samotné meracie zariadenia. Stupnice, meracie pásky, optické brány, teplomery a iné zariadenia majú limitované rozlíšenie a vlastnú chybu. To je dôležité zohľadniť najmä vtedy, keď sa merania nedajú opakovať. |
| 13 | Prezentujte dáta: | Vždy, keď je to možné, nakreslite graf. Označte osi a jednotky. Nakreslite chybové úsečky. |
| Stavba modelu | | |
| Model je ultimátnym cieľom vedy. Vysvetlenie javov. Existujú tri úrovne modelu, ktoré môžu študenti urobiť. | | |
| 14 | Fenomenologický model: | Tento model je určený na popis údajov. Príklady: $t_0 = C\sqrt{m}$, $t_0 = C\sqrt{1/k}$. Perióda t_0 je nezávislá od amplitúdy. Študentov je možné naučiť, aby k týmto modelom dospeli zakreslením údajov v rôznych grafoch y vs. x , y^2 vs. x , y vs. x^2 , $\ln(y)$ vs. x , y vs. $\ln(x)$, y vs. $1/x$, atď. Ide iba o matematický popis pozorovaných údajov (je to vzťah kvadratický, exponenciálny, lineárny...) bez príčinného vysvetlenia, prečo je to tak. Toto je najnižšia dosiahnuteľná úroveň. Pri jednoduchej úlohe sa to očakáva len od tých, ktorí dosahujú najslabšie výsledky. Dovoľuje to však dokonca aj im vyrobiť model a uspieť v úlohe. Väčšina študentov by mala vedieť uviesť príčinné vysvetlenie. V prípade veľmi zložitých problémov by takéto vysvetlenie mohlo byť prijateľné aj pre TMF súťaže, nebýva však príliš vysoko hodnotené. |
| 15 | Kvalitatívne vysvetlenie: | Navrhňte kvalitatívne vysvetlenie. Slovné vyjadrite, čo sa stalo. <ul style="list-style-type: none">Nájdite kvalitatívne vzťahy: čím väčšia je sila, tým je väčšie zrýchlenie; čím je väčšie zrýchlenie, tým menší čas je potrebný na danú vzdialenosť; čím väčšia je hmotnosť, tým menšie je zrýchlenie... |
| 16 | Kvantitatívny model: | Navrhňte kvantitatívny model. <ul style="list-style-type: none">Nájdite kvantitatívne vzťahy medzi veličinami ($F = kx$, $a = F/m$, $x = at^2/2$) – predpoklad konštantnej sily.Pokúste sa dať do súvislosti závislú premennú (čas) s nezávislou premennou (hmotnosť, koeficient pružiny...). Na |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|---|-------------|---|
| | | stredných školách neočakávame od študentov riešenie diferenciálnej rovnice, ale mali by byť schopní dostať sa k vzťahu $t_0^2 \propto k/m$. |
| Porovnanie | | |
| Najdôležitejšou súčasťou vedeckého prístupu je porovnanie predpovede modelu s výsledkami experimentu. Toto je tiež najdôležitejšou súčasťou výskumnej časti TMF aktivity. | | |
| 17 | Predpoved': | <p>Kvalitatívna: Perióda by sa mala predlžovať s hmotnosťou pri rovnakej tuhosti pružiny a skracovať s koeficientom pružnosti pružiny pri rovnakej hmotnosti. Podobné predpovede môžu platiť aj pre iné parametre.</p> <p>Kvantitatívna: Kvantitatívny model (predpoklad konštantnej sily) dáva $t_0 = \sqrt{2}\sqrt{m/k}$. Ale pre porovnanie postačuje $t_0 = C\sqrt{m/k}$ kde C je neznámy koeficient. Niektorí študenti môžu byť schopní odvodiť správnu rovnicu</p> $t_0 = 2\pi\sqrt{m/k}.$ |
| 18 | Porovnanie: | <p>Nakreslite graf predpovede do grafu nameraných údajov.</p> <p>Linearizujte: vytvorte priamkový graf s t_0^2 na zvislej osi namiesto t_0.</p> <p>Je to najlepší spôsob kontroly tvaru grafu bez toho, aby ste venovali pozornosť iným koeficientom a pre porovnanie je postačujúci.</p> <p>Ako korešponduje predpovedaná priamka s nameranými údajmi? Nachádza sa v rámci chybových úsečiek alebo nie? V našich jednoduchých prípadoch by závislosť druhej odmocniny mala postačovať. Správny model experimentu je $t_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$. Neočakáva sa však, že všetci študenti ho dokážu odvodiť. Akceptovateľným modelom pre aktivitu v triede je $t_0 = \sqrt{2}\sqrt{m/k}$, odvodený za predpokladu konštantnej sily.</p> <p>Vysvetlite všetky nezrovnalosti. Niektorí študenti nemusia byť schopní vysvetliť faktor 2π namiesto $\sqrt{2}$. Môžu však vziať do úvahy skutočnosť, že predpoklad konštantnej sily nie je opodstatnený. Sila, a tým pádom zrýchlenie sa znižuje v blízkosti rovnovážnej polohy. To by malo predĺžiť čas potrebný na presun. Faktor 2π je väčší než $\sqrt{2}$, a to je na danej úrovni postačujúce vysvetlenie. Niektorí študenti môžu byť schopní odvodiť správnu rovnicu, napriek tomu však môžu existovať odchýlky od modelu, ktoré budú vyžadovať vysvetlenie.</p> |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Prezentácia o zisteniach a oponentúra

Ďalšou a pravdepodobne najdôležitejšou fázou celej TMF aktivity je prezentácia a vzájomné ohodnotenie. V rámci oponentúry skupina spolužiakov otestuje presvedčivosť prezentácie.

| | | |
|----|-----------------------|--|
| 19 | Prezentácia | Študenti uvedú svoje výskumné otázky a ciele. |
| | | Študenti prezentujú svoje experimentálne aparátúry a proces zberu dát. |
| | | Prezentujú vlastné výsledky, najlepšie v grafickej podobe. Závislosť periódy od hmotnosti závažia sa dá jednoducho prezentovať graficky. Súčasťou grafu by mali byť chybové úsečky. |
| | | Študenti predstavia svoje vysvetlenie javu: čím väčšia hmotnosť, tým menšie zrýchlenie; čím menšie zrýchlenie, tým väčšia perióda. Ak študenti dokážu nájsť kvantitatívny model, o to lepšie: $t_0 \propto \sqrt{m/k}$. |
| | | Študenti prezentujú porovnanie svojho modelu s meraniami. |
| | | Študenti predkladajú jednoznačnú odpoveď na svoju výskumnú otázku. |
| 20 | Oponentúra a diskusia | Druhá skupina študentov kontroluje, ako presvedčivé sú závery štúdie referujúcej skupiny. |
| | | Spolužiaci kontrolujú každú časť prezentácie, ktorá podľa nich potrebuje vysvetlenie, alebo majú pocit, že je nesprávna (zvyčajne model). Ak sa údaje ukážu ako neočakávané, je potrebné skontrolovať aparátúru. |
| | | Spolužiaci kladú otázky, aby overili, či majú referujúci vedomosti o základnej a relevantnej fyzike. |

Týmto sa proces TMF končí. Môže byť pridaná aj vyhodnocovacia fáza, pokiaľ niekto (najlepšie iné tímy) vyhodnocuje prezentáciu a diskusiu. Viac o tom je povedané v kapitole [3.2.6](#).

