



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

Development of Inquiry Based
Learning via IYPT



YPT PRIROČNIK

Priročnik za uporabo aktivnosti po zgledu turnirja mladih fizikov (YPT) v razredu in pripravo ekip na YPT tekmovanja



Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.

Naslov: YPT toolkit

Podnaslov: A guide for implementing YPT-inspired activities in class and prepare teams for YPT competitions

Avtorji: Sergej Faletič, Boyka Aneva, Mihály Hömöstrei, Péter Jenei, František Kundracik, Assen Kyuldjiev, Thomas Lindner, Hynek Němec, Martin Plesch, Paul Worm

Prevajalec: Sergej Faletič

Založnik: 2021 Univerza v Ljubljani Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana, Slovenia

URL: http://dibali.sav.sk/wp-content/uploads/2021/02/YPT-Toolkit_Sl.pdf

ISBN:



Kazalo

1. O priročniku	5
2. Uvod	6
2.1. Kaj je IYPT?	6
2.2. IYPT in učenje z raziskovanjem	7
2.3. IYPT = raziskovalni problemi + razprava +	8
3. Delo na YPT problemih v razredu in za tekmovanje	8
3.1. Priprava in izbira nalog.....	8
3.2. Koraki raziskovanja	12
3.2.1. Začetno opazovanje (I), začetna ideja (II) in kaj raziskovati (IIIa) (prvo 20 min srečanje) .	13
3.2.2. Načrtovanje poskusov (IIIb) (drugo 20 minutno srečanje)	14
3.2.3. Sistematični poskusi (IIIc) (tretje 20 minutno srečanje)	15
3.2.4. Model in napovedi modela (IV) (četrto 20 minutno srečanje)	16
3.2.5. Primerjava model-poskus (V) in priprava predstavitve (VI) (peto 20 minutno srečanje)..	18
3.2.6. Predstavitev (VI) in zagovor (VII) (šesto in vsako naslednje 20 minutno srečanje)	20
3.2.6.1. Predstavitev	23
3.2.6.2. Razprava.....	24
3.2.6.2.1. Razjasnitvena vprašanja (2 minuti).....	24
3.2.6.2.2. Nasprotnikova predstavitev (največ 4 minute).....	25
3.2.6.2.3. Razprava (10 minut).....	25
3.2.6.2.4. Povzetek razprave (1 minuta):.....	27
3.2.7. Recenzija	27
4. Zaključek	29
Dodatek 1: raziskovalno podprte koristi reševanja nalog odprtega tipa.....	31
Dodatek 2: vrste poskusov.....	31
Dodatek 3: vrste modelov.....	33

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



Dodatek 4: malo več o testnih poskusih	34
Dodatek 5: Preprost primer v razredu – vzetno nihalo	36
Dodatek 6: IYPT primer – padajoči magneti	41
Dodatek 7: Vodenje eksperimentalnega dela.....	48
Dodatek 8: Kaj je pričakovano? Kako „nova“ mora biti raziskava?	49
Dodatek 9: Kako motivirati dijake?	49
Dodatek 10: Nasprotnikov ocenjevalni obrazec za oceno poročila (PDP)	53
Dodatek 11: Recenzentov ocenjevalni obrazec za oceno poročila in razprave (PDP)	55
Dodatek 12: Tabela za ocenjevanje YPT aktivnosti (VSP)	57
Dodatek 13: Uradni ocenjevalni obrazec IYPT (2018).....	59



1. O priročniku

Priročnik je nastal z dvojnimi namenoma in format priročnika se temu prilagaja:

V razredu

1) Eden od naših ciljev je učiteljem ponuditi priročnik, kako uporabiti YPT format v razredu kot eno od oblik učenja z raziskovanjem. YPT so razvili raziskovalci in posnema njihovo delo. Zeleni deli priročnika ponujajo načine, kako to delo izvajati v običajnem razredu in s tem razvijati naravoslovne kompetence. To je lahko uvod v IYPT tekmovanje, lahko pa zgolj popestri pouk. Želimo si, da bi predlagan način izvedbe projektov pripomogel k povečanju zanimanja za fiziko med dijaki.

IYPT

2) Drugi od naših ciljev je razširiti obseg IYPT tekmovanja, vključno z njegovo slovensko različico SiYPT. Čeprav je IYPT splošno priznan kot izredno uspešna metoda za razvijanje naravoslovnih kompetenc, je dobro znano tudi, da je vstopni prag precej visok tako za dijake kot za učitelje. S tem priročnikom želimo pomagati pri premagovanju tega praga. Deli, ki so pomembni specifično za YPT tekmovanja, so v modrem. Njihov prvotni namen je pomagati učiteljem pri pripravi ekipe za IYPT tekmovanje, nekatera poglavja pa so uporabna tudi neposredno za dijake.

Splošno

3) Veliko korakov je skupnih obema načinoma izvajanja raziskovalnih nalog po zgledu YPT. Ti so zapisani v rumenem. To so vsebine, ki so pomembne tako za izvedbo v razredu kot tudi za tekmovanja.



2. Uvod

Splošno

2.1. Kaj je IYPT?

IYPT (International Young Physicists' Tournament – Mednarodni turnir mladih fizikov) je skupinsko tekmovanje za srednješolce, ki kolikor mogoče posnema proces dejanskega znanstvenega raziskovanja v fiziki. Vsako leto proti koncu poletja IYPT objavi 17 problemov odprtega tipa. Posebna značilnost tekmovanja je, da veliko problemov še nima splošno priznane rešitve ali je ta prezahtevna za srednješolsko stopnjo. To poudari, da ni cilj najti pravilnega odgovora pač pa ugotoviti, kako dober je odgovor, ki ga skupina ponudi. Dijaki v skupini po pet raziskujejo problema do naslednjega poletja, ko se izvede IYPT turnir.¹

Na turnirju se pomerijo tri ekipe v t.i. „**fizikalnem boju**“. Ekipe imajo vloge **poročevalca** (reporter), **nasprotnika** (opponent) in **recenzenta** (reviewer).

Najprej nasprotnik izzove poročevalca, da predstavi problem po izbiri nasprotnika. **Poročevalec** ima 12 minut, da **predstavi svojo rešitev**.

Nasprotnik ima nato dve minuti za razjasnitvena vprašanja, nakar predstavi **kritično presojo predstavitev** (do 4 minute). Najzanimivejši del boja pa je približno 10 minutna **razprava** med nasprotnikom in poročevalcem, ki sledi. Naloga nasprotnika ni, da za vsako ceno nasprotuje poročevalčevi rešitvi, pač pa da preveri njeno ustreznost. Preveriti mora, ali je bila naloga izpolnjena, ali je poročevalčeva razlaga pojava smiselna in podprta z meritvami, pozoren mora biti na morebitne pomanjkljivosti v metodologiji in razumevanju fizikalnega ozadja in preveriti ali so zaključki ustrezni, glede na izmerjene podatke. Pomembno je, da nasprotnik prizna, če kljub temeljiti analizi ne more najti pomembnih pomanjkljivosti in je poročevalec dobro opravil nalogo. V tem primeru nasprotnik še vedno lahko dobi visoke točke, saj je namen dobro preveriti poročevalčevo rešitev, ne ji nasprotovati. (Med razpravo naj nasprotnik ne bi predstavil morebitne svoje rešitve, pač pa zgolj preverjal in komentiral to, kar je predstavil poročevalec.)

Recenzent ima 2 minuti za vprašanja poročevalcu in nasprotniku. Nato v 4 minutah **ovrednoti** celoten boj. Ovrednotiti mora poročevalčevo predstavitev in zaključke, nasprotnikove izzive poročevalcu in poročevalčeve odzive nanje. Ovrednotiti mora tudi globino in uporabnost razprave. Jasno mora izraziti svoje mnenje o vseh pomembnih točkah razprave in opozoriti na morebitne točke, ki jih je nasprotnik spregledal, ter izraziti svoje mnenje tudi o teh.

Nazadnje lahko **žirija** postavi kratka vprašanja vsem trem in ovrednoti njihov nastop.

¹ Pri Avstrijskem turnirju mladih fizikov (AYPT) so v skupinah le trije dijaki in zadošča, da proučijo le 3 od 17 problemov, ne vseh 17.



Vredno je omeniti, da lahko ekipa dobi enako točk v vlogah nasprotnika in recenzanta kot v vlogi poročevalca. To poudarja pomen razprave in znanstvenega sporočanja, kot tudi sposobnosti hitro razumeti in preveriti delo nekoga drugega.

IYPT temelji na poskusih, zato je veliko poudarek na t.i. „znanstveni metodi“. (glej [poglavje 3.2.](#)). Večina dijakov, ki so bili poučevani na tradicionalen način, verjetno ne bo prepoznala elementov znanstvene metode. A veliko teh elementov se da vpeljati v redni pouk. Dobro raziskan način, kako to storiti, je ISLE (Investigative Science Learning Environment – Okolje za raziskovalno učenje naravoslovja). Ta poleg znanstvenih odkritij poudarja tudi znanstven pristop. Za zainteresirane sta na voljo sta učbenik [1] in knjiga aktivnosti [2]. Če dijaki izkusijo vsaj dele znanstvenega pristopa med rednim poukom, potem jim bodo koraki raziskovanja znani in je IYPT aktivnost lahko priložnost, da izkusijo celotno raziskavo od začetka do konca. Veliko je že napisanega o prednostih reševanja odprtih problemov v okviru izobraževanja (glej [poglavje 2.2.](#)).

Preden nadaljujemo na naslednje poglavje, predlagamo, da si bralci, ki še ne poznajo IYPT, preberejo [dodatek 5](#), which describes an entire in-class example, to get an idea of how it all works.

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

2.2. IYPT in učenje z raziskovanjem

Učenje z raziskovanjem (Inquiry based learning) je najboljši izraz za opis metod poučevanja, ki temeljijo na raziskovanju v najširšem pomenu besede. Opisuje pa tudi posebno poskupino teh metod. Ko v tem priročniku omenjamo učenje z raziskovanjem imamo vedno v mislih široki pomen izraza, saj ima IYPT svoj lasten pristop.

Kljub porastu zanimanja za učenje z raziskovanjem v zadnjih letih, na tem področju primanjkuje velikih mednarodnih tekmovanj, ki bi preverjala sposobnosti tekmovalcev za reševanje raziskovalnih problemov. Pravzaprav ne pride na misel nobeno drugo kot IYPT in tekmovanja, ki izhajajo iz njega in posnemajo njegove značilnosti, npr. IYNT.

Zanimivo je, da je IYPT nastal že leta 1988, veliko preden je učenje z raziskovanjem postalo zveneč izraz. Zasnovano je bilo v posebnem intelektualnem okolju moskovskih ekstrakurikularnih šol z namenom, da prepozna in neguje mlade talente v matematiki in naravoslovju. Vanj so bili vpleteni tudi vrhunski znanstveniki, zato so vanj vnesli metode, teme in etiko z raziskovalnih ustanov.

Kmalu je IYPT prerasel svoje izvirne okvire in postal resnično mednarodni podvig z lastnim slogom, v katerem sodelujejo zastopniki širokega nabora držav. Vendar je ohranil svoj prvotni namen približati „resnično“ znanost srednješolcem. Leta 2013 je prejel **IUPAP medaljo** (International Union of Pure and Applied Physics' Medal – Medalja Mednarodne zveza za čisto in uporabno fiziko) za „izredne dosežke v mednarodnem fizikalnem izobraževanju“.



2.3. IYPT = raziskovalni problemi + razprava + ...

Če bi želeli povzeti, kaj je pri IYPT posebnega, je to kombinacija raziskovalnih problemov in znanstvene razprave (ki posnema stari način zagovorov znanstvenih del z vlogami poročevalca, nasprotnika in recenzenta).

Seznam posebnosti lahko dopolnimo z:

- IYPT je tekmovanje **ekip** in zahteva veliko timskega dela.
- Pri IYPT ni cilj izračunati „pravega odgovora“, saj „pravega odgovora“ ni. IYPT je usmerjen k **zaključkom**. Tekmovalci morajo zasnovati in izvesti poskuse in iz njihovih izidov priti do zaključkov.
- Tekmovalci raziskujejo problema več mesecev. Na tekmovanje pridejo z že oblikovanimi zaključki in utemeljitvami.

Zaradi velike količine eksperimentalnega dela in zagovora zaključkov v obliki znanstvene razprave, je tekmovanje zahtevno tudi za dijake, ki so spretni pri reševanju teoretičnih nalog.

Problemi so načrtno zapisani široko („raziščite pojav“, „kakšna je odvisnost od relevantnih parametrov“ ipd.). To odpre možnost za različne interpretacije in ekipe lahko uberejo različne poti pri raziskovanju istega problema. Dokler so v okvirih zastavljene naloge, so vse poti ustrezne in ekipe dobijo točke glede na globino njihovih raziskav.

3. Delo na YPT problemih v razredu in za tekmovanje

Splošno

3.1. Priprava in izbira nalog

Vsaka YPT aktivnost zahteva veliko eksperimentalnega dela. To pomeni, da:

- mora biti na voljo nekaj opreme in
- nora biti na voljo dovolj časa, da lahko dijaki izvedejo poskuse.

Proces izbire nalog je precej ddugačen, če pripravljamo razredno aktivnost, ekipo za AYPT ali ekipo za IYPT in podobna tekmovanja.

- **Razredna aktivnost.** Naloge naj bodo rešljive za večino dijakov. Dobro je tudi, da nudijo dodaten izziv za bolj motivirane dijake (glej [Dodatek 5](#)). Lahko so tudi izven objavljenih IYPT nalog.
- **AYPT.** Za AYPT je potrebno rešiti le tri naloge. To omogoča podoben proces izbire kot za razredno aktivnost, le da morajo biti naloge iz nabora IYPT nalog za tisto leto.
- **IYPT.** Za IYPT je potrebno rešiti vsaj 14 nalog in korsti vsaj površno razumevanje ostalih treh. Zato je izbira omejena. Vendar lahko z uporabo taktike ekipa uspe tudi z manj rešenimi nalogami.

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



V razredu

Različne šole imajo na voljo različno eksperimentalno opremo. Za aktivnost v razredu je treba izbrati naloge, ki jih je mogoče raziskati z razpoložljivo opremo. Za uporabo metode YPT ni nujno, da je naloga iz nabora IYPT nalog. Učitelj si lahko zamisli svojo nalogo, ki ustreza stopnji učencev (kot je primer oscilatorja v [Dodatku 5](#)).

YPT aktivnosti je najbolje načrtovati za blok ure, a po delih se jih da izvajati tudi v 45 minutnih urah, kot je opisano v uvodnem primeru v [Dodatku 5](#).

Ko pripravljamo odprte probleme, je treba dobro premisliti o primernosti problema. Najpomembnejši elementi, o katerih je treba premisliti, so:

Je naloga eksperimentalno izvedljiva? To vključuje:

- Ali potrebuje posebno opremo? Če je nimamo na voljo, ni vredno vlagati v teoretično obravnavo, saj je YPT osnovan na opazovanju poskusov.
- Je varno?
- Ali je zanesljivo ponovljivo (npr. „[Magic motor](#)“ (1999))? Tako se zagotovi uspeh dijakov pri projektu.
- Je cenovno ugodno ali vsaj sprejemljivo?

Ali razumemo osnovno fizikalno vsebino pojava?

- Ali imamo mi in dijaki potrebno fizikalno znanje: ali razumemo zveze med količinami, ki vodijo do pojava?
- Ali mi in dijaki razumemo potrebno matematiko? Za aktivnosti v razredu mora biti potrebno matematično znanje na stopnji primerni za povprečnega dijaka, vsaj za bravnavo osnovnega pojava.

Če lahko napravo sestavimo, reproduciramo pojav, ne razumemo pa njegovega fizikalnega ozadja, so učne koristi omejene in zagotovo ne sledijo ciljem YPT metode. Pri YPT dejavnostih v razredu je priporočljivo, da učitelj razume bistvo pojava brez nadaljnega proučevanja. Če je pojav takšen, da učitelj ne dobi takoj dobre predstave o osnovnih mehanizmih in kvalitativni razlagi, je za povprečnega učenca skoraj zagotovo pretežek.

Vgrajen uspeh

Pri YPT aktivnostih v razredu moramo imeti pričakovanja veliko nižja kot pri tekmovanju. Naloge morajo biti temu primerne. Še posebej priročne so naloge, ki omogočajo različne stopnje raziskovanja, npr. primer nihala v [Dodatku 5](#). To omogoča vključenost vseh učencev in



diferenciacijo v razredu. Zelo značilen vidik YPT v primerjavi z drugimi pristopi, ki temeljijo na raziskavah ali projektih, je formalna razprava z vrstniki. Zanj si je treba torej vedno vzeti dovolj časa.

Če so naloge dobro izbrane in predstavljene na ustrezen način (glej [poglavje 3.2](#) in [Dodatek 5](#)), bi morali biti vsi učenci sposobni opraviti vsaj najlažje naloge, s čimer je njihov uspeh zagotovljen.

Uporavljanje s časom

Učitelj mora pravilno oceniti čas, potreben za dokončanje projekta. Po naših izkušnjah je realističen časovni okvir **tri srečanja po 45 minut**. Podroben predlog razporeditve časa je predstavljen v [poglavju 3.2](#), kjer je predstavljen predlog celotne izvedbe. Odvisno od števila dijakov lahko predstavitev in razprave vzamejo tudi do dve srečanju. V poglavju [poglavju 3.2.6](#) je predstavljen način, ki omogoča dijakom predstavitev in ovrednotenje v enem srečanju. Je pa pomembno, da ne hitimo. Za uspešno projektno delo morajo dijaki voditi projekt, ne ga loviti.

IYPT

Za pripravo na IYPT tekmovanje mora biti rešena večina od 17 IYPT nalog. Včasih imajo dijaki ali učitelji dostop do dodatne opreme, ki ni primerna za delo v razredu. Včasih lahko za pomoč pri projektih prosimo sponzorje ali institucije (univerze, inštitute), ki lahko posodijo svojo opremo. Dijaki bodo potrebovali tudi prostor, kjer lahko poskuse in opremo shranijo, saj bodo poskuse verjetno izvajali daljše časovno obdobje.

Dijaki bodo večinoma delali v svojem prostem času. Učitelj naj bo dostopen vsaj občasno za pomoč in nasvete in da nadzoruje potek dela. Seveda, čim več časa je učitelj prisoten, tem bolj lahko pomaga ekipi in tem večja je verjetnost za uspeh.

