

Kaj pa en YPT v razredu?

dr. Sergej Faletič

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Povzetek

Turnir mladih fizikov (angl. *Young Physicists' Tournament* – YPT) je tekmovanje, na katerem srednješolci tekmujejo v proučevanju, predstavitvi in preverjanju rezultatov vnaprej izbranih fizikalnih problemov. Zajema vse, kar mora zajeti znanstvena raziskava. Njegova posebnost je, da morajo ekipe svoje ugotovitve zagovarjati pred drugimi ekipami srednješolcev. Do izraza prideta primerjava meritev z rezultati modelov (teorije), kjer so izrazite merske nedoločenosti, in skladnost z osnovnimi fizikalnimi zakoni (ohranitveni zakoni, Newtonovi zakoni ...). Vlogo ocenjevalca ima tretja ekipa srednješolcev, ki mora ovrednotiti razpravo. Te dejavnosti spodbujajo visoke kognitivne ravni, ki so pri tradicionalnem pouku pogosto zapostavljene. V članku predstavim koncept tekmovanja, naše izkušnje s tekmovalci in naše predloge, kako tako obliko dela vključiti v redno delo v razredu.

Ključne besede: procesna znanja, kognitivne ravni, raziskovanje, razprava, tekmovanje

How about a YPT in Class?

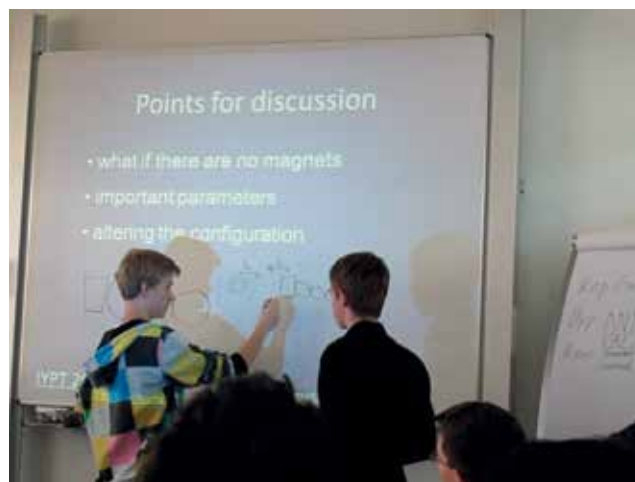
Abstract

Young Physicists' Tournament (YPT) is a competition in which secondary school students compete in researching, presenting and verifying the results of preselected physics problems. It comprises all that a scientific research study should comprise. What makes it special is that the teams have to defend their findings before other teams of secondary school students. It thus highlights the importance of comparing measurements with the results of models (theory), where measurement uncertainties are prominent, and the importance of compliance with the fundamental laws of physics (conservation laws, Newton's laws, etc.). A third team of secondary school students plays the role of judge and has to evaluate the debate. Such activities stimulate the high cognitive levels, which are often neglected in traditional lessons. This article presents the concept of the competition, experiences with competitors, and suggestions for integrating this work method into regular classroom activities.

Keywords: process knowledge, cognitive levels, research, debate, competition

Kaj je YPT?

Na kratko, projektno delo. Ampak s posebnostmi. YPT (ang. *Young Physicists' Tournament* – turnir mladih fizikov) vsebuje vse, kar se pričakuje od projektnega dela: dijaki raziskujejo, beležijo podatke, tvorijo razlage in jih preverjajo ter poročajo o ugotovitvah. Posebnost je, da kakovost teh ugotovitev zagovarjajo pred drugimi dijaki. Ena skupina poroča, druga pa ugotovitve preverja. Skupina, ki preverja, mora uporabiti svoje znanje fizike in tudi svoja procesna znanja, da preveri trdnost ugotovitev. Zanimivo je videti, kako dijaki drugi druge sprašujejo, kako so ocenili napako meritve, zakaj na grafu ni območij zanesljivosti in od kod jim teoretični model. To je postopek, ki je lasten vsakemu resnemu znanstvenemu raziskovanju, in tekmovanje IYPT (International YPT) [1] prav zato sledi temu vzorcu. Medtem ko ima tekmovanje že skoraj 30-letno tradicijo, šele v zadnjih nekaj



Slika 1: Dijak slovenske ekipe (levo) v debati z nasprotnikom na IYPT 2012. (Foto: Sergej Faletič)

letih opažam resne poskuse njegovega približevanja širši množici dijakov, ne zgolj najbolj motiviranim.