Príloha 6: Príklad IYPT – padajúce magnety

V tejto prílohe je predstavený príklad problému, ktorý sa rieši na rôznych úrovniach IYPT.

Problém

| | | |
|---|-------------------|--|
| 1 | Zadanie problému: | <i>Keď silný magnet padá neferomagnetickou kovovou rúrou, bude na neho pôsobiť brzdná sila. Preskúmajte daný jav. (2014, problém číslo 16)</i> |
|---|-------------------|--|

Tento problém je v súlade so všetkými návrhmi pre výber problému: magnety aj kovové rúry sa dajú pomerne ľahko získať. Takisto sú dostupné programy pre počítače, ktoré pomocou zvukovej karty nahradia osciloskop, pokiaľ sú napätia dostatočne nízke.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Počiatkové upozornenie

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| 2 | Vykonajte experimenty podľa popisu: | Je ľahké nechať magnet spadnúť kovovou rúrou. Takmer vo všetkých prípadoch, pokiaľ sú priemery magnetu a rúry podobné, bude účinok veľmi zreteľný. |
|---|-------------------------------------|--|

Čo už vieme: počiatkový model

| | | |
|---|-----------------------|--|
| 3 | Predbežný model: | Študenti majú automaticky predstavu o tom, čo sa deje. |
| | | Mali by sme ich podporiť, aby svoju predstavu jasne sformulovali. |
| | | Prvotná predstava je zdrojom nápadov, čo by stálo za to vyšetovať. Formulujeme možné výskumné otázky. |
| | | Keď magnet klesá, magnetické pole na každej pozícii v rúre sa mení. To vedie k vírivým prúdom, ktoré podľa Lenzovho zákona pôsobia proti zmene magnetického poľa. Pole týchto prúdov určitým spôsobom vedie k spomaleniu pádu magnetu. |
| 4 | Relevantné parametre: | Pád: hmotnosť magnetov. |
| | | Elektrické prúdy: špecifický odpor rúry, materiál, hrúbka rúry, priemer rúry. |
| | | Interakcia medzi magnetickým poľom a rúrou: sila magnetického poľa (počet magnetov), vzdialenosť medzi magnetom a rúrou. |

Vyberte si, čo chcete skúmať ďalej

Každý tím sa rozhodne pre rozličné ciele skúmania. Očakáva sa však, že sa bude skúmať závislosť od identifikovaných parametrov. Čím viac parametrov sa skúma, tým lepšie. Vo všeobecnosti je lepšie preskúmať jeden parameter do hĺbky a niekoľko ďalších povrchno, než mnoho povrchno a žiadny do hĺbky.

| | | |
|---|-----------------------|--|
| 5 | Základné VO: | Ako závisí doba klesania od priemeru rúry? |
| | | Ako závisí doba klesania od materiálu rúry? |
| | | Ako závisí doba klesania od hmotnosti magnetu (s rovnakým magnetickým poľom)? |
| 6 | Stredne pokročilé VO: | Ako závisí doba klesania od počtu magnetov? (Počet magnetov mení hmotnosť, geometriu aj silu magnetického poľa.) |
| | | Môžeme poskytnúť dôkaz, že v rúre sú prúdy? |
| | | Aký je "tvar" prúdov v rúre? |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|---|---|---|
| 7 | Pokročilé VO: | Aký ďalší pohyb vykonáva magnet okrem pádu? |
| | | Ako ovplyvňuje tvar magnetu jeho pohyb pri páde? (Je veľmi ťažké zmeniť geometriu magnetu pri zachovaní konštantnej sily magnetického poľa.) |
| <p>Zostavte prístroj a vykonajte pozorovacie experimenty</p> <p>V závislosti od položených výskumných otázok, vyrábajú študenti svoju aparatúru a merajú. Tento proces sa často robí súbežne s vytváraním modelu. Študenti si však často neuvedomujú tieto zásadné kroky: zostavenie modelu, urobenie experimentov, porovnanie s modelom, vylepšenie modelu, urobenie experimentov, porovnanie s modelom... Zvyčajne je pre prezentáciu vypracovaný iba finálny model spolu s finálnym porovnaním.</p> | | |
| 8 | Zostavte aparatúru: | Zostavte aparatúru. |
| | | Zvoľte si meracie zariadenia (stopky, pravítka, váhy, osciloskopy, optické brány...). |
| 9 | Predbežné (pozorovacie) experimenty: | Vykonajte niekoľko meraní. |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Získajte predstavu o rozsahu premenných. • Získate predstavu o všeobecnej závislosti. |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Identifikujte možné experimentálne problémy (stojany sa hýbu, ťažkosti s meraním, fotobrány sa nespúšťajú...) |
| <p>Nasledujúci text sa v tomto prípade týka hlavne základných a stredne pokročilých výskumných otázok.</p> | | |
| 10 | Systematické (pozorovacie) experimenty: | Účelom systematických testovacích experimentov je zistiť, či sa predpovede modelu zhodujú s výsledkami experimentu. V tomto prípade však pravdepodobne nebude nijaký kvantitatívny model na porovnanie výsledkov. Tieto systematické experimenty nie sú preto testovacie, ale pozorovacie . |
| | | Účelom systematických pozorovacích experimentov je zostavenie modelu. V tomto prípade, účelom, založeným na základných a stredne pokročilých výskumných otázkach , bude vytvoriť fenomenologický model (viď. Príloha 3) – kvantitatívny opis javu, zatiaľ čo vysvetlenie zostane pravdepodobne kvalitatívne. |
| 11 | Zber údajov: | Vyberte dostatok hodnôt nezávislej premennej. Minimálne tri (priemer rúry, materiál rúry, hrúbka rúry...). |
| | | Pokiaľ je to možné, hodnoty rozložte tak, aby pokryli celý relevantný rozsah. |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|----|---------------------|--|
| | | Každý bod zmerajte viackrát, aby ste získali štatistiku a odhad chýb. Urobte minimálne tri merania (ideálne však aspoň 6) pre každý bod. |
| 12 | Prezentácia údajov: | Vždy keď je to možné, nakreslite graf. |
| | | Označte osi a jednotky. |
| | | Nakreslite chybové úsečky (odvodené z opakovaných meraní). |

Nasledujúci text sa týka hlavne pokročilých výskumných otázok.

| | | |
|----|------------------------------|---|
| 13 | Nové testovacie experimenty: | V tomto prípade musia byť testovacie experimenty na otestovanie kvalitatívneho modelu tiež kvalitatívne. Model identifikuje jednu zásadnú príčinu spomaľovania magnetu: prúdy v rúre. Testovacie experimenty musia teda riešiť, či v rúre skutočne existujú prúdy. |
| | | Experiment 1: Vyrežte jednu alebo viac štrbín po celej dĺžke rúry. To by malo zabrániť vírivým prúdom, alebo aspoň drasticky zmeniť ich geometriu. |
| | | Experiment 2: Vymeňte rúru za cievku. V tomto prípade by sa prúdy pohybujúce sa v opačnom smere nad a pod magnetom mali zrušiť, okrem začiatku a konca. To by malo takmer úplne zrušiť spomaľovanie. Na zosilnenie efektu na okrajoch použite viac cievok. To by malo zvýšiť spomaľovanie. |
| | | Experiment 3: Nechajte magnet spadnúť cez vodivé krúžky (krátke cievky). Medzi kontaktmi krúžkov by mal byť zaregistrovaný napäťový impulz pred prechodom a po prechode magnetu. Použite viac takých krúžkov ako náhradu za rúru, aby ste zistili pozícnú a časovú závislosť vírivých prúdov. |
| | | Experiment 4: Použite krúžky rôznych tvarov a rôznych geometrií na modelovanie očakávaných tvarov vírivých prúdov v predchádzajúcich experimentoch. Porovnajte výsledky: zhodujú sa účinky rôzne tvarovaných krúžkov s účinkami rúry, ktorú by mali krúžky modelovať? |
| 14 | Zber údajov: | Vyberte dostatok hodnôt nezávislej premennej. Minimálne tri (priemer rúry, materiál rúry, hrúbka rúry...). |
| | | Pokiaľ je to možné, hodnoty rozložte tak, aby pokryli celý relevantný rozsah. |
| | | Každý bod zmerajte viackrát, aby ste získali štatistiku a odhad chýb. Urobte minimálne tri merania (ideálne aspoň 6) pre každý bod. |
| 15 | Prezentácia údajov: | Vždy, keď je to možné, nakreslite graf. |
| | | Označte osi a jednotky. |
| | | Nakreslite chybové úsečky (odvodené z opakovaných meraní). |