Prvi korak

Ko se pripravljamo na IYPT in podobna tekmovanja, se je dobro zavedati, da je to delo zelo drugačno od priprav na tradicionalna tekmovanja in delo v razredu. Odprte raziskovalne naloge zahtevajo drugačen pristop in drugačno organizacijo dela kot rešavanje računskih nalog.

Čeprav je priporočljivo, da ekipa prouči večino od 17 nalog, je lahko z malo sreče 12 nalog dovolj. Po drugi strani pa AYPT zahteva le tri proučene naloge. Zato je smiselno tudi pri izboru nalog za tekmovanje upoštevati nekaj smernic. **Poleg** smernic za delo v razredu, je vredno upoštevati še sledeče:

Ali je naloga eksperimentalno izvedljiva? To vključuje:

- Nekateri dijaki imajo mogoče dostop do dodatne opreme in lahko doma izdelajo bolj zapletene naprave, kot jih lahko izdelamo v šoli.
- Lahko se stopi v stik z institucijami (podjetja, univerze), ki lahko mogoče ponudijo



opremo ali celo delovne prostore za postavitev poskusov.

Ali razumemo osnovno fizikalno vsebino pojava?

- Mogoče pojava ne razumemo takoj. Ali smo se sposobni in pripravljeni naučiti potrebno fiziko in matematiko? Dobra vira sta „[Reference Kit](#)“ in [spletna stran kanadske IYPT ekipe](#).
- Če je matematični opis prezapleten, ali razumemo pojav dovolj, da lahko izide kvalitativno razložimo ali jih numerično modeliramo??
- Če je matematični opis prezapleten, ali razumemo osnovne principe in sprejete predpostavke, iz katerih izhaja rezultat? Ali razumemo fizikalni pomen končnega rezultata in vlogo posameznih fizikalnih parametrov? Ali lahko njihovo vlogo pojasnimo z besedami in osnovnimi fizikalnimi principi?

Če ugotovimo, da bodisi nimamo dostopa do ustrezne opreme ali si ne predstavljamo, da bi dijaki razumeli teoretično osnovo vsaj do enega od zgornjih nivojev, potem **se ni smiselno začeti ukvarjati s takio nalogo**. Pogosto bodo dijake pritegnile najtežje naloge, ampak potem je veliko verjetnost za neuspeh, kar pa ni ugodno ne za dijaka, ne za učitelja. Da bi se temu izognili naj učitelj usmeri dijake k problemom, ki so rešljivi.

Vzpostavljena je stika s strokovnjaki

Če eksperimentalno dela zahteva posebno opremo ali znanje, je priporočeno, da navežete stik s strokovnjaki. V Sloveniji so to Inštitut „Jožef Stefan“, Univerza v Ljubljani Fakulteta za matematiko in fiziko in Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, ekipa pa so sodelovale tudi že npr. s podjetjem Gorenjka, ko je šlo za agregatna stanja čokolade. Pogosto nam lahko že en sam dober predlog s strani strokovnjaka prihrani tedne pri pripravi. Če boste redno pripravljali IYPT ekipe, je smiselno zgraditi bazo strokovnjakov z različnih področij, ki so pripravljeni pomagati. Pogosta področja, ki se pojavljajo v IYPT nalogah so mehanika, elektromagnetizem, optika in mehanika tekočin.

Upravljanje s časom

Raziskovanje pojavov iz IYPT nalog je dolgoročen projekt. Dijaki običajno delajo v sunkih, ko je manj ostalih šolskih obveznosti. Učitelj naj to upošteva. Pomaga zastaviti kratkoročne cilje (rok kakega tedna) in jih sproti preverjati. To pomaga dijakom ostati dejavni in učitelju biti na tekočem.



General

3.2. Koraki raziskovanja

Ne glede na to ali izvajamo aktivnost v razredu ali pripravljamo ekipo na tekmovanje, so koraki znanstvene raziskave isti. Močno pa se razlikuje, kako poglavljen je posamezen korak.

Koraki

- I) **Začetno opazovanje:** Reproducirati poskus, opazovati pojav.
- II) **Začetna ideja:** Izoblikovati začetno (naivno) idejo o tem, kateri fizikalni zakoni so odgovorni za pojav.
- IIIa) **Kaj raziskovati:** Iz začetne ideje sklepati, kaj bi lahko bili ključni parametri, kako bi lahko vplivali na končni izid poskusa in se odločiti, kaj od tega bomo globlje raziskali.
- IIIb) **Načrtovanje poskusa:** Zasnovati poskus za raziskovanje tega, kar smo se odločili, da bomo raziskovali.
- IIIc) **Sistematični poskusi:** S sistematičnimi poskusi raziskati, kako izbrani parametri vplivajo na izid. Vestno zbrati podatke.
- IVa) **Model:** Zgraditi model za pojav (fizikalno razlago), ki je sposoben napovedati izid poskusa.
- IVb) **Napoved modela:** Podati napoved za izid poskusa, ki temelji na zgrajenem modelu. Imeti jasna pričakovanja, kaj bi se moralo zgoditi, če je model pravilen.
- V) **Primerjava model-poskus:** Primerjati izmerjene razutate z napovedmi modela. Če se ne ujemajo, se je treba vrniti na IV). Včasih se je treba vrniti na II), ker že začetna ideja ni bila ustrezna.
- VI) **Predstavitev:** Pripraviti predstavitev svojega postopka in ugotovitev. Primerjava model-poskus je ključna.
- VII) **Zagovor:** Zagovarjati svoje ugotovitve pred kolegi. Namen preverjanja je ugotoviti, kako trdne so predstavljene ugotovitve, ne jim za vsako ceno nasprotovati. Če je delo dobro opravljeno, naj bi se to priznalo. Če je bilo slabo opravljeno, naj bi se izpostavilo pomanjkljivosti.

Koraka III) in IV) sta načeloma medsebojno zamenljiva, saj sta neodvisna. Model sledi iz fizikalnih zakonov, na katerih temelji pojav, poskus pa nam da vpogled v realnost. Nekateri dijaki najprej naredijo eno, drugi drugo. **Za nekatere dijake lahko naivna ideja iz II) že služi kot model iz IV)**, ker te ideje ne bodo nikoli izboljšali in in bo zato ostala edini model, ki ga imajo.

Najbolj inovativen del YPT metode, ki jo loči od ostalih metod poučevanja z raziskovanjem, je **razprava** med zagovorom ugotovitev. Pri YPT preverjanje ugotovitev opravijo **vrstniki**, ne učitelj. To je pomembno še posebno za vrstnike, ki preverjajo, saj morajo na aktivirati specifične spretnosti kritičnega razmišljanja, da lahko učinkovito vodijo razpravo.

Glede na to, ali gre za aktivnost v razredu ali za tekmovanje, je stopnja, do katere je izveden posamezen korak lahko zelo različna. V nadaljnjem opišemo stopnje, ki so pričakovane za aktivnost v razredu in za tekmovanje. Za lažjo primerjavo z zgornjo strukturo bomo korake, ki ustrezajo



zgornjim, podčrtali.

Koraki aktivnosti v razredu so organizirani v 20 minutne sklope. Nekateri sklopi so lahko nekoliko daljši, nekateri nekoliko krajši, ampak 20 minutni sklopi učiteljem omogočajo lažjo organizacijo dela glede na dolžino šolske ure. **Ta delitev ni primerna za pripravo na tekmovanje**, saj je to precej zahtevnejše in zahteva več časa.

Splošno

3.2.1. Začetno opazovanje (I), začetna ideja (II) in kaj raziskovati (IIIa) (prvo 20 min srečanje)

V razredu

- Dijake razdelimo v skupine. Priporočljivo je, da sta v vsaki skupini po dva dijaka, lahko pa jih je tudi več, če nimamo na voljo dovolj eksperimentalne opreme.
- **Začetno opazovanje.** Učitelj pokaže poskus. To lahko naredi v živo, predvaja posnetek, ali pa si pomaga s skicami ali slikami. Ob tem si dijaki ustvarijo začetno idejo.
- **Kaj raziskovati?** Učitelj pojasni cilje. To je lahko ugotavljanje matematične zveze med količinami ali analiza nekega pojava ali izida poskusa. Cilji naj bodo dovolj jasni, da dijaki vedo, k čemu stremijo, a hkrati dovolj odprti, da način za njihovo dosego dijakom ni očiten.
- **Začetna ideja.** Dijaki podzavestno oblikujejo začetno idejo o tem, kaj se pri poskusu dogaja in kateri so pomembni fizikalni zakoni. Učitelj naj jih spodbudi, da to idejo eksplicitno izrazijo, tudi če je model le delen. To jim bo pomagalo razmišljati o tem, kaj bi lahko bile pomembne količine in kaj bi lahko merili.

IYPT

Poleg vsega zgoraj:

- **Več nivojev in pristopov.** IYPT naloge so tipično zastavljene zelo splošno in dovoljujejo rešitve na različnih nivojih in z različnimi pristopi. Ne naobičajno, da različne ekipe izberejo povsem različne pristope. Koristno je, če tudi dijaki razmislijo o različnih možnih pristopih. Medtem, ko bodo za svojo raziskavo izbrali nekatere od teh pristopov, jih bo zavedanje o ostalih pomagalo pri učinkovitem vodenju razprave.
- **Pregled literature.** Na YPT tekmovanjih je pričakovano poznavanje literature. Koristno je že na začetku narediti pregled literature, saj se pogosto najdejo članki ki pojav podrobno opišejo in razložijo. V njih je običajno tudi eksperimentalna postavitev, ki dijakom lahko pomaga pri zasnovi njihovega poskusa. Strani, posvečene takim dejavnostim, in internet na splošno običajno ponujajo veliko virov. Dijaki se lahko med njimi izgubijo. Zato je koristno, če dobijo že narejen izbor literature. Dobri viri so:

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



- "Reference Kit" in spletna stran kanadske ekipe.
- Wikipedia; zelo priporočljiv je pregled nevedene literature.
- Revije, kot so American Journal of Physics, European Journal of Physics, The Physics Teacher ali Physics Education mogoče vsebujejo relevantne članke v angleščini.
- Podporno gradivo za Fizikalno olimpiado in z njo povezana tekmovanja.
- Dobri viri za splošno fizikalno znanje so učbeniki kot npr. Strnad, Kuščer-Moljk, Halliday – Resnick – Walker, Survey of Applicable Mathematics avtorja K. Rektorysa ipd. Navkljub dobi interneta je koristno, če imajo dijaki dostop do teh gradiv v tiskani obliki.
- **Izvirnost raziskave.** Zelo pogosto se pojavi vprašanje, kako izvirna mora biti raziskava. Še posebno, ko obstajajo viri, ki podrobno obravnavajo pojav, vključno z razlago in ustreznim fizikalnim modelom. V ocenjevalnem obrazcu je tudi polje za „lasten doprinos“. Kaj se pričakuje kot „novo“ bolj podrobno predstavimo v [Dodatku 8](#).

Splošno

3.2.2. Načrtovanje poskusov (IIIb) (drugo 20 minutno srečanje)

V razredu

- **Načrtovanje poskusov.** Dijaki se odločijo, kaj bodo merili in katere in kaj bodo spreminjali. Preostanek srečanja se lahko porabi za načrtovanje ali celo postavitev poskusa, če čas dopušča. Dijaki morajo izbrati tudi merilne naprave za merjenje izbranih količin (štoparice, ampermetri, ...). Če imajo dovolj časa, naj preverijo, ali z izbrano opramo lahko merijo izbrane količine (so časi dovolj dolgi za ročno proženje štoparice, so tokovi dovolj veliki za običajne ampermetre ...). Poskusi z izzivom v razredu naj bodo izbrani tako, da je ustrezna oprema na voljo.
- Napoved na podlagi začetne ideje. Če smo natančni, so to **napovedi modela**, kjer je model začetna ideja. Koristno je, da dijaki oblikujejo napovedi že v tej fazi. Pogosto to podzavestno naredijo, a o tem ne razmišljajo na tak način. Pomaga, če napovedi eksplicitno izrazijo. Če je model (začetna ideja) zapleten, zadošča približen občutek o tem, kaj naj bi se zgodilo. Če je model preprost, lahko predvidijo tudi že funkcijsko odvisnost med količinami. V tej fazi je popolnoma sprejemljivo, če so napovedi dijakov nepravilne. Pomembno je poudariti, da se ne moti dijak, pač pa model. Isti dijak lahko predlaga drugačen model, ki bo mogoče boljši. Razmišljanje o svojih napovedih in modelu, bo dijakom pomagalo, da se bodo iz poskusa več naučili. Učitelj naj bo prisoten, da dijakom pomaga pri načrtovanju in odgovori na morebitna vprašanja, merjenje pa naj prepusti dijakom.
- Na koncu srečanja naj bi vse ekipe imele načrt poskusa in izoblikovano napoved o njegovem izidu.

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



IYPT

- **Globlji razmislek o parametrih.** Preden začnemo načrtovati poskus, razmislimo o količinah (parametrih), ki lahko vplivajo na njegov izid, saj je smiselno zastaviti poskus tako, da lahko spreminjamo čim več teh parametrov. Pomembno je tudi, kako točno je zastavljena naloga. Če so v nalogi parametri že navedeni, se moramo tega držati (npr. v primeru „Hot Water Fountain“ (2016) ni potrebno izvajati poskusa z glicerolom). Zavedati se je treba, da je skoraj nemogoče v prvo izdelati popolno napravo. Večinoma se ta razvija skozi eksperimentiranje, pri čemer se sproti upošteva na novo odkrite okoliščine, ki vplivajo na izid. Vedno ocenimo tudi eksperimentalne nezanesljivosti!
- **Obstoječa, izposojena ali nova naprava?** Začnimo z najenostavnejšo napravo. Če je potrebno, razmislimo, kako bi lahko dobili natančnejše rezultate. To vključuje boljše merilne naprave, včasih pa je potrebno spremeniti tudi postavitev poskusa ali način izvedbe. Manjkajoče naprave lahko včasih zgradijo boljši dijaki sami, včasih pa nam dostop do njih lahko omogočijo razne institucije.

Splošno

3.2.3. Sistematični poskusi (IIIc) (tretje 20 minutno srečanje)

V razredu

- Dijaki postavijo poskus.
- **Merjenje na grobo.** Dobro je najprej na grobo premeriti celotno področje možnih vrednosti parametra. Na ta način ugotovimo, ali lahko na celotnem področju merimo rezultat (da ne presežemo območja merilnika) ter kateri na katerih intervalih parametra je potrebno bolj fino (tam, kjer se rezultat hitro spreminja) in kje zadošča bolj grobo merjenje (tam, kjer se rezultat počasi spreminja).
- **Sistematično merjenje.** Dijaki se morajo zavedati, da bo sistematično merjenje ključno za primerjavo z rezultati modela. Dijakom ne damo natančnih navodil, koliko meritev naj izvedejo, to je del spretnosti, ki jih razvijamo. Navodila naj bodo npr.: „izvedite dovolj meritev, da lahko določite funkcijsko odvisnost“ ali: „Določite eksperimentalno negotovost vsake meritve.“ S ponavljanjem tovrstnih poskusov bodo dijaki razvili občutek, koliko merskih točk je potrebnih, da dosežejo tovrstne cilje. To je odvisno tudi od tega, koliko časa vzame posamezna meritev. V splošnem so potrebna najmanj **3 točke** za odkrivanje funkcijske odvisnosti in najmanj **3 ponovljene meritve** za določanje eksperimentalne negotovosti. Za oboje pa je priporočljivo zajeti **med 6 in 10 točk**, če je to mogoče v razumnem času.
- Dijaki se morajo zavedati, da je v večini primerov cilj primerjati meritev z napovedjo modela. Ni pričakovati, da se bosta popolnoma ujemala, zato je njuno oceniti eksperimentalno negotovost meritev, da se lahko določi ali je napoved modela

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



znotraj ali zunaj tega pričakovanega neujemanja.

IYPT

Poleg zgornjega:

- Za IYPT ne zadošča, da se razišče odvisnost od le enega parametra. V idealnem primeru bi bilo treba vsaj površno raziskati odvisnost od **vsakega smiselnega parametra**, podrobneje pa odvisnost od **dveh ali treh**.
- **Ponovljivost.** Vedno je treba preveriti, ali je poskus ponovljiv znotraj eksperimentalne negotovosti. Razmisliti je treba tudi, kaj omejuje ali onemogoča ponovljivost.
- Če je le mogoče, ocenimo ali so rezultati smiselni ali vsaj notranje skladni.
- Smiselno je poskusito preveriti delovanje naprave na sistemu, ki ima vnaprej znane lastnosti in obnašanje v okoliščinah poskusa. Če dvomimo v rezultate poskusa, ponovimo preverjanje z znanim sistemom.
- Poleg količine, ki nas zanima, naj se vedno zapiše tudi vrednostih drugih količin, parametrov, ki vplivajo na poskus. Res je škoda, ko je treba zvreči dolgo časa zajemano meritev samo zato, ker se nihče ne spomni vrednosti nekega trivialnega parametra. Dijaki naj vodijo dnevnik, v katerega zapisujejo vse, kar je pomembno za poskus. Lahko jim pride prav kasneje.
- Študentom je treba svetovati, naj vedno poskušajo resno oceniti merske negotovosti (interval zaupanja) meritev. Vloga merskih negotovosti je določiti, v kolikšni meri lahko zaupamo meritvam. In kot take so bistvenega pomena pri primerjavi meritve z modelom. Intervali zaupanja (error bars) običajno predstavljajo naključne napake v kombinaciji z deklariranimi merilnimi napakami naprave, vendar lahko obstajajo še nadaljnje sistematične napake, ki prav tako vplivajo na rezultate. V nekaterih primerih zahtevnih meritev je na voljo le strokovna ocena merske negotovosti (glej [Dodatke 5](#), 12. vrstica).

Splošno

3.2.4. Model in napovedi modela (IV) (četrto 20 minutno srečanje)

V razredu

- **Model.** Dijaki naj zgradijo primeren model za dogajanje. Začnejo naj z osnovnimi fizikalnimi zakoni, ki opisujejo zveze med količinami, pomembnimi za pojav, in od tod naj sestavijo model, ki opisuje, kako je merjena količina odvisna od količine, ki jo spreminjajo. Odvisno od težavnosti naloge in spretnosti dijakov je ta model lahko:
 - **Kvalitativen:** z besedami opiše, kaj naj bi vplivalo na izid poskusa, zakaj in kako. (poveča rezultat, zmanjša rezultat, ...). Začetna ideja je včasih že lahko kvalitativen model.
 - **Kvantitativen:** izpelje se matematično zvezo (enačbo) za to, kako je merjena količina odvisna od spreminjane količine.