Samo tekmovanje IYPT je precej zahtevno. Predvideva ekipo treh do petih dijakov, ki prouči 17 odprtih fizikalnih problemov v roku enega šolskega leta. Tak format je za posameznega dijaka zelo zahteven. A poleg IYPT obstaja še vrsta sorodnih tekmovanj: nacionalni izbori, v Sloveniji SiYPT, mednarodni AYPT (Austrian YPT) in govori se o Balkan YPT. Študentje pa se lahko pomerijo na IPT (International Physicists' Tournament). AYPT je leta 2017 spremenil pravila, da sedaj nastopajo ekipe s po tremi dijaki, ki proučijo samo tri probleme. Tak format je precej bližje pogosto precej obremenjenim slovenskim dijakom. In kaj, če bi bilo mogoče format narediti še prijaznejši, še bližji dijakom in mogoče primeren za ves razred? YPT namreč poleg raziskovanja, ki ga lahko v razredu, seveda, izvajamo nepovezано s kakršnikoli turnirjem, nudi posebno komponento: nasprotnika. Celo vrednotenje razprave je lahko prepuščeno dijakom. Na turnirjih YPT na vsakem soočenju dveh ekip nastopa še tretja, ki ima vlogo recenzenta. Njihova naloga je ovrednotiti nastop poročevalca in nasprotnika. Seveda ne gre pričakovati, da bi dijaki pri prvi izvedbi obvladali vse vloge, a vredno je pomisliti na to, katere spretnosti in v kolikšni meri bi lahko razvijali z občasnim takšnim pristopom. In mogoče celo več: ali bi s tem bolje podali naravo znanstvenega odkrivanja in jo približali dijakom?

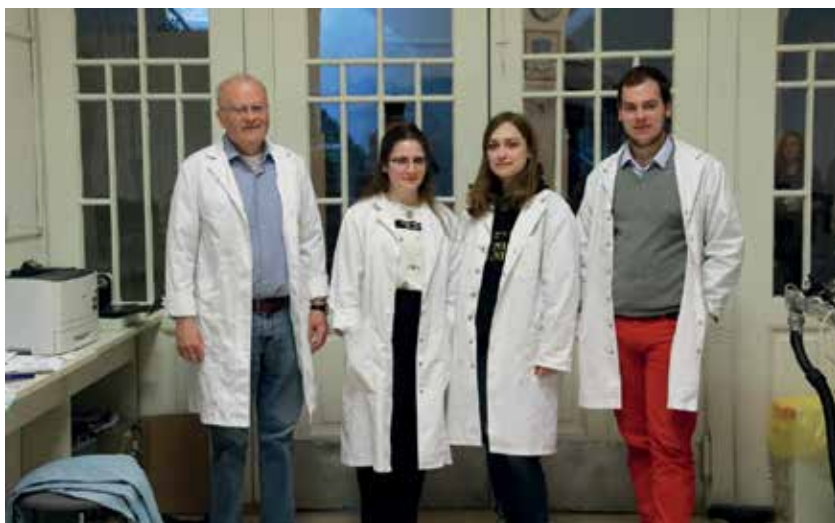
Z leti smo si nabrali nekaj izkušenj s tem, kako dijaki tekmovalci in študenti prvega letnika fizike pristopijo k reševanju takih problemov, vse bolj pa razmišljamo tudi o tem, kako bi pozitivne in motivacijske elemente tekmovanja prenesli v povprečen srednješolski razred, saj je način dela tak, da razvija znanstvene kompetence. Tu predstavljamo svoje izkušnje, razmisleke in predloge.

Izkušnje s tekmovalci

Dijaki, ki se odločijo za udeležbo na enem od turnirjev YPT, imajo pred sabo cilj uspeha na tem tekmovanju. Tekmovanje ima ocenjevalni obrazec, ki je dostopen na spletnem naslovu [2] in ga dijaki lahko uporabljajo, da jih vodi pri delu. Žal glede na to, kar vemo iz drugih virov o vodenju dijakov pri raziskovalnem delu [7, 8], ta obrazec ni optimalno vodilo, a je za tekmovalce uporaben, saj po njem ocenjuje tudi komisija.