Stavba modelu

Model je konečným cieľom, ale v závislosti od problému sú očakávané rôzne úrovne modelu. V prípade padajúceho magnetu sa očakáva fenomenologický a kvalitatívny model. Hoci

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



kvantitatívny model bol nad rámec očakávaní od študentov, napriek tomu je možné k nemu dospieť.

| | | |
|----|---------------------------|--|
| 16 | Fenomenologický model: | <p>Tento model je určený na popis údajov.</p> <p>Príklady: Nájdenie funkcie, ktorá s primeranou presnosťou popisuje závislosť doby padania od materiálu rúry, priemeru rúry, alebo hrúbky rúry. Jedná sa len o matematický popis bez príčinných súvislostí, alebo fyzikálneho zdôvodnenia.</p> |
| 17 | Kvalitatívne vysvetlenie: | <p>Navrhňte kvalitatívne vysvetlenie. Slovné vyjadrite, čo sa stalo.</p> <p>Príklad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kvôli pohybu magnetu sa magnetické pole vnútri rúry neustále mení. To indukuje napätie, ktoré spôsobuje elektrické vírivé prúdy. • Podľa Lenzovho zákona, magnetické pole týchto prúdov bude pôsobiť proti zmene. Pred magnetom magnetické pole rastie. Vírivé prúdy budú preto vytvárať magnetické pole, ktoré bude v smere proti magnetickému poľu magnetu. Za magnetom magnetické pole slabne. Vírivé prúdy budú preto vytvárať magnetické pole, ktoré bude v rovnakom smere ako magnetické pole magnetu. • Pole pod magnetom tlačí magnet smerom hore, a pole za magnetom ťahá magnet smerom hore. Ide o brzdnú silu. |
| 18 | Kvantitatívny model: | <p>Pridajte ku kvalitatívnemu modelu kvantitatívne rovnice.</p> <p>Príklad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnetický moment sa dá odhadnúť z magnetického poľa keď $m = C_1 B V$, kde V je objem magnetu a C_1 je konštanta. • Indukované napätie v slučke môže byť aproximované ako $U = C_2 dB/dt$. • Prúd spôsobený napätím môže byť aproximovaný ako $dI = C_3 emf w dz/(\zeta r)$, kde r je polomer rúry, w je hrúbka rúry, a ζ je špecifický odpor materiálu rúry. • Magnetický moment prúdovej slučky sa dá odhadnúť na základe vzorca $m = C_4 I r^2$. • Sila medzi dvoma magnetickými momentmi môže byť aproximovaná ako $F = C_5 m_1 m_2/z^4$ kde z je vzdialenosť medzi magnetickými momentmi. Kombináciou týchto vzorcov dostaneme $F = C_6 V B dz/dt w r/\zeta \int_0^l \text{grad}(B(z'))/z'^4 dz' \quad (1)$ |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|---|------------------|---|
| | | <p>kde dz/dt je vertikálna rýchlosť magnetu, ktorá môže byť považovaná za konštantnú pri dosiahnutí rovnovážneho stavu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Z tejto rovnice môžeme získať odhad konečnej rýchlosti: $v_{z0} = C_7 m g \zeta / (V B w r \int_0^l \text{grad}(B(z')) / z'^4 dz')$. • Pri vhodných aproximáciách sa možno môže dať tento integrál vypočítať. <p>Uvažovali sme iba nad dobou pádu. Kvôli nestabilnej rovnováhe vytvorenej prúdmi pod magnetom sa objavuje precesia magnetu. Toto je pokročilý jav, ktorý možno študovať podobným spôsobom ako samotné padanie. V tomto príklade to však neuvažujeme.</p> |
| 19 | Numerický model: | <p>Pokiaľ kvantitatívny model nemožno vyriešiť analyticky, je možné namiesto neho použiť numerickú simuláciu. Narezaním rúry na rôzne časti možno získať predpoveď pre prúd v každej časti a pre silu v dôsledku prúdu. Následne môže numerická simulácia dať výsledok buď pre konečnú rýchlosť, alebo pre čas klesania.</p> |
| <p>Porovnanie</p> <p>Najdôležitejšou súčasťou vedeckého prístupu je porovnanie predpovede modelu s výsledkami experimentu. Je to taktiež najdôležitejšia časť výskumnej časti prípravy na TMF.</p> | | |
| 20 | Predpovede: | <p>Kvalitatívne: *Ak urobíme štrbinu v rúre, doba pádu sa zníži. * Ak nahradíme rúru cievkou, doba pádu bude rovnaká ako pre voľný pád. * Čím silnejší bude magnet (s rovnakou hmotnosťou), tým dlhšia bude doba pádu. * Čím väčšia bude vodivosť rúry, tým dlhšia bude doba pádu. * Čím hrubšia bude rúra, tým dlhšia bude doba pádu. * Čím bude hmotnosť magnetu väčšia (pri rovnakom magnetickom poli), tým kratšia bude doba pádu.</p> <p>Kvantitatívne: Kvantitatívny model poskytuje vyššie uvedenú rovnicu (1). Hodnoty veličín môžeme predpovedať použitím tejto rovnice: * čas klesania, * konečná rýchlosť, * graf rýchlosti a polohy, * závislosť všetkých týchto parametrov od všetkých parametrov v rovnici. Predpoveď by mala predpovedať tie hodnoty, ktoré sme merali experimentálne.</p> <p>Najjednoduchšie je zrejme experimentálne zmerať $t_{\text{pádu}}(m)$, $t_{\text{pádu}}(w)$, $t_{\text{pádu}}(r)$ a $t_{\text{pádu}}(B)$.</p> |
| 21 | Porovnanie: | <p>Pre kvalitatívnu predpoveď porovnajte predpoveď s výsledkom. Vzhľadom na to, že porovnanie je iba kvalitatívne, je užitočné mať kvalitatívne predpovede o rôznych vplyvoch.</p> |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|--|-----------------------|---|
| | | Pre kvantitatívne predpovede: |
| | | Nakreslite graf predpovedaných hodnôt a nezávislej premennej. Napríklad graf pre $t_{\text{pádu}}(m)$, $t_{\text{pádu}}(w)$, $t_{\text{pádu}}(r)$ alebo $t_{\text{pádu}}(B)$. |
| | | Linearizujte: urobte grafy lineárnymi tak, že vynesiete na vodorovnú os napríklad $1/w$ alebo $1/r$. To by malo viesť k lineárnemu grafu za predpokladu, že ustálená rýchlosť sa dosiahla veľmi rýchlo a je správne zmeraná. |
| | | Ako dobre korešponduje predpovedaná priamka s nameranými údajmi? Nachádza sa v rámci chybových úsečiek alebo nie? |
| | | Vysvetlite všetky nezrovnalosti. Ak linearizované grafy nie sú lineárne, čo môže byť príčinou? Bol predpoklad, že dosiahnutie ustálenej rýchlosti je rýchle, správny? Aké zmeny očakávame v grafe, pokiaľ predpoklad nie je správny? Sú to tie zmeny, ktoré pozorujeme? Odhadli sme tvar magnetického poľa správne? |
| Prezentácia a oponentúra | | |
| Táto fáza je najdôležitejšia z celého TMF procesu a zodpovedá samotnej súťaži. | | |
| 22 | Prezentácia | Študenti uvedú svoje výskumné otázky a ich ciele. |
| | | Študenti prezentujú svoje experimentálne aparátúry a proces zberu dát. |
| | | Študenti prezentujú vlastné výsledky, ideálne v grafickej podobe. Závislosť doby pádu od hmotnosti môže byť jednoducho prezentovaná graficky. Súčasťou grafu by mali byť aj chybové úsečky. |
| | | Študenti vysvetľujú svoje vysvetlenie javu: meniace sa magnetické pole v dôsledku padajúceho magnetu indukuje vírivé prúdy v rúre, ktoré podľa Lenzovho zákona pôsobia na padajúci magnet s vlastným magnetickým pólom. |
| | | Študenti prezentujú porovnanie svojho modelu s meraniami. |
| | | Študenti predkladajú jednoznačnú odpoveď na ich výskumnú otázku. |
| 23 | Oponentúra a diskusia | Druhá skupina študentov kontroluje, ako presvedčivé sú závery štúdie referujúcej skupiny. |
| | | Spolužiaci kontrolujú všetky časti prezentácie, ktoré podľa nich potrebujú vysvetlenie, alebo majú pocit, že sú nesprávne (zvyčajne model). Ak sa údaje ukážu ako neočakávané, je potrebné skontrolovať aparátúru. |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | |
|--|--|
| | <p>Spolužiaci kladú otázky, aby overili, či majú Referenti vedomosti o základnej a relevantnej fyzike.</p> |
| | <p>Oponent by nemal predstavovať vlastné riešenie problému. Otázky by mali byť založené na tom, čo prezentoval Referent. Zvyčajne vychádzajú zo základnej fyziky použitej v modeli Referenta, z experimentálnej aparatury a z minimalizácie experimentálnych chýb. Oponentom sa však odporúča prezentovať ich vlastné názory na diskutované témy, a tu im vedomosti o danom probléme môžu pomôcť.</p> |
| | <p>Príklady vhodných otázok a názorov: * „Na základe čoho si myslíte, že konečná rýchlosť bude dosiahnutá tak skoro?“ Oponent môže vedieť, že konečná rýchlosť nebola dosiahnutá dostatočne rýchlo, ale nemôže to povedať, pretože to nie je uvedené v údajoch uvedených Referentom. Namiesto toho to môže odhaliť argumentáciu alebo nedostatok prezentujúceho uviesť ako svoj vlastný názor vo forme: „Pri modeli voľného pádu by mal magnet dosiahnuť meranú rýchlosť v (napríklad) polovici dĺžky rúry, takže nie sme presvedčení o tom, že táto rýchlosť sa dosiahne skôr.“ Takto postavená argumentácia vychádza zo základnej fyziky a nie z údajov a modelu Oponenta. * „V porovnaní údajov a teórie je nesúlad. Ako to viete vysvetliť?“ Zámerom je odhaliť vedomosti základnej fyziky Referenta. Oponent môže prezentovať vlastný názor: „Domnievame sa, že sa jedná o dôsledok toho, že konečná rýchlosť nie je dosiahnutá tak skoro, ako to predpokladá model...“ Zmysluplná debata môže nastať, pokiaľ sa Referent a Oponent nezhodnú na možných príčinách. * „Ak nie je konečná rýchlosť dosiahnutá skoro, ako by to zmenilo vašu teoretickú predpoveď?“ Táto otázka je založená na predložení modelu a je hypotetická, takže Oponent môže podať vlastný názor bez toho aby sa odvolával na vlastné údaje: „Domnievame sa, že by sa to zmenilo v počiatkovej časti (takýmto) spôsobom, a potom by sa udržiaval rovnaký sklon krivky.“ * „Ako by ste minimalizovali chyby merania?“ Oponent môže vyjadriť vlastný názor: „Mohli by ste urobiť viac opakovaní. Na meranie času by ste mohli použiť optické brány.“ ... Ponúkanie návrhov na vylepšenie má byť doménou Oponenta.</p> |
| | <p>Príklady nevhodných otázok a názorov: * „Prezentovali ste (taký a taký) model, ale my vieme, že pokiaľ by ste odvodili rovnicu správne...“ Toto predstavuje vlastné údaje a model Oponenta. * „Vaša odpoveď bola, že ak urobíme štrbinu v rúre, neovplyvní to dobu pádu, ale z našich vlastných experimentov vieme, že...“ Toto opäť predstavuje vlastné riešenie Oponenta. Vhodné by naopak bolo, ak by bol názor prezentovaný nasledovne: „Váš model vraví, že vírivé prúdy sú príčinou</p> |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