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



- **Napoved modela.** Na osnovi modela naj dijaki napovejo pričakovan rezultat. Če je model kvantitativen, je taka napoved običajno v obliki „teoretičnega“ grafa, ki ga lahko primerjamo z izmerjenimi vrednostmi. Odvisno od narave poskusa in modela so včasih bolj primerne drugačne upodobitve (tabela, skica, animacija).

Naloge tega srečanja lahko dijaki izvedejo doma, a spodbuja se sodelovanje med člani skupine. Nekateri dijaki imajo mogoče bolj razvite matematične, drugi bolj eksperimentalne spretnosti. Skupinsko delo je priložnost, da se dijaki učijo eden od drugega, še posebno na področjih, kjer se ne počutijo zelo suvereno. V tem primeru se lahko četrto srečanje izrabi za nadaljevanje dela iz tretjega srečanja.

IYPT

Obstajajo različne vrste modelov (glej [Dodatek 3](#)). Pričakovanja na IYPT so odvisna od težavnosti naloge. Tu se posvetimo kvantitativnim modelom. Kvalitativni so omenjeni zgoraj.

- **Analitični kvantitativni model.** Včasih so IYPT naloge take, da lahko dijaki sami izdelajo matematični model. Pogosto pa se da model najti v literaturi in včasih je model celo prezahteven, da bi ga dijaki sami izpeljali. Ne glede na to, ali so dijaki sami izpeljali model ali so ga našli v literaturi, se pričakuje, da zmorejo sledeče:
 - i) Pojasniti dinamične enačbe sistema, torej osnovne fizikalne zakone, po katerih se sistem obnaša. Kombinacija teh zakonov običajno vodi do končnega modela.
 - ii) Pojasniti korake izpeljave. Tudi če niso sami naredili izpeljave, je pričakovano, da znajo pojasniti, kako se osnovni zakoni med seboj povezujejo, da pridemo do končnega modela.
 - iii) Odkriti in pojasniti predpostavke ter ovrednotiti, ali so veljavne pri njihovem konkretnem poskusu. Včasih so v literaturi obravnavani poskusi, ki so malo drugačni od tistega, ki ga postavijo dijaki. Zato je treba presoditi, ali vse predpostavke iz literature držijo tudi pri poskusu dijakov.
 - iv) Pojasniti vlogo količin in členov v končnem izrazu ter njihov izvor. Na primer: „Prvi člen je posledica [...] zakona. Koeficient v drugem členu predstavlja [...]. Tretji člen v imenovalcu je zanemarljiv, če [...]“ ipd.
 - v) Tudi če so dijaki sami izpeljali enačbo, naj se izpeljavi v predstavitvi izognejo in naj se raje osredotočijo na zgornje točke. Žirija težko sledi zapleteni izpeljavi, če je ni že od prej vajena, in večina žirantov bo bolj cenila jasn opis izpeljave in rezultata v smislu zgornjih točk, kot izpeljavo samo.
- **Numeričen kvantitativni model.** Če dijaki razumejo dinamične enačbe, izpeljava analitičnega modela pa je nemogoča ali prezahtevna, lahko dijaki izdelajo numeričen model (simulacijo). Pri simulacijah se tipično v nek računalniški program vnese dinamične enačbe, potem pa računalnik po korakih ali s pomočjo numeričnih metod izračuna konkreten rezultat, ki se lahko prikaže v obliki grafa, tira gibanja ali celo z animacijo prikazanega izida poskusa (npr. načina nihanja kompleksnega nihala), ki se ga da primerjati z realnim izidom. V tem primeru se pričakuje, da znajo dijaki pojasniti zgornje točke i), ii) in iii). Namesto točk iv) in v) je koristno, če znajo dijaki pojasniti rezultat simulacije. Na primer: „Pričakovano je, da se bo krivulja začela spuščati pri točki [...], ker se pri tej točki zgodi [...]“.



Splošno

3.2.5. Primerjava model-poskus (V) in priprava predstavitve (VI) (peto 20 minutno srečanje)

V razredu

To sta dva zelo pomembna dela celotne aktivnosti. Vendar pri delu v razredu ni treba, da sta dolga. Bolj pomembno je, da sta dobro narejena. Tipično je obravnavana le ena odvisnost in je posledično potrebna le ena primerjava med izmerki in napovedjo. Prav tako je poskus tipično preprost in ne zahteva dolge razlage postavitve in poteka. Celotno predstavitve se da narediti na eno belo tablico (formata A3 ali A2) že med raziskavo samo. Dijaki sproti zapisujejo rezultate v dovolj lepi obliki, da lahko uporabijo tablo kot plakat za predstavitve. Pomembno je, da so prisotni vsi ključni deli tako primerjave kot predstavitve.

Primerjava model-poskus

- Dijaki naj analizirajo zbrane podatke skladno s ciljem naloge (raziskovalnim vprašanjem). To vključuje analizo merskih negotovosti.
- Dijaki naj predstavijo svoje podatke na tak način, da jih lahko primerjajo z napovedjo modela. Običajno je to graf, na katerem so merske točke z ustreznim intervalom zanesljivosti in krivulja napovedi modela. Pozor na ustrezne oznake osi in enot.

Priprava predstavitve. Predstavitve naj vsebuje:

- Opis ali prikaz začetnega opazovalnega poskusa, ki prikaže pojav.
- Cilje raziskave (raziskovalna vprašanja). To je kratek opis, kaj so dijaki želeli z raziskavo doseči.
- Kratek opis, skica ali fotografija postavitve poskusa.
- Opis modela. Zadošča, da dijaki navedejo dinamične enačbe in pojasnijo postopek izpeljave. Podrobno izpeljavo naj izpustijo. Za aktivnosti v razredu je priporočljivo, da je izpeljave preprosta in ostali dijaki ne bi smeli imeti težav, da ji sledijo. Le pri najzahtevnejših nalogah se lahko zgodi, da je izpeljava zapletena, a tudi v tem primeru zadošča, da se navede korake, ne podrobne izpeljave.
- Primerjavo med izmerjenimi podatki in napovedjo modela. Običajno to pomeni izrisati graf „teoretične“ krivulje, da se vidi, kako dobro se prilagajajo točkam, upoštevajo intervale zanesljivosti. V nekaterih primerih, še posebno, če gre za kvalitativen pojav, je primernejša drugačna upodobitev: tabela, skica, ... **Ta del je izjemno pomemben**, saj se na podlagi primerjave sodi o tem, kako dobra je razlaga pojava oz. model. In to je tudi cilj naloge. Ocenjevalec tega, kako dobro je bila naloga rešena, je torej ravno primerjava med modelom in izmerki.
- Sklep: jasen odgovor na raziskovalno vprašanje.

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



- Med postopkom lahko učitelj postavlja vprašanja, ki vodijo dijake proti pomembnim spoznanjem. Če so bila taka vprašanja postavljena, naj bodo v poročilu odgovori nanja.

Naloge v tem sklopu se lahko izvedejo doma, odvisno od tega, kako vajeni so dijaki domačega dela. Če so dijaki vajeni redno opravljati domače naloge, potem je to smiselno. Če niso in običajno domačih nalog nimanjo, potem to ni smiselno.

Če se poročilo dela v šoli, priporočamo uporabo **belih tabel** formata A3 ali A2 (laminiran papir je dobra alternativa). Z belimi tablam lahko dijaki pripravljajo poročilo že med zbiranjem podatkov. V okoljih z zelo dobro IKT podporo, lahko tablice nadomestijo bele table. Za aktivnost v razredu so podrobnosti manj pomembne kot jasen opis postopka. Dijaki naj se osredotočijo na to, kaj bodo predstavili in kako in manj na natančnost izrisa grafa in točk. Če dijaki poročilo pripravijo doma, se lahko pričakuje večja natančnost.

IYPT

Na IYPT je pričakovana enaka osnovna struktura poročila s sledečimi spremembami:

- Opis postavitve poskusa mora biti zelo podroben. Dobro je pripraviti dodatne prosojnice o postavitvi za razpravo. Včasih so pomembne podrobnosti kot npr. kako so dijaki poskrbeli, da je naprava čim bolj vodoravna.
- Opis modela naj vsebuje vse, kar je opisano v poglavju o modelu, razen podrobne izpeljave. Ta je lahko na dodatnih prosojnicah za razpravo.
- Primerjava model-poskus mora biti pozorno narejena. Ocena merskih negotovosti (intervalov zaupanja) je ključnega pomena. Ne sme biti ne prevelika, ne premajhna in dobro utemeljena.
- Kakršnokoli odstopanje med napovedjo in meritvami je treba analizirati in obravnavati. Pričakuje se, da bodo dijaki poiskali možna pojasnila za vsakršno odstopanje. To je lahko tudi tema v razpravi.
- Namen zaključka ni povzeti raziskavo, pač pa podati nek sklep na podlagi raziskave, npr.: „NA podlagi naše raziskave sklepamo, da je pojav posledica [...]“. Najbolje je dobro formulirati raziskovalna vprašanja in v zaključku podati jasne odgovore nanja.
- Zelo priporočljivo je oštevilčiti prosojnice za lažje sklicevanje.

Dijaki pogosto zberejo ogromne količine podatkov, zato jih je težko prepričati, da predstavijo le najpomembnejše in zavržejo velik del podatkov, ki jim je vzel veliko časa ob merjenju. Dijaki naj uporabijo le podatke, ki pomagajo odgovoriti na raziskovalna vprašanja. Smiselno je, da se uporabi le toliko podatkov, kolikor je potrebno.

En sam graf lahko pogosto zajame delo več mesecev, zato mu je treba posvetiti primeren čas. Zgolj izris neprečiščenih podatkov je lahko nepregleden. Dijaki naj upoštevajo, da je v predstavitvi graf običajno lažje razumeti kot druge upodobitve. Druge upodobitve (tabele, skice, itd.) so le redko primernejše, a če so, naj jih uporabijo. Večina grafov je tipa X-Y. Obstajajo pa tudi drugi grafi (polarni, izolinije, histogrami), ki so včasih primernejši. Dijaki naj se izogibajo neobičajnih grafov, za katere lahko pričakujejo, da jih bodo poslušalci težko razumeli.



Dijaki naj bodo pozorni, da so osi označene in izbrane take enote, ki naj bi bile razumljive večini poslušalcev. Razmisliti je treba tudi o tipu osi (linearna, logaritemska, kaj tretjega) ter o smiselnosti prikaza določenih točk (npr. izhodišča). Primerno naj se izbere oznake na oseh, da ne bodo preveč skupaj niti preveč narazen.

Izmerjene vrednosti naj bodo prikazane s točkami in ustreznimi intervali zanesljivosti. Črte naj prikazujejo vrednosti, ki so zvezne, npr. napovedi modela (teorije) in prilagojene krivulje (fite). Različne skupine podatkov naj bodo jasno razločljive (drugačna črta, oblika oznak za točke, npr. trikotniki, krogi, polni, prazni, ..., različne barve). Priporočljivo je izbrati smiselne načine razlikovanja med skupinami, npr. modro barvo za meritve pri nizki temperaturi in rdečo pri visoki.

Splošno

3.2.6. Predstavitev (VI) in zagovor (VII) (šesto in vsako naslednje 20 minutno srečanje)

Ta korak procesa je zelo različen, glede na to, ali gre za tekmovalno aktivnost ali aktivnost v razredu, a namen je v obeh primerih isti: **kritično presoditi poročilo**. Izraz „nasprotnik“ oz.

„nasprotovanje“, ki se uporablja v YPT žargonu je zavajajoč, ker daje vtis nasprotnega mnenja za vsako ceno. V resnici pa „kritično presoditi“ (v YPT žargonu „nasprotovati“) pomeni pohvaliti, kar je vredno pohvale, in zahtevati zagovor tega, kar nas ni prepričalo. To vključuje tudi izpostaviti nesoglasja in opozoriti na stvari, ki niso bile dobro pojasnjene.

Kritično presojanje poročil je mogoče ena najpomembnejših spretnosti 21. stoletja za splošno javnost. Naj si bo presojanje dnevnih novic, poročil o znanstvenih ali pseudo-znanstvenih odkritjih, reklam, teori zarot ali raznih naložbenih, marketinških ali zavarovalnih shem. In ravno to je najbolj inovativna in značilna lastnost YPT procesa. Kot tako jo je treba posebej poudariti in ji posvetiti ustrezno pozornost.

Upoštevajte:

- Dobra smernica je, naj se nasprotnik trudi **pomagati poročevalcu**, da popravi in dopolni svoje poročilo, da bo boljše, bolje utemeljeno in zato bolj prepričljivo.
- Zagovor naj bo **razprava**, torej izmenjava **argumentiranih** mnenj, ne zgolj vprašanja in odgovori.
- Zagovor omogoča nasprotniku, da pokaže svoje razumevanje fizike, pomembne za pojav.

V razredu

Glede na prej opisano pomembnost za splošno razgledanost in za razumevanje epistemologije znanosti, je smiselno nasprotovanju v IYPT procesu posvetiti primeren čas in mu dati primeren poudarek.

Spodaj je nekaj najbolj uporabnih vprašanj, ki si jih lahko nasprotniki zastavi, ko preverja trdnost poročila:



- Kateri deli vas niso prepričali? Ne razmišljajte o tem, da bi verjetno morali razumeti in da bi nekdo drugi na vašem mestu verjetno razumel. Vi preverjate poročilo. Če česa niste razumeli ali vas ni prepričalo, vprašajte.
- Ali zaključki res sledijo iz podatkov? Ali ni mogoč noben drugi zaključek? Na primer, denimo, da imamo na grafu nekaj točk z ustreznimi intervali zanesljivosti, skoznje pa je potegnjena premica. Je premica res edina možnost? Bi lahko skozi točke potegnili tudi parabolo? Če da, kakšni so razlogi za izbiro premice namesto parabole? Tovrstna vprašanja omogočajo nasprotniku, da predstavi lastno mnenje.
- Postavljajte vprašanja o osnovni fiziki, na kateri sloni model, kot na primer: „Kaj menite, da bi se zgodilo, če bi namesto [...] uporabili [...]?“ To omogoča nasprotniku, da prikaže lastno poznavanje fizike, še posebno, če se ne strinja s poročevalcem. Vedno povejte ali se s poročevalcem strinjate ali ne. Če se ne, navedite svoj odgovor. Pri tovrstnih vprašanjih se lahko razvijejo najbolj zanimive razprave.
- Je bila postavitev poskusa primerna? Če dvomite o kateremkoli pomembnem delu postavitve, vprašajte in pojasnite, zajah se vam to zdi pomembno. Na primer, merjenje dometa topa je odvisno od zažetnega kota. Če poročevalec ni pojasnil, kako so zagotovili vodoravnost topa, vprašajte.

Predativitev in nasprotovanje se v razredu lahko izvede na različne načine. Mi predstavljamo dva, ki sta bila preizkušena v razredu:

Metoda „Deli primere dobre prakse“ (PDP)

- Le najboljši dve ekipi, glede na poročila na petem srečanju, predstavita svoje ugotovitve.
- Drugi dve najboljši ekipi sta nasprotnici.
- Ostale ekipe so recenzenti.
- Predstavitev (8 minut), da je še dovolj časa za nasprotovanje, kratko recenzijo in komentarje učitelja. V praksi je priporočljivo, da med predstavitvijo vsak član ekipe kaj pove, a učitelj se lahko odloči drugače.
- Nasprotovanje in razprava (1+2+3 minute). Tretje in četrto uvrščeni ekipi sta v vlogi nasprotnika. Za to lahko dobita dodatne točke. Tu je primer poteka nasprotovanja:
 - Evelvacija med predstavitvijo. Člani nasprotujoče ekipe ocenijo predstavitev poročevalca. Pri tem uporabijo ocenjevalni obrazec ([Dodatek 10](#)).
 - Priprava. Po predstavitvi poročevalca ima nasprotniška ekipa na voljo minuto časa, da zbere misli in pošlje svojega predstavnika na „oder“.
 - Pobjetek. Nasprotnik ima dve minuti časa, da povzame in ovrednoti poročevalčevo predstavitev. Pri tem ni potreben računalnik in priporočljivo je, da si nasprotnik pomaga z obrazcem za ocenjevanje poročila ([Dodatek 10](#)).
 - Razprava. Sledi triminutna razprava med predstavnikoma poročevalske in nasprotniške skupine. Nasprotnik izpostavlja konkretne pomanjkljivosti poročila, poročevalec pa zagovarja poročilo.

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



- Recenzija (2 minuti). Odvisno od velikosti razreda, po izbiri dveh ekip za poročevalca in dveh za nasprotnika, ostanejo še dve do štiri ekipe, ki imajo vlogo recenzentov. Med predstavitvijo in razpravo uporabijo ocenjevalni obrazec v [Dodatku 11](#), da ocenijo tako poročevalca kot nasprotnika. Po razpravi predstavijo rezultat svojega ocenjevanja in razglasijo zmagovalno ekipo. Za to imajo na voljo dve minuti, če je ena recenzentska ekipa oz. eno minuto, če sta dve.
- Učiteljeva vprašanja in kratka povratna informacija (največ 4 minute). Pri izvedbi v razredu je priporočljivo, da si vzamemo čas tudi za učiteljeva vprašanja in komentarje, saj dijaki lahko spregledajo pomembne pomanjkljivosti poročila ali celo fiziklane napake, ki jih je treba popraviti. Med tem procesom se lahko odvijajo tehnične priprave za naslednji boj.

Po tem postopku bodo učitelji uspeli izvesti en boj v času 20 minut, tako da je v 45 minutni uri čas za dva boja. Nasprotovanje in recenzijo nam olajšajo ocenjevalni obrazci v [Dodatkih 10](#) in [11](#). Zaradi časovnih omejitev se omejimo na poročanje le dveh ekip. Za dodoločanje teh ekip lahko uporabimo sledeč postopek: pri zadnji uri pred predstavitvami, zberemo vsa poročila (npr. datoteke pptx). Na podlagi poročil dodoločimo dve ekipi za poročevalca in dve za nasprotnika. Odločitev razglasimo na začetku naslednje ure, tako morajo vse ekipe načelno priti pripravljene. Najboljši dve ekipi lahko dobita dodatne točke. Poleg časovne komponente je smiselno, da poročajo le najboljše ekipe, saj tako dijaki vidijo primere dobre prakse, kljub temu pa je med bojem aktiven ves razred.

Metoda „Vse skupine poročajo“ (VSP).