Osebnost sem bil mentor ene dijakinje, ki je bila pred leti članica slovenske ekipe na AYPT. Takrat so pravila slovenskega tekmovanja SiYPT zahtevala pripravo pisnega poročila o nalogi. Ko je bila dijakinja izbrana v ekipo, sem prevzel njeno mentorstvo. Zadeve sva se lotila tako, da sva se dobivala enkrat na teden za približno eno uro. Takrat mi je poročala, kaj je uspela narediti in kakšne so njene ugotovitve. Na podlagi tega sva naredila načrt in cilje za naslednji teden. Diakinja je delala doma, večinoma ob koncu tedna. Na tekmovanju AYPT je dosegla

YPT (ang. *Young Physicists' Tournament* – turnir mladih fizikov) vsebuje vse, kar se pričakuje od projektnega dela: dijaki raziskujejo, beležijo podatke, tvorijo razlage in jih preverjajo ter poročajo o ugotovitvah. Posebnost je, da kakovost teh ugotovitev zagovarjajo pred drugimi dijaki.



Slika 2: Ekipo Gimnazije Celje - Center na AYPT 2017. (Vir: spletna stran Gimnazije Celje - Center [6].)

precejšen uspeh. Če bi naše tekmovalce tistega leta razvrstili po številu točk, ki so jih prinesli ekipi, bi bila na drugem mestu. Uvrstili smo se na odlično osmo mesto in prejeli bronasto priznanje. Zanimivo je tudi to, da dijakinja fizika sicer ni posebno zanimala. Zanimal jo je specifičen problem, s katerim se je ukvarjala.

Osebne izkušnje imam s pripravo še ene ekipe za AYPT, čeprav sem bil pri tem bolj v vlogi opazovalca. Dejansko raziskovalno delo z dijaki je opravil Borut Namestnik, profesor fizike z Gimnazije Celje - Center. Tokrat je bila vsa ekipa z iste šole. Dobivali so se po dogovoru in se skupaj ukvarjali z vsemi problemi, ki so jih raziskovali. To je bilo plodno, saj so vsi nekaj vedeli o vsakem problemu in so lahko med sabo produktivno razpravljali in izboljševali svoje delo. Če je vsa ekipa z iste šole, je tudi organizacijsko lažje urediti prijavo in priprave, saj večinoma potekajo na šoli.

Problemi IYPT presegajo srednješolsko znanje, a dijakom so pri reševanju na voljo vsa sredstva. Za nasvet lahko vprašajo strokovnjake iz različnih institucij. V letu, ko je bil eden od problemov raziskovanje faznih prehodov čokolade, so plodno sodelovali s slovenskimi proizvajalci čokolade. Najplodnejši način za tako sodelovanje po naših izkušnjah je, da dijak naslovi vprašanje na nas v organizacijskem odboru, potem pa mi poiščemo ustreznega strokovnjaka med kolegi z Univerze v Ljubljani, Fakulteti za matematiko in fiziko (UL FMF), Pedagoški fakulteti (UL PeF) ali na Inštitutu Jožef Stefan (IJS). Če pa gre za strokovnjake zunaj sodelujočih institucij, so se doslej dijaki z njimi nekako sami povezali.

Kako gre našim tekmovalcem?

Dijaki tekmovalci so visoko motivirani. V reševanje problemov vložijo veliko časa. Začnejo tako, da preberejo predlagano literaturo, ki je na voljo na strani [1], in izvedejo osnovne opazovalne poskuse, ne nujno v tem vrstnem redu. Od tu naprej so razlike med njimi večje. Problemi IYPT so tipično zastavljeni z besedami »prouči pojav«. Pričakovano je, da se razišče, kako je pojav odvisen od različnih parametrov. Teh je lahko veliko. Najpogostejše vprašanje nasprotnikov na tekmovanju je: »Ste proučili odvisnost od ...?« Naši dijaki se pogosto omejijo na le nekaj parametrov, kar jih potem spravi v zadrego, ko o odvisnosti od drugih ne morejo povedati ničesar. Bolje je, da površno raziščejo več parametrov, nekatere pa poglobljeno. Poglobljena raziskava vsaj nekaterih parametrov je pričakovana, saj se pričakuje, da bo poročevalec imel globoko znanje o problemu, to pa je mogoče le, če se vsaj nekaterim vidikom problema poglobljeno posvetiš. Pri globini raziskav gre našim dijakom precej dobro. Sposobni so raziskati nek vidik problema do te mere, da o njem suvereno razpravljajo, in so sposobni braniti svoje ugotovitve tudi proti nasprotnikom, ki problem dobro poznajo, in celo proti žirantom.