| | | |
|--|--|---|
| | | brzdnej sily, z tohto dôvodu by sme si predstavovali, že štrbina v rúre by zabránila vírivým prúdom a doba pádu by sa výrazne skrátila. |
|--|--|---|

Týmto je proces TMF ukončený.

Príloha 7: Vedenie experimentálnej práce

Experimentálnu prácu možno riadiť rôznymi spôsobmi. Hodnotiaci hárok sa osvedčil ako dobrý spôsob, ako sprevádzať experimentálnu prácu bez poskytnutia špecifických inštrukcií. Úlohou hodnotiaceho hároku je predniesť opis toho, čo sa od konkrétnej úlohy očakáva, a takisto jej bežné nedostatky. Študenti by ich mali počas práce kontrolovať a hodnotiť sa, či dosiahli všetko, čo sa od nich očakávalo. V prílohe 2 uvádzame dva hodnotiace hárky takéhoto typu. Učitelia by si ich mali vyskúšať, aby zistili, ktoré z nich im a študentom najlepšie vyhovujú. Dobre preskúmanú sadu hodnotiacich hárkov, ktorú navrhli vývojári prístupu ISLE možno taktiež nájsť na (1). Pre triednu aktivitu môže byť však na začiatok preťažujúca. Hodnotiaci hárok (scoresheet) IYPT z roku 2018, obsahuje usmernenie podobné tu predstavenému hodnotiacemu hárku, a je uvedený v prílohe 13. Samozrejme, tí študenti, ktorí hodnotiaci hárok nikdy nepoužívali, budú potrebovať počiatočný tréning. Avšak vzhľadom k skutočnosti, že hárky sú značne všeobecné a môžu byť tak aplikovateľné na všetky laboratórne problémy bez úpravy, úsilie na ich osvojenie si stojí za to. Hodnotiace hárky možno použiť počas vyučovania na strednej škole, a tak študenti vo veku 16. až 17. rokov, kedy zvyčajne začínajú riešiť TMF súťaže, budú s používaním hárkov už dobre oboznámení.

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

Príloha 8: Čo sa očakáva? Nakoľko „nový“ musí byť výskum?