- Ena ekipa predstavi svoje ugotovitve z uporabo belih tabel, plakatov ali kratkih računalniških predstavitev (v okoljih, dobro podprtih z IKT). Na voljo imajo tri minute. Zadošča, da predstavijo najpomembnejše ugotovitve v sledeči obliki:
 - Raziskovalno vprašanje in skica merske postavitve (30 sec).
 - Uporabljen model (kvalitativen ali kvantitativen) (1 min).
 - Podatki in primerjava z modelom (1 min).
 - Zaključek, odgovor na raziskovalno vprašanje (30 sec).
- Druga ekipa je v vlogi nasprotnika in postavlja vprašanja (5 minutes). Naš predlog je, da uporabljajo vprašanja tipa „kaj bi bilo, če bi bilo ...“. Tako lahko k poročevalčevemu odgovoru dodajo tudi svoje mnenje, ki lahko sproži kratko razpravo, če se mnenji ne skladata. Eno vprašanje je dovolj, še posebno če načrtujemo več kot en boj. Nekaj primerov vprašanj za nalogo padajočih magnetov: „Kaj bi se zgodilo, če cev ne bi bila prevodna?“ – prikaže razumevanje ključne vloge električnih tokov v cevi. Ali „kaj bi se zgodilo, če bi imela cav vodoravne zareze?“ – pokaže razumevanje, da so ključni vodoravni tokovi. Ali „bi čutili silo, če bi magnet res počasi spuščali skozi cev?“ – pokaže razumevanje, da je jakost tokov odvisna od hitrosti spreminjanja magnetnega polja.



Tovrstna vprašanja lahko prikažejo fizikalno razumevanje tako poročevalca kot nasprotnika.

- Recenzijo izvajajo vse ostale ekipe z uporabo ocenjevalnega obrazca v [Dodatku 12](#). Recenzije lahko poberemo in zmagovalca proglasimo na podlagi povprečne ocene.

Priporočljivo je, da projekti niso prezahtevni. Poleg tega je priporočljivo, da omogočajo spreminjanje večih parametrov. Na tak način so poročila zanimiva za veliko ekip, saj same pogosto niso raziskale odvisnosti od istega parametra.

Z uporabo zgornje metode deset minut zadošča za en boj. V tako kratkem času je težko dobiti dobra vprašanja, ampak to se lahko izboljša z vajo. Učitelj lahko sčasoma prilagodi časovni okvir in določi, da le nekatere, naključno izbrane ekipe, predstavijo svoje ugotovitve. Če se YPT format uporabi večkrat v enem letu, bodo vse ekipe dobile priložnost predstavljati, kakovost nasprotovanja pa se bo izboljševala.

IYPT

3.2.6.1. Predstavitev

Smernice za pripravo predstavitve so predstavljene v prejšnjem poglavju, zato jih tu ne bomo ponavljali. Edini pomemben dodatek pri predstavitvi je jasnost govora. To vključuje primerno glasnost in spodobno angleščino. Ni potrebno, da je angleščina popolna, a ogledati si je treba ustrezno angleško terminologijo in izgovorjavo. Zanimiv primer je beseda „momentum“. V slovenščini se beseda „moment“ uporablja v inženirstvu za navor (ang. torque). Slovenski izraz za „momentum“ pa je „gibalna količina“. Uporaba neutreznega izraza (npr. „momentum“ za navor in „quantity of motion“ za gibalno količino) lahko privede do nepotrebnih težav pri razumevanju.



3.2.6.2. Razprava

Razprava je morebiti najpomembnejši del boja. Tudi po imprasivni predstavitvi poročevalca lahko dobro nasprotovanje spremeni dober vtis pri žiriji, kar lahko pomembno zniža točke poročevalcu in jih zviša nasprotniku. Na tem mestu se je potrebno zavedati, da ni splošnega recepta za dobro nasprotovanje. Naloge so zelo različne in smer in globina, ki ju uberejo ekipe sta zelo različni. Zato priprava generičnih vprašanj pogosto ni najboljši pristop. Namesto tega predlagamo, da nasprotnik prouči **osnovno fizikalno razumevanje pojava** in pripravi seznam parametrov, ki bi po njegovo lahko vplivali na pojav. Vprašanja se tako lahko nanašajo na osnovno fiziko, vpleteno v pojav, načelno razmišljanje tipa „kaj bi bilo, če bi bilo“ o različnih parametrih in vprašanja o tem, ali je poročevalec pri proučevanju problema prezrl kateri pomemben parameter oz. zakaj se poročevalcu ni zdel pomemben.

Nasprotovanje je razdeljeno v štiri faze: razjasnitvena vprašanja, nasprotnikov govor, razprava, nasprotnikov povzetek. V nadaljevanju ponujamo priporočila tako za nasprotnika kot za poročevalca v posamezni fazi.

3.2.6.2.1. Razjasnitvena vprašanja (2 minuti)

Nasprotnikova razjasnitvena vprašanja: cilj teh vprašanj je, da nasprotnik pravilno povzame predstavitev. Ta vprašanja niso namenjena preverjanju vsebine predstavitve, pač pa temu, da si nasprotnik razjasni dele predstavitve, ki jih mogoče ni popolnoma razumel.

- Vprašanja naj se nanašajo (skoraj) izključno na to, kar je poročevalec predstavil.
- Če v predstavitvi ni bila jasno predstavljena postavitev poskusa ali način obdelave podatkov, sprašujte o tem.
- Prosite poročevalca, naj utemelji svoje predpostavke, če jih ni že v predstavitvi.
- Lahko vprašate, ali so nekaj naredili, če se vam to zdi pomembno, a na tem mestu ne sprašujte po podrobnostih.
- Ne sprašujte vprašanj, ki zahtavajo dolg odgovor.
- Ne nečenjajte razprave o parametrih ipd. Tu je namen razjasniti nejasnosti.
- Priporočljivo je spraševati po vrstnem redu pomembnosti. Sprašujte o teoriji, poskusih in zaključkih. Če je katero od področij močno pomanjkljivo, mu lahko posvetite več časa.
- Dovolite nekeje do 30 sekund na vprašanje. Če se poročevalec izgubi v dolgem odgovoru, se mu vljudno zahvalite in preidite na naslednje vprašanje. Temo lahko nadaljujete med razpravo. Vprašanje, ki zahtevajo daljši odgovor prihranite za razpravo.

Odgovori poročevalca na razjasnitvena vprašanja: Poročevalčava naloga v tem delu je, da odgovori na vprašanja.

- Odgovori naj bodo kratki, jasni in jedrnat. Dobro se je vnaprej pripraviti na potencialna vprašanja.
- Če neko vprašanje zahteva daljši ali bolj podroben odgovor, naj poročevalec vseeno poskuša odgovoriti čim bolj kratko in jedrnato. Nasprotnikova naloga je, da



poročevalca po potrebi ustavi in prestavi vprašanje v razpravo.

- Priporočljivo je dobro poznati svoje prosojnice, da lahko po potrebi hitro skočimo na ustrezno prosojnico.

3.2.6.2.2. Nasprotnikova predstavitev (največ 4 minute)

Namen predstavitve je povzeti najpomembnejše ugotovitve predstavitve (s tem nasprotnik pokaže razumevanje predstavitve, ki je kategorija na ocenjevalnem obrazcu - [Dodatek 13](#)), ovrednostiti rešitev problema in izpostaviti dobre in slebe strani tako v teoretičnem modelu kot v eksperimentalni izvedbi.

- Nasprotnik naj bi podal kritičen povzetek poročila, kjer prikaže svoje razumevanje predstavljenega.
- Dobre stvari pohvalite (z ustrezno utemeljitvijo). Ne se izogibati pohvali dobre izvedbe!
- Izpostavite pomanjkljivosti poročila. Najprej se osredotočite na stvari, ki so bile narejene, a bi lahko bile narejene bolje. Šele na to se posvetite stvarim, ki bi lahko bile narejene, a niso bile.
- Preverite, ali je poročevalec obravnaval vse točke zastavljene naloge, kot je zapisana v navodilu. Če je karkoli izpustil, na to opozorite.
- Tu odprite točke, ki bi jih radi naslovili v razpravi.
- Ovrednotite tudi kakovost predstavitve in prosojnic.

3.2.6.2.3. Razprava (10 minut)

Nasprotnikova vloga: Razprava naj bi bila podroben znanstveni pogovor med nasprotnikom in poročevalcem, kjer nasprotnik sprašuje o vseh elementih poročila, ki se mu zdijo pomembni, vključno s poročevalčevim poznavanjem fizike. Nasprotnikova naloga je, da omogoči spoštljivo, a učinkovito razpravo, ki služi kot strokovna kritika poročevalčevega dela z namenom **izboljšati poročevalčevo rešitev naloge**.

- Osredotočite se na to, kar je naredil poročevalec. Dobra razprava uporabi poročilo za osnovo, potem pa fizikalno ozadje razširi ali pa odkriva pomanjkljivosti in napake. Tudi če je poročevalčevo poročilo zelo pomanjkljivo, naj razprava ostane konstruktivna: ugotoviti, kaj je šlo narobe, in skupaj s poročevalcem stremeti k rešitvi naloge (ali osnutku rešitve).
- Če je poročilo zelo dobro, razpravljajte o tem, kaj bi se dalo še globlje raziskati, kako bi se dalo razširiti teoretični model in kaj bi se zgodilo če spremenimo različne parametre.
- Če so v poročilu neskladja, npr. nasprotujoči si približki ali neustrezni približki, je to običajno dobra tema za začetek razprave.
- Osredotočite se na ključne točke. Prioretizirajte teme. Ne ustavljajte se pri preprostih formalnih, teoretičnih ali eksperimentalnih podrobnostih.
- Vprašanja naj bodo kratka in jasna. Uporabljajte kolikor se da preprost jezik. Jezikovne



težave lahko privedejo do neučinkovite razprave.

- Če poročevalec ne pozna pravega odgovora, v nobenem primeru ne začnite predavati. Vedno bodite mirni in vljudni, poskušajte voditi poročevalca na pravo pot. Če vam to ne uspe, zaprite temo in pojdite naprej!
- Po razpravi o vsaki temi se je vredno ustaviti in v nekaj besedah povzeti izid razprave. Izpostaviti svoje mnenje o temi je vedno izrednega pomena. Če ste s poročevalcem dosegli konsenz, to jasno izrazite.
- Ne vnašajte lastnega razumevanja naloge ali lastne rešitve! Če ocenjujete, da poročevalec ni izpolnil naloge, na to opozorite, vendar se mora razprava vseeno osredotočiti na poročilo ali na to, kakšni bi bili fizikalni modeli, če bi poskuse izvedli kot pričakovano.
- V nobenem primeru ne uporabljajte argumentov, kot so: „Vaši rezultati morajo biti napačni, kajti ko smo mi izvedli poskus x, smo opazili y, kar ni skladno z vašimi opažanji“. Če lahko navedete dober fizikalni razlog, zakaj je razlaga v poročilu verjetno napačna, je povsem ustrezno in pričakovano, da to storite. Ker pa nihče ni videl poskusov nasprotnika, da bi lahko preveril njihovo veljavnost, jih ne smemo uporabljati kot argument.
- Če ima nasprotnik svoj fizikalni model, ki ni skladen z modelom poročevalca, ni ustrezno, da ga predstavi. Namesto tega naj poišče ključne korake razmisleka, ki bi lahko privedli do neskladja, in razpravo uporabi za pogovor o njih. Poudarek naj bo na modelu poročevalca, ne nasprotnika. Primeri vprašanj: „zakaj ste se odločili za uporabo tega sklopa osnovnih zakonov?“, „ali ste pri izdelavi modela upoštevali kakšen drug zakon (zakone)?“, „ob tej nalogi pomislim na [tukaj vstavite zakon], ste razmišljali o tem? Zakaj ne?“, „Ali lahko prosim razložite, zakaj ste se odločili za [nek specifičen korak]?“ itd.
- Pri razpravi o pomanjkljivostih poročila je pogosta napaka osredotočanje na nepomembno fiziko. Na primer, vprašanja na temo zanemarjanje zračnega upora pri nalogi padajočih magnetov niso primerna. Nasprotnik mora imeti občutek, kaj je za nalogo pomembno in kaj je ustrezno in smiselno zanemariti.
- Če poročevalec postavi vprašanje, naj nasprotnik odgovori. To je razprava in ne srečanje zgolj vprašanj in odgovorov. Vendar je treba upoštevati, da naj bi nasprotnik vodil razpravo.

Poročevalčeva vloga: med razpravo poročevalec zagovarja svojo rešitev in dokazuje svoje splošno razumevanje teme.

- Pomembno je, da vprašanja pravilno razumemo. Če kaj ostane nejasno, prosite nasprotnika za pojasnilo, za pomoč pa lahko zaprosite tudi svojo ekipo. Neproduktivno je razpravljati o nečem, kar temelji na nesporazumu.
- Odgovor prilagodite obsegu vprašanja in bodite čim bolj jasni in jedrnat. Če je nasprotnik zadovoljen z odgovorom in teme ne nadaljuje, preidite na naslednje vprašanje.



- Nasprotnik vodi razpravo in lahko ustavi poročevalca, če razprava zaide izven teme, postane po nepotrebnem dolga ali neproduktivna. Če pa poročevalec meni, da v odgovoru še vedno manjka kakšna ključna razlaga, lahko vljudno prosi nasprotnika, naj mu omogoči popoln odgovor, vendar mora biti odgovor čim bolj jedrnat.
- Ne izogibajte se vprašati nasprotnika, če se ne strinjate z njegovim mnenjem (npr. „zakaj se vam zdi to pomembno?“ ali „kakšno je vaše mnenje o tem vprašanju?“). Pogosto se zgodi, da nasprotnik sprašuje na slepo in poročevalec lahko to razkrije tako, da nasprotnika vpraša za njegovo mnenje. V razpravi morata imeti obe strani pravico vprašati, vendar naj bi nasprotnik vodil razpravo.
- Ne pozabite, da imate na koncu dvoboja še dve minuti časa, da razjasnite svoje stališče in odgovorite na neutemeljene kritike.
- Vredno je poznati prosojnice svoje predstavitve in jih oštevilčiti, da lahko po potrebi takoj prikažete ustrezno prosojnico.
- Priporočljivo je predvideti morebitna nasprotnikova vprašanja (vprašati se, kako bi nasprotoval lastni predstavitvi). Priporočljivo je pripraviti prosojnice z odgovori na ta možna vprašanja. Sem spadajo prosojnice s pomožnimi podatki ali rezultati, ki bi lahko bili pomembni v razpravi.

3.2.6.2.4. Povzetek razprave (1 minuta):

Ta del je zelo pomemben! Nasprotnikov cilj je podati jedrnat povzetek razprave in predstavitve. Upoštevajte, da bo po tem delu nasprotnik imel priložnost govoriti samo v odgovor na morebitna vprašanja.

- Izpostavite samo najpomembnejše točke, ne jih podrobno obravnavati.
- Izpostavite najboljše rezultate poročila in razprave, a tudi največje pomanjkljivosti in nesoglasja.

Splošno

3.2.7. Recenzija

Cilj recenzije je podati sodbo o raziskavi. Recenzent mora natančno poslušati predstavitev, nasprotovanje in razpravo. Njegova naloga je, da jih oceni in presodi: kdo je bil bolj prepričljiv, kako dobro je poročevalec zagovarjal svoje ugotovitve, ali je bil pripravljen sprejeti kritiko in priznati, če je storili napako, kako pomembna so bila vprašanja nasprotnika, ali je kaj prispeval k boljši rešitvi ali boljšemu razumevanju rešitve itd.

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



V razredu

Predlogi za izvedbo recenzij v razredu se razlikujejo. V obeh zgornjih predlogih recenzenti ocenijo tako poročevalca kot nasprotnika.

- Pri metodi PDP recenzenti imenujejo zmagovalca in kratko utemeljijo svojo odločitev.
- Pri metodi VSP poročevalca in nasprotnika ocenjujejo s pomočjo evalvacijskih tabel, učitelj pa lahko te rezultate uporabi za določitev zmagovalca.

Pri izvedbi v razredu recenzija ni močno poudarjena, vendar daje priložnost, da vključimo dijake, ki niso poročevalec ali nasprotnik. Omejen čas pri pouku je bolje porabiti za razpravo.

IYPT

Del naloge recenzenta je podoben kritični analizi nasprotnika, vendar mora recenzent v istem času zajeti veliko več tem. Torej je tukaj še toliko bolj pomembna jedrnatost in osredotočenost na ključne elemente.

Na tekmovanjih YPT ima recenzent tri priložnosti za pridobivanje točk: postavljanje vprašanj, vrednotenje celotnega postopka in presojanje ali podajanje lastnega mnenja. Recenzent naj bi pokazal lastno razumevanje fizike, čeprav ni udeležen v razpravi. Uporabno vodilo je, naj recenzent narediti to, kar bi rada naredila žirija. Običajno recenzent dobi dobre ocene če naslovi tiste točke, za katere žirija meni, da bi jih bilo treba nasloviti. Zato mogoče pomaga, če se recenzent postavi v vlogo splošnega komentatorja in ocenjevalca, pri čemer pa naj mu bo v vodilo ocenjevalni obrazec v [Dodatku 13](#).

Recenzentova vprašanja: recenzent mora skrbno spremljati celoten postopek. Čas za vprašanja naj izkoristi za obravnavo vprašanj, ki niso bila dovolj jasno odgovorjena v razpravi ali pri katerih se njegovo mnenje razlikuje od mnenja poročevalca, nasprotnika ali obeh. Tu je nekaj tipov vprašanj, ki jih lahko postavi recenzent:

- Prosite za utemeljitev določene odločitve, če ta še ni bila podana. To pokaže, da razumete fizikalno ozadje in ste ugotovili, da utemeljitev še ni bila podana.
- Prosite za mnenje poročevalca ali nasprotnika o določeni temi, če ni bilo podano. Včasih nasprotnik postavlja vprašanja, vendar o odgovoru ne poda svojega mnenja in poročevalec ga zanj ne vpraša. V teh primerih lahko recenzent pokaže, da je spremljal razpravo in ugotovil pomanjkljivosti.