Dijaki tekmovalci so visoko motivirani.



Slika 3: Dijak slovenske ekipe (desno) kot nasprotnik na IYPT 2012. Na projekciji je viden graf z matematičnim modelom in označenimi merskimi nedoločenostmi, ki pa so slabo razločne. Taka oblika primerjave meritev s teorijo je pričakovana pri vsakem poročilu. (Foto: Sergej Faletič)

Eden od pričakovanih elementov poročila je primerjava meritev s teorijo. Najbolje je, če dijaki uspejo sami postaviti teoretični model. A tudi, če to naredijo, se pričakuje, da vedo, kaj pravi literatura. Ni pa dobro sprejeto, če brez razumevanja uporabijo rezultate v literaturi.

Na tekmovanju nasprotnik, sicer pa žirija, vedno preveri, ali poročevalec razume enačbe, ki jih je zapisal, ali pozna pomen posameznih členov in ga zna fizikalno utemeljiti. Če tega ni, večinoma štejejo, da teorija ni bila ustrezna. Zgodilo se nam je tudi že, da smo izdelali numerični model na podlagi osnovnih fizikalnih principov in dobili spodobno visoke točke, čeprav nismo postregli z rešitvijo problema v obliki enačbe. Žal naši dijaki pogosto, posebno pri prvih, izbornih prijavah, povsem pozabijo na ta del. Brez njega pa ni mogoče izvesti dobrega nasprotovanja, razviti dobre razprave in prikazati dometa lastnega fizikalnega znanja. Do mednarodnega turnirja dijaki ta del izboljšajo, a po večini ostajajo pomanjkljivosti. Ta del je zelo pomemben tudi zato, ker je v njem izrazit pomen eksperimentalnih nedoločenosti. Vsi resni tekmovalci na YPT razumejo pomen nedoločenosti pri primerjanju s teorijo in so na to pozorni pri poročilih, ko so v vlogi nasprotnika. Najboljše razprave med poročevalcem in nasprotnikom se razvijejo, ko gre za primerjavo med teorijo in rezultati poskusa. »Zakaj se ne ujema?« »Ali obstajajo pogoji, da enačba velja? So bili izpolnjeni?« »Kako ste izbrali obliko krivulje? Ali obstaja fizikalni razlog za tako krivuljo?« To so nekatera od tipičnih vprašanj nasprotnikov na to temo. Naši dijaki so pri primerjavah površni. Ne ocenijo nedoločenosti, ne ponovijo poskusov. Pogosto se zdi, da poskus obravnavajo kot preizkus teorije, ne teorije kot nekaj, kar obstaja zato, da pojasni izid poskusa. To je verjetno posledica tega, da v šolah pogosto izvajajo poskuse o nekem pojavu po tem, ko so ga že obravnavali teoretično. Poleg tega imam občutek, da so hitro zadovoljni, če se meritve in teorija vsaj približno ujemajo. A tekmovalci vrhunskih ekip so pozorni na vsako neskladje in pomanjkljivi odgovori naredijo vtis površnosti. Neskladje samo ni problem, žirija pričakuje razmislek o razlogih zanj. Če so ti dobri, je to prikaz tekmovalčevega znanja fizike in razumevanja ozadja problema, kar je pozitivno.

Nasprotovanje je zahtevna naloga. Pravila zahtevajo, da nasprotnik v razpravo ne vnaša lastnih rezultatov, le poznavanje fizikalnega ozadja problema in znanstvene metodologije. Nasprotovanje je tako usmerjeno predvsem v merske postopke, oceno nedoločenosti, primerjavo s teorijo in omejitve predstavljene teorije. Ironično opažam, da so razprave boljše na AYPPT, kjer nasprotnik pogosto ne pozna predstavljenega problema (ker vsaka ekipa prouči le tri od 17), kot na IYPT, kjer vsi načeloma poznajo vse probleme. Če problem podrobno poznaš, je rezultate lastnih meritev težko zadržati zase. Če ga ne poznaš, se moraš osredotočiti na osnovno fiziko in procesna znanja. Tak format se mi zdi še zahtevnejši za nasprotnika, saj ne more črpati iz specifičnega znanja o problemu, pač pa mora vključiti vse svoje splošno fizikalno znanje, da preveri trdnost ugotovitev poročevalca. Naši dijaki se tu odrežejo mešano. Nekateri blestijo, drugi manj. Običajno pa nimamo slabih nasprotovanj.