V hodnotiacom hárku IYPT sú taktiež časti hodnotiace „vlastný prínos“. Otázka, nakoľko inovatívne by mali byť výsledky je kladená často, a to najmä v prípadoch, kedy sa zdá, že vedecký článok pokrýva riešenie daného problému v celom rozsahu. Na tomto mieste uvádzame, čo sa v súťažiach TMF očakáva ako „nové“.

- Vedecké články sú zvyčajne príliš formalizované. V takýchto prípadoch sa základné fyzikálne vysvetlenia ukrývajú za vyššími matematickými výpočtami. Vynájdenie kvalitatívneho popisu a zjednodušenie matematiky môže byť považované za originálny výsledok.
- Opakovanie experimentov s vlastným nastavením a overovaním či dolaďovaním výsledkov je taktiež akceptovateľné. Je tiež možné rozšíriť doménu parametrov, v ktorých je prevedené skúmanie a experiment, čo niekedy môže viesť aj k rozšíreniu modelu. Výnimočne sa stane aj situácia, ak opakovanie experimentu ukáže na čiastkovú nesprávnosť už publikovaných zistení.

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



- Pri mnohých úlohách týkajúcich sa dynamiky tekutín je základné pochopenie javu, niekoľko kvantitatívnych experimentov a pokus o fenomenologický popis pozorovania maximom, ktoré možno opodstatnene očakávať.
- Naopak, v úlohách, kde prvotné vysvetlenie je priame a jednoznačné, je potrebné zamerať sa na originalitu výskumu a na hĺbku experimentu/štúdium teórie - mali by sa klásť a skúmať pokročilejšie otázky.

Príloha 9: Ako motivovať študentov?

Aj keď sa učiteľ rozhodne pre aktivitu v triede, na to, aby sa študenti do nej náležite zapojili, je dôležité, aby v danej aktivite videli zmysel a užitočnosť. Hlavnou motiváciou pre väčšinu študentov je kreatívne vyžitie a úspech, ktorý pramení z problému s otvoreným koncom: príležitosť rozhodovať o procese vo vlastnej réžii a prispieť k dielu použitím rôznych schopností (napríklad komunikácia, experimentovanie, vizualizácia, prezentácia). Dôvodom pre vystavenie všetkých študentov projektovým aktivitám spočíva vo vybudovaní početných kompetencií, ktoré presahujú konkrétny predmet. Samotné vysvetlenie tohto faktu môže k motivácii študentov taktiež prispieť.

Ako nájsť budúcich účastníkov súťaží TMF?

Existujú študenti s rôznymi talentmi. Ak poskytneme našim študentom niekoľko rôznych druhov úloh v základnom vyučovaní fyziky (napríklad nelimitovať ich len na číselné alebo prezentačné úlohy), na základe výsledkov práce na hodine budú spôsobilí na následné zaradenie do TMF súťažných tímov.

Vzhľadom k tomu, že študenti sa zvyčajne zúčastňujú priamo súťaží TMF až od vyšších ročníkov strednej školy, odporúča sa ponúknuť aj študentom nižších ročníkov minimálne tri rôzne typy úloh:

- **Tradičné výpočtové úlohy:** slúžia predovšetkým na posúdenie všeobecného vedeckého myslenia a matematických schopností. Je dôležité nesústrediť sa len na dosiahnuté výsledky v triedach, pretože veľa študentov prichádza k iným výsledkom vďaka „časovému tlaku“ v triede, než v uvoľnenejšom prostredí doma.
- **Experimentovanie/merania:** Počas jednoduchších alebo komplexnejších projektov je možné spozorovať študentov s dobrými experimentálnymi zručnosťami. Týmito projektmi môžu byť úlohy zadané počas vyučovacích hodín, alebo môže ísť o experimenty a merania v domácom prostredí. Študenti by mali vypracovávať protokoly o ich meraní a experimentoch. Zaistite, aby projekty obsahovali jednak jednoduchšie úlohy (na zabezpečenie úspechu), ale aj náročnejšie úlohy (na vyselektovanie talentovaných študentov).
- **Prezentácia (a prípadne diskusia):** Nakoľko prezentačné a komunikačné znalosti sú na súťažiach TMF nesmierne dôležité (a samozrejme veľmi užitočné aj v živote), študenti by mali výsledky svojich projektov prezentovať.

Všeobecne možno povedať, študenti dosahujúci dobré výsledky aspoň v dvoch z vyššie uvedených úloh a pri tretej sú aspoň priemerní, sa môžu stať veľmi úspešnými účastníkmi TMF súťaží.



Medzinárodný Turnaj mladých fyzikov je enormne komplexný. Študenti sa musia vyrovnáť s množstvom nových úloh (napríklad – tvorba experimentov, vedecká debata), takže bez toho, aby investovali do mnoho svojho času a energie, nemôžu uspieť. Preto je veľmi dôležité zvýšiť najmä vnútornú motiváciu účastníkov, bez ktorej sa do problémov nezahľbia a nenájdu si čas na zlepšenie ich komunikácie či na sformovanie tímu. **Čo sa týka súťaže samotnej, ponúka nasledujúce zaujímavé možnosti:**

1. **Cestovateľské príležitosti, multikultúrny zážitok.** Súťaž prebieha často mimo Európy a zúčastňuje sa jej bezmála 40 krajín. Miestni organizátori sa maximálne snažia predviesť miestne zaujímavosti. Takto sa účastníci môžu stretnúť so zaujímavými ľuďmi na exotických miestach.
2. **Intenzívny tímový zážitok.** Šikovní študenti v študijných súťažiach nie sú zvyčajne „vrcholovými športovcami“. Tým pádom sa vo väčšine prípadov necítia ako členovia tímu, ktorí spolupracujú spoločne na dosiahnutí cieľa. Súťaže IYPT však ponúkajú túto jedinečnú možnosť všetkým zúčastneným študentom.
3. **Zaujímavé fyzikálne problémy.** Mnoho zo 17 problémov vzbudzuje u študentov záujem: chcú im porozumieť a pochopiť ich podstatu. Upozorňujeme, že nie vždy stojí za to nechať ich, aby si vybrali problém podľa vlastných záujmov. Študenti majú často tendenciu zvoliť si príliš náročné problémy, ktoré vedú k neúspechu (viď. [Kapitola 3.1](#)).
4. **Precvičovanie a prehlbovanie anglického jazyka.** Tímom, pre ktoré angličtina nie je rodným jazykom, je veľmi dôležité zdôrazňovať, že účasť na súťažiach poskytuje vynikajúcu príležitosť na každodenné precvičovanie jazyka.
5. **Univerzálne prvky vedomostí.** Úspešná účasť v súťaži si vyžaduje veľa zručností. Napríklad – prezentovanie, programovanie, vedecká komunikácia, diskusné schopnosti. Osvojenie týchto zručností je užitočné aj v bežnom živote, ak by študenti prípadne nechceli byť fyzikmi či vedcami.
6. **Spoznajte profesionálov a špeciálne prístroje.** Študentov môžete častokrát prilákať na oboznámenie sa so špeciálnymi (modernými, drahými) prístrojmi, ako aj s univerzitnými učiteľmi, výskumníkmi, a v osobitých prípadoch aj s inžiniermi či chemikmi.
7. **Reprezentácia krajiny.** Je dôležité si uvedomiť, že v tejto prestížnej súťaži študenti reprezentujú svoju krajinu. To dáva mnoho študentom pocit hrdosti, následkom čoho berú úlohy vážnejšie a príprave venujú viac úsilia.
8. **Nepočítajú sa len materiálne vedomosti!** Mnohých študentov môže názov súťaže odradiť, pretože od fyzikov sa očakáva vysoká úroveň teoretických vedomostí. Odradiť to môže študentov, ktorí majú síce záujem a motiváciu, ale nie najširšie fyzikálne vedomosti. Je preto dôležité študentom zdôrazniť, že v tejto súťaži sa komunikačné schopnosti cenia rovnako ako iné zručnosti. Vypracovanie problému navyše nie je čisto len teoretické cvičenie. Experimentálna implementácia a vysoko kvalitné hodnotenie výsledkov sú rovnako dôležité.