Recenzentovo vrednotenje in presoja: Recenzent naj bi ovrednotil predstavitev, nasprotnikov nastop in razpravo. Hkrati naj bi podal svoje mnenje o bistvenih temah. Običajna strategija je naslednja:

- Ocenite raziskavo poročevalca in poudarite njene prednosti in pomanjkljivosti. Nekatera poročila imajo lahko močno eksperimentalno podlago, vendar slab teoretični model, nekatera pa lahko obratno. Večina poročil je nekje vmes, zato mora recenzent natančno pretehtati, katere točke so dobro opravljene, kje so pomanjkljivosti in kaj je ostalo nejasno. Recenzent mora tudi presoditi o veljavnosti ugotovitev.
- Presodite, ali je poročevalec izpolnil nalogo in ali je nasprotnik pravilno presodil, ali je poročevalec opravil nalogo.
- Recenzent lahko poda svoje mnenje, kako izboljšati poročilo.
- Povzemite nasprotnikov nastop. To pomeni, da predstavite, kaj se vam zdijo močne in



šibke točke predstavitve, ter ocenite, ali je na te močne in šibke točke opozoril tudi nasprotnik. Recenzent se lahko z nasprotnikom ne strinja in lahko poročevalca zagovarja, če se mu zdi kritika neutemeljena. Lahko naslovijo tudi točke, ki jih je nasprotnik izpustil, pa se recenzentu zdijo pomembne.

- Opozorite na vse bistvene točke razprave in navedite svoje mnenje o vsaki od njih. Zlasti je treba obravnavati vsa nesoglasja med poročevalcem in nasprotnikom ter jasno podati svoje stališče glede vsakega nesoglasja.
- Recenzent lahko oceni tudi razpravo kot tako, na primer lahko izrazi svoje mnenje, ali je bila razprava koristna za razjasnitev poročila in je segla globlje v fizikalno ozadje ali v tem pogledu ni veliko prispevala. Lahko oceni tudi ali je bila razprava zanimiva ali dolgočasna in ali je obravnavala pomembne teme ali pa je bil večji del časa zapravljen na manjših podrobnostih itd.
- Dobra praksa je opozoriti na bistvene vidike naloge (če obstajajo), ki niso bili prisotni niti v poročilu niti v analizi nasprotnika ali v razpravi. Recenzent mora navesti, zakaj se mu zdijo pomembni.
- Recenzent naj poda svoje mnenje o predstavitvi, kako prepričljiva je bila in kako dobro je nasprotnik preveril njeno veljavnost.

4. Zaključek

Prišli smo do konca priročnika. Poskušali smo strniti informacije, potrebne za izvajanje dejavnosti YPT v razredu in za pripravo učencev na tekmovanja IYPT. Veliko dodatnih informacij smo se odločili prestaviti v dodatke. Struktura priročnika je taka, da je glavni del kolikor mogoče kratek in vsebuje ključne informacije, ki jih potrebujete vsakič, ko pripravljate dejavnost YPT. Informacije v dodatkih pa podrobneje pojasnjujejo posamezne elemente v postopku in ko jih enkrat usvojimo, jih ni treba prebrati vsakič, ko pripravljamo dejavnost YPT. Zato smo jih odstranili iz glavnega dela.

Želimo vam veliko sreče pri dejavnostih YPT v razredu in/ali pripravi ekipe na tekmovanje!



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

Development of Inquiry Based
Learning via IYPT



Dodatki



Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



Dodatek 1: raziskovalno podprte koristi reševanja nalog odprtega tipa

Številne raziskave nakazujejo širok spekter koristi za študente, ki so vključeni v reševanje odprtih raziskovalnih nalog. V [1] so se avtorji pogovarjali z 61 znanstveniki in učitelji specifično o vplivu IYPT na dijake. Odgovori so potrdili pozitivne učinke na pridobivanje veščin za prihodnje naravoslovno delo, komunikacijske sposobnosti ter veščine skupinskega reševanja problemov.

V [2] so izvedli anketo med uspešnimi slovaškimi znanstveniki z namenom določiti najpomembnejše faktorje, ki so vplivali na njihovo zanimanje za znanost v osnovni šoli, srednji šoli, dodiplomskem in podiplomskem študiju. Znanstvena tekmovanja in kakovost učitelja sta se izkazala kot najpomembnejša faktorja.

Miroslava Urbašiková se je v [3] in [4] pogovarjala z več kot 100 bivšimi slovaškimi tekmovalci z IYPT in IPhO med leti 1998 to 2004. Vsi so že v službah in več kot 75% jih dela v znanosti. Prijema IYPT tekmovanj je tudi uporabila v razredu in pokazala, da pomagajo pri razvoju kompetenc, ki so navedene v učnem načrtu.

- [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

Dodatek 2: vrste poskusov

V znanosti imajo poskusi različne vloge. Prepoznati vrsto poskusa nam pomaga ugotoviti, kaj je namen poskusa in kakšni so torej cilji poskusa. V pristopu ISLE poskuse delimo na tri vrste: opazovalne, testne in aplikative.

- **Opazovalni poskus.** Namen opazovalnega poskusa je priti do razlage za opažen pojav. Običajno so koraki sledeči:
 - **Opaziti** pojav ali odvisnost.
 - **Predlagati model** (razlago) za pojav. V [Dodatku 3](#) so predstavljene različne vrste modelov. Preprosta razlaga pojava z besedami bi sodila med kvalitativne mehanistične modele.
 - Pomembno se je zavedati **predpostavk**, ki jih sprejmemo, ko gradimo model.



- **Testni poskus.** Namen testnega poskusa je testirati (preveriti) model. Testiranje modela vedno vključuje primerjavo med napovedjo modela in rezultati (izidi) poskusa. Običajno so koraki sledeči:
 - **Predlagati testni poskus.** Za testni poskus lahko uporabimo popolnoma nov poskus ali pa poskus, ki smo ga že naredili, pri čemer ga moramo na nek način spremeniti, da nam da podatke, ki jih še nismo upoštevali pri tvorjenju razlage.
 - **Nov poskus.** To je najboljša vrsta testnega poskusa. To naj bi bil povsem nov poskus, ki se razlikuje od opazovalnega poskusa. Uspešna napoved kaže, da je predlagani model prenosljiv v druge okoliščine in situacije.
 - **Sistematična ponovitev opazovalnega poskusa.** Cilj te vrste testnega poskusa je pokazati, da predlagani model resnično pojasnjuje izid opazovalnega eksperimenta. Običajno se izvede, kadar sta napoved modela ali izid opazovalnega poskusa tako zapletena, da takojšnje ujemanje med njima ni očitno. Lahko pa tudi, ko je opazovalni poskus kvalitativen, testni pa kvantitativen. Ta vrsta poskusa se največkrat uporablja pri nalogah YPT.
 - **Razširitev območja parametrov** zunaj območja opazovalnega poskusa je vrsta testnega poskusa, ki je kombinacija obeh zgornjih.
 - **Napovedati izid poskusa.** Glavna lastnost dobrega modela je sposobnost napovedovanja. Tako model testiramo. Preden izvedemo testni poskus napovemo, kaj bi se moralo pri poskusu zgoditi, če je model, ki ga predlagamo, pravilen. Osnovna struktura napovedi je nekako taka: „če je model pravilen, in izvedemo [testni poskus], potem bo rezultat tega poskusa [napoved izida].“ Priporočljivo je napoved narediti preden izvedemo poskus, da se izognemo morebitni pristranskosti. S primerno disciplino pa lahko napoved naredimo tudi po izvedbi poskusa, ko je jasno, kateri poskus bomo primerjali z modelom. Pomembno je le, da ko delamo napoved, ne upoštevamo rezultatov poskusa, s katerim bomo napoved primerjali. Napoved mora biti narejena samo na podlagi modela.
 - **Izvesti poskus.** Zapisati podatke.
 - **Primerjati izid poskusa z napovedanim izidom na podlagi modela.** Naredite ustrezno analizo podatkov, da lahko naredite primerjavo. Upoštevajte merske negotovosti.
 - **Ovrednotite model.** Ali se napoved modela dovolj dobro ujema z izidom poskusa?
 - **Če se ujemata,** začasno sprjememo model.
 - **Če se ne ujemata,** preverite predpostavke.
 - **Če so predpostavke utemeljene,** zavrnite model. Tak izid lahko pomaga izluščiti najboljši model med vaš predlaganimi. Če pa imamo samo en model, pomeni, da moramo zgraditi popolnoma nov model. Ponovite postopek za nov model.
 - **Če predpostavke niso utemeljene,** spremenite predpostavke in podajte novo napoved na podlagi popravljenega modela. Ponovite



postopek za nov model.

- **Aplikativni poskus.** Aplikativni poskusi so uporaba znanja za reševanje praktičnega problema. Med nalogami IYPT je naloga *Invent yourself* običajno tega tipa. Ena vrsta praktičnih nalog je izmeriti vrednost neke konstante ali parametra, npr. gravitacijskega pospeška, specifične toplote neke snovi ali vztrajnostnega momenta nekega telesa. Druga vrsta praktičnih nalog je načrtovati napravo, ki bo nekaj naredila, npr. seizmometer, termometer, generator naključnih števil ipd. Korali aplikativnega poskusa so običajno sledeči:
 - **Prepoznati znanje** fizike, ki ga bomo potrebovali za reševanje naloge.
 - **Načrtovati napravo ali postopek** in ga izvesti.
 - **Ovrednostiti učinkovitost** naprave ali postopke. Pri tem je treba najti nov, neodvisen način za merjenje iste količine oz. doseganje istega cilja in primerjati rezultate naša naprave z rezultati te neodvisne metode. Včasih, če ni razumno pričakovati še ene neodvisne metode, se lahko za primerjavo uporabi vrednost ali izid, ki je opisan v literaturi.

Dodatek 3: vrste modelov

Model. Beseda „model“ v širokem pomenu pomeni nekaj, kar lahko napove končni rezultat na podlagi začetnih podatkov. Modele lahko razdelimo na več vrst in stopenj.

- **Fenomenološki model.** Ta tip modela opisuje odvisnost med dvema količinama, ne da bi jo poskušal razložiti.
 - Najnižja stopnja je zgolj določiti, ali gre za naraščajočo ali padajočo funkcijo.
 - Fenomenološki model običajno vključuje matematično obliko funkcije (eksponentno, polinomsko, sinusno ...). Ta oblika je predvidena iz podatkov in ne temelji na nobenem fizikalnem odnosu ali izpeljavi.
- **Mehanističen model.** Ta vrsta modela vključuje vzročno-posledično povezavo med količinami. Večina modelov, pomembnih za IYPT, je te vrste.
 - **Kvalitativni model.** Dijaki osnovno dinamiko razumejo na opisni ravni. Razložijo lahko, kako parameter vpliva na sistem in kako to vpliva na izmerjeno količino. Vendar ne morejo izdelati matematičnega modela, ki poveže parameter z izmerjeno količino. Ta model je sposoben predvideti vedenje opazovane količine v smislu „povečanja“ ali „zmanjšanja“ in podobnega. Za zelo težke naloge IYPT je to morda najboljši model, ki ga lahko upravičeno pričakujemo od dijakov.
 - **Numerični kvantitativni model.** Dijaki dinamiko razumejo in jo lahko opišejo matematično, toda analitična izpeljava končnega rezultata je za dijake prezahtevna (nelinearne diferencialne enačbe, neintegrabilne funkcije...). V takih primerih je časovni razvoj sistema mogoče numerično modelirati iz dinamičnih enačb. Rezultat modela je mogoče uporabiti kot napoved in je običajno v obliki grafa ali simulacije.
 - **Razumevanje obstoječega kvantitativnega modela.** Za nekatere naloge je model

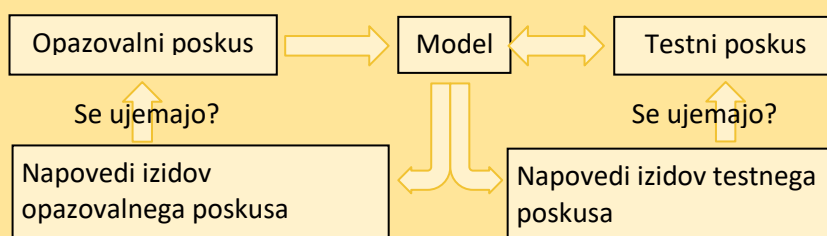


že izpeljan v literaturi in preveč zapleten, da bi lahko upravičeno pričakovali, da bodo sijaki izpeljavo ponovili. V takih primerih zadošča, da lahko dijaki pojasnijo končni rezultat. To pomeni: prepoznati dinamične enačbe, predpostavke in razumeti razloge za korake, izvedene pri izpeljavi. Na koncu naj bi dijaki razložili vlogo izbranega parametra v končnem rezultatu in jo utemeljili z začetnimi dinamičnimi odnosi (začetnimi enačbami).

- **Analitični kvantitativni model.** Dijaki predlagajo dinamične enačbe in izpeljejo končni rezultat. Ta model je običajno podan kot analitična enačba (funkcija), ki preiskovani parameter poveže z izmerjeno količino.
- **Predpostavke.** Model sestavljajo fizikalni zakoni, mehanizmi, kot so Newtonovi zakoni, Lenzovo pravilo itd., in predpostavke, kot so zanemarljiv zračni upor, adiabske spremembe, konstanten tlak itd. Včasih pravilo velja le, če veljajo predpostavke (na primer enačba za magnetno polje dolgega ravnega vodnika - v imenu ima „dolga“, da nas na to opomni). Če model ne velja, je lahko to posledica napačnih predpostavk, ne napačnih osnovnih zakonov. Tipičen primer je poševni met, ko zračni upor ni zanemarljiv.

Dodatek 4: malo več o testnih poskusih

Opazovanje, model, test. Namen opazovalnih poskusov je, da zgradimo model (razlago, enačbe). Namen testnih poskusov je, da model testiramo (preverimo). V raziskovanju sta ti dve vrsti podosto prepleteni, kot pojasnjeno v [Dodatku 2](#):



Spodaj sta primera obeh tipov testnih poskusov in razprava, kdaj je kateri primeren.

Primeri uporabe testnih poskusov. Po naših izkušnjah je vloga testnega poskusa najmanj razumljena med dijaki, zato tu ponujamo dva primera uporabe testnega poskusa.

Primer: padajoči magnet.	
Opazovanje:	Magnet pada počasneje, če pada skozi kovinsko cev.
Razlaga (kvalitativna):	Magnet inducira vrtnične tokove nad in pod sabo, ki delujejo na magnet z zaviralno silo, skladno z Lenzovim pravilom.
Testni poskus: (podtip „nov“)	Zarazati cev po dolžini, da preprečimo vrtnične tokove.



Napoved na podlagi rezlage:	Ker vrtilnični tokovi ne morejo več teči, bo magnet padal hitreje ali enako hitro kot brez cevi.
Izid:	Magnet pada hitreje.
Vrednotenje:	Napoved se ujema z izidom. Izgleda, da še vedno lahko rečejo neki tokovi, ki upočasnijo padanje magneta, a učinek je zmanjšan.
Primer: vzmetno nihalo	
Opazovanje:	Nihajni čas se povečuje z maso.
Razlaga (kvantitativna):	Iste vzmeti povzročijo enako silo, torej večja masa pomeni manjši pospešek. Čas potovanja je sorazmeren s (korenem iz) pospeška. Torej se nihajni čas poveča, če se poveča masa. $t_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$.
Testni poskus: (Podvrsta „ponovi“)	Izmerimo funkcijsko odvisnost med maso in nihajnim časom. (Natančno gledano je to ponovitev opazovalnega poskusa, ampak ker je prvotni opazovalni poskus kvalitativen, zdaj pa imamo možnost narediti kvantitativno primerjavo z modelom, je ta isti poskus zdaj v vlogi testnega poskusa.)
Napoved na podlagi razlage:	Odvisnost bo (kvadratno) korenska. Linearizirano: $t_0^2 \propto m$.
Izid:	Odvisnost je (kvadratno) korenska. Linearizirano: $t_0^2 \propto m$. Opomba: to je res ob predpostavki, da parametri ostanejo znotraj področja valjavnosti Hookovega zakona. Razširiti vrednosti parametrov izven tega področja je lahko napredna naloga za bolj motivirane dijake.
Vrednotenje:	Napoved se ujema z izidom. Opomba: koeficient naklona premice lahko primerjamo s koeficientom vzmeti, ki ga lahko izmerimo s Hookovim zakonom. Če bi pri takem poskusu bila cilj primerjava, bi bil testni poskus. Če pa določanje vrednosti koeficienta, bi bil aplikativni poskus.
Kdaj je potreben nov testni poskus?	
Pri YPT je včasih lahko primeren testni poskus tudi sistematično merjenje pri poskusu, ki je že služil kot opazovalni poskus. To je primerno v naslednjih primerih:	



- Rezultati opazovalnega poskusa so taki, da se jih ne da opisati s preprosto matematično funkcijo (linearno, kvadratno, korensko eksponentno). Tedaj je testiranje ujemanja z dejansko funkcijo, ki sledi iz modela, primeren testni poskus.
- Iz modela sledi zapletena enačba, za katero vizualizacija ni preprosta. Tipično je to kombinacija več preprostih funkcij. V takem primeru ni takoj očitno, ali se opažanja ujemajo z modelom in je primerjava spet primeren testni poskus.

V obeh primerih ujemanje napovedi modela z eksperimentalnimi rezultati ni zgolj vprašanje iskanja pravih koeficientov, temveč iskanje prave enačbe / izraza. Rezultati enačbe (napovedi modelov) zato niso očitni in jih je treba preizkusiti, da se preveri, če model dejansko pojasni pojav na zadovoljiv način.

Na splošno je potreben nov poskusni poskus, ki se razlikuje od opazovalnega poskusa v naslednjih primerih:

- Začetna razlaga je preprosta in se očitno ujema z opazovalnim eksperimentom.
- Kvantitativne napovedi izida opazovalnega eksperimenta ni mogoče izdelati na podlagi modela (enačbe so preveč zapletene, pojav je sam po sebi kvalitativen itd.). Tak primer bi bil padajoči magnet, kjer v izvirnem opazovalnem eksperimentu ni ničesar drugega kot čas padanja, ki ga je mogoče kvantitativno dodoločiti. Model za napovedovanje padajočega časa je mogoče izdelati z zadostnim znanjem, vendar morda presega znanje nekaterih ekip. Za te ekipe je bolje izvesti nov poskus, na primer padec skozi vrsto izoliranih zank, in kvalitativno napovedati smer toka v zankah nad in pod magnetom. Ali pa predlagati drugačen nov poskus, na primer padec skozi cev z režo v njej in napovedati, da naj bi se čas padanja skrajšal.

Dodatek 5: Preprost primer v razredu – vzmetno nihalo

Proces YPT posnema postopek znanstvenih raziskav. V tem poglavju opisujemo preprost primer, ki ga lahko uporabimo za celoten razred, in ponazarja postopek in njegove korake

Izbira naloge

Nalogo najpogosteje predlaga učitelj, seveda.