Na tekmovanju nasprotnik, sicer pa žirija, vedno preveri, ali poročevalec razume enačbe, ki jih je zapisal, ali pozna pomen posameznih členov in ga zna fizikalno utemeljiti.

Pristop študentov prvega letnika fizike k reševanju problemov

IYPT

Študenti prvega letnika fizike na Univerzi v Ljubljani, Fakulteti za matematiko in fiziko občasno rešujejo probleme iz nabora IYPT pri predmetu Projektno delo. Pri tem predmetu izvedejo samo poročevalski del. Nasprotnika in recenzenta ni. Zato imamo izkušnje zgolj z njihovim pristopom k problemu. Za razliko od dijakov, ki si čas za raziskave upravljajo sami, imajo študentje na voljo tri tedne, vsak teden po tri ure, da opravijo eksperimentalni del. Proučevanje teorije, gradnjo modelov in analizo rezultatov lahko izvedejo tudi doma. Pri delu kot vodilo uporabljajo tabele za samoocenjevanje, dostopne na [4], ki so bile razvite na podlagi tabel z Univerze Rutgers, New Jersey, ZDA [3]. To je edino pisno vodilo, ki ga dobijo poleg naloge.

Pri delu študentov opažamo podobne vzorce kot pri delu dijakov. Teorijo pogosto obravnavajo kot resnico, in če se rezultati poskusa ne ujemajo, je po njihovem mnenju s poskusom nekaj narobe. Pri gradnji fizikalnih modelov so prisotne pomanjkljivosti. Ocenjujemo, da večinoma izhajajo iz tega, da verjetno nikoli niso bili v položaju, da bi morali zgraditi fizikalni model za opažanja pri poskusu. Spretni so v iskanju modelov v literaturi, še posebej na spletu. Pri meritvah pogosto niso pozorni na nedoločenosti in primerjava teorije z rezultati poskusa je včasih površna. Študenti sistematično raziščejo odvisnost od različnih parametrov, a v povprečju ne dosegajo globin, v katere se spustijo dijaki tekmovalci. Opazili pa smo, da so tabele za samoocenjevanje [4] precej pomagale pri vodenju študentov skozi procese, ki so pri razisko-

vanju potrebni. Pomanjkljivosti je manj in njihova poročila praviloma zajemajo vse zahtevane elemente. Vloge v skupini si večinoma dobro razdelijo, se pa zgodi, da eden prevzame vlogo zapisnikarja in eden tistega, ki bo pisal končno poročilo. Ti študentje potem manj sodelujejo pri tvorbi idej za poskuse in pri njihovem izvajanju.

Študentje zaključijo delo s poročilom v obliki spletne strani. Poročila so dostopna na spletnem naslovu [5].

Priložnosti za uporabo turnirja v razredu

Šele v zadnjem času smo začeli preiskovati možnosti uporabe nalog in formata YPT v razredu. O tem še nimamo podatkov. Ampak zamislimo si, da iz problemov IYPT izločimo take, ki so preprosti ali je mogoče preprosto raziskati vsaj odvisnost od nekaterih parametrov. Razred razdelimo na ekipe s po tremi dijaki. Po tri ekipe združimo v skupino. Vsaka ekipa lahko dobi svoj problem ali pa vse tri istega. Mogoče bi bilo tudi, da vsaka ekipa dobi za nalogo proučiti odvisnost od drugega parametra pri istem problemu. Ekipe v skupini potem izvedejo mini turnir. Ena ekipa je v vlogi poročevalca, druga nasprotnika in tretja recenzenta. Slednja mora oceniti nastop ostalih dveh. Vloge se potem ciklično zamenjajo. Če bi predstavitev in nasprotovanje trajala vsaka pet minut, lahko turnir izvedemo v dobrih 30 minutah. Če bi skupine svoje meritve, ugotovitve, grafe sproti zapisovale na bele table, bi v 90 minutah lahko izvedli celoten postopek. Učitelj bi se sprehajal po razredu in opazoval skupine pri delu in mini turnirju. Če k temu dodamo še tabele za samoocenjevanje, mogoče prilagojene potrebam tovrstne aktivnosti, lahko dobimo zanimiv in pester način razvijanja in preverjanja procesnih znanj na področju fizike.