Ako sme už spomenuli, na rozdiel od tradičných súťaží, založených len na riešení problémov, je súťaž TMF veľmi komplexná; **okrem samotných fyzikálnych znalostí** pokrýva aj veľa ďalších zručností. Pri **výbere študentov** je preto potrebné zohľadniť početné množstvo aspektov:

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



1. **Motivácia.** Ako bolo uvedené na začiatku tejto kapitoly, súťaž IYPT si vyžaduje značné investovanie času a energie. Z tohto dôvodu uspejú skutočne len tí študenti, ktorí do toho dajú srdce aj dušu.
2. **Tímový duch.** Turnaj aj samotná predturnajová príprava si vyžadujú tímovú prácu a neustálu spoluprácu. Účast' na súťaži môže byť prospešná aj pre sociálne znevýhodnených študentov, no treba mať na pamäti, že to môže so sebou niesť aj isté riziká (napríklad rozbitie tímovej jednoty).
3. **Kreativita.** V tejto súťaži je dôležité, aby boli študenti schopní navrhovať nové, neobvyklé, originálne merania, a aplikovať teóriu na svoj vlastný problém.
4. **Dobrá znalosť anglického jazyka.** Účastníci IYPT by mali byť schopní plynule viesť vedeckú diskusiu (dialóg) v anglickom jazyku. Nedostatočná znalosť angličtiny bráni študentom vo vedení diskusie a tým pádom nemôžu prezentovať svoje reálne znalosti fyziky. Je dôležité poznamenať, že angličtina nemusí byť rodným jazykom súťažiaceho, je však potrebné, aby bol jeho jazykový základ pevný.
5. **Dobré debatné schopnosti.** Patrí sem rýchle uvažovanie, správne posúdenie situácie a sebadôvera. Počas diskusie sa môže stať, že sa študenti budú musieť vysporiadať s tým, že druhý tím prinesie úplne iné riešenie. Nakoľko musí Oponent po prezentácii viesť dialóg týkajúci sa jeho výsledkov (v ktorom musí obhajovať svoje vlastné názory), na prípravu a formulovanie otázok (identifikovanie kritických bodov) nemá veľa času.
6. **Dobré prezentačné schopnosti.** Jednotlivé „súboje“ vychádzajú samozrejme z vedeckej prezentácie. Prezentácia musí byť logicky štruktúrovaná a plánovaná, pričom sa musia dodržiavať rétorické pravidlá.

Výber kompletného tímu nevyžaduje, aby boli všetci študenti vo všetkých oblastiach rovnako zdatní. Tím môže pozostávať z 1-2 študentov, ktorí majú vysokú úroveň teoretických znalostí, iní zas môžu preferovať experimenty či vynikať v komunikácii. Ak niektorá zo zručností študenta nie je na obzvlášť vysokej úrovni, najväčšie zlepšenie sa dá potom očakávať práve v tejto konkrétnej zručnosti. Je však dôležité usilovať sa o rovnováhu pri rozvoji všetkých schopností.



Príloha 10: Šablóna Oponenta na vyhodnotenie prezentácie (SGP)

Problém: _____ Referenti: _____ Oponenti: _____ Recenzenti: _____

1. Kvalita vysvetlenia javu Referentom.

| 5 😊 😊 😊 | 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
|--|---|--|---|-----------------|
| Kompletne pochopiteľné, presné vysvetlenie | Zrozumiteľné, viac-menej presné vysvetlenie | Čiastočne pochopiteľné vysvetlenie, zopár nezodpovedaných otázok | Nekompletné vysvetlenie, väčšina otázok nezodpovedaných | Bez vysvetlenia |

Komentár/Otázky: _____

2. Kvalita teoretického modelu, ktorý použil Referent na opísanie javu.

| 5 😊 😊 😊 | 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
|-------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| Presný a podrobný model | V podstate dobrý model | V podstate dobrý model s niekoľkými chybami | Len malá časť modelu bola opísaná | Nebol uvedený žiaden model |

Komentár/Otázky: _____

3. Kvalita experimentálnej práce Referenta.

| 5 😊 😊 😊 | 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
|----------------------------------|---|-----------------------|---------------|--|
| Pokusov bolo mnoho a boli presné | Pokusov bolo niekoľko, ale boli presné, alebo dostatok menej presných pokusov | Rozumný počet pokusov | Zopár pokusov | Pokusy neboli, alebo boli veľmi nepresné |

Komentár/Otázky: _____



4. Porovnanie medzi teóriou a experimentom.

| | | | | |
|---|-----------------------------------|--|--|-------------------|
| 5 😊 😊 😊 | 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
| Teoretické limity vysvetlené, nezvratné | Odchýlky kvalitatívne analyzované | Väčšinou dobré, ale nie úplne súhlasné | Odchýlky sú podstatné a nie dobre vysvetlené | Nie/takmer žiadne |

Komentár/Otázky: _____

5. Splnenie úlohy

| | | | |
|--------------------|--------------------------------|-----------|-------------------------------|
| 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
| Zaujímavé riešenie | Niektoré aspekty nad priemerom | Priemerné | Čiastočne splnené/nepochopené |

Komentár/Otázky: _____

6. Vlastný prínos

| | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
| Veľa nových/kreatívnych nápadov | Boli tam nejaké nové/kreatívne nápady | Niečo nové sa dalo nájsť | Bez vlastných nápadov |

Komentár/Otázky: _____

7. Vedecká komunikácia

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|
| 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
| Celkovo jasná, demonštratívna | Niektoré časti dobre vykonané | Priemerná | Čiastočne jasná/nejasná |

Komentár/Otázky: _____



Príloha 11: Šablóna Recenzenta na hodnotenie prezentácie a diskusie (SGP)

Problém: _____ Referenti: _____ Oponenti: _____ Recenzenti: _____

1. Kvalita vysvetlenia javu Referentom.

| | | | | |
|--|---|--|---|-----------------|
| 5 😊 😊 😊 | 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 😞 |
| Kompletne pochopiteľné, presné vysvetlenie | Zrozumiteľné, viac-menej presné vysvetlenie | Čiastočne pochopiteľné vysvetlenie, zopár nezodpovedaných otázok | Nekompletné vysvetlenie, väčšina otázok nezodpovedaných | Bez vysvetlenia |

Komentár/Otázky: _____

2. Kvalita teoretického modelu, ktorý použil Referent na opísanie javu.

| | | | | |
|-------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| 5 😊 😊 😊 | 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 😞 |
| Presný a podrobný model | V podstate dobrý model | V podstate dobrý model s niekoľkými chybami | Len malá časť modelu bola opísaná | Nebol uvedený žiaden model |

Komentár Otázky: _____

3. Kvalita experimentálnej práce Referenta.

| | | | | |
|----------------------------------|---|-----------------------|---------------|--|
| 5 😊 😊 😊 | 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 😞 |
| Pokusov bolo mnoho a boli presné | Pokusov bolo niekoľko, ale boli presné, alebo dostatok menej presných pokusov | Rozumný počet pokusov | Zopár pokusov | Pokusy neboli, alebo boli veľmi nepresné |

Komentár/Otázky: _____

4. Postrehy a pripomienky Oponenta k silným/slabým/vynechaným častiam prezentácie.

| | | | |
|--|---|--|--|
| 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 😞 |
| Plusy a mínusy boli uvedené presne a správne | Pomer uvedených plusov a mínusov bol nerovnomerný | Uvedených bolo len zopár plusov/ mínusov | Neboli spomenuté ani plusy, ani mínusy |

Komentár/Otázky: _____

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.