1	Navedba naloge:	<i>Vzmetno nihalo je narejeno iz ene ali več vzmeti, pritrjenih na nosilec, in mase, pritrjene na vzmet/i. Raziščite, kako sta oblika nihanja in nihajni čas odvisna od relevantnih parametrov.</i>
2	Prikaz poskusa, če je potrebno:	Prikažemo lahko skico, video posnetek ali dejanski poskus, da predstavimo pojav, ki naj bi ga dijaki raziskali. Nemen tega je, da ni dvoma o tem, kateri pojav raziskujemo.

Kaj že vemo: začetni model

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



3	Začetni (naiven) model	Dijaki imajo avtomatično neko predstavo o tem, kaj se dogaja pri poskusu. Človeški možgani delujejo tako, da za vsako novo informacijo pobrska po spominu, ali to že poznajo in poskusijo opredeliti, kam to sodi.
		Dijaki naj eksplicitno izrazijo to predstavo.
		Ta naivna ideja je vir idej o tem, kaj bi bilo vredno raziskati. Vir možnih raziskovalnih vprašanj.
		Vzmet na maso deluje s povratno silo, ko maso premaknemo iz ravnovesne lege.
4	Relevantni parametri:	Iz postavitve: masa, vzmet, trenje, začetni odmik od ravnovesne lege. Iz teorije: vzmet deluje na maso s silo. Masa se premakne za določeno razdaljo. Možno je tudi trenje. Newtonovi zakoni gibanja, Hookev zakon. Torej: vzmetni koeficient, masa, trenje, začetni premik.
Izbira, kaj nadalje raziskati		
Vsaka skupina se odloči, kakšno odvisnost bo izmerila. To da raziskovalna vprašanja (RV)		
5	Osnovna RV:	Kako je nihajni čas odvisen od koeficienta vzmeti?
		Kako je nihajni čas odvisen od mase?
		Kako je nihajni čas odvisen od začetnega odmika?
6	Srednje zahtevna RV:	Kako je nihajni čas odvisen od naklona (na klancu)?
		Kako je nihajni čas odvisen od trenja (pod kritičnim primerom)?
7	Napredna RV:	Kako je nihajni čas odvisen od trenja (kritičen in nadkritičen primer)?
		Kako se nihajni čas spremeni za velike odmike od ravnovesne lege?
		Je nihanje popolnoma harmonično? Kolikšna je neharmoničnost?
		Kako se gibanje spremeni, ko je masa nihala lažja od vzmeti ali ima z njo primerljivo težo?
		Kako se gibanje spremeni, ko deformacija vzmeti ni več elastična?
		Kaj če je nihanje pravokotno na vzmeti?
		V katerih primerih se pozna sklopitev med nihanjem v načinu vzmetnega nihala in v načinu matematičnega nihala? V katerih okoliščinah so nihajni načini najbolj sklopljeni?



Nekatere od zgornjih pojavov lahko učitelj predstavi tako, da učenci vedo, da obstajajo, in se lahko odločijo, da jih bodo raziskali. Ta pripravljalna faza lahko traja do 20 minut.

Izdelava naprave in izvedba opazovalnih poskusov.

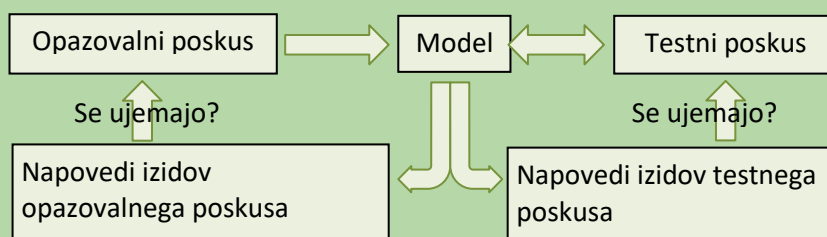
V naslednjih 20 minutah dijaki zgradijo svojo napravo in opravijo začetne meritve.

8	Zgraditi napravo	Zgraditi napravo.
		Izvrsti merilno opramo (štoparice, ravnila, tehtnice).
9	Začetni (opazovalni) poskusi:	Opraviti nekaj meritev:
		• Dobiti občutek za smiselna področja vrednosti spremenljivk.
		• Dobiti občutek o obliki odvisnosti.
		• Prepoznati potencialne eksperimentalne težave (stojala se prevračajo pri velikih amplitudah ali masah, omejitve raztezka vzmeti...)

Ti predhodni poskusi imajo dva namena: dati občutek za bolj sistematične poskuse in dati izhodišče za izdelavo modela ali razlage.

Sistematični opazovalni, ki so lahko testni poskusi

Z opazovalnimi poskusi se gradi model (razlago, enačbe). Testni poskusi služijo preizkušanju modela. V raziskavah se pogosto prepletajo:



Dijaki naj samo upoštevajo, da je končni cilj primerjati „poskus s teorijo“, bolje rečeno: „izide poskusov z napovedmi modela“. To pomeni, da bi morali imeti v mislih vsaj delen, naiven model, da vedo, s čim bodo primerjali meritve. Zato je koristno, da izrecno navedejo svoj naiven model. Namen sistematičnih meritev je dodelati model in pridobiti podatke za morebitno primerjavo z modelom.

10	Sistematičen (testni) poskus	Namen sistematičnih poskusov je ugotoviti, ali se napovedi modela ujemajo z eksperimentalnimi rezultati. Ne glede na to, ali je model izdelan vnaprej ali pozneje.
11	Zbiranje podatkov	Izberite dovolj vrednosti neodvisne spremenljivke. Vsaj tri. Za maso, koeficient vzmeti in in amplitudo bi morale 5 različnih vrednosti zadoščati.
		Razpredite jih tako, da pokrivajo celotno zanimivo območje: večino razpoložljivega obsega ali obsega, kjer so spremembe odvisne



		spremenljivke (v našem primeru nihajnega časa) precejšnje.
		Vsako točko izmerite večkrat, da dobite statistiko in oceno napake. Vsaj tri meritve za vsako točko (vendar bi bilo približno 6 boljše).
12	Oceniti negotovosti	Iz ponovljenih meritev izračunajte povprečje in standardni odklon vsake točke. To da oceno negotovosti meritve (error bar).
		Drugi vir negotovosti so same merilne naprave. Tehnice, metri, optična vrata, termometri imajo omejeno ločljivost in prirojeno negotovost. To je še posebej pomembno, če meritev ni mogoče ponoviti.
13	Predstaviti podatke	Narišite graf vsakič, ko je to mogoče.
		Označite osi in enote.
		Narišite negotovosti podatkov (error bare).
Gradnja modela		
Model je končni cilj znanosti. Razlaga pojavov. Obstaja več stopenj modelov.		
14	Fenomenološki model	Ta model opisuje podatke.
		Primeri: $t_0 = C\sqrt{m}$, $t_0 = C\sqrt{1/k}$. Nihajni čas t_0 je neodvisen od amplitude. Dijake lahko naučimo, da pridejo do takih modelov tako, da izrišejo podatke v različnih oblikah: y od x, y^2 od x, y od x^2 , $\ln(y)$ od x, y od $\ln(x)$, y od $1/x$, itd.
		Gre zgolj za matematični opis opazovanih podatkov (je relacija kvadratna, eksponentna, linearna ...) brez vzročne razlage, zakaj je taka.
		To je najnižja dosegljiva raven. Pri preprosti nalogi se pričakuje le od dijakov z najnižjimi dosežki, vendar celo njim omogoča izdelavo modela in uspeh pri nalogi. Večina dijakov bi morala biti sposobna zgraditi vzročno posledično razlago.
		V primeru zelo zapletenih problemov, je tak model sprejemljiv tudi na tekmovanjih YPT, vendar običajno ni ocenjen zelo visoko.
15	Kvalitativna razlaga	Predlagajte kvalitativno razlago, zakaj se pojav zgodi. Zadošča pojasnilo z besedami.
		Poiščite kvalitativne odnose: močnejša kot je sila, večji je pospešek; večji kot je pospešek, manj časa je potrebnega, da telo prepotuje določeno razdaljo; večja kot je masa, manjši je pospešek ...



16	Kvantitativni model	Predlagajte kvantitativni model:
		Poiščite kvantitativne zveze med količinami ($F = kx$, $a = F/m$, $x = at^2/2$)
		Poskusite povezati odvisno spremenljivko (nihajni čas) z neodvisno spremenljivko (masa, koeficient vzmeti, ...). V srednji šoli se ne pričakuje od dijakov, da bodo rešili diferencialno enačbo, vendar bi morali biti sposobni priti do zveze $t_0^2 \propto k/m$.
Primerjava Najpomembnejši del znanstvenega pristopa je primerjanje napovedi modela z rezultati eksperimenta. To je tudi najpomembnejši del raziskovalnega dela dejavnosti YPT.		
17	Napoved	Kvalitativna: Nihajni čas bi se moral manjšati z nanaščajočo maso ob istem koeficientu vzmeti in naraščati s koeficientom vzmeti ob isti masi. Podobne napovedi lahko naredimo tudi za druge parametre.
		Kvantitativna: Kvantitativni model da $t_0 = \sqrt{2}\sqrt{m/k}$. Ampak za primerjavo zadošča $t_0 = C\sqrt{m/k}$, kjer je C nek neznan koeficient. Nekateri dijaki bodo mogoče uspeli izpeljati pravilno zvezo $t_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$.
18	Primerjava	Na graf izmerjenih podatkov narišejo graf napovedi.
		Linarizirajo: Naredijo graf linearen, tako da na navpično os narišejo t_0^2 namesto t_0 . To je najboljši način za preverjanje oblike grafa, ne da bi bili pozorni na natančne koeficiente. In na tej točki je to dovolj.
		Kako dobro se predvidena črta ujema s podatki? Je znotraj intervalov negotovosti ali ne? V naših preprostih primerih bi morale zadoščati, da je odvisnost korenska. Pravi model za poskus je $t_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$. Toda ni mogoče pričakovati od vseh dijakov, da bi ga izpeljali. Sprejemljiv model za je že $t_0 = \sqrt{2}\sqrt{m/k}$, ki se ga da izpeljati ob predpostavki, da se sila ne spreminja z lego.
		Pojasnijo morebitna neskladja. Nekateri učenci faktorja 2π namesto $\sqrt{2}$ morda ne bodo mogli v celoti razložiti. Lahko pa upoštevajo dejstvo, da predpostavka konstantne sile ni upravičena. Sila, in zato pospešek, se zmanjša v bližini ravnovesnega položaja. To bi moralo podaljšati čas potovanja. Faktor 2π je večji od $\sqrt{2}$. To je dovolj dobra razlaga na tej stopnji. Nekateri učenci lahko izpeljejo pravilno enačbo, toda tudi v tem primeru lahko pride do odstopanj od modela, ki jih je treba pojasniti.



Poročanje o izsledkih in vrstniška recenzija (peer review)

Naslednja in verjetno najpomembnejša faza v celotni dejavnosti YPT sta poročilo in vrstniška recenzija. Vrstniško recenzijo izvede skupino vrstnikov, katere naloga je preizkusiti trdnost poročila.

19	Poročilo	Dijaki navedejo svoja raziskovalna vprašanja; svoje cilje raziskave.
		Predstavijo svojo eksperimentalno postavitev in postopek zbiranja podatkov.
		Predstavijo svoje rezultate. Po možnosti v grafični obliki. Odvisnost nihajnega časa od mase lahko enostavno predstavimo grafično. Vključeni morajo biti intervali negotovosti (error bars).
		Dijaki predstavijo svojo razlago pojava: večja kot je masa, manjši je pospešek, večji je nihajni čas. Če dijaki najdejo kvantitativni model, je še boljše: $t_0 \propto \sqrt{m/k}$.
		Dijaki predstavijo primerjavo med svojim modelom in meritvami.
		Dijaki jasno odgovorijo na svoja raziskovalna vprašanja.
20	Recenzija in razprava	Druga skupina dijakov preveri, kako trdni so zaključki poročevalske skupine.
		Preverijo kateri koli del poročila, za katerega menijo, da ga je treba pojasniti, ali se jim zdi nepravilen (običajno model). Če se podatki izkažejo za nepričakovane, je treba preveriti postavitev poskusa.
		Zastavijo vprašanja, da preverijo, ali poročevalska skupina pozna osnovno relevantno fiziko.

S tem se zaključi postopek YPT. Lahko se doda faza ocenjevanja, kjer nekdo (po možnosti druge skupine) oceni poročilo in razpravo. O tem je več povedanega v glavnem delu priročnika.

Dodatek 6: IYPT primer – padajoči magneti

Ta dodatek predstavlja primer naloge, obravnavane na različnih ravneh IYPT.

Naloga

1	Navodilo naloge	<i>Ko močan magnet pada skozi neferomagnetno kovinsko cev, naj deluje zaviralna sila. Raziščite pojav. (2014, problem 16)</i>
---	-----------------	---

Ta težava je v skladu z vsemi predlogi za izbiro težave: magnet je razmeroma enostavno dobiti,



prav tako pa tudi kovinske cevi. Za računalnike so na voljo aplikacije, ki služijo kot osciloskop, če so napetosti dovolj nizke.

Začetno opazovanje

2	Izvesti poskus, kot je opisano v nalogi.	Preprosto pustite, da magnet pade skozi kovinsko cev. V skoraj vseh primerih, dokler so si premeri podobni, bo učinek zelo izrazit.
---	--	---

Kaj že vemo: začetni model

3	Začetni (naiven) model	Dijaki si naravno ustvarijo predstavo o tem, kaj se dogaja.
		Spodbujati jih je treba, naj to idejo izrecno navedejo.
		Ta naivna ideja je vir idej o tem, kaj bi bilo vredno raziskati. Vir možnih raziskovalnih vprašanj.
		Ko magnet pada, se magnetno polje na vsakem položaju v cevi spreminja. Posledica tega so vrtnični tokovi, ki po Lenzovem pravilu nasprotujejo spremembi magnetnega polja. Polje teh tokov nekako privede do zaviranja padca magnetu.
4	Relevantni parametri:	Padanje: masa magnetu. Električni tokovi: upornost cevi: specifična upornost materiala, debelina cevi, premer cevi. Interakcija med magnetnim poljem in cevjo: jakost magnetnega polja (število magnetov), razdalja med magnetom in cevjo.

Izbira, kaj želijo nadalje raziskati

Različne ekipe se bodo odločale o različnih ciljnih raziskave. V vsakem primeru pa je pričakovano, da ekipe raziščejo odvisnost od prepoznanih parametrov. Več parametrov raziščejo, bolje je. V splošnem je bolje, da en parameter raziščejo poglobljeno, nekaj pa površno kot več površinsko in nobenega poglobljeno.

5	Raziskovalna vprašanja osnovne ravni:	Kako je čas padanja odvisen od premera cevi?
		Kako je čas padanja odvisen od materiala cevi?
		Kako je čas padanja odvisen od mase magnetu (ob enakem magnetnem polju)
6	Raziskovalne vprašanja	Kako je čas padanja odvisen od števila magnetov? (Število magnetov spreminja maso, geometrijo in gostoto magnetnega polja.)



	srednje ravni:	Ali lahko pokažemo, da so v cevi tokovi?
7	Napredna raziskovalna vprašanja:	Kakšna je „oblika“ tokov v cevi? Kakšna so še druga gibanja magnetov, poleg padanja? Kako oblika magnetov vpliva na njegovo gibanje med padanjem? (Zelo težko je spremeniti geometrijo magnetov, hkrati pa ohraniti konstanto jakosti magnetnega polja.)
Gradnja naprave in izvajanje opazovalnih poskusov Dijaki glede na zastavljena raziskovalna vprašanja izdelajo naprave in izvedejo meritve. Ta postopek se pogosto izvaja vzporedno z izdelavo modela. Dijaki se pogosto ne zavedajo korakov, ki jih izvajajo med raziskovanjem: izdelajo model, izvedejo poskuse, primerjajo z modelom, izboljšajo model, izvedejo poskuse, primerjajo z modelom ... Običajno sta v predstavitvi navedena le končni model in končna primerjava.		
8	Izdelajo napravo	Izdelajo napravo. Izberejo merilno opremo (štoparice, ravnila, tehtnice, osciloskop, optična vrata, ...)
9	Začetni (opazovalni) poskusi	Izvedejo nekaj meritev: • Dobijo občutek za smiselne intervale vrednosti spremenljivk. • Dobijo občutek o odvisnosti količin. • Prepoznajo morebitne eksperimentalne težave (stojala padajo, težava z merjenjem, optična vrata se ne prožijo, kako meriti lego kroglice v cevi, ...)
Naslednje se v tem primeru nanaša predvsem na raziskovalna vprašanja osnovne in srednje ravni.		
10	Sistematični (opazovalni/te stni) poskusi	Namen sistematičnih testnih poskusov je ugotoviti, ali se napovedi modela ujemajo z rezultati poskusov. V tem primeru bodo modeli verjetno kvalitativni, torej je tudi primerjava lahko le kvalitativna. Če pa poskusov ne izvajamo z namenom primerjave z napovedmi modela, pač pa za pridobivanje dodatnih informacij, potem poskusi niso testni, temveč opazovalni. Namen sistematičnih opazovalnih poskusov je zgraditi model. V tem primeru bodo, če se omejijo na cilje raziskovalnih vprašanj osnovne in srednje ravni, gradili fenomenološki model (glej Dodatek 3): kvantitativni opis (ne razlago) pojava. Razlaga bo verjetno ostala kvalitativna.
11	Zbiranje podatkov	Izberite dovolj različnih parametrov. Vsaj tri (premeri cevi, material cevi, debelina cevi,...).