Ob taki aktivnosti bi dijaki razvijali svoje eksperimentalne spretnosti kot pri vsakem projekt-nem delu, a del z nasprotovanjem zahteva dodatne spretnosti. Dijaki morajo, da bi lahko nasprotovali ekipi pri problemu, ki ga sami niso proučevali, aktivirati svoje splošno fizikalno znanje. Preverjati bi morali skladnost predstavljene teorije z že usvojenim znanjem. A še pomembneje, iskati bi morali tudi pomanjkljivosti v procesih poročevalca. V ta namen bi morali aktivirati svoja procesna znanja, ki so v tradicionalnem pouku pogosto neaktivna. Ekipa recenzenta ima pomembno vlogo vrednotiti razpravo, tako vsebinska kot procesna znanja. Vrednotenje je še ena od spretnosti, ki so v tradicionalnem pouku slabo zastopane.

Seveda ne gre pričakovati, da bi dijaki usvojili posamezne vloge pri prvi izvedbi. Predstavljajmo si, da tako izvedbo pripravimo enkrat do dvakrat na leto, predvidoma v terminu laboratorijskih vaj. Sčasoma bodo dijaki usvojili ključne prvine. Če bo trend laboratorijskih vaj šel v smeri bolj odprtih in manj vodenih vaj, ki bolje spodbujajo razvoj naravoslovnih spretnosti, ni izključeno, da bi se izkazalo, da je format YPT povsem pripraven za ta namen. Seveda lahko s tem formatom obravnavamo tudi ustrezne odprte probleme, ki zahtevajo eksperimentalno delo in niso bili obravnavani na tekmovanjih IYPT, so pa primerni za doseganje ciljev iz učnega načrta. Cilj bodočih raziskav na tem področju bo, kakšen format polodprtih laboratorijskih vaj je za doseganje naravoslovnih kompetenc najustreznejši. V naboru preizkušenih metod bi izpustili priložnost z veliko potenciala, če vanj ne bi vključili tudi formata YPT.

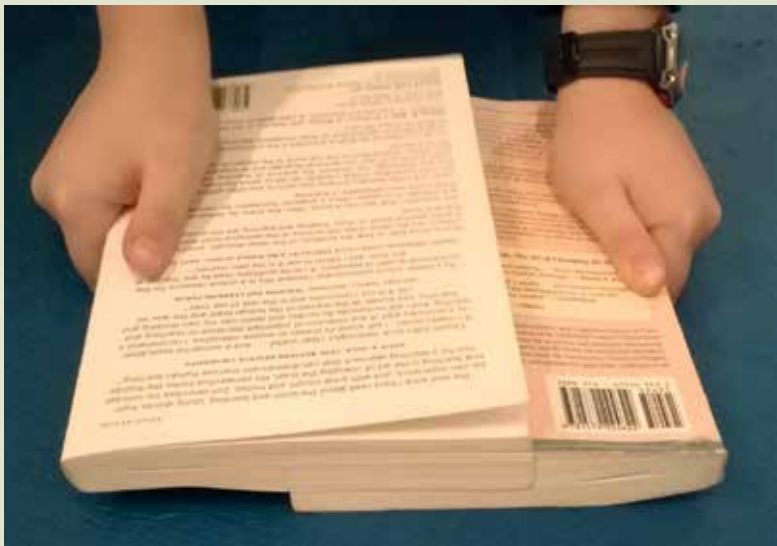
Primeri nalog za pouk

Občasno so nekateri problemi IYPT dovolj preprosti, da bi bilo njih ali njihove dele mogoče izvesti v razredu v omejenem času. Izluščili smo jih nekaj, da na njih predstavimo, kako si zamišljamo primer uporabe, dodali pa še enega s temo neposredno iz učnega načrta, da predstavimo idejo uporabe formata YPT na taki temi.

1) Papirni prijem

Vzemite dve podobni knjigi z mehкими platnicami in prepletite po nekaj listov naenkrat. Potisnite knjigi skupaj. Primite knjigi za hrbet in ju poskusite povleči narazen. Raziščite parametre, ki določajo, kolikšna sila je potrebna, da knjigi ločimo.

Dijaki morajo aktivirati svoje splošno fizikalno znanje.



Slika 4: Prepleteni knjigi z mehкими platnicami.