5. Kvalita a počet otázok Oponenta v diskusii.

| | | | |
|--------------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
| Veľmi dobré otázky | Dobré otázky | Málo otázok, alebo irelevantné | Nebola položená nijaká otázka |

Komentár/Otázky: _____

6. Spolupráca Referenta v diskusii.

| | | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
| Každá otázka bola zdvorilo zodpovedaná | Väčšina otázok bola zodpovedaných | Niekoľko otázok bolo zodpovedaných | Žiadna z otázok nebola zodpovedaná, Referent bol nezdvorilý, často prerušujúci |

Komentár/Otázky: _____

7. Spolupráca Oponenta v diskusii.

| | | | |
|---|---|---|--|
| 4 😊 😊 | 3 😊 | 2 | 1 ☹️ |
| Pýtal sa zdvorilo a efektívne, bez toho, aby prezentoval svoje vlastné výsledky | Pýtal sa efektívne, no nie tak zdvorilo, niektoré vlastné výsledky boli spomenuté | Bol schopný vytvoriť minimálnu debatu v prijateľnom štýle | Nedokázal viesť s Referentom diskusiu, bol nezdvorilý, často prerušujúci |

Komentár/Otázky: _____

8. Vynechaná/nespomenutá fyzika a/alebo ďalšie otázky:

9. Myslím si, že víťazom diskusie je:

| | | |
|----------|---------|--------|
| Referent | Oponent | Remíza |
|----------|---------|--------|

10. Pripomienky k iným aspektom:

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Príloha 12: Hodnotiaci hárok TMF aktivity (AGR)

Problém: _____ Referent: _____ Oponent: _____ Recenzent: _____

Referent

| | | | | | |
|--------------------------------|--|---|--|---|--|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Výskumné otázky | Nie sú jasne stanovené. | | Sú jasne stanovené. | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Výber experimentov | Bez experimentov. Výskum je čisto teoretický. | | Experimenty neumožňujú dôkladné preskúmanie výskumných otázok. Možno je rozsah možných hodnôt príliš limitovaný, alebo zariadenie neumožňuje adekvátne zber dát. | | Experimenty sú zvolené adekvátne. |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Fyzika (modely, vzťahy) | Modely a vzťahy nie sú pre daný problém relevantné. | | Modely sú relevantné, ale obsahujú zásadné chyby či neistoty. | Fyzikálne modely sú zväčša správne. Obsahujú pár drobných problémov či neistôt. | Modely sú správne a detailné. |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Dáta | Žiadne údaje neboli zozbierané. | | Analýza údajov má významné nedostatky. | Analýza údajov obsahuje drobné chyby. Možno chyba analýza nejasností. | Analýza údajov je správna, vrátane analýzy neistôt. |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Záver | Bez akýchkoľvek záverov, alebo sú kompletne nejasné. | | Záver nie sú podložené dátami, alebo neobsahujú jasnú odpoveď na výskumnú otázku. | Záver a odpovede na výskumné otázky obsahujú drobné chyby. | Záver a odpovede na výskumné otázky sú jasné a podložené dátami. |

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie. Táto vedecká publikácia reprezentuje výlučne názor autorov a Komisia a ani Národná agentúra nezodpovedajú za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto vedeckej publikácii.



Oponent

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------------|---|---|--|--|---|
| Otázky | Neboli položené nijaké otázky alebo boli mimo relevantnej témy. | Zopár položených otázok, len na objasnenie už riešených tém. | Položené otázky prehľbujú aspekty prezentovaného experimentu. | Položené otázky prehľbujú prezentovaný experiment a relevantnú fyziku. | |
| Fyzika (modely, vzťahy) | Modely a vzťahy nie sú pre daný problém relevantné. | Modely sú relevantné, ale obsahujú zásadné chyby či neistoty. | Fyzikálne modely sú zväčša správne. Obsahujú pár drobných problémov či neistôt. | Modely sú správne a detailné. | |
| Navrhované zlepšenia | Neboli navrhnuté nijaké zlepšenia. | Boli navrhnuté zlepšenia experimentov. | Boli navrhnuté zlepšenia experimentov a fyzikálnych modelov. Návrhy vznikli na základe prezentácie a výskumných otázok. Neboli predstavené nijaké nové experimenty ani fyzikálne modely. | | |

Čísla v tejto tabuľke sú zamýšľané ako spojitá stupnica (dalo by sa zvoliť napríklad aj 1.6). Tabuľka však dobre funguje iba pri použití celých čísel.

Príloha 13: Oficiálny hodnotiaci hárok IYPT

REFERENT

Začnite od 1 a sčítajte/odpočítajte

$$1 + \square + \square - \square = \square$$

| REPORT | | | | | | | DISKUSIA S OPONENTOM | | ODPOVEDE NA OTÁZKY POROTY, OPONENTA A RECENZENTA |
|--|--|---|---|--|--|--|--|---|--|
| vysvetlenie fenoménu | teória/model | relevantné experimenty | porovnanie medzi teóriou a experimentom | vlastný prínos | splnenie úlohy | vedecká komunikácia | relevantné argumenty/odpovede | vedenie diskusie referentom | |
| 0 <input type="checkbox"/> takmer žiadne | 0 <input type="checkbox"/> takmer žiadne | 0 <input type="checkbox"/> takmer žiadne | 0 <input type="checkbox"/> takmer žiadne | 0 <input type="checkbox"/> takmer žiadny | 0 <input type="checkbox"/> nepochopené | 0 <input type="checkbox"/> nejasná, chaotická | 0 <input type="checkbox"/> príliš málo | 0 <input type="checkbox"/> biedne | 0 <input type="checkbox"/> stručné a správne/bez položených otázok |
| 1 <input type="checkbox"/> čiastočne | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne | 1 <input type="checkbox"/> prehľad zdrojov, citované | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne jasná | 1 <input type="checkbox"/> niekoľko | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne dobré | 1 <input type="checkbox"/> niektoré nesprávne, nepresvedčivé/pridlhé |
| 2 <input type="checkbox"/> primerane | 2 <input type="checkbox"/> primerane | 2 <input type="checkbox"/> primerane | 2 <input type="checkbox"/> neprimerane | 2 <input type="checkbox"/> určitý vlastný input | 2 <input type="checkbox"/> priemerne | 2 <input type="checkbox"/> priemerná | 2 <input type="checkbox"/> mnohé | 2 <input type="checkbox"/> dobré | 2 <input type="checkbox"/> hlboko nesprávne/hlboké nepochopenie |
| 3 <input type="checkbox"/> dobre | 3 <input type="checkbox"/> dobre | 3 <input type="checkbox"/> dobre vykonané, dostatočný počet | 3 <input type="checkbox"/> odchýlky kvalitatívne analyzované | 3 <input type="checkbox"/> + niekoľko zaujímavých výsledkov | 3 <input type="checkbox"/> určité aspekty nadpriemerne | 3 <input type="checkbox"/> určité aspekty veľmi dobré | 3 <input type="checkbox"/> + údaje/teória podložená | 3 <input type="checkbox"/> niektoré aspekty efektívne | |
| 4 <input type="checkbox"/> detailne, demonštratívne | 4 <input type="checkbox"/> celkom detailne, správne | 4 <input type="checkbox"/> + vysvetlené výsledky, analyzované chyby | 4 <input type="checkbox"/> + limity teórie vysvetlené, presvedčivé | 4 <input type="checkbox"/> výrazne experimentálny alebo teoretický | 4 <input type="checkbox"/> zaujímavé riešenie | 4 <input type="checkbox"/> celkovo jasná, demonštratívna | 4 <input type="checkbox"/> preukázané hlboké porozumenie | 4 <input type="checkbox"/> celkovo efektívne | |
| 5 <input type="checkbox"/> do hĺbky a zrozumiteľne, detailne, komplexne, vykazuje fyzikálny vzhľad | 5 <input type="checkbox"/> detailne, komplexne, úplne testovateľné | 5 <input type="checkbox"/> + reprodukovateľná, presvedčivá analýza | 5 <input type="checkbox"/> primerane, presvedčivé, odchýlky analyzované | 5 <input type="checkbox"/> výrazne experimentálny a teoretický | 5 <input type="checkbox"/> vo väčšom rozsahu než očakávané | 5 <input type="checkbox"/> + komplexné koncepty dobre odkomunikované | | | |