		Razporedite vrednosti tako, da po možnosti zajemajo celotno zanimivo območje.
		Vsako točko izmerite večkrat, da dobite statistiko in oceno napake. Naredite vsaj tri meritve (vendar bi bilo približno 6 boljše) za vsako točko.
12	Predstavitev podatkov	Narišajo graf, kadar je le mogoče.
		Označijo osi in enote.
		Narišajo intervale negotovosti (izhajajo iz večkratnih meritev).
Sledeče se nanaša predvsem na napredna raziskovalna vprašanja.		
13	Nov testni poskus	Testni poskusi za testiranje kvalitativnega modela so kvalitativni. Model navaja en ključni vzrok za upočasnitev magneta: tokovi v cevi. Testni poskusi morajo zato preverjati, ali v cevi res obstajajo tokovi.
		Poskus 1: Narežejo eno ali več rež po dolžini cevi. To naj bi preprečilo vrtnične tokove ali vsaj drastično spremenilo njihovo geometrijo.
		Poskus 2: Zamenjajo cev s tuljavo. V tem primeru se morajo tokovi, ki tečejo v nasprotnih smereh nad in pod magnetom, izničiti, razen na samih robovih tuljave. To bi moralo skoraj izničiti zaviranje. Učinek zaviranja bi se moral povečati, če se uporabi več tuljav, saj se tokovi na robovih tuljav ne izničijo.
		Poskus 3: Pustite, da magnet pade skozi prevodne obroče (kratke tuljave). Med kontakti obročev naj bi se pojavil sunek inducirane napetosti pred in po prehodu magneta. Več takšnih obročev lahko uporabite namesto cevi, da lahko izmerite odvisnost vrtničnih tokov od lege in časa.
		Poskus 4: Uporabite obroče različnih oblik in različnih geometrij za modeliranje pričakovanih oblik vrtničnih tokov v prejšnjih poskusih. Primerjajte rezultate: ali se učinki različno oblikovanih obročev ujemajo z učinki cevi, ki naj bi jih obroči modelirali?
14	Zbiranje podatkov	Izberite dovolj vrednosti neodvisne spremenljivke. Najmanj tri (premeri cevi, material cevi, debelina cevi...).
		Razširite območje vrednosti tako, da po možnosti zajemajo celotno zanimivo območje.
		Vsako točko izmerite večkrat, da dobite statistiko in oceno negotovosti. Vsaj tri meritve (bolje 6) za vsako točko.
15	Predstavitev podatkov	Narišite graf, kadar je le mogoče.
		Označite osi in enote.
		Narišite intervale negotovosti (error bars), ki izhajajo iz ponovitev meritev.
Gradnja modela Model je končni cilj, vendar je odvisno od naloge razumno pričakovati različne ravni modela. Za padajoči magnet bi pričakovali fenomenološki in kvalitativni model. Kvantitativni model bi presegel tisto, kar naj bi dijaki vedeli, vendar bi ga kljub temu lahko dosegli.		



16	Fenomenološki model	S tem modelom opišemo podatke.
		Primeri: Iskanje funkcije, ki z razumno natančnostjo opisuje odvisnost časa padanja od materiala cevi, premera cevi ali debeline cevi. To je le matematični opis brez vzročne razlage ali fizikalne utemeljitve.
17	Kvalitativna razlaga	Predlagajte kvalitativno razlago. Z besedami opisano, zakaj se to zgodi.
		Primer: - Zaradi gibanja magneta se magnetno polje znotraj cevi nenehno spreminja. To inducira napetost, kar povzroči vrtilne električne tokove. - Po Lenzovem pravilu bo magnetno polje teh tokov nasprotovalo spremembi. Pred magnetom se magnetno polje povečuje. Vrtilni tokovi bodo torej ustvarili magnetno polje, ki nasprotuje smeri magnetnega polja magneta. Za magnetom se magnetno polje zmanjšuje. Vrtilni tokovi bodo torej ustvarili polje, ki bo v isti smeri magnetnega polja magneta. - Polje pod magnetom potisne magnet navzgor, polje za magnetom pa magnet potegne navzgor. To je opažena zaviralna sila.
18	Kvantitativni model	Kvalitativnemu modelu dodamo kvantitativne zveze (enačbe).
		Primer: - Magnetni moment lahko približno izračunamo iz magnetnega polja kot $m = C_1 B V$, kjer je V prostornina magneta, C_1 pa konstanta. - Inducirana napetost v zanki je v prvem približku $U_i = C_2 dB / dt$. - Tok zaradi inducirane napetosti je v prvem približku $dI = C_3 U_i w dz / (\zeta r)$, kjer je r polmer cevi, w debelina cevi in ζ specifična upornost materiala cevi. - Magnetni moment tokovne zanke je v prvem približku $m = C_4 I r^2$. - Sila med dvema magnetnima momentoma je v prvem približku $F = C_5 m_1 m_2 / z^4$, kjer je z razdalja med magnetnima momentoma. - Če te zveze združimo, dobimo $F = C_6 V B dz / dt w r / \zeta \int_0^L \text{grad}(B(z')) / z'^4 dz'. \quad (1)$ - Tu je dz / dt navpična hitrost magneta, ki jo lahko obravnavamo kot konstanto, ko dosežemo ravnovesje. - Iz te enačbe lahko dobimo oceno končne hitrosti: $v_{z0} = C_7 m g \zeta / (V B w r \int_0^L \text{grad}(B(z')) / z'^4 dz').$ - Z ustreznimi približki bi se mogoče dalo izračunati tudi integral. Tu smo upoštevali le čas padanja. Zaradi nestabilnega ravnovesja, ki ga ustvarjajo vrtilni tokovi pod magnetom, pride do precesije magneta. To je zahtevnejši pojav, ki ga lahko raziščemo na podoben način kot samo



		padanje. Vendar se tu z njim ne bomo ukvarjali.
19	Numerični model	Če kvantitativnega modela ni mogoče rešiti analitično, lahko namesto njega uporabimo numerično simulacijo. Če razrežemo cev na različne rezine, lahko dobimo razumno napoved za tok v vsaki rezini in silo zaradi tega toka. Nato lahko numerični izračun prikaže rezultat bodisi za končno hitrost bodisi za čas padanja.
Primerjava Najpomembnejši del znanstvenega pristopa je primerjanje napovedi modela z rezultati eksperimenta. To je tudi najpomembnejši del raziskovalnega dela priprave na IYPT.		
20	Napovedi	Kvalitativne: * Če v cevi naredimo rezo, se čas padanja zmanjša. * Če cev zamenjamo s tuljavo, bo čas padanja enak kot pri prostem padu. * Močnejši kot je magnet (z enako maso), daljši je čas padanja. * Večja je prevodnost cevi, daljši je čas padanja. * Debelejša kot je cev, daljši je čas padanja. * večja je masa magneta (pri istem magnetnem polju), krajši je čas padanja. Kvantitativni: Kvantitativni model da enačbo (1) zgoraj. Vrednosti številnih količin lahko napovemo s pomočjo te enačbe: * čas padanja, * končna hitrost, * graf hitrosti v odvisnosti od lege, * odvisnost vseh teh količin od vseh parametrov v enačbi. Napoved naj bi se ujemala z vrednostmi, ki so bile izmerjene eksperimentalno. Najlažje jih je eksperimentalno izmeriti verjetno padajoče (m), padajoče (w), padajoče (r) in padajoče (B).
21	Primerjava	Če so napovedi samo kavalitativne, potem pač te napovedi primerjamo z izidi. Npr. je bil čas padanja res krajši? Za kvantitativne napovedi: Narišite graf predvidene vrednosti v primerjavi z neodvisno spremenljivko. Na primer graf $t_{\text{padanja}}(m)$, $t_{\text{padanja}}(w)$, $t_{\text{padanja}}(r)$ ali $t_{\text{padanja}}(B)$. Linearizirajte: naredite grafe linearne, tako da na primer na vodoravni osi narišete $1/w$ ali $1/r$. Ta grafa morata biti linearna, če je predpostavka, da je končna hitrost dosežena zelo hitro, pravilna. Kako dobro se predvidena črta ujema s podatki? Je znotraj intervala negotovosti ali ne? Pojasnite morebitna neskladja. Če predvidoma linearni grafi niso linearni, kaj bi lahko bili vzroki? Je bila predpostavka, da je končna hitrost dosežena zelo kmalu, pravilna? Kakšne spremembe pričakujemo na



		grafu, če predpostavka ni pravilna in ali gre za spremembe, ki jih dejansko opazimo? Je bila oblika magnetnega polja pravilno ocenjena?
Poročanje o ugotovitvah in razprava To je najpomembnejša faza procesa IYPT in faza, ki se opravi na turnirju.		
22	Poročilo	Dijaki navedejo svoja raziskovalna vprašanja; svoje cilje.
		Predstavijo svojo eksperimentalno nastavitev in postopek zbiranja podatkov.
		Predstavijo svoje rezultate. Po možnosti v grafični obliki. Odvisnost časa padanja od mase lahko enostavno predstavimo grafično. Vključeni morajo biti intervali negotovosti (error bars).
		Dijaki predstavijo svojo razlago pojava: spreminjajoče se magnetno polje zaradi padajočega magneta povzroči vrtnične tokove v cevi, ki po Lenzovem zakonu delujejo na padajoči magnet z lastnim magnetnim poljem.
		Dijaki predstavijo primerjavo med svojim modelom in meritvami.
		Dijaki predstavijo jasne odgovore na svoja raziskovalna vprašanja.
23	Razprava	Druga skupina študentov (nasprotnik) preveri, kako trdni so zaključki poročevalske ekipe.
		Preverijo kateri koli del poročila, za katerega menijo, da ga je treba razložiti, ali za katerega menijo, da je nepravilen (običajno model). Če so podatki nepričakovani, je treba preveriti postavitve poskusa.
		Zastavijo vprašanja, da preverijo, ali poročevalčeva skupina pozna osnovno relevantno fiziko.
		Nasprotnikova ekipa ne bi smela predstaviti lastne rešitve problema. Vprašanja naj temeljijo na tem, kaj je poročevalec predstavil. Običajno temeljijo na osnovni fiziki, vključeni v model poročevalca, na eksperimentalni postavitvi in na zmanjševanju eksperimentalnih negotovosti. Vendar nasprotnika spodbujamo, da predstavi svoje mnenje o obravnavanih temah in tu mu lahko pomaga poznavanje problema.
		Primeri primernih vprašanj in mnenj: * „Zakaj mislite, da bo končna hitrost dosežena že na kratki razdalji?“ Nasprotnik morda ve, da ni dosežena že na kratki razdalji, vendar tega ne sme povedati, ker tega ni v podatkih, ki jih je predstavil poročevalec. Namesto tega se lahko osredotočijo na razlago poročevalca (ali pomanjkanje le-te) in predstavijo



		svoje mnenje v obliki: „Pri modelu prostega pada bi magnet dosegel izmerjeno hitrost pri (na primer) polovici dolžine cevi, zato nisem prepričan, da bo ta hitrost dosežena veliko prej." To temelji na osnovni fiziki in sklepanju ter na nobenih nasprotnikovih podatkih ali modelih. * „V primerjavi med podatki in teorijo obstajajo neskladja. Kako jih lahko razložite?" Namen tega vprašanja je preveriti poročevalčevo znanje osnovne fizike. Nasprotnik lahko predstavi svoje mnenje kot: „Menim, da je to posledica tega, da končna hitrost ni dosežena takoj, kot to predpostavlja model..." Če se poročevalec in nasprotnik ne strinjata glede možnih vzrokov, se lahko pojavi smiselna razprava. * „Če telo ne bi doseglo končne hitrosti na kratki razdalji, kako bi to spremenilo vašo teoretično napoved?" To vprašanje temelji na predstavljenem modelu in je hipotetično, zato lahko nasprotnik poda svoje mnenje, ne da bi se skliceval na lastne podatke: „Menim, da bi se v začetnem delu spremenil na [tak in tak] način, potem pa bi bil naklon grafa enak ". * „Kako bi še bolj zmanjšali merske negotovosti? ". Nasprotnik lahko poda svoje mnenje kot: „Lahko ponovite meritev večkrat. Za merjenje časa bi lahko uporabili optična vrata." ... Pričakovano je, da nasprotnik ponudi predloge za izboljšave. Primeri neprimernih vprašanj in mnenj: * „Predstavili ste [tak in tak] model, vendar vemo, da če pravilno izpeljete enačbo..." To se sklicuje na nasprotnikove lastne podatke ali model. * „Vaš odgovor je bil, da če naredimo rezo v cevi, to ne bi vplivalo na čas padanja, vendar iz lastnih poskusov vemo, da..." To se spet sklicuje na nasprotnikove lastne podatke. Po drugi strani bi bilo primerno, če bi bilo mnenje predstavljeno kot: „Vaš model pravi, da so vrtnični tokovi vzrok za zaviralno silo, zato bi si predstavljal, da bi rez v cevi preprečil vrtnične tokove in tako bi se čas padanja zmanjšal ".
S tem se zaključí proces IYPT.		

Dodatek 7: Vodenje eksperimentalnega dela

Eksperimentalno delo lahko vodimo na različne načine. Tabele za samoevalvacijo (rubrike) so se izkazale kot dober način za vodenje eksperimentalnega dela brez podajanja posebnih navodil. V tabelah so opisana pričakovanja in tudi običajne pomanjkljivosti. Dijaki naj se med delom posvetujejo z njimi in samoocenijo, ali so dosegli vse, kar se pričakuje ali ne. V dodatek vključujemo dve tovrstni tabeli. Učitelji jih morajo preizkusiti, da ugotovijo, kakšne vrste tabele najbolj ustrezajo njim in njihovim učencem. Na raziskavah utemeljen nabor tabel, ki so ga oblikovali razvijalci pristopa ISLE, lahko najdete tudi na [1]. Vendar so slednje precej obsežne in bi



utegnile komu sprva izgledati zastrašujoče. Ocenjevalni obrazec IYPT od leta 2018 naprej je tudi oblikovan v obliki tabel za (samo)evalvacijo in njegova zadnja različica (do časa pisanja) je vključena v Dodatek 13. Seveda bodo tisti učenci, ki tabel za samoevalvacijo še niso uporabljali, potrebovali nekaj začetnega usposabljanja, vendar je to dobro vložen čas, glede na to, da so tabele zelo splošne in jih je mogoče uporabiti pri vseh laboratorijskih nalogah brez sprememb. Če se tabele uporabljajo redno skozi vso srednjo šolo, bodo dijaki do 16. ali 17. leta, ko običajno kandidirajo za tekmovanja YPT, že dobro seznanjeni z njihovo uporabo.

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

Dodatek 8: Kaj je pričakovano? Kako „nova“ mora biti raziskava?

V ocenjevalni tabeli IYPT je kategorija za „lasten prispevek“. Pogosto se zastavlja vprašanje, kako inovativni bi morali biti rezultati, zlasti v primerih, ko obstaja znanstveni članek, ki v celoti obravnava problematiko določene naloge. Tu predstavljamo tisto, kar se pričakuje kot „novo“ na tekmovanju YPT.

- Znanstveni članki so običajno preveč formalizirani. V teh primerih se osnovna fizikalna razlaga skriva za zahtevnimi matematičnimi izračuni. Razvoj (drugačnega) kvantitativnega opisa in poenostavitev matematike lahko štejemo za nova rezultata.
- Sprejemljivo je tudi, da ponavimo poskuse z lastno postavitvijo in potrimo ali izboljšamo rezultate.
- Za številne naloge, ki vključujejo dinamiko tekočin, je osnovno razumevanje pojava, nekaj kvantitativnih poskusov in poskus fenomenološkega opisa opazovanj največ, kar lahko razumno pričakujemo.
- Po drugi strani pa je treba pri nalogah, pri katerih je osnovna razlaga preprosta, več pozornosti nameniti izvirnosti raziskave in poglobljenosti eksperimentalne / teoretične obravnave, tj. zastaviti in raziskati je treba napredna vprašanja.

Dodatek 9: Kako motivirati dijake?

Kljub temu, da se učitelj odloči za aktivnost YPT v razredu, je pomembno, da dijaki vidijo namen in koristnost te dejavnosti, da se primerno aktivno vključijo vanjo. Glavna motivacija večine dijakov je možnost za ustvarjalnost in uspeh, ki izvira iz odprtega problema: priložnost, da se sami odločijo, kako pristopiti k problemu, in prispevajo s svojimi specifičnimi veščinami (npr. komunikacija, računanje, eksperimentiranje, vizualizacija, predstavitve). Razlog za vključitev vseh dijakov v projektne dejavnosti je razvijanje številnih kompetenc, ki presegajo en sam predmet. Če to razložimo dijakom, lahko to prispeva tudi k motivaciji.

Kako najti bodoče tekmovalce YPT tekmovanj?

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.



Dijaki imajo različne sposobnosti in spretnosti. Če jim omogočimo več vrst nalog pri rednem pouku (npr. se ne omejimo le na številske naloge in predstavitve), potem lahko na podlagi njihovih rezultatov pri tovrstnih nalogah prepoznamo dijake, ki bi bilo dobri kandidati za tekmovanja YPT.

Ker lahko dijaki prvič obišejo IYPT šele nekje v drugem letniku srednje šole (zaradi starostne omejitve 16 let), je priporočljivo, da že v prvem letniku dobijo vsaj 3 različne vrste nalog:

- **Tradicionalne računske naloge:** te se v prvi vrsti uporabljajo za oceno splošnega znanstvenega mišljenja in matematičnih veščin dijakov. Pomembno je, da se ne osredotočamo le na rezultate, dosežene v učilnicah, kajti številni učenci zaradi „časovnega pritiska“ v učilnici dajejo povsem drugačne rezultate kot v bolj sproščenem domačem okolju.
- **Eksperimentiranje / meritve:** Pri enostavnejših ali bolj zapletenih projektih lahko opazimo dijake z dobrimi eksperimentalnimi sposobnostmi. Ti projekti so lahko naloge, ki se izvajajo med poukom, ali pa so poskusi in meritve, ki jih dijaki izvajajo doma. Dijaki naj pripravijo opis izvedbe svojih poskusov. Poskrbimo, da bodo projekti vključevali tako enostavnejše naloge (za zagotovitev uspeha) kot težje naloge (za izbiro nadarjenih študentov).
- **Predstavitve (in morda razprava):** Dijaki naj predstavijo rezultate svojih projektov, saj so spretnosti predstavitve in komunikacije izjemno pomembne na tekmovanju IYPT - in seveda tudi zelo koristne v življenju.

Na splošno lahko dijaki, ki dobro opravijo vsaj dve vrsti zgoraj omenjenih nalog in se izkažejo vsaj povprečno pri tretji vrsti, postanejo zelo uspešni udeleženci IYPT.

Mednarodni turnir mladih fizikov je zelo kompleksen. Študenti se morajo spoprijeti z mnogimi novimi nalogami (npr. zasnovanje in izdelava eksperimentov, znanstvena razprava). To zahteva vlaganje časa in energije. Zato je zelo pomembno povečati notranjo motivacijo dijakov, sicer si ne bodo vzeli časa za poglobljanje problema ali izboljšanje komunikacije ali povezovanje v ekipo. **Pri pripravi na tekmovanje in pri tekmovanju samem se ponujajo naslednje priložnosti:**

- 1) **Priložnost za potovanje, večkulturne izkušnje.** Tekmovanje je v tuji državi, pogosto na drugi celini, sodeluje pa več kot 30 držav. Lokalni organizatorji se po svojih najboljših močeh trudijo predstaviti lokalne znamenitosti. V skladu s tem lahko udeleženci spoznajo eksotične destinacije in zanimive ljudi.
- 2) **Intenzivna izkušnja ekipe.** Obetavni športniki v skupinskih športih imajo priložnost dobiti izkušnjo tega, kako je biti del ekipe, ki skupaj stremi k želenemu cilju. Tekmovanja YPT ponujajo to izkušnjo tudi na akademskem področju.
- 3) **Zanimivi fizikalni problemi.** Številne od 17 nalog vzbudijo zanimanje študentov: želijo jih spoznati in razumeti. Zavedati se je treba, da ni vedno priporočljivo dovoliti, da izbirajo naloge glede na svoj interes. Dijaki pogosto izberejo prezahtevne naloge, ki lahko z veliko verjetnostjo vodijo do neuspeha (glej [Poglavje 3.1](#)).