Pričakujemo, da bi dijaki poskušali prepletati list po list ali več listov po več listov in kmalu ugotovili, da je potrebna vlečna sila odvisna od števila prepletov in mase knjige nad njimi. Preprosto seštevanje sil in zveza med lepenjem in silo, pravokotno na podlago, bi morala zadoščati za teoretični model. Pri tej nalogi pride do izraza primerjava s teorijo, kjer pridejo do izraza tudi merske nedoločenosti. Kot omenjeno zgoraj, je ujemanje modela z meritvami manj pomembno kot fizikalni razlogi, zakaj se morebiti ne. Boljši bi verjetno tudi preverili svoje hipoteze. Npr. privzdignili zgornji del knjige, da preverijo, ali teža zgornjega dela knjige res vpliva in kako. Za začetek bi zadoščalo, če ena ekipa v skupini preveri odvisnost od števila prepletov, druga pa od mase knjige nad prepleti. Tako bi bila tudi fizikalna debata zanimivejša.

2) Nitno nihalo

Obesite različna telesa na vrstico in jih zanihajte. Proučite, kako je gibanje teles odvisno od relevantnih parametrov.

Pri tej nalogi bi dijaki verjetno hitro ugotovili, da bo odvisna količina nihajni čas, za neodvisno pa imajo tri možnosti: dolžina vrvice, masa obešene uteži in odmik od ravnovesne lege. Spet zadošča, da različne ekipe v skupini preverijo odvisnost od različnih količin. Ta del naloge sem v srednji šoli izvajal kot laboratorijsko nalogo, čeprav brez mini turnirja. Izkaže se, da so dijaki precej presenečeni nad tem, da nihajni čas ni odvisen od mase. Da bi jih prepričali, je bilo treba zelo dobro razumeti pomen intervalov nedoločenosti: kaj je fizikalno enako in kaj različno. Ali opazijo odvisnost od odmika, je odvisno od tega, kolikšen je največji odmik, ki so ga izbrali. Vsekakor je zanimivo ponovno videti vlogo merskih nedoločenosti. Odvisnost je blaga, in če so merske nedoločenosti precejšnje, ne morejo trditi, da odvisnost obstaja. To je zanimiva situacija, ko ne morejo potrditi odvisnosti, za katero vemo, da obstaja. Teoretični model ni zelo zapleten. Zgolj uporaba diagrama sil, drugega Newtonovega zakona in zveze med premikom in pospeškom, tudi če pospešek ni konstanten, zadošča za pojasnitev vseh odvisnosti in tudi nejasnosti odvisnosti od odmika. Kot rečeno, izkušenj z mini turnirjem na to temo še nimam, se pa veselim naslednje priložnosti, da bi jih dobil.



Slika 5: Nitno nihalo

3) Teleskop na eno lečo

Mogoče je izdelati teleskop z uporabo ene leče, če namesto okularja uporabimo zaslon z majhno odprtino. Izdelajte tak teleskop in raziščite, kako so lastnosti slike (povečava, ostrina, svetlost ...) odvisne od relevantnih parametrov.

Ta naloga zahteva dobro razumevanje potovanja svetlobe. Naše izkušnje kažejo, da je razumevanje delovanja kamere obskure pogosto pomanjkljivo. Prav tako dejanski potek svetlobe pri preslikavi skozi lečo. Če so dijaki ti temi pravilno usvojili in razumejo vlogo žarkov kot geometrijskih pripomočkov pri konstrukciji slike, imajo dovolj znanja, da lahko analizirajo potek svetlobe skozi lečo in luknjico in na podlagi tega pojasnijo opažanja. Če pa tega niso usvojili, je lahko to dobra spodbuda, da izboljšajo in poglobijo svoje znanje. Pričakuje se torej, da dijaki s pomočjo glavnih žarkov skonstruirajo potovanje snopa žarkov skozi lečo. Nadalje ugotovijo, da je vloga idealne majhne luknjice ta, da v žarkovnem modelu izloči samo enega od snopa žarkov, ki padejo nanjo. Če snopi žarkov padajo v različnih smereh, izloči po enega iz vsake smeri, kar omogoči tvorbo ostre slike. Če na podlagi tega lahko pojasnijo vsaj velikost in sploh nastanek slike, smo že lahko zadovoljni. Hitrejše skupine pa lahko nadaljujejo pojasnjevanje svetlosti in ostrine. Svetlost se poveča z večjo luknjico, ker prepusti več svetlobe. Hkrati pa se s tem zmanjša ostrina slike, saj je luknjica vse manj idealna in v žarkovnem modelu prepusti več žarkov, ki tvorijo sliko iste točke na različnih mestih zaslona.



Slika 6: Teleskop na eno lečo.

4) Motor na zavito elastiko

Zavito elastiko lahko uporabimo kot vir energije za poganjanje modelov letal ali avtomobilov. Raziščite lastnosti takega vira energije in kako se njegova moč spreminja s časom.

To nalogo lahko dijaki rešujejo tako, da zavito elastiko pritrdijo na kolo z žlebom, ki se vrti z malo trenja. Okoli kolesa navijejo vrvico, ki jo vlečejo s silomerom. Tako lahko izmerijo navor in spreminjanje navora z zavijanjem. Nanjo lahko tudi pritrdijo utež in preko spremembe potencialne energije na časovno enoto izmerijo moč motorja. Teoretičnega ozadja se lahko lotijo tako, da preštejejo število zavojev elastike in njeno debelino, iz česar lahko pri dani razdalji med koncema elastike izračunajo njen raztezek in s tem ocenijo shranjeno energijo. V to preprosto in uporabno nalogo je shranjena veliko znanja o navoru, delu in energiji. Verjetno bi bil izziv že načrtovanje poskusa. Moč je dinamična količina, ki je dijaki ne merijo pogosto. Mogoče bi bilo lažje obravnavati energijo. Dijaki bi morali ugotoviti, kako meriti energijo z dviganjem uteži, pri čemer pa teža ne bi smela biti prevelika, saj je navor takega motorja relativno majhen.



Slika 7: Motor na navito elastiko.

Zaključek

YPT so tekmovanja, ki poudarjajo eksperimentalni izvor fizikalnega znanja. S tem razvijajo procesna znanja, ki so skupna vsem projektnim nalogam. Ponujajo pa tudi več kot to, saj zajemajo predstavitev in argumentacijo lastnih ugotovitev pred kolegi s podobnim znanjem, katerih naloga je, da preverijo trdnost teh ugotovitev na podlagi razumevanja problema in uporabljenih postopkov. Namen tega je izboljšanje raziskave in gradnja trdnega fizikalnega znanja, ki ga je težko omajati. Tak format je dobro izhodišče za laboratorijsko delo odprtega tipa, ne glede na fizikalno temo, ki jo izberemo kot vsebino projekta. Pomembnejše so sposobnosti utemeljevanja zaključkov in vrednotenja debate. Ali je mogoče tak format učinkovito uporabiti v razredu, je treba še raziskati, ideja pa je ponujena. Opazovati dijake v fizikalni debati, ko drug drugega na podlagi lastnega znanja prepričujejo in preverjajo, je posebno doživetje. Sčasoma bomo raziskali, kako se tak način dela obnese v razredu, in če se, bomo mogoče v prihodnje pričla mini turnirjem pri pouku fizike.

Viri in literatura

- [1] IYPT, domača stran, <http://iypt.org/Home> [dostop 1. 12. 2017]
- [2] SiYPT, domača stran, <http://siypt.ijs.si> [dostop 1. 12. 2017]
- [3] Univerza Rutgers, tabele za samoocenjevanje, <https://sites.google.com/site/scientificabilities/rubrics> [dostop 1. 12. 2017]
- [4] UL FMF, Projektno delo, začetna stran, <http://projlab.fmf.uni-lj.si> [dostop 17. 3. 2018]
- [5] UL FMF, Projektno delo, arhiv izdelkov, <http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/arhiv.html> [dostop 17. 3. 2018]
- [6] Spletna stran Gimnazije Celje - Center, poročila za javnost 2016/2017, <http://www.gcc.si/o-soli/sporocila-za-javnost/20162017-2/33> [dostop 17. 3. 2018]
- [7] Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D. T., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D. in Warren, A. (2006). *Scientific abilities and their assessment*, *Physical Review Special Topics, Physics Education Research*, 2, 020103-1 – 020103-15.
- [8] Faletič, S., Etkina, E., Planinšič, G. (2016). Self-assessment rubrics as a tool to help students and teaching assistants = Tabele za samoocenjevanje kot orodje v pomoč študentom in asistentom. V: Aškerc Veniger, K. (ur.), idr. *Izboljševanje kakovosti poučevanja in učenja v visokošolskem izobraževanju: od teorije k praksi, od prakse k teoriji* = Improving the quality of teaching and learning in higher education: from theory to practice, from practice to theory. Ljubljana: Center RS za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja. Str. 224–231.