POZNÁMKY:

OPONENT

Začnite od 1 a sčítajte/odpočítajte

$$1 + \square + \square + \square - \square = \square$$

| POLOŽENÉ OTÁZKY | OPONENTÚRA (PREJAV) | | | | DISKUSIA S REFERENTOM | | | ODPOVEDE NA OTÁZKY POROTY A RECENZENTA |
|--|--|---|--|---|---|--|---|--|
| | pochopenie prezentácie | relevantné témy a prioritizácia | prezentované vlastné názory | time management | relevantné témy a prioritizácia | prezentované vlastné názory | vedenie diskusie oponentom | |
| 0 <input type="checkbox"/> primárne, zväčša irelevantné | 0 <input type="checkbox"/> takmer vôbec | 0 <input type="checkbox"/> irelevantné | 0 <input type="checkbox"/> primárne | 0 <input type="checkbox"/> biedny | 0 <input type="checkbox"/> irelevantné | 0 <input type="checkbox"/> primárne | 0 <input type="checkbox"/> biedne | 0 <input type="checkbox"/> stručné a správne/bez položených otázok |
| 1 <input type="checkbox"/> relevantné, zacielené na nejasné body reportu | 1 <input type="checkbox"/> niekoľko hlavných bodov | 1 <input type="checkbox"/> primárne | 1 <input type="checkbox"/> niekoľko | 1 <input type="checkbox"/> obstojný | 1 <input type="checkbox"/> primárne | 1 <input type="checkbox"/> niekoľko | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne dobré | 1 <input type="checkbox"/> niektoré nesprávne, nepresvedčivé/pridlhé |
| 2 <input type="checkbox"/> + stručné, trefné a jasné, dobre prioritizované, využitý všetok čas | 2 <input type="checkbox"/> hlavné body | 2 <input type="checkbox"/> niektoré | 2 <input type="checkbox"/> niekoľko správnych | 2 <input type="checkbox"/> značný | 2 <input type="checkbox"/> niektoré | 2 <input type="checkbox"/> niekoľko správnych | 2 <input type="checkbox"/> dobré | 2 <input type="checkbox"/> hlboko nesprávne/hlboké nepochopenie |
| | 3 <input type="checkbox"/> všetky relevantné body | 3 <input type="checkbox"/> väčšina | 3 <input type="checkbox"/> mnoho správnych | 3 <input type="checkbox"/> efektívny | 3 <input type="checkbox"/> väčšina | 3 <input type="checkbox"/> mnoho správnych | 3 <input type="checkbox"/> niektoré aspekty efektívne | |
| | 4 <input type="checkbox"/> prakticky všetky body | 4 <input type="checkbox"/> dobre prioritizované | 4 <input type="checkbox"/> + návrhy na zlepšenia | 4 <input type="checkbox"/> + využitý všetok čas | 4 <input type="checkbox"/> dobre prioritizované | 4 <input type="checkbox"/> + návrhy na zlepšenia | 4 <input type="checkbox"/> celkovo efektívne | |

POZNÁMKY:

RECENZENT

Začnite od 1 a sčítajte/odpočítajte

$$1 + \square + \square + \square + \square \pm \square - \square = \square$$

| POLOŽENÉ OTÁZKY | VYHODNOTENIE REPORTU | | VYHODNOTENIE OPONENTÚRY | | ANALÝZA DISKUSIE | | SKONŠTATOVANÉ VYNECHANÉ BODY | ODPOVEDE NA OTÁZKY POROTY |
|---|--|---|---|---|--|---|---|--|
| | zhodnotenie & pochopenie | klady & zápory prioritizácia | zhodnotenie prejavu | klady & zápory prioritizácia | zhodnotenie diskusie | správne vlastné názory | | |
| 0 <input type="checkbox"/> primárne, zväčša irelevantné | 0 <input type="checkbox"/> biedne, nesprávne | 0 <input type="checkbox"/> irelevantné | 0 <input type="checkbox"/> biedne/nesprávne | 0 <input type="checkbox"/> irelevantné | 0 <input type="checkbox"/> takmer vôbec | 0 <input type="checkbox"/> irelevantné | 0 <input type="checkbox"/> -1 <input type="checkbox"/> irelevantné | 0 <input type="checkbox"/> stručné a správne/bez položených otázok |
| 1 <input type="checkbox"/> + referentovi & oponentovi vhodne pridelené, využitá väčšina času | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne relevantné | 1 <input type="checkbox"/> príliš stručné/dlhé | 1 <input type="checkbox"/> čiastočne relevantné | 1 <input type="checkbox"/> príliš stručné/dlhé | 1 <input type="checkbox"/> niektoré | 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> žiadne | 1 <input type="checkbox"/> niektoré nesprávne, nepresvedčivé/pridlhé |
| 2 <input type="checkbox"/> + stručné, trefné a jasné, dobre prioritizované, efektívny time management | 2 <input type="checkbox"/> dobré | 2 <input type="checkbox"/> zväčša správne, prioritizované | 2 <input type="checkbox"/> informatívne, výstižné | 2 <input type="checkbox"/> zväčša správne, prioritizované | 2 <input type="checkbox"/> relevantné časti | 2 <input type="checkbox"/> mnohé | 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> relevantné, konštruktívne | 2 <input type="checkbox"/> hlboko nesprávne/hlboké nepochopenie |
| | 3 <input type="checkbox"/> detailné, komplexné | 3 <input type="checkbox"/> plne adekvátne, dobre prioritizované | 3 <input type="checkbox"/> zostručnené & presné | 3 <input type="checkbox"/> plne adekvátne, dobre prioritizované | 3 <input type="checkbox"/> presné, presvedčivé | 3 <input type="checkbox"/> plne adekvátne | | |

POZNÁMKY:

IYPT – September 2020

Prosím, prispôbte udeľovanie Vašich známkov so zreteľom na celý rozsah škály [1,10].