4) **Vadenje in poglobljanje angleščine.** Za ekipe, katerih materni jezik ni angleščina, je to odlična priložnost za vaditi in nadgrajevati angleški jezik tako vsakdanji kot strokovni.

5) **Splošne kompetence.** Uspešno sodelovanje na tekmovanju zahteva veliko kompetenc. Npr. predstavitev, programiranje, znanstveno komuniciranje, spretnost razprave. Razvoj teh kompetence je splošno koristen v življenju, tudi če dijaki ne načrtujejo kariere v raziskovalni fiziki.

6) **Navezovanje stikov s strokovnjaki in spoznavanje posebnih naprav.** Pogosto lahko privabimo dijake s priložnostjo, da se seznani s posebnimi (modernimi, dragimi) napravami in spoznajo univerzitetne (akademske) profesorje, raziskovalce, v posebnih primerih inženirje, kemike itd.

7) **Zastopanje države.** Pomembno se je zavedati, da dijaki na tem prestižnem tekmovanju predstavljajo svojo državo. Zaradi tega so številni dijaki ponosni, zato se naloge lotijo bolj resno in vložijo več truda v priprave.

8) **Ne šteje samo znanje iz predmetnega področja!** Številne dijake lahko ime tekmovanja odvrne, saj naj bi fiziki imeli visoko raven teoretičnega znanja. To lahko odvrne dijake, ki so zainteresirani, motivirani, vendar nimajo naprednega znanja iz fizike. Vredno je poudariti, da komunikacijske veščine na tem tekmovanju štejejo vsaj toliko kot druge veščine. Poleg tega proučevanje problema ni zgolj teoretična naloga. Eksperimentalna izvedba in visokokakovostna ocena rezultatov sta prav tako pomembni.

Kot smo že omenili, je tekmovanje v primerjavi s tradicionalnimi tekmovanji reševanja teoretičnih nalog zelo zapleteno; **poleg znanja o fiziki** je potrebnih še veliko drugih kompetenc, zato je pri **izbiri študentov** treba upoštevati veliko vidikov:

1) **motivacija.** Kot je bilo omenjeno na začetku tega poglavja, to tekmovanje zahteva veliko časa in energije. Tako bodo resnično uspeli samo tisti učenci, ki bodo sodelovali s srcem in dušo.

2) **Ekipni duh.** Tako turnir kot priprava pred turnirjem zahtevata timsko delo in nenehno sodelovanje. Sodelovanje je lahko koristno tudi za manj družabne dijake. Vendar je priporočljivo imeti v mislih, da to prinaša določena tveganja (lahko oslabi ali pokvari ekipno dinamiko).

3) **Ustvarjalnost.** Na tem tekmovanju je pomembno, da so dijaki sposobni zasnovati in izvesti lasten poskus in uporabiti svoje fizikalno znanje pri svoji konkretni nalogi. Novost pri obravnavi problema se lahko pokaže tudi tako, da se ga obravnava z drugačnega zornega kota kot v literaturi, ali izdelava nov, preprostejši matematični ali fizikalni model.

4) **Dobro znanje angleščine.** Udeleženci IYPT bi morali biti sposobni voditi tekočo znanstveno razpravo (pogovor) v angleščini. Pomanjkanje zadostnega znanja angleščine dijakom onemogoča dovolj visoko stopnjo razprave, zato ne morejo predstaviti svojega pravega znanja fizike. Ni potrebno odlično znanje, niti izgovorjava, vendar je potrebna trdna jezikovna podlaga, da dijak pri razpravi ni glavni izziv sploh povedati, kar želi povedati.

5) **Dobre debatne spretnosti.** Sem spadajo hitro razmišljanje, pravilna ocena situacije, samozavest. Med razpravo se bodo dijaki morda morali spoprijeti z dejstvom, da druga ekipa pogosto najde



povsem drugačno rešitev. V vlogi nasprotnika po poročilu ni veliko časa za priprave, oblikovanje vprašanj (za določitev najbolj kritičnih točk) in nato razpravo o rezultatih, v kateri je treba močno argumentirati svoja stališča.

6) **Dobre predstavitvene sposobnosti.** Seveda „boji“ temeljijo na znanstveni predstavitvi. Predstavitev mora biti logično strukturirana in načrtovana ter upoštevati retorična pravila.

V idealni ekipi, ni nujno, da so vsi dijaki enako močni na vseh področjih. Lahko sta 1-2 dijaka, ki imata visoko raven teoretičnega znanja, drugi bodo morda raje eksperimentirali ali se izkazali v komunikaciji. Če ena od veščin dijaka ni zelo dobra, potem lahko pričakujemo največje izboljšanje prav te veščine, vendar je pomembno, da si pri vsakem razvoju spretnosti prizadevamo za ravnovesje.



Dodatek 10: Nasprotnikov ocenjevalni obrazec za oceno poročila (PDP)

Problem: _____ Poročevalec: _____ Nasprotnik: _____ Recenzent: _____

1. Kakovost poročevalčeve razlage pojava.

5 😊😊😊😊😊	4 😊😊😊😊	3 😊😊😊	2 😊😊	1 😊
Popolnoma razumljiva, pravilna razlaga.	Razumljiva, pravilna razlaga.	Delno razumljiva razlaga, nekaj neodgovorjenih vprašanj.	Nepopolna razlaga. Večina vprašanj je ostalo odprtih.	Ni razlage.

Komentar/vprašanja: _____

2. Kakovost teoretičnega modela, ki ga je poročevalec uporabil za opis pojava.

5 😊😊😊😊😊	4 😊😊😊😊	3 😊😊😊	2 😊😊	1 😊
Natančen in podroben model.	V osnovi dober model.	V osnovi dober model z nekaj pomanjkljivostmi.	Model opiše le del pojava.	Ni modela.

Komentar/vprašanja: _____

3. Kakovost eksperimentalnega dela poročevalca.

5 😊😊😊😊😊	4 😊😊😊😊	3 😊😊😊	2 😊😊	1 😊
Veliko natančnih poskusov	Veliko omejeno natančnih poskusov.	Dovolj poskusov, ki so dovolj natančni.	Le nekaj poskusov ali pa so zelo nenatančni.	Ni poskusov ali pa so zelo nenatančni.

Komentar/vprašanja: _____

4. Primerjava med teorijo in eksperimentom

5 😊😊😊😊😊	4 😊😊😊😊	3 😊😊😊😊	2 😊😊😊	1 😊😊
Primerjava nedvoumna, omejitve modela razložene.	Kvalitativno razložena odstopanja.	Večinoma dobra, a se ne ujema najboljše z meritvami.	Nekaj primerjave.	Ni ali skoraj ni primerjave.

Komentar/vprašanja: _____



5. Izpolnitev naloge.

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Zanimiva rešitev.	Nekateri vidiki nad povprečjem.	Povprečno.	Delno izpolnjeno/narobe razumljeno.

Komentar/vprašanja: _____

6. Lasten doprinos

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Veliko novih/kreativnih idej	Nekaj novih/kreativnih idej.	Ena nova/kreativna ideja.	Ni lastnih idej.

Komentar/vprašanja: _____

7. Znanstveno poročanje

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
V splošnem jasno, razumljivo, argumentirano.	Nekateri deli so dobro narejeni.	Povprečno.	Delno jano/nejasno.

Komentar/vprašanja: _____



Dodatek 11: Recenzentov ocenjevalni obrazec za oceno poročila in razprave (PDP)

Problem: _____ Poročevalec: _____ Nasprotnik: _____ Recenzent: _____

1. Kakovost poročevalčeve razlage pojava.

5 😊😊😊😊	4 😊😊😊	3 😊	2	1 😞
Popolnoma razumljiva, pravilna razlaga.	Razumljiva, pravilna razlaga.	Delno razumljiva razlaga, nekaj neodgovorjenih vprašanj.	Nepopolna razlaga. Večina vprašanj je ostalo odprtih.	Ni razlage.

Komentar/vprašanja: _____

2. Kakovost teoretičnega modela, ki ga je poročevalec uporabil za opis pojava.

5 😊😊😊😊	4 😊😊😊	3 😊	2	1 😞
Natančen in podroben model.	V osnovi dober model.	V osnovi dober model z nekaj pomanjkljivostmi.	Model opiše le del pojava.	Ni modela.

Komentar/vprašanja: _____

3. Kakovost eksperimentalnega dela poročevalca.

5 😊😊😊😊	4 😊😊😊	3 😊	2	1 😞
Veliko natančnih poskusov	Veliko omejeno natančnih poskusov.	Dovolj poskusov, ki so dovolj natančni.	Le nekaj poskusov ali pa so zelo nenatančni.	Ni poskusov ali pa so zelo nenatančni.

Komentar/vprašanja: _____

4. Nasprotnikov komentar o dobrih in morebitnih izpuščenih točkah predstavitve.

4 😊😊😊	3 😊	2	1 😞
Močne in šibke točke so ustrezno prepoznane in uravnoteženo predstavljene.	Močen in šibke točke so predstavljene veuravnoteženo.	Le nekaj močnih in šibkih točk je predstavljenih.	Predstavljene niso niti močne niti šibke točke predstavitve.

Komentar/vprašanja: _____



5. Kakovost in število nasprotnikovih vprašanj v razpravi.

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Zelo dobra vprašanja.	Dobra vprašanja.	Malo vprašanj ali so ta nerelevantna.	Ni bilo vprašanj.

Komentar/vprašanja: _____

6. Sodelovanje poročevalca v razpravi.

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Vsa vprašanja so bila odgovorjena vljudno.	Večina vprašanj je bilo odgovorjenih.	Le nekaj vprašanj je bilo odgovorjenih.	Vprašanja niso bila odgovorjena ali pa je bil poročevalec pogosto nevljuden, je prekinjal.

Komentar/vprašanja: _____

7. Sodelovanje nasprotnika v razpravi.

4 😊😊	3 😊	2	1 😞
Spraševal je vljudno in učinkovito, ni poskušal predstaviti lastnih rezultatov.	He/She asked efficiently, but not so politely, some of her/his own results were mentioned.	In an acceptable style he/she was able to create a minimal debate.	He/She could not make a discussion with the reporter. He/She was impolite, often interrupting.

Komentar/vprašanja: _____

8. Izpuščena fizika ali izpuščena vprašanja:

9. Menim, da je v razpravi zmagal

Poročevalec	Nasprotnik	Oba sta bila enakovredna
-------------	------------	--------------------------

10. Komentar o drugih vidikih:



Dodatek 12: Tabela za ocenjevanje YPT aktivnosti (VSP)

Problem: _____ Poročevalec: _____ Nasprotnik: _____ Recenzent: _____

Poročevalec

	0	1	2		
Raziskovalna vprašanja	Niso jasno navedena.		So jasno navedena.		
	0	1	2	3	
Izbira poskusov.	Poskusov ni. Raziskava je povsem teoretična.	Poskusi ne omogočajo temeljitega raziskovanja raziskovalnih vprašanj. Mogoče je obseg možnih vrednosti preveč omejen ali oprema ne omogoča ustreznega zbiranja podatkov.		Poskusi so ustrezno izbrani.	
	0	1	2	3	4
Fizika (modeli, zveze ed količinami)	Modeli iz zveze med količinami niso relevantni za raziskovan problem.	Modeli so relevantni, a imajo hude pomanjkljivosti ali nejasnosti.	Fizikalni modeli so večinoma pravilni. Vsebujejo manjše pomanjkljivosti ali nejasnosti.	Modeli so pravilni in podrobni.	
	0	1	2	3	4
Podatki	Podatki niso zbrani.	Analiza podatkov ima hude pomanjkljivosti.	Analiza podatkov ima manjše pomanjkljivosti. Mogoče manjka analiza eksperimentalnih negotovosti.	Analiza podatkov je previlna, vključno z analizo eksperimentalnih negotovosti.	
	0	1	2	3	4
Zaključki	Zaključkov ni ali pa so povsem nejasni.	Podatki na podpirajo zaključkov ALI ni jasnega odgovora na raziskovalna vprašanja.	Zaključki in odgovori na raziskovalna vprašanja vsebujejo manjše pomanjkljivosti.	Zaključki in odgovori na raziskovalna vprašanja so jasni in podprti s podatki.	



Nasprotnik

	0	1	2	3	4
Vprašanja	Ni vprašanj ali pa so izven področja obravnavanega problema.	Nekaj vprašanj, samo pojasnila o že obravnavanih temah.	Vprašanja poglobljajo vidike predstavljenega eksperimenta.	Vprašanja poglobljajo predstavljeni poskus in predstavljen fizikalni model.	
	0	1	2	3	4
Fizika (modeli, zveze ed količinami)	Modeli iz zveze med količinami niso relevantni za raziskovan problem.	Modeli so relevantni, a imajo hude pomanjkljivosti ali nejasnosti.	Fizikalni modeli so večinoma pravilni. Vsebujejo manjše pomanjkljivosti ali nejasnosti.	Modeli so pravilni in podrobni.	
	0	1	2	3	
Predlogi izboljšav	Ni predlogov za izboljšave.	Podanih je nekaj predlogov za izboljšave.	Podani so predlogi za izboljšanje poskusov in fizikalnih modelov. Predlogi so omejeni na predstavljeno poročilo in raziskovalna vprašanja. Ni predlogov novih poskusov ali fizikalnih modelov.		

Številke v tej tabeli so mišljene kot neprekinjena lestvica (izberemo lahko na primer 1.6). Vendar tabela dobro deluje tudi z uporabo samo celih števil.



Dodatek 13: Uradni ocenjevalni obrazec IYPT (2018)

REPORTER		stage:	fight (round no.):	room:	problem no.:	Juror's name:
1 + + =		reporter:	opponent:	reviewer:		signature:

REPORT				DISCUSSION WITH OPPONENT				ANSWERS TO JURY, OPPONENT and REVIEWER'S QUESTIONS	
phenomenon explanation	theory/model	relevant experiments	comparison between theory and experiment	own contribution	task fulfilment	scientific contribution	relevant arguments/responses	reporter's conduct at the discussion	
0 almost no	0 almost no	0 too few	0 no/ almost no	0 others' data, incorrectly cited	0 misunderstood	0 almost no	0 too few	0 poor	0 concise and correct or no questions asked
1 some	1 some	1 fair	1 not well fitting	1 review of sources, cited	1 partly	1 only technical points cleared	1 some	1 some aspects fine	1 some incorrect, inconclusive or too long
2 fair	2 fair	2 well performed, sufficient number	2 deviations	2 + some interesting results	2 average	2 some scientific points cleared	2 many	2 good	2 some incorrect, inconclusive or too long
3 good	3 good	3 + results explained	3 qualitatively analysed	3 considerable experimental or theoretical	3 interesting solution	3 interesting points discussed	3 + data/theory convincingly supported	3 some aspects efficient	3 deeply incorrect or show deep misconceptions
4 detailed	4 quite detailed, correct	4 errors analysed	4 explained, conclusive	4 well fitting, deviations analysed, conclusive	4 above average	4 brought in new physics	4 proved deep understanding	4 overall efficient	
5 demonstrative	5 deep and comprehensible, detailed, complex, shows physical insight	5 + reproducible, convincing analysis	5 completely testable	5 and theoretical	5 greater extent than expected				

NOTES:

OPONENT

1 + + =

Start from 1 and add/subtract

QUESTIONS ASKED				DISCUSSION WITH REPORTER				ANSWERS TO JURY and REVIEWER'S QUESTIONS	
QUESTIONS ASKED	understanding of presentation	relevant topics addressed	own opinions presented	scientific contribution	relevance of topics	own opinions presented	opponent's conduct of the discussion	prioritisation	
0 almost no, irrelevant	0 almost nothing	0 no or irrelevant	0 very little	0 almost no	0 irrelevant	0 very little	0 poor	0 no	0 concise and correct or no questions asked
1 relevant, aimed at resolving unclear points in the report	1 some main points	1 few	1 some	1 little	1 some	1 some	1 some aspects fine	1 some	1 some incorrect, inconclusive or too long
2 + short, apt and clear, well prioritized, all time used	2 main points	2 some	2 some correct	2 partial	2 average	2 some correct	2 good	2 reasonable	2 deeply incorrect or show deep misconceptions
	3 all relevant points	3 many	3 many correct	3 good	3 most	3 many correct	3 some aspects efficient	3 fair	
	4 practically all points	4 practically all	4 + improvement suggestions	4 new crucial point(s)	4 all relevant discussed	4 + improvement suggestions	4 overall efficient	4 very good	

NOTES:

REVIEWER

1 + + =

Start from 1 and add/subtract

QUESTIONS ASKED				REVIEW OF REPORT				REVIEW OF OPPOSITION				ANSWERS TO JURY QUESTIONS	
QUESTIONS ASKED	report summary & understanding	pros & cons	discussion analysis	own opinions	prioritisation	speech summary	pros & cons	discussion analysis	own opinions	prioritisation	QUESTIONS		
0 too few, mostly irrelevant	0 almost no, irrelevant	0 no or irrelevant	0 very little	0 no	0 no	0 almost no	0 irrelevant	0 almost no	0 too few	0 no	0 concise and correct or no questions asked		
1 some relevant, sufficient number, contributed to clarify some unclear points	1 some main points	1 few	1 some	1 some	1 some	1 partially relevant	1 partially relevant	1 too short/long	1 some	1 some	1 some incorrect, inconclusive or too long		
2 many unclear points resolved; most time used, suitably allotted to Rep & Opp	2 good	2 some	2 many correct	2 reasonable	2 reasonable	2 mostly adequate	2 mostly adequate	2 relevant parts	2 many	2 reasonable	2 deeply incorrect or show deep misconceptions		
3 + short, apt and clear, well prioritized, time managed efficiently	3 detailed, complex	3 all	3 + improvement suggestions	3 good	3 good	3 fully adequate	3 fully adequate	3 accurate, conclusive	3 + improvement suggestions	3 good			

NOTES:

IYPT – Feb 2018

Poiščite novejšo različico na <https://www.iypt.org>

Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki izraža le mnenja avtorjev, in Komisija ne more biti odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